

ISSN 2518-7201 (Print)  
ISSN 2663-5003 (Online)



№ 1(93)/2019

БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ сериясы  
Серия БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ  
BIOLOGY. MEDICINE. GEOGRAPHY Series

---

ҚАРАҒАНДЫ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК  
КАРАГАНДИНСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

BULLETIN  
OF THE KARAGANDA  
UNIVERSITY

ISSN 2518-7201 (Print)  
ISSN 2663-5003 (Online)  
Индексі 74620  
Индекс 74620

**ҚАРАҒАНДЫ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ**

---

**ВЕСТНИК**  
КАРАГАНДИНСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

**BULLETIN**  
OF THE KARAGANDA  
UNIVERSITY

---

**БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ сериясы**  
**Серия БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ**  
**BIOLOGY. MEDICINE. GEOGRAPHY Series**

**№ 1(93)/2019**

Қаңтар–ақпан–наурыз  
30 наурыз 2019 ж.

Январь–февраль–март  
30 марта 2019 г.

January–February–March  
March, 30, 2019

1996 жылдан бастап шығады  
Издается с 1996 года  
Founded in 1996

Жылына 4 рет шығады  
Выходит 4 раза в год  
Published 4 times a year

Қарағанды, 2019  
Караганда, 2019  
Karaganda, 2019

*Бас редакторы*

химия ғыл. д-ры, профессор, ҚР ҰҒА корр.-мүшесі

**А.Т. Едрисов**

*Бас редактордың орынбасары* **Х.Б. Омаров**, техн. ғыл. д-ры, профессор,  
ҚР ҰҒА корр.-мүшесі

*Жауапты хатшы* **Г.Ю. Аманбаева**, филол. ғыл. д-ры, профессор

*Редакция алқасы*

<b>М.А. Мұқашева,</b>	ғылыми редактор биол. ғыл. д-ры (Қазақстан);
<b>Р.Г. Оганесян,</b>	биотехнол. PhD д-ры (АҚШ);
<b>К.-Д. Конерт,</b>	мед. ғыл. д-ры (Германия);
<b>Д.В. Суржиков,</b>	биол. ғыл. д-ры (Ресей);
<b>М.Р. Хантурин,</b>	биол. ғыл. д-ры (Қазақстан);
<b>М.С. Панин,</b>	биол. ғыл. д-ры (Қазақстан);
<b>Ш.М. Надиров,</b>	геогр. ғыл. д-ры (Қазақстан);
<b>Ғ.Ғ. Мейрамов,</b>	мед. ғыл. д-ры (Қазақстан);
<b>А.Е. Қоңқабаева,</b>	мед. ғыл. д-ры (Қазақстан);
<b>А.Е. Старикова,</b>	жауапты хатшы PhD (Қазақстан)

*Редакцияның мекенжайы:* 100024, Қазақстан, Қарағанды қ., Университет к-сі, 28.

Тел.: (7212) 77-03-69 (ішкі 1026); факс: (7212) 77-03-84.

E-mail: [vestnick\\_kargu@ksu.kz](mailto:vestnick_kargu@ksu.kz); [starikova.anna.bgf@mail.ru](mailto:starikova.anna.bgf@mail.ru) (*жауапты хатшы*).

Сайты: <https://biology-medicine-geography-vestnik.ksu.kz>

*Редакторы*

Ж.Т. Нурмуханова

*Компьютерде беттеген*

В.В. Бутяйкин

**Қарағанды университетінің хабаршысы. «Биология. Медицина. География» сериясы.**

**ISSN 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

Меншік иесі: «Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті» РММ.

Қазақстан Республикасының Мәдениет және ақпарат министрлігімен тіркелген. 23.10.2012 ж.  
№ 13106–Ж тіркеу куәлігі.

Басуға 29.03.2019 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 13,0 б.т. Таралымы  
300 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 40.

Е.А. Бөкетов атындағы ҚарМУ баспасының баспаханасында басылып шықты.

100012, Қазақстан, Қарағанды қ., Гоголь к-сі, 38. Тел. 51-38-20. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

*Главный редактор*

д-р хим. наук, профессор, чл.-корр. НАН РК

**А.Т. Едрисов**

*Зам. главного редактора*

**Х.Б. Омаров**, д-р техн. наук, профессор,  
чл.-корр. НАН РК

*Ответственный секретарь*

**Г.Ю. Аманбаева**, д-р филол. наук, профессор

*Редакционная коллегия*

<b>М.А. Мукашева,</b>	научный редактор д-р биол. наук (Казахстан);
<b>Р.Г. Оганесян,</b>	д-р PhD по биотехнол. (США);
<b>К.-Д. Конерт,</b>	д-р мед. наук (Германия);
<b>Д.В. Суржиков,</b>	д-р биол. наук (Россия);
<b>М.Р. Хантурин,</b>	д-р биол. наук (Казахстан);
<b>М.С. Панин,</b>	д-р биол. наук (Казахстан);
<b>Ш.М. Надиров,</b>	д-р геогр. наук (Казахстан);
<b>Г.Г. Мейрамов,</b>	д-р мед. наук (Казахстан);
<b>А.Е. Конкабаева,</b>	д-р мед. наук (Казахстан);
<b>А.Е. Старикова,</b>	ответственный секретарь PhD (Казахстан)

*Адрес редакции:* 100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28.

Тел.: (7212) 77-03-69 (внутр. 1026); факс: (7212) 77-03-84.

E-mail: [vestnick\\_kargu@ksu.kz](mailto:vestnick_kargu@ksu.kz); [starikova.anna.bgf@mail.ru](mailto:starikova.anna.bgf@mail.ru) (*отв. секретарь*).

Сайт: <https://biollogy-medicine-geography-vestnik.ksu.kz>

*Редактор*

Ж.Т. Нурмуханова

*Компьютерная верстка*

В.В. Бутяйкин

**Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География».**

**ISSN 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

Собственник: РГП «Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова».

Зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан. Регистрационное свидетельство № 13106–Ж от 23.10.2012 г.

Подписано в печать 29.03.2019 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 13,0 п.л. Тираж 300 экз. Цена договорная. Заказ № 40.

Отпечатано в типографии издательства КарГУ им. Е.А. Букетова.

100012, г. Казахстан, Караганда, ул. Гоголя, 38, тел.: (7212) 51-38-20. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

*Main Editor*

Doctor of chemical sciences, Professor, Corresponding member of NAS RK

**A.T. Yedrissov**

*Deputy main Editor* **Kh.B. Omarov**, Doctor of techn. sciences, Professor,  
Corresponding member of NAS RK

*Responsible secretary* **G.Yu. Amanbayeva**, Doctor of phylol. sciences, Professor

*Editorial board*

<b>M.A. Mukasheva,</b>	Science Editor, Doctor of biology (Kazakhstan);
<b>R.G. Oganessian,</b>	PhD in Biotechnology (USA);
<b>K.-D. Kohnert,</b>	MD (Germany);
<b>D.V. Surzhikov,</b>	Doctor of biology (Russia);
<b>M.R. Hanturin,</b>	Doctor of biology (Kazakhstan);
<b>M.S. Panin,</b>	Doctor of biology (Kazakhstan);
<b>Sh.M. Nadirov,</b>	Doctor of geography (Kazakhstan);
<b>G.G. Meyramov,</b>	MD (Kazakhstan);
<b>A.E. Konkabaeva,</b>	MD (Kazakhstan);
<b>A.Ye. Starikova,</b>	secretary, PhD (Kazakhstan)

*Postal address:* 28, University Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan.

Tel.: (7212) 77-03-69 (add. 1026); fax: (7212) 77-03-84.

E-mail: [vestnik\\_kargu@ksu.kz](mailto:vestnik_kargu@ksu.kz); [starikova.anna.bgf@mail.ru](mailto:starikova.anna.bgf@mail.ru) (*secretary*).

Web-site: <https://biollogy-medicine-geography-vestnik.ksu.kz>

*Editor*

Zh.T. Nurmukhanova

*Computer layout*

V.V. Butyaikin

**Bulletin of the Karaganda University. «Biology. Medicine. Geography» series.**

**ISSN 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

Proprietary: RSE «Academician Ye.A. Buketov Karaganda State University».

Registered by the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate No. 13106–Zh from 23.10.2012.

Signed in print 29.03.2019. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 13,0 p.sh. Circulation 300 copies. Price upon request. Order № 40.

Printed in the Ye.A. Buketov Karaganda State University Publishing house.

38, Gogol Str., Karaganda, 100012, Kazakhstan, Tel.: (7212) 51-38-20. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

---

# МАЗМҰНЫ

## БИОЛОГИЯ

<i>Муханова Ш.А., Додонова А.Ш., Павлов А.В. Achillea ledebourii</i> тұқымдарының криоконсервациясы.....	8
<i>Касенов Р.З., Демең О.В., Картбаева Г.Т., Жумадилов С.С., Алиева М.Р., Жумабекова А.У., Ергеш А.А., Бакибаев А.А.</i> Қазақстан Республикасының эндемикалық өсімдігі <i>Betula kirghisorum</i> қырғыз қайыңынан табиғи тритерпеноид — бетулинді бөліп алу .....	14
<i>Аубакирова Б.Н., Бейсенова Р.Р., Журманова Н.Ш., Тулегенова С.Е., Рымбай Н.</i> Балдырлардың телмисартанның әсеріне сезімталдығы .....	19
<i>Карагойшин Ж.М., Рашитов С.С.</i> Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығын мекендейтін жыртқыш аңдар .....	25
<i>Ибрагимова Э.Қ., Абдраимова Қ.Т.</i> Галофитті өсімдіктердің дамуына (NaCl) тұздардың түрлі концентрацияларының әсері.....	31
<i>Тазитдинова Р.М., Бейсенова Р.Р., Курманбаева А.С., Григорьев А.И.</i> Мырыш, мыс және күшәла тұздарының егеуқұйрықтардың органдарында ауыр металдардың жиналуы көрсеткіштерінің өзгерісіне қосарласа созылмалы әсері .....	36
<i>Мамытова Н.С., Акбаева Л.Х., Малашенков Д.В., Тулегенов Е.А.</i> 2017 жылғы Ақмола және Қарағанды облыстарының су нысандарының гидробиологиялық көрсеткіштері .....	43
<i>Сапарбаева Н.А.</i> Жоңғар Алатауының солтүстік беткейіндегі тағамдық және пайдалы өсімдіктердің таралу ерекшеліктері.....	51
<i>Уалиева Р.М. Parastrigea robusta</i> трематоданың сарыуыз бездері мен Мелис денешігінің функционалдық рөлдері.....	57
<i>Жирнова И.А., Рысбекова А.Б., Дюсубаева Э.Н., Сейтхожаев А.И., Есенбекова Г.Т., Жакенова А.Е., Малтай Н.Б.</i> Тары ( <i>Panicum tiliaceum</i> L.) коллекциясында <i>wx</i> генінің аллельдік жағдайына молекулалы-генетикалық маркерлер негізінде бағалау жүргізу .....	66

## МЕДИЦИНА

<i>Мейрамов Г.Г., Корчин В.И., Шайбек А.Ж., Конерт К.-Д., Тусупбекова Г.Т., Кикимбаева А.А., Андреева А.П., Коваленко О.Л., Мейрамова-Абдраимова А.Г.</i> Қант диабетін емдеуде трансплантация әдісін қолданудың перспективасы туралы.....	75
<i>Аллысбаева Ж.Т.</i> Өнеркәсіп кәсіпорындарының еңбек жағдайларын әлеуметтік және гигиеналық тұрғыдан бақылау .....	84

## ГЕОГРАФИЯ

<i>Досмахов С.М., Кожаметова Л.Т., Талжанов С.А.</i> Қазақстан Республикасындағы машина жасау өнеркәсібінің дамуы және өсу перспективалары .....	89
<i>Кадирбаева Д.А.</i> Болашақ география пәні мұғалімдерін даярлауда этнопедагогиканың орны..	96

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР .....	103
----------------------------------	-----

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЯ

<i>Муханова Ш.А., Додонова А.Ш., Павлов А.В.</i> Кримоконсервация семян <i>Achillea ledebourii</i> .....	8
<i>Касенов Р.З., Демец О.В., Картбаева Г.Т., Жумадилов С.С., Алиева М.Р., Жумабекова А.У., Ергеиш А.А., Бакибаев А.А.</i> Выделение бетулина — природного тритерпеноида из березы киргизской <i>Betula kirghisorum</i> , эндемичного растения Республики Казахстан.....	14
<i>Аубакирова Б.Н., Бейсенова Р.Р., Журманова Н.Ш., Тулегенова С.Е., Рымбай Н.</i> Чувствительность водорослей к воздействию телмисартана.....	19
<i>Карагойшин Ж.М., Рашитов С.С.</i> Хищные звери, обитающие в Коргалжинском государственном природном заповеднике.....	25
<i>Ибрагимова Э.К., Абдраимова К.Т.</i> Влияние различных концентраций солей (NaCl) на развитие галофитных растений.....	31
<i>Тазитдинова Р.М., Бейсенова Р.Р., Курманбаева А.С., Григорьев А.И.</i> Аккумуляция тяжелых металлов в организме крыс при хронической сочетанной интоксикации солями цинка, меди и мышьяка.....	36
<i>Мамытова Н.С., Акбаева Л.Х., Малащенко Д.В., Тулегенов Е.А.</i> Гидробиологические показатели водоемов Акмолинской и Карагандинской областей за 2017 год.....	43
<i>Сапарбаева Н.А.</i> Полезные и пищевые растения северного макросклона хребта Джунгарского Алатау.....	51
<i>Уалиева Р.М.</i> Функциональная роль желточников и тельца Мелиса трематоды <i>Parastrigea robusta</i> .....	57
<i>Жирнова И.А., Рысбекова А.Б., Дюсибаева Э.Н., Сейтхожаев А.И., Есенбекова Г.Т., Жакенова А.Е., Малтай Н.Б.</i> Оценка аллельного состояния их генов коллекции проса ( <i>Panicum miliaceum</i> L.) на основе молекулярно-генетических маркеров.....	66

## МЕДИЦИНА

<i>Мейрамов Г.Г., Корчин В.И., Шайбек А.Ж., Конерт К.-Д., Тусупбекова Г.Т., Кикимбаева А.А., Андреева А.П., Коваленко О.Л., Мейрамова-Абдраимова А.Г.</i> О перспективах использования трансплантационного метода лечения сахарного диабета.....	75
<i>Алтысбаева Ж.Т.</i> Социально-гигиенический мониторинг условий труда на промышленных предприятиях.....	84

## ГЕОГРАФИЯ GEOGRAPHY

<i>Досмахов С.М., Кожакметова Л.Т., Талжанов С.А.</i> Развитие машиностроения в Республике Казахстан и перспективы роста.....	89
<i>Кадирбаева Д.А.</i> Роль этнопедагогика при подготовке будущих учителей географии.....	96
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	103

---

# CONTENT

## BIOLOGY

<i>Mukhanova Sh.A., Dodonova A.Sh., Pavlov A.V.</i> Cryopreservation of the seed material of <i>Achillea ledebourii</i> .....	8
<i>Kasenov R.Z., Demets O.V., Kartbayeva G.T., Zhumadilov S.S., Alieva M.R., Zhumabekova A.U., Yergesh A.A., Bakibayev A.A.</i> Extraction of betulin — natural triterpenoid from Kirgыз birch <i>Betula kirghisorum</i> , an endemic plant of the Republic of Kazakhstan.....	14
<i>Aubakirova B.N., Beisenova R.R., Zhurmanova N.Sh., Tulegenova S.Ye., Rymbay N.</i> The sensitivity of algae to the exposure of telmisartan.....	19
<i>Karagoishin Zh.M., Rashitov S.S.</i> The wild animals living in the Korgalzhin state natural reserve ....	25
<i>Ibragimova E.K., Abdraimova K.T.</i> Influence of various salt concentrations (NaCl) on the development of halophyte plants .....	31
<i>Tazitdinova R.M., Beisenova R.R., Kurmanbayeva A.S., Grigoryev A.I.</i> Accumulation of heavy metals in rats' body under chronic combined intoxication with zinc, copper and arsenic salts .....	36
<i>Mamytova N.S., Akbaeva L.Kh., Malashenkov D.V., Tulegenov E.A.</i> Hydro biological indicators of reservoirs of the Akmola and Karaganda regions for 2017.....	43
<i>Saparbaeva N.A.</i> Useful and food plants of the northern macrosclone of the Jungar Alatau ridge ....	51
<i>Ualiyeva R.M.</i> The functional roles of vitelline glands and Mehlis' glands of trematode <i>Parastrigea robusta</i> .....	57
<i>Zhirnova I.A., Rysbekova A.B., Dyusibaeva E.N., Seitkhozhaev A.I., Esenbekova G.T., Zhakenova A.E., Maltay N.B.</i> Evaluation of allelic state of <i>wx</i> genes of proso millet collection ( <i>Panicum miliaceum</i> L.) on the basis of molecular-genetic markers.....	66

## MEDICINE

<i>Meyramov G.G., Korchin V.I., Shaybek A.Zh., Konert K.-D., Tusupbekova G.T., Kikimbaeva A.A., Andreeva A.P., Kovalenko O.L., Meyramova-Abdraimova A.G.</i> On the prospects of application of transplantation method for treatment of diabetes mellitus .....	75
<i>Alpysbayeva Zh.T.</i> Social and hygienic monitoring of labor conditions at industrial enterprises .....	84

## GEOGRAPHY

<i>Dosmakhov S.M., Kozhakmetova L.T., Talzhanov S.A.</i> Development of mechanical engineering in Republic of Kazakhstan and growth prospects.....	89
<i>Kadirbaeva D.A.</i> The role of ethnopedagogy in training future geography teachers .....	96
INFORMATION ABOUT AUTHORS.....	103



UDC 68.03.03

Sh.A. Mukhanova<sup>1</sup>, A.Sh. Dodonova<sup>1</sup>, A.V. Pavlov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan;*

<sup>2</sup>*N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Saint Petersburg, Russia*

### **Cryopreservation of the seed material of *Achillea ledebourii***

In the article is described the method of cryopreservation of seed material of *Achillea ledebourii*. This endemic plant contains essential oils, alkaloids and glycosides. Conservation of species with limited distribution areas is a priority task. The most promising method for storing biological material is preservation in liquid nitrogen or in vapors. To maximizing viability of seeds various endocellular cryo protectants are used: glycerol, sucrose, ethylene glycol, dimethyl sulfoxide, and preservative mixtures. Seeds are frozen by simple immersion in liquid nitrogen. As a result of the experiments, it was determined that sucrose at a concentration 5 % and dimethyl sulfoxide — 10 % shew the best cryo protective properties. In the first case, seed germination after cryo freezing was 113 % concerning control data, which could be explained by the affection of the stratification effect; in the second case — 92 % from control data. The use of mixtures of cryoprotectants showed no synergistic effect, and, in comparison with pure substances, the degree of preservation of seed viability was less. The obtained data can be used for introducing this species into the cryo collection of seed material of endemic plants of Kazakhstan.

*Keywords:* *Achillea ledebourii*, cryo preservation, seeds, endocellular cryo protectants.

The main causes of the disappearance of plants are known for a long time, they are grazing cattle, deforestation in the tropics, the use of chemicals that affected on the ecosystems, the excessive harvesting of herbs for an industrial scale, the destruction of natural pollinators-insects. If we summarize all of the above, then we can see the destructive and thoughtless activity of a human being as a species living on the planet [1].

The traditional way of conservation was previously the way of creating collections of living plants, as well as seed material. However, living collections are an expensive method, which need in require constant care, protection from pathogens and insect pests. Seed banks cannot always fully ensure the identity of varietal qualities, since there is no way to track the direction of pollination of plants. Often, the obtained seed material gives a great diversity and splitting of the genes [2].

At present, an interesting method of preserving of plant material is cryopreservation with using extremely low negative temperatures. The most inexpensive and effective method is the storage in liquid nitrogen vapor.

*Achillea ledebourii* Heimerl (*Asteraceae* family) is a perennial plant until 70 cm tall. It grows predominantly on forest edges, meadows, grows well in steppes, along roads and along margins of fields, on the banks of reservoirs, among bushes, on fallow lands and wastelands, in villages [3].

Chemical composition. Yarrow is rich in phytoncides, alkaloids, saponins, polysaccharides, essential oils, tannins, resins and organic acids [3].

In the leaves of yarrow there is an essential oil rich in chamasulene, alkaloid achillein, esters, camphor, borneol, thujone, glycosides (luteolin and apigenin), cineoleum, tannins, resins, carotene, organic acids, amino acids, vitamins K, C, bitter. Minerals such as magnesium, potassium, boron, zinc, calcium, selenium, copper, and molybdenum have also been discovered [3]. It is an endemic plant of Altay and Kuznezkiy Alatau.

### Methodology

Seed freezing was carried out in plastic tubes by direct immersion in liquid nitrogen. Thawing was carried out in two ways: slow, at room temperature; and fast — in a water bath with a temperature 80 °C.

When using the cryoprotectants the seeds were immersed in a protective substance or mixture for 10 minutes before deep freezing. After thawing, the cryoprotectants were washed three times with distilled water. After thawing the seeds were planted in Petri dishes on two layers of filter paper for determining their viability. The viability of the seeds was determined by two indicators: seed germination and germination energy [4].

Germination was determined as the percentage of sprouted seeds to the total number of seeds sown. Counting was carried out for 14 days. The energy of germination was defined as the germination on the 7th day. This parameter characterized the unity of germination and was one of the indicators of the preservation of the viability of the seed material.

One of the most important conditions for the preservation of biological material is viable; preventing cell cryo damage is the use of cryoprotectants. Endocellular cryoprotectants penetrate the cells and prevent the formation of intracellular ice, which destroys the cell mechanically [5, 6]. In our experiments, we used penetrating cryoprotectants, such as sucrose, glycerin, ethylene glycol and dimethyl sulfoxide. Seeds without freezing used as a control.

### Results and discussion

After carrying out the experiment with sucrose solutions in various concentrations as a cryoprotector, it was determined that the best result of *Achillea ledebourii*'s seed viability was maintained by a 10 % sucrose solution. The seed germination's rate in this case was  $52.1 \pm 0.3$  %, which was in 1.35 times greater than in the control variant, the germination energy was  $47.8 \pm 0.2$  %, which was in 3.12 times greater than in the control (Fig. 1). The lowest germination and germination energy values were obtained after using a sucrose solution 5 % —  $43.4 \pm 0.2$  % and  $34.7 \pm 0.1$  %, but the indices were higher than in the control variant in 1.13 and 2.26 times, respectively. Thus, the best option is a 10 % sucrose solution, while an increase in seed germination energy is almost 3 times, which is explained by the stratification effect.

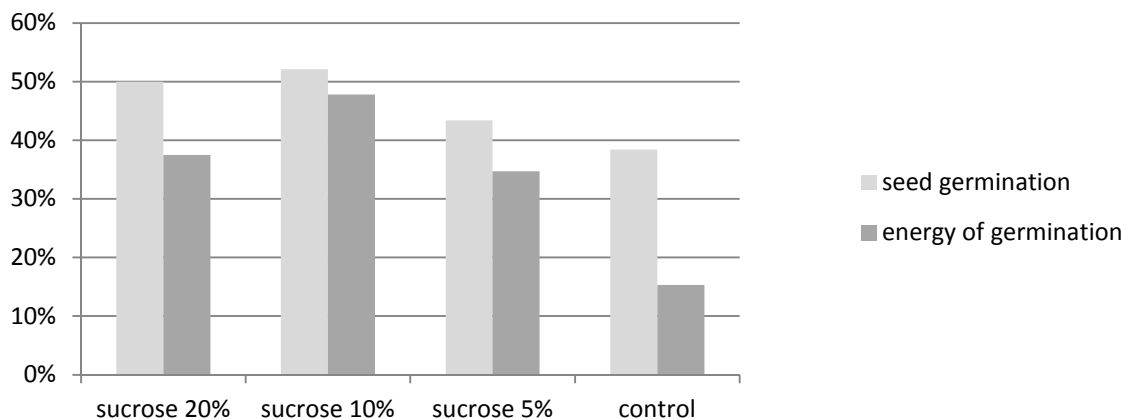


Figure 1. Influence of different concentrations of sucrose on the survival of seeds after cryopreservation

In an experiment with glycerin as a cryoprotectant in various concentrations, it was determined that the results of the viability of the seeds were practically identical. With increasing concentrations of glycerin, the energy of germination increased on 4 %. When using a solution of glycerin in concentrations 100 %, 50 % and 25 %, the germination rate was  $52 \pm 0.7$  %, the germination energy was  $24 \pm 0.3$  %, and  $24 \pm 0.2$  % and  $20 \pm 0.1$  %, respectively. In control, the germination rate was  $54 \pm 0.4$  %, the germination energy was  $20 \pm 0.2$  % (Fig. 2).

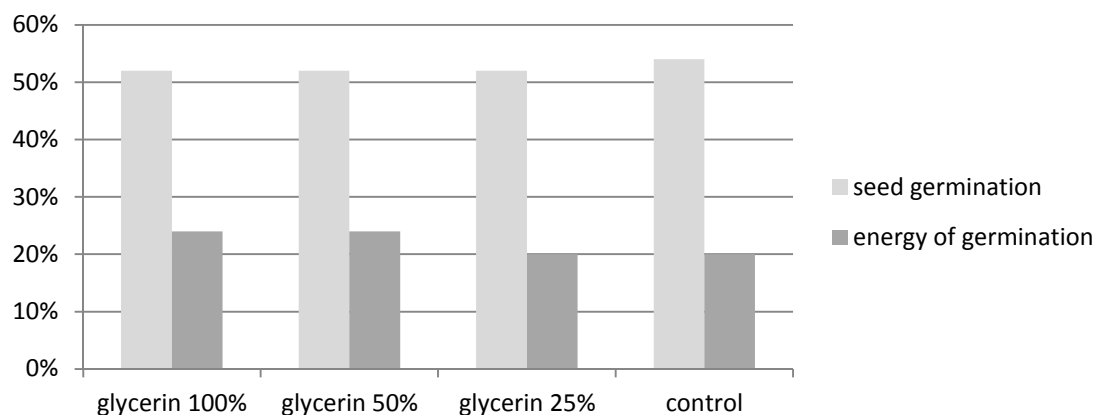


Figure 2. Influence of different concentrations of glycerin on the survival of seeds after cryopreservation

Thus, we determined that the concentration of glycerin does not have a significant effect on the preservation of *Achillea ledebourii*'s seed material. However, if one takes into account the germination energy, the best option is a pure polyhydric alcohol, as well as its 50 % solution.

In an experiment after using different concentrations of ethylene glycol as a cryoprotectant, we determined that the best percentage of germination is promoted by a solution of ethylene glycol 5 % —  $44 \pm 0.4$  %, the germination energy in this case was  $16 \pm 0.3$  %, similar as use of the ethylene glycol 10 % solution (Fig. 3).

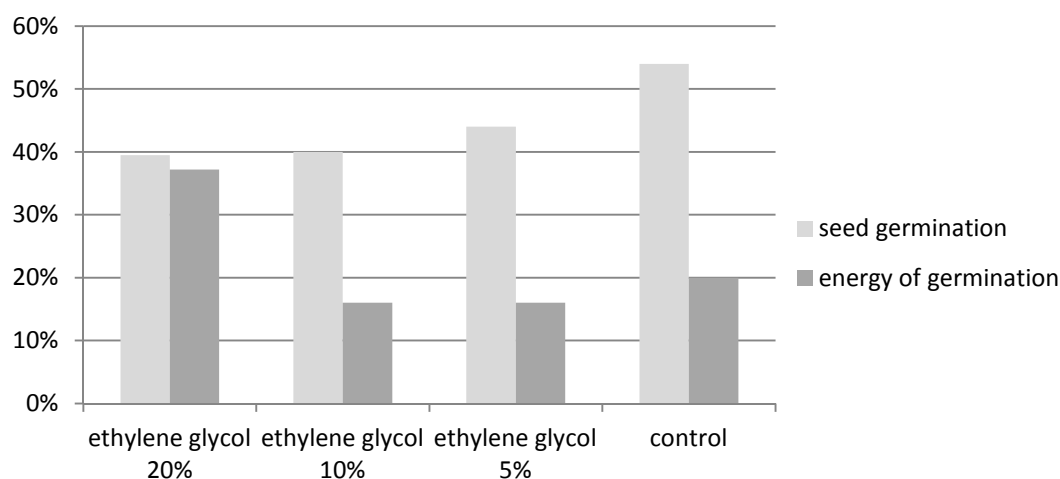


Figure 3. Influence of various concentrations of ethylene glycol in cryopreservation on the survival of the seed

The best indicator of conservation of germination energy belonged to a solution of ethylene glycol 20 % —  $37.2 \pm 0.5$  %. The germination rate after using an ethylene glycol solution 10 % was —  $40 \pm 0.6$  %, and after using a solution of ethylene glycol, 20 % was  $39.5 \pm 0.5$  %. As a result, it can be concluded that ethylene glycol as a cryoprotector didn't have a significant ability to preserve the viability of *Achillea ledebourii*'s seed material, which was probably due to its toxicity. This was also evidenced by the fact that as the concentration of the ethylene glycol solution increased, the number of surviving seeds decreased. Thus, it is determined that ethylene glycol is not recommended to be used as a cryoprotectant for preserving *Achillea ledebourii* seeds in liquid nitrogen.

When we used dimethyl sulfoxide as a cryoprotectant in various concentrations, it was determined that the best results for maintaining the viability of the seeds was DMSO 10 % (Fig. 4). The germination rate was 50 %, the germination energy was  $45.7 \pm 0.4$  %, which was in 2.3 times higher than in the control data. The second place belonged to a solution of DMSO 20 %, germination was  $48 \pm 0.6$  %, and germination energy was  $44 \pm 0.3$  %.

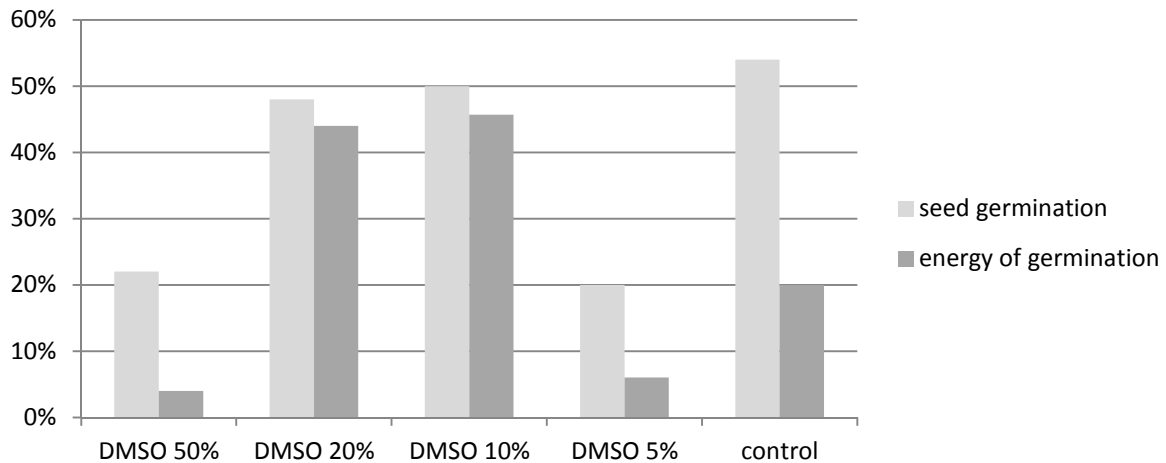


Figure 4. Effect of different concentrations of DMSO on the preservation of viability of seeds after cryopreservation

The germs of DMSO solutions 50 % and DMSO 5 % were  $22 \pm 0.4$  % and  $20 \pm 0.2$  %, the germination energy was  $4 \pm 0.1$  % and  $6 \pm 0.1$  %, respectively. It can be assumed that 5 % solution of DMSO was not sufficient to maintain the viability of the seed embryo, while a concentration of 50 % led to the death of some seeds due to the toxicity of the cryoprotectant.

From the above data, it could be concluded that a solution of dimethyl sulfoxide 10 % had the best results of maintaining the viability of the seeds in comparison with other variants of dimethyl sulfoxide.

In the literature it is described that the use of mixtures of cryoprotectants contributed to better preservation of vital signs of biological objects during freezing in liquid nitrogen. This is due to the synergistic interaction of substances or their complementary action, in addition, in mixtures, lower concentrations of toxic compounds can be used, which increases the survival of cells. In our experiment, we applied freezing with glycerol and sucrose at various concentrations.

In an experiment we used a polyhydric alcohol-glycerin as a cryoprotector and its mixture with sucrose in various concentrations (Fig. 5). It was determined that the best protective ability belonged to a mixture of glycerol and sucrose 10 %, the germination rate was  $44.4 \pm 0.6$  %. Increasing the concentration of sucrose reduced the number of survivors seed after cryopreservation, the germination rate was  $21.7 \pm 0.4$  %.

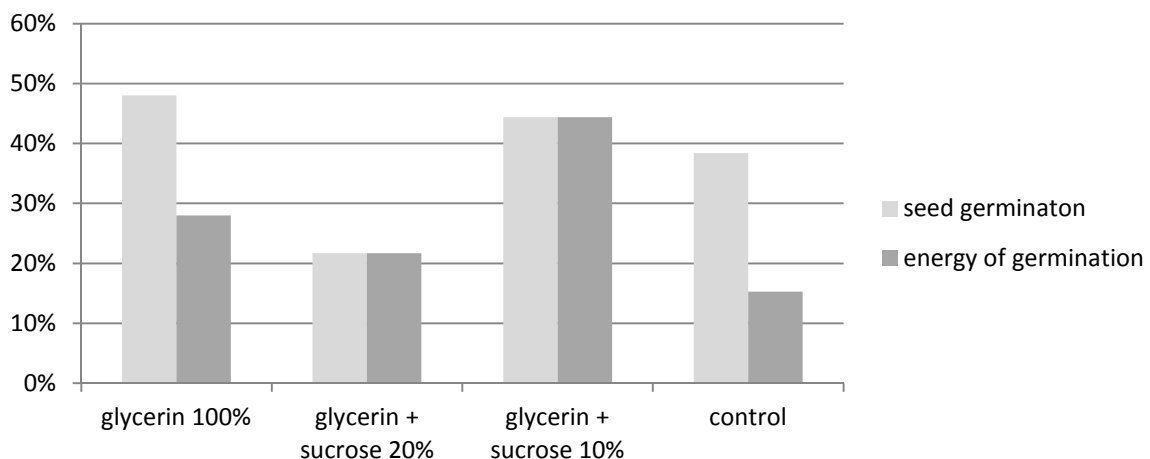


Figure 5. Effect of pure glycerol and its mixture with sucrose in various concentrations on the survival of the seed material after cryopreservation

In general, it should be noted that the use of this mixture of cryoprotectants did not show a synergistic effect, the number of surviving seeds was comparable in comparison with freezing in mono substance.

### Conclusion

Studying the effect of sucrose on the survival of seeds during cryopreservation, it turned out that sucrose solution 10 % contributed to the best result of viability preservation. The seed germination rate in this case was  $52.1 \pm 0.3$  %, which was in 1.35 times greater than in the control, the germination energy was  $47.8 \pm 0.2$  %, which was in 3.12 times greater than in the control. The lowest germination and germination rates were obtained after using a sucrose solution of 5 % —  $43.4 \pm 0.2$  % and  $34.7 \pm 0.1$  %.

It is found that ethylene glycol was not recommended as a cryoprotectant for the conservation of *Achillea ledebourii*'s seeds in liquid nitrogen, since the growth indices in this variant of the experiment were lower than with other cryoprotectants.

When we used dimethyl sulfoxide as a cryoprotectant in various concentrations, it was determined that the best results for maintaining the viability of the seeds were DMSO 10 %. The germination rate was 50 %, the germination energy was  $45.7 \pm 0.4$  %, which was in 2.3 times higher than in the control. Both a decrease and an increase in the concentration of dimethyl sulfoxide led to a less secure seed material.

After using a mixture of glycerin and sucrose in various concentrations as a cryoprotector, it was found that the joint use of these protective substances did not lead to a greater preservation of the viability of the seeds, so their use was considered not rational.

The obtained results can be used for introducing this endemic plant species into the cryogenic collection of Kazakhstan plants.

### References

- 1 Kaviani B. Conservation of plant genetic resources by cryopreservation/ B. Kaviani // Australian Journal of Crop Science. — 2011. — Vol. 5, No. 6. — P. 778–800.
- 2 Белоус А.М. Кробиология / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. — Киев: Наук. думка, 1994. — 432 с.
- 3 Тысячелистник: полезные свойства и противопоказания. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://zdravotvet.ru/lechebnye-svoystva-i-protivopokazaniya-tysyachelistnika-obyknovennogo>
- 4 Зорина М.С. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов / М.С. Зорина, С.П. Кабанов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. — Алма-Ата: Наука, 1987. — С. 75–85.
- 5 Rall W.F. Ice-free cryopreservation of mouse embryos at  $-196$  °C by vitrification / W.F. Rall, G.M. Fahy // Nature. — 1985. — Vol. 313 — P. 573–575.
- 6 Whittingham D.G. Survival of mouse embryos frozen to  $-196$  and  $-269$  °C / D.G. Whittingham, S.P. Leibo, P. Mazur // Science. — 1972. — Vol. 178, No. 4059. — P. 411–414.

Ш.А. Муханова, А.Ш. Додонова, А.В. Павлов

### *Achillea ledebourii* тұқымдарының криоконсервациясы

Мақалада *Achillea ledebourii* тұқым материалын суықта сақтау әдісі қарастырылған. Бұл құрамында эфир майлары, алкалоидтар, гликозидтері бар эндемиялық өсімдік. Таралу аймағы шектеулі, түрлерді сақтау басым міндет болып саналады. Биологиялық материалды сақтаудың ең перспективалы әдісі сұйық азотта немесе сұйық азоттың буында сақтау болып табылады. Тұқымның өміршеңдігін барынша сақтау үшін әртүрлі эндоцеллюлярлы криопротекторлар: глицерин, сахароза, этиленгликоль, диметилсульфоксид, сондай-ақ сақтайтын қоспалар қолданылды. Тұқымды сұйық азотқа жай батыру арқылы мұздатық. Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде ең жақсы криопротекторлық қасиеттерге 5 % сахароза және 10 % диметилсульфоксид ие екендігі анықталды. Бірінші жағдайда криоконсервациядан кейін өскіндердің саны бастапқы тұқымның 113 % құрады, мұны стратификациялық әсердің пайда болуымен түсіндіруге болады; екінші жағдайда — бақылаудан 92 %. Криопротекторлардың қоспаларын пайдалану синергетикалық әсерді көрсетпеді және таза заттармен салыстырғанда тұқымның өміршеңдігін сақтау дәрежесі аз болды. Алынған деректер осы түрді Қазақстанның эндемиялық өсімдіктерінің тұқымдық материалының криоколлекциясына енгізген кезде пайдаланылуы мүмкін.

*Кілт сөздер:* *Achillea ledebourii*, криоконсервациясы, тұқымдары, эндоцеллюлярлы криопротекторлар.

Ш.А. Муханова, А.Ш. Додонова, А.В. Павлов

**Криоконсервация семян *Achillea ledebourii***

В статье рассмотрен метод криохранения семенного материала *Achillea ledebourii*. Это эндемичное растение содержит эфирные масла, алкалоиды, гликозиды. Сохранение видов с ограниченными ареалами распространения является приоритетной задачей. Наиболее перспективным методом хранения биологического материала является сохранение в жидком азоте или в парах жидкого азота. Для максимального сохранения жизнеспособности семян применяли различные эндоцеллюлярные криопротекторы: глицерин, сахарозу, этиленгликоль, диметилсульфоксид, а также консервирующие смеси. Замораживали семена простым погружением в жидкий азот. В результате проведенных экспериментов определено, что наилучшими криопротекторными свойствами обладают сахароза в концентрации 5 % и диметилсульфоксид — 10 %. В первом случае количество проросших после криоконсервации семян составило 113 % от исходного, что можно объяснить проявлением стратификационного эффекта; во втором случае — 92 % от контроля. Использование смесей криопротекторов не показало синергетического эффекта, и, в сравнении с чистыми веществами, степень сохранения жизнеспособности семян была меньше. Полученные данные могут быть использованы при введении данного вида в криоколлекцию семенного материала эндемичных растений Казахстана.

*Ключевые слова:* *Achillea ledebourii*, криоконсервация, семенной материал, эндоцеллюлярные криопротекторы.

## References

- 1 Kavian, B. (2011). Conservation of plant genetic resources by cryopreservation. *Australian Journal of Crop Science*, 5, 6, 778–800.
- 2 Belous, A.M., & Grishchenko, V.I. (1994). *Kriobiologiya [Cryobiology]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
- 3 Tysiachelistnik: poleznye svoystva i protivopokazaniia [Yarrow: useful properties and contraindications]. *zdravotvet.ru* Retrieved from: <http://zdravotvet.ru/lechebnye-svoystva-i-protivopokazaniya-tsyachelistnika-obyknovennogo>
- 4 Zorina, M.S., & Kabanov, S.P. (1987). Opredelenie semennoi produktivnosti i kachestva semian introdutsentov [Determination of seed productivity and quality of introduced seeds]. *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane — Methods of introduction studies in Kazakhstan*, 75–78. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 5 Rall, W.F., & Fahy, G.M. (1985). Ice-free cryopreservation of mouse embryos at  $-196^{\circ}\text{C}$  by vitrification. *Nature*, 313, 573–575.
- 6 Whittingham, D. G., Leibo, S. P., & Mazur, P. (1972). Survival of mouse embryos frozen to  $-196$  and  $-269^{\circ}\text{C}$ . *Science*, 178, 4059, 411–414.

R.Z. Kasenov<sup>1</sup>, O.V. Demets<sup>1</sup>, G.T. Kartbayeva<sup>2</sup>, S.S. Zhumadilov<sup>2</sup>,  
M.R. Alieva<sup>1</sup>, A.U. Zhumabekova<sup>1</sup>, A.A. Yergesh<sup>1</sup>, A.A. Bakibayev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karaganda State Technical University, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Tomsk State University, Russia

(E-mail: sweetc7@mail.ru)

## **Extraction of betulin — natural triterpenoid from Kirgыз birch *Betula kirghisorum*, an endemic plant of the Republic of Kazakhstan**

On the territory of the Republic of Kazakhstan there are 15 species of birch trees, including 4 endemic species. This plant is a low tree with a reddish bark and a loose crown. On the territory of the Kent forestry of the Karkaraly State National Natural Park, a Kyrgyz birch bark was collected. Birch bark was crushed and dried to constant weight. From birch bark of the Kyrgyz with extraction method followed by recrystallization from isopropyl alcohol was isolated betulin. The melting point of the isolated substance was 243 °C. Betulin was identified by thin layer chromatography and compared with a standard sample. The substance was analyzed by infrared spectroscopy methods in KBr tablets and high performance liquid chromatography (HPLC). In the Fourier spectrometer FSM-1201, the characteristic frequencies of the absorption bands were used to determine the presence of various groups of atoms and bonds characteristic of betulin in the molecule. HPLC was used to study a sample using a Shimadzu LC-20 Prominence liquid chromatograph. Selected conditions for the qualitative and quantitative determination of betulin.

*Keywords:* betulin, Kyrgyz birch, birch bark, extraction, isopropyl alcohol, filtrate, thin layer chromatography, Silufol plates, eluent, developer, IR spectroscopy, HPLC.

### *Introduction*

Birch is a genus of deciduous monoecious trees and shrubs of the birch family. Usually 120–140 species are distinguished in the temperate and cold zones of the Northern Hemisphere and in the mountains of the subtropics. In Kazakhstan, there are 15 species of birch trees, including 4 endemic ones: thick birch, Talas birch, Kyrgyz birch, Yarmolenko birch [1]. The last three species are listed in the Red Book of the Republic of Kazakhstan.

Kyrgyz birch grows in a relatively small territory of Kazakhstan. According to literary data, it is found on the territory of the Naurzum State Natural Reserve and Karkaraly State National Natural Park [2, 3]. Kyrgyz birch is a low tree with dirty white bark and loose crown. The branches are straight or sideways upright, not drooping; young branches are gray-red-brown or red-brown. The leaves are ovate or ovoid-oval, 2.7–6.5 cm long, 1.3–4.4 cm wide, widest in the middle or slightly below it, with a wedge-shaped base, pointed at the end, evenly doubly serrated, with protruding below it is thick, with brown veins, on pubescent petioles 0.7–1.7 cm long. Fetal catkins 1.2–2.3 cm long, 0.4–0.8 cm in diameter. The bracts are hard and pubescent. The nuts are obovate, the wings are already nut or, more rarely, equal to it.

Betulin is a triterpen alcohol of a lupene. Chemical formula  $C_{36}H_{60}O_3$  is one of the main components derived from birch bark [4]. Recently there has been a steadily increasing interest in betulin and its derivatives due to the wide spectrum of biological activity of these compounds [5, 6]. It has been confirmed that betulin and a number of its derivatives possess antioxidant, anti-inflammatory, antitumor, antiviral, antiseptic and hepatoprotective properties [7, 8]; also betulin derivatives exhibit anti-HIV activity [9]. Various pharmaceutical companies produce preparations based on betulin in the form of extracts, pills, syrups and capsules for the prevention and treatment of various diseases.

In this regard, the purpose of this work is to isolate betulin from birch bark of an endemic plant of Kazakhstan, Kyrgyz birch for the subsequent synthesis of its new biologically active derivatives.

### *Results and discussion*

On the territory of the Karkaraly State National Natural Park, in Kent forest, near the village of Kent in November 2018, Kyrgyz birch raw materials were collected (Fig. 1).



Figure 1. Kyrgyz birch (Karkaraly State National Natural Park, Kent Forestry, November 2018)

From birch of Kyrgyz with extraction method, followed by recrystallization from isopropyl alcohol was isolated betulin. The external part of birch bark (bark) *Betula kirghisorum* was used as raw material. Birch bark was crushed to a particle size of 5–8 mm, dried at 100 °C to a constant weight.

The extraction was conducted according to the well-known method [10]. In a round bottom flask with a volume of 2 liters, equipped with a stirrer and reflux condenser, 400 grams of raw material was loaded. 300 ml of 20 % sodium hydroxide solution and 750 ml of isopropyl alcohol were poured into the flask. Then the reaction mixture was boiled in a water bath for 5 hours with vigorous stirring. After boiling, the reaction mass was quickly filtered from the remnants of unhydrolyzed bark on a Buchner funnel. The filtrate was cooled and transferred to a paper filter. The precipitate that did not pass through filter paper was dried. Got a yellow powder.

The product was recrystallized in isopropyl alcohol. The resulting yellow powder was placed in a heat-resistant beaker, isopropyl alcohol was poured in and boiled for 10 minutes until the precipitate completely dissolved. The hot solution was transferred to a paper filter. The resulting filtrate was cooled and left to crystallize for 12 hours. The flocculated precipitate was filtered, dried to constant weight. The product was recrystallized to obtain a white amorphous substance several times.

The resulting substance was identified using thin-layer chromatography (TLC) on Silufol plates using eluting systems: benzene–methylene chloride–ethyl alcohol = 5:5:1. Spot detection was carried out with a 10 % solution of phosphomolybdic acid, followed by heating the plate for 3–4 minutes. The substance was compared with a sample of betulin provided by employees of the laboratory of organic synthesis of Tomsk State University.

The chromatogram showed that the sample and the test substance are identical. Next, the substance obtained by us was analyzed using infrared spectroscopy (IR spectroscopy) and high performance liquid chromatography (HPLC).

IR spectra were recorded on a Fourier spectrometer of the FSM-1201 brand, in the wavelength range of 500–4000  $\text{cm}^{-1}$  in potassium bromide tablets (Fig. 2).



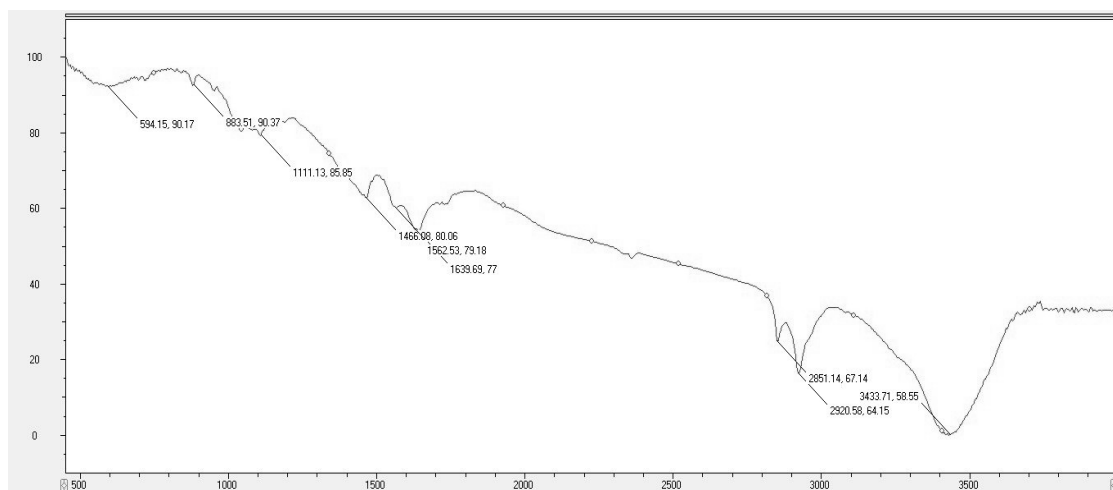


Figure 2. IR spectrum of the sample substance

Using the characteristic frequencies of the absorption bands, the presence in the molecule of various groups of atoms and bonds characteristic of the betulin molecule was determined (Fig. 3). The absorption bands characteristic of the following groups of atoms were identified: there is a wide absorption band belonging to the stretching fluctuations of hydroxyl groups, at  $3433\text{ cm}^{-1}$ ; stretching vibrations characteristic of the C–H groups of the Lupane skeleton at  $2920$  and  $2851\text{ cm}^{-1}$ ; stretching fluctuations of the double bond C=C at  $1639\text{ cm}^{-1}$ ; deformation fluctuations of  $\text{CH}_2$  groups are observed at  $1466\text{ cm}^{-1}$ ; stretching fluctuations of the C–O group are observed at  $1111\text{ cm}^{-1}$ ; deformation fluctuations of  $\text{CH}_3$  groups — at  $883\text{ cm}^{-1}$ . Comparison of the IR-spectrum of the obtained sample with the IR-spectra given in various sources, allows us to conclude that the substance obtained by us is betulin.

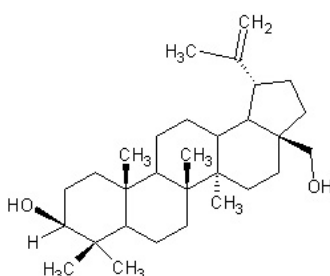


Figure 3. Chemical structure of betulin

HPLC analysis of the sample (Fig. 4) was performed using a Shimadzu LC-20 Prominence liquid chromatograph, Zorbax column with a size of  $150 \times 4.6\text{ mm}$ , and a spectrophotometric detector SPD 20 AV. The mobile phase was a mixture of solvents: acetonitrile – water (3:1). Elution was performed isocratic. The column temperature is  $40\text{ }^\circ\text{C}$ . The volumetric flow rate is  $0.8\text{ ml/min}$ . The analysis time is 25 minutes. The temperature of the detector cell is  $40\text{ }^\circ\text{C}$ .

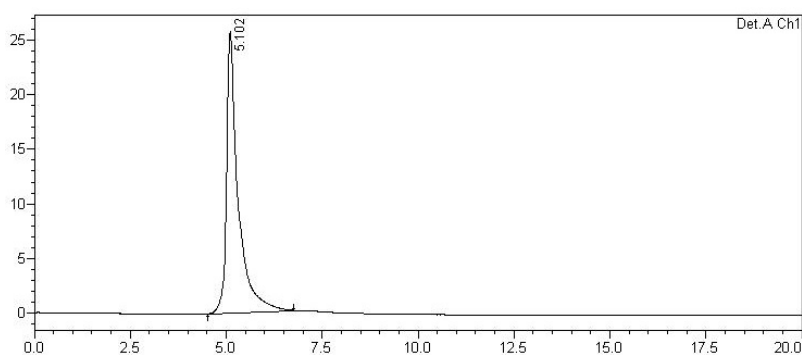


Figure 4. HPLC substance analysis

Selected conditions ensure the suitability of the HPLC procedure for the qualitative and quantitative determination of betulin. As can be seen in Figure 4, the retention time for a substance is 5.1 minutes. According to the chromatogram, the purity of the selected substance is 100 %. The melting point determined on a Stuart SMP 10 instrument was 243 °C.

### Conclusion

The work is devoted to the selection of the pentacyclic triterpenoid betulin from birch bark of the Kyrgyz. Kyrgyz birch (*Betula kirghisorum*) is an endemic plant listed in the Red Book of Kazakhstan. The collection of raw materials was collected out on the territory of the Kent forestry of the Karkaraly state national natural park. Betulin was isolated by extraction from isopropyl alcohol, hydrolyzed in an aqueous solution of alkali. The substance was recrystallized several times to obtain pure betulin using isopropyl alcohol. Betulin was identified by TLC on Silufol plates and analyzed using IR spectroscopy, HPLC. As a standard, a sample provided by scientists from Tomsk State University of the Russian Federation was used. Using the characteristic absorption frequencies in the IR spectra, the presence in the compound of various groups of atoms and bonds characteristic of the betulin molecule was determined. The qualitative and quantitative analysis of betulin was carried out by HPLC. This substance was isolated for the first time from Kyrgyz birch.

### References

- 1 Энциклопедия декоративных садовых растений. — [ЭР]. — Режим доступа: <https://flower.onego.ru>
- 2 Сайт Каркаралинского государственного национального природного парка. — [ЭР]. — Режим доступа: <https://karkaralinsk-park.ru>
- 3 Сайт Наурзумского государственного заповедника. — [ЭР]. — Режим доступа: <https://www.old.unesco.kz>
- 4 Кислицын А.Н. Экстрактивные вещества бересты: выделение, состав, свойства, применение / А.Н. Кислицын // Химия древесины. — 1994. — № 3. — С. 3–28.
- 5 Толстиков Г.А. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность / Г.А. Толстиков, О.Б. Флехтер, Э.Э. Шульц и др. // Химия в интересах устойчивого развития. — 2005. — № 13. — С. 1–13.
- 6 Matsuda H. Hepatoprotective, superoxide scavenging and antioxidative activities of aromatic constituents from the bark of *Betula platyphylla* var. *japonica* / H. Matsuda, A. Ishikado, N. Nishida // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letter. — 1998. — Vol. 8. — P. 2939–2944.
- 7 Urban M. Synthesis of A-Seco Derivatives of Betulinic Acid with Cytotoxic Activity // Journal of Natural Products. — 2004. — Vol. 67. — P. 1100–1105.
- 8 Кузнецова С.А. Изучение состава этанольного экстракта березы и его токсико-фармакологических свойств / С.А. Кузнецова, Г.П. Скворцова, Г.С. Калачева, И.А. Зайбель, О.В. Ханчич // Химия растительного сырья. — 2010. — № 1. — С. 137–141.
- 9 Evers M. Betulinic Acid Derivatives: A New Class of Human Immunodeficiency Virus Type 1 Specific Inhibitors with a New Mode of Action / M. Evers, C. Poujade, F. Soler et. al. // J. Med. Chem. — 1996. — Vol. 39. — P. 1056–1068.
- 10 Левданский В.А. Экстракция бетулина алифатическими спиртами С3-С4 из бересты березы, гидролизованной в водном растворе щелочи / В.А. Левданский, А.В. Левданский // Химия растительного сырья. — 2014. — № 1. — С. 131–137.

Р.З. Касенов, О.В. Демец, Г.Т. Картбаева, С.С. Жумадилов,  
М.Р. Алиева, А.У. Жумабекова, А.А. Ергеш, А.А. Бакибаев

## Қазақстан Республикасының эндемикалық өсімдігі *Betula kirghisorum* қырғыз қайыңынан табиғи тритерпеноид — бетулинді бөліп алу

Қазақстан Республикасының аумағында қайыңның 15 түрі, сонымен қатар 4 эндемик түрі кездеседі. Қырғыз қайыңы қызылдау қабығы мен борпылдақ ұшасы бар аласа ағаш. Қырғыз қайыңының қабығы Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында Кент орманшылығында жиналды. Қайыңның қабығы ұнтақталды және тұрақты салмаққа дейін кептірілді. Қырғыз қайыңының қабығынан экстракциялау әдісімен бетулин изопропил спиртінен қайта кристалдау арқылы бөлініп алынды. Бөлінген заттың қайнау температурасы 243 °C құрады. Жұқақабатты хроматография әдісімен бетулин анықталды және стандартты үлгімен салыстырылды. Зат КВг таблеткасында инфрақызыл спектроскопия және жоғары тиімді сұйықтық хроматография (ЖТСХ) әдістерімен талданды. ФСМ-1201 Фурье спектрометрінде жұтылу жолақтарының сипаттамалық жиіліктерінің көмегімен молекулада бетулинге тән атомдардың әртүрлі топтарының және байланыстырдың бар екендігі анықталды. Үлгіні ЖТСХ талдау Shimadzu LC-20 Prominence сұйықтық хроматографының көмегімен жүргізілді. Бетулинді сапалық және сандық анықтау жағдайлары жасалды.

*Кілт сөздер:* бетулин, қырғыз қайыңы, қабық, экстракция, изопропил спирті, сүзгі, жұқақабатты хроматография, Silufol пластинкалары, элюент, айқындағыш, ИҚ-спектроскопия, ЖТСХ.

Р.З. Касенов, О.В. Демец, Г.Т. Картбаева, С.С. Жумадилов,  
М.Р. Алиева, А.У. Жумабекова, А.А. Ергеш, А.А. Бакибаев

## **Выделение бетулина — природного тритерпеноида из березы киргизской *Betula kirghisorum*, эндемичного растения Республики Казахстан**

На территории Республики Казахстан произрастает 15 видов берез, в том числе 4 эндемичных вида. Береза киргизская представляет собой невысокое дерево с красноватой корой и рыхлой кроной. На территории Кентского лесничества Каркаралинского государственного национального природного парка был проведен сбор бересты березы киргизской. Бересту измельчали и сушили до постоянного веса. Из бересты березы киргизской методом экстракции с последующей перекристаллизацией из изопропилового спирта был выделен бетулин. Температура плавления выделенного вещества составляла 243 °С. Бетулин идентифицировали с помощью тонкослойной хроматографии и сравнивали со стандартным образцом. Вещество анализировали методами инфракрасной спектроскопии в таблетках КВг и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В Фурье-спектрометре ФСМ-1201 с помощью характеристических частот полос поглощения было определено наличие в молекуле различных групп атомов и связей, характерных для бетулина. ВЭЖХ исследование образца проводилось с помощью жидкостного хроматографа Shimadzu LC-20 Prominence. Подобраны условия для качественного и количественного определения бетулина.

*Ключевые слова:* бетулин, береза киргизская, береста, экстракция, изопропиловый спирт, фильтрат, тонкослойная хроматография, пластины Silufol, элюент, проявитель, ИК-спектроскопия, ВЭЖХ.

### References

- 1 Entsiklopediia dekorativnykh sadovykh rastenii [Encyclopedia of ornamental garden plants]. *flower.onego.ru*. Retrieved from <https://flower.onego.ru> [in Russian].
- 2 Sait Karkaralinskoho hosudarstvennoho natsionalnoho prirodnoho parka [Website of Karkaraly State National Natural Park]. *karkaralinsk-park.ru*. Retrieved from <https://karkaralinsk-park.ru> [in Russian].
- 3 Sait Naurzumskoho hosudarstvennoho zapovednika [website of Naurzum State Reserve]. *old.unesco.kz*. Retrieved from <https://old.unesco.kz> [in Russian].
- 4 Kislitsyn, A.N. (1994). Ekstraktivnye veshchestva beresty: vydelenie, sostav, svoistva, primeneniye [Extracts of birch bark: isolation, composition, properties, application]. *Khimiia drevesiny — Wood chemistry*, 3, 3–28 [in Russian].
- 5 Tolstikov, G.A., Flekhter, O.B. & Shults, E.E. et al. (2005). Betulin i eho proizvodnye. Khimiia i biolohicheskaya aktivnost [Betulin and its derivatives. Chemistry and Biological Activity]. *Khimiia v interesakh ustoichivogo razvitiia — Chemistry for Sustainable Development*, 13, 1–13 [in Russian].
- 6 Matsuda, H., Ishikado, A., & Nishida, N. (1998). Hepatoprotective, superoxide scavenging and antioxidative activities of aromatic constituents from the bark of *Betula platyphylla* var. *japonica*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letter*, 8, 2939–2944.
- 7 Urban, M. (2004). Synthesis of A-Seco Derivatives of Betulinic Acid with Cytotoxic Activity. *Journal of Natural Products*, 67, 1100–1105.
- 8 Kuznetsova, S.A., Skvortsova, G.P., Kalacheva, G.S., Zaibel, I.A. & Khanchich, O.A. (2010). Izuchenie sostava etanolnoho ekstrakta berezy i eho toksiko-farmakolohicheskikh svoistv [Study of the composition of the ethanol extract of birch and its toxic-pharmacological properties]. *Khimiia rastitelnoho syria — Chemistry of plant materials*, 1, 137–141 [in Russian].
- 9 Evers, M., Poujade, C., & Soler, F. et al. (1996). Betulinic Acid Derivatives: A New Class of Human Immunodeficiency Virus Type 1 Specific Inhibitors with a New Mode of Action. *J. Med. Chem.*, 39, 1056–1068.
- 10 Levdanskiy, V.A., & Levdanskiy, A.V. (2014). Ekstraktsiya betulina alifatiheskimi spirtami C3–C4 iz beresty berezy, hidrolizovannoi v vodnom rastvore shchelochi [Extraction of betulin aliphatic alcohols C3–C4 from birch bark, hydrolyzed in an aqueous solution of alkali]. *Khimiia rastitelnoho syria — Chemistry of plant materials*, 1, 131–137 [in Russian].

B.N. Aubakirova<sup>1</sup>, R.R. Beisenova<sup>2</sup>, N.Sh. Zhurmanova<sup>2</sup>, S.Ye. Tulegenova<sup>2</sup>, N. Rymbay<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan;

<sup>2</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;

<sup>3</sup>School No. 9 for Gifted Children Zerde, Nur-Sultan, Kazakhstan

(E-mail: bakhyt.aubakirova@nu.edu.kz)

## The sensitivity of algae to the exposure of telmisartan

Nowadays, everyday people apply various pharmaceuticals. However, after their consumption drugs excrete to wastewater treatment plant, where they cannot be eliminated totally. As the result they released to surface waters. Many scientists concerned about the effect of medical substances on aquatic biota. The issue of pharmaceutical contamination is not well studied in Kazakhstan in comparison with EU countries. Therefore, it is significant to do ecotoxicological research on pharmaceutical ingredients. The aim of our study was to assess the effect of telmisartan on the growth of *Chlorella species*. Telmisartan was selected as currently it is one of the priority pharmaceuticals based on risks to aquatic biota in Kazakhstan. We estimated exposure of substance in 5–15 mg/L concentrations. According to the results, high concentration of our medical substance had significant impact to the growth algae, it led to  $83.93 \pm 0.13$  % of growth inhibition. The half maximal inhibitory concentration of telmisartan on algae was 6.16 mg/L. Furthermore, we calculated the growth rate of *Chlorella species*. We found that growth rate decreased in six times on algae in concentration 15 mg/L in comparison with controls. The following results showed that *Chlorella species* are vulnerable to the exposure of pharmaceuticals.

**Keywords:** pharmaceutical contamination, algae, *Chlorella species*, telmisartan, ecotoxicological study, growth inhibition.

### Introduction

Currently, one of the main environmental issue is pharmaceutical pollution of the biota, as their various concentrations were detected across the world. There was International Conference on Chemicals Management in 2015, where pharmaceutical industries and non-governmental agencies admitted that now it is important to focus on protection our environment from «pharmaceutical pollution» [1, 2]. Pharmaceutical ingredients are ubiquitous. There are about 2300 human drugs were determined as potentially relevant for the biota in Germany, because they have ability for bioaccumulation, can be toxic and persistent in the environment [3].

In the last few decades, there has been recorded the occurrence on aquatic environment of more than 100 various pharmaceutical ingredients with concentration from ng/L to µg/L. The detected levels are low, but drugs still can have adverse effect, as they are designed to have specific biological effect in low concentration. In addition, the entrance of medicines to the biota is continuous. As a result, living organisms on the environment have exposure from drugs during the life [4].

Every year people use tons of medicines and after consumption of drugs, they may release to the environment in various ways. Every pharmaceutical has their own features, as a result not all of them degradable in wastewater treatment plants (WWTPs). Therefore, WWTP is considered one of the main sources of drugs release to the environment. Residues of pharmaceuticals from WWTPs enter to the surface waters and effect aquatic organisms. Another source of medical substances in the environment is when pharmaceutical industries, hospitals and people directly dispose them to the aquatic biota. Due to all these sources, there are significant concentration of drugs can be met in many water bodies [5, 6].

Although the ecotoxicological effect of pharmaceutical ingredients on aquatic biota is well studied in European countries and US, there is still a gap of knowledge on its risk in Kazakhstan, just few studies have been published, being mainly focused on antibiotics. For instance, recently there has been conducted the study of priority antibiotics effect on *Lemna minor*. According to the results sulfamethoxazole demonstrated a high toxicity on macrophyte with half maximal effect concentration (EC<sub>50</sub>) value of 3.67 mg/L. Furthermore, the mixture of five antibiotics as amoxicillin, clarithromycin, azithromycin, sulfamethoxazole and oxytetracycline showed a significant exposure on the growth of *Lemna minor* with EC<sub>50</sub> 0.13 mg/L [7, 8]. According to Boxall et al. research pharmaceuticals have toxic effect to earthworms. Acetaminophen led to the mortality of *Eisenia fetida* earthworms in concentration 100 mg/kg [9].

Currently, our country has limited studies on pharmaceutical ingredients as pollutants. Therefore, the aim of the following paper was to assess the exposure of one of the priority pharmaceuticals in Kazakhstan, which is telmisartan on aquatic organism. As representative of aquatic biota, we selected algae *Chlorella species*.

#### Materials and method

The study was conducted based on the OECD 201: Freshwater Alga and Cyanobacteria Inhibition Test method [10]. The experiment was accomplished in «Applied Ecology» Laboratory of L.N. Gumilyov Eurasian National University. The test lasted 72 hours. The subject of the research was *Chlorella species*, which was supplied from «Applied Ecology» Laboratory of L.N. Gumilyov Eurasian National University. As the object of the study we used telmisartan. The present substance was supplied from Boehringer Ingelheim, Germany. Telmisartan was selected as currently it is one of the priority pharmaceuticals based on risks to aquatic biota in Kazakhstan, which means it can have adverse effect to the growth of algae in our country [11]. As telmisartan is practically insoluble in water, we used chloroform as a solvent [12]. The stock solution was prepared in concentration 1000 mg/L. In order to assess the effect of telmisartan on algae, we used three concentrations: 5 mg/L, 10 mg/L and 15 mg/L. Each concentration including controls had two replicates. The *Chlorella species* was cultivated in 50 mL of Tamiya growth medium in 100 mL of Erlenmeyer flasks. Tamiya growth medium was used as favorable environment for *Chlorella species*. Tested samples were put in culture chamber in random order. Table 1 provides information about concentrations of solution in order to prepare 1 L of Tamiya medium [13].

Table 1

The outline of concentrations in Tamiya growth medium [13]

Reagent	Weight, g/L
KNO <sub>3</sub>	5.0
MgSO <sub>4</sub> ×7H <sub>2</sub> O	2.5
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.25
EDTA	0.037
FeSO <sub>4</sub> ×7H <sub>2</sub> O	0.009
Trace element solution	1 mL

During the experiment the samples were kept in culture chamber under constant shaking (100 cycles/min) and illuminated light. The cell numbers and biomass of algae was estimated at the beginning and end of the test. Algae cells were recorded in Goryaev chamber under microscope and biomass on photometer.

The response variables on toxicity of Telmisartan to *Chlorella species* were growth inhibition of algae cells and growth rate of biomass. The growth rate of algae biomass was estimated by the following equation (1) [10]:

$$\mu_{i-j} = \frac{\ln(N_j) - \ln(N_i)}{t}, \quad (1)$$

where  $\mu_{i-j}$  — mean growth rate from time  $i$  to  $j$ ;  $N_i$  — algae biomass in the test or control vessel at time  $i$ ;  $N_j$  — algae biomass in the test or control vessel at time  $j$ ;  $t$  — time period from  $i$  to  $j$ .

In order to calculate the growth rate of algae of biomass, we used the equation below (2) [10]:

$$\%I_r = \frac{(\mu_c - \mu_t)}{\mu_c} \times 100, \quad (2)$$

where  $I_r$  — the percentage of inhibition in average specific growth of *Chlorella sp.*;  $\mu_c$  — mean value of algae cells for  $\mu$  in the control;  $\mu_t$  — mean value of algae cells for  $\mu$  in the treatment group.

The pH of samples was recorded at the beginning and end of the test [10].

#### Results and discussions

Algae has a significant role in biota, because they are primary production for many marine species. Therefore, any effect of pharmaceuticals to algae will be reflected on higher trophic levels. As algae are vulnerable to any changes, they are good indicators of adverse effect from chemicals [14].

Initially the pH value varied from 3.38 to 3.88 and at the end of the study its value ranged from 3.07 to 3.37 (Table 2). Therefore, it can be concluded that pH value varied according to the OECD 201 [10].

Table 2

**pH values of samples in various concentration during the experiment**

Concentration of telmisartan	Day 0	Day 7
0 mg/L (control)	3.88	3.35
5 mg/L	3.57	3.37
10 mg/L	3.66	3.51
15 mg/L	3.38	3.07

Figure 1 shows the growth inhibition and growth rate of algae to telmisartan in concentrations 5–15 mg/L. Initially, in controls the growth rate was  $0.3 \pm 0.05 \text{ d}^{-1}$ . High concentration of drug (15 mg/L) led to the decline of the growth of algae in six times to  $0.05 \pm 0.02 \text{ d}^{-1}$ .

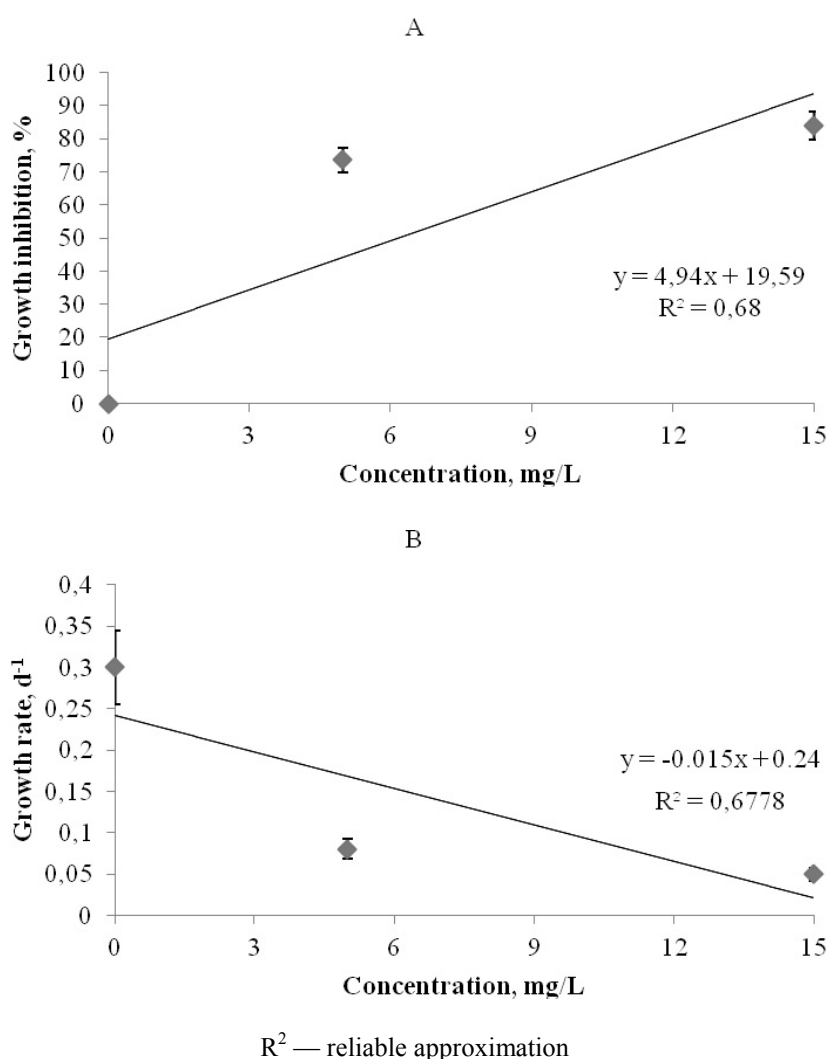


Figure 1. The growth inhibition (A) and growth rate (B) of telmisartan to *Chlorella* sp. ( $p < 0.05$ )

Furthermore, it can be noted that high concentration of telmisartan led to the significant growth inhibition. The growth inhibition was  $73.68 \pm 0.08 \%$  and  $83.93 \pm 0.13 \%$  on concentration values 5 mg/L and 15 mg/L respectively. The half maximal inhibitory concentration ( $EC_{50}$ ) was 6.16 mg/L.

Figure 2 illustrates the multiplicity growth of *Chlorella* sp. cells during the experiment. The cell number in control samples increased to 1.3 times in 7 days, while the high concentration of telmisartan increased al-

gae number only in 0.8 times. In comparison with 15 mg/L concentration of samples the growth of controls was in 1.6 times higher.

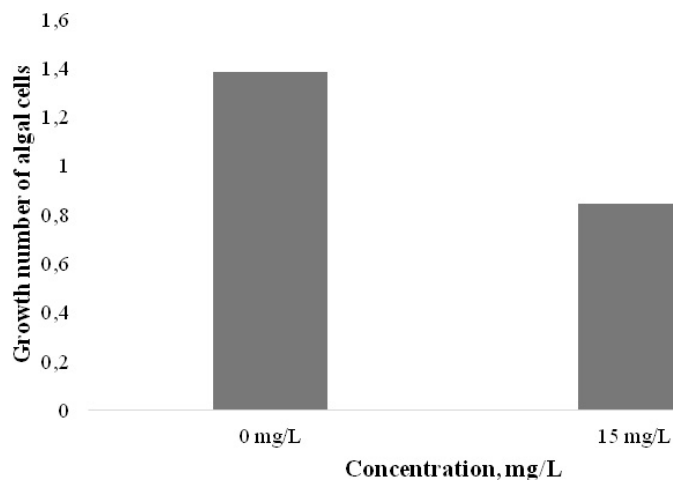


Figure 2. The growth number of algae cells during the test

In recent study of Dimzon et al. (2018), telmisartan was detected in Sampaloc lake in Philippines. It was found it populated residential areas in concentration 76 ng/L [15]. Furthermore, there were analysis on pharmaceuticals occurrence on 90 European WWTPs. Telmisartan was identified with frequency 63 % in concentration 368 ng/L [16].

Previous study on effect of antibiotics to *Chlorella vulgaris* showed a valuable impact on population density of species. The  $EC_{50}$  value was <100 mg/L. In this study, the most toxic substances were concluded 2,4-dichlorophenol and ciprofloxacin (10.75 and 29.09 mg/L respectively) [17]. Furthermore, there was conducted study on toxicity of antibiotics to *Chlorella species*. According to the results, *Chlorella species* are sensitive to the exposure of macrolides as azithromycin and clarithromycin. The  $EC_{50}$  values of azithromycin and clarithromycin were 0.33 and 0.59 mg/L respectively [18].

Nowadays, scientists do not pay attention pharmaceuticals pollution of aquatic biota in Kazakhstan, as there is deficit data on ecotoxicology of drugs. Therefore, we believe it is important to conduct studies on effect of pharmaceutical substances to living species, as this is a big threat to the disappearance of living organisms on the environment.

## References

- 1 Desbiolles F. Occurrence and ecotoxicological assessment of pharmaceuticals: Is there a risk for the Mediterranean aquatic environment? / F. Desbiolles, L. Malleret, C. Tiliacos, P. Wong-Wah-Chung, I. Laffont-Schwob // *Science of the Total Environment*. — 2018. — No. 639. — P. 1334–1348.
- 2 Miller T.H. A review of the pharmaceutical exposome in aquatic fauna / T.H. Miller, N.R. Bury, S.F. Owen, J.I. MacRae, L. Barron // *Environmental Pollution*. — 2018. — No. 239. — P. 129–146.
- 3 Klatte S. Pharmaceuticals in the environment — A short review on options to minimize the exposure of humans, animals and ecosystems / S. Klatte, H.C. Schaefer, M. Hempel // *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. — 2017. — No. 5. — P. 61–66.
- 4 Monteiro S.C. Occurrence and Fate of Human Pharmaceuticals in the Environment / S.C. Monteiro, A.B.A. Boxall // *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. — 2010. — No. 202 — P. 54–143.
- 5 Madikizela L.M. Uptake of pharmaceuticals by plants grown under hydroponic conditions and natural occurring plant species: A review / L.M. Madikizela, S. Ncube, L. Chimuka // *Science of the Total Environment*. — No. 636. — P. 477–486.
- 6 Quadra G.R. Do pharmaceuticals reach and affect the aquatic ecosystems in Brazil? A critical review of current studies in a developing country / G.R. Quadra, H.O. Souza, R.S. Costa // *Environmental Science and Pollution Research*. — 2018. — No. 24. — P. 1200–1218.
- 7 Aubakirova B.N. Toxicity of antibiotics mixture to the aquatic biota / B.N. Aubakirova, R.R. Beisenova, Zh. Rakhymzhankyzy // *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*. — 2017. — No. 87. — P. 15–19.
- 8 Aubakirova B.N. Toxicity study of antibiotics to the common duckweed (*Lemna minor*) / B.N. Aubakirova, A.B.A. Boxall, R.R. Beisenova // *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*. — 2017. — No. 85. — P. 15–20.
- 9 Boxall A.B.A. Toxicity of pharmaceuticals to earthworms / A.B.A. Boxall, B.N. Aubakirova, M.R. Khanturin, R.R. Beisenova // *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*. — 2014. — No. 75. — P. 4–10.

10 The Organization for Economic Co-operation and Development. OECD guidelines for the testing of chemicals Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test No 201. [Electronic resource]. — Available at: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/1946914.pdf>

11 Aubakirova B.N. Prioritization of Pharmaceuticals based on Risks to the Aquatic Environments in Kazakhstan / B.N. Aubakirova, R.R. Beisenova, A. Boxall // Integrated Environmental Assessment and Management. — 2017. — No. 5. — P. 832–839.

12 Wishart D.S. DrugBank: a comprehensive resource for in silico drug discovery and exploration / D.S. Wishart, C. Knox, A.C. Guo, S. Shrivastava, M. Hassanali, P. Stothard et al. // Nucleic Acids Research. — 2006. — No. 34. — P. 668–672.

13 Кузнецов Е.Д. Железо как фактор, лимитирующий рост хлореллы на среде Тамия / Е.Д. Кузнецов, М.Г. Владимирова // Физиология растений. — 1964. — № 4. — С. 615–619.

14 Pavlic Z. Toxicity of surfactants to green microalgae *Pseudokirchneriella subcapitata* and *Scenedesmus subspicatus* and to marine diatoms *Phaeodactylum tricornutum* and *Skeletonema costatum* / Z. Pavlic, V. Zeljka, P. Dinko // Chemosphere. — 2005. — Vol. 61, No. 8. — P. 1061–1068.

15 Dimzon I.K. Trace organic chemical pollutants from the lake waters of San Pablo City, Philippines by targeted and non-targeted analysis / I.K. Dimzon, A.S. Morata, J. Muller, R.K. Yanela, S. Lebertz, H. Weil et al. // Science of the Total Environment. — 2018. — No. 639. — P. 588–595.

16 Loose R. EU-wide monitoring survey on emerging polar organic contaminants in wastewater treatment plant effluents / R. Loose, R. Carvalho, D.C. Antonio, S. Comero, G. Locoro, S. Tavazzi et al. // Water Research. — 2013. — No. 47. — P. 6475–6487.

17 Geiger E. Single and mixture toxicity of pharmaceuticals and chlorophenols to freshwater algae *Chlorella vulgaris* / E. Geiger, R. Hornek-Gausterer, M.T. Sacan // Ecotoxicology and Environmental Safety. — 2016. — No. 129. — P. 189–198.

18 Aubakirova B.N. The effect of pharmaceutical ingredients to the growth of algae / B.N. Aubakirova, R.R. Beisenova, A.K. Zhamangara // News of the National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of biological and medical. — 2017. — No. 322. — P. 5–11.

Б.Н. Аубакирова, Р.Р. Бейсенова, Н.Ш. Журманова, С.Е. Тулегенова, Н. Рымбай

### Балдырлардың телмисартанның әсеріне сезімталдығы

Бүгінде адамдар түрлі фармацевтикалық өнімдерді күн сайын пайдаланады. Дегенмен, оларды қолданғаннан кейін бұл препараттар тазалау қондырғысына түседі, онда олар толықтай тазартылмайды. Нәтижесінде олар жер беті суларына түседі. Көптеген ғалымдар медициналық препараттардың су биотасына әсерін зерттеуде. Қазақстанда фармацевтикалық ластану мәселесі ЕО елдерімен салыстырғанда толық зерттелмеген. Сондықтан фармацевтикалық ингредиенттердің экотоксикологиялық зерттеулерін жүргізу маңызды. Берілген зерттеудің мақсаты — телмисартанның балдырлар, оның ішінде *Chlorella species* өсуіне әсерін бағалау. Зерттеу үшін телмисартан препараты таңдалды, себебі ол қазіргі уақытта Қазақстанда судың биотасының ластауына әкелетін приоритетті дәрі-дәрмектердің бірі болып табылады. Зерттеу препараттың 5–15 мг/л концентрацияларында жүргізілді. Нәтижелері бойынша, біздің дәрі-дәрмектің жоғары концентрациясы балдырлардың өсуіне айтарлықтай әсер етті, бұл  $83,93 \pm 0,13\%$  өсу тежеуіне әкелді. Балдырдағы телмисартанның жартылай максималды ингибиторлық концентрациясы 6,16 мг/л құрады. Сонымен қатар зерттеу кезінде *Chlorella species* өсу қарқыны есептелді. Балдырларды бақылау нәтижесінде 15 мг/л концентрациясында өсім қарқыны бақылау сынақтарымен салыстырғанда алты есе төмендегені анықталды. Бұл нәтижелер *Chlorella species* фармацевтикалық әсерге сезімтал екенін көрсетеді.

*Кілт сөздер:* фармацевтикалық ластану, балдырлар, *Chlorella species*, телмисартан, экотоксикологиялық зерттеу, өсімді тежеу.

Б.Н. Аубакирова, Р.Р. Бейсенова, Н.Ш. Журманова, С.Е. Тулегенова, Н. Рымбай

### Чувствительность водорослей к воздействию телмисартана

Сегодня люди применяют различные фармацевтические препараты ежедневно. Однако после их употребления эти препараты попадают на очистные сооружения, где они не способны полностью деградироваться. В результате они попадают на поверхностные воды. Многие ученые обеспокоены влиянием медицинских препаратов на водную биоту. Проблема фармацевтического загрязнения недостаточно изучена в Казахстане по сравнению со странами ЕС. Поэтому важно проводить экотоксикологические исследования фармацевтических ингредиентов. Цель нашего исследования — оценить влияние телмисартана на рост *Chlorella species*. Мы выбрали телмисартан для исследования, поскольку в настоящее время он является одним из приоритетных лекарственных препаратов в Казахстане, которые приведут к загрязнению водной биоты. Мы изучали воздействие препарата в концентрациях 5–15 мг/л. Согласно результатам, высокая концентрация данного медицинского вещества оказала значительное влияние на рост водорослей, что привело к  $83,93 \pm 0,13\%$



ингибированию роста. Полумаксимальная ингибирующая концентрация телмисартана в водорослях составила 6,16 мг/л. Кроме того, мы рассчитали скорость роста *Chlorella species*. Было обнаружено, что скорость роста уменьшилась в шесть раз в водорослях в концентрации 15 мг/л по сравнению с контрольными. Данные результаты показывают, что *Chlorella species* чувствительны к воздействию фармацевтических препаратов.

*Ключевые слова:* фармацевтическое загрязнение, водоросли, *Chlorella species*, телмисартан, экотоксикологическое исследование, ингибирование роста.

## References

- 1 Desbiolles, F., Malleret, L., Tiliacos, C., Wong-Wah-Chung, P., & Laffont-Schwob, I. (2018). Occurrence and ecotoxicological assessment of pharmaceuticals: Is there a risk for the Mediterranean aquatic environment? *Science of the Total Environment*, 639, 1334–1348.
- 2 Miller, T.H., Bury, N.R., Owen, S.F., MacRae, J.I., & Barron, L. (2018). A review of the pharmaceutical exposome in aquatic fauna. *Environmental Pollution*, 239, 129–146.
- 3 Klatt, S., Schaefer, H.C., & Hempel, M. (2017). Pharmaceuticals in the environment — A short review on options to minimize the exposure of humans, animals and ecosystems. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 5, 61–66.
- 4 Monteiro, S.C., & Boxall, A.B.A. (2010). Occurrence and Fate of Human Pharmaceuticals in the Environment. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 202, 54–143.
- 5 Madikizela, L.M., Ncube, S., & Chimuka, L. (2018). Uptake of pharmaceuticals by plants grown under hydroponic conditions and natural occurring plant species: A review. *Science of the Total Environment*, 636, 477–486.
- 6 Quadra, G.R., Souza, H.O., & Costa, R.S. (2018). Do pharmaceuticals reach and affect the aquatic ecosystems in Brazil? A critical review of current studies in a developing country. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 1200–1218.
- 7 Aubakirova, B.N., Beisenova, R.R., & Rakhymzhankyzy, Zh. (2017). Toxicity of antibiotics mixture to the aquatic biota. *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*, 87, 15–19.
- 8 Aubakirova, B.N., Boxall, A.B.A., & Beisenova, R.R. (2017). Toxicity study of antibiotics to the common duckweed (Lemna minor). *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*, 85, 15–20.
- 9 Boxall, A., Aubakirova, B.N., Khanturin, M.R., & Beisenova, R.R. (2014). Toxicity of pharmaceuticals to earthworms. *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*, 75, 4–10.
- 10 The Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD guidelines for the testing of chemicals Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test No 201. [www.oecd.org](http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/1946914.pdf) Retrieved from <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/1946914.pdf>
- 11 Aubakirova, B.N., Beisenova, R.R., & Boxall, A. (2017). Prioritization of Pharmaceuticals based on Risks to the Aquatic Environments in Kazakhstan. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5, 832–839.
- 12 Wishart, D.S., Knox, C., Guo, A.C., Shrivastava, S., Hassanali, M., & Stothard, P. et al. (2006). DrugBank: a comprehensive resource for in silico drug discovery and exploration. *Nucleic Acids Research*, 34, 668–672.
- 13 Kuznetsov, E.D., & Vladimirova, M.G. (1964). Zhelezo kak faktor, limitiruiushchii rost khlorelly na srede Tamiia [Iron as a factor limiting the growth of Chlorella on Tamiya medium]. *Fiziologiya rastenii — Plant Physiology*, 4, 615–619 [in Russian].
- 14 Pavlic, Z., Zeljka, V., & Dinko, P. (2005). Toxicity of surfactants to green microalgae *Pseudokirchneriella subcapitata* and *Scenedesmus subspicatus* and to marine diatoms *Phaeodactylum tricornutum* and *Skeletonema costatum*. *Chemosphere*, 8, 1061–1068.
- 15 Dimzon, I.K., Morata, A.S., Muller, J., Yanela, R.K., Lebertz, S., & Weil, H. et al. (2018). Trace organic chemical pollutants from the lake waters of San Pablo City, Philippines by targeted and non-targeted analysis. *Science of the Total Environment*, 639, 588–595.
- 16 Loose, R., Carvalho, R., Antonio, D.C., Comero, S., Locoro, G., & Tavazzi, S. et al. (2013). EU-wide monitoring survey on emerging polar organic contaminants in wastewater treatment plant effluents. *Water Research*, 47, 6475–6487.
- 17 Geiger, E., Hornek-Gausterer, R., & Sacan, M.T. (2016). Single and mixture toxicity of pharmaceuticals and chlorophenols to freshwater algae *Chlorella vulgaris*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 189–198.
- 18 Aubakirova, B.N., Beisenova, R.R., & Zhamangara, A.K. (2017). The effect of pharmaceutical ingredients to the growth of algae. *News of the National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of biological and medical*, 322, 5–11.

Ж.М. Карагойшин, С.С. Рашитов

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
(E-mail: k.zhashaiyr@mail.ru)

## Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығын мекендейтін жыртқыш аңдар

Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығының территориясында мекендейтін жыртқыш аңдардың қазіргі кездегі таралуы мен сандық көрсеткіштеріне талдау жасалып, оларды қорғау, сақтау шаралары туралы мәліметтер жинақталып берілді. Зерттеулер нәтижесі бойынша қорық аймағында қасқыр мен қарсақтың сандары азайғаны байқалса, борсықтың саны өскені анықталды. Борсықтар жыл бойы індерін өзгерте отырып, түрлі факторлардың әсеріне бейімделген. Олардың қоныстары көпшілік жағдайда көлдерге жақын жерлерде. Ал, ашық далада аңдары дала күзені, аққалақ пен ақкіс қорық территориясында аз мөлшерде кездеседі. Қыс мезгілдерінде көл жағасындағы қамыстар арасында көбірек ұшырасады. Қасқырдың қоныстары қорық аймағынан тіркелген жоқ. Ірі жыртқыштардың санын анықтау жұмыстары маршруттық әдіспен жүзеге асты. Сусар тұқымдастарының санын анықтауға алаңдық санақ әдістері қолданылды. Қорық аумағы жыртқыштардың тіршілігіне өте қолайлы, азық қоры мол орта болып табылады. Олардың мекендейтін орталарына антропогендік факторлардың әсері байқалмайды. Қорық территориясына соңғы жылдары Америка күзені (*Mustela vison* Schreber, 1777) Нұра өзені бойымен еніп, ондатра популяциясына әсер етуде, әсіресе жаз-күз мезгілінде көлдерде көп кездеседі. Жыртқыштардың қорық аумағындағы санына мониторингтік жыл бойы жүргізуге ұсыныстар жасалды.

*Кілт сөздер:* Қорғалжын, фауна, популяция, маршрут, мониторинг, қорық, қасқыр, көл, тығыздық, факторлар.

### *Kipicne*

Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы құстар мен жануарлардың сирек және жойылып кету қаупі бар түрлерін сақтау және олардың табиғатта болатын өзгерістерге бейімделуін зерттеу мақсатында құрылған. Қорғалжын мен Теңіз көлдерінің айдынын және олардың қамысты, қоғалы жағалауларындағы 2 мың шақырым аумақты алып жатыр. Қорық территориясының көпшілік аймағын көлдер құрайды, судың аз-көп болуына байланысты қорықтың экологиялық жағдайы өзгеріп отырады. Сонымен қатар бұл аймақ қатаң қорғалатын болғандықтан, шабындық жұмыстарының жүргізілмеуі аңдар мен құстар фаунасында көптеген өзгерістер алып келіп отыр. Қорықтың климаты құстар мен жануарлардың тіршілік етіп, өсіп-өнуіне өте қолайлы. Оның территориясындағы аңдардың түрлері мен тіршілік ортасы алуантүрлі. Қорық территориясындағы қазіргі кездегі мекендейтін сүтқоректілердің таралу ерекшеліктері, экологиясы мен сандық көрсеткіштері туралы мәліметтер аз. Тек қана аңдардың түрлері, жүйелік қатары туралы мәліметтер мен қысқы және күзгі жүргізілген санақтардың қорытындылары ғана бар.

Қазіргі кезде қорық территориясынан сүтқоректілердің 43 түрі тіркелген [1, 2]. Солардың ішінде жыртқыш аңдардың 8 түрі бар. Мамандар бұл аңдардың биологиялық ерекшеліктерін зерттеп, олардың санын көбейтудің жолдарын іздеуде. Жыртқыштар Қазақстанның барлық аумақтарында кеңінен таралған жануарлар. Көпшілігі кәсіптік және әуесқойлық жолмен ауланады. Мал шаруашылығының зиянкестері, түрлі індеттерді таратушылар болып табылатын зиянкес кеміргіштермен қоректеніп, олардың сан мөлшерін реттеп отырады.

Біз Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы аумағындағы сүтқоректілердің ішінде жыртқыш аңдардың түрлеріне, биологиялық ерекшеліктеріне, тіршілік орталарына тоқталдық. Солардың ішінде Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы территориясында мекендейтін Дүниежүзі табиғатты қорғау одағының (ДТҚО) тізіміне енген қарсақ (*Vulpes corsak* Linnaeus) — сирек кездесетін түр ретінде қорғауға алынған, далалық жерлерде бұл аңның соңғы кезде саны өте төмендеп, аңшылар мен ғалымдарды алаңдатуда [2, 3]. Сонымен қатар, А.Б. Янушевскийдің ауызша мәліметі бойынша, америка күзені қорық территориясына еніп, су жағаларын мекендеп, көбейе бастағаны анықталып отыр (1-кесте).

## Қорық территориясында мекендейтін жыртқыш аңдар

Р/с №	Түрлері	Таралу сипаты	ҚР «Қызыл кітабына» және ДЖТҚО тізіміне енген түр
1	Қасқыр ( <i>Canis lupus</i> L, 1758)	++	
2	Түлкі ( <i>Vulpes vulpes</i> L, 1758)	+++	
3	Қарсақ ( <i>Vulpes corsac</i> L, 1768)	+	+
4	Борсық ( <i>Meles meles</i> L, 1758)	++	
5	Сасық күзен ( <i>Mustela eversmanni</i> Lesson, 1827)	++	
6	Ақкіс ( <i>Mustela erminea</i> L, 1758)	+++	
7	Аққалақ ( <i>Mustela nivalis</i> L, 1766)	+	
8	Америка қара күзені ( <i>Mustela vison</i> Schreber, 1777)	+	

Ескерту. Кездесу жиілігі: + өте сирек, ++ сирек, +++ жиі.

Қазіргі уақытта республикамызда халық шаруашылығының қарқындап дамуы жануарлар дүниесіне үлкен әсер етіп отыр. Олардың кейбір түрлерінің саны азайып, таралу ареалы тарылса, ал кейбір аңдардың сандары көбейіп, таралу аумағы кеңейген. Соған сәйкес жануарлар қорғауға алынып, Қазақстанның «Қызыл кітабына» енгізілді. Енді бір түрлерді Қазақстанның аумақтарына жерсіндіру жұмыстары жүргізілді. Қорық территориясында аңдар мен құстарды қорғап, санының көбеюіне үлкен мүмкіндіктер бар. Мақалада қорық аумағында мекендейтін жыртқыш аңдардың таралуы, оларға әсер ететін факторлар мен сандық көрсеткіштері берілген.

## Зерттеу материалдары мен әдістері

29.01.2018 жылы «Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы территориясында қысқы маршруттық санақ жүргізу туралы» № 02–22/06 бұйрыққа сәйкес, 2018 жылдың ақпан-наурыз айларында қорық аумағында аңдардың санын анықтау мақсатында жабайы жануарларға санақ жүргізілді.

Сусар тұқымдастарының санын анықтау үшін алаңдарда санақ әдістері қолданылды.

*Санақ көрсеткіштерін анықтау.*  $P_y = 10$  — шақырым қашықтықтағы сүтқоректілердің іздерінің саны. Көрсеткіш келесі формуламен анықталды:  $P_y = (\text{іздер саны} \div \text{маршрут ұзындығы}) \times 10$ . Қайта есептеу коэффициенті (К) келесі формуламен есептеледі:  $K = 1,57/L$ .  $L$  — орташа тәуліктік жолының ұзындығы. Тығыздықты анықтау ( $P_n$ ) — бұл 1000 га алаңдағы аңның саны. Тығыздығы келесі формуламен есептеледі:  $P_n = P_y \times K$ . Сүтқоректілердің санын есептеу тіршілік алаңындағы (1000 га) тығыздығын ( $P_n$ ) көбейту жолымен анықталады. Жануардың санын есептеу келесі формуламен анықталады  $P_c = P_n \times S$ .  $S$  — алқаптар ауданы (1000 га). ( $P_c$ ) — есептелген жануар саны. Аңның тығыздығы келесі формуламен есептеледі  $A = n \times 1000/P$ , мұнда  $n$  — алқаптағы даралар саны;  $P$  — алқаптың ауданы. Жалпы қорық территориясындағы сүтқоректілердің саны келесі формуламен есептеледі:  $N = a \times S / 1000$ ; мұнда  $S$  — тіршілігі үшін қалыпты экстраполяция жүргізілген алаң. Жабайы жануарлар мен құстардың санын анықтау ҚР БҒМ Зоология институты дайындап және ресми бекітілген «Негізгі аңшылық-кәсіптік және сирек кездесетін Қазақстан жануарларының санын анықтау әдістері» (Алматы, 2003) қолданылды [4].

Санақ жұмыстары шаңғымен ақпан айының басынан наурыздың ортасына дейін жүргізілді. Қорғалжын қорығы территориясында ұсақ сусар тұқымдастары көбіне қамыс өскен көлдердің жағасын мекендейді. Сондықтан да ұсақ сусарларды анықтау үшін көлді жағалай бірнеше мониторинг жүргізу алаңдары жасалды. Қаражар мониторингтік алаңы 500 га аумақта (ұзындығы 2,5 км, ені 2 км). Табанқазан – «Бірқазан» – Табан көлі мониторингтік алаңы 1000 га аумақты (ұзындығы 3,33 км, ені 3 км) алып жатыр. Сусар тұқымдастарының өкілдері қалың қар түскеннен кейін көбіне қар астында тіршілік етеді де, қар бетіне сирек шығады. Сасық күзен, аққалақ, ақкістің экологиялық ерекшеліктеріне байланысты саны туралы толық мәліметтер қыстың басында қар әлі аз түскенде жүргізу керек.

Осы аймақтың климаттық жағдайы қолайлы, ауа температурасы  $-10^\circ\text{C}$ -дан  $-21^\circ\text{C}$  аралығында, жел 2–3 м/с шамасында, ауа райына байланысты жаңа іздерден ескі іздерді ажырату оңай, әрі күні бойы санақ жүргізуге мүмкіндік болды. Маршрут бойынша ұсақ сусарларға санақ жүргізуге шаңғы, ал далалық биотопта санақ жүргізуге «Тайга» маркалы жылдамдығы 10–15 км/сағ шамасында қар

шаңғысы қолданылды. Қысқы маршруттық санаққа А.В. Кошкин, А.Б. Янушевский, тағы басқа инспекторлар қатысты.

### Зерттеу нәтижелері

Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығында мекендейтін жыртқыштардың таралуы мен қазіргі кездегі санының өзгерістеріне, олардың мекендейтін орталарында жүргізілген бақылаулар мен зерттеулердің нәтижесі беріліп отыр. Жалпы қорық территориясындағы жыртқыштар туралы жыл сайынғы есептерден басқа жекелеген аңдарға зерттеу жұмыстары жүргізіліп, осы жыртқыш аңдардың саны, таралуы, оларға әсер ететін факторлар анықталды. Ақбөкен санының азаюына байланысты қасқырдың саны күрт төмендесе, мазалау факторларының аз, қоректерінің жеткілікті болуына қарай борсықтың саны 2015 жылмен салыстырғанда 600 дараға көбейген [5]. Тіршілік ортасының қолайлы болуынан сусарлар санының бірқалыпты өсуі байқалады (2-кесте).

2 - к е с т е

### Қорғалжын қорығындағы жыртқыштарға 2018 жылы ақпан-наурыз айларында жүргізілген санақ қорытындысы

Р/с №	Түрлері	Бір күндік жол (L — орташа көрсеткіш)	Тығыздығы (1000 га)	Тіршілік алаңы, (1000 га)	Қорық аумағындағы аңның саны
1	Қасқыр	5,8	0,006	320000	2
2	Қарсақ	5,8	0,17	300000	51
3	Түлкі	7,1	0,69	320000	220
4	Аққалақ	2,1	0,35	200000	70
5	Ақкіс	2,1	1,55	200000	310
6	Дала күзені	2,1	0,62	320000	198
7	Борсық	2,1	3,6	300000	1080

*Қасқыр* (*Canis lupus* L, 1758) — 1980 ж. қыс кездерінде қорық территориясынан жиі кездестірсек, соңғы 10–15 жылда саны тез азайып кеткен жыртқыштардың қатарында. 2007 ж. қорық аумағында 2–3 семьясы (4–5 дара) болса, биылғы жылы жүргізілген санақ кезінде инспектор К. Кәрібаев 1 ғана қасқырды кездестіріп, Есей өзені маңайынан іздерін ғана тіркеді. Бұл жыртқыштың осы территориядағы санының азаюының басты себебі ақбөкеннің санының азаюы және қорыққа шекаралас жерлерде қыс кезінде аулау жұмыстарының жүргізілуі болып табылады.

*Түлкі* (*Vulpes vulpes* L, 1758) — қорық территориясында жиі кездесетін, саны көп түрлердің бірі. Жергілікті популяциядағы жыртқыштың саны жыл бойы ауытқып отырады, сондықтан да, өткен жылға қарағанда, биылғы жылы оның саны 100 дараға дейін азайған. Жалпы түлкілер санының азайып-көбеюіне осы аймақтың азықтық қоры мен жол торабы әсер етеді, себебі жас түлкілер түнгі мезгілде автокөліктерден көптеп зардап шегеді. Қыс басында түлкілер өткен жылдың қараша-желтоқсан айларында қардың аз болуына байланысты биотоптарда біркелкі таралды. Ал қыс ортасында ашық далаларда қар қалындап, күн суытқан кездерде түлкілер қамыстардың арасына, өлімтік тасталған елді мекендерге жақын жерлерге қарай миграция жасайды. Себебі осы жерлер олардың азықтарын табуға қолайлы аймақтар болып табылады. Қысқы санақ жүргізу кезінде (ақпан-наурыз айларында) 5 түлкі ғана тіркелді. 19 ақпан күні Қаражар – Алқым – Көкой көлі – Нефтеразведка – Мыңжылқы түбегі – Ақтайлақ көлі – Тұз көлі – Круговое көлі – Қаражар маршруты (60 шақырым) бойынша жүргізілген санақ кезінде 2 түлкі кездесті. Келесі маршрут 25 ақпан күні Қаражар – КПП№ 1 – Камышзавод – Қызыл Мешіт – Қызылкөл көлі – Есей көлі – Қаражар бағытында 70 шақырым қашықта жүріп өткен кезде 2 түлкі және 15 із тіркеуге алынды. Қысқы маршруттық санақ жүргізудің қорытындысы бойынша, 2018 ж. қорық территориясында 220 дара жыртқыш анықталды [5].

*Қарсақ* (*Vulpes corsac* L, 1768), А.В. Кошкиннің (2007) мәліметтері бойынша, 1980 ж. бастап бұл аңның саны қорық территориясында күрт азая бастаған. Түнде машинаның жарығымен кем дегенде 6–10 дарасы тіркелсе, 2000 ж. бастап бұл жыртқыштың санының төмендегені соншалық қыс айларында ғана 1–2 қарсақтың іздері ғана байқалған. Қорық территориясында ақбөкен санының күрт азаюы бұрын көпшілік жағдайда қысты күндері қасқыр мен қасақана аулаған ақбөкен қалдықтарымен қоректенетін қарсаққа мұндай мүмкіндіктердің болмауы. Қорық территориясында қатаң қорғау

шараларының ұйымдастырылуына байланысты мал шаруашылығымен айналысатын елді мекендер жоқ, қарсақтың қосымша азығының бірі болып табылатын балық аулау жұмыстары да жүргізілмейді.

*Борсық (Meles meles L, 1758)* — Мемлекеттік қорық аумағында кеңінен таралған. Олардың іздерін барлық бағыттан байқауға болады: көлдердің маңайынан, қоректенетін жерлерінен, бір ін мен екінші ін араларынан. Әсіресе көл маңайларында жиі қоныстанғанын байқауға болады. Белсенді кездерінде борсықтар қысы-жазы індерін ауыстырып отырады. Бұл жыртқыш санының өзгерістері қорық аумағында тіркелмеген. Санақ жүргізу кезінде барлық індер мен тіршілік іздері да есепке алынды. Орташа саны 10 шақырым шаршы аймақта 2 семьядан келеді.

*Дала күзені (Mustela eversmanni Lesson, 1827)* — табиғи қорық территориясында саны тұрақты, олардың іздері қалың қамыс, қоға өскен су жағаларында, ашық далада жиі байқалады. Ал қысты күндері ашық жерлерден қамыс арасына қашады. Азық қоры мол болған жылдары қорық аумағына сандары тез өсіп кететін кездері болады. Биылғы жылғы санақ қорытындысы бойынша 198 дарасы тіркелді.

*Ақкіс (Mustela ermine L, 1758)* — Қазақстанның солтүстік аймақтары мен оңтүстік және оңтүстік-шығыстағы тауларда кездеседі [3]. Сандары азық қорының мөлшеріне байланысты өзгеріп отыратын ашық далалардан қашып, қалың қамыс араларында мекендейтін ерекше жыртқыш. Олардың сандары азық қорларына байланысты жыл сайын өзгеріп отырады. Мысалы, 2000 жж. санақ барысында Қаражар бекетінде он ақкіске дейін кездесе, соңғы жылдары 1000 га аймақта 1–2 дарадан ғана кездеседі.

*Аққалақ (Mustela nivalis L, 1766)* — Қазақстанның барлық аймақтарында кездеседі. Жалпы саны аз жыртқыш аң. Қорық территориясында қыс кездері ғана қамыс арасынан кездестіруге болады. Қыста қар астындағы іздеріне құрылған қапқандарға да өте сирек түседі. Қар астында шапшаң қозғалып, тіршілік етуге бейімделген сусарлар тұқымдасының өкілі.

*Америка күзені (Mustela vison Schreber, 1777)* — жартылай сулы ортада тіршілік етуге бейімделген, Солтүстік Америкада кеңінен таралған аң. Фермалардан қашып кеткен күзендер Еуропада кеңінен таралған [3]. Кеңес Одағы кезіндегі қолда өсірілген америка күзендерінің ұрпақтары 2000 жылдарға дейін Республикамыздың Шығыс аймақтарында ғана кездесті. Қазіргі кезде Ертіс өзенінің оң жағалауындағы барлық су көздерінде кездеседі [3]. Ал, 2010 ж. бері Павлодар, Ақмола, Қарағанды облысындағы өзен-көлдерде америка күзенінің саны өсіп, елді мекендер маңындағы суларда да кездесе бастады. Соңғы жылдары олар Нұра өзенінің бойымен Қорғалжын мемлекеттік қорығы территориясындағы көлдерді мекендей бастады. Жаз-күз айларында бұл аң ондатр популяциясына әдеуір зиян келтіре бастағанын қорықшылар (А. Янушевскийдың ауызша мәліметі) мәлімдеді. Америка күзені қыс мезгілдерінде Нұра өзенінің бойына миграция жасайды, ал қорық аумағында олардың саны көп емес.

#### Қорытынды

Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығының негізгі қорғалатын аймағында мекендейтін жыртқыш аңдарға антропогендік әсердің өте аз болуы қазіргі кезде осы аңдардың тіршілігіне өте қолайлы болып отыр. Бұл аймақтың жер бедерінің өзі қолайлы жағдайлар туғызатыны сөзсіз. Өзеннің салалары, сорлар мен сортаң жерлер, қымыс-қоға өскен су жағалаулары жыртқыштардың тіршілігіне, жауынан қорғануына, қоректенуіне, өсіп-өнуіне табиғи ерекше орта болып табылады. Су жағасындағы қалың қоға мен қамыс арасынан өздерінің қоректерін ұстау үшін осы жерлерге қасқыр, түлкі, аққалақ пен ақкіс келеді. Суға жақын жерлерге борсық індерін салып, ұрпағын өсіреді. Қорықтың көптеген территориясы, сортаң жерлер болсада, жыртқыш аңдардың тіршілігіне өте қолайлы аймақ болып табылады.

Буферлік зона Теңіз көлінің батыс жағалауынан Терісаққан өзеніне дейінгі аралықта ұсақ шоқылар алып жатыр, шоқылардың аралықтарында жазықтықтар мен көлдер бар. Осы аймақта ұзына бойына суы ағып жатқан бөгеттер және кішігірім өзендер кездеседі, онда үнемі аңдардың су ішуге мүмкіндіктері бар. Бұл сулар жаз айларында құрғап қалмайды, сондықтан да жыртқыш аңдарға қолайлы жағдай тудырып отыр. Бұл жерлерде антропогендік әсер, яғни, мазалау факторы кездеседі, себебі осы аймақта Шұбаркөл ауданы орталығын қосатын транспорт жолдары өтеді, елді мекеннің малдары жайылады. Ал жаз мезгілдерінде өрт болатын кездері де байқалады. Қорықтың шығыс жағалауына Жұмай-Майшұқыр, Шалқар-Біртабан, Аюлы-Шалқар және Жарлықөл-Қарасор көлдер жүйесі кіреді, осы жерлерге бетегелі-жусанды-астық тұқымдастар өскен далалар мен кіші көлемдегі көлдер жатады. Осы аймақта 25 ауылшаруашылық елді мекендер бар, бұл жабайы жануарларға, аз да

болса өзіндік әсерін тигізеді. Осы жерлердің көп жері шабындық, жайылым болып табылады. Барлық көлдерден балық ауланып, аңшылық жұмыстары жүргізіледі. Санақ жүрген аймақтарда кеміргіштер және қоянтәрізділер отрядының өкілдері тіркелді, бұлар жыртқыш аңдардың қоректері. Қыс мезгілдерінде көптеп кездесіп, олармен қоректенетін жыртқыштарды көбірек өздеріне тартады. Сондықтанда мазалу факторларын азайту, қорғау шараларын көбірек ұйымдастыру тиімді.

Зерттеу нәтижелері бойынша қорық территориясында мекендейтін жыртқыш аңдардың қазіргі кездегі популяциясының жағдайы бірқалыпты. Тек қана жыртқыштардың сандарында ғана өзгерістер байқалды. Аңдарды қорғау, биоалуандылығын сақтау үшін, ең алдымен, олардың мекендейтін жерлері мен табиғи факторлары (климаттық өзгерістер, ауру, азық қоры) тұрақты болуы қажет. Егер олардың мекен ету орталары тіршілік етуге қолайлы болғанда, әрі осы жануарлар түрінің өсімталдылығы жоғары болса, қорғауға алынған аңдар тез көбейіп, ареалдарын кеңітеді.

Қыста қардың қалың түсуіне байланысты ұсақ сусарлар қар астында тіршілік етеді. Сондықтанда ұсақ жыртқыштарға (ақкіс, аққалақ, дала күзені) қараша-желтоқсан айларында жүргізілген санақ жұмыстары нәтижелі болады. Жыл бойы жыртқыш аңдарға жүргізілген мониторинг экожүйедегі өзгерістерді болжауға мүмкіндіктер береді.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана: в 3-х т. — Т. 2 / Г.Ж. Акбердина, М.Х. Байжанов, А.В. Громов и др.; под ред. М.Ж. Бурлибаева, Л.Я. Курочкиной, В.А. Кашеева, С.Н. Ерохова. — Астана, 2007. — 286 с.
- 2 Кошкин А.В. Фауна Коргалжинского заповедника / А.В. Кошкин. — Астана: ТОО «Идеал-НС», 2007. — 62 с.
- 3 Бекенов А.Б. Қазақстан сүтқоректілері: моногр. / А. Бекенов, Б. Есжанов, С. Махмутов. — Алматы: Ғылым, 1995. — 280 б.
- 4 Методы учета основных охотничье-промысловых и редких видов животных Казахстана. — Алматы, 2003. — 203 с.
- 5 Отчет по проведению зимнего маршрутного учета на территории РГУ «Коргалжинский государственный природный заповедник» за 2018 год.

Ж.М. Карагойшин, С.С. Рашитов

### **Хищные звери, обитающие в Коргалжинском государственном природном заповеднике**

В статье был проведен анализ о распространении и численности хищников Коргалжинского государственного природного заповедника, а также представлены материалы по их охране и сохранению. По результатам исследований было определено, что численность волков и корсака уменьшилась, а барсука — увеличилась. Приспособленность барсука к влиянию различных факторов обуславливалась изменением их поселения в течение года. На территории заповедника в малом количестве встречаются степной хорь, ласка и горностай. Волки не были зарегистрированы в заповедной зоне. Учет численности хищных животных проводился с помощью маршрутного метода. Для учета представителей семейства куны был использован учет на площадках. Территория заповедника благоприятна для хищных животных, так как имеется обильный корм. Влияние антропогенного фактора на территории заповедника не зарегистрировано. В последние годы на территории заповедника была обнаружена американская норка, которая проникла по реке Нура, и в настоящее время отрицательно влияет на популяцию ондатры. Численность американской норки особенно увеличивается на озерах в летне-осенний период. Рекомендовано проводить мониторинг хищников на территории заповедника в течение года.

*Ключевые слова:* Коргалжин, фауна, популяция, маршрут, мониторинг, заповедник, волк, озеро, плотность, факторы.

Zh.M. Karagoishin, S.S. Rashitov

### **The wild animals living in the Korgalzhin state natural reserve**

In this article the analysis of distribution and number of predators of the Korgalzhinsky state natural reserve was carried out, and also materials on their protection and preservation are presented. According to the results of research it was determined that the number of wolves and Korsak decreased, and the number of badger increased. The adaptation of the badger to the influence of various factors was caused by the change of their

settlement during the year. On the territory of the reserve in small numbers there are steppe polecat, weasel and ermine. Wolves were not registered in the protected area. The account of number of predatory animals was carried out by means of a route method. To account for the representatives of the family Kunya was used on-site accounting. The territory of the reserve is favorable for predatory animals, as there is abundant food. The influence of anthropogenic factor on the territory of the reserve is not registered. In recent years, an American mink has been found in the reserve, which penetrated the Nura river, and now has a negative impact on the population of the muskrat. The number of American mink especially increases on lakes in summer and autumn. It is recommended to monitor predators in the reserve during the year.

*Keywords:* Korgalzhyn, fauna, population, route, monitoring, reserve, wolf, lake, density, factors.

## References

- 1 Akberdina, G.Zh., Baizhanov, M.Kh., & Gromov, A.V. et al. (2007). *Hlobalno znachimye vodno-bolotnye uhodia Kazakhstana [Globally significant wetlands of Kazakhstan]*. M.Zh. Burlibaev, L.I. Kurochkina, V.A. Kasheev, S.N. Erokhov (Eds). (Vols. 1–3). Astana [in Russian].
- 2 Koshkin, A.V. (2007). *Fauna Korhalzhynskoho zapovednika [Fauna of Korgalzhyn Reserve]*. Astana: LLP «Ideal-NS» [in Russian].
- 3 Bekenov, A., Eszhanov, B., & Mahmutov, S. (1995). *Qazaqstan sutqorektileri [Mammals of Kazakhstan]*. Almaty: Gylym [in Kazakh].
- 4 *Metody ucheta osnovnykh okhotniche-promyslovykh i redkikh vidov zhyvotnykh Kazakhstana [Methods of accounting for the main hunting, commercial and rare species of animals of Kazakhstan]* (2003). Almaty [in Russian].
- 5 *Otchet po provedeniiu zimneho marshrutnoho ucheta na territorii RGU «Korhalzhynskii gosudarstvennyi prirodnyi zapovednik» za 2018 hod [Report on the conduct of the winter route accounting in the territory of RSU «Korgalzhyn State Nature Reserve» for 2018]* [in Russian].

Э.Қ. Ибрагимова, Қ.Т. Абдраимова

Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан  
(E-mail: elmira.ibragimova@ayu.edu.kz)

## Галофитті өсімдіктердің дамуына (NaCl) тұздардың түрлі концентрацияларының әсері

Қазіргі кездегі ғаламдық жылыну жылдамдығы қарқынды ұлғаюда. Климаттың өзгеруі өсімдіктер жүйесін де көптеген өзгерістерге, экологиялық бейімделу деңгейінің нашарлауына, өсу динамикасының төмендеуіне, таралу ареалдарын өзгеруіне алып келуде. Сондықтан өсімдік қорларын сақтау және оларды тиімді пайдалану біздің ғаламшар үшін мемлекетаралық деңгейдегі аса маңызды мәселе. Түркістан аймағында кездесетін галофитті өсімдіктердің: гармала (адыраспан) *Peganum harmala*, цикорий (шашыратқы) *Cichorium*, кермек сабын *Limonium otolepis (Schrenk) Ktze*, сол аймақ топырақ құрамына бейімделу дәрежесін анықтау мақсатында әртүрлі концентрациядағы тұз ерітіндісіндегі өнгіштігі анықталды. Шөптесін өсімдіктердің өсу ырғағына зертхана жағдайында бақылау жүргізу негізінде, үш өсімдік түрінің өскіндері мен тамырларының ұзындықтарына өлшеу жұмыстары жүргізілді. Шөптесін өсімдіктердің өсу ырғағына бақылау барысында кермек сабынның тұқымы, адыраспан мен шашыратқыға қарағанда, тұздың жоғарғы концентрациясында жақсы өнгіштік қасиетке ие екенін көрсетті. Зерттеу нәтижесі бойынша Түркістан аймағында кездесетін галофитті өсімдіктердің 0,01 %-дық тұз концентрациясында аз мөлшерде болса да өнім беретіндігін көрсетсе, ал жоғары (1 %-дық NaCl) концентрациясында тұқым мүлдем өнбегендігін байқауға болады.

*Кілт сөздер:* климат, экология, биоалуантүрлілік, галофит, концентрация, өскінше, ареал, тұз ерітіндісі, тұқым.

Қазіргі таңда өсімдік қорларын сақтау және оларды тиімді пайдалану дүние жүзі бойынша мемлекетаралық деңгейде өзекті, әрі кезек күтірмейтін аса маңызды мәселелердің бірі. Қазіргі кездегі ғаламдық жылыну жылдамдығы қарқынды ұлғаюда. Климаттың өзгеруі өсімдіктер жүйесін де көптеген өзгерістерге, экологиялық бейімделу деңгейінің нашарлауына, өсу динамикасының төмендеуіне, таралу ареалдарын өзгеруіне алып келуде. Сондықтан өсімдік қорларын сақтау және оларды тиімді пайдалану біздің ғаламшар үшін мемлекетаралық деңгейдегі аса маңызды мәселе [1, 2].

Зерттеу нысаны ретінде Түркістан аумағындағы зерттелетін өсімдіктердің тұқымдары әр аймақтан алынды (Сауран ауылынан — шашыратқы, Теке ауылынан — адыраспан, Нұртас елді мекенінен — кермек сабын). Зерттеу жұмысы алдын ала жиналған тұқымдармен 02.02.18–13.03.2018 ж. аралығында ХҚТУ-нің экология және химия кафедрасының зертханасында жүргізілді. Олардың түрлері анықталып, морфологиялық-анатомиялық құрылыстарына сипаттама берілді.

Түркістан ауданынан галофитті өсімдіктердің 3 түрі алынды: гармала (адыраспан) *Peganum harmala*, цикорий (шашыратқы) *Cichorium*, кермек сабын *Limonium otolepis (Schrenk) Ktze*.

Бұл туыстың өкілдері құрлықтың барлық жерлерінде кең таралған, әсіресе Жер Орта теңізі мен Орталық Азияда. Бұрынғы КСРО аймағында 40 түрі, Батыс Сібірде 9 түрі және Алтайда 2 түрі кездеседі. Биіктігі 20–120 см-ге жетеді. Сабағы көкшіл, сұр-жасыл түсті болып, тостағаншасынан басқа бөліктері жалаңаш күйде болады. Тамыры жуан, сорушы кейбір кездерде тамыр өркендері пайда болады. Жерасты сабағы тік орналасқан және бір-біріне жақынданған ағаштанған бұтақтардан тұрады. Жерасты сабағы қоңыр түсті қабыршықты жапырақтармен қапталған. Жердің үстіңгі бөлігінде жапырақтары розетка тәрізді болып, ұзындығы 3–8 см-ге жетеді. Бұл жапырақтар ерте курап қалады. Жапырақтарының пішіні күрек тәрізді, 3 талшықтан тұрады. Жоғары жағы доғалы, домалақтанған, кейде аздап қуыс-қуыс тісті болады. Төменгі бөлігіне қарай жапырақтарының сағағы жалпақтанып, қысқарып кетеді [3–5].

Өсімдіктерге тұздар мөлшерінің әсер ету деңгейін зерттеу жұмыстары ҚР СТ (1286–2004) топырақтағы жеңіл ерігіш тұздардың құрамын анықтау, МЕСТ 28168–88 топырақ алу үлгісі, ҚР СТ (1289–2004) топырақты сұрыптау, орау, тасымалдау және үлгілерді сақтау әдістері бойынша жүргізілген [6–8].

Зерттеу жұмысында 1,0;0,1 және 0,01 %-тік ас тұзының (NaCl) ерітінді концентрациясының өсімдік тұқымының өсуіне әсері анықталды. Өсіп шыққан өсімдіктердің өскіндеріне фенологиялық бақылау жүргізіліп, 2 апта бойы бақыланды. Әр апта сайын олардың өскіндері мен тамырларының ұзындықтары өлшеніп, орташа шамасы есептеліп шығарылды.



Әртүрлі концентрациядағы тұз ерітіндісіне салынған өсімдіктердің 20 тұқымынан өсіп шыққан өсімдіктердің саны әртүрлі болды. Тұз ерітінділерінде өсіп шыққан өсімдіктердің саны 1-кестеде көрсетілген [9].

1 - кесте

**Әртүрлі концентрациядағы тұз ерітіндісінде өсіп шыққан өсімдіктер саны, дана**

Р/с №	Өсімдіктер атауы	Бақылау нысаны, дист. су	0,01 %-тік NaCl ерітіндісі	0,1 %-тік NaCl ерітіндісі	1 %-тік NaCl ерітіндісі
1	Адыраспан	7	10	9	–
2	Шашыратқы	5	9	7	–
3	Кермек сабын	9	13	10	–

Кестеден көрініп тұрғандай, әртүрлі концентрациядағы тұз ерітіндісіне салынған өсімдіктердің 20 тұқымынан өсіп шыққан өскіндерінің саны әртүрлі болды. Үш өсімдік түрінің өнгіштігі бақылау нысанына қарағанда 0,01 %-тік және 0,1 %-тік тұз ерітіндісінде жоғарырақ болды.

Адыраспан өсімдігінің 20 тұқымынан ең көп өсіп шыққан 0,01 %-тік NaCl ерітіндісінде — 10 дана, ал бақылау нұсқасында — 7 өскіншеге тең болды, 1 % NaCl ерітіндісінде мүлдем нәтиже көрсетпеді (2-кесте, 1-сур.). Шашыратқы 0,01 %-тік NaCl ерітіндісінде — 9, ал төменгі нәтижені бақылау нұсқасында 5 өскіншеге тең болды, 1 % NaCl ерітіндіде мүлдем нәтиже көрсетпеді (3-кесте, 2-сур.). Кермек сабын 0,01 %-тік NaCl ерітіндісінде — 13, төменгі нәтиже бақылау нысанында 9 өскін берді (4-кесте, 3-сур.).

2 - кесте

**Адыраспан өсімдігінің NaCl-ның түрлі концентрациядағы өсу динамикасы, см**

Р/с №	Өлшенген уақыты	Бақылау нысаны, дист. су		0,01 %-тік тұз ерітіндісі		0,1 %-тік тұз ерітіндісі		1 %-тік тұз ерітіндісі	
		Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы
1	06.03.2018 ж.	0,9	0,5	1,5	0,8	1,3	0,7	–	–
2	13.03.2018 ж.	1,5	0,9	1,8	1	1,6	1	–	–

3 - кесте

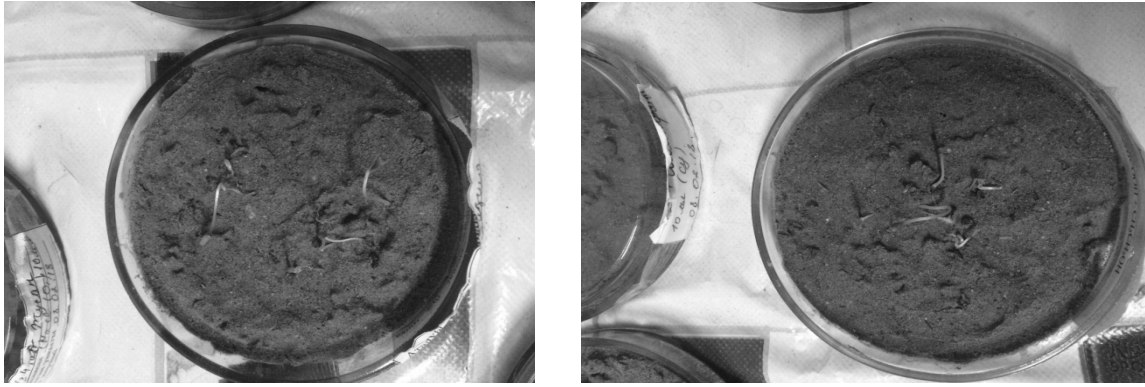
**Шашыратқы өсімдігінің NaCl-ның түрлі концентрациядағы өсу динамикасы, см**

Р/с №	Өлшенген уақыты	Бақылау нысаны, дист. су		0,01 %-тік NaCl ерітіндісі		0,1 %-тік NaCl ерітіндісі		1 %-тік NaCl ерітіндісі	
		Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы
1	06.03.2018 ж.	0,8	0,5	1,3	0,8	0,7	0,4	–	–
2	13.03.2018 ж.	1,3	0,9	1,5	1	1,1	0,7	–	–

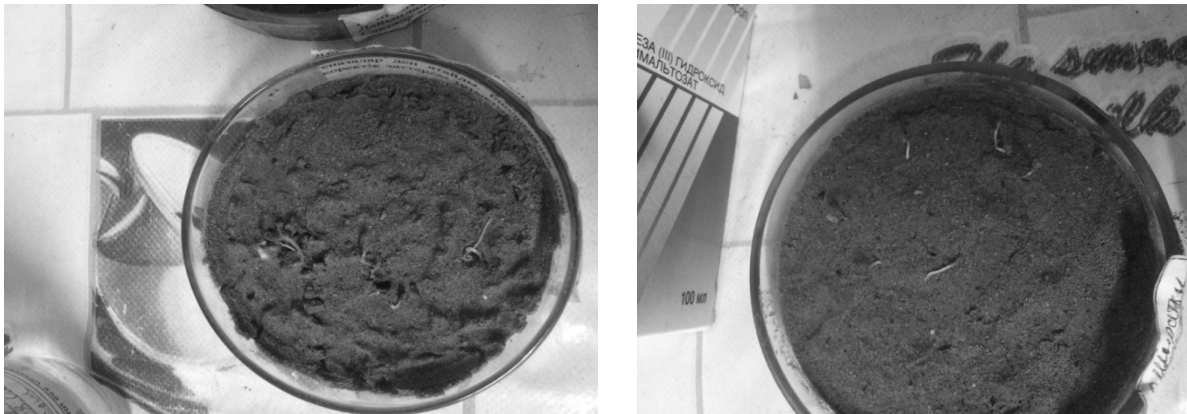
4 - кесте

**Кермек сабын өсімдігінің NaCl-нің түрлі концентрациясында өсу динамикасы, см**

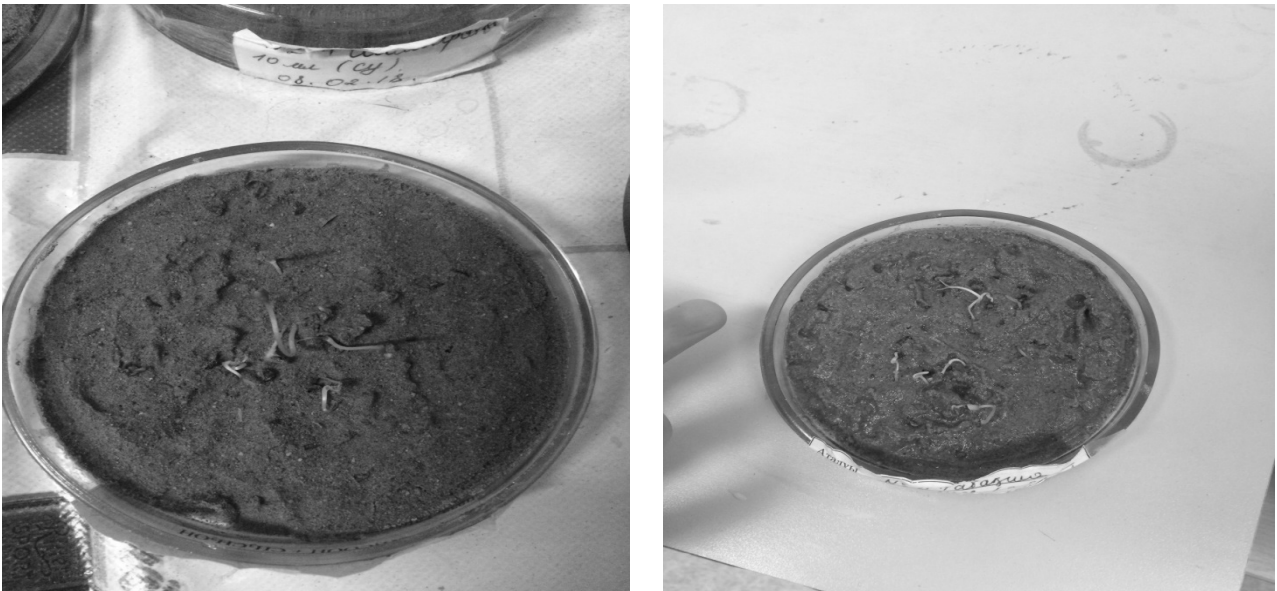
Р/с №	Өлшенген уақыты	Бақылау нысаны, дист. су		0,01 %-тік тұз ерітіндісі		0,1 %-тік тұз ерітіндісі		1 %-тік тұз ерітіндісі	
		Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы	Өскіннің ұзындығы	Тамырының ұзындығы
1	06.03.2018 ж.	1,6	0,4	2	0,5	1,62	0,4	–	–
2	13.03.2018 ж.	2,7	0,8	3,1	1	2,6	0,7	–	–



1-сурет. Адыраспан өсімдігінің өскіндері



2-сурет. Шашыратқы өсімдігінің өскіндері



3-сурет. Кермек сабын өсімдігінің өскіндері

Шөптесін өсімдіктердің өсу ырғағына бақылау негізінде үш өсімдік түрінің өскіндері мен тамырларының ұзындықтарына өлшеу жұмыстары жүргізілді. Адыраспан өсімдігінің 20 тұқымынан өсіп шыққан өскіндердің өнімділігі 0,01 %-тік; NaCl ерітіндісінде — өскіннің ұзындығы 1,8 см, ал тамыры 1 см құрады, осы көрсеткіштер бақылау нұсқасында анағұрлым төмен болды, сәйкесінше еңі 1,5; 0,9 см тең болды. Бақылау нысанымен салыстырғанда шашыратқы өсімдігінің NaCl ерітіндісіндегі көрсеткіштері жоғары нәтижені көрсетті: ұзындығы 1,5 см; тамыры 1 см болды,

ұзындығы 1,3. Кермек сабын өсімдігі 1 %-тік ерітіндінің әсерінде мүлдем өскін бермеді, жоғары нәтиже 0,01 %-тік NaCl өскін ұзындығы 3,1 см, тамыры 1 см; 0,1 %-тік ерітіндіде сәйкесінше 2,6; 0,7 см құрады.

Шөптесін өсімдіктердің өсу ырғағына бақылау жүргізу барысында кермек сабынның тұқымы, адыраспан мен шашыратқыға қарағанда, тұздың жоғарғы концентрациясында жақсы өнгіштік қасиетке ие екенін көрсетті.

Зерттеу нәтижесі бойынша Түркістан аймағында кездесетін галофитті өсімдіктердің 0,01 %-дық тұз концентрациясында, аз мөлшерде болса да, өнім беретіндігін көрсетсе, ал жоғары (1 %-дық NaCl) концентрациясында тұқым мүлдем өнбегендігін байқауға болады.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Куатбаев А.Т. Жалпы экология / А.Т. Куатбаев. — Алматы, 2012. — 62–65-б.
- 2 Қалекенұлы Ж. Өсімдіктер физиологиясы / Ж. Қалекенұлы. — Алматы, 2004. — 362–364-б.
- 3 Абиев С.А. Итоги и перспективы растительных ресурсов Казахстана / С.А. Абиев, Р.А. Егеубаева // Известия НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2002. — № 3. — С. 3–11.
- 4 Байтулин И.О. О системном подходе к сохранению и сбалансированному использованию биоразнообразия / И.О. Байтулин // Гидрометеорология и экология. — 1996. — № 2. — С. 186.
- 5 Байтулин И.О. Анализ состояния биологического разнообразия Казахстана / И.О. Байтулин. — Алматы, 1996. — С. 1–12.
- 6 Грунты. Методы определения содержания легкорастворимых солей: СТ РК 1286-2004. — [Введен в действие 2004-12-02]. — Государственный стандарт Республики Казахстан.
- 7 Почвы. Отбор проб: ГОСТ 28168-89. — [Введен в действие 1990-04-01]. — Межгосударственный стандарт.
- 8 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов: СТ РК 1289-2004. — [Введен в действие 2015-07-01]. — Межгосударственный стандарт.
- 9 Рахимов И.Д. Руководство по работе с лекарственными растениями / И.Д. Рахимов, Ж.А. Сатыбалдиева, Г.С. Суходоева, С.М. Адекенов, К.А. Тулемисова. — Алматы, 1999. — 22 с.

Ә.Қ. Ибрагимова, Қ.Т. Абдраимова

### **Влияние различных концентраций солей (NaCl) на развитие галофитных растений**

В настоящий момент глобальная скорость потепления стремительно увеличивается. Изменение климата приводит к многочисленным изменениям растительной системы, ухудшению уровня экологической адаптации, снижению динамики роста, изменению ареалов распространения. Поэтому сохранение растительных ресурсов и их эффективное использование являются важнейшими для нашей планеты вопросами межгосударственного уровня. В статье описаны галофитные растения, обнаруженные в Туркестане: гармала (*Peganum harmala*), цикорий (*Cichorium*), кермек (*Limonium otolepis*). В исследованиях применялась различная концентрация солености для определения степени адаптации растений к составу почвы этого региона. На основании лабораторных наблюдений за ритмом произрастания травянистых растений были проведены измерения проростков и длины корней трех видов растений. Во время наблюдений за ритмом произрастания травянистых растений было выявлено, что семена кермека (*Limonium otolepis*) имеют хорошую корреляцию в высоких концентрациях солей, чем гармалы (*Peganum harmala*) и цикория (*Cichorium*). Результаты исследований показали, что растения-галофиты Туркестанского региона при концентрации солей 0,01 % обладают некоторой продуктивностью, а при более высокой концентрации (1 % NaCl) семена не прорастали вообще.

*Ключевые слова:* климат, экология, биоразнообразие, галофит, концентрация, отросток, ареал, раствор соли, семена.

E.K. Ibragimova, K.T. Abdraimova

## Influence of various salt concentrations (NaCl) on the development of halophyte plants

Current global warming rates are increasing rapidly. Climate change leads to numerous changes in the plant system, deterioration of the level of ecological adaptation, reduction in the dynamics of growth, change in the areas of distribution. Therefore, the conservation of plant resources and their effective use is the most important issue for our planet at the interstate level. The article describes halophytic plants found in Turkestan: Garmala (*Pegatum harmala*), Chicory (*Cichorium*), Kermeck (*Limonium otolepis*). The studies used a different concentration of salinity to determine the degree of adaptation of plants to the soil composition of this region. On the basis of laboratory observations on the rhythm of growth of herbaceous plants, the growth and growth of the roots of three plant species was performed. During laboratory observations, Kermeck seeds (*Limonium otolepis*) were shown to have a good correlation in high salt concentrations than Garmala (*Pegatum harmala*), Chicory (*Cichorium*). The research results showed that halofity plants of the Turkestan region have more or less productivity at a concentration of 0.01 % of salts, and at a higher concentration (1 % NaCl), the seeds did not germinate at all.

*Keywords:* climate, ecology, biodiversity, halophyte, concentration, growth, habitat, salt solution, seeds.

### References

- 1 Kuatbaev, A.T. (2012). *Zhalpy ekolohiia [General ecology]*. Almaty [in Kazakh].
- 2 Kalekenuly, Zh. (2004). *Osindikter fiziolohiiasy [Plant physiology]*. Almaty [in Kazakh].
- 3 Abiev, S.A., & Egeubaeva, R.A. (2002). Itohi i perspektivy rastitelnykh resursov Kazakhstana [Results and prospects of plant resources of Kazakhstan]. *Izvestiia NAN RK. Seriya biolohiia i meditsina — Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Biology and Medicine Series*, 3, 3–11 [in Russian].
- 4 Baitulin, I.O. (1996). O sistemnom podkhode k sokhraneniuiu i sblansirovannomu ispolzovaniuiu bioraznoobraziia [About system approach to conservation and balanced use of biodiversity]. *Hidrometeorolohiia i ekolohiia — Hydrometeorology and ecology*, 2, 186 [in Russian].
- 5 Baitulin, I.O. (1996). *Analiz sostoiianiia biolohicheskoho raznoobraziia Kazakhstana [Analysis of the state of biological diversity of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 6 Hrunty. Metody opredeleniia sodержaniia lekorastvorimykh solei [Soils. Methods for determination of easily soluble salts]. (2004). *ST RK 1286–2004 from 02 December 2004* [in Russian].
- 7 Pochvy. Otkor prob [Soils. Sample selection]. (1990). *HOST 28168–89 — State Standard 28168–89. From 01 April 1990* [in Russian].
- 8 Hrunty. Otkor, upakovka, transportirovanie i khranenie obraztsov [Soils. Selection, packaging, transportation and storage of samples]. (2015). *ST RK 1289–2004 from 01 July 2015* [in Russian].
- 9 Rakhimov, I.D., Satybaldieva, Zh.A., Sukhodoeva, G.S., Adekenov, S.M., & Tulemisova, K.A. (1999). *Rukovodstvo po rabote s lekarstvennymi rasteniiami [Medicinal Plants Guide]*. Almaty [in Russian].

R.M. Tazitdinova<sup>1</sup>, R.R. Beisenova<sup>2</sup>, A.S. Kurmanbayeva<sup>1</sup>, A.I. Grigoryev<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;*

<sup>3</sup>*Omsk State Pedagogical University, Russia*

*(E-mail: irm85@mail.ru)*

## **Accumulation of heavy metals in rats' body under chronic combined intoxication with zinc, copper and arsenic salts**

The article indicates the results of a research made on the accumulation of heavy metals in some internal organs of rats under chronic combined poisoning with heavy metals salts (zinc, copper and arsenic). The experiments were carried out on 40 white outbred pubescent rats. They were divided into four groups. Heavy metals that can accumulate in the body of animals and humans, can lead to the internal organs dysfunction and organ systems disruption. Some heavy metals are able to selectively accumulate in a living organism. Therefore, the study was conducted of certain organs on the degree of accumulation of heavy metals. Salt solutions such as copper sulphate, zinc sulphate and sodium arsenite, which were injected intragastrically for three months on a daily basis, were used as toxicants. Sampling of organs was carried out after three months counting from the beginning of the experiment. The content of zinc, copper and arsenic was found in the brain, liver and kidney of a rat. The results of our studies showed that accumulation of heavy metals occurs to a greater extent in the liver of rats, and the group of copper and arsenic combined action showed the greatest toxicity in the degree of accumulation.

*Keywords:* heavy metals, zinc, copper, arsenic, toxicity, accumulation, diseases, liver, kidneys, brain.

### *Introduction*

Over the past decades, industrial production has increased, and the level of environmental pollution by various toxicants, including heavy metals, has increased as well [1]. Heavy metals are released into the environment as a result of the industrial and agricultural activities, vehicles and boilers. The main sources of heavy metals emissions are enterprises of nonferrous and ferrous metallurgy, mining complexes, and extraction of solid and liquid fuels [2]. Heavy metals make up a significant part of pollutant emissions, and their toxicity is a significant environmental problem [3]. Currently, the problem of pollution of the environment with heavy metals is relevant both worldwide and in Kazakhstan. In many regions of the country, the content of toxic substances in soils exceeds permissible levels, especially in the areas with developed mining and processing industries. For example, in Akmola region, there are mining deposits in which gold, uranium, titanium, iron, manganese, and molybdenum are mined. And the soils are contaminated with lead, copper, cadmium, zinc, arsenic, etc. [4].

It is known that metal elements whose density in comparison with water is higher are referred to heavy metals [5]. Many scientists attribute to heavy metals such elements whose atomic mass is above 50 atomic units, for example, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi, etc. [6]. Due to its high toxicity, arsenic is also classified as a heavy metal. It was reported that some metals, for example, cobalt, copper, chromium, zinc, copper, iron, magnesium, nickel and selenium are part of animal organisms and necessary for various biochemical and physiological functions. Lack of these elements can lead to various diseases development [7]. However, if ingested excessively, heavy metals can cause acute poisoning, as well as chronic use of toxic doses can cause chronic poisoning, and even death. Contacting the environment, heavy metals are able to accumulate in the soil, and then, along the food chain, reach plants and animals [8]. Accumulating in the soil, heavy metals can lead to deterioration in their quality, a decrease in the yield of crops cultivated on this soil, and a poor quality of agricultural products. This, in turn, creates a greater threat to human health, animals and the ecosystem as a whole [9].

Despite the biological role of heavy metals, they all have a toxic effect on living organisms, since they can interfere with metabolic processes, cause mutagenic processes, and also affect reproduction, which can lead to carcinoma and, ultimately, death. It has been reported that heavy metals usually exhibit chronic toxicity [10]. It is known that during intoxication various functional disorders arise, to which the immune system, the endocrine and central nervous systems react, and the metabolism is disturbed [11].

It was reported that with daily intake of zinc into rats' body, heavy metals are able to accumulate in it and cause morphofunctional changes in the animal organs with a chronic course. It was noted that the mucous membrane of the animals stomach treated with zinc oxide was altered by the type of catarrhal — hemorrhagic inflammation with micro ulcers. There is an increase of Peyer's glands in the small intestine; a large-drop fatty degeneration and granular fatty degeneration of hepatocytes in the liver; a circulatory disorder, granular dystrophy of the epithelium of convoluted tubules in the kidneys; catarrhal endometritis and endometrial epithelium hyperplasia in the uterus, proliferation of connective tissue in the ovaries; the processes of focal carination in the lungs [12].

Once in the body, heavy metals salts decompose into ions, resulting in the formation of insoluble hydroxides and phosphates, which are absorbed in the gastrointestinal tract. Free ions can quickly be removed from the blood and accumulate in the skeleton [13].

In animals, heavy metals and arsenic can be found in high concentrations and accumulate in the kidneys and liver. It is known that when entering the body, toxicants are able to change their shape and form poorly soluble compounds. Compounds of the same metal can exhibit different toxic effects [14].

There is the experimental and epidemiological evidence that the combined effect of heavy metals may differ significantly from the effects caused by the action of only a single metal. It is explained by the fact that when interacting with other toxic substances of the environment, the compounds which are formed cause higher toxicity [15–17].

It is known that heavy metals in tissues are usually deposited in the form of complex compounds with proteins and amino acids. However, their distribution in the internal organs is not the same. Sometimes it is selective. Summing up the facts mentioned above, it can be seen that it is necessary to study the accumulation of toxic metals in the body, the definition of a target organ. Therefore, the purpose of the study was to determine the concentration of heavy metals such as zinc, copper and arsenic in some internal organs of rats.

#### *Materials and research methods*

Experimental work was carried out on 40 white outbred pubescent rats. Laboratory rats were divided into four groups. The first group ( $n = 10$ ) is a group of control animals. They were kept on a standard water and food ration. The second, third and fourth groups of animals were injected intragastrically for three months on a daily basis with solutions of heavy metal salts. The second group ( $n = 10$ ) consisted of animals that were injected with a solution of zinc and copper salts, in doses of zinc sulfate of 17.5 mg/unit and copper sulphate II 13.0 mg/unit. The third group ( $n = 10$ ) consisted of animals poisoned with salts of copper and arsenic, the dose of copper sulfate II was 13.0 mg/unit, sodium arsenite 1.0 mg/unit. A solution of zinc and arsenic salts was injected to the fourth group ( $n = 10$ ) of the animals, a dose of zinc sulfate 17.5 mg/unit, sodium arsenite 1.0 mg/unit. During the experiment, animals were kept in conditions that meet the standards, according to the guidelines of The Guide for Care and Use of Laboratory Animals [18]. Feeding, care and removal of rats from the experiment were carried out in accordance with «STRK 1613-2006 Proper laboratory practice. The main provisions», as well as taking into account the Helsinki Declaration of the World Medical Association and the European Charter on the Humane Treatment of Laboratory Animals.

The arsenic content in samples of the liver, kidney, and rat brain was determined by electro-thermal atomization (ETA) on an MGA-915MD atomic absorption spectrophotometer. The content of zinc and copper was determined using the analytical STA voltamperometric complex.

Statistical processing of the data was performed on a personal computer, using the program Statistica 6, Excel. There were determined the arithmetic means ( $M$ ), the standard error of the arithmetic mean ( $m$ ). The assessment of the difference significance in arithmetic means was carried out using Student's criteria ( $t$ ) and significance level ( $p$ ). Differences were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

#### *Results and discussion*

In the course of the research, it was found that during chronic combined intoxication of rats with heavy metal salts, distribution and accumulation of heavy metals occurred in all the organs studied by us. However, the content of heavy metals in the organs of rats was not evenly distributed (see Table).

The content of heavy metals in the rats organs

Indicators	1 <sup>st</sup> group	2 <sup>nd</sup> group	3 <sup>rd</sup> group	4 <sup>th</sup> group	
Brain	Zinc	10 ± 0.18	31 ± 0.61*	4 ± 0.24*	17 ± 0.53*
	Copper	2.8 ± 0.07	10 ± 0.58*	30 ± 0.66*	0.59 ± 0.008*
	Arsenic	0.08 ± 0.002	0.085 ± 0.002*	1.39 ± 0.006*	0.64 ± 0.006*
Liver	Zinc	14 ± 0.58	83 ± 0.53*	17 ± 0.41*	33 ± 0.41*
	Copper	2.06 ± 0.01	14 ± 0.65*	55 ± 0.75*	2.1 ± 0.06*
	Arsenic	0.036 ± 0.002	0.21 ± 0.01*	4.51 ± 0.001*	1.9 ± 0.05*
Kidney	Zinc	18 ± 0.72	37 ± 0.82*	21 ± 0.58*	25 ± 0.72*
	Copper	10 ± 0.37	23 ± 0.72*	49 ± 1.52*	6 ± 0.38*
	Arsenic	0.51 ± 0.01	0.18 ± 0.01*	6.99 ± 0.06*	4.62 ± 0.04*

Note. \* — the differences are significant compared to the control group, with  $p < 0.05$ .

In the studied samples, the zinc content was 3 times higher in the second group than the control group, and 2 times higher than in the fourth group. The third group showed significantly lower results than the control values. As it is shown in Figure 1, the copper content was 3 times higher in the second group and 10 times higher in the third group. In the fourth group, the amount did not exceed the control data.

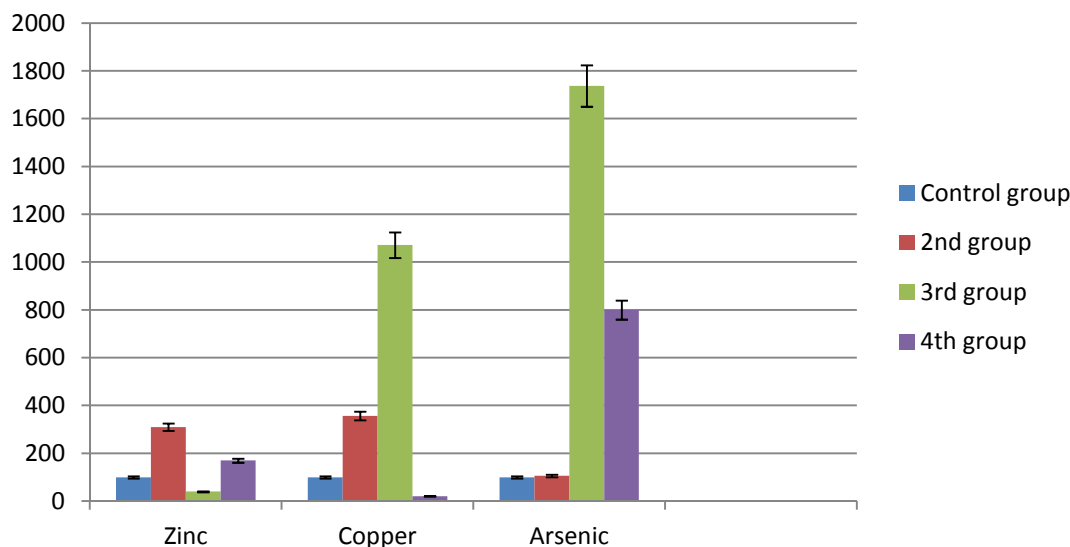


Figure 1. Dynamics of accumulation of heavy metals in the rat brain

Our results showed that the arsenic content was significantly higher than in the third and fourth groups, 16 times and 7 times higher respectively. In the second group, the zinc content was 1.4 times higher than in the fourth group, also in the second group the copper content was 5 times higher than the zinc content, 7 times higher in the third group. Probably, the accumulation of zinc was suppressed by the presence of copper. The arsenic content in the third group was also 9 times higher than in the fourth group. This is probably due to the fact that as a result of the combination of copper with arsenic, the accumulative effect is enhanced for both heavy metals. In the fourth group, the accumulative effect was manifested to a large extent for arsenic, in comparison with zinc.

Figure 2 indicates the results of the accumulation of zinc, copper and arsenic in the liver of rats, under combined chronic salts intoxication of the metals mentioned above. It can be seen from this figure that the zinc content was significantly higher than the control data, 5 times in the second group, slightly in the third group and 14 times in the fourth group compared to the data of the control group. The copper content increased in the second group by 6 times, in the third group by 26 times in comparison with the control group; in the fourth group it did not exceed the indicators of the control data. The arsenic content increased 5 times in the second group, 124 times in the third group, and 52 times in the fourth group. The data obtained show that the highest zinc content was observed in the second group, copper in the third group, arsenic — also in

the third group. This is likely to indicate a high toxicity of metals of the third group, namely combinations of copper and arsenic.

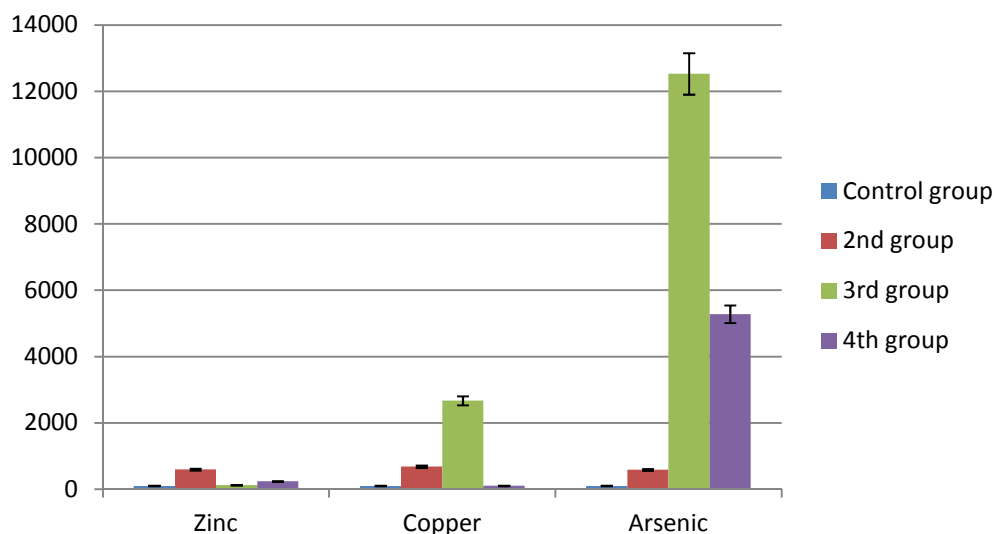


Figure 2. Dynamics of accumulation of heavy metals in the liver of rats

Figure 3 shows the results of the accumulation of zinc, copper and arsenic in the kidneys of experimental rats. As can be seen from the figure, the zinc content increased 2 times in the second group, slightly in the fourth and third groups. The copper content was 2.3 times higher in the second group, 4 times in the third group and decreased in the fourth group, in comparison with the control group. The arsenic content was significantly increased 13 times in the third group, 8 times in the fourth group compared with the control data, was lower than the control group in 2 times in the second group. The results show that the third group showed the greatest accumulation in the kidneys.

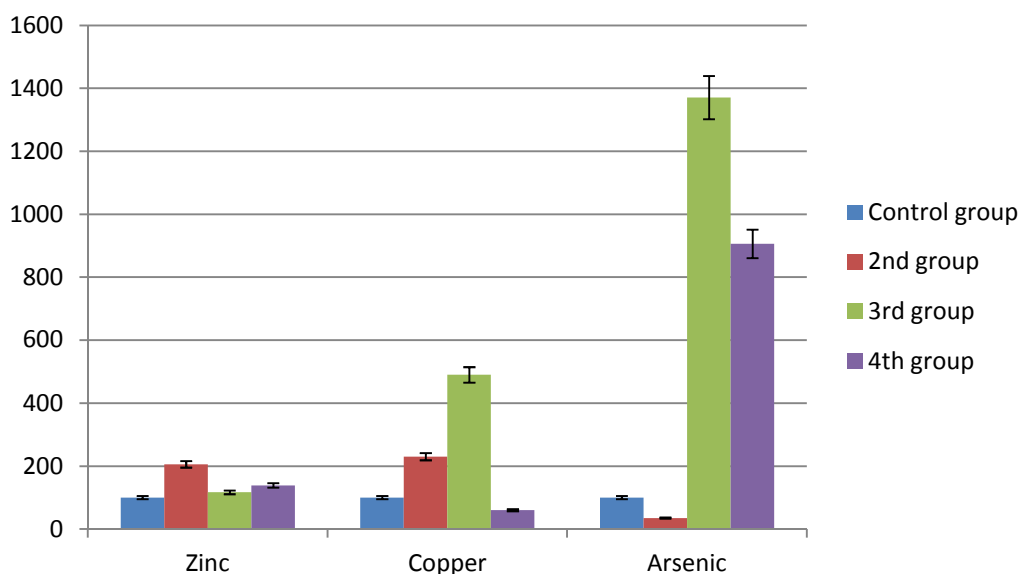


Figure 3. Dynamics of accumulation of heavy metals in the kidneys of rats

### Conclusion

Under chronic combined poisoning, the group of the combined action of copper and arsenic showed the greatest toxicity according to the accumulation degree. In chronic combined intoxication with copper salts of arsenic, accumulation in decreasing order was observed in the following sequence: liver, brain, kidneys. In chronic combined poisoning with zinc and copper salts, accumulation in decreasing order was observed in



the sequence: liver, brain, kidneys. In chronic combined intoxication with zinc and arsenic salts, accumulation in decreasing order was observed in the sequence: liver, kidney, brain. The accumulation of heavy metals was observed to a greater extent in the liver of rats. Since the accumulation of heavy metals was mostly observed in the liver, this is probably due to the high sensitivity of the liver to the effects of toxicants. When heavy metals enter the body through the gastrointestinal tract, they enter the liver through the portal vein, so the liver is the first barrier to toxicants. Also, heavy metals are metabolized in the liver, during which the organ itself is damaged. Heavy metal ions from the blood penetrate into hepatocytes, while some are captured by liver macrophages, the rest is excreted into the intestine, where they are reabsorbed and during the hepatic recirculation, and re-entry into the liver. Since the kidneys were damaged by heavy metals during intoxication, and this could lead to the accumulation of urea and ammonia in the blood, it is likely that these substances acting on the liver cause damage to the liver. Based on the foregoing, heavy metals can accumulate in parenchymal organs, in the liver and kidneys according to our study.

## References

- 1 Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation / H. Bradl. — London: Academic Press, 2005. — 282 p.
- 2 Ревич Б.А. Проблемы прогнозирования, «горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / А.Б. Ревич; под ред. В.М. Захарова. — М.: Акрополь, 2007. — 192 с.
- 3 Jaishankar M. Biosorption of few heavy metal ions using agricultural wastes / M. Jaishankar, B.B. Mathew, M.S. Shah, T.P. Krishnamurthy, S. K.R. Gowda // *Journal of Environment Pollution and Human Health*. — 2014. — Vol. 2, No. 1. — P. 1–6.
- 4 Курманбаева А.С. Мышьяк и растения / А.С. Курманбаева. — Кокшетау, 2011. — 155 с.
- 5 Fergusson J.E. The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects / J.E. Fergusson. — Oxford: Pergamon Press, 1990. — 614 p.
- 6 Зайцева О.Е. Особенности накопления микроэлементов в плаценте и пуповине при нормальной и осложненной гестозом беременности: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.01 — «Акушерство и гинекология» / О.Е. Зайцева. — М., 2006. — 167 с.
- 7 World Health Organization. Trace Elements in Human Nutrition and Health. — Switzerland: Geneva, 1996. — P. 361.
- 8 Long X.X. Current status and prospective on phytoremediation of heavy metal polluted soils / X.X. Long, X.E. Yang, W.Z. Ni // *J. Appl. Ecol.* — 2002. — Vol. 13. — P. 757–762.
- 9 Gupta V. Mammalian Feces as Bio-Indicator of Heavy Metal Contamination in Bikaner Zoological Garden / V. Gupta // *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*. — 2013. — Vol. 1, No. 5. — P. 10–15.
- 10 Скальный А.В. Исследование влияния хронической алкогольной интоксикации на обмен цинка, меди и лития в организме: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.27 — «Наркология» / А.В. Скальный. — М., 1990. — 120 с.
- 11 Ермошкаева Э.П. Морфологические изменения в организме лабораторных крыс и их потомства при отравлении уксуснокислым свинцом и оксидом цинка: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.02 — «Патология, онкология и морфология животных» / Э.П. Ермошкаева. — Екатеринбург, 2004. — 176 с.
- 12 Колесников В.А. Воздействие тяжелых металлов на биохимические реакции / В.А. Колесников // *Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та*. — 2009. — С. 106–109.
- 13 Тарасов А.В. Основы токсикологии / А.В. Тарасов, Т.В. Смирнова. — М.: Маршрут, 2006. — 160 с.
- 14 Norwood W.P. Effects of metal mixtures on aquatic biota: A review of observations and methods [Электронный ресурс] / W.P. Norwood, U. Borgmann, D.G. Dixon, A. Wallace // *Hum. Ecol. Risk Assess. Int. J.* — 2003. — Vol. 9. — P. 795–811. — Режим доступа: <http://sci-hub.tw/10.1080/713610010.pdf>
- 15 Kortenkamp A. Ten years of mixing cocktails: A review of combination effects of endocrine-disrupting chemicals [Электронный ресурс] / A. Kortenkamp // *Environ. Health Perspect.* — 2007. — Vol. 115. — P. 98–105. Режим доступа: <http://sci-hub.tw/10.1289/ehp.9357.pdf>.
- 16 Mauderly J.L. Is there evidence for synergy among air pollutants in causing health effects. [Электронный ресурс] / J.L. Mauderly J.M. Samet // *Environ. Health Perspect.* — 2009. — Vol. 117. — P. 1–6. Режим доступа: <http://sci-hub.tw/10.1289/ehp.11654.pdf>.
- 17 Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. (1996). LAR publication: National Academy Press.
- 18 Надлежащая лабораторная практика. Основные положения: СТ РК 1613–2006. — [Введен в действие от 2006-12-29] — Астана: Комитет по техническому регулированию и метрологии, 2006. — 30 с. — (Государственный стандарт Республики Казахстан).

Р.М. Тазитдинова, Р.Р. Бейсенова, А.С. Курманбаева, А.И. Григорьев

## Мырыш, мыс және күшәла тұздарының егеуқұйрықтардың органдарында ауыр металдардың жиналуы көрсеткіштерінің өзгерісіне қосарласа созылмалы әсері

Мақалада ауыр металдардың (мырыш, мыс және күшәла) тұздарымен қосарласа созылмалы әсері нәтижелерінде кейбір ішкі мүшелерде ауыр металдардың жиналу көрсеткіштері берілген. Зерттеу жұмысы төрт топқа бөлінген 40 ақ тексіз жетілген егеуқұйрықтарда жүргізілді. Ауыр металдар жануарлар мен адам ағзасында жиналып, әртүрлі мүшелер мен жүйелердің жұмысын бұзады. Кейбір ауыр металдар тірі ағзада кей мүшелерде таңдала отырып жиналады. Осыған байланысты ауыр металдар кейбір мүшелерде жиналуы зерттелді. Экоотоксиканттардың қолданылған ерітінділері, мыс сульфаты, мырыш сульфаты және натрий арсениті, жануарларға асқазан ішек жолы арқылы үш ай бойынша енгізілген. Мүшелерді алу эксперимент басталғаннан кейін үш ай өткен соң жүргізілді. Мырыш, мыс және күшәланың жиналу көрсеткіштері егеуқұйрықтардың бауыр, ми және бүйрегінде анықталды. Біздің зерттеуіміздің нәтижесі көрсеткендей, ауыр металдардың ең көп жиналуы егеуқұйрықтардың бауырында екендігі дәлелденді. Ең улы әсері бар топ мыс және мышьяк қосарласа әрекет еткен топ екені анықталды.

*Кілт сөздер:* ауыр металдар, мырыш, мыс, күшәла, улылық, жинақталу, аурулар, бауыр, бүйрек, ми.

Р.М. Тазитдинова, Р.Р. Бейсенова, А.С. Курманбаева, А.И. Григорьев

## Аккумуляция тяжелых металлов в организме крыс при хронической сочетанной интоксикации солями цинка, меди и мышьяка

В статье приведены результаты исследования накопления тяжелых металлов в некоторых внутренних органах крыс при хроническом сочетанном отравлении солями тяжелых металлов (цинка, меди и мышьяка). Эксперименты проводились на 40 белых беспородых половозрелых крысах, которые были разделены на четыре группы. Тяжелые металлы, способные накапливаться в организме животных и человека, могут привести к нарушению функционирования внутренних органов и систем органов. Некоторые тяжелые металлы способны избирательно накапливаться внутри живого организма. Поэтому было проведено исследование некоторых органов на степень накопления тяжелых металлов. В качестве токсикантов использовались растворы таких солей, как сульфат меди, сульфат цинка и арсенит натрия, которые вводили животным ежедневно внутривентрикулярно в течение трех месяцев. Отбор образцов органов проводился по истечении трех месяцев с начала эксперимента. Содержание цинка, меди и мышьяка определяли в головном мозге, печени и почках крыс. Результаты наших исследований показали, что накопление тяжелых металлов в большей степени происходит в печени крыс, а наибольшую токсичность по степени накопления проявила группа сочетанного действия меди и мышьяка.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, цинк, медь, мышьяк, токсичность, аккумуляция, заболевания, печень, почки, головной мозг.

### References

- 1 Bradl, H. (2005). *Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation*. London: Academic Press.
- 2 Revich, B.A. (2007). *Problemy prohnozirovaniia, «horiachie tochki» khimicheskoho zahriazneniia okruzhaiushchei sredy i zdorove naseleniia Rossii [Forecasting problems «hot points» of chemical pollution of the environment and health of the population of Russia]*. V.M. Zakharov (Ed.). Moscow: Akropol [in Russian].
- 3 Jaishankar, M., Mathew, B.B., Shah, M.S., Krishnamurthy, T.P., & Gowda S.K.R. (2014). Biosorption of few heavy metal ions using agricultural wastes. *Journal of Environment Pollution and Human Health*, 2, 1, 1–6.
- 4 Kurmanbaeva, A.S. (2011). *Myshiak i rasteniia [Arsenic and plants]*. Kokshetau [in Russian].
- 5 Fergusson, J.E. (1990). *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*. Oxford: Pergamon Press.
- 6 Zaitseva, O.E. (2006). *Osobennosti nakopleniia mikroelementov v platsente i pupovine pri normalnoi i oslozhennoi hestozom beremennosti [Peculiarities accumulation of trace elements in the placenta and umbilical cord during normal and gestosis-complicated pregnancy]*. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 7 *World Health Organization. Trace Elements in Human Nutrition and Health*. (1996). Switzerland: Geneva.
- 8 Long, X.X., Yang, W.Z. & Ni, W.Z. (2002). Current status and prospective on phytoremediation of heavy metal polluted soils. *Journal Appl. Ecol.*, 13, 757–762.

- 9 Gupta, V. (2013). Mammalian Feces as Bio-Indicator of Heavy Metal Contamination in Bikaner Zoological Garden. *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*, 1, 5, 10–15.
- 10 Skalny, A.V. (1990). Issledovanie vliianiia hronicheskoi alkoholnoi intoksikatsii na obmen tsinka, medi i litii v orhanizme [The study of the influence of chronic alcohol intoxication on the metabolism of zinc, copper and lithium in the organism]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 11 Ermoshkaeva, E.P. (2004). Morfolohicheskie izmeneniia v orhanizme laboratornykh kryss i ikh potomstva pri otravlenii uksusnokislym svintsom i oksidom tsinka [Morphological changes in the body of laboratory rats and their offspring when poisoning with lead acetate and zinc oxide]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ekaterinburg [in Russian].
- 12 Kolesnikov, V.A. (2009). Vozdeistvie tiazhelykh metallov na biohimicheskie reaktsii [Impact of heavy metals on biochemical reactions]. *Vestnik Krasnoiarsskogo gosudarstvennogo ahrarnogo universiteta — Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 106–109 [in Russian].
- 13 Tarasov, A.V. (2006). *Osnovy toksikologii [Fundamentals of Toxicology]*. Moscow: Marshrut [in Russian].
- 14 Norwood, W., Borgmann, P.U., Dixon, D.G., & Wallace, A. (2003). Effects of metal mixtures on aquatic biota: A review of observations and methods. *Hum. Ecol. Risk Assess. Int. J.*, 9, 795–811. Retrieved from <http://sci-hub.tw/10.1080/713610010>. pdf.
- 15 Kortenkamp, A. (2007). Ten years of mixing cocktails: A review of combination effects of endocrine-disrupting chemicals. *Environ. Health Perspect*, 115, 98–105. Retrieved from <http://sci-hub.tw/10.1289/ehp.9357>.pdf.
- 16 Mauderly, J.L., Samet, J.M. (2009). Is there evidence for synergy among air pollutants in causing health effects. *Environ. Health Perspect*, 117, 1–6. Retrieved from <http://sci-hub.tw/10.1289/ehp.11654>.pdf.
- 17 *Guide for Care and Use of Laboratory Animals*. (1996). LAR publication: National Academy Press.
- 18 Nadlezhshaia laboratornaia praktika. Osnovnye polozenia [Good laboratory practice. Main provisions]. (2008). *ST RK 1613-2006 from 29<sup>th</sup> December 2006*. Astana: Komitet po tekhnicheskomu rehulirovaniu i metrolohii [in Russian].

N.S. Mamytova<sup>1</sup>, L.Kh. Akbaeva<sup>1</sup>, D.V. Malashenkov<sup>2</sup>, E.A. Tulegenov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;*

<sup>2</sup>*M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia*

*(E-mail: nmamytova@mail.ru)*

## **Hydro biological indicators of reservoirs of the Akmola and Karaganda regions for 2017**

On the territory of Akmola and Karaganda regions, hydro biological indicators were studied in the lakes Korgalzhinskoe, Esey, Kokai; in the reservoirs of Samarkand and Kengir; in the rivers Nura, Sherubainura, Kara Kengir. In 2017, selected phytoplankton species, zooplankton, periphyton, and benthos were studied in selected surface waters that are experiencing increasing anthropogenic pressure. A list of phytoplankton species, zooplankton, periphyton, and benthos has been compiled, the characteristic features of their distribution are noted. The dominant phyto, zooplankton and periphyton species were also identified. Also indexes of Sladечek's saprobity were calculated and compared, and a general ecological assessment of reservoirs and watercourses was given. It was revealed that the studied surface waters of the Akmola and Karaganda regions belong to the 3rd class of water quality, mesotrophic,  $\beta$ -mesasaprobic in terms of the quality of water. For water bodies of the beta-mezasaprobic zone of the Akmola and Karaganda regions, coenotic communities of aquatic organisms differ in varying species composition, which does not depend on the same landscape and climatic conditions. The periphyton and benthic community in rivers has a tendency to higher rates of saprobity compared to other hydrobiont communities: the periphytonsaprobity indices and the Woodwiss index are higher than the phytoplankton saprobity indices.

*Keywords:* saprobity, hydrobionts, test objects, indicators, zooplankton, phytoplankton, periphyton, zoobenthos.

The ecological health of natural waters is determined by many factors, among which an important role is played by the composition of the aquatic community, which provides up to a certain level the possibility of a reservoir to self-sustain in it the purity of the aquatic environment. Organisms are interdependent both in species diversity and in their abundance, therefore, the change of one component of the biocenosis invariably leads to changes in the other. A change in the trophicity of the reservoir affects the ratio of all species. Since saprobity can characterize such abilities of hydrobionts as resistance to organic pollution, lack of oxygen, the presence of hydrogen sulfide compounds, the determination of saprobity indices by indicator species remains the most informative for assessing the quality of water bodies.

The purpose of this work was: to provide an environmental assessment of a number of reservoirs and watercourses of the Akmola and Karaganda regions in terms of hydrobionts.

### *Materials and research methods*

Study of phytoplankton and zooplankton samples. Establishment of the species status of organisms was carried out in the spring, summer and autumn months of 2017.

Water samples for the study of phytoplankton were taken by the Epstein's project network. The number of the sieve is No. 77. The preservation of the samples was carried out immediately after sampling by adding to them 40 % formalin. The concentration of the phytoplankton sample was carried out by the siltation method [1].

Periphyton from water bodies was studied by direct research by washing off various substrates from 3–4 sites of a water body, thickening and further fixation with formalin [1].

Zooplankton samples were taken quantitatively, the Jedi network is total, since most of the lakes under study are shallow, the depth of which does not exceed 3–4 m. Zooplankton sample was recorded with 40 % formalin.

The identification of algae and zooplankton was carried out using microscopy using an immersion objective 90 (2 mm) under magnification of 40 and 100 times on an *Olympus CX-31* microscope according to determinants of zooplankton [1]. Pictures of organisms were taken using the program *L-micro*.

Benthos samples were taken from several parts of the river or lake depending on the abundance of organisms. Animals were collected by a bottom grab at a depth of 1 meter and from the coast. Then washed soft soils (silt, sand, detritus) and water plants. Next, the animals were picked out of the bottom grab with tweezers and placed with a pair of tweezers in a jar with a retainer. A 4 % formalin solution was used as a fixing fluid. Identification of species was carried out using a magnifying glass [2].

The saprobity of reservoirs according to the composition of the species was determined by the method of Pantle and Bucca in the modification of V. Sladchek [3]. For this, a list of organisms of pollution indicators was used [4]. For indicator species of macrozoobenthos, the Woodwiss index was calculated [1].

The data on the species diversity of hydrobionts in the following reservoirs were analyzed: on the Nura, Sherubainura, Kara Kengir rivers, Samarkand and Kengir reservoirs, Korgalzhinskoe, Sholak, Yessey, Kokai, Sultankeldy and Balkash lakes. Phytoplankton algoflora is mainly represented by diatoms, green, blue-green algae (Table 1). Diatoms prevailed in most water bodies: the Nura River (65%), Lake Esey (72%), Lake Balkash (82%), the River Kara Kengir (58%), Lake Korgalzhinskoe (57%), Lake Kokai (50%), Sherubainura River (53%).

Green algae also made up a large group: the Nura River (30%), Lake Esey (22%), Lake Balkash (16%), the Kara Kengir River (33%), Lake Korgalzhinskoye (33%), the Sherubainura River (45%).

Blue-green algae were found in relatively large quantities in the rivers Kara Kengir (9%), Nura (10%), in the lakes Korgalzhinskoe (10%), Esey (6%).

Table 1

#### Dominant classes of phytoplankton in water bodies and streams, %

Algae	Nura River	Sherubainura River	Kara Karagir River	River Samarkand Reservoir	Kengir Reservoir	Lake Korgalzhinskoe	Lake Esey	Lake Kokai	Lake Balkash
Diatoms	65	53	58	+	–	57	72	50	82
Greens	30	45	33	–	49	33	22	–	16
Blue-green	10	–	9	–	–	10	6	–	–

According to the data of the RSE Kazhydromet, in 2017 the rivers and lakes of the Akmola and Karaganda oblasts mainly belong to the 3rd class water quality.

In summer, quantitative indicators of algal flora were determined: total abundance and total biomass, saprobity of the reservoir (Table 2). Pantle-Buck index of saprobity was calculated by the types of zooplankton, phytoplankton and periphyton.

The water bodies and watercourses had the highest primary productivity: the Sherubainura river (total number — 0.47 thousand tons/cm<sup>3</sup>, total biomass — 0.267 mg/dm<sup>3</sup>), the Nura river (total number — 0.38 thousand cells/cm<sup>3</sup>, total biomass — 0.278 mg/dm<sup>3</sup>). Relatively low productivity of phytoplankton differed water bodies: Lake Balkash (total number — 0.08 thousand c/cm<sup>3</sup>, total biomass — 0.049 mg/dm<sup>3</sup>), Kengir reservoir (total number 0.19 thousand c/cm<sup>3</sup> total biomass — 0.148 mg/dm<sup>3</sup>).

All studied surface waters were assigned to the  $\beta$ -mesosaprobic zone (Table 2). Thus, most rivers and lakes have a tendency to eutrophic water, and therefore have low self-purification potential. Despite the overall high productivity of algae in water bodies, the function of saprophytes appears to remain low, since sewage is discharged in most water bodies.

However, in terms of the total number of algal flora, the trophicity of the surface waters of the selected territories is mesotrophic, since it is in the range of 3.85–20 million c/l [5].

Table 2

#### Quantitative indicators of phytoplankton in water bodies and streams

Indicators	Nura River	Sherubainura River	Kara Karagir River	Samar-kand Reservoir	Kengir Reservoir	Lake Korgalzhinsky	Lake Yessey	Lake Kokai	Lake Balkash
The total number of algal flora (thous. c/cm <sup>3</sup> )	4.58	6.47	5.42	3.79	12.19	10.65	12.46	9.23	4.08
Total biomass mg/dm <sup>3</sup>	2.28	1.26	1.101	2.244	3.1	2.93	3.21	2.66	2.04
Saprobity Index	1.82	1.89	1.81	1.74	1.70	1.80	1.85	1.67	1.71

Periphyton was studied in spring, summer and autumn. In the studied conditions of the Nura River, periphyton diatoms dominated such as: *Cymatopleura*, *Nitzschia*, *Rhoicosphenia*, *Synedra*. Among green algae dominated: *Cosmarium*, *Pediastrum*, *Rhizoclonium*, among blue-green ones: *Gloeocapsa*, *Gomphosphaeria*, *Oscillatoria* (Table 3).

Table 3

## Periphyton types of water bodies and streams

Algae	River Nura	Sherubainura River	Sherubainura River Reservoir	Korgalzhinskoe lake	Yessey lake	Sultankeldy lake	Kokai lake
1	2	3	4	5	6	7	8
Diatoms							
<i>Cymatopleura</i> ((Brébisson) W.Smith	+				+		
<i>Nitzschia</i> (sp.)	+			+			
<i>Rhoicosphenia</i> (sp.)	+						
<i>Synedra</i> (sp.)	+						
<i>Cyclotellameneghiniana</i> (Kützing)		+					
<i>Meloziravarians</i> (C.Agardh)		+	+				
<i>Stephanodiscushantzschii</i> (in Cleve & Grunow)		+					
<i>Cymbellalanceolata</i> (C.Agardh)			+				+
<i>Nitzschiavermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst			+				
<i>Stephanodiscusastraea</i> (Kützing) Grunow			+				
<i>Amphora ovalis</i> (Amphora ovalis (Kützing))			+				
<i>Gyrosigmaacuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst)		+	+				
<i>Naviculagracilis</i> (Ehrenberg)			+				
<i>Nitzschiaacicularis</i> (Kützing) W.Smith			+				
<i>Caloneis</i> (sp.)				+			
<i>Gomphonema</i> (Bacillariophyta)				+			
<i>Navicula</i> (Bacillariophyta)				+			
<i>Cymatopleurasolea</i> (Brébisson&Godey)				+			
<i>Diatomavulgaris</i> (Bory)				+			
<i>Rhopalodiagibba</i> (Ehrenberg)				+			+
<i>Gomphonemaangustatum</i> (Kützing) Rabenhorst					+		
<i>Naviculacuspadata</i> (Kützing)					+		
<i>Staurastrumcommutatum</i> (Kützing) G.L. Rabenhorst					+		
<i>Cymbella</i> (C. Agardh)					+		
<i>Navicula</i> (Bacillariophyta),					+		
<i>Rhopalodiagibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller					+		
<i>Diatomaelongatum</i> (Lyngbye) Elmore						+	
<i>Naviculaviridula</i> (Grun.)						+	
<i>Stauroneisphoenicenteron</i> (Nitzsch)						+	
<i>Epithemiasorex</i> (Kützing)							+
<i>Rhoicospheniacurvata</i> (Kützing) Grunow							+
Green algae							
<i>Cosmarium</i> (sp.)	+			+	+		
<i>Pediastrum</i> (Meyen)	+		+	+			
<i>Rhizoclonium</i> (Rhizoclonium)	+						
<i>Closterium</i> (Closterium)		+		+			
<i>Scenedesmus</i> (sp.)		+	+	+	+		
Blue-green algae							
<i>Gloeocapsa</i> (sp.)	+			+			
<i>Gomphosphaeria</i> (Kützing)	+			+			
<i>Oscillatoria</i> (sp.)	+					+	
<i>Gloeocapsasanguinea</i> (C.Agardh) Kützing			+				
<i>Gomphosphaeriapusilla</i> (Van Goor) Komárek			+				
<i>Oscillatorialimnetica</i> (N.L. Gardner) Anagnostidis			+				
<i>Oscillatoriasubtilissima</i> (Kützing ex Forti)			+				
<i>Microcystis</i> (Kütz) Elenk. emend				+			
Euglenicalgae							
<i>Euglenaspirogyra</i> (Ehrenberg)			+				

Among the diatoms of periphyton, the Sherubainura River was dominated by such species as: *Cyclotella meneghiniana*, *Gyrosigma acuminatum*, *Melozira varians* and *Stephanodiscus hantzschii*. Of the representatives of green algae, the most common were the genera: *Closterium* and *Scenedesmus*.

In spring Samarkand reservoir was dominated by diatoms, represented by the following species of *Cymbella lanceolata*, *Melozira varians*, *Nitzschia vermicularis*, *Stephanodiscus astraea*. The following species were predominant in the diatoms; *Amphora ovalis*, *Cymbella lanceolata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula gracilis*, *Nitzschia acicularis*, from green: *Pediastrum* and *Scenedesmus*, among the blue-green algae dominated: *Gloeocapsa sanguinea*, *Gomphosphaeria pusilla*, *Oscillatoria limnetica* and *Oscillatoria subtilissima* *Oscillatoria subtilissima*, among the euglenes — *Euglena spirogyra*.

In the spring Korgalzhinskylake, algocenosis of fouling wore a diatom character and was represented by such genera as: *Caloneis*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*. In summer fouling dominated by diatoms: *Cymatopleura solea*, *Diatoma vulgare*, *Rhopalodia gibba*; among green: *Closterium*, *Cosmarium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*; among blue-greens: *Gloeocapsa*, *Gomphosphaeria* and *Microcystis*.

In the periphyton of Esei Lake, diatoms of the following species dominated in spring: *Gomphonema angustatum*, *Navicula cuspidata*, *Staurastrum commutatum*, *Cymatopleura*. Green algae were rare and were represented by the genera *Cosmarium* and *Scenedesmus*. The species composition of the autumn periphyton was rich in diatoms and was represented by such genera as: *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Navicula*, *Rhopalodia*.

In the spring, among the periphyton diatoms, Lake Sultankelda dominated: *Diatoma elongatum*, *Navicula viridula*, *Stauroneis phoenicenteron*. Green algae were absent. Of the blue-green algae, the genus *Oscillatoria* was of various species.

In May-June, Lake Coca was poor and was mainly represented by diatoms of such genera as: *Cymbella lanceolata*, *Epithemia sorex*, *Rhoicosphenia curvata* and *Rhopalodia gibba*. Green algae in the studied reservoir were very rare, blue-green algae were absent.

The index of saprobity of reservoirs by types of periphyton varied from 1.67 to 1.89. All of these species belonged to indicators of  $\beta$ -mezosaprobic zone contamination. Water quality is assessed by class 3 «moderately polluted» waters.

Zooplankton was studied in water samples from these lakes and rivers. On average, 3–4 samples of zooplankton dominated in each sample. The saprobity index for the studied species of zooplankton in water bodies and rivers was varied from 1.66 to 1.87, which is also located in the 3rd class interval «moderately polluted waters» (Table 4).

Table 4

**Dominant classes of zooplankton in ponds and streams**

Zooplankton	Nura River	Sherubainura River	Kara Karagir	Samarkand Reservoir	Kengir Reservoir	Lake Korgalzhinskoe	Lake Esey	Lake Kokai	Lake Balkash
Crustaceans, %	44	38	37	12	25	22.07	54	41	7
Rotifers, %	5	28	38	1	6	0.03	3	1	0.3
Copepods, %	51	34	25	87	69	77	43	58	92.7
Total number of thousands of copies/m <sup>3</sup>	3.33	2.08	2.81	4.61	4.89	3.02	4.38	4.53	5.17
Biomass, mg/m <sup>3</sup>	42.37	15.14	29.78	45.79	50.29	44.1	50.75	61.69	85.06
Saprobity index	1.83	1.85	1.87	1.66	1.73	1.72	1.67	1.66	1.75

The number of branching crustaceans in the Nura River was 44 %, in the Sherubainura River — 38 %, in the Kara Kengir River — 37 %, Samarkand Reservoir — 12 %, Kengir Reservoir — 25 %; and in the lakes: Korgalzhinskoe — 22.07 %, Yessey — 54 %, Kokai — 41 %, Balkash — 7 %.

The content of rotifers was in the rivers: Nura — 5 %, Sherubainura — 28 %, Kara Kengir — 38 %, and reservoirs: Samarkand — 1 % and Kengir — 6 % and in lakes: Korgalzhinskoye — 0.03 %, Yessey — 3 %, Kokay — 1 %, and Balkash — 0.3 %.

By the number of species, copepods prevailed in Lake Balkash — 92.7 %, then Samarkand reservoir — 87 %, Lake Korgalzhinskoe — 77 %, Kengir reservoir — 69 %, and in Kokai rivers — 58 %, Nura — 51 %, Yessey — 43 %, Sherubainura — 34 % and Kara Kengire — 25 %.

In terms of abundance and biomass, zooplankton prevailed in Lake Balkash (total number — 5.17 thousand specimens/m<sup>3</sup>, total biomass — 85.06 mg/m<sup>3</sup>) and Kengir reservoir (total number — 4.89 thousand specimens/m<sup>3</sup>, total biomass — 50.29 mg/m<sup>3</sup>).

Relatively low productivity of zooplankton was distinguished by water bodies: the Sherubainura River (total number — 2.08 thousand ind./m<sup>3</sup>, total biomass — 15.14 mg/m<sup>3</sup>) and the Kara Kengir River (total number — 2.81 thousand specimen/m<sup>3</sup>, total biomass — 29.78 mg/m<sup>3</sup>).

The species composition of the zoobenthos of the river Nury consisted of: from crustaceans — *Gammarus pulex*, from mollusks: *Planorbis complanata*, *Pl.contortus*, *Pl.planorbis*, *Sphaerium corneum*, *Valvata piscinalis*, *Lymnaea auricularia*, *Lymnaea ovata*, *Pisidium casertanum*, *Pisidium obtusale*, *Sphaerium corneum*, *Sphaerium solidum* and insect larvae: *Chaoborus sp.*, *Hydroporus sp.*, *Rhantus sp.*

The following representatives were present in the zoobenthos samples in the Samarkand reservoir: crustaceans — *Gammarus pulex*, *caddis-Stenophylax stellatus* and mollusks: *Lymnaea ovata*, *Pisidium obtusale*, *Sphaerium corneum*, *Sphaerium solidum* and *Unio pictorum* (Table 5).

In Lake Sholak, the zoobenthos is represented by mollusks, crustaceans and insect larvae. Among mollusks: *Anodonta cygnea*, *Pisidium pusillum*, *Planorbis planorbis* and *Planorbis spirorbis*, from crustaceans — *Gammarus pulex*, among the insect larvae the order *Diptera* (*Endochironomus tendens*, *Tipula sp.*) *Trichoptera* (*Hydropsyche sp.*, *Mollana sp.*, *Glyptotaelius punctatineatus*). During the autumn period, zoobenthos was represented only by mollusks (*Bivalvia* and *Gastropoda*): *Hippeutis (Planorbis) complanata*, *Margaritanamargaritifera*, *Pisidium casertanum*, *Sphaerium corneum*, *Lymnaea auricularia* and *Lymnaea stagnalis*.

In the zoobenthos of Lake Esey, various species of mollusks *Planorbis vortex*, *P. spirorbis*, *P. complanata*, *P. Planorbis*, *Lymnaea auricularia*, *L. ovata*, *L. stagnalis*, *L. truncatula*.

The zoobenthos of Lake Kokai was represented by gastropods: *Lymnaea auricularia*, *L.pereger*, *L. stagnalis*, *L. ovata*, *Planorbiscomplanata*, *P.vortex*.

All these indicator species of saprobity were within the  $\beta$ -mesosaprobic zone. The biotic index for Woodiwess was –5. Water quality corresponded to class 3 of «moderately polluted» waters.

Table 5

Types of zoo benthos ponds and streams

Zoo benthos	Nura River	Water reservoir Samarkand	Lake Sholak	Lake Esey	Kokai Lake
1	2	3	4	5	6
Crustaceans					
<i>Gammaruspulex (Linnaeus)</i>	+	+	+		
Shellfish					
<i>Planorbiscomplanata (Draparnaud)</i>	+		+	+	+
<i>Pl.contortus (Rudolphi)</i>	+				
<i>Pl.planorbis (Muller)</i>	+		+	+	
<i>Sphaeriumcorneum (Linnaeus)</i>	+	+			
<i>Valvatapiscinalis (Müller)</i>	+				
<i>Lymnaeaauricularia (Linnaeus)</i>	+		+	+	+
<i>Lymnaeaoovata (Draparnau)</i>	+	+		+	+
<i>L. pereger</i>					+
<i>Pisidiumcasertanum (Poli)</i>	+		+		
<i>Pisidiumobtusale (Lamarck)</i>	+	+			
<i>Sphaeriumsolidum (Normand)</i>	+	+			
<i>Uniopictorum (Linnaeus)</i>		+			
<i>Anodontacygnea (Linnaeus)</i>			+		
<i>Pisidiumpusillum(Jennyns)</i>			+		
<i>Planorbisspirorbis (Linnaeus)</i>			+	+	
<i>Lymnaeastagnalis (Linnaeus)</i>			+	+	+
<i>Sphaeriumcorneum (Linnaeus)</i>			+		
<i>Margaritanamargaritifera (Linnaeus)</i>			+		
<i>Planorbis vortex</i>				+	+
<i>L. truncatula</i>				+	



Continuation of Table 5

1	2	3	4	5	6
Insect larvae					
<i>Chaoborus</i> sp.	+				
<i>Hydropsyche</i> sp.	+				
<i>Rhantus</i> sp.	+				
<i>Corix</i> sp.	+				
<i>Tipula</i> sp.			+		
<i>Hydropsyche</i> sp.			+		
<i>Mollan</i> sp.			+		
Insects					
<i>Insecta</i>	+				
Leeches					
<i>Hirudinea</i>	+				
Caddisflies					
<i>Stenophylax stellatus</i> (Curtis)		+			

*Research results and discussion*

Based on the calculation of saprobity indices for different groups of hydrobionts (Table 6), we can conclude that all lakes and streams belong to selected areas in terms of water quality can be attributed to moderately saprobic ( $\beta$ -mesosaprobic), where the mineralization process is relatively active, and water bodies cope with organic pollution. However, if in the reservoirs and lakes the indices of saprobity are almost the same for both phytoplankton and zooplankton and periphyton, then in the rivers the periphyton community shows a higher saprobity than planktonic organisms:  $S_{ph} = 1.82$ ,  $S_c = 1.83$ ,  $S_p = 1.91$  (along the Nura River);  $S_{ph} = 1.89$ ,  $S_z = 1.85$ ,  $S_p = 2.02$  (along the Sherubainura River). A similar trend is also observed in the Samarkand reservoir:  $S_{ph} = 1.74$ ,  $S_c = 1.66$ ,  $S_p = 1.91$ . This observation suggests that periphyton organisms are more sensitive for determining saprobity in a pond.

In the rivers of benthic species, on the basis of the biotic Woodiwiss index, a higher saprobity was also revealed:  $I_b = 5$  in the Nura and Kengir rivers, which corresponds to the alpha mesosaprobic zone.

Thus, the saprobity of rivers is more accurately determined by the attached periphyton and benthic indicator species, while plankton is flowing, more provided with oxygen and lives in a less saprobic environment.

As the results of our work show, in each reservoir or watercourse the composition of species varies, despite the fact that the studied lakes and rivers are within the same landscape-climatic zone of the Akmola and Karaganda regions, and all of them are characterized as  $\beta$ -mesosaprobic. Thus, it is difficult to isolate specific cenotic communities of hydrobionts.

Table 6

**Indicators of hydrobionts of reservoirs and watercourses of Akmola and Karaganda regions**

The name of the river, reservoirs	Indicators of hydrobionts							
	Phytoplankton			Zooplankton			Perefiton	Zoo benthos
	The total number of algal flora (thous. cl/cm <sup>3</sup> )	Total biomass mg/dm <sup>3</sup>	Saprobity Index, $S_{ph}$	The total number of algal flora (thous. cl/cm <sup>3</sup> )	Total biomass mg/dm <sup>3</sup>	Saprobity Index, $S_z$	Saprobity Index, $S_p$	Biotic index, $I_b$
Nura River	0.38	0.278	1.82	3.33	42.37	1.83	1.91	5
Sherubainura River	0.47	0.267	1.89	2.08	15.14	1.85	2.02	–
Kara Karagir River	0.23	0.101	1.81	2.81	29.78	1.87	–	5
River Samarkand Reservoir	0.31	0.244	1.74	4.61	45.79	1.66	1.91	–
Kengir Reservoir	0.19	0.148	1.70	4.61	45.79	1.66	1.93	–
Lake Korgalzhinskoe	0.25	0.193	1.80	4.89	50.29	1.73	1.77	–
Lake Esey	0.264	0.21	1.85	3.02	44.1	1.72	–	–
Lake Kokai	0.232	0.166	1.67	4.38	50.75	1.67	1.66	–

### Conclusions

1. The studied surface waters of the Akmola and Karaganda regions of the Nura River, Sherubainura, Kara Kengir, Samarkand and Kengir reservoirs, Korgalzhinskoe, Esey, Kokai and Balkash lakes belong to the 3rd class of water quality, mesotrophic,  $\beta$ -mezasaprobic by water quality.

2. For water bodies of the  $\beta$ -mezasaprobic zone of the Akmola and Karaganda regions, coenotic communities of aquatic organisms differ in varying species composition, independent of the same landscape and climatic conditions.

3. The periphytonic and benthic community in rivers shows higher indices of saprobity compared with other aquatic communities.

### References

- 1 Федоров В.Д. Практическая гидробиология: пресноводные экосистемы: учеб. для студ. биол. спец. ун-тов / В.Д. Федоров, В.И. Капкова. — М.: ПИМ, 2006. — 367 с.
- 2 Федоров В.Д. Руководство по гидробиологическому контролю качества природных вод: учеб.-метод. пособие для полевых и лаб. исследований / В.Д. Федоров, В.И. Капкова. — М., 2000. — 119 с.
- 3 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2017 год. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kazhydromet.kz/ru/p/ekologia>
- 4 Баринаова С.С. Атлас водорослей — индикаторов сапробности / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева. — Владивосток: Дальнаука, 1996. — 364 с.
- 5 Деревенская О.Ю. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учеб.-метод. разр. по курсу «Гидробиология» / О.Ю. Деревенская. — Казань: КФУ, 2015. — 44 с.

Н.С. Мамытова, Л.Х. Акбаева, Д.В. Малашенков, Е.А. Тулегенов

### 2017 жылғы Ақмола және Қарағанды облыстарының су нысандарының гидробиологиялық көрсеткіштері

Ақмола мен Қарағанды облыстары аймағындағы Қорғалжын, Есей, Қоқай көлдерінде, Самарканд және Кенгір су қоймаларында, Нұра, Шерубайнұра, Қара Кенгір өзендерінде гидробиологиялық көрсеткіштер зерттелді. Өспелі антропогендік жүктемені өткеретін беткі суларда 2017 ж. бентос, перифитон, зоопланктон, фитопланктонның көрнекілік жиынтықтары анықталды. Перифитон, зоопланктон, фитопланктонның, сондай-ақ бентостың түрлерінің тізімі құрастырылған, олардың таралуының ерекшелігі белгіленген. Сонымен қатар фито-, зоопланктон мен перифитонның басымды түрі анықталып бөлінген. Сладечек сапромдық индексі салыстырылып, есептелді, су қоймалары мен су ағындарына жалпы экологиялық баға берілді. Ақмола мен Қарағанды облыстарының беткі суларының зерттеулері су сапасының 3 класына жатады, мезотрофты, су сапасы бойынша  $\beta$ -мезосапромдық. Ақмола мен Қарағанды облыстарының  $\beta$ -мезосапромдық зонаның сулы нысандары үшін гидробиоттардың ценодиналық жиынтығы климаттық және ландшафтық бірдей жағдайларға байланысты емес ауытқымалы көрнекілік құрамымен ерекшеленеді. Өзендердегі перифитон және бентосты жиынтық гидробиоттардың салыстырғанда сапромдығы жоғары қарқынына бейім келеді: перифитонның соққылық индексі және Вудивисс индексі фито- және зоопланктонның соққылық индекстеріне қарағанда жоғары.

*Кілт сөздер:* гидробиоттар, сапромдық, сынақ-нысандар, көрсеткіштер, зоопланктондар, фитопланктондар, перифитондар, зообентос.

Н.С. Мамытова, Л.Х. Акбаева, Д.В. Малашенков, Е.А. Тулегенов

### Гидробиологические показатели водоемов Ақмолинской и Карагандинской областей за 2017 год

На территории Ақмолинской и Карагандинской областей были изучены гидробиологические показатели в озерах Коргалжинское, Есей, Кокай, в водохранилищах Самарканд и Кенгир, в реках Нура, Шерубайнұра, Кара Кенгир. В выбранных поверхностных водах, которые испытывают возрастающую антропогенную нагрузку, в 2017 г. были изучены видовые сообщества фитопланктона, зоопланктона, перифитона, бентоса. Составлен перечень видов фитопланктона, зоопланктона, перифитона, также бентоса, отмечены характерные особенности их распределения. Также выделены доминирующие ви-

ды фито-, зоопланктона и перифитона. Также были вычислены и сопоставлены индексы сапробности Сладечека, и дана общая экологическая оценка водоемов и водотоков. Выявлено, что изученные поверхностные воды Акмолинской и Карагандинской областей относятся к 3 классу качества воды, мезотрофные, по качеству воды  $\beta$ -мезосапробные. Для водных объектов бета-мезосапробной зоны Акмолинской и Карагандинской областей ценогические сообщества гидробионтов отличаются варьирующим видовым составом, который не зависит от одинаковых ландшафтных и климатических условий. Перифитонное и бентосное сообщество в реках имеет тенденцию к более высоким показателям сапробности по сравнению с другими сообществами гидробионтов: индексы сапробности по перифитону и индекс Вудивисса выше, чем индексы сапробности по фито- и зоопланктону.

*Ключевые слова:* сапробность, гидробионты, тест-объекты, индикаторы, зоопланктон, фитопланктон, перифитон, зообентос.

## References

- 1 Fedorov, V.D., & Kapkova, V.I. (2006). *Prakticheskaja hidrobiologija: presnovodnye ekosistemy* [Practical hydrobiology. Freshwater ecosystems]. Moscow: PIM [in Russian].
- 2 Fedorov, V.D., & Kapkova, V.I. (2000). *Rukovodstvo po hidrobiologicheskomu kontroliu kachestva prirodnykh vod* [Guidance on the hydrobiological quality control of natural waters]. Moscow [in Russian].
- 3 *Informatsionnyi biulleten o sostoianii okruzhajushchei sredy Respubliki Kazakhstan za 2017 hod* [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan for 2017]. *kazhydromet.kz* Retrieved from <https://kazhydromet.kz/ru/p/ekologija> [in Russian].
- 4 Barinova, S.S., & Medvedeva, L.A. (1996). *Atlas vodoroslei — indikatorov saprobности* [Atlas of algal-indicator saprobity]. Vladivostok: Dalnauka [in Russian].
- 5 Derevenskaia, O.Yu. (2015). *Metody otsenki kachestva vod po hidrobiologicheskim pokazateliam* [Methods for assessing water quality by hydrobiological indicators]. Kazan: KFU [in Russian].

Н.А. Сапарбаева

*І. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университетінің  
биотехнология мәселелері ғылыми-зерттеу институты, Талдықорған, Қазақстан  
(E-mail: nurzik-sna@mail.ru)*

## **Жоңғар Алатауының солтүстік беткейіндегі тағамдық және пайдалы өсімдіктердің таралу ерекшеліктері**

Мақалада Жоңғар Алатауының солтүстік беткейіндегі тағамдық және пайдалы өсімдіктердің таралу ерекшеліктері қарастырылған. Автор жотадағы анағұрлым кең таралған және өсімдік түрлеріне бай тұқымдастар тоқталған: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae*, *Polygonaceae*, *Berberidaceae*, *Iridaceae*. Түр санына бай туыстар анықталған, олар: *Astragalus*, *Carex*, *Artemisia*. Жотадағы массивтері анағұрлым ірі көлемде кездесетін тағамдық өсімдіктердің басқа да пайдалы түрлеріне талдау жасалған. Азықтық өсімдіктердің басым бөлігін *Fabaceae* тұқымдасының төмендегідей туыстары құрайды: *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Vicia*. Азықтық өсімдіктердің ішінде *Asteraceae*, *Apiaceae* және тағы басқа тұқымдастар кең таралған. Жотада, жеміс-жидекті өсімдіктерден басқа, тамыры, жапырағы, сабағы және тұқымы жеуге жарамды бұталы және шөптесін өсімдік түрлері кездеседі, олар: *Polygonum coriarium* Grig., *Rheum wittrockii* Lundstr. Жоңғар Алатауында дәрілік өсімдіктердің 110 түрі кездеседі. Жота аумағында кездесетін *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae* тұқымдастырының барлық түрі бал беретін өсімдіктер, олар: *Salix kirilowiana* Stehgl., *Malus*, *Rosa plathiacantha*, *Hedysarum songoricum* Bong., *Polygonum*, *Lathyrus*. Техникалық өсімдіктердің басым бөлігі ортатаулы аймақтарда кең таралған.

*Кілт сөздер:* биологиялық алуантүрлілік, тұжырымдама, жойылып бара жатқан түр, ценопопуляция, жота, тағамдық өсімдік, Алтай, Солтүстік Тянь-Шань, таулы жүйе, тұқымдас.

### *Kipicne*

Табиғи қоршаған ортаға адамзаттың әсері жыл санап күрт өсуде. Осыған байланысты әлемдік қауымдастықтар биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың қажеттілігі туындап отырғанын айтуда.

Қазіргі кезде биологиялық алуантүрлілік туралы конвенция, әлемнің көптеген елдерінде, соның ішінде Қазақстанда биологиялық алуантүрлілікті сақтау жөнінде заңдар және ұлттық бағдарламалар жасалып, орындалуда [1]. Жер шарында биологиялық алуантүрлілікті сақтауда зерттеушілердің алдына қойған ғаламдық мақсаты оны жан-жақты зерттеуді міндеттейді. Әсіресе сирек және жойылып бара жатқан өсімдіктерді сақтап қалу және оларды жан-жақты зерттеу өзекті мәселе болып тұр. Түрдің биологиясын, популяциясының қазіргі жағдайын зерттеу, тіршілік ету ерекшелігін анықтау, сирек өсімдіктердің ценопопуляциясын қорғау жолдарын ұйымдастыру өзекті мәселе болып тұр. Сондықтан жекелеген аймақтарда кешенді зерттеу жұмыстарын жүргізу арқылы, қорғау шараларының бағыттарының моделін жасау қажет.

Қазақстандағы өсімдіктер әлемінің жалпы түр санының 84,5 %-ын шөптесін өсімдіктер, 15,3 %-ын бұталар мен жартылай бұталар, ал 1,2 %-ын ағаштар құрайды. Еліміздің далалы аймағында өсімдіктердің 2000-нан астам түрі өседі, олардың 175-і сирек кездесетін өсімдік түрлері. Шөлейтті, шөлді аймақтарда өсімдіктердің 2500–2800 түрі өседі, олардың да 210–215-і эндемикті өсімдік түрлері. Сондай-ақ еліміздің таулы алқаптарында өсетін өсімдіктердің 3400–3600 түрінің 540–570 түрі де сирек кездесетін өсімдіктер болып табылады [2]. Сирек кездесетін және эндемикті өсімдіктер кең таралған аймақтарға еліміздің Оңтүстігі және Оңтүстік-Шығыс бөлігі болып табылады. Сондай пайдалы өсімдіктердің, соның ішінде дәрілік өсімдіктердің кең таралған аймақтарына Жоңғар Алатауын жатқызуға болады.

*Зерттеу мақсаты:* Жоңғар Алатауындағы пайдалы өсімдіктердің таралуын, экологиясын және алуантүрлілігін зерттеу.

### *Негізгі бөлім*

*Зерттеу әдістері:* Жалпы қабылданған ресурстық және геобоникалық әдіс-тәсілдер [3, 4]. Ресурстық жұмыстар маршруттық-рекогностикалық зерттеулер арқылы жүзеге асырылды.

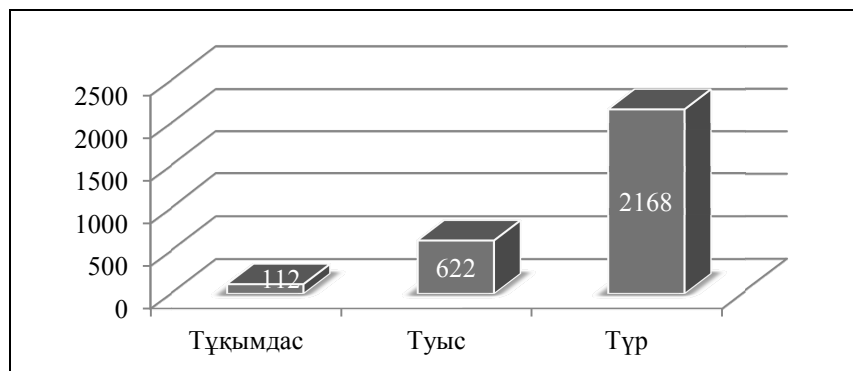
Жоңғар Алатауы ендік бағытта созылған орташа таулы өлке. Жота үштік дәуірдің соңында және төрттік дәуірдің алғашқы кезеңдерінде көптеген тау жоталарының құрылуынан пайда болған. Өңірде күрделі тау жоталары, тауаралық қазаншұңқыр және аласа таулар кіреді. Жотаның биіктігі (2000–2500 м) орта таулар. Тауаралық қазаншұңқырлардың биіктігі 600–1000 м. Жота — кембрий-силур, силур-девон дәуірлерінің тау жыныстарынан құрылған. Жер бедері қатпарлы тау жыныстарынан және палеозой және мезозойға дейін жалғасқан. Үштік дәуір мен төрттік дәуір аралығында үстіртті жоталар қалыптасқан [5]. Жотада тектоникалық және экзогендік процестердің әсерінен төмендегідей жер бедері пайда болды:

- 1) биік таулы альпілік, тік беткей;
- 2) биік таулы тегіс-үстіртті таулы өлке;
- 3) орта таулы эрозиялы;
- 4) аласа таулы-алқапты, алқапты-аласа таулы, эрозиялы;
- 5) тауалды эрозиялы;
- 6) тауалды аккумулятивті-эрозиялы;
- 7) тауаралық аккумулятивті, аккумулятивті-эрозиялық, тектоникалық ойпаңдар;
- 8) тауалды аккумулятивті-эрозиялы жазықтар;
- 9) тау етегіндегі аккумулятивті жазықтар.

Жоңғар Алатауының ауа райы континентті. Суық қаңтар айының температурасы  $-16...-20^{\circ}\text{C}$ , ал жылы шілдеде температура  $+18...+20^{\circ}\text{C}$  төмен жерде, ал жоғары 2000 м биікте  $-7...-13^{\circ}\text{C}$ . Төмен жерде бір жылдық жауын-шашын мөлшері 400–500 мм, ал жотадағы мөлшері 1000 мм. Аймақтағы құрғақшылық Оңтүстіктегі Орталық Азия шөлейтінің әсерінен тауаралық қазаншұңқырда құрғақ жауын-шашын мөлшері 140 мм. Жотаның ішкі және сыртқы беткейіндегі жылдық жауын-шашын мөлшері 140–1000 мм. Жауын-шашын мөлшері ең көп түсетін мезгіл: шілде-тамыз айлары, ал ең аз түсетін мезгіл — жаз.

Жотаның топырақ жамылғысы өзінің алуантүрлілігімен ерекшеленеді [6]. Жоңғар Алатауы — жоғары сатыдағы пайдалы өсімдіктердің алуантүрлілігімен ерекшеленетін таулы аймақ. Жоңғар Алатауының өсімдіктер жамылғысы басқа таулы аймақтармен салыстырғанда (Алтай, Солтүстік Тянь-Шань) флорасының байлығымен және түрлер санының көптігімен ерекшеленеді.

Н.И. Рубцовтың [7] деректері бойынша, Жоңғар Алатауында 112 тұқымдас, 622 туысқа қарасты жоғары сатыдағы өсімдіктердің 2168 түрі кездеседі (сур. кара).



Сурет. Жоңғар Алатауындағы өсімдік түрлерінің систематикалық топтарға бөлінуі

Жоңғар Алатауының өсімдіктер жамылғысы түр құрамы жағынан Алтай, Солтүстік Тянь-Шань және Монғолия флорасына ұқсас. Жотада кездесетін өсімдіктердің басым бөлігі және онда таралған тұқымдастар Алтай, Солтүстік Тянь-Шань таулы жүйесінде де кездеседі. Мысалы: *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Lamiaceae* және т.б. тұқымдастар [7].

Жотада кездесетін ең ірі тұқымдастар: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae*, *Polygonaceae*, *Berberidaceae*, *Iridaceae* және т.б. Жотада кең таралған тұқымдастар төмендегі кестеде көрсетілген (кестені қара).

## Жоңғар Алатауындағы кең таралған тұқымдастар

Тұқымдастар	Түрлер саны	Туыс саны
<i>Asteraceae</i>	339	84
<i>Poaceae</i>	214	58
<i>Fabaceae</i>	182	21
<i>Brassicaceae</i>	133	58
<i>Rosaceae</i>	107	26
<i>Caryophyllaceae</i>	95	23
<i>Lamiaceae</i>	90	29
<i>Ranunculaceae</i>	79	25
<i>Scrophulariaceae</i>	78	12
<i>Cyperaceae</i>	65	10
<i>Apiaceae</i>	63	33
<i>Boraginaceae</i>	59	23
<i>Chenopodiaceae</i>	57	23
<i>Liliaceae</i>	55	11
<i>Polygonaceae</i>	39	8
Қалған тұқымдастар	513	176

Анағұрлым түр санына бай туыстар: *Astragalus*, *Carex*, *Artemisia* және т.б.

Жоңғар Алатауы — пайдалы өсімдіктерге өте бай өңір. Жұмыста олардың ішінде кең таралған және массивтері анағұрлым ірі көлемде кездесетін тағамдық, дiрiлiк, әсемдiк, бал беретiн, техникалық және азықтық өсімдік түрлеріне сипаттама берілген.

*Азықтық өсімдіктер.* Азықтық өсімдіктердің басым бөлігін мал жайылымдықтарда өсетін жайылымдық өсімдіктер құрайды [8]. Жайылымдық жерлер Жоңғар Алатауында биік таулы аймақтарда орналасқан. Жайылымдықтың басым бөлігін кең таралған шалғындық және далалық өсімдіктер құрайды. Олардың басым бөлігі астықтұқымдастарына (*Poaceae*) тиесілі. Олардың ішінде кең таралған түрлер: *Kobresia capilliformis* Ivanova, *Carex stenocarpa* Turcz. et V. Krecz., *Carex melanantha* C.A. Mey., *Poa alpina* L., *Phleum alpinum* L., *Festuca valesiaca* Gaudin., *Festuca kryloviana* Reverd., *Polygonum nitens* (Fisch. et Mey.) V. Petrakov ex Kot., *Dactylis glomerata* L., *Alopecurus pratensis* L., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., *Elymus tianschanisenus* Czer., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert., *Elytrigia repens* (L.) Nevski.

Азықтық өсімдіктердің басым бөлігін *Fabaceae* тұқымдасының төмендегідей туыстары құрайды: *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Vicia*, *Lathyrus*. Азықтық өсімдіктердің ішінде *Asteraceae*, *Apiaceae* және т.б. тұқымдастар кең таралған.

*Тағамдық өсімдіктер.* Жоңғар Алатауы пайдалы өсімдіктердің ішінде әсіресе жеміс-жидекті өсімдіктерге өте бай өңір. Мысалы: *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. *Malus kirghisorum* Al. et An. Theod., *Berberis sphaerocarpa* Kar. et Kir. *Crataegus songarica* C. Koch., *Crataegus korolkowii* L. Henry., *Cerasus tianschanica* Pojark., *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L., *Fragaria vesca* L., *Ribes meyeri* Maxim., *Padus avium* Mill., *Rosa alberti* Regel., *Rosa beggeriana* Schrenk. және т.б.

Жотада, жеміс-жидекті өсімдіктерден басқа, тамыры, жапырағы, сабағы және тұқымы жеуге жарамды бұталы және шөптесін өсімдік түрлері көп кездеседі. Олар: *Polygonum coriarium* Grig., *Rheum wittrockii* Lundstr. [9].

*Дәрілік өсімдіктер.* Жоңғар Алатауында дәрілік өсімдіктердің 110 түрі кездеседі [10]. Төменде олардың ішінде кең таралған және массивтері анағұрлым ірі көлемде кездесетін түрлері қарастырылған: *Aconitum leucostomum* Worosch., *Aconitum soongaricum* Stapf., *Crataegus korolkowii*, *Polygonum nitens*, *Polygonum aviculare* L., *Inula macrophylla* Kar. et Kir., *Origanum vulgare* L., *Rhamnus cathartica* L., *Hypericum perforatum* L., *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Chamerion angustifolium* (L.) Holub., *Urtica dioica* L., *Tussilago farfara* L., *Juniperus pseudosabina* Fisch. et Mey., *Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. et Schult., *Rhaponticum carthamoides* (Wild.), *Leonurus turkestanicus* V. Krecz. et Kuprian., *Rheum wittrockii*, *Onopordum acanthium* L., *Rosa albertii*, *Ephedra equisetina* Bunge.

*Әсемдiк өсімдіктер.* Жоңғар Алатауы әсемдiк өсімдіктерге бай өңір. Олардың тiршiлiк формалары да әртүрлi. Ағашты өсімдіктерден төмендегідей түрлер кездеседі: *Picea schrenkiana*,

*Crataegus*, *Malus seeversii*. Бұталы өсімдіктерден кездесетін түрлер: *Euonymus semenovii* Regel et Herd., *Cerasus tianschanica*, *Lonicera*, *Juniperus*, *Padus*, *Rosa platyacantha* Schrenk., *Ephedra equisetina*. Шөптесін өсімдік түрлері: *Tulipa kolpakowskiana* Regel., *Iris*, *Crocus alatavicus* Regel et Semen. Сондай-ақ, жергілікті халық жиі жұлатын өсімдік түрлері: *Gentiana grandiflora* L., *Lilium martagon* L., *Aguilegia* L., *Paeonia anomala*, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Eremostachis speciosa* Rupr., *Viola altaica* Ker-Gawl., *Schmalhausenia nidulans* (Regel.) Petrak.

*Омарталық өсімдіктер*. Жота аумағында кездесетін *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae* тұқымдастырының барлық түрі бал беретін өсімдіктер, олар: *Salix kirilowiana* Stehegl., *Malus*, *Rosa plathiacantha*, *Hedysarum songoricum* Bong., *Polygonum*, *Origanum vulgare*, *Cichorium intybus* L. [11].

*Техникалық өсімдіктер*. Аймақта өсетін төмендегідей техникалық өсімдіктерді кездестіруге болады: *Picea schrenkiana*, *Berberis*, *Polygonum coriarium*, *Thymus marschallianus* Willd., *Urtica dioica* L. Техникалық өсімдіктердің басым бөлігі Жоңғар Алатауының ортатаулы аймағында кең таралған.

Шалғындардың басым бөлігі алуантүрлі шөптесін өсімдік түрлерінен тұрады: *Phlomis oreophila*, *Geranium saxatile*, *Ziziphora clinopodioides*, *Sedum hybridum*, *Thymus serpyllum*, *Scabiosa alpestris*. Сондай-ақ жайылымдардың негізін құрайтын астық тұқымдасының өкілі: *Elymus schrenkianus* құрайды. *Elymus* туысы құрғақ және тастақты жерлергеде өсуге бейімделген көпжылдық шөптесін өсімдік.

Жоңғар Алатауында пайдалы өсімдіктердің таралуы және жотаның географиялық орналасуына қарай, биіктік белдеулері және табиғат зоналарына тікелей байланысты.

Жотаның өсімдіктер жамылғысына бай бөлігі — таудың төменгі бөлігі және ортатаулы аймақтары. Бұл аймақтарда жоғары сатыдағы өсімдіктердің 730-ға жуық түрі кездеседі. Жотаның бұл биіктік белдеуі өсімдіктер жамылғысына өте бай. Ал төменгі белдеуде өсімдік түрлерінің саны біртіндеп азаяды. Оған себеп, жотаның төменгі белдеудеуінде жауын-шашын мөлшерінің аз түсуі, климаттың өте континенталды болып келуі әсер етеді. Аймақтың аласа таулы, тауалды жазықтарында жауын-шашын мөлшері өте аз түсетіндіктен, бұл белдеу өсімдіктер жамылғысы құрамының өте кедейлігімен ерекшеленеді. Бұл биіктік белдеуі шөл зонасында орналасқан.

#### Қорытынды

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Жоңғар Алатауында жоғары сатыдағы өсімдіктердің 112 тұқымдас 622 туысқа қарасты 2168 түрі кездеседі.

Жотада таралған пайдалы өсімдіктердің басым бөлігі (500 түрден астамы) қос жарнақты өсімдіктердің үлесіне тиесілі, ал дара жарнақты өсімдіктерден 7 түр ғана кездеседі.

Анағұрлым кең таралған өсімдік түрлері: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae*, *Polygonaceae*, *Berberidaceae*, *Iridaceae* және т.б. тұқымдастарының өкілдері.

Зерттеу нәтижесінде анағұрлым түр санына бай туыстар анықталды: *Astragalus*, *Carex*, *Artemisia*.

Жоңғар Алатауында кең таралған және массивтері анағұрлым ірі көлемде кездесетін азықтық өсімдіктер, тағамдық, дәрілік, әсемдік, омарталық, техникалық және т.б. пайдалы өсімдік түрлеріне талдау жасалынды.

Жотада азықтық өсімдіктерге бай төмендегідей тұқымдастар анықталды: *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*.

Жотада дәрілік өсімдіктердің 110 түрі кездесетіндігі анықталды.

Жоңғар Алатауында декоративті өсімдіктердің әртүрлі тіршілік формадағы (ағашты, бұталы, шөптесін) түрлері кездесетіндігі анықталды.

Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae* тұқымдастырының барлық түрі бал беретін өсімдіктер екендігі анықталды.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Байтулин И.О. Актуальные проблемы ботаники в Казахстане / И.О. Байтулин // Ботаническая наука на службе устойчивого развития стран Центральной Азии: материалы Междунар. науч. конф. — Алматы: Print, 2003. — С. 7–12.
- 2 Кукенов М.К. Ботаническое ресурсосведение Казахстана / М.К. Кукенов. — Алматы: Ғылым, 1999. — 176 с.
- 3 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 1–9 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956–1966.

- 4 Иллюстрированный определитель растений Казахстана: в 2-х т. — Т. 1, 2. / В.П. Голосков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1969 — 1972. — 664 с.
- 5 Джаналиева К.М. Физическая география Республики Казахстан / К.М. Джаналиева, Т.И. Будникова, Е.Н. Виселов, К.К. Давлеткалиева, И.И. Давлятшин, М.Ж. Жапбасбаев, А.А. Науменко, В.Н. Уваров. — Алматы: Изд-во АН КазССР, 1998. — 266 с.
- 6 Соколов С.И. Почвы Алма-Атинской области / С.И. Соколов, И.А. Ассинг, А.Б. Курмангалиев, С.К. Серпиков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1962. — 424 с.
- 7 Голоскоков В.П. Флора Джунгарского Алатау / В.П. Голоскоков. — Алма-Ата: Наука, 1984. — 290 с.
- 8 Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений Казахстана. — Алматы: Наука, 1994. — С. 48, 49.
- 9 Кукунов М.К. Ресурсы официальных и перспективных лекарственных растений Юго-Востока Казахстана: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / М.К. Кукунов. — Ташкент: ФАН, 1989. — 47 с.
- 10 Руководство по работе с лекарственными растениями. — Алматы: Наука, 1999. — С. 164–167.
- 11 Глухов М.М. Важнейшие медоносные растения и способы их разведения. — М.: Изд-во АН СССР, 1937. — 520 с.

Н.А. Сапарбаева

### Полезные и пищевые растения северного макросклона хребта Джунгарского Алатау

В статье приведены данные о распространении пищевых и полезных растений северного макросклона хребта Джунгарского Алатау. Наиболее крупными семействами являются *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Barssicaeae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Chenopodiceae*, *Polygonaceae*, *Berberidaceae*, *Iridaceae* и т.д. Наибольшее количество видов имеет род *Astragalus*, затем *Carex*, на третьем месте род *Artemisia* и т.д. Отмечены наиболее значимые виды с большим обилием и продуктивностью. Из семейства *Fabaceae* основными представителями кормовых растений являются виды рода *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Vicia*, а также представители семейств *Asteraceae*, *Apiaceae* и др. Из плодово-ягодных имеются травы со съедобными семенами, стеблями, корнями и листьями, среди них: *Polygonum coriarium* Grig., *Rheum wittrockii* Lundstr. В хребте произрастает около 110 видов лекарственных растений. Почти все виды семейств *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae* являются медоносами, это: *Salix kirilowiana* Stechgl., *Malus*, *Rosa plathiacantha*, *Hedysarum songoricum* Bong. *Polygonum*, *Origanum vulgare*, *Cichorium intybus* L. Технические растения распространены в высокогорной зоне хребта *Picea schrenkiana*, *Berberis*, *Polygonum coriarium*.

*Ключевые слова:* биологическое разнообразие, конвенция, исчезающие виды, ценопопуляция, хребет, пищевые растения, Алтай, Северный Тянь-Шань, горная система, семейства.

N.A. Saparbaeva

### Useful and food plants of the northern macrosclone of the Jungar Alatau ridge

The article presents data on the distribution of food and useful plants of the northern macroslope of the Dzungarian Alatau ridge. The largest families are *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Barssicaeae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Chenopodiceae*, *Polygonaceae*, *Berberidaceae*, *Iridaceae* etc. The largest number of species is of the genus *Astragalus*, followed by the genus *Carex*, in the third place the genus *Artemisia* etc. The most significant species with great abundance and productivity are noted. From the *Fabaceae* family, the main representatives of forage plants are species of the genus *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Vicia*, as well as representatives of the *Asteraceae*, *Apiaceae*, etc. families. There are herbs with edible seeds, stems, roots and leaves from the fruit trees. Among them: *Polygonum coriarium* Grig., *Rheum wittrockii* Lundstr. In the ridge grows about 110 species of medicinal plants. Almost all species of the families *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae* are honey plants. Among them: *Salix kirilowiana* Stechgl., *Malus*, *Rosa plathiacantha*, *Hedysarum songoricum* Bong. *Polygonum*, *Origanum vulgare*, *Cichorium intybus* L. Technical plants are common in the highland zone of the ridge *Picea schrenkiana*, *Berberis*, *Polygonum coriarium*.

*Keywords:* biological diversity, convention, endangered species, coenopopulation, ridge, food plants, Altai, Northern Tien Shan, mountain system, family.



## References

- 1 Baitulin, I.O. (2003). Aktualnye problemy botaniki v Kazakhstane [Actual problems of botany in Kazakhstan]. Proceedings from Botanical Science in the Service of Sustainable Development of the Countries of Central Asia: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — Proceedings of the international scientific conference*. Almaty: Print [in Russian].
- 2 Kukenov, M.K. (1999). *Botanicheskoe resursovedenie Kazakhstana [Botanical Resource Studies of Kazakhstan]*. Almaty: Hylym [in Russian].
- 3 Pavlov, N.V. (Eds.). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1956–1966). (Vols. 1–9). Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 4 Goloskokov, V.P. (Eds.). (1969–1972). *Illustrirovannyi opredelitel rastenii Kazakhstana [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan]*. (Vols. 1–2). Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 5 Dzhanalieva, K.M., Budnikova, T.I., Viselov, E.N., Davletkalieva, K.K., Davliatshin, I.I., & Zhapbasbaev, M.Zh. et al. (1998). *Fizicheskaiia heohrafiia Respubliki Kazakhstan [Physical geography of the Republic of Kazakhstan]*. Almaty: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 6 Sokolov, S.I., Assing, I.A., Kurmangaliev, A.B., & Serpikov, S.K. (1962). *Pochvy Alma-Atinskoi oblasti [Soils of the Alma-Ata region]*. Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 7 Goloskokov, V.P. (1984). *Flora Dzhunharskoho Alatau [Flora of Dzhungar Alatau]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 8 *Atlas arealov i resursov lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [Atlas of areas and resources of medicinal plants of Kazakhstan]*. (1994). Almaty: Nauka [in Russian].
- 9 Kukenov, M.K. (1989). Resursy ofitsinalnykh i perspektivnykh lekarstvennykh rastenii Yuho-vostoka Kazakhstana [Resources official and promising medicinal plants in the south-east of Kazakhstan]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Tashkent: FAN [in Russian].
- 10 *Rukovodstvo po rabote s lekarstvennymi rasteniiami [Guide to working with medicinal plants]* (1999). Almaty: Nauka [in Russian].
- 11 Glukhov, M.M. (1937). *Vazhneishie medonosnye rasteniia i sposoby ikh razvedeniia [The most important honey plants and their breeding methods]*. Moscow: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR [in Russian].

Р.М. Уалиева

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Казахстан  
(E-mail: ualiewa\_rimma@mail.ru)

## Функциональная роль желточников и тельца Мелиса трематоды *Parastrigea robusta*

В статье отражены гистологические и электронно-микроскопические особенности структурной и функциональной организации отделов женской половой системы (желточников и тельца Мелиса) трематоды *Parastrigea robusta*, участвующих в формировании скорлупы яиц. Установлено, что процесс образования скорлупы яиц связан с морфофункциональными особенностями желточников и железы Мелиса. Функционально желточные гранулы готовы и содержат скорлуповый материал в зрелом виде (белки предшественники — недубленые белки). Желточные гранулы в оотипе или проксимальном отделе матки высвобождают белки для дубления под действием агентов. Тельце Мелиса трематоды *Parastrigea robusta* — многофункциональный орган, обеспечивающий активацию процесса высвобождения скорлупового материала из желточных клеток; формирование резистентной яйцевой оболочки в результате наслаивания на нее скорлупового материала; облегчение процесса перемещения яиц по петлям матки за счет «мукозных» веществ, выделяющихся клетками второго типа. Таким образом, желточные фолликулы и тельце Мелиса трематоды *Parastrigea robusta* представляют единый функциональный блок, который обеспечивает образование резистентной скорлупы яиц. В данном процессе одну из ключевых ролей играет железа Мелиса, желточники поставляют скорлуповый материал. Полученные данные по микроморфологии, ультраструктуре желточников и тельца Мелиса трематоды *Parastrigea robusta* значительно пополняют знания по особенностям процесса образования резистентной скорлупы яиц.

*Ключевые слова:* гельминты, трематоды, женская репродуктивная система, желточники, желточные клетки, тельце Мелиса.

### Введение

Эволюционным механизмом, обеспечивающим сохранение вида при развитии со сменой хозяев, является закон «большого числа половых продуктов» — яиц [1]. Большая половая продуктивность гельминтов увеличивает шансы завершить жизненный цикл до маритной стадии, тем самым обеспечивая появление следующего поколения. И как следствие, паразитические организмы, в частности, представители класса Trematoda, имеют функционально развитую гермафродитную половую систему.

Процесс формирования и стабилизации скорлуповой оболочки, несмотря на многочисленные исследования, до конца не выяснен. Ученые приходят к разным умозаключениям по функционированию желточников и тельца Мелиса как главных структурных компонентов, участвующих в формировании скорлупы яиц [2].

Для исследования выбрана трематода *Parastrigea robusta*, относящаяся к трематодам с дифференцированным телом. Трематоды с дифференцированным телом считаются эволюционно продвинутой группой [3], поэтому изучение строения железы Мелиса и желточников у данного вида представляет собой научный интерес. В результате проведенного исследования определены и детализированы функциональные роли желточников и железы Мелиса трематоды *Parastrigea robusta*.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования является трематода *Parastrigea robusta* (Szidat, 1928), относящаяся к подотряду Strigeata (La Rue, 1926), семейству Strigeidae (Railliet, 1919) из пищеварительной системы (кишечника) Красноголовой чернети (*Aythya ferina*).

Фиксирующие смеси и режим фиксации были выбраны в зависимости от целей исследования. Для гистологического исследования в качестве фиксирующего материала использована жидкость Бузна. Работа с материалом исследования началась с помещения трематод в биопсийные кассеты, после чего объект исследования прошел стадию отмывки от фиксирующей жидкости в 70 % спирте в течение 1-го дня.

Проводка материала осуществлялась с помощью гистопроцессора Medite TPC-15 (Medite, Германия), где исследуемый материал прошел стадии обезвоживания и парафинирования тканей по программе Standart 1.

Обезвоженный и пропитанный парафином материал был залит в парафиновые блоки. Тонкие срезы толщиной 5–7 микрон получали с помощью ротационного микротомата. Окрас полученных срезов осуществлялся гематоксилин-эозином по методу Эрлиха [4].

Полученные гистологические микропрепараты рассмотрены на световом микроскопе Keyence VZ-9000 (Keyence, Япония) с дальнейшим фотографированием срезов на разных увеличениях.

Для электронно-микроскопического исследования собранный гельминтологический материал был зафиксирован в забуференном 0,1М какодилатным буфером (pH 7,4) 3 % растворе глутарового альдегида, после чего постфиксирован в 1 % растворе четырехоксида осмия (на 0,1М какодилатном буфере). Материал дегидратировали уранилацетатом в 70° спирте. В качестве заливочной среды использовали смолы аралдит и эпон 812. Ультратонкие срезы толщиной 60–100 нм готовили стекланным ножом на ультрамикротоме «Ultratome III» (ЛКВ, Швеция). Срезы контрастировали цитратом свинца по E. Reynolds [5]. Полученные препараты просматривали и фотографировали на электронном микроскопе «JEM-100 CXII» («JEOL», Япония).

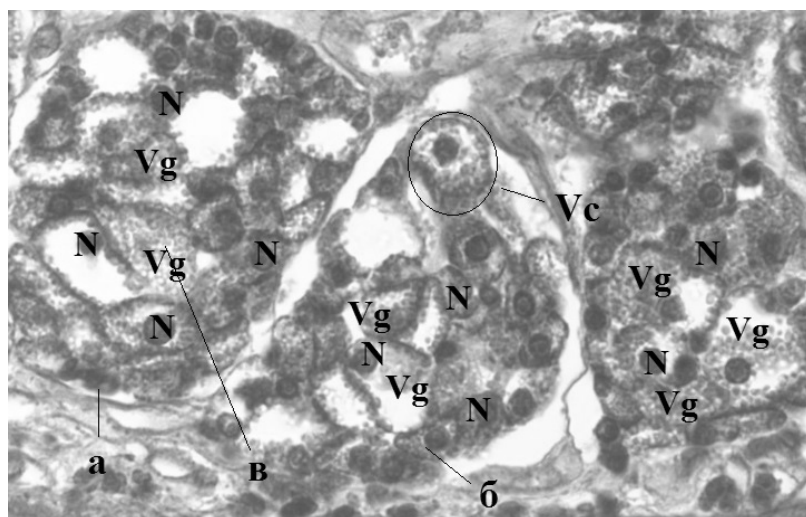
#### Результаты исследования и их обсуждение

##### Желточники *Parastrigea robusta*

**Микроморфология.** Желточные фолликулы *Parastrigea robusta* расположены в переднем и заднем отделах трематоды. Диаметр желточного фолликула составляет 56,6–93,3×66,6–83,3 мкм (рис. 1).

В желточном фолликуле содержатся желточные клетки на разных стадиях развития (рис. 1). Незрелые желточные клетки характеризуются несильной структурной клеточной дифференциацией, содержат крупное ядро, занимающее основную часть клетки и окрашиваемое гематоксилин-эозином в темно-фиолетовый цвет. Цитоплазма после окраски приобретает светло-розовый оттенок. По мере накопления скорлупового материала в желточных клетках уменьшается базофилия цитоплазмы.

При созревании желточных клеток размер ядра не меняется, рост клетки происходит в результате увеличения объема цитоплазмы с расположенными в ней желточными гранулами. У зрелых желточных клеток все пространство, за исключением ядра, занимает скорлуповый материал. Диаметр зрелых клеток составляет 18,6–23,3 мкм, из них 4,5–4,7 мкм занимает ядро. При окрашивании красителем гематоксилин-эозином по Эрлиху скорлуповые гранулы не прокрашиваются и на фотографиях принимают светло-желтый оттенок (рис. 1).

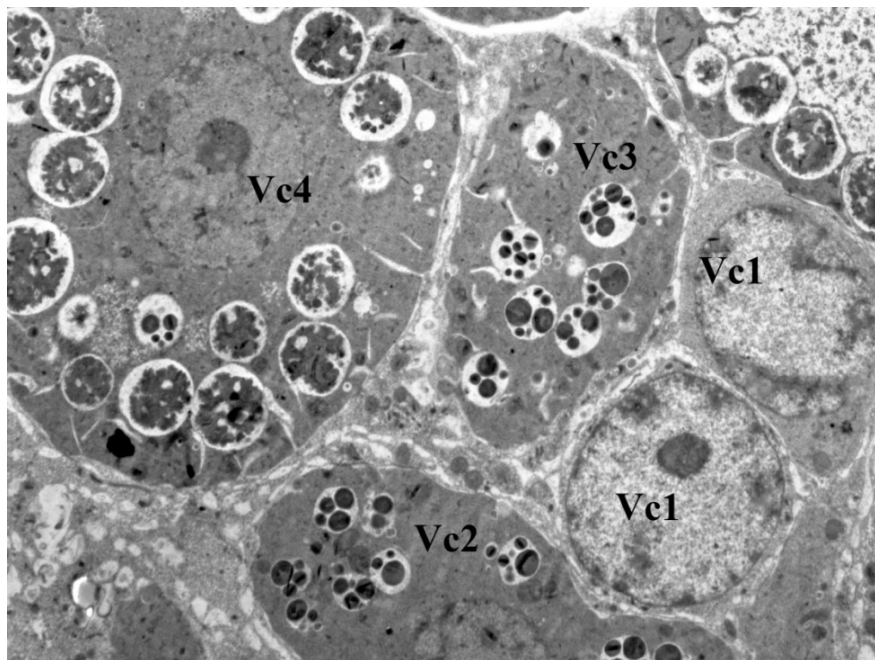


Vc — желточная клетка; Vg — скорлуповые глобулы; N — ядро; a — незрелые; б — развивающиеся; в — зрелые желточные клетки

Рисунок 1. Желточные фолликулы *Parastrigea robusta* (×600)

*Ультраструктура.* Желточные клетки, составляющие фолликулы, обособлены за счет тонких отростков близ расположенной паренхиматозной ткани. В результате созревания клетки претерпевают структурные и морфологические изменения.

Наши исследования показали, что желточные клетки в процессе созревания проходят 4 стадии развития (рис. 2).



Vc1 — желточная клетка 1-й стадии развития; Vc2 — желточная клетка 2-й стадии развития; Vc3 — желточная клетка 3-й стадии развития; Vc4 — желточная клетка 4-й стадии развития

Рисунок 2. Участок желточного фолликула *Parastrigea robusta* (×8000)

Клетки 1-й стадии представлены наименьшими размерами по сравнению с клетками последующих стадий дифференциации. Большую часть объема клетки занимает ядерный аппарат. На этой стадии хроматин находится в конденсированном состоянии, т.е. представлен гетерохроматином, локализующимся, главным образом, по периферии ядра. В цитоплазме содержится большое количество свободных рибосом и полисом, встречаются небольшие участки гранулярной эндоплазматической сети, некоторое количество митохондрий. На данной стадии созревания желточных клеток не происходит синтеза скорлупового материала, т.е. клетка находится в неактивном состоянии.

Вторая стадия дифференциации характеризуется заметными перестройками в клетке: количество эухроматина в ядрах увеличивается, у большей части желточных клеток фолликула участки с эу- и гетерохроматином находятся, практически, в равном соотношении, это говорит об активации синтетических процессов. В клетках этой стадии уже заметны единичные скорлуповые гранулы.

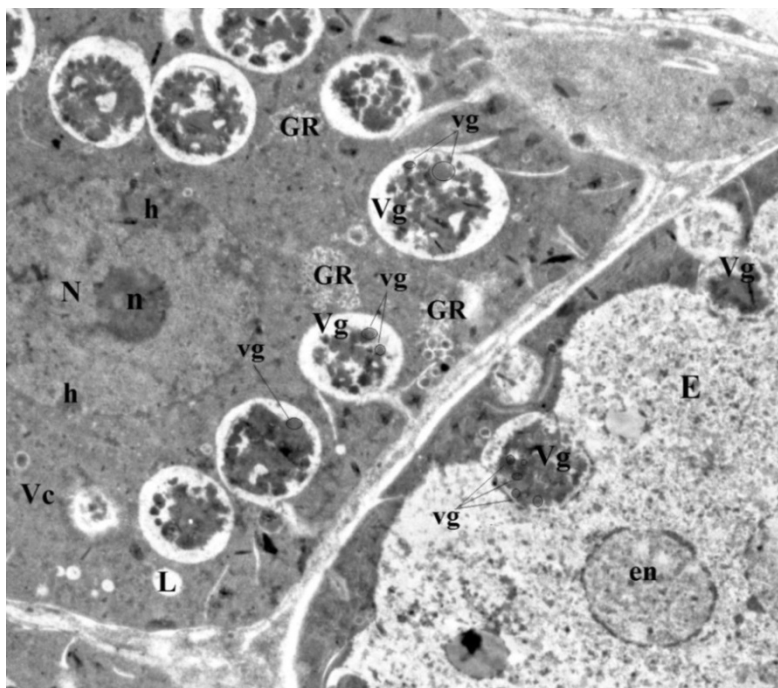
Клетки 3-й стадии увеличиваются в размере за счет синтеза скорлупового материала. Ядро неправильной формы расположено в центральной части клетки. Происходит структурное изменение ядерного материала в сторону увеличения содержания активной формы хроматина — эухроматина. От ядра отходит гранулярная эндоплазматическая сеть, усеянная рибосомами.

Цитоплазма имеет выраженную зернистость, содержит обширные сети гранулярного эндоплазматического ретикулума с многочисленными рибосомами. Митохондрии локализуются, главным образом, возле синтезирующихся скорлуповых гранул. Разрастающиеся скорлуповые глобулы смещаются к периферии клетки. Мелкие желточные гранулы, сливаясь, образуют более крупные гранулы. Цитоплазма имеет зернистую структуру, содержит большое количество свободных рибосом и зерна гликогена.

Клетка на 4-й стадии дифференциации завершает процесс синтеза скорлуповых глобул. Желточные клетки данной стадии достигают максимальных размеров. Ядро имеет округлую форму, содержит хорошо структурированное ядрышко, хроматин находится в неактивном состоянии и представ-

лен большим количеством гетерохроматина. Желточные глобулы содержат большое количество скорлуповых гранул. Желточные глобулы могут занимать 1/5 объема клетки.

После завершения процесса созревания клеток в желточном фолликуле зрелые клетки по желточным протокам передвигаются в область желточного резервуара, откуда поступают в оотип, где происходит образование резистентной оболочки яиц. Желточные клетки тесно контактируют с яйцевой оболочкой. На периферии яйца видны желточные глобулы, содержащие скорлуповый материал (рис. 3).



Vc — желточная клетка; N — ядро; n — ядрышко; h — гетерохроматин; Vg — скорлуповые глобулы; vg — скорлуповые гранулы; GR — гранулярный эндоплазматический ретикулум; L — липидная капля; E — формирующееся яйцо; en — энзимы

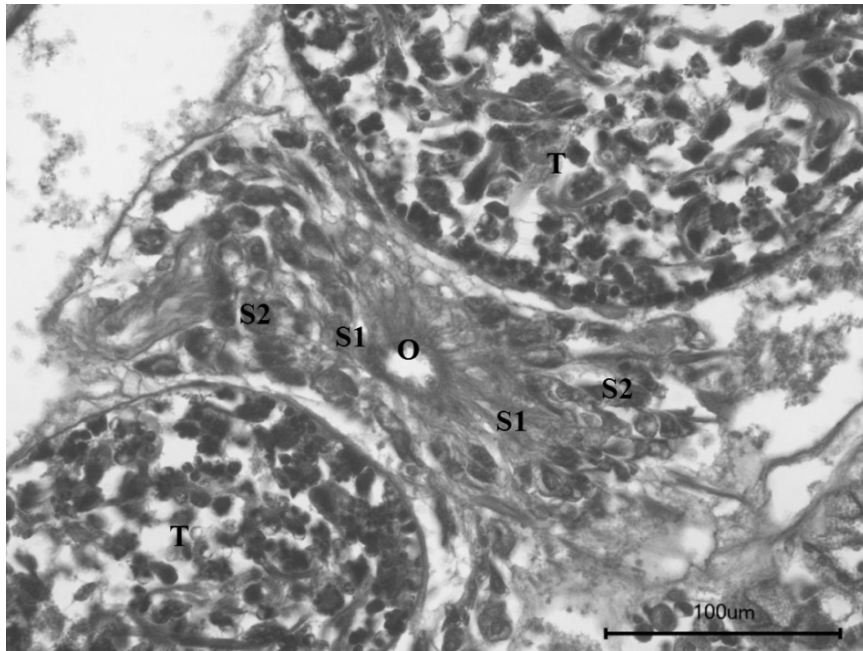
Рисунок 3. Зрелая желточная клетка возле формирующегося яйца *Parastrigea robusta* (×12000)

#### *Тельце Мелиса Parastrigea robusta*

**Микроморфология.** Тельце Мелиса расположено на заднем сегменте тела трематоды. Железа локализована между семенниками. Количество клеток тельца Мелиса невелико, они окружают оотип со всех сторон. Размер железы варьирует в пределах 85,7–214,3 мкм (рис. 4).

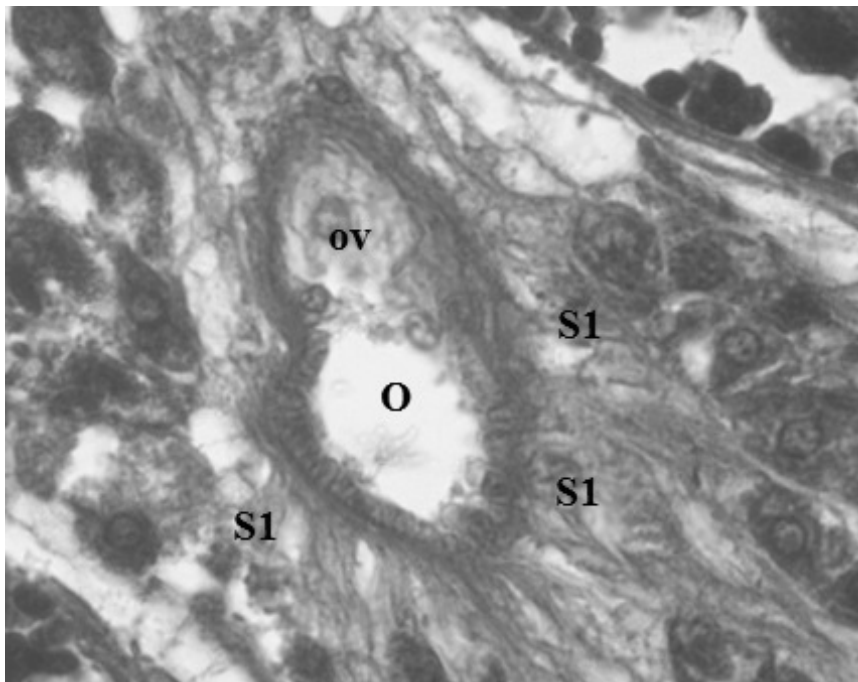
Железу Мелиса составляют клетки двух типов. Клетки первого типа аккумулируются вблизи оотипа, непосредственно окружая его. Клетки данного типа каплевидной или вытянутой формы, размер которых равен 5,7–8,6 мкм. Ядро имеет крупные размеры (2,3–4,3 мкм), несколько смещено от центра клетки. Железистые клетки этого типа контактируют с оболочкой формирующегося яйца и с расположенными близ оотипа в проксимальном отделе матки желточными клетками (рис. 5).

Клетки тельца Мелиса второго типа занимают более отдаленное или периферическое расположение относительно оотипа. Клетки данного типа имеют вытянутую форму и наиболее крупные размеры. Диаметр клеток равен 10–14,3 мкм, ядер — 2,3–4,3 мкм. На снимках, сделанных с помощью световой микроскопии, видно, что в цитоплазме содержатся разного рода везикулы (рис. 6).



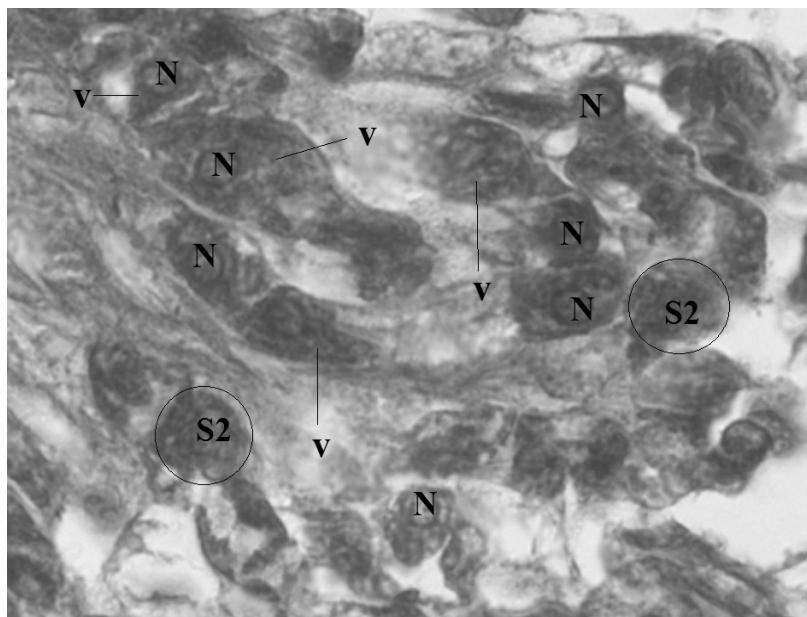
T — семенник; O — оотип; S1 — секреторные клетки тельца Мелиса первого типа; S2 — секреторные клетки тельца Мелиса второго типа

Рисунок 4. Тельце Мелиса трематоды *Parastrigea robusta* (×500)



O — оотип; S1 — секреторные клетки тельца Мелиса первого типа; ov — яйцеклетка

Рисунок 5. Формирующееся яйцо *Parastrigea robusta* (×600)



S2 — секреторные клетки тельца Мелиса второго типа; N — ядро; v — везикулы

Рисунок 6. Клетки тельца Мелиса второго типа *Parastrigea robusta* (×600)

*Ультраструктура.* На электроннограммах видно, что клетки тельца Мелиса отделены друг от друга, каждая клетка покрыта собственной оболочкой. В незрелых клетках тельца Мелиса ядро имеет крупные размеры и локализовано в центральной части клетки. Нуклеолема двуслойная, в ядре видны большие участки электронно-плотного гетерохроматина (рис. 7). При созревании железистых клеток гетерохроматин замещается активным электронно-светлым эухроматином. Ядро в зрелых клетках занимает большую часть, что примерно составляет  $\frac{1}{2}$  часть клетки (рис. 7).

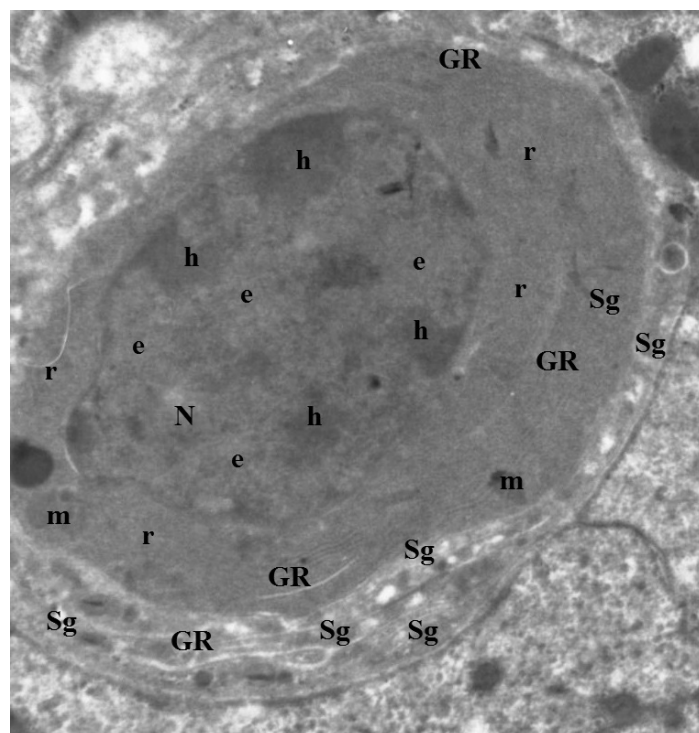
Матрикс цитоплазмы содержит большое количество каналов гранулярной эндоплазматической сети, многочисленные скопления рибосом, формирующие полисомы. Рибосомы главным образом сконцентрированы на мембранах эндоплазматического ретикулума. В гиалоплазме клетки тельца Мелиса обнаружены митохондрии. Аппарат Гольджи не выявлен.

Данные железистые клетки расположены в области оотипа и плотно примыкают к формирующемуся яйцу, мы их относим к клеткам железы Мелиса первого типа, что подтверждается отсутствием в них вакуолей и везикул.

*P. robusta* паразитирует в пищеварительном тракте, месте, где гельминты испытывают постоянное химическое и механическое воздействие со стороны органа-хозяина; для этих гельминтов характерен сложный жизненный цикл. Эти обстоятельства, которые определены биологией и экологией гельминтов, эволюционно привели к тому, что им необходима большая половая продуктивность, поскольку не все яйца после попадания во внешнюю среду проходят все стадии развития и находят промежуточного и дефинитивного хозяев. Маритной стадии достигают единицы. Следовательно, чтобы обеспечить потомство и выживание вида необходимо большое число яиц.

Колоссальная половая продуктивность обеспечивается и надежной защитой эмбриона в яйце, т.е. формированием резистентной к внешним условиям скорлупы.

Процесс синтеза скорлуповой оболочки яйца у исследованной трематоды проходит в оотипе, куда открываются желточные протоки, поставляющие зрелые желточные клетки. Как подтверждают классические источники, в оотип поступают сперматозоиды из семяприемника и яйцеклетка из яичника [6].



N — ядро; e — эухроматин; h — гетерохроматин; GR — гранулярный эндоплазматический ретикулум; m — митохондрии; Sg — секреторные гранулы; r — рибосомы

Рисунок 7. Клетка тельца Мелиса первого типа *Parastrigea robusta* (x14000)

#### Обсуждение и анализ результатов исследования

Зрелые желточные клетки у *P. robusta* аккумулируются в желточном резервуаре. Скорлуповые глобулы созревших желточных фолликулов, перемещаясь из желточного резервуара, попадают в оотип, откуда поступают в формирующееся яйцо и участвуют в процессе дублирования, образуя скорлупу. Это подтверждается работами других авторов [7–9].

Наши исследования показали, что скорлуповые глобулы, содержащие скорлуповые гранулы, локализуются на периферии, примыкая к первичной мембране яйца. Цитоплазма оплодотворенного яйца у *P. robusta* представлена зернистой структурой умеренной электронной плотности. Окруженные тонкой оболочкой структуры в цитоплазме мы объясняем как структуры, содержащие ферменты. Они локализуются по всему сечению яйца, в том числе вблизи желточных глобул. Мы считаем, что именно под действием описанных выше ферментов происходит ускорение процесса разрушения желточных гранул с высвобождением скорлупового материала. Скорлуповые вещества, выделяющиеся при разрушении гранул, принимают участие в построении скорлупы яиц трематод.

Неопровержимо и участие тельца Мелиса в процессе образования оболочки яиц. Наши исследования показывают, что железистые клетки тельца Мелиса 1-го типа трематоды *P. robusta* непосредственно локализуются в области оотипа близ зрелых желточных клеток, поступивших из желточного резервуара, и формирующегося яйца. Секретируемые вещества железистыми клетками этого типа участвуют в образовании скорлупы яиц.

Клетки тельца Мелиса тесно контактируют со зрелыми желточными клетками, в межклеточном пространстве видны вещества, выделенные из железистых клеток. Мы считаем, что эти вещества являются стимуляторами для выделения скорлупового материала из желточных клеток.

Желточные глобулы встречаются по периферии формирующегося яйца. Скорлуповые гранулы, составляющие желточные глобулы, имеют более мелкие размеры, сравнивая их с таковыми в зрелых желточных клетках. По нашему мнению, желточные глобулы разрушаются с выделением скорлупового материала, который идет на построение резистентной оболочки яиц.



Железистые клетки тельца Мелиса 2-го типа, локализованные дистально от оотипа, включают вакуоли и везикулы, имеющие разную электронную плотность. Smyth J. and Clegg K. в своих исследованиях обнаружили в составе секрета этих клеток мукополисахариды, что является доказательством слизеподобной консистенции у этих веществ [10]. Данные клетки могут улучшать процесс перемещения сформированных яиц по петлям матки.

По нашим предположениям, секрет железы Мелиса также может оказывать влияние на скорость передвижения сперматозоидов к яйцеклетке, а значит, и на активность процесса оплодотворения.

#### Заключение

Исследования женской репродуктивной системы трематоды *P. robusta* показывают непосредственное участие желточников и железы Мелиса в процессе образования оболочки формирующихся в оотипе яиц. Желточные клетки формируются в желточных фолликулах, расположенных по бокам тела гельминта. Скорлуповый материал зрелых желточных клеток под действием веществ-стимуляторов железистых клеток тельца Мелиса первого типа выделяется и участвует в создании резистентной скорлуповой оболочки.

Тельце Мелиса выполняет несколько функций, основными из которых являются:

- 1) активация процесса высвобождения скорлупового материала из желточных клеток;
- 2) формирование резистентной яйцевой оболочки в результате наслаивания на нее скорлупового материала;
- 3) облегчение процесса перемещения яиц по петлям матки за счет «мукозных» веществ, выделяющихся клетками второго типа.

#### Список литературы

- 1 Скрябин К.И. Трематоды животных и человека / К.И. Скрябин. — М.: Изд-во АН СССР, 1947. — Т. 1. — 516 с.
- 2 Уалиева Р.М. Микроморфология, ультраструктура и функции желточников и тельца Мелиса трематод с недифференцированным и дифференцированным телом: автореф. дис. ... д-ра философии (PhD): спец. 6D060700 — «Биология» / Р.М. Уалиева. — Павлодар, 2017. — 22 с.
- 3 Ошмарин П.Г. Эколого-морфологические типы трематод / П.Г. Ошмарин, М.Н. Егорова. — Ярославль: Изд-во Яросл. ун-та, 1978. — С. 52–71.
- 4 Кисели Д. Практическая микротехника и гистохимия / Д. Кисели. — Будапешт: Изд-во АН Венгрии, 1962. — 399 с.
- 5 Reynolds E.S. The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscopy / E.S. Reynolds // J. Cell Biology. — 1963. — No. 17. — P. 208–212.
- 6 Гинецинская Т.А. Частная паразитология / Т.А. Гинецинская, А.А. Добровольский; под ред. Ю.И. Полянского. — М.: Высш. шк., 1978. — Т. 1. — 303 с.
- 7 Шаймарданов Ж.К. Функциональная морфология желточных клеток трематод / Ж.К. Шаймарданов. — Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2002. — 222 с.
- 8 Пономарев Д.В. Сравнительная структурная и функциональная организация репродуктивных органов трематод из различных таксономических групп: автореф. дис. ... биол. наук: спец. 03.00.19 — «Паразитология» / Д.В. Пономарев. — Алматы, 2006. — 29 с.
- 9 Гребенщиков В.М. Функциональная морфология желточников трематод / В.М. Гребенщиков, Д.А. Буданцов // Рос. паразитологический журн. — 2011. — № 2. — С. 6–9.
- 10 Kouri P. Nota Previa sobre la genesis del huevo de Fasciola hepatica / P. Kouri, J. Basnuevo et. al. // Rev. Parasitol. Clin. lab. — 1936. — Vol. 2. — P. 173.

Р.М. Уалиева

### ***Parastrigea robusta* трематоданың сарыуыз бездері мен Мелис денешігінің функционалдық рөлдері**

Мақалада *Parastrigea robusta* трематоданың жұмыртқа қабығының түзілуіне қатысатын, аналық жыныс жүйесінің бөлімдерінің (сарыуыз бездері мен Мелис денешігі) құрылымдық және функционалдық ұйымдасуының гистологиялық және электрондық-микроскопиялық ерекшеліктері анықталған. Жұмыртқа қабығының түзілу процесі сарыуыз бездері мен Мелис денешігінің функционалды ерекшеліктеріне байланысты. Функционалды сарыуыздық түйіршіктері дайын және жетілген жұмыртқа қабықтық материалдары бар (бастама ақуыздар). Сарыуыз түйіршіктері оотипте немесе жатырдың проксималды бөлімінде агенттердің әсерінен жұмыртқа қабығының қалыптасуы

үшін ақуыздарды босатады. *Parastrigea robusta* трематоданың Мелис денешігі — мультифункционалды мүше, ол жұмыртқа қабының алғашқы мембранасының түзілуін; без секреттерінің агенттері жұмыртқа қабының материалдарын сарыуыз граналарынан босап шығуын; жұмыртқа қабының түзілу үрдістерін қамтамасыз етеді. Осылайша, трематоданың сарыуыз фолликулалары мен Мелис денешігі жұмыртқа қабының резистентті болып түзілуін қамтамасыз ететін, функционалды жүйе. Бұл үрдісте Мелис денешігі маңызды рөл атқарады, ал сарыуыз бездері жұмыртқа қабын түзетін ақуызды материалды қамтамасыз етеді. *Parastrigea robusta* трематоданың сарыуыз бездері мен Мелис денешігінің микроморфологиясы, ультрақұрылымы бойынша алынған ақпарат, жұмыртқа қабының түзілу үрдісінің ерекшеліктері жайында білімді айтарлықтай толықтырады.

*Кілт сөздер:* гельминттер, трематодалар, ұрғашы көбею жүйесі, сарыуыздылар сарыуызды жасушалар, Мелис денешігі.

R.M. Ualiyeva

### The functional roles of vitelline glands and Mehlis' glands of trematode *Parastrigea robusta*

This paper reflects the histological and electron microscopic features of the structural and functional organization of the female reproductive system (of vitelline glands and Mehlis' glands) of the trematode *Parastrigea robusta* involved in the formation of egg shell. It was established that the process of egg shell formation is associated with morphofunctional features of vitelline glands and Mehlis' glands. Functionally, vitellines' granules are ready and contain the shell material in a mature form (the precursor proteins are not tanned proteins). Vitellines' granules in the ootype or proximal uterus, release proteins for tanning under the influence of agents. Mehlis' glands of trematode *Parastrigea robusta* is a multifunctional organ that provides: activation of the process of release of the shell material from vitelline glands; the formation of a resistant egg shell as a result of layering the shell material on it; facilitating the process of moving eggs through the uterus loops due to «mucosal» substances secreted by the second type of cells. Thus, the vitelline follicles Mehlis' glands of trematode *Parastrigea robusta* represent a single functional unit that ensures the formation of a resistant egg shell. In this process, one of the key roles is played by Mehlis' gland, vitelline glands supply the shell material. The obtained data on micromorphology, the ultrastructure of vitelline glands and Mehlis' glands of trematode *Parastrigea robusta* will significantly add to the knowledge on the peculiarities of the process of formation of a resistant egg shell.

*Keywords:* helminths, trematodes, female reproductive system, yolk gland, yolk cells, Mehlis' gland.

### References

- 1 Skriabin, K.I. (1947). *Trematody zhivotnykh i cheloveka [Trematoda of animals and person]*. Moscow: Publ. of Sci. Acad. of USSR [in Russian].
- 2 Ualiyeva, R.M. (2017). Mikromorfologiya, ultrastruktura i funktsii zheltchnikov i teltsa Melisa trematod s nedifferentsirovannym i differentsirovannym telom [Micromorphology, ultrastructure and functions of vitelline glands and Mehlis' glands of trematodes with undifferentiated and differentiated body]. *Extended abstract of Doctor's PhD thesis*. Pavlodar [in Russian].
- 3 Oshmarin, P.G., & Egorova, M.N. (1978). *Ekologo-morfologicheskie tipy trematod [Ecological and morphological types of trematodes]*. Yaroslavl: Izdatelstvo Yaroslavskogo universiteta [in Russian].
- 4 Kiseli, D. (1962). *Prakticheskaya mikrotekhnika i histokhimiya [Practical microequipment and histochemistry]*. Hungary: Publ. of Sci. Acad. of Hungary [in Russian].
- 5 Reynolds, E.S. (1963). The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biology*, 17, 208–212.
- 6 Ginetsinskaya, T.A., & Dobrovolskii, A.A. (1978). *Chastnaya parazitologiya [Private parasitology]*. Yu.I. Polianskiy (Ed.). Moscow: Vysshaya shkola [in Russian].
- 7 Shaimardanov, Zh.K. (2002). *Funktsionalnaya morfologiya zheltchnykh kletok trematod [Functional morphology of vitellines' cells of trematodes]*. Pavlodar: S. Toraihyrov Pavlodar State University publ. [in Russian].
- 8 Ponomarev, D.V. (2006). *Sravnitel'naya struktural'naya i funktsional'naya orhanizatsiya reproductivnykh orhanov trematod iz razlichnykh taksonomicheskikh hrupp [The comparative structural and functional organization of reproductive organs trematodes from various taxonomical groups]*. *Extended abstract of candidate's thesis*. Almaty [in Russian].
- 9 Grebenshnikov, V.M., & Budancov, D.A. (2011). Funktsionalnaya morfologiya zheltchnikov trematod [Functional morphology of vitelline glands]. *Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal — Russian Parasitological Journal*, 2, 6–9 [in Russian].
- 10 Kouri, P., & Basnuevo, J. et. al. (1936). Nota Previa sobre la genesis del huevo de Fasciola hepatica. *Rev. Parasitol. Clin. lab.*, 2, 173.

И.А. Жирнова, А.Б. Рысбекова, Э.Н. Дюсибаева, А.И. Сейтхожаев,  
Г.Т. Есенбекова, А.Е. Жакенова, Н.Б. Малтай

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан  
(E-mail: aiman\_rb@mail.ru)

## Оценка аллельного состояния *wx* генов коллекции проса (*Panicum miliaceum* L.) на основе молекулярно-генетических маркеров

В статье представлены результаты анализа по изучению полиморфизма вакси гена проса с помощью молекулярных маркеров для ускорения селекционного процесса по созданию казахстанских низкоамилозных сортов. Для изучения полиморфизма вакси гена использовали коллекцию проса из 88 образцов различного географического происхождения (Афганистан, Бельгия, Венгрия, КНР, Канада, Индия, Иран, Мексика, Пакистан, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки, Турция, Украина, Франция). Скрининг отечественной и мировой коллекции проса на аллельное состояние *waxy* гена проводили с помощью следующих молекулярных маркеров: FPSLVVC3 и Rstop3; FPSLVVC3 и ex7Srex; int7Sf и Rstop3; int5Sf и R11; M5 и R11; M12 и R12; int5Lf и R3. Для каждого праймера были подобраны оптимальные условия проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР). Из проведенных анализов полиморфизма вакси аллелей среди изученных праймеров эффективными оказались маркеры int5f/ R11 и int7Sf/Rstop3. Данные маркеры показали полиморфизм у большинства образцов, хотя оба маркера не выявили четких отличий между амилозными и глютинозными генотипами. По остальным маркерам ДНК профили ПЦР продуктов у всех генотипов показали мономорфность.

*Ключевые слова:* просо, коллекция, амилозный, глютинозный, вакси ген, ДНК, маркер, ПЦР, полиморфизм.

### Введение

Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) является одной из важнейших крупяных культур в мире. Оно используется как источник получения ценного продукта — пшена (просяной крупы). Пшено обладает хорошими вкусовыми качествами и высокими пищевыми достоинствами. Пшено содержит 12–14,7 % белка — больше, чем рисовая, ячневая, кукурузная и сорговая крупы. В составе белка выявлены 19 аминокислот, в том числе и все незаменимые аминокислоты. По этому показателю пшено превосходит крупы из других культур, а также ржаной и пшеничный хлеб. По содержанию жира (3,5 %) оно уступает только овсяной крупе и кукурузе [1]. К просовидным злакам относят: просо обыкновенное (*Panicum miliaceum* L.), чумизу (*Setaria italica* subsp. *italica* H.Scholz), могар (*Setaria italica* subsp. *Mocharia* (Alef.) H.Scholz), пайзу (*Echinochloa frumentaceae* Link), африканское просо (*Pennisetum americanum* (L.) Schuman) и другие. Мировое производство зерна просовидных культур, по данным ФАО, составляет около 30 млн т, из них просо жемчужное (*Pennisetum*) — 52 %, просо итальянское, или чумиза, могар (*Setaria*) — 18 %, просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) — 14 %. Среди просовидных культур наибольшее распространение в нашей стране занимает просо обыкновенное, имеющее продовольственное, кормовое и резервно-стратегическое значение [2].

Просо посевное возделывается в 30 странах мира, в том числе и в 18 странах Европы. Основными производителями проса посевного в настоящее время являются пять стран: РФ, Индия, Китай, США и Украина [3, 4]. В соседней России просо занимает наибольшие площади среди крупяных культур. Посевы его распространены в наиболее засушливых регионах России: на юго-востоке, в центрально-черноземной зоне, на Украине и в Казахстане, где сосредоточено более 30 % посевных площадей, причем в исконно прососеющих областях — Актюбинской, Павлодарской и Уральской. Почти вдвое увеличены площади под просом в Костанайской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской областях. С освоением целинных земель в Казахстане площади посевов проса достигли 1,7 млн га [5], но на сегодняшний день площадь посевов снизилась до 48,4 тыс. га.

Развитие прососеяния — перспективное направление в решении ряда задач по обеспечению населения продовольствием. Основным и наиболее ценным продуктом просоводства является пшено, по вкусовым качествам и пищевым достоинствам занимающее одно из первых мест среди других круп.

В зерне проса содержится 81 % крахмала. Крахмальное зерно состоит из амилозы и амилопектина. Ключевым ферментом в синтезе амилозы является гранул-связанная синтаза крахмала (GBSSI), также известная как белок *Waxy* [6]. У кукурузы, ячменя, риса, овса и у пшеницы были

обнаружены мутанты по генам *Wx*, у которых наблюдалось снижение содержания или полное отсутствие амилозы [7]. Установлено, что у пшеницы каждый из генов *Wx* имеет несколько аллелей: активный аллель (*a*), кодирующий синтез белка *Waxy*; неактивный (*w* — нуль-аллель), при котором синтез функционального белка *Waxy* отсутствует; функциональные аллели с различной ферментативной активностью белка *Waxy* [8]. Fukunaga et al. (2002) в своих исследованиях показал наличие двух локусов гена *GBSSI* (*granule-bound starch syntase*) у проса *P. miliaceum*, который условно обозначил «*S*» — короткий и «*L*» — длинный гены [9]. Содержание амилозы у восковидного эндосперма проса составляет до 3,5 % и контролируется рецессивными аллелями *wx-1/wx-2*, а у невосковидного эндосперма — доминантными аллелями *Wx-1* и *Wx-2* [10]. Продукты восковидных (*wx*) сортов зерновых культур владеют высокими диетическими свойствами и служат источником производства амилопектинового крахмала для промышленности, поэтому в последнее время начались исследования по созданию *wx*-сортов многих культур, в частности пшеницы, риса, проса [11–14]. Восковидные (глиутинозные) формы проса были еще известны с XIX в. [15]. На современном рынке *waxy* типы проса из-за их повышенной клейкости и высокой обволакивающей способности имеют высокий спрос и характеризуются продовольственным достоинством.

Цель работы — изучение аллельного состояния генов *Wx* проса с помощью молекулярных маркеров для ускорения селекционного процесса по созданию казахстанских глиутинозных сортов проса.

#### *Материалы и методы исследования*

В исследованиях полиморфизма вакси гена использовали коллекцию проса из 88 образцов. Из них 45 были получены от Peginal Plant Introduction Station (мировая коллекция USDA), Iowa State University (США), 28 — образцы из ВИР (Санкт-Петербург, Россия), 15 — из казахстанских селекционных учреждений. В качестве глиутинозного стандарта использовали образец PI 436626 (*LungShu 18*) из коллекции USDA.

*Экстракция ДНК из проростков проса.* Для проведения молекулярно-генетического анализа ДНК выделяли из 5-дневных бесхлорофилльных проростков проса по модифицированному методом СТАВ [16]. Семена проращивали во влажной камере в стерильной чашке Петри, на увлажненной стерильной фильтровальной бумаге, в темноте, при температуре 25 °С. 2–3 шт. проростков положили в пробирку объемом 2 мл и добавили 400 мкл СТАВ 2 %-буфера, затем измельчали с помощью палочки-измельчителя. Добавили 10 мкл РНКазы и инкубировали 60 мин при 65 °С на водяной бане, периодически аккуратно взбалтывали. После добавили 400 мкл смеси хлороформа и изоамилового спирта и центрифугировали 1 мин при максимальной скорости (13000 об/мин). Осторожно пипеткой отобрали верхнюю фазу, перенесли в новую пробирку и добавили 350 мкл холодного изопропанола и тщательно перемешивали. Центрифугировали 5 мин при максимальной скорости (13000 об/мин), сливали спирт и ДНК оставили в открытой пробирке для сушки. Высохшую ДНК растворили в дистиллированной воде и концентрацию определяли на нанодропе (*Nano Drop 2000*, Thermo Scientific).

Реакционная смесь ПЦР объемом 15 мкл содержала: 8 мкл 2×Green Master Mix (USA), 5,2 мкл ddH<sub>2</sub>O, 10 μM 1 мкл каждого праймера (R, F) и 100–150 нг ДНК-матрицы. ДНК-амплификацию осуществляли в амплификаторе *SimpliAmp™ ThermalCycler*, (Thermo Fisher Scientific). В качестве маркера молекулярного веса использовали «100 bp Ladder» (BioLabs, New England). Во всех экспериментах все использованные праймеры синтезированы компанией «Applied Biosystems» (США). Продукты ПЦР разделяли электрофорезом в 1 %-м агарозном (*Molecular Biology Grade*, Invitrogen) геле в трис-ацетатном буферном растворе (ТАЕ: Трис-ацетат — 40 мМ, ЭДТА — 1 мМ, pH 8,0). Электрофорез проводили при напряжении 120 V в течение 1 ч. После электрофореза визуализацию результатов амплификации осуществляли с помощью гель-документирующей системы (*Viber*, 2010).

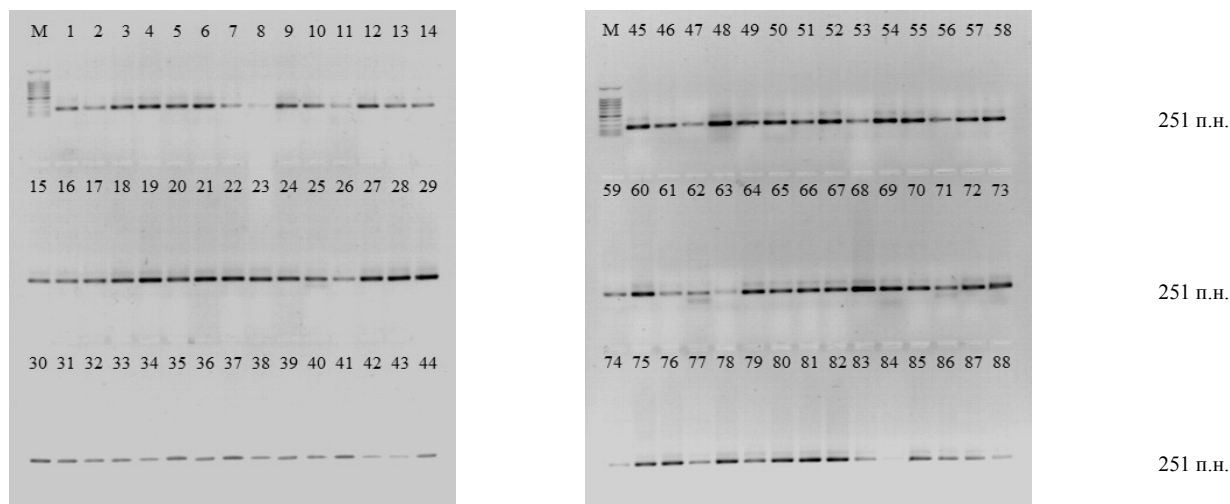
#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Для оценки аллельного состояния *Wx* гена у коллекции проса использовали метод молекулярного маркирования. Для проведения ПЦР-анализа на начальном этапе были оптимизированы параметры ПЦР и электрофореза. Для выявления полиморфизма вакси гена были подобраны следующие праймеры: *FPSLVVC3* и *Rstop3*; *FPSLVVC3* и *ex7Srex*; *int7Sf* и *Rstop3*; *int5Sf* и *R11*; *M5* и *R11*; *M12* и *R12*; *int5Lf* и *R3*. Продукты ПЦР разделяли в 1 %-м агарозном геле. В качестве стандарта использованы глиутинозные образцы. Последовательность данных праймеров и оптимизированная программа условий проведения ПЦР указаны в таблице.

Сиквенс праймерных пар для проса

Праймеры	Последовательность праймеров (5'–3')	Условия ПЦР
FPSLVVC3 и Rstop3	F — TCCCTCCCTCGTCGTCTGCGC R — AGGGAGCGGCCACGTTCTCCTT [17]	98 °С — 30 с; 40 циклов: 98 °С — 10 с; 72 °С — 2 мин 30 с; 1 цикл: 72 °С — 10 мин
FPSLVVC3 и ex7Srext	F — TCGTTTGATGTTCTGACGACC R — GGGGCAACSTTTGCATTCTTGTAGATG [17]	98 °С — 30 с; 40 циклов: 98 °С — 10 с; 71 °С — 30 с; 72 °С — 1 мин; 1 цикл: 72 °С — 10 мин
int7Sf и Rstop3	F — TCCCTCCCTCGTCGTCTGCGC R — AGGGAGCGGCCACGTTCTCCTT [17]	98 °С — 30 с; 40 циклов: 98 °С — 10 с; 64 °С — 30 с; 72 °С — 1 мин; 1 цикл: 72 °С — 10 мин
int5Sf и R11	F — TGCATTTAAACAAGGGGCGAGTACTG R — CAGGCACACTGCTCCCAATG [17]	98 °С — 30 с; 40 циклов: 98 °С — 20 с; 64 °С — 30 с; 72 °С — 30 с; 1 цикл: 72 °С — 10 мин
M5и R11	F — GGACGTCAGCGAGTGGGACC R — CAGGCACACTGCTCCCAATG [17, 18]	94 °С — 2 мин; 30 циклов: 94 °С — 30 с; 58 °С — 30 с; 72 °С — 1 мин 30 с; 1 цикл: 72 °С — 7 мин
M12 и R12	F — CGTGACCATCTCTCCTGTA R — CGACGACGAACTCTCAACAC [17]	94 °С — 2 мин; 30 циклов: 94 °С — 30 с; 58 °С — 30 с; 72 °С — 1 мин 30 с; 1 цикл: 72 °С — 7 мин
int5Lf и R3	F — ATGTTGAATGAATGCTCC R — TGGTAGTTGCTCTTGAGGTA [17, 18]	94 °С — 2 мин; 35 циклов: 94 °С — 45 с; 54 °С — 30 с; 72 °С — 150 с; 1 цикл: 72 °С — 7 мин

Длинный «L» locus гена GBSSI, контролирующий синтез крахмала у проса, охватывает 3,6 кб и содержит 14 экзонов [10]. Праймер Int5Lf/R3 в L локусе охватывает область между 5 и 7 интроном. При использовании маркера Int5Lf/R3 у всех образцов проса амплифицировались фрагменты размером 251 п.н. (рис. 1).

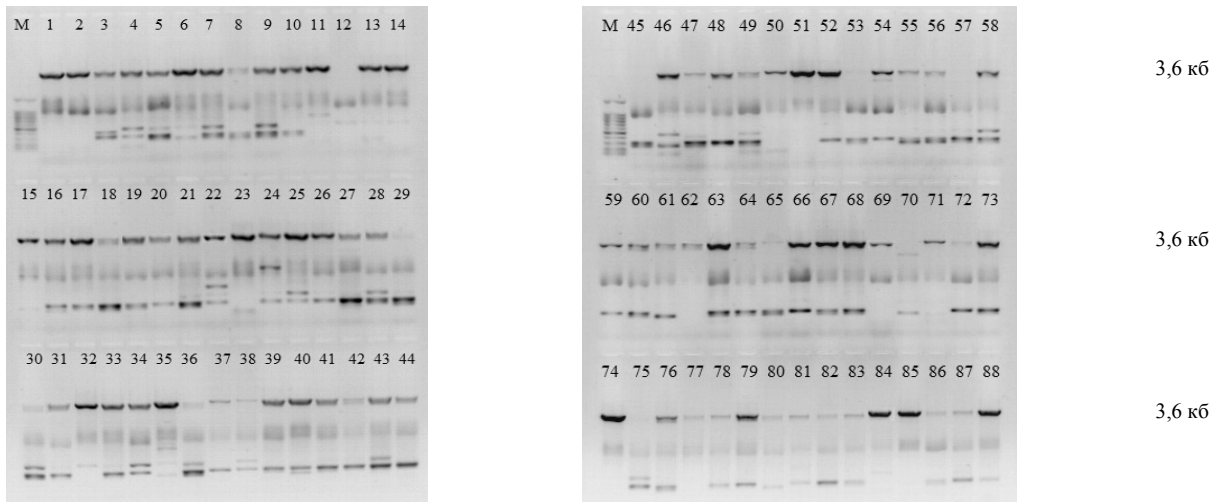


M — маркер; 1 — Ames 11641; 2 — PI 170587; 3 — PI 170589; 4 — PI 170591; 5 — PI 173002; 6 — PI 173750; 7 — PI 173752; 8 — PI 177481; 9 — PI 180450; 10 — PI 204598; 11 — PI 207501; 12 — PI 211059; 13 — PI 219931; 14 — PI 220670; 15 — PI 222201; 16 — PI 223793; 17 — PI 251389; 18 — PI 253955; 19 — PI 255736; 20 — PI 260053; 21 — PI 268411; 22 — PI 269953; 23 — PI 269960; 24 — PI 289322; 25 — PI 289324; 26 — PI 289329; 27 — PI 296376; 28 — PI 346933; 29 — PI 222811; 30 — PI 346937; 31 — PI 346941; 32 — PI 346942; 33 — PI 365844; 34 — PI 365847; 35 — PI 367684; 36 — PI 463090; 37 — PI 463243; 38 — PI 463244; 39 — PI 531404; 40 — PI 649373; 41 — PI 649374; 42 — PI 649375; 43 — PI 654403; 44 — K-9681; 45 — K-10112; 46 — K-9989; 47 — K-9645; 48 — K-10213; 49 — K-10204; 50 — K-10222; 51 — K-10286; 52 — K-10299; 53 — K-1066; 54 — K-803; 55 — K-3742; 56 — K-148; 57 — K-8873; 58 — K-1142; 59 — K-9910; 60 — K-9703; 61 — K-9658; 62 — K-9800; 63 — K-9837; 64 — K-1437; 65 — K3742; 66 — K-9580; 67 — Актюбинское кормовое; 68 — Памяти Берсиева; 69 — Яркое 3; 70 — Яркое 5; 71 — Яркое 6; 72 — Яркое 7; 73 — Омское 11; 74 — Кормовое 89; 75 — Павлодарское; 76 — Кокшетауское 66; 77 — Золотистое кормовое; 78 — Барнаульское кормовое; 79 — Саратовское 6; 80 — Уральское 109; 81 — Шортандинское 7; 82 — Саратовское 3; 83 — K-2377; 84 — K-1685; 85 — PI 346940; 86 — PI 346946; 87 — PI 436626; 88 — K-1 Mazha Yan

Рисунок 1. Электрофореграмма продуктов ПЦР, полученных с праймерами Int5Lf/R3

Среди изученных образцов коллекции проса данный маркер не выявил полиморфизма, ДНК-фрагменты всех сортов и образцов, а также у стандарт глютинозного сорта были идентичные по размеру. Это выражено на электрофореграмме наличием ПЦР фрагментов, расположенных на одинаковых позициях, размером 251 п.н.

Праймер FLVVC/Rstop3 полностью амплифицирует участок L гена, начиная со 2-го до 14-го экзона, размером ПЦР продукта 3,6 кб (рис. 2).



M — маркер; 1 — PI 346946; 2 — Ames 11641; 3 — PI 170587; 4 — PI 170589; 5 — PI 170591; 6 — PI 173002; 7 — PI 173750; 8 — PI 173752; 9 — PI 177481; 10 — PI 180450; 11 — PI 204598; 12 — PI 207501; 13 — PI 211059; 14 — PI 219931; 15 — PI 220670; 16 — PI 222201; 17 — PI 223793; 18 — PI 251389; 19 — PI 253955; 20 — PI 255736; 21 — PI 260053; 22 — PI 268411; 23 — PI 269953; 24 — PI 269960; 25 — PI 289322; 26 — PI 289324; 27 — PI 289329; 28 — PI 296376; 29 — PI 346933; 30 — PI 222811; 31 — PI 346937; 32 — PI 346941; 33 — PI 346942; 34 — PI 365844; 35 — PI 365847; 36 — PI 367684; 37 — PI 463090; 38 — PI 463243; 39 — PI 463244; 40 — PI 531404; 41 — PI 649373; 42 — PI 649374; 43 — PI 649375; 44 — PI 654403; 45 — K-9681; 46 — K-10112; 47 — K-9989; 48 — K-9645; 49 — K-10213; 50 — K-10204; 51 — K-10222; 52 — K-10286; 53 — K-10299; 54 — K-1066; 55 — K-803; 56 — K-3742; 57 — K-148; 58 — K-8873; 59 — K-1142; 60 — K-9910; 61 — K-9703; 62 — K-9658; 63 — K-9800; 64 — K-9837; 65 — K3742; 66 — K-1437; 67 — K-9580; 68 — Актюбинское кормовое; 69 — Памяти Берсиева; 70 — Яркое 3; 71 — Яркое 5; 72 — Яркое 6; 73 — Яркое 7; 74 — Омское 11; 75 — Кормовое 89; 76 — Павлодарское; 77 — Кокшетауское 66; 78 — Золотистое кормовое; 79 — Барнаульское кормовое; 80 — Саратовское 6; 81 — Уральское 109; 82 — Шортландинское 7; 83 — Саратовское 3; 84 — K-2377; 85 — K-1685; 86 — PI 346940; 87 — PI 436626; 88 — Mazha Yan

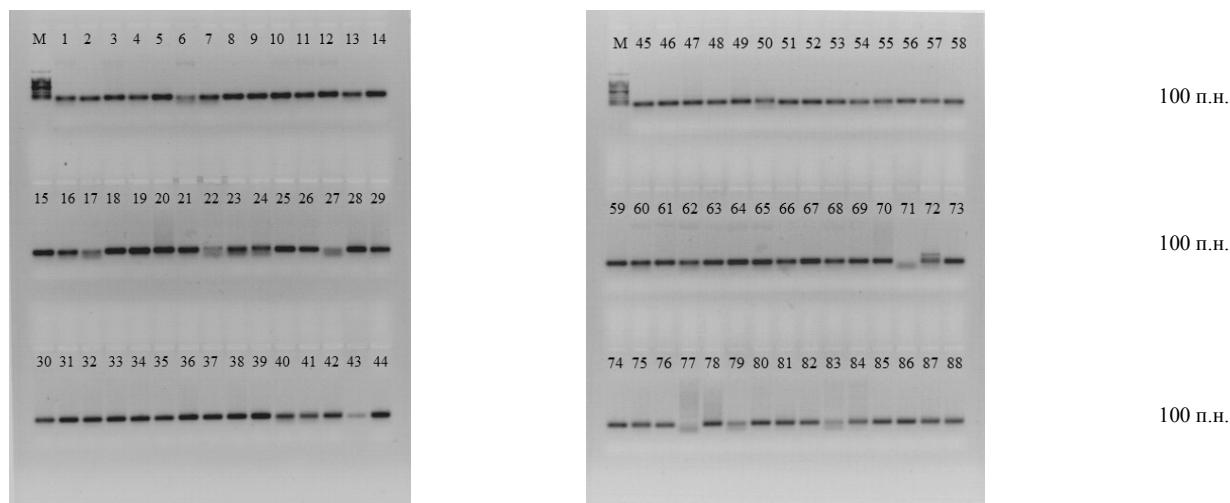
Рисунок 2. Электрофореграмма продуктов ПЦР, полученных с праймерами FLVVC/Rstop 3

Как видно из электрофореграммы, праймер FLVVC/Rstop3 не выявил отличий между амилозными и глютинозными образцами. При использовании данного праймера в ПЦР амплифицировался фрагмент длиной 3,6 кб. На электрофореграмме с ожидаемым ПЦР фрагментом также были четко отмечены неспецифические фрагменты ПЦР, размером около 300–400 п.н.

Праймер Int7Sf/Rstop3 охватывает участок S гена между 7 интроном и 14 экзоном. В десятом экзоне находится 15 пар делеции у вакси типов проса. При использовании данного молекулярного маркера у исследуемых образцов амплифицировались фрагменты размером около 100 п.н. На рисунке 3 представлены результаты электрофоретического анализа продуктов ПЦР по данным ДНК-маркерам у исследуемых образцов.

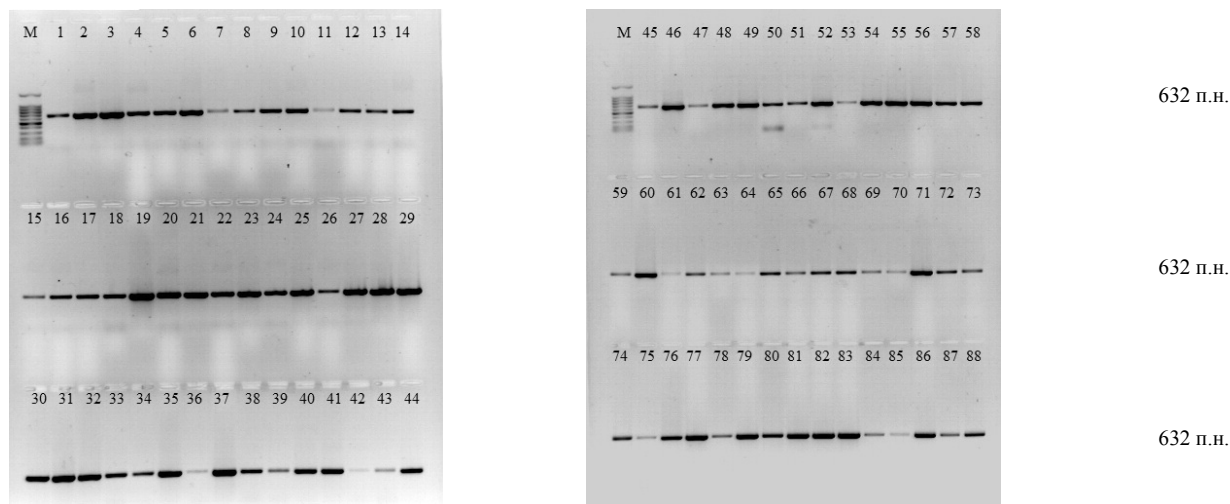
На электрофореграмме по данному маркеру четко выражен полиморфизм у некоторых образцов. Например, у образцов PI 22379322; PI 268411; PI 269953; PI 269960; PI 289329; PI 268411; PI 269953; PI 269960; PI 289329; Яркое 6; Барнаульское кормовое и Саратовское 3 отмечена гетерозиготность. При использовании данного молекулярного маркера у районированных сортов Яркое 5 и Кокшетауское 66 продукты амплификации отличались от остальных образцов, фрагменты ПЦР были размером около 90 п.н., а у остальных образцов — 100 п.н. Хотя данный маркер и показал полиморфизм между исследуемыми образцами, однако четких отличий между высоко- и низкоамилозными генотипами выявить не удалось.

Маркер M12/R12 амплифицирует ПЦР продукт размером 632 п.н. По результатам ПЦР анализа выявлено, что профили фрагментов ДНК у всех изученных генотипов оказались идентичными, и размер ампликона составил 632 п.н. (рис. 4).



*M* — маркер; 1 — PI 346946; 2 — Ames 11641; 3 — PI 170587; 4 — PI 170589; 5 — PI 170591; 6 — PI 173002; 7 — PI 173750; 8 — PI 173752; 9 — PI 177481; 10 — PI 180450; 11 — PI 204598; 12 — PI 207501; 13 — PI 211059; 14 — PI 219931; 15 — PI 220670; 16 — PI 222201; 17 — PI 223793; 18 — PI 251389; 19 — PI 253955; 20 — PI 255736; 21 — PI 260053; 22 — PI 268411; 23 — PI 269953; 24 — PI 269960; 25 — PI 289322; 26 — PI 289324; 27 — PI 289329; 28 — PI 296376; 29 — PI 346933; 30 — PI 222811; 31 — PI 346937; 32 — PI 346941; 33 — PI 346942; 34 — PI 365844; 35 — PI 365847; 36 — PI 367684; 37 — PI 463090; 38 — PI 463243; 39 — PI 463244; 40 — PI 531404; 41 — PI 649373; 42 — PI 649374; 43 — PI 649375; 44 — PI 654403; 45 — K-9681; 46 — K-10112; 47 — K-9989; 48 — K-9645; 49 — K-10213; 50 — K-10204; 51 — K-10222; 52 — K-10286; 53 — K-10299; 54 — K-1066; 55 — K-803; 56 — K-3742; 57 — K-148; 58 — K-8873; 59 — K-1142; 60 — K-9910; 61 — K-9703; 62 — K-9658; 63 — K-9800; 64 — K-9837; 65 — K3742; 66 — K-1437; 67 — K-9580; 68 — Актюбинское кормовое; 69 — Памяти Берсиева; 70 — Яркое 3; 71 — Яркое 5; 72 — Яркое 6; 73 — Яркое 7; 74 — Омское 11; 75 — Кормовое 89; 76 — Павлодарское; 77 — Кокшетауское 66; 78 — Золотистое кормовое; 79 — Барнаульское кормовое; 80 — Саратовское 6; 81 — Уральское 109; 82 — Шортандинское 7; 83 — Саратовское 3; 84 — K-2377; 85 — K-1685; 86 — PI 346940; 87 — PI 436626; 88 — MazhaYan

Рисунок 3. Электрофореграмма продуктов ПЦР, полученных с праймерами Int7Sf/Rstop 3

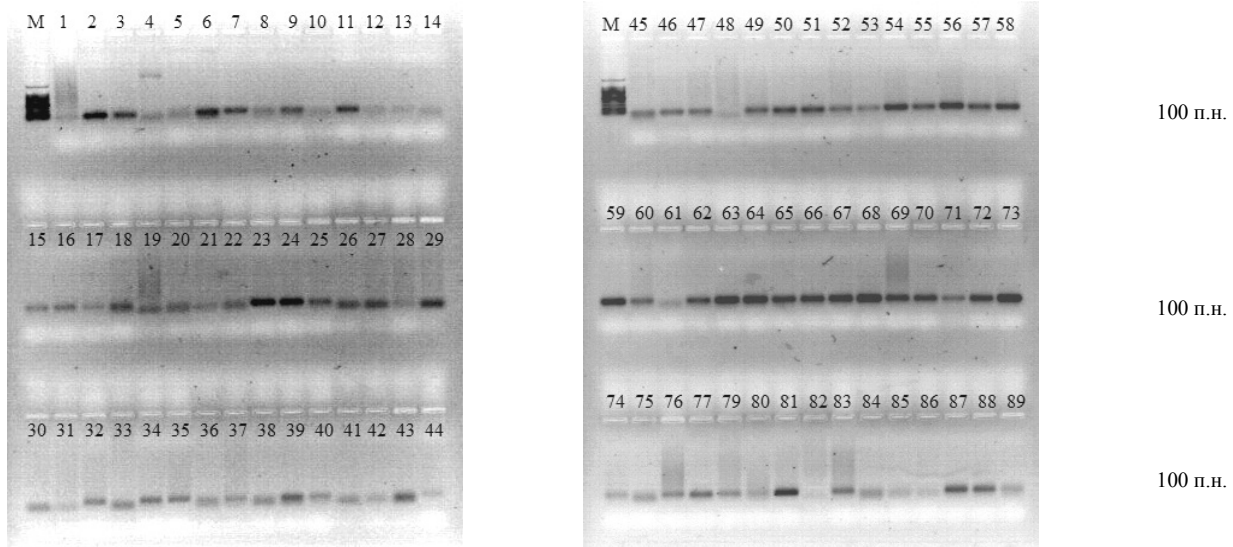


*M* — маркер; 1 — PI 346946; 2 — Ames 11641; 3 — PI 170587; 4 — PI 170589; 5 — PI 170591; 6 — PI 173002; 7 — PI 173750; 8 — PI 173752; 9 — PI 177481; 10 — PI 180450; 11 — PI 204598; 12 — PI 207501; 13 — PI 211059; 14 — PI 219931; 15 — PI 220670; 16 — PI 222201; 17 — PI 223793; 18 — PI 251389; 19 — PI 253955; 20 — PI 255736; 21 — PI 260053; 22 — PI 268411; 23 — PI 269953; 24 — PI 269960; 25 — PI 289322; 26 — PI 289324; 27 — PI 289329; 28 — PI 296376; 29 — PI 346933; 30 — PI 222811; 31 — PI 346937; 32 — PI 346941; 33 — PI 346942; 34 — PI 365844; 35 — PI 365847; 36 — PI 367684; 37 — PI 463090; 38 — PI 463243; 39 — PI 463244; 40 — PI 531404; 41 — PI 649373; 42 — PI 649374; 43 — PI 649375; 44 — PI 654403; 45 — K-9681; 46 — K-10112; 47 — K-9989; 48 — K-9645; 49 — K-10213; 50 — K-10204; 51 — K-10222; 52 — K-10286; 53 — K-10299; 54 — K-1066; 55 — K-803; 56 — K-3742; 57 — K-148; 58 — K-8873; 59 — K-1142; 60 — K-9910; 61 — K-9703; 62 — K-9658; 63 — K-9800; 64 — K-9837; 65 — K3742; 66 — K-1437; 67 — K-9580; 68 — Актюбинское кормовое; 69 — Памяти Берсиева; 70 — Яркое 3; 71 — Яркое 5; 72 — Яркое 6; 73 — Яркое 7; 74 — Омское 11; 75 — Кормовое 89; 76 — Павлодарское; 77 — Кокшетауское 66; 78 — Золотистое кормовое; 79 — Барнаульское кормовое; 80 — Саратовское 6; 81 — Уральское 109; 82 — Шортандинское 7; 83 — Саратовское 3; 84 — K-2377; 85 — K-1685; 86 — PI 346940; 87 — PI 436626; 88 — MazhaYan

Рисунок 4. Электрофореграмма продуктов ПЦР, полученных с праймерами M12/R12

Таким образом, по результатам ПЦР анализа M12/R12 маркер является мономорфным для всех образцов проса.

Маркер int5Sf/R11 кодирует участок S гена, который охватывает расстояние между нетранслируемым участком 5-го интрона и транслируемым участком 11-го экзона. При использовании маркера int5Sf/R11 большинство образцов показали полиморфизм (рис. 5).



M — маркер; 1 — PI 346946; 2 — Ames 11641; 3 — PI 170587; 4 — PI 170589; 5 — PI 170591; 6 — PI 173002; 7 — PI 173750; 8 — PI 173752; 9 — PI 177481; 10 — PI 180450; 11 — PI 204598; 12 — PI 207501; 13 — PI 211059; 14 — PI 219931; 15 — PI 220670; 16 — PI 222201; 17 — PI 223793; 18 — PI 251389; 19 — PI 253955; 20 — PI 255736; 21 — PI 260053; 22 — PI 268411; 23 — PI 269953; 24 — PI 269960; 25 — PI 289322; 26 — PI 289324; 27 — PI 289329; 28 — PI 296376; 29 — PI 346933; 30 — PI 222811; 31 — PI 346937; 32 — PI 346941; 33 — PI 346942; 34 — PI 365844; 35 — PI 365847; 36 — PI 367684; 37 — PI 463090; 38 — PI 463243; 39 — PI 463244; 40 — PI 531404; 41 — PI 649373; 42 — PI 649374; 43 — PI 649375; 44 — PI 654403; 45 — K-9681; 46 — K-10112; 47 — K-9989; 48 — K-9645; 49 — K-10213; 50 — K-10204; 51 — K-10222; 52 — K-10286; 53 — K-10299; 54 — K-1066; 55 — K-803; 56 — K-3742; 57 — K-148; 58 — K-8873; 59 — K-1142; 60 — K-9910; 61 — K-9703; 62 — K-9658; 63 — K-9800; 64 — K-9837; 65 — K-3742; 66 — K-1437; 67 — K-9580; 68 — Актюбинское кормовое; 69 — Памяти Берсиева; 70 — Яркое 3; 71 — Яркое 5; 72 — Яркое 6; 73 — Яркое 7; 74 — Омское 11; 75 — Кормовое 89; 76 — Павлодарское; 77 — Кокшетауское 66; 78 — Золотистое кормовое; 79 — Барнаулское кормовое; 80 — Саратовское 6; 81 — Уральское 109; 82 — Шортандинское 7; 83 — Саратовское 3; 84 — K-2377; 85 — K-1685; 86 — PI 346940; 87 — PI 436626; 88 — Mazha Yan

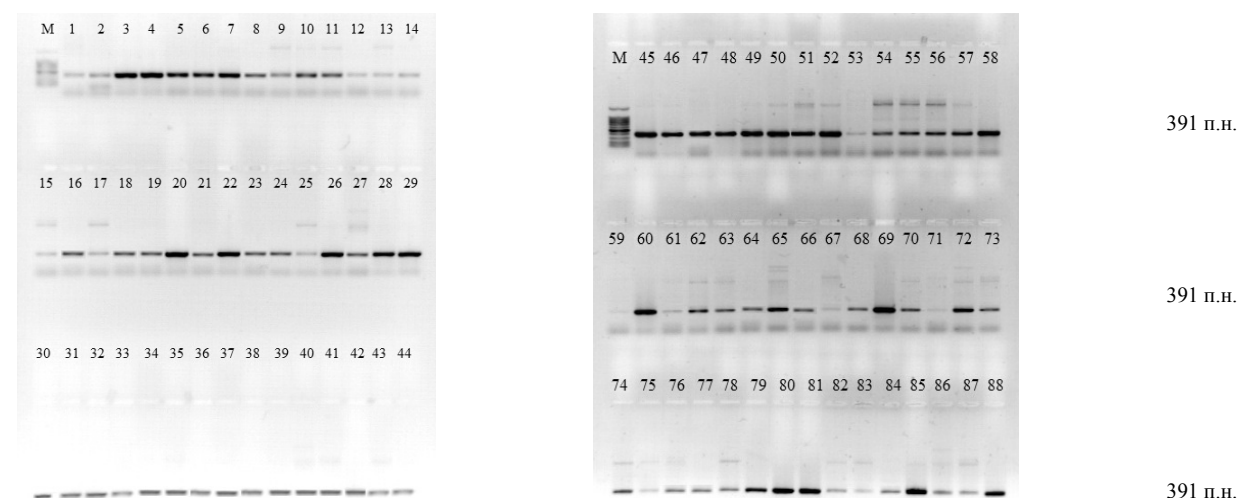
Рисунок 5. Электрофореграмма продуктов ПЦР, полученных с праймерами int5Sf/R11

Из рисунка видно, что у образцов: PI 170589; PI 253955; PI 255736; PI 260053; PI 289324; PI 289329; PI 296376; PI 346933; PI 222811; PI 346937; PI 346942; PI 367684; PI 649373; PI 649374; PI 649375; K-9645; K-9703; K-2377; K-1685 и PI 346940 размер ПЦР фрагмента ниже 100 п.н., чем у остальных генотипов.

Маркер M5R11 фланкирует участок S гена между 9 и 11 экзонами. При использовании данного маркера ожидаемый размер ПЦР продукта у коллекции проса составил 391 п.н. (рис. 6).

Профили ПЦР продуктов у всех сортов и образцов оказались идентичными. Праймер M5R11 не обнаружил полиморфизма между амилозными и глютинозными генотипами, что говорит о наличии у них доминантной аллели вакси гена в гомозиготном состоянии. Восковой признак контролируется геном Wx, который кодирует фермент GBSSI, регулирующий синтез амилозы. Исследования Graybosch и Baltensperger [10] показали, что у восковидных генотипов содержание амилозы в крахмале эндосперма составляет до 3,5 %, и данный признак контролируется рецессивными аллелями wx-1/wx-2. Полученные нами результаты не выявили четких отличий между амилозными и глютинозными образцами коллекции проса, это можно объяснить тем, что среди изученных образцов содержание амилозы было выше 5 %.





1 — маркер; 2 — К3742; 3 — PI649372; 4 — Ames 11641; 5 — Ames 28191; 6 — PI 170587; 7 — PI 170589; 8 — PI 654404; 9 — PI 170591; 10 — PI 173002; 11 — PI 173750; 12 — PI 175798; 13 — PI 175798; 14 — PI 176654; 15 — PI 177481; 16 — PI 179391; 17 — PI 180450; 18 — PI 204598; 19 — PI 204598; 20 — PI 207501; 21 — PI 211059; 22 — PI 219931; 23 — PI 220670; 24 — PI 222201; 25 — PI 223793; 26 — PI 251389; 27 — PI 253955; 28 — PI 255736; 29 — PI 260053; 30 — PI 268411; 31 — PI 269953; 32 — PI 269960; 33 — PI 289322; 34 — PI 289324; 35 — PI 289329; 36 — PI 296376; 37 — PI 346933; 38 — PI 222811; 39 — PI 346937; 40 — PI 346941; 41 — PI 346942; 42 — PI 346944; 43 — PI 365844; 44 — PI 365847; 45 — Кормовое просо; 46 — PI 442533; 47 — PI 463090; 48 — PI 463243; 49 — PI 463244; 50 — PI 531404; 51 — PI 649373; 52 — PI 649374; 53 — PI 649375; 54 — PI 654403; 55 — К-9681; 56 — К-10112; 57 — К-9989; 58 — К-9645; 59 — К-10213; 60 — К-10204; 61 — К-10222; 62 — К-10299; 63 — К-1066; 64 — К-803; 65 — К-3742; 66 — К-148; 67 — К-5786; 68 — К-8873; 69 — К-1142; 70 — К-9910; 71 — К-9703; 72 — К- 9655; 73 — К- 9658; 74 — К-9800; 75 — К-9837; 76 — К-1437; 77 — К-9580; 78 — Актюбинское кормовое; 79 — Памяти Берсиева; 80 — Яркое 3; 81 — Яркое 5; 82 — Яркое 6; 83 — Яркое 7; 84 — Омское 11; 85 — Кормовое 89; 86 — Кокшетауское 66; 87 — Золотистое кормовое; 88 — Барнаульское кормовое

Рисунок 6. Электрофореграмма продуктов ПЦР, полученных с праймерами M5R11

Таким образом, из проведенных анализов полиморфизма вакси аллелей среди изученных FPSLVVC3/Rstop3; FPSLVVC3/ex7Srext; int7Sf/Rstop3; int5Sf/R11; M5/R11; M12/R12; int5Lf/R3 молекулярных маркеров эффективными оказались маркеры int5Sf/R11 и int7Sf/Rstop3. Данные маркеры показали полиморфизм у большинства образцов, хотя оба маркера не выявили четких отличий между амилозными и глютинозными генотипами. По остальным маркерам профили ПЦР продуктов у всех сортов и образцов оказались идентичными.

*Работа выполнена в рамках проекта AP05131622 «Получение перспективных низкоамилозных образцов проса для селекции на основе биохимических и молекулярно-генетических методов» по подприоритету «Науки о жизни и здоровье» Бюджетной программы 055, финансируемой Государственным учреждением «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан».*

#### Список литературы

- 1 Перспективная ресурсосберегающая технология производства проса. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. — 52 с.
- 2 The World Sorghum and Millet Economies: Facts, Trends and Outlook [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/W1808E/w1808e0c.htm>
- 3 Zotikov V.I. Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia / V.I. Zotikov, V.S. Sidorenko, S.V. Bobkov et al. // *Advances in Broomcorn Millet Research. Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF) (25–31 August 2012)*. — Yangling, Shaanxi, Peoples Republic of China. — P. 3–9.
- 4 Сидоренко В.С. Селекция новых сортов проса для кормопроизводства / В.С. Сидоренко, С.О. Гуринович // *Селекция и насаждение*. — 2015. — Вып. 108. — С. 69–76.
- 5 Цыганков И.Г. Просо в сухостепной зоне Западного Казахстана / И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков, М.Ю. Цыганкова // *Сельскохозяйственные науки*. — 2004. — С. 91–95.
- 6 Shure M. Molecular identification and isolation of waxy locus in maize / M. Shure, S. Wessler, N. Fedoroff // *Cell*. — 1983. — Vol. 35. — P. 225–233.
- 7 Graybosh R.A. Waxy wheats: origin, proprieties and prospects // *Trends Food Sci. Technol.* — 1998. — Vol. 9. — P. 135–142.

- 8 Климушина М.В. Распределение аллелей генов *wx* в коллекции мягкой пшеницы Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / М.В. Климушина, Н.И. Гладких, М.Г. Дивашук, Л.А. Беспалова, А.В. Васильев, Г.И. Карлов // Вавиловский журн. генетики и селекции. — 2012. — Т. 16, № 1. — С. 187–192.
- 9 Fukunaga K. Structural variation in the Waxy gene and differentiation in foxtail millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv.]: implications for multiple origins of the waxy phenotype / K. Fukunaga, M. Kawase, K. Kato. // Mol. Genet. Genomics. — 2002. — No. 268. — P. 214–222.
- 10 Graybosch R.A. Evaluation of the waxy endosperm trait in proso millet (*Panicum miliaceum*) / R.A. Graybosch, D.D. Baltensperger // Plant Breed. — 2009. — No. 128. — P. 70–73.
- 11 Трегубов Н.Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н.Н. Трегубов, Е.Я. Жарова, А.И. Жушман, Е.К. Сидорова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 472 с.
- 12 Уварова И.И. Использование просяной муки в производстве печенья / И.И. Уварова, А.С. Прокопец // Пищевая технология. — 1994. — № 1–2. — С. 34–36.
- 13 Рыбак А.И. Новые генетические аспекты улучшения качества пшеницы / А.И. Рыбак, Н.А. Литвиненко // Вестн. аграрной науки. — 2009. — № 4. — С. 35–40.
- 14 Яшовский И.В. Селекция и семеноводство проса / И.В. Яшовский. — М.: Агропромиздат, 1987. — 256 с.
- 15 Nixon, R.M. Waxy cereals and red iodine starches / R.M. Nixon, B. Brimhall; In: J.A. Radley (ed.) Starch and its Derivatives (Fourth ed., pp. 247–281). — London: Chapman and Hall, UK, 1968.
- 16 Murray M.G. Rapid isolation of high molecular weight DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Nucleic Acids Res. — 1980. — No. 8. — P. 4321–4325.
- 17 Umeda M. Diversification of the rice Waxy gene by insertion of mobile DNA elements into introns / M. Umeda, H. Ohtsubo, E. Ohtsubo // Jpn. J. Genet. — 1991. — No. 66. — P. 569–586.
- 18 Harriet V. Hunt. Molecular Basis of the Waxy Endosperm Starch Phenotype in Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) / Harriet V. Hunt, Kay Denyer, Len C. Packman, Martin K. Jones, Christopher J. Howe // Mol. Biol. Evol. — 2010. — No. 27(7). — P. 1478–1494.

И.А. Жирнова, А.Б. Рысбекова, Э.Н. Дюсибаева, А.И. Сейтхожаев,  
Г.Т. Есенбекова, А.Е. Жакенова, Н.Б. Малтай

### Тары (*Panicum miliaceum* L.) коллекциясында *wx* генінің аллельдік жағдайына молекулалы-генетикалық маркерлер негізінде бағалау жүргізу

Мақалада тарының төмен амилозалы қазақстандық сұрыптарын шығару бойынша селекция процесін жеделдету мақсатында *wx* генінің полиморфизмін молекулалық маркерлер көмегімен зерттеу нәтижелері көрсетілген. *wx* генінің полиморфизмін зерттеу үшін тары коллекциясының шығу тегі әртүрлі экологиялы-географиялық аймақтардан (Ауғанстан, Бельгия, Венгрия, КХР, Канада, Үндістан, Иран, Мексика, Пәкістан, Ресей Федерациясы, Америка Құрама Штаттары, Түркия, Украина, Франция) алынған 88 үлгісі қолданылды. Отандық және шетелдік тары коллекция үлгілеріндегі *wx* генінің аллельдік жағдайына скрининг келесі молекулалық маркерлер көмегімен жүргізілді: FPSLVVC3 және Rstop3; FPSLVVC3 және ex7Srext; int7Sf және Rstop3; int5Sf және R11; M5 және R11; M12 және R12; int5Lf және R3. Алынған әрбір праймерге полимеразалық тізбектік реакция (ПТР) жүргізу жағдайы онтайландырылды. *wx* генінің полиморфизмін талдау нәтижесінде зерттеуде қолданылған праймерлердің ішінде int5Sf/R11 және int7Sf/Rstop3 маркерлері тиімді болды. Көрсетілген праймерлер көптеген үлгілерде полиморфизм байқатты, бірақ амилозды және глютинозды генотиптер арасынан айырмашылықтарды көрсетпеді. Басқа маркерлер бойынша ДНҚ профильдерінің ПТР өнімі мономорфты болды.

*Кілт сөздер:* тары, коллекция, амилозалы, глютинозды, *wx* гені, ДНҚ, маркер, ПТР, полиморфизм.

I.A. Zhirnova, A.B. Rysbekova, E.N. Dyusibaeva, A.I. Seithozhaev, G.T. Esenbekova,  
A.E. Zhakenova, N.B. Maltay

### Evaluation of allelic state of *wx* genes of proso millet collection (*Panicum miliaceum* L.) on the basis of molecular-genetic markers

In this paper are presented the results of analysis on the study of the polymorphism of proso millet waxy gene using molecular markers to accelerate the breeding process for the creation of low-amylose kazakhstan varieties. For studying the polymorphism waxy gene in proso millet collection was used in 88 samples of different geographical origin (Afghanistan, Belgium, Hungary, China, Canada, India, Iran, Mexico, Pakistan, Russian Federation, United States of America, Turkey, Ukraine, France). Screening of the local and foreign collection of proso millet on the allelic state of the waxy gene was carried out using the following molecular markers: FPSLVVC3 and Rstop3; FPSLVVC3 and ex7Srext; int7Sf and Rstop3; int5Sf and R11; M5 and R11; M12 and

R12; int5Lf and R3. For each primer the optimal conditions for polymerase chain reaction (PCR) were selected. From the analysis of the polymorphism of the waxy alleles among the studied markers, the int5Sf / R11 and int7Sf / Rstop3 were proved to be effective. These markers showed polymorphism in most samples, although both markers did not reveal clear differences between amylose and glutinous genotypes. By other DNA markers the profiles of PCR products in all genotypes were showed monomorphism.

*Keywords:* proso millet, collection, amylose, glutinous, waxy gene, DNA, marker, PCR, polymorphism.

## References

- 1 Perspektivnaia resursosberehaiushchaia tekhnolohiia proizvodstva prosa [Perspective resource-saving production technology of millet]. (2010). Moscow: FGNU «Rosinformahrotekh» [in Russian].
- 2 The World Sorghum and Millet Economies: Facts, Trends and Outlook. *fao.org* Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/W1808E/w1808e0c.htm>
- 3 Zotikov, V.I., Sidorenko, V.S., & Bobkov, S.V. et al. (2012). Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia. Advances in Broomcorn Millet Research. *Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet*. Northwest A&F University (NWSUAF). Yangling, Shaanxi, Peoples Republic of China, 3–9.
- 4 Sidorenko, V.S., & Gurinovich, S.O. (2015). Seleksiia novykh sortov prosa dlia kormoproizvodstva [Selection of new varieties of millet for fodder production]. *Seleksiia i nasinnitstvo — Selection and seed production*, 108, 69–76 [in Russian].
- 5 Tsygankov, I.G., Tsygankov, V.I., & Tsygankova, M.Yu. (2004). Proso v sukhostepnoi zone Zapadnoho Kazakhstana [Millet in the dry steppe zone of Western Kazakhstan]. *Selskokhoziaistvennye nauki — Agricultural sciences*, 91–95 [in Russian].
- 6 Shure, M., Wessler, S., & Fedoroff, N. (1983). Molecular identification and isolation of waxy locus in maize. *Cell*, 35, 225–233.
- 7 Graybosh, R.A. (1998). Waxy wheats: origin, proprieties and prospects. *Trends Food Sci. Technol.*, 9, 135–142.
- 8 Klimushina, M.V., Gladkikh, N.I., Divashuk, M.H., Bespalova, L.A., Vasilev, A.V., & Karlov, H.I. (2012). Raspredelenie allelei henov wx v kollektzii miahkoi pshenitsy Krasnodarskoho NIISKh im. P.P. Lukianenko [Distribution of alleles of wx genes in the collection of soft wheat of Krasnodar SRIAS name of P.P. Lukyanenko]. *Vavilovskii zhurnal hetetiki i selektsii — Vavilovsky Journal of Genetics and Selection*, 16, 1, 187–192 [in Russian].
- 9 Fukunaga, K., Kawase, M., & Kato, K. (2002). Structural variation in the Waxy gene and differentiation in foxtail millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv.]: implications for multiple origins of the waxy phenotype. *Mol. Genet. Genomics*, 268, 214–222.
- 10 Graybosch, R.A., & Baltensperger, D.D. (2009). Evaluation of the waxy end ospermtrait in proso millet (*Panicum miliaceum*). *Plant Breed*, 128, 70–73.
- 11 Tregubov, N.N., Zharova, E.Ya., Zhushman, A.I., & Sidorova, E.K. (1970). *Tekhnolohiia krakhmala i krakhmaloproduktov [Technology of starch and starch products]*. Moscow: Lehkaia i pishchevaia promyshlennost [in Russian].
- 12 Uvarova, I.I., & Prokopets, A.S. (1994). Ispolzovanie prosyanoi muki v proizvodstve pechenia [The use of millet flour in the production of cookies]. *Pishchevaia tekhnolohiia — Food technology*, 1–2, 34–36 [in Russian].
- 13 Rybak, A.I. & Litvinenko, N.A. (2009). Novye heteticheskie aspekty uluchsheniia kachestva pshenitsy [New genetic aspects of wheat quality improvement]. *Vestnik ahrarnoi nauki — Bulletin of agrarian science*, 4, 35–40 [in Russian].
- 14 Yashovskii, I.V. (1987). *Seleksiia i semenovodstvo prosa [Selection and seed production of millet]*. Moscow: Ahropromizdat [in Russian].
- 15 Hixon, R.M., & Brimhall, R. (1968). Waxy cereals and red iodine starches. J.A. Radley (ed.) *Starch and its Derivatives*. London: Chapman and Hall, UK, 247–281.
- 16 Murray, M.G., & Thompson, W.F. (1980). Rapid isolation of high molecular weight DNA. *Nucleic Acids Res.* 8, 4321–4325.
- 17 Umeda, M., Ohtsubo, H., & Ohtsubo, E. (1991). Diversification of the rice Waxy gene by insertion of mobile DNA elements into introns. *Jpn. J. Genet.* 66, 569–586.
- 18 Harriet, V. Hunt, Kay Denyer, Len C. Packman, Martin K. Jones, & Christopher J. Howe. (2010). Molecular Basis of the Waxy Endosperm Starch Phenotype in Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.). *Mol. Biol. Evol.*, 27, 1478–1494.

УДК 616-018:616:379-008.64

Г.Г. Мейрамов<sup>1</sup>, В.И. Корчин<sup>2</sup>, А.Ж. Шайбек<sup>1</sup>, К.-Д. Конерт<sup>3</sup>, Г.Т. Тусупбекова<sup>4</sup>,  
А.А. Кикимбаева<sup>5</sup>, А.П. Андреева<sup>6</sup>, О.Л. Коваленко<sup>1</sup>, А.Г. Мейрамова-Абдраимова<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан;

<sup>2</sup>Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Россия;

<sup>3</sup>Карлсбург, Германия;

<sup>4</sup>Павлодарский инновационный университет, Казахстан;

<sup>5</sup>Медицинский университет Астана, Нур-Султан, Казахстан;

<sup>6</sup>Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

<sup>7</sup>Медицинский университет Караганды, Казахстан

(E-mail: meyratow@mail.ru)

## **О перспективах использования трансплантационного метода лечения сахарного диабета**

Работа посвящена исследованию возможностей использования в экспериментально-клинической практике трансплантационного метода лечения сахарного диабета. Показано, что в перспективе этот метод, в отличие от инсулинотерапии, несомненно, может стать методом излечения. Подчеркнуто, что особое значение имеет получение достаточного количества материала для трансплантации в виде изолированных и выделенных из поджелудочной железы панкреатических островков, качественная очистка их от примесей и подготовка к трансплантации путем культивирования с использованием ростовых факторов. Показана важная роль визуального гистологического контроля каждой партии получаемых островков; авторами приведены собственные результаты гистологического и гистохимического контроля полученного материала с помощью модифицированных ими всех известных на сегодня в мире основных высокоспецифичных методов исследования состояния гистоструктуры и оценки содержания инсулина в В-клетках. На основании собственного значительного многолетнего опыта работы в западноевропейских лабораториях авторами предложены полезные замечания по вопросам организационного характера при проведении исследований в этом направлении.

*Ключевые слова:* диабет, панкреатические островки, трансплантационный метод лечения диабета, В-клетки, поджелудочная железа, инсулин, инсулинотерапия.

В течение последних десятилетий в мире идет интенсивный рост числа зарегистрированных больных сахарным диабетом (СД): от 290 млн в 2000 г. до 366 млн в 2011 г. и 422 млн в 2015 г. [IDF Diabetes Atlas, 2011]. В 1992 г. диабет признан ВОЗ как «неинфекционная эпидемия XX-го века» а позже — как «угроза миру». Казахстан не является исключением. Число пациентов с зарегистрированным СД по республике составило: в 1965 г. — 29 000, в 1998 г. — 93 000 (около 0,8 % от общей численности населения), в 2011 г. — 208 000 (1,3 % от общей численности населения) и в 2017 г. — 309 000 (1,7 %). К этому надо добавить еще почти столько же лиц с невыявленным явным диабетом и 100 000–150 000 с латентными формами диабета. Общее число больных СД приближается, таким образом, к 800–850 тыс. человек. На сегодня число больных с СД явно превышает число онкологических больных и, возможно, число больных сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), уверенно занимающими уже много лет позиции № 2 и № 1 как причина смерти в большинстве стран. Сегодня СД по этому показателю вышел на позицию № 3. Наиболее тревожным фактом является то, что скорость роста заболеваемости СД превышает скорость роста числа больных ССЗ и онкологическими заболеваниями, составляя порядка 1,6–1,7 % (7,1 %, включая невыявленных больных по данным IDF)

от общей численности населения (0,8 % в 1998 г.). Если в среднем по миру удвоение числа больных происходит в течение 10–15 лет, то в Казахстане за 18 лет их количество утроилось.

В различных странах, согласно отчету Международной федерации диабета (2011), заболеваемость диабетом является очень различной: в России в 2011 г. — 7,6 % от численности населения, Франции — 7,3 %, Финляндии — 9,0 %, Германии — 8 %, Австрии — 9,1 %, Италии — 7,8 %, Польше — 10,6 %, Швеции — 5,7 %, Мексике — 18 %, Израиле — 9 %, в странах Карибского бассейна — от 12,8 % в Антигуа до 16,4 % в Гайане; драматическое увеличение числа больных в странах Персидского залива длится 10–15 лет: в Саудовской Аравии — 16,2 %, Кувейте — 15,9 %, Катаре — 14,1 %, ОАЭ — 12,6 %; на Ямайке — 15,9 %, Китае — 9,3 %, Индии — 8,3 %, Малайзии — 11,7 %, Сингапуре — 11,1 %, США — 10,8 %, Узбекистане — 4,9 %, Кыргызстане — 4,8 % и в мире в среднем — 8,5 % [IDF Diabetes Atlas, 2011].

Основным методом лечения с 1922 г. являются заместительная терапия препаратами синтетического или животного инсулина, терапия таблетированными фармпрепаратами в сочетании со многими рекомендациями, касающимися питания, двигательной активности и пр. Этот принцип позволяет лечить, но не излечивать больных.

В последние годы за рубежом после многолетних экспериментальных пересадок на животных постепенно начал внедряться в клиническую практику трансплантационный метод лечения СД, предусматривающий пересадку больным изолированных панкреатических островков (В-клеток) поджелудочной железы, вырабатывающих гормон — инсулин. Конечной целью такого принципа является излечение больных. Наилучший достигнутый результат на сегодня — полная или близкая к полной компенсация потребностей организма в инсулине примерно на 2 года после одной трансплантации (это однократная, относительно несложная операция по трансплантации суспензии, состоящей минимально из 150–200 тыс. выделенных из поджелудочной железы очищенных панкреатических островков).

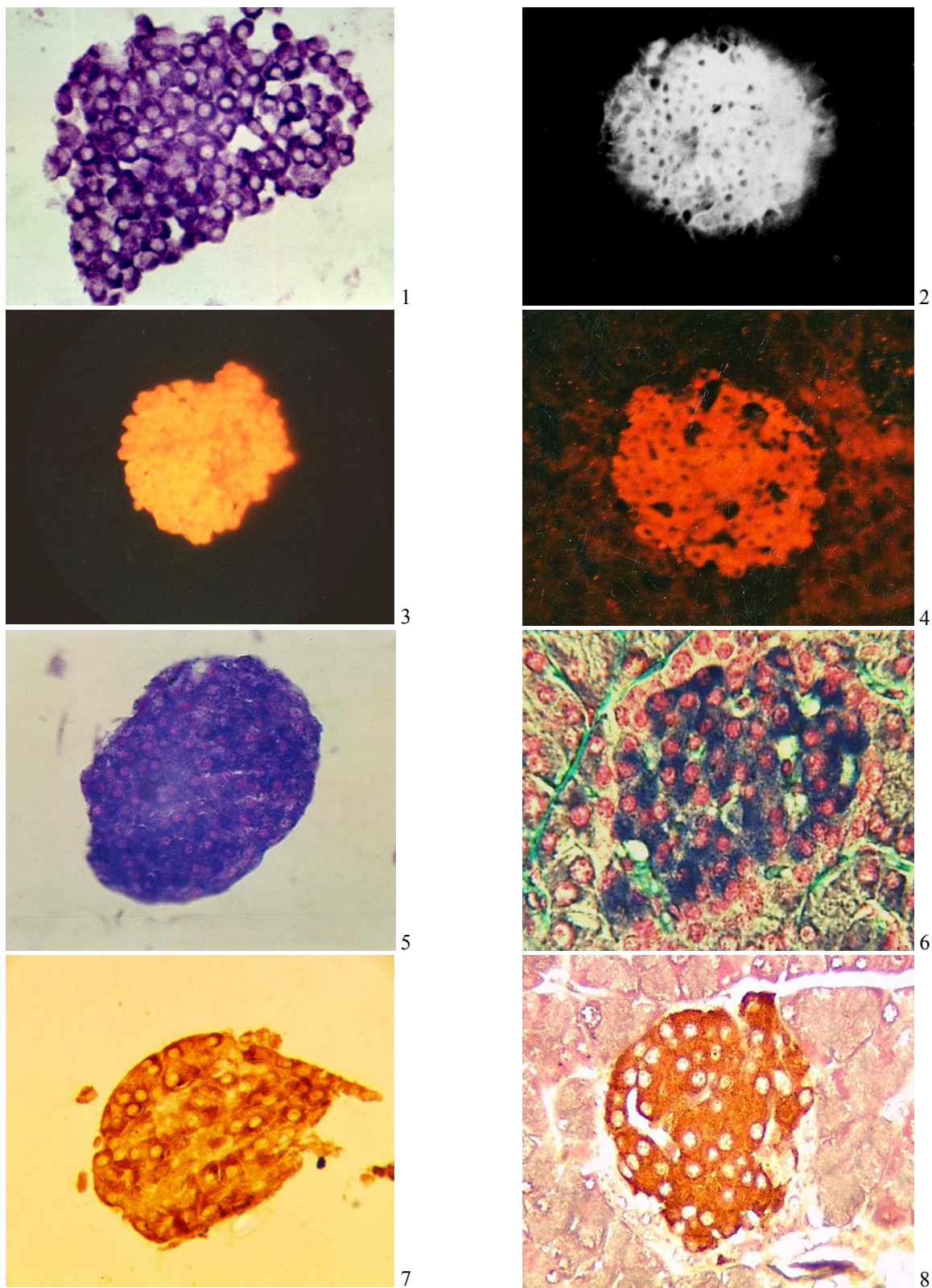
Мысль о пересадке островков возникла около 80 лет тому назад, однако тормозом в ее реализации являлась техническая невозможность изолирования и выделения из ткани поджелудочной железы панкреатических островков. Главным потенциальным и очевидным преимуществом ее является существующая реальная перспектива излечения СД, в отличие от заместительной терапии инсулином.

Переломным явился 1967 г., когда, наконец, был предложен эффективный метод ферментативного выделения из поджелудочной железы островков, радикально изменивший ситуацию [1]. Почти сразу же, с 1970 г. начались попытки экспериментальной пересадки изолированных островков больным диабетом животным. Под объединяющим началом Европейской Диабетологической Ассоциации (EASD) эта работа достаточно активно ведется в последние 30–35 лет. В Европе имеется множество центров диабетологической трансплантологии при различных клиниках и госпиталях, где шаг за шагом постепенно улучшают результаты трансплантации. На сегодня этот метод является экспериментально-клиническим. Основной недостаток заместительной терапии инсулином известен и состоит в том, что как только прекращается введение гормона — появляется прямая угроза жизни больного. Заместительная терапия инсулином, кроме того, по своему определению не имеет никаких перспектив стать методом излечения больного.

Данной проблеме уделяется серьезное внимание в Европе. Финансирование исследований в этом направлении все эти десятилетия постепенно только нарастает. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что сомнений в отношении перспективности данной работы нет и что через какое-то время этот метод постепенно станет значительно более широко распространенным в Европе. Сегодня уже нескольким тысячам больных осуществлена экспериментальная трансплантация островков. Суть трансплантологического метода лечения СД сводится к следующему:

1. Из поджелудочной железы животных ферментативным методом в результате дезагрегации волокон соединительной ткани изолируются панкреатические островки, подвергаются очистке и культивированию, после чего они готовы к пересадке. Для изоляции островков применяют фермент коллагеназу, расщепляющий коллагеновые волокна экзокринной ткани поджелудочной железы. В результате дезагрегации образуется суспензия, состоящая из изолированных островков, смешанная с фрагментами экзокринной ткани, подвергшейся дезагрегации. Их отделение осуществляют путем создания с помощью декстрана или фиколла градиента плотности. Островки при этом в плоскости занимают узкое пространство, откуда их отбирают пипеткой. Окончательная очистка производится 3–4-кратным промыванием в растворе Хенкса с последующим центрифугированием при малых оборотах. Количество поврежденных островков составляет в среднем от 10 до 15 % от общего числа изолированных. Последующее культивирование осуществляют в питательной среде с использованием

ростовых факторов и глюкозы. Гистологические срезы залитых в парафин изолированных островков окрашивают на инсулин одним из нескольких методов с целью анализа состояния гистоструктуры и содержания депонированного инсулина (см. рис.) [2–15].



1 Изолированный панкреатический островок неонатальной крысы. Альдегидфуксин. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (фиолетовая окраска);  $\times 280$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.

- 2 Ткань поджелудочной железы крысы. Цинк-инсулиновый комплекс в В-клетках. Люминесцентная реакция на цинк с толуолсульфониламинхинолином; замороженный срез;  $\times 140$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.
- 3 Изолированный панкреатический островок неонатальной крысы. Диэтилпсевдоизоцианин. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (ярко-красная флуоресценция);  $\times 140$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы, 1990.
- 4 Ткань поджелудочной железы крысы. Диэтилпсевдоизоцианин. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (ярко-красная флуоресценция);  $\times 140$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.
- 5 Изолированный панкреатический островок неонатальной крысы. Виктория 4R. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (фиолетовая окраска);  $\times 280$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.
- 6 Ткань поджелудочной железы крысы. Виктория 4R. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (фиолетовая окраска), А-клетки (розовый цвет);  $\times 280$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.
- 7 Изолированный панкреатический островок неонатальной крысы. Иммуногистохимический метод. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (коричневая окраска);  $\times 280$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.
- 8 Ткань поджелудочной железы крысы. Иммуногистохимический метод. Гистоструктура без изменений; значительное содержание инсулина в В-клетках (коричневая окраска);  $\times 280$ . Препарат и фото Диабетологической исследовательской группы.

Рисунок 1. Изолированные и очищенные панкреатические островки и ткань поджелудочной железы неонатальных крысят и крыс. Гистоструктура и содержание инсулина в В-клетках. Препараты и микрофотографии получены в Диабетологической исследовательской группе, г. Караганда (1977–2016 гг.)

Изоляция островков взрослых животных осуществляется несколько иным способом: раствор коллагеназы вводится в артерию поджелудочной железы, т.е. расщепление коллагеновых волокон происходит изнутри ткани.

2. Трансплантация в эксперименте осуществляется чаще в ткань печени путем инъекции суспензии островков в воротную вену (есть варианты пересадки под кожу, в мышечное ложе и др.) с помощью однократного введения их в количестве не менее 150 000–200 000. В настоящее время исследуются результаты трансплантации всеми способами, однако на сегодня в большей степени склоняются к пересадке в ткань печени.

Основная и самая затратная часть работы — получение материала, т.е. культуры изолированных и очищенных островков в необходимых количествах. Хирургический компонент не требует специальной операционной (5–10 % всех усилий и затрат).

Сегодня далеко не все вопросы в этой сфере мировой диабетологии решены в полной мере, но, несомненно, что пройдена значительная часть этого пути. Основной компонент — налаживание методов получения высокоочищенной суспензии изолированных островков (животных и доноров) в необходимых количествах. С этой целью при трансплантологических центрах организуются группы, занимающиеся решением связанных между собой проблем, которые условно можно разделить на две группы: 1) совершенствование технологии изоляции и подготовки панкреатических островков к экспериментальной (животным) и экспериментально-клинической (пациенту) трансплантации; 2) изучение отдаленных результатов трансплантации.

В составе таких подразделений имеются высокопрофессиональные гистологи и гистохимики с большим опытом работы в качестве гистолога (без высшего образования, или со средним образованием).

В гистологии и гистохимии поджелудочной железы за последние 50–60 лет уровень ручной работы сохранился почти полностью, так как встроить в этот процесс машинные технологии невозможно, аналогично тому, как если бы ручную работу реставратора картин попытаться заменить работой машин; по опыту нашей работы, если принять всю ручную работу гистолога поджелудочной железы за 100 % в 1964 г., то в 2015 г. ее объем составил не менее 95–98 % от уровня 1964 г., т.е. движения почти не произошло.

Представляется целесообразным следующий вариант возможной структурной организации работы.

1. *Группа 1* (лаборатория) по совершенствованию изоляции и культивирования панкреатических островков. Состав: препараты-гистологи с длительным опытом и стажем работы в практической

гистологии и гистологии ткани поджелудочной железы, а также руководитель (с медицинским образованием), специалист-гистолог с опытом работы в практической гистологии поджелудочной железы.

Задачи Группы:

- 1) совершенствование методов изоляции панкреатических островков ферментом коллагеназой;
- 2) совершенствование очистки полученного материала;
- 3) совершенствование культивирования островков при подготовке их к экспериментальной трансплантации животным.

Конечные цели в соответствии с задачами:

- а) получить максимальное количество островков при минимальном проценте поврежденных;
- б) максимальная очистка островков от примесей в виде обрывков экзокринной ткани, фрагментов поврежденных нежизнеспособных островков;
- в) совершенствование методов культивирования: выбор наиболее подходящих питательных сред и ростовых факторов, способствующих более качественному и быстрому росту и дифференциации клеток;
- г) овладение методами инкапсулирования островков при подготовке к трансплантации.

2. *Группа 2* экспериментальной трансплантологии. Ее имело бы смысл организовать в качестве функционирующей отдельной структуры в составе имеющихся центров или отделений трансплантации в городах, где они имеются.

Структурно группы могут входить в состав различных учреждений, но сотрудничающих по одной программе. При отборе препараторов-гистологов и руководителя кандидаты желательны должны: 1) уметь самостоятельно изъять поджелудочную железу у экспериментального животного, зафиксировать ее, выполнить проводку, приготовить срезы и окрасить их по двум из описанных в данной статье методик с таким же качеством под наблюдением специалистов за проведением всех процедур; 2) для руководителя дополнительно — иметь публикации с использованием гистологических методов окраски ткани поджелудочной железы. Группа 1 (лаборатория) не должна отвлекаться на обучение, специализации, подготовку магистрантов, докторантов и пр., что должно быть официально отражено в миссии и подтверждено соответствующим приказом руководителя, запрещающим все посторонние виды деятельности, поскольку ее задача — быть узко специализированным подразделением, а не учебным центром по совместительству.

Препараторы-гистологи должны отбираться из числа лаборантов-гистологов без высшего образования, имеющих длительный непрерывный, не менее 5 лет, опыт работы в практической гистологии в должности препаратора или лаборанта-гистолога и не менее 2–3 лет работавших с тканью поджелудочной железы.

*О финансировании.* На всех этапах, задачи которых определены выше и связаны с получением высококачественной культуры изолированных островков, необходимо финансирование не по грантовой системе, а постоянное, как и центры иного профиля (перинатальные, кардиологические и т.д.), в случае, если данная проблема будет сочтена вышестоящими инстанциями действительно актуальной и заслуживающей такого решения. Без решения проблемы финансирования вопрос об организации лаборатории может быть приостановлен. В конечном итоге, рано или поздно к положительному решению проблемы финансирования мы, вероятно, все же вынуждены будем прийти, так как постоянно нарастающая заболеваемость диабетом будет оказывать все возрастающее давление.

Органные трансплантации (сердца, почек и др.) отягощены необходимостью решения ряда сложных технических и организационных проблем, таких как техническая сложность трансплантации, поиск доноров, иммунологическая несовместимость. Нетрудно заметить, что трансплантация изолированных островков является относительно несложной процедурой, в значительно меньшей степени отягощенной названными выше проблемами, характерными для органных трансплантаций.

Учитывая определенные сложности, касающиеся поиска методик гистологического контроля состояния изолированных островков, ниже авторами приводятся детальные прописи фиксации и проводки ткани поджелудочной железы и методики окраски срезов на инсулин.

*Методика окраски ткани поджелудочной железы альдегидфуксином Гомори в нашей модификации*

- 1) ксилол — 5 мин; 2) ксилол № 2 — 5 мин; 3) ксилол № 3 — 5 мин; 4) абс. спирт 100° № 1 — 5 мин; 5) абс. спирт № 2 — 5 мин; 6) спирт 80° — 5 мин; 7) водопр. вода — 5 мин; 8) окислитель — 2 мин; 9) 2 % раствор щавелевой кислоты до обесцвечивания; 10) дист. вода — 5 мин; 11) альдегидфуксин («MERCK», ФПГ; «SERVA», ФПГ) — 5–7 мин; 12) 70° подкисленный спирт 1 — дифферен-



цировать; 13) 70° подкисленный спирт № 2 — дифференцировать; 14) смесь Хальми — 1 мин; 15) дист. вода — 5 мин; 16) дист. вода — 5 мин; 17) абс. спирт № 3 — 5 мин; 18) абс. спирт № 4 — 5 мин; 19) ксилол № 3 — 5 мин; 20) ксилол № 4 — 5 мин; 21) заключение в бальзам. Результат: инсулин окрашивается в фиолетовый цвет (см. рис., поз. 1 и 2).

*Методика окраски ткани поджелудочной железы диэтилпсевдоизоцианином по Coalson*

1) ксилол № 1 — 5 мин; 2) ксилол № 2 — 5 мин; 3) ксилол № 3 — 5 мин; 4) абс. спирт 100° № 1 — 5 мин; 5) спирт 90° — 5 мин; 6) спирт 80° — 5 мин; 7) водопр. вода — 5 мин; 8) окислитель — 2 мин; 9) 2 % раствор шавелевой кислоты — до обесцвечивания; 10) дист. вода — 5 мин; 11) 0,4 % водный раствор псевдоизоцианина (производства фирмы «SERVA», ФРГ) — 15–20 мин; 12) 70° подкисленный спирт 1 — дифференцировать; 13) сполоснуть в 2-х порциях дист. воды и оставить в холодильнике на 2 ч; 14) люминесцентная микроскопия (длина волны 360–370 нм; желтый возбуждающий светофильтр на лампе; запирающий фильтр на окуляре). Результат: инсулин в В-клетках флюоресцирует ярко-красным светом (см. рис., поз. 3 и 4).

*Методика окраски ткани поджелудочной железы реактивом «Victoria 4R» (диметилнафтлметан, цв. индекс 42563)*

Растворы:

1. Протравливающий раствор: охлажденная жидкость Буэна (100 мл) + алюмохром (3–4 г).
2. Окислитель: 0,3 % раствор  $\text{KMnO}_4$  (50 мл) + 0,3 % раствор серной кислоты.
3. Раствор «Victoria Blue»: 96° спирт + реактив «Victoria 4R» (1 г).
4. Красящий раствор: раствор «Victoria Blue» (25 мл) + 96° спирт (100 мл) + глицерин (300 мл) + 1 % ледяная уксусная кислота (25 мл). Наилучшие результаты получены на 10–20 дни после приготовления раствора.

Процедуры:

1) фиксация поджелудочной железы в жидкости Буэна 24–48 ч; промыть в 70° спирте; 2) заливка в парафин; 3) приготовить срезы толщиной 5 мкм; 4) парафиновые срезы поместить ненадолго в воду и затем в протравливающий раствор на 24–72 ч при +37 °С; 5) промыть срезы в проточной воде до обесцвечивания; 6) окислитель — 3–5 мин; 7) хорошо промыть в воде; 8) промыть в 2–5 % растворе бисульфита натрия 1 мин; 9) хорошо промыть в воде; 10) 70° спирт — 1 мин; 11) окраска красящим раствором 45 мин — 24 ч при комнатной температуре, В-клетки окрашиваются в синий цвет; 12) промыть в воде; 13) дифференцировать в 70° спирте до обесцвечивания других типов клеток; 14) промыть в дистиллированной воде 1 мин; 15) окраска 0,5 % раствором флоксина 30–120 с; 16) промыть в дистиллированной воде 1 мин; 17) 5 % раствор фосфорвольфрамовой кислоты — 1–2 мин; 18) промыть в проточной воде 1–2 мин до возвращения красной окраски флоксина; 19) промыть в дистиллированной воде; 20) окраска водным 0,5 % раствором «Светлого зеленого» 1–2 мин; 21) дегидратация 2 раза в 96° спирте, просветление в ксилоле и заливка в бальзам.

Результат:

Гранулы инсулина в В-клетках окрашены в синий цвет. А-клеток — в красный. Ядра красные, экзокринная ткань — пурпурно-розового, коллагеновые волокна — зеленые, эластические волокна — синие (см. рис., поз. 5 и 6).

*Иммуногистохимический метод окраски инсулина в В-клетках*

Для окраски используются готовые стандартные наборы реактивов, выпускаемые зарубежными производственными объединениями, в которых количество процедур окраски сведено к минимуму и не требует высокой квалификации сотрудника. По стоимости окраски одного препарата метод в несколько раз дороже описанных выше методик и несопоставим с альдегидфуксиновым методом и методом «Victoria 4R», значительно превосходящими иммуногистохимический метод по возможности оценки состояния гистоструктуры панкреатических островков и экзокринной ткани. Комплекс инсулин-антитело окрашивается в насыщенный коричневый цвет (см. рис., поз. 7 и 8).

*Выводы*

1. По проблеме № 3 «Сахарный диабет» в Республике Казахстан пока нет какого-либо института данного профиля или диабетологических исследовательских центров, в отличие от двух первых проблем медицины — № 1 «Сердечно-сосудистые болезни» и № 2 «Онкологические заболевания» (имеются кардиоцентры почти в каждой области, спеццентры кардиохирургии и онкоцентры, а также специализированные НИИ). В дальнейшем, в связи с продолжающимся интенсивным ростом распро-

странности СД, возрастающая острота проблемы рано или поздно приведет к необходимости организации такой структуры экспериментально-клинического характера.

2. В этом направлении предстоит терпеливая и кропотливая рутинная работа, к чему надо быть готовыми. Существует и альтернативный вариант, а именно в течение ближайших 5–10 лет следует ожидать дальнейшего прогресса в этой области, после чего можно активизировать работу у нас.

3. Согласно имеющимся тенденциям, у трансплантационного метода лечения при диабете, несомненно, хорошие перспективы стать методом более радикального лечения диабета. Конечные траты будут, очевидно, заметно меньшими: достаточно сказать, что по состоянию на сегодняшний день специальные хирургические центры по пересадке островков на начальном этапе вряд ли потребуются, так как вся хирургическая часть трансплантации островков на сегодня не представляет особой технической сложности.

*Руководитель работы выражает признательность производственным объединениям «Boehringer Mannheim»(ФПГ), «Hoechst»(ФПГ), «SERVA» (ФПГ), «FERAK» (ФПГ), «MERCCK» (ФПГ), «SARTORIUS» (ФПГ), «Pharmacia Fine Chemicals» (Швеция) за безвозмездно предоставлявшиеся в течение многих лет реактивы и препараты, необходимые для выполнения исследований.*

### Список литературы

- 1 Lacy R.E. Method for the isolation of intact islets of Langerhans from the rats pancreas / R.E. Lacy, M. Kostianovsky // Diabetes. — 1967. — Vol. 16, No. 1. — P. 35–39.
- 2 Kvistberg D. Staining of insulin with aldehyde fuchsin / D. Kvistberg, G. Lester, A. Lasarov // J. Histochem Cytochem. — 1966. — Vol. 14. — P. 609–611.
- 3 Ortman R. Concerning the staining properties of aldehyde basic fuchsin / R. Ortman, W. Forbes, A. Balasubramanian // J. Histochem. — 1966. — Vol. 14. — P. 104–111.
- 4 Orci G. Some aspects of the morphology of insulin secreting cells / G. Orci // Acta Histochem. — 1976. — No. 1. — P. 147–158.
- 5 Schiebler T.H. Uber den Nachweis von Insulin mit den metachromatisch reagierenden Pseudoisocyaninen / T.H. Schiebler, S. Schiessler // Histochemie. — 1959. — Vol. 1. — S. 445–465.
- 6 Coalson R.E. Pseudoisocyanine staining of insulin and specificity of empirical islet cell stain / R.E. Coalson // Stain Technol. — 1966. — No. 2. — P. 121–129.
- 7 Meyramov G.G. Fluorescent histochemical method staining of insulin in B-cells of isolated pancreatic islets by diethylpseudoisocyanine chloride / G.G. Meyramov, A.A. Kikimbaeva, A.G. Meyramova // Acta Diabetologica, the European Diabetes Journal. — 2005. — Springer, Vol. 42, No. 1. — P. 66.
- 8 Wohlrab F. On the specificity of the insulin staining by Victoria Blue 4R / F. Wohlrab, H. Dorsche, I. Krautschick, S. Schmidt // Histochem. Journal. — 1985. — Vol. 17. — P. 515–518.
- 9 Meyramov G.G. “Victoria 4R” method staining of insulin in B-cells of isolated pancreatic islets / G.G. Meyramov, A.A. Kikimbaeva, A.G. Meyramova // Acta Diabetologica, the European Diabetes Journal. — Springer Int., 2003. — Vol. 40, No. 4. — P. 208.
- 10 Meyramov G.G. The histofunctional method appreciating of functional state of isolated pancreatic B-cells in the tissue culture / G.G. Meyramov, G.T. Tusupbekova, R.G. Meyramova // Diabetes Research and Clinical Practice, the Journal of International Diabetes Federation. — New York – Amsterdam: Elsevier, 1988. — Vol. 5. — P. 226, 227.
- 11 Meyramov G.G. Gluthation’s reduced form protect B-cells from destruction caused by diabetogenic ligands / G.G. Meyramov, A.S. Shaybek et al. // Diabetes, a Journal of American Diabetes Association. — 2015. — Vol. 64, No. 7, S. 1. — P. 735.
- 12 Sternberger L.A. Immunocytochemistry. — 2<sup>nd</sup> Ed. / L.A. Sternberger. — New York – Chichester – Brisbane – Toronto: John Willey & Sons, 1979.
- 13 Meyramov G.G. The high specific method for revealing of zinc ions in pancreatic B-cells/ G.G. Meyramov, G.T. Tusupbekova, R.G. Meyramova // Diabetes, a Journal of American Diabetes Association. — 1991. — Vol. 40, S. 1. — P. 65.
- 14 Мейрамов Г.Г. Гистохимическое выявление инсулина в культуре эндокринной ткани поджелудочной железы с помощью псевдоизоцианинового и иммунофлюоресцентного методов / Г.Г. Мейрамов, К.-Д. Конерт, Р.Г. Мейрамова // Проблемы эндокринологии. — М., 1990. — Т. 36, № 1. — С. 66–69.
- 15 Kikui Y. Differential staining method for A- and B-cells in the pancreatic islets of Langerhans / Y. Kikui, H. Seguchi, H.A. Mizoguti // Acta Histochem. Cytochem. — 1977. — Vol. 10, No. 1. — P. 10–13.

Г.Г. Мейрамов, В.И. Корчин, А.Ж. Шайбек, К.-Д. Конерт, Г.Т. Тусупбекова,  
А.А. Кикимбаева, А.П. Андреева, О.Л. Коваленко, А.Г. Мейрамова-Абдраимова

### **Қант диабетін емдеуде трансплантация әдісін қолданудың перспективасы туралы**

Жұмыс практикалық-клиникалық тәжірибеде қант диабетін емдеу әдісінің трансплантациялаудың мүмкіндіктерін зерттеуге арналған. Болашақта бұл инсулин терапиясынан айырмашылығы сауығу әдісі бола алатындығы көрсетілген. Оқшауланған және ұйқы безінен бөліп алынған панкреатикалық аралшықтардан трансплантациялау үшін жеткілікті материалды алу, өсу факторларын қолдана отырып, оларды өсіру және қоспалардан сапалы тазалау ерекше маңызды болып табылады. Алынған аралшықтардың әр партиясының визуалды гистологиялық бақылау рөлі көрсетілген. Авторлар гистологиялық және гистохимиялық бақылаудың өзіндік нәтижелерінде гистологиялық құрылымның жай-күйін және В-жасушаларында инсулиннің құрамын қазіргі заманғы әлемдегі негізгі ерекше әдістердің көмегімен бағалауға арналған өзгертіп, өзгертулердің көмегімен көрсетті. Авторлар бүгінгі таңда негізгі гистокұрылым және В-жасушалардағы инсулин құрамын зерттеу әдістерінде өздерінің гистологиялық құрылымын зерттеуге алынған материалдардың гистологиялық және гистохимиялық өзіндік нәтижелерін көрсетті. Батыс Еуропаның зертханаларындағы ұзақмерзімдік өзіндік тәжірибе негізінде авторлар осы бағытта ғылыми зерттеулер жүргізуде ұйымдық мәселелер бойынша пайдалы пікірлер ұсынды.

*Кілт сөздер:* диабет, панкреатит аралшықтары, трансплантация, В-жасушалар, ұйқы безі, инсулин, инсулин терапиясы.

G.G. Meyramov, V.I. Korchin, A.Zh. Shaybek, K.-D. Konert, G.T. Tusupbekova,  
A.A. Kikimbaeva, A.P. Andreeva, O.L. Kovalenko, A.G. Meyramova-Abdraimova

### **On the prospects of application of transplantation method for treatment of diabetes mellitus**

Work is devoted to a research of opportunities of use in experimental-clinical practice of a transplant method for treatment of a diabetes mellitus. It is shown that in the long term this method unlike an insulin therapy can undoubtedly become a treatment method. I will emphasize - the fact that obtaining enough a material for transplantation in the form of, their high-quality cleaning of the impurity and preparation for transplantation isolated and allocated from pancreas of pancreatic islands by cultivation with using of growth factors is of particular importance. The important role of direct histologic control of each party of the received islets is shown; authors showed characteristic results histologic and histological; the received material by means of the highly specific research techniques of a condition of a gistostructure and of content of insulin modified by them in B-cells. On the basis of characteristic long-term experience in the Western European laboratories as the author offered the useful remarks concerning organizational character when carrying out researches in this direction.

*Keywords:* diabetes pancreatic islets, B-cells, transplantation method for treatment of diabetes.

#### References

- 1 Lacy, R.E., & Kostianovsky, M. (1967). Method for the isolation of intact islets of Langerhans from the rats pancreas. *Diabetes*, 16, 1, 35–39.
- 2 Kvistberg, D., Lester, G., & Lasarov, A. (1966). Staining of insulin with aldehyde fuchsin. *J. Histochem Cytochem*, 14, 609–611.
- 3 Ortman, R., Forbes, W., & Balasubramanian, A. (1966). Concerning the staining properties of aldehyde basic fuchsin. *J. Histochem*, 14, 104–111
- 4 Orci, G. (1976). Some aspects of the morphology of insulin secreting cells. *Acta Histochem*, 1, 147–158.
- 5 Schiebler, T.H., & Schiessler, S. (1959). Über den Nachweis von Insulin mit dem metachromatisch reagierenden Pseudoisocyaninen. *Histochemie*, 1, 445–465.
- 6 Coalsen, R.E. (1966). Pseudoisocyanine staining of insulin and specificity of empirical islet cell stain. *Stain Technol*, 2, 121–129.
- 7 Meyramov, G.G., Kikimbaeva, A.A., & Meyramova, A.G. (2005). Fluorescent histochemical method staining of insulin in B-cells of isolated pancreatic islets by diethylpseudoisocyanine chloride. *Acta Diabetologica, The European Diabetes Journal. Springer*, 42, 1, 66.

- 8 Wohlrab, F., Dorsche, H., Krautschick, I., & Schmidt, S. (1985). On the specificity of the insulin staining by Victoria Blue 4R. *Histochem. Journal*, 17, 515–518.
- 9 Meyramov, G.G., Kikimbaeva, A.A., & Meyramova, A.G. (2003). Victoria 4R method staining of insulin in B-cells of isolated pancreatic islets. *Acta Diabetologica, The European Diabetes Journal. Springer Int*, 40, 4, 208.
- 10 Meyramov, G.G., Tusupbekova, G.T., & Meyramova, R.G. (1988). The histofunctional method appreciating of functional state of isolated pancreatic B-cells in the tissue culture. *Diabetes research and clinical practice, the Journal of International Diabetes Federation. Elsevier. New York – Amsterdam*, 5, 226–227.
- 11 Meyramov, G.G., & Shaybek, A.S., et al. (2015). Gluthation's reduced form protect B-cells from destruction caused by diabetogenic ligands. *Diabetes, a Journal of American Diabetes Association*, 64, 7, 1, 735.
- 12 Sternberger, L.A. (1979). *Immunocytochemistry*. (2<sup>nd</sup> Ed.). New York – Chichester – Brisbane – Toronto: John Willey & Sons.
- 13 Meyramov, G.G., Tusupbekova, G.T., & Meyramova, R.G. (1991). The High specific method for revealing of zinc ions in pancreatic B-cells. *Diabetes, a Journal of American Diabetes Association*, 40, 1, 65.
- 14 Meyramov, G.G., Kohnert, K.-D., & Meyramova, R.G., et al. (1990). Histochemическое выявление инсулина в культуре эндокринной ткани поджелудочной железы с помощью псевдоизотсианинового и иммунофлюоресцентного методов [Histochemical staining of insulin in the tissue culture of pancreas using of pseudoisocyanene and immunofluorescent methods]. *Problemi endocrinologii — Problems of Endocrinology, Moscow*, 36, 1, 66–69 [in Russian].
- 15 Kikui, Y., Seguchi, H., & Mizoguti, H.A. (1977). Differential staining method for A- and B-cells in the pancreatic islets of Langerhans. *Acta Histochem. Cytochem*, 10, 1, 10–13.

Zh.T. Alpysbayeva

*National Academy of Mining Sciences of Kazakhstan, Nur-Sultan, Kazakhstan  
(E-mail: jannat69@mail.ru)*

## **Social and hygienic monitoring of labor conditions at industrial enterprises**

The article describes the method of socio-hygienic monitoring of working conditions. A comprehensive assessment of the psycho-physiological state of the working enterprises in the conditions of real production activities was completed. To carry out preventive measures at industrial enterprises, the criteria for identifying groups of «risk» and predicting the loss of efficiency are calculated. This methodical approach allows us to assess and predict the health status depending on age, experience, profession, personal characteristics, as well as to assess the level of adverse effects of factors of the working environment on the body. The proposed method can be used in preventive medical examinations and prenosological diagnosis. According to the results of the research, methodological recommendations were developed, which were introduced in the production and in studying process of medical educational institutions.

*Keywords:* production factors, working conditions, morbidity, temporary disability, environmental impact assessment, correlation, regulatory intensive indicators, risk criteria, forecasting, mathematical model.

### *Introduction*

Despite the fact that the production factors of industrial enterprises (microclimate, noise, vibration, dust, etc.) have a complex effect, the effects of their mutual summation or potentiation are still not well understood. The issues related to the study of the nature and intensity of the impact of individual production factors and their combinations against the background of neuro-emotional tension of the body are also poorly covered in the literature. The lack of such information makes it difficult to develop scientifically based recommendations for forecasting and reducing the intensity of adverse factors of the working environment, which confirms the novelty of the topic of this study [1].

The proposed methodological approach to the socio-hygienic monitoring of working conditions allows one to calculate the level of functional stress of the body of workers depending on working conditions, profession, age and work experience.

Criteria have been worked out to carry out preventive measures at industrial enterprises with the aim of identifying groups of «risk» and predicting the loss of working capacity in the context of actual production activities. This methodical approach allows us to assess and predict the functional stress of workers depending on age, length of service, profession, personal characteristics, as well as an assessment of the level of adverse influence of factors of the production environment on the body.

The proposed method can be used in conducting preventive medical examinations and prenosological diagnostics.

According to the results of research, methodological recommendations have been developed, which were introduced in production and included during lectures of medical educational institutions.

### *Assessment of the impact of production factors on the health and performance of workers of metallurgical enterprises*

The identification of those factors of the working environment that create psycho-emotional stress of a person and the development of criteria for assessing and predicting the nervous-emotional stress of the body of workers is an urgent task of occupational health [2].

Labor activity of workers of metallurgical enterprises is characterized by a whole complex of harmful production factors, the most significant of which are: heating microclimate, noise, dust, chemical factors, increased nervous and emotional stress, requiring constant attention, speed and accuracy of reactions, heavy load of sensory systems. That undoubtedly affects the functional state of the body of workers and cases of morbidity with temporary disability (MTD).

So, in accordance with the N.V. Dogle's scale of incidence, which contains seven indicator assessments, the level of indicators of the STE at metallurgical enterprises refers to «very high» and «high».

Factor analysis of dispersion showed that the studied indicators reflecting the state of health deteriorated with an increase not only in age, but also in professional experience. Thus, in 30-year-old workers, com-

compensatory links consistently linked almost all the functional characteristics under study, and the correlation coefficient between them exceeded 0.6, which indicated a significant voltage in the system. These phenomena are also characteristic of workers with work experience of up to 5 years, regardless of age, indicating a low body adaptation to working conditions.

In the group of 30–39-year-old workers, based on the principle of the systemic organization of physiological processes, optimization of physiological cost and adaptability was observed, indicating adaptation to working conditions, which is formed within 10–14 years of work experience.

The observed decrease in the regulation of body functions in 40–49 year old workers with 15–19 year experience on the background of actualization and labialization of the cardiovascular system (CS), neuromuscular activity (NA), the Central nervous system (CNS), as well as the increase of the physiological state index (PhSI) and the work ability index (WAI) indicates a decrease in the adaptive potential of individual functions, leading to the need for the formation of a certain set of elements of so-called limiting links, a clear correlation of which allowed to ensure the stability of the whole system at the stage of adaptive realignment of functions to achieve the proper functional level.

The achievement of the peak of cumulation of all the above phenomena in 50-year-olds and older workers who have worked 20–25 years, is characterized by the development of states of poor adaptation, which is manifested by various diseases and, first, the circulatory system, which further forces workers being a «critical contingent» to leave the professional cohort voluntarily or involuntarily due to disability.

Thus, the age-seniority categories of the surveyed workers completely repeat a set of compensatory connections formed at the age of 30, 30–39, 40–49 and 50 and more years that allowed to assume existence of the uniform regulatory mechanism which provides steady functioning of an organism as biological system at the reached functional level. At the same time, the low level and premature decrease in efficiency, depletion of functional reserves of adaptation of the organism to the effects of a complex of harmful factors of the working environment significantly reduce the professional suitability of workers in the «man — production factors — health» system.

The analysis of the dynamics of the MTD indicators by occupational groups showed that the main professions of workers engaged directly in the production process and in contact with the whole complex of production factors and, as a result, receiving a full «load» on the body have the highest values.

It should be noted that the workers of auxiliary professions do not fully experience the full range of harmful factors, since their work is to carry out repair work when the equipment either does not work or does not function in full. Engineering and technical workers also have low rates because they don't always, in accordance with official duties, face harmful factors of production.

In the structure of morbidity in all workshops leading place is occupied by respiratory diseases (acute respiratory diseases (ARD), second place is held by indicators of diseases of the musculoskeletal system, third place — injuries, fourth place — diseases of the digestive system and cardio-vascular system.

Respiratory system diseases holds first place among men and women in all workshops, second place, again in all workshops without exception — diseases of the musculoskeletal system, third place — men's injuries and women's digestive diseases. In fourth place: diseases of the cardiovascular system of both men and women, digestive diseases. To assess the impact on the morbidity of the complex of production factors, a correlation analysis of Spearman ranks was carried out. So the result of the calculation obtained values of the correlation coefficient in the interval from 0 to 1 (-1), which in accordance with Dogle N.'s method is consistent with the presence of a direct (inverse) relationship in which an increase in one trait leads to an increase (decrease) in other characteristic [3].

As it is known, the degree of correlation is measured by the binding force, which can be «high», «medium» and «low» depending on the value of the correlation coefficient. According to the data obtained, the strength of the relationship, for example, between the «age» factor, «experience», «occupational group» and «sick individuals» is «strong», whereas with «cases of morbidity» the strength of the relationship is «average» (Table 1).

Thus, the analysis of the level of health of workers of the metallurgical enterprise showed that harmful factors of the working environment negatively affect the health of workers, which is reflected in the high values of morbidity with temporary disability, both in cases and on days of disability. At the same time, their values, in accordance with the classification, correspond to the «high level». In addition, this is confirmed by the percentage of sick people, which also corresponds to the «high level».

To assess the impact of a set of production factors on morbidity, it is usually necessary to further establish the nature and extent of the relationship between the factors. And as is known, changing the value of one

indicator leads to a change in the value of another. Therefore, the correlation analysis method is used to solve this problem.

Table 1

## Calculated correlation coefficients for workshops

Factor indicators	Workshop 1			Workshop 2			Workshop 3		
	Sick individuals	Cases	Days	Sick individuals	Cases	Days	Sick individuals	Cases	Days
Age	<u>-0,80</u>	<u>-0,60</u>	<u>-0,60</u>	<u>-0,80</u>	-0,20	<u>-0,80</u>	0,20	0,40	0,20
Experience	<u>-0,80</u>	<u>-0,50</u>	<u>-0,80</u>	<u>-0,80</u>	<u>-0,70</u>	<u>-1,00</u>	0,20	0,40	0,20
Prof. Group	<u>-0,80</u>	<u>-0,50</u>	<u>-1,00</u>	-0,40	<u>-0,50</u>	<u>-0,80</u>	<u>0,80</u>	<u>1,00</u>	0,20

Note. 0.80 — the value of the correlation coefficient is valid ( $p < 0.05$ ).

One of the leading moments in the practice of hygienic, physiological, and pathophysiological studies is the problem of identifying the relationship between the factors, the search for methodological ways to obtain results that allow us to judge one factor of them by changes in other factors. In this regard, the method of correlation analysis plays a primary role, allowing to answer the question — «are the different separately measurable features or traits of the body dependent on each other or independent, whether it is possible to draw a conclusion about the properties of any other feature based on the properties of any single feature» [3].

At the final stage of this study, to build a mathematical model of the prognosis of the morbidity level, it would be necessary to establish quantitative relationships between the hygienic parameters of the factors of the working environment and the morbidity level, however, the level of morbidity is influenced not only by working conditions, work experience, having quantitative values, but also by such difficult factors as social and living conditions, level of education, marital status, etc., the impact of which is difficult to calculate, since there are no quantitative criteria. In different situations, the degree of their influence is not the same, and their changes in dynamics are random. All this makes it difficult to quantify the relationship between the production factors of the environment and the level of morbidity.

In this regard, N.V. Dogle and A.Y. Yurkevich proposed to use the method of Regulatory intensive indicators of the incidence (RII) for cases where the use of the method of correlation and regression analysis is impossible, or it is extremely inefficient (due to the obtained approximate quantitative values) and developed the following formula to assess the impact of a set of factors of the working environment and social factors on the level of health or the calculation of the risk of disability [3]:

$$\text{Risk} = \text{RII}_{\text{age}} \times K1 + \text{RII}_{\text{experience}} \times K2 + \text{RII}_{\text{prof}} \times K3 + \text{RII}_{\text{sex}} \times K4, \quad (1)$$

where  $\text{RII}_{\text{age}}$ ,  $\text{RII}_{\text{experience}}$ ,  $\text{RII}_{\text{prof}}$ ,  $\text{RII}_{\text{sex}}$  — regulatory intensive indicators of the incidence by age, experience, professional group and sex;  $K1$ ,  $K2$ ,  $K3$ ,  $K4$  — weight coefficients.

To assess the risk, it is necessary first of all to have an idea of the range of possible fluctuations in risk indicators for persons working in this workshop. By summing the product of the weighted coefficients on the RII (Table 2) having the lowest values for each of the factors, we obtain the minimum risk of disability  $R_{\min}$ , if we sum up the maximum values of each of the factors, we obtain the maximum risk of disability  $R_{\max}$ .

Table 2

## Calculations of the NIP for a comprehensive assessment of the probability of the risk of disability in workshop 1

Age, years	Cases of morbidity with temporary disability	Regulatory intensive indicators (RII)	Experience, years	Cases of morbidity with temporary disability	Regulatory intensive indicators (RII)	Profession	Cases of morbidity with temporary disability	Regulatory intensive indicators (RII)	Sex	Cases of morbidity with temporary disability	Regulatory intensive indicators (RII)
Up to 30	164,7	1,024	<5	158,3	0,984	Main	174	1,082	Male	158,9	0,988
30–39	182,8	1,137	5–10	178,2	1,108	Repair	154,4	0,960	Female	170	1,057
40–49	145,5	0,905	11–15	190,1	1,182	Engineering staff	83,3	0,518			
> 50	131,9	0,820	16–20	103,6	0,644	Auxiliary	105	0,653			
Cases on the workshop = 160,8			>20	127,2	0,791						
Weight K coefficients	K1=Max/min			K2=Max/min			K3=Max/min		K4=Max/min		
	1,39			1,83			2,09		1,07		

The difference between these risks ( $R_{max} - R_{min}$ ) will represent the entire range of fluctuations within which all the values of the integrated risk assessment for people working in this workshop are located. Taking into account the range of fluctuations in complex estimates, as well as their nature, it is possible to distribute all working in the workshop to the following groups: *with a favorable prognosis, attention group and a group with an unfavorable risk of losing performance (adverse prognosis)*.

Using formula (1), we will calculate the minimum and maximum risks of disability for employees of workshops 1, 2, 3 (Tables 3–5), using standardized intensive and factor indicators (age, experience, profession, sex).

**Risk min** =  $0,820 \cdot 1,39 + 0,644 \cdot 1,83 + 0,518 \cdot 2,09 + 0,988 \cdot 1,07 = 4,46$  **Favorable prognosis;**

**Risk max** =  $1,137 \cdot 1,39 + 1,182 \cdot 1,83 + 1,082 \cdot 2,09 + 1,057 \cdot 1,07 = 7,14$  **Adverse prognosis.**

Table 3

#### Range of fluctuations of the risk of disability in the shop 1

Risk group in workshop 1	Risk range
Favorable prognosis	4,464–5,06
Attention group	5,06–5,73
Adverse prognosis	5,74–7,14

We will calculate the risk of loss of efficiency on the example of shop 1 indicators, using the developed quantitative criteria of the mathematical model of risk prediction:

**Risk (shop 1)** =  $1,398 \times \text{Age} + 1,83 \times \text{Experience} + 2,09 \times \text{Prof.group} + 1,07 \times \text{Sex}$ .

1. A., age 29, 4 year experience, job title — fueller, sex — female:

**Risk (shop 1)** =  $1,39 \times 1,024 + 1,83 \times 0,984 + 2,09 \times 1,082 + 1,07 \times 1,131 = 6,62$ .

Conclusion: L.M. As-va belongs to the group with **Adverse prognosis**.

2. M., age 45, 12 year experience, job title — the mechanic-repairman, sex — male:

**Risk (shop 1)** =  $1,397 \times 0,905 + 1,83 \times 1,182 + 2,09 \times 0,96 + 1,07 \times 0,988 = 6,69$ .

Conclusion: H.A. Mos-v belongs to the group with **Adverse prognosis**.

3. S., age 52, 25 year experience, job title — main line supervisor, sex — male:

**Risk (shop 1)** =  $1,397 \times 0,820 + 1,83 \times 0,791 + 2,09 \times 0,518 + 1,07 \times 0,988 = 4,73$ .

Conclusion: A.I. Sha-n refers to the group with a **Favorable prognosis**.

Table 4

#### Range of fluctuations of the risk of disability in shop 2

Risk group in workshop 2	Risk range
Favorable prognosis	1,55–1,93
Attention group	1,93–2,30
Adverse prognosis	2,30–3,06

Table 5

#### Range of fluctuations of the risk of disability in shop 3

Risk group in workshop 3	Risk range
Favorable prognosis	1,09–1,31
Attention group	1,31–1,52
Adverse prognosis	1,52–1,94

The obtained equations and quantitative criteria of the risk of disability allow the simplification of the procedure of the complex integrated assessment and risk prediction, as well as they allow to indirectly assess the degree of adverse effects of harmful factors of production and labor process for the development and implementation of a set of preventive measures.



This methodical approach allows us to assess and predict the health status depending on age, experience, profession, personal characteristics, as well as to assess the level of adverse effects of factors of the working environment on the body. The proposed method can be used in preventive medical examinations and prenosological diagnosis.

#### References

- 1 Измеров Н.Ф. Гигиеническая оценка и контроль / Н.Ф. Измеров, Г.А. Суворов. — М.: Медицина, 2003. — 560 с.
- 2 Измеров Н.Ф. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов. — М.: Тривант, 2003. — 448 с.
- 3 Догле Н.В. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности / Н.В. Догле, А.Я. Юркевич. — М.: Медицина, 1984. — 176 с.

Ж.Т. Алпысбаева

### Өнеркәсіп кәсіпорындарының еңбек жағдайларын элеуметтік және гигиеналық тұрғыдан бақылау

Мақалада еңбек жағдайларына элеуметтік-гигиеналық мониторинг жүргізу әдісі сипатталған. Нақты өндірістік қызмет жағдайында кәсіби жұмысшылардың жай-күйіне толық психофизиологиялық бағалау жүргізілді. Өнеркәсіптік кәсіпорындарда алдын ала іс-шараларын жүргізу үшін «тәуекел» топтарын анықтау және жұмысқа қабілеттіліктің жоғалуын болжау өлшемдері есептелген. Мұндай әдістемелік тәсіл жасына, еңбек өтіліне, мамандығына, жеке сипаттамаларына байланысты денсаулық жағдайын бағалау мен болжауды, сондай-ақ өндірістік орта факторларының ағзаға жағымсыз әсер ету деңгейін бағалауды беруге мүмкіндік береді. Ұсынылған әдіс алдын ала медициналық тексеру мен донозологиялық диагностика жүргізуде қолданылуы мүмкін. Зерттеу нәтижелері бойынша әдістемелік ұсынымдар әзірленді, олар өндірісте енгізілді және медициналық білім беру мекемелерінің лекциялары курсына енгізілді.

*Кілт сөздер:* өндірістік факторлар, еңбек жағдайлары, ауру, уақытша еңбекке жарамсыздық, қоршаған ортаның әсерін бағалау, корреляция, реттеудің қарқынды көрсеткіштері, тәуекел критерийлері, болжау, математикалық модель.

Ж.Т. Алпысбаева

### Социально-гигиенический мониторинг условий труда на промышленных предприятиях

В статье описан метод проведения социально-гигиенического мониторинга условий труда. Проведена комплексная оценка психофизиологического состояния рабочих предприятий в условиях реальной производственной деятельности. Для проведения профилактических мероприятий на промышленных предприятиях рассчитаны критерии выявления групп «риска» и прогнозирования утраты работоспособности. Такой методический подход позволяет дать оценку и прогноз состояния здоровья в зависимости от возраста, стажа, профессии, личностных характеристик, а также оценку уровня неблагоприятного влияния факторов производственной среды на организм. Предложенный метод может быть использован в проведении профилактических медосмотров и донозологической диагностики. По результатам исследований разработаны методические рекомендации, которые были внедрены на производстве и включены в курс лекций медицинских образовательных учреждений.

*Ключевые слова:* производственные факторы, условия труда, уровень заболеваемости, временная нетрудоспособность, оценка влияния среды, корреляция, нормативные интенсивные показатели, критерии риска, прогнозирование, математическая модель.

#### References

- 1 Izmerov, N.F., & Suvorov, G.A. (2003). *Hihienicheskaia otsenka i control [Hygienic assessment and control]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 2 Izmerov, N.F., & Denisov, E.I. (2003). *Professionalnyi risk dlia zdorovia rabotnikov [Occupational health risk for workers]*. Moscow: Trovant [in Russian].
- 3 Dogle, N.V., & Yurkevich, A.Ya. (1984). *Zabolevaemost s vremennoi utratoi trudosposobnosti [Morbidity with temporary disability]*. Moscow: Meditsina [in Russian].

UDC 338.45:621(574)

S.M. Dosmakhov, L.T. Kozhakmetova, S.A. Talzhanov

*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan*  
*(E-mail: laila1079@mail.ru)*

### **Development of mechanical engineering in Republic of Kazakhstan and growth prospects**

The article deals with the development of mechanical engineering in Republic of Kazakhstan and the activities of mechanical engineering during the years of Independence, as well as the problems of increasing the importance of this industry. For the successful development of mechanical engineering of Kazakhstan in the mustache of globalization required the production of products with higher added cost certified in accordance with the international requirements of quality. The main source for the consideration of issues related to the development of this sector of the economy is the industrial and innovative programs adopted in the country. As a result of the analysis were identified products of Kazakhstan engineering and the volume of production of engineering activities, a comparison of economic indicators of production and the solution of problems in the development of engineering in Kazakhstan and in the world. In conclusion, ways to improve and develop the machine building in Kazakhstan were proposed.

*Keywords:* economy, industry, mechanical engineering, production, sector, transport, import, export, factory, equipment, volume of labor productivity.

Mechanical engineering is one of the leading sectors of the national economy of any country, reflects the level of scientific and technological progress and the country's defense, determines the development of other sectors of the economy.

Mechanical engineering is the most important sector of the economy of any industrialized country. Producing all kinds of equipment, machinery, machines, devices, as well as goods for the population, mechanical engineering ensures the stability of the agro-industrial complex, energy and metallurgical sectors, transport and other key sectors of the economy. Currently, it is difficult to imagine life without the use of engineering products. Many people mistakenly believe that this industry is related only to the automotive industry [1]. However, mechanical engineering, having undergone fundamental changes in the products, is engaged in the production of various products, ranging from the manufacture of nails and ending with the production of aircraft. Sustainable development and reliable operation of mechanical engineering largely determine the energy and material intensity of the economy, labor productivity, the level of environmental safety of industrial production and, ultimately, the economic security of the country.

In the early XX century in Kazakhstan was the engineering industry. It worked only a small Metalworking companies. During the great Patriotic war, a number of machine-building plants were evacuated to Kazakhstan from the front-line territory of the USSR, which subsequently created the basis of the industry. During the Soviet period, the industry of Kazakhstan was formed mainly on the basis of the development of mining industries. Dozens of machine-building plants were built in the post-war period. In 70 years in the Republic there were completely new branches of mechanical engineering. This construction, road, municipal engineering, production of sanitary equipment, machinery for the food industry and household appliances. In the 1990s, the machine-building complex experienced a deep crisis associated with a sharp drop in demand for its products.

The current state of all branches of the machine-building complex of Kazakhstan reflects the decline in production and increased dependence on imports for many types of products.

Now in the economy of Kazakhstan engineering occupies an important place. This industry is the most complex and differentiated industry and has close production links with other inter-industry complexes. The share of machinery account for over a third of the volume of production in Kazakhstan, about 2/5 industrial personnel and almost production funds [2].

Many industrial centers of Kazakhstan have emerged historically, as a result of the influence of groups of conditions. The formation of the industry of Kazakhstan began with the creation of focal fragmented mines, mines, oil fields and other enterprises in places of concentration of huge deposits of minerals.

Currently, in Kazakhstan, the machine-building segment generates only 0.6 % of gross value added (GVA). The same indicator in Russia is 2.9 %. However, this is relatively small compared to the countries leading in the production of engineering products. Thus, in Germany it accounts for 8.1 % of GVA, in Japan — 7.2 %. It is noteworthy that in Belarus this figure is comparable to the German or Japanese and reaches 7.1 %. This state of Affairs is due to the fact that after the collapse of the Soviet Union, accompanied by a break in economic relations, there was a sharp decline in production in Kazakhstan. Mechanical engineering was in poor condition, with signs of recovery of the industry appeared only in the early 2000s. The dynamics of Kazakhstan's mechanical engineering GVA is characterized by high growth rates in 2006–2007, deterioration of indicators in 2008–2009 and the resumption of a positive trend in 2010. As a result, in 2010, the real value of GVA production of machinery and equipment exceeded that of 2006 by 55 %, electrical equipment, electronic and optical equipment by 24 %, and vehicles and equipment by 117 %. Mechanical engineering in Kazakhstan is represented not only by the automotive industry, although it occupies only 10 % of the total manufacturing industry [3]. Kazakhstan is actively developing oil and gas, mining and metallurgical, agricultural, electrical engineering and so on.

In 2011, Kazakhstan's mechanical engineering continued to increase production. Thus, the physical volume of production of machine-building activities, compared with 2010, increased by 17 %. The leaders here were the production of vehicles, trailers and semi-trailers increase in physical volume of output by 63 % and other vehicles growth by 29 %. In 2011, the output of mechanical engineering (excluding indicators of the activity «repair and installation of vehicles») in monetary terms amounted to 278.2 billion tenge (\$1.9 billion) or 1.7 % of industrial production. At the same time, the production of machinery and equipment accounted for 27.8 % of the total machine-building production, electrical equipment, electronic and optical equipment 31.3 %, and vehicles and equipment 40.9 %.

In 2011, Kazakhstan produced 8.2 thousand cars and 0.9 thousand trucks, 330 thousand TVs, and 66 thousand washing machines. If we talk about the structure of engineering in Kazakhstan as a whole, today it is dominated by production for the mining, metallurgical and oil and gas sectors, which provides domestic demand for these industries.

Today, Kazakhstan is characterized by the presence of not only rich natural resources, but also a fairly developed industry. At the end of 2012, the share of industry in the GDP of the Republic was 32.2 %, including 18.5 % accounted for mining and 11.5 % for manufacturing. At the same time, the historically formed structure of the economy with the predominance of the raw materials sector has made Kazakhstan dependent on imports of high value added products, in particular from engineering, the need for which is growing every year.

Over the years of implementation of industrialization of the domestic machine-building became the core of industrialization came in one of the fastest growing industries: the production volume increased 2.3 times — of 376.2 billion tenge in 2010 to 869,9 billion tenge in 2014 m. the Share of the domestic engineering industry in manufacturing output rose from 9 % in 2010 to 14.8 % in 2014 [4; 450].

The mechanical engineering of Kazakhstan in 2015–2016, after going through the difficult phase of development starting in 2017, beginning to show positive growth. In General, over the years of the program of industrialization of the engineering industry implemented more than 100 projects, created about 11 thousand jobs, but the factor of further development of engineering is its digitalization and technological modernization.

The main source of growth is the manufacturing industry. Production figures in January 2018 compared to January 2017 increased by 6.2 %.

The largest growth for the year was shown by representatives of mechanical engineering: among the main growing industries are manufacturers of vehicles (242.7 % compared to January of the previous year), electrical equipment (165.6 %), as well as computers, electronic and optical products (151.4 %).

Today, the situation in the engineering industry of Kazakhstan is a reflection of the development of the country's economy. The productivity of the industry, the degree of its technological equipment is the secret of the success of all sectors of the country. Speaking about the profitability of mechanical engineering, it is necessary to note the segment «Production of electrical equipment». The number of products for 2018 increased twice compared to last year. The volume of production in the engineering industry for the first half of this year amounted to 470 billion tenge, which is 14.6 % more than in 2017. Oil, mining, metallurgical, transport directions are promising and need further development and support of the state. Last year, Kazakhstan produced 19.5 thousand cars, and in four months — already 9 thousand. In total, domestic manufacturers plan to collect this year 35 thousand cars.

In 2017, Kazakhstan exported 1,548 cars, most of them to China. We are now discussing the issues of increasing the export potential of cars, we are working on export markets and export promotion measures.

And in recent years, the engineering industry of Kazakhstan does not reduce the dynamics of growth. Thus, in five months of 2018, the volume of production increased by 12.2 % compared to the same period of 2017 and amounted to 384.6 billion tenge. The reason for the sharp increase in production is the restoration of demand in the market, the opening of export markets, as well as the program of preferential car loans from the state. Last year, every third car sold domestic Assembly.

The most stable dynamics of production and more in-depth localization of production in comparison with other sectors is characterized by electrical engineering: transformers, batteries, cable and wire products. Thus, according to the results of 2017, the production of transformers doubled, cable and wire products by 95 %, electric batteries by 14.6 %. The increase in exports to the CIS market, mainly to Russia, contributed to the growth. At the same time, according to his assessment, taking into account the gradual increase in oil prices and the development of new oil and gas fields, as well as the expansion of production of LLP «Tengizchevroil» is expected to increase production of equipment for the oil and gas industry. By the way, the volume of mechanical engineering production in 2017 increased by 5.6 % and amounted to 913.6 billion tenge. «The sector has seen an increase in volumes.» Tested in the country and the first electric vehicles.

In the long term, as the demand and the necessary infrastructure are formed, domestic producers are ready to establish their serial production on the existing ones.

The country is actively developing mining and metallurgical, agricultural, defense and many other areas. Kazakh manufacturers are confident that heavy engineering can meet the demand today. At the end of last year, the volume of production in the industry reached 998 billion tenge. This year, domestic machine builders intend to step over the bar of a trillion tenge. It is planned to increase this figure by three times by 2024.

For example, Kazakhstan has recently developed the production of vehicles (rail, road), including joint ventures with Belarusian and Russian companies that supply products to the common market. So, since 2003, JSC «Asia Auto» produces in Ust-Kamenogorsk Russian cars VAZ. JSC «KAMAZ-Engineering» Kokshetau is a joint Kazakh-Russian project for the production of automotive equipment of KAMAZ model range. JSC «AgromashHolding» based in Kostanay jointly with Russian companies produces engines and various agricultural machinery [5; 55].

In 2012 in Astana Industrial Park was launched electric locomotive plant of LLP «Locomotive wasuretakute» (COPIES). In accordance with the loan agreement, the Bank opened a credit line for 10 years in the amount of 10 billion tenge (over \$66 million). EKZ is a joint venture between JSC NC «Kazakstantemirzholy», the French Corporation AlstomHoldings (one of the world leaders in the production of machinery and equipment for railway transport) and CJSC «Transmashholding» (the largest Russian company in the field of transport engineering). The EKZ will produce four -, six-and eight-axle electric locomotives with asynchronous traction engines, designed for both freight and passenger rail transport. Components for their production will be supplied by Alstom and Transmashholding. The annual capacity of the plant will be about 100 sections of electric locomotives. Although they are primarily intended for the growing needs of Kazakhstan's Railways, it is expected that up to 40 % of the production of the EZ WILL be exported to the CIS countries.

Currently, Kazakhstan produces only 5–8 % of the necessary types of agricultural machinery, such as tractors, plows, harrows, rippers, seeders, mowers, harvesters, trailers, tractors, sprayers, machines for the preparation of animal feed, machines for poultry, etc. it is Planned to produce combines and tractors in Kostanay and Uralsk.

Plants for the production of agricultural machinery are located mainly in grain areas. In Astana plants «Kazahselmash and Zelenogradskaya» produce a set of agricultural tools, machinery for mechanization in agriculture and animal husbandry.

Pavlodar tractor plant JSC «Pavlodar tractor» is located in Pavlodar. He admits powerful advanced tracked tractors «DT-75T», adapted to perform many operations.

Much attention is paid to the development of the automotive industry. The Republic has also established the production of trucks and buses. In Kokshetau since 2005. works factory Assembly of popular cars «KAMAZ». In Almaty, established in 1996, the enterprise «Isker-GAZ» are assembled 30 modifications of vehicles «GAZel». The most important event for the automotive industry of Kazakhstan as a whole was the creation of the consortium «Kazakhstan — KAMAZ», which intends to organize the Assembly production of cars and special equipment «KAMAZ» in Kazakhstan. On the production capacities of JSC «Asia Auto» in Ust-Kamenogorsk mastered the Assembly of cars «Niva» and «Skoda». In Semipalatinsk on the basis of SemAZ plant Assembly production of the South Korean buses Daewoo is organized.

In the field of railway engineering car building is organized in close cooperation with the conversion enterprises of Northern Kazakhstan, Uralsk and Almaty. As well as specialized plants in the cities of Almaty, Astana and Taraz.

Electrical industry of Kazakhstan is represented by four directions: manufacture of electrical machinery, equipment and apparatus; manufacture of cable products; manufacture of electrical insulation products; production of battery and components production.

The plant in Pavlodar region is the only enterprise in the CIS that produces insulated power wire for European specialization. Production of high-voltage equipment is improving in South Kazakhstan region. In Almaty, there are factories of low-voltage equipment and electrical equipment. In Karaganda, there is an electric motor plant; in Ust-Kamenogorsk plant «Polimermash»; in Pavlodar and Taldykorgan there are condenser plants that provide the largest power plants of the Republic; in Kentau power transformers are produced; in Petropavlovsk plant of small-capacity engines; in Almaty, the foundry and mechanical plant, which produces cars and tractors and other spare parts.

In the field of electronic industry at the enterprises of Almaty, including the joint venture with the South Korean company LG, the Assembly of TVs, video and sound recording equipment, computers is carried out. Production of automatic machines, automatic production lines, machine tools with software control, work equipment is closely connected with the centers of research and development work. In Almaty there is a machine-Tool plant and Almaty heavy engineering plant, which produce various types of glasses. In Shymkent works plant for the production of giant press machines.

Over the past two years, 12 enterprises for the Assembly of Belarusian equipment have been organized in Kazakhstan. Today in the Republic the equipment and equipment ON «BelAZ», RUE «MTZ», ON «Gomselmash», JSC «Minsk motor plant», JSC «Minsk automobile plant», RUE «plant «Mogilevliftmash», JSC «Bobruiskagromash» and JSC «BelCard» gathers.

Domestic demand for machine-building products in Kazakhstan is largely dependent on imports, which account for 92.1 % of its total consumption. For example, in 2011, the trade balance of engineering products was negative and amounted to \$13.2 billion in Kazakhstan is a net importer of the product in all the considered economic activities. At the same time, the export of machine-building products of the Republic was equal to only \$0.7 billion, of which \$0.35 billion was for equipment, \$0.29 billion for electrical equipment, \$0.06 billion for vehicles. In turn, the largest items of Kazakhstan's imports in 2011 were electronic components, equipment for radio, television and communications \$1.8 billion, electric machines and electrical equipment, as well as railway rolling stock of \$1.5 billion, respectively [6; 50].

Exports of Kazakh engineering products are small: in 2011 it was equal to 0.4 % of GDP (the lowest figure among the CES countries) and is focused primarily on the Russian market. Although it is difficult to expect a multiple increase, some product groups (bearings, electrical equipment), taking into account the creation of a Single economic space, can predict a certain increase in export flows. A distinctive feature of this industry is the predominance of Assembly plants in the automotive, railway and agricultural engineering. One of the most important and real opportunities for the development of engineering in modern conditions is cooperation between the CIS countries. This will help to increase production and exports, expand sources of investment and introduce new technologies.

Analysis of exports and imports of the industry showed that in the short and medium term it is unlikely to take a strong place in the world market. Kazakhstan should also expect an increase in imports of some types of engineering products. Nevertheless, the elimination of major development problems could increase its export potential and reduce its dependence on imports, and because of the rapidly growing domestic demand for machine-building products, it would be advisable for enterprises to focus on the domestic market.

Meanwhile, there are systemic problems in the industry, which, in our opinion, cannot be fully resolved even in the medium term. The most acute of them is the lack of capacity for the production of the component base, adequate to the lines of equipment assembled in the country. For example, only one national operator of the railway industry — JSC «NC «Kazakstantemirzholy» requires spare parts for 2800 positions, of which only 500 are covered by local manufacturers.

The second most important problem is the lack of capacity in the key for all segments of the machine tool industry. At the same time, it should be noted that the degradation of the machine Park and difficulties with the supply of components for Assembly plants are inherent in the engineering of all CIS countries.

Another key problem in the development of the industry is the lack of available funding. As a result, machine-building enterprises are often unable to invest in expansion or modernization of production, leading to technological backwardness and low productivity. Therefore, improving the system of financing engineering, including through development institutions, can dramatically improve the state of the industry.

High transport costs and energy intensity of production also have a negative impact on the activities of enterprises of the complex, which lead to a low level of profitability and price competitiveness of their products. High depreciation of fixed assets, outdated equipment and technologies do not allow to ensure the profitability of production.

The accession of the largest economies of the region of Russia and Kazakhstan to the WTO will lead to increased competition in the market between local and foreign producers. In itself, such competition can have positive consequences, however, given the problems described above, the situation of some sub-sectors of the machine-building complex can seriously deteriorate. Moreover, problems may arise even in foreign engineering companies that have enterprises in the CIS countries for industrial Assembly, production of individual components and components. In the context of high import duties on the import of finished products, the launch of these enterprises was economically justified. If such duties are inevitably reduced, the rate of deployment of industrial Assembly plants and further localization of production in the countries of the region may decrease dramatically. On the other hand, the accession to the WTO provides for transition periods to change the customs tariffs for engineering products, which will allow to implement the measures necessary to limit the negative consequences of this step.

Returning to the realities of Kazakhstan, it should be noted that the growth of welfare of the population, coupled with its relatively low security of cars and durable goods will «warm up» the demand for the products of those sub-sectors of engineering that are focused on the consumer market (this process has been going on for several years). At the same time, the need to upgrade the capacities of various sectors of the national economy will stimulate demand for investment engineering products.

Analysis of the dynamics of production in mechanical engineering allows us to note the trend of constant increase and gives every reason to believe that this sector is actively developing and competitive. Mechanical engineering is the embodiment of the best technical solutions. In this way, many companies often need assistance at the state level. The Union of machine builders of Kazakhstan initiates measures for technological modernization and stimulation of import substitution of all domestic enterprises. A number of draft laws aimed at supporting Kazakhstan's machine-building industry were developed in the active assistance of the Union. And today, producing all kinds of equipment, machinery, machines, devices, as well as goods for the population, the Union of machine builders of Kazakhstan ensures the stability of the agro-industrial complex, energy and mining, transport and other key sectors of the economy.

According to forecasts, in the coming years, the economy of the Republic will develop dynamically and, consequently, the need for machine-building products will increase. However, the volume of production of Kazakhstan's machinery is now relatively small, and in any case it is not able to fully meet the demand of local consumers. Therefore, mass import substitution in the conditions of economic growth of Kazakhstan is unlikely, and moreover, in many positions it is impractical, since the creation of new engineering industries requires huge resources. At the same time, the locomotive of the future growth of the Kazakhstan machine-building complex is its transport segment. The number of new enterprises for the industrial Assembly of cars, electric and diesel locomotives, as well as aircraft is growing in the country. In the near future, the increasing capacity of railway engineering should solve the problem of filling and updating the fleet of rolling stock.

Today, the structure of machine-building production in Kazakhstan is dominated by mining and metallurgical, agricultural, oil and gas, military and transport industries. The share of machine-building complex in the total structure of the manufacturing industry of the Republic of Kazakhstan in 2011. it was 11.18 %, in the structure of industrial production — 3.4 %, in the structure of GDP-about 2 %. Engineering products also

account for 3.4 % of total exports and 40.6 % of imports. The share of Kazakhstani products in the domestic market of engineering products is about 13 %, the remaining 87 % of the country's needs are covered by foreign (mainly Russian) supplies. For the successful development of mechanical engineering of Kazakhstan in the mustache of globalization required the production of products with higher added worth certified in accordance with the international requirements of quality.

## References

- 1 Қожахмет М.К. Қазақстан Республикасының экономикалық және әлеуметтік географиясы: оқу құралы / М. Қожахмет. — Қарағанды: ҚарМУ баспасы, 2006. — 479 б.
- 2 Қазақстан Республикасының Үдемелі индустриялық-инновациялық дамуының 2010–2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. — Астана, 2010. [ЭР]. Қолжетімділік тәртібі: [government.kz](http://government.kz)
- 3 Наукоёмкие технологии, технопарки и технополисы — основа венчурного бизнеса. Информационный источник: Invest.RIN.RU.
- 4 Алимбаев А.А. Карагандинская область в суверенном Казахстане / А.А. Алимбаев, Т.П. Притворова. — Караганда: Форма Плюс, 2011. — 450 с.
- 5 Жұмабекова С. Состояние и приоритеты развития горно-металлургического комплекса в условиях модернизации экономики Казахстана / С. Жұмабекова // Экономика и статистика. — 2006. — № 2. — С. 55.
- 6 Қарағанды облысындағы ғылым және инновация қызметі: стат. жин. / Бас ред. Е.С. Ысқақов. — Қарағанды, 2012. — 50 б. [ЭР]. Қолжетімділік тәртібі: [www.karaganda.stat.kz](http://www.karaganda.stat.kz)

С.М. Досмахов, Л.Т. Қожахметова, С.А. Талжанов

### **Қазақстан Республикасындағы машина жасау өнеркәсібінің дамуы және өсу перспективалары**

Мақалада Қазақстан Республикасында машина жасау өнеркәсібін дамыту және Тәуелсіздік жылдарындағы машина жасау өнеркәсібінің дамуы және қазіргі кезеңдегі осы саланың экономикадағы маңыздылығын арттыру мәселелері қарастырылды. Жаһандану жағдайында Қазақстанның машина жасау өнеркәсібін табысты болуы үшін экономиканың осы секторын дамытуға байланысты мәселелерді қарау үшін халықаралық сапа талаптарына сәйкес сертификатталған анағұрлым жоғары сапалы қосымша тұрақтылығы бар өнім шығару қажет, елде қабылданатын индустриялық-инновациялық бағдарламалар осының негізі болып табылады. Жүргізілген талдау нәтижесінде қазақстандық машина жасау өнеркәсібі өнімдерімен, машина жасау салаларындағы өнім түрлері өндіру көлемі анықталды, өндірістің экономикалық көрсеткіштері салыстырылды және Қазақстан мен дүние жүзіндегі машина өнеркәсібі өнімдерін жасаудағы айырмашылықтар мен еліміздегі осы саланың дамуындағы проблемаларды шешу үдерістері қарастырылған. Қорытындысында Қазақстанда машина жасау өнеркәсібін жақсарту және дамыту жолдары ұсынылды.

*Кілт сөздер:* экономика, өнеркәсіп, машина жасау, өндіріс, сектор, көлік, импорт, экспорт, завод, құрал-жабдық, еңбек өнімділігінің көлемі.

С.М. Досмахов, Л.Т. Қожақметова, С.А. Талжанов

### **Развитие машиностроения в Республике Казахстан и перспективы роста**

В статье рассмотрены развитие машиностроения в Республике Казахстан и деятельность машиностроения за годы независимости, а также проблемы повышения значимости данной отрасли. Для успешного развития машиностроения Казахстана в условиях глобализации необходим выпуск продукции с более высокой добавленной стоимостью, сертифицированной в соответствии с международными требованиями качества. Основным источником для рассмотрения вопросов, связанных с развитием данного сектора экономики, являются принимаемые в стране индустриально-инновационные программы. В результате проведенного анализа была выявлена продукция казахстанского машиностроения и объемы продукции машиностроительных видов деятельности, проведено сравнение экономических показателей производства в машиностроении Казахстана и в мире. В заключение были предложены пути улучшения и решения проблем в машиностроении в Казахстане.

*Ключевые слова:* экономика, промышленность, машиностроение, производство, сектор, транспорт, импорт, экспорт, завод, оборудование, объем производительности труда.

## References

- 1 Kozhakhmet, M.K. (2006). *Kazakstan Respublikasynyn ekonomikalıq zhane aleumettik heohrafiyası [Economic and Social Geography of the Republic of Kazakhstan]*. Karagandy: KarMU baspasy [in Kazakh].
- 2 Kazakstan Respublikasynyn udemeli industriialyq-innovatsiialyq damuynyn 2010–2020 zhyldarga arnalgan memlekettik bagdarlamasy [State program of forced industrial-innovative development of the Republic of Kazakhstan for 2010–2020]. Astana, 2010. *government.kz*. Retrieved from <http://government.kz> [in Kazakh].
- 3 Naukoemkie tekhnologii, tekhnoparki i tekhnopolisy — osnova venchurnoho biznesa [Science-intensive technologies, technoparks and technopolises are the basis of venture business]. *invest.rin.ru* Retrieved from <http://invest.rin.ru>. [in Russian].
- 4 Alimbaev, A.A., & Pritvorova, T.P. (2011). *Karahandinskaia oblast v suverennom Kazakhstane [Karaganda region in sovereign Kazakhstan]*. Karaganda: Forma Plius [in Russian].
- 5 Zhumabekova, S. (2006). Sostoianie i priority razvitiia horno-metallurhicheskoho kompleksa v usloviakh modernizatsii ekonomiki Kazakhstana [State and priorities of development of mining and metallurgical complex in the conditions of modernization of the economy of Kazakhstan]. *Ekonomika i statistika — Economics and statistics*, 2, 55 [in Russian].
- 6 Yskakov, E.S. (2012). Karagandy oblysyndagy gylım zhane innovatsiia qyzmeti [Science and innovation in the Karaganda region]. Karagandy. *karaganda.stat.kz* Retrieved from <http://www.karaganda.stat.kz> [in Kazakh].



Д.А. Кадирбаева

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан  
(E-mail: didar\_art@mail.ru)*

## **Болашақ география пәні мұғалімдерін даярлауда этнопедагогиканың орны**

Қазіргі уақыттағы ең басты мәселелердің бірі болашақ география мұғалімдерін дайындау болып табылады. Бүгінгі студент — ертенгі мектеп мұғалімі, оның кәсіби шеберлігін, білім мен тәрбиені ұштастыра білуін үйрету — жоғарғы оқу орны мұғалімдерінің міндеті. Жас ұрпаққа білім мен тәрбие беру барысында, біріншіден, бүгінгі өркениетті дүниеде болып жатқан өзгерістерді ескеріп отыруға, екіншіден, өз халқының ұлттық мәдени-тарихи, әлеуметтік-экономикалық ахуалын терең танытуға айрықша назар аударудың қажеттілігін көрсету керек. Білім беру жүйесінде жас ұрпақты жан-жақты дамыту мен тәрбиелеуде олардың жалпы мәдениетін қалыптастыруда, тұлғаны шығармашылыққа тәрбиелеуде, жастардың қабілетін, іскерлігін дамытуда, өзінің табиғат пен қоғам алдындағы жауапкершілігін сезінуде, жер бетіндегі тіршілікті сақтауда география пәні үлкен роль атқарады. География пәнінің эстетикалық тәрбиеде алатын орны ерекше екені түсінікті. Мақалада қазақ жерінің географиясы мен елінің тарихын, салт-дәстүрі мен әдет-ғұрпын байланыстыратын, ұлттық үлгіде білім алатын студент жастарға қажетті деректер көптеп келтірілген, сондай-ақ этникалық тәрбие беруде топонимиканың қажеттілігі, өзектілігі аталған. Болашақ география мұғалімдердің кәсіби педагогикалық іс-әрекетке табысты бейімделуінің үлгісі ретінде автор мотивациялық, бейімділік, танымдық, кәсіби педагогикалық әрекетті біріктіретін тұтас қызмет болып табылады деген пікір ұсынып отыр.

*Кілт сөздер:* этнопедагогика, топонимика, эстетика, табиғат, география, инновация, өркениет, этника, білім, ұлттық құндылық.

Егеменді елдің, тәуелсіздік жолындағы халықтың ең қастерлі міндеті — өткен тарихи төл болмысымен үндес бола алатын, жас ұрпақтың ұлттық санасын шынға кызмет ететін білім жүйесін қалыптастыру. Мұндай білім жүйесі сол елдің ұлттық төл болмысымен санасу арқылы ғана жүзеге асады. Білім берудің ұлттық жүйесін құрудағы негізгі тұғыр — сол ұлттың төл тарихы мен мәдениеті болу керек. Себебі көне тарихтың сын көзінен өткен құнды дүниетаным мұралары жас ұрпақтың рухына негіз болып қаланып, болашағына бағыт жасап отырған жағдайда ғана, ұрпақтар арасындағы сабақтастық үзілмейді.

Жас ұрпаққа білім мен тәрбие беру барысында, біріншіден, бүгінгі өркениетті дүниеде болып жатқан өзгерістерді ескеріп отыруға, екіншіден, өз халқының ұлттық мәдени-тарихи, әлеуметтік-экономикалық ахуалын терең танытуға айрықша назар аудару қажет. Осыны басшылыққа алған жерде, ұлттық білім берудің негізгі мақсаты — адамзаттың және ұлттық құндылықтарды бойына дарытқан жоғары интеллектуалды, парасатты тұлғаны тәрбиелеу болып шығады.

Білім беру жүйесінде жас ұрпақты жан-жақты дамыту мен тәрбиелеуде олардың жалпы мәдениетін қалыптастыруда, тұлғаны шығармашылыққа тәрбиелеуде, өзінің табиғат пен қоғам алдындағы жауапкершілігін сезінуде, жер бетіндегі тіршілікті сақтауда география пәні үлкен роль атқарады [1].

Болашақ география пәнінің мұғалімдеріне географиялық білім беруде пәннің тәрбиелік маңызы зор. Жастардың қабілетін, іскерлігін дамытуда эстетикалық тәрбиенің, яғни әсемдікті сезіну мен сүюге баулудың, маңызы зор. Әдемілікке, өнерге тәрбиелеу жастардың ой өрісін дамытып, қабілетін арттырып, білімін байытады. Әсемдік, әдемілік, дарындылық табиғаттан берілетінін ескерсек, география пәнінің эстетикалық тәрбиеде алатын орны ерекше екені түсінікті. Эстетикалық тәрбие беруде халықтық тәрбие дәстүрлерін қисынымен байланыстыра пайдаланса, тәрбиеленушінің жан дүниесіне ықпалының нәтижелігімен құнды болады.

Жердің географиялық қабығы, табиғи, өндірістік және әлеуметтік кешендер мен оның компоненттері — географиялық оқытудың негізгі нысаны, сондықтан географиялық сауаттылық қажет, географиялық сауаттылық әлеуметтік қажеттіліктен туындап отыр. География — қоршаған табиғи ортаның ерекшелігі туралы жазылған ілім. Географияны оқу — табиғатты танып-білу. Табиғи ортаны, ондағы өзгерістерді танып-білу — дүниетану. Жастардың дүниетанымы, білім мен тәрбиеге байланысты қалыптасып, дамиды да қоғамдағы әлеуметтік-мәдени жағдайларға байланысты өзгереді.

«Дүниетаным» ұғымына берілетін философиялық, психологиялық және педагогикалық анықтамаларға сүйенсек, жастардың дүниетанымын қалыптастыруда «дүниетаным» ұғымы мән-мағынасын халықтың рухани мұраларымен, имандылық-адамгершілік мұраттарымен бастау алатын қоршаған орта, аспан әлемі мен табиғат құбылыстары және жер-су атаулары туралы көзқарастары мен таным-түсініктерінің жиынтығы деп түсінеміз. Дүниетаным негізі этномәдени мұраны терең білуден басталып, ұлттық менталитеттен көрініс береді.

Этнопедагогика материалдарын географиямен байланыстыра отырып, болашақ мамандар халқымыздың аспан әлемі, табиғат құбылыстары мен жер-су атаулары туралы білуі тиіс. Мәселен, аспан әлеміндегі жұлдыздарға қарап отырып бағыт-бағдарды анықтау, ауа райын болжау, шаруашылықты игеру. Қазақ халқы ежелден көкке сенген, көкті «тәңірі» деп ұққан. «Тәңірі риза болсын», «Тәңірі жарылқасын» дейді. Ай, жұлдызды көктің ажырамас бөлігі деп ұққан [2].

Табиғат құбылыстарына қазақтар ерекше мән берген. «Тасбақа дауылы», «Бөрі сырғақ», «Құралайдың салқыны», «Теке бұрқақ», «Құс қанаты», «Қызыл жұмыртқа», «Итбалықтың кіндік кесері», «Боқырау», «Тобылғы бүршіктенер» деп аталған, бүгінде ұмытылып бара жатқан қазақша аталған табиғат құбылыстарын ауа райымен байланыстырудың тәрбиелік мәні үлкен.

Жер атаулары тек географиялық ортаның көрінісі емес, ең әуелі ол қоғамдық құбылыс. Географиялық атауларды адам өмірге келген кезден бастап естиді, географиялық атауда ғасырдан ғасырға келе жатқан халық шығармашылығы анық байқалады. Айналамызға көз салсақ, географиялық атаулардың барлығы сол жердің табиғатымен байланысты болады. Сондықтан Қазақстанның кең даласындағы топонимдерді табиғи орта туралы шежіре деп айтуға болады. Жер аттары жолаушыға жөн сілтер белгі ғана емес, ол — халықтың ең қымбат ескерткіштерінің бірі, яғни табиғат ескерткіштері. Топонимикалық білім болашақ маманды тәрбие жүйесіндегі этникалық өзгешеліктер мен ұлттық даралық жайлы біліммен қаруландырады, көп ғасырлық тәрбие әрекеті нәтижесінде жинақталған педагогикалық байлықты практикада қолдана алу дағдысын игеруді көздейді.

Ерте заманнан бері адамзат географиялық жер аттары, оның қойылу ерекшеліктерімен қызыға шұғылданып келген. Ертедегі грек, рим тарихшылары мен географтарының еңбектерінен географиялық атаулар туралы түсініктемелер табылған. Географиялық жер аттарының қойылу, шығу ерекшеліктерімен, оның формасы, мағынасы мен грамматикалық ерекшелігі туралы зерттейтін ғылымды «Топонимика» деп атаған. «Топонимика» грек сөзі, мағынасы «топос» — «орын, мекен», «онома» — «атауы». Ерте уақыттан бері географиялық жер атаулары адамзатқа қызмет етіп келеді, адамның экономикалық-әлеуметтік, мәдени қажеттілігін қанағаттандырып, географиялық пайымдауларын нақтылауға көмектеседі [3].

Топонимдер адрестік қызмет атқарады, жер бетіндегі барлық нысандардың мекенжайы бар. Географиялық атауларды адам өмірге келген кезден бастап естиді. Топонимика көптеген ғылымдармен байланысты, тарих, география, лингвистика. Себебі географиялық атауда ғасырдан ғасырға келе жатқан халық творчествосы анық байқалады. «Топонимика» сөзінің қазақша баламасын (калька ретінде) «жер аты» десе де болар еді, бірақ ол баспасөзде жер-су аттары делінеді. Топонимиканы «жер тілі», немесе «жер бетіндегі нүктелердің аты», деп те айтады. Бірақ «нүктелер» де өздерінің кеңістігі жағынан алуантүрлі. Олар микро- және макротопонимдер болып бөлінеді. Сонымен, топонимиканың зерттеу аумағы жер бетіндегі нүктелермен ғана шектеліп қоймайды. Бір сөзбен айтқанда, топонимиканың зерттеуі жер бетіндегі объектілердің аттары ғана емес, жер шарынан оқшау дүниелерге қатысты. Сол үшін «топонимика» ұғымының аясына ономастиканың мына төмендегідей пәндер тобы кіреді.

Топонимдік атаулардың ішінде тұрақты, аттары өзгеріске жиі түспеген табиғи нысандар — оронимдер. Оронимдік атаулардың пайда болу жолдары да әртүрлі. Халықтың басынан өткен сан қилы тарихи оқиғалар, таудың географиялық орны мен табиғи жағдайы, тауды мекен еткен жануарлар мен өсетін өсімдіктер дүниесі, таудан бастау алатын өзендер, сол маңда тіршілік еткен тайпа, ру аттары сияқты жағдайлар әсер еткен.

Орографиялық кейбір терминдер сол өңірдегі оронимдердің ерекшелігінен, тұлғалық тұр-тұрпатынан белгілі бір дәрежеде мағлұмат береді. Мысалы: Үстүрт-Қарқаралы тауының батысындағы адыр, таудың биік, желді жағы. Шошақ-Теңіз ауданындағы төбе, атау төбенің биік бітіміне байланысты қойылған. Қиялы-Қарқаралы тауының батыс бөлігі. Бұл «қия» термині барлық түркі тілдерінде «таудың, не төбенің, еңіс жағы».

Адамзат өркениеттің бірінші қадамдарынан бастап, өзін қоршаған жерлерге атберуге тырысқаны. Бастапқыда номинация, немесе атау беру, үрдісі стихиялы түрде жүрді: тауларға, өзен-

көлдерге, батпақтарға, елді мекендерге атау берудің жалпылай тәжірибесі де, тәртібі да болған жоқ. Осындай үрдістің психологиялық аспектілері қандай болады? Географиялық атаулардың авторы болуға міндетті екенін қашан сезінді? Бұл жағдайда «міндетті» деп жай айтылмаған. Жалқы есімнің пайда болуының басты себебі — оның қажеттілігінде. Күнделікті еңбекте және қоршаған әлеммен қарым-қатынаста нысаналарды белгілеусіз адамға қиын болғандықтан, осы қажеттілік туындады.

Географиялық атаулар нақты тарихи жағдайда қалыптасқан, олардың шығу тегі белгілі бір аймақты мекендеген немесе мекендейтін халықтардың қоғамдық өмірімен, тілдерімен тығыз байланысты. Тарихи жағдайлар, тілдермен халықтар олардың таралу аймағы ауысқанымен географиялық атаулар өзгермейді. Сондықтан ешбір елдің географиялық номенклатурасы біркелкі болуы мүмкін емес. Ол түрлі жастағы және түрлі тілдес элементтерден құралған көпқабатты құрылым ретінде біртіндеп қалыптасады.

Халық қашанда тіршілік негізгі болып табылатын жерге үлкен құрметпен қараған. Өздері өмір сүрген өлкеде өсетін өсімдіктер дүниесіне терең мән беріп, оларды шебер пайдалана білген. Облыс жеріндегі өсімдіктер дүниесіне байланысты атаулар негізінен сол тау, төбелерде өсетін өсімдіктер дүниесіне байланысты болып келеді. Мысалы: биік тауларда қараған, қайың, терек, қарағай, арша, тағы басқа өсетіндіктен тау атаулары осы ағаш атауларына байланысты жасалған: *Қарағанды* — тау, *Қызылқайың* — тау, *Теректі* — тау, *Қарағайлы* — тау, т.б.

Көптеген жер атаулары сияқты мал, аң шаруашылығымен түр-түске байланысты оронимдік атауларда көп кездеседі. Аң атауларына байланысты оронимдер негізінен аталған аңдардың сол өңірде мол кездесуіне байланысты қойылған, мысалы: *Бұғылы*, *Аюлы*, *Арқарлы*, *Қоянды*, *Семізбұғы*, *Бөрілі* т.б. Көшпелі мал шаруашылығымен шұғылдануға байланысты қоныс, жайлау, қыстау, күздеу, құдық, қора, қотан, қос, ашық, күрке, тағы басқа атаулар, сондай-ақ үй жануарлары аттарынан қойылған және олармен байланысты әрекеттерді, оқиғаны білдіретін топонимдер пайда болды [4].

Қазақ халқы сан ғасырлар бойы табиғат аясында тіршілік ете жүріп, табиғаттың сан алуан құпия сырларына көңіл бөлді. Табиғи ортаға бейімделу арқылы жер бедерін, климат ерекшеліктерін, су көздерін анықтау, өсімдік жамылғысы, жайылымдардың сипаты және басқада көрсеткіштер топонимдерде кеңінен көрініс тапты.

Пайдалы қазбалардың жергілікті топонимдерде бейнеленуінде тарихи-археологиялық, геологиялық негіздеме бар. Табиғат жағдайының қолайсыздығынан туындайтын қауіп-қатерден малды аман алып қалуда ландшафт ерекшеліктерін географиялық атауларда белгілеу арқылы жүзеге асырды. Жылдың қай мезгілі болсын ландшафттық ерекшеліктеріне байланысты төрт түлік жағдайына дұрыс баға беріп, өсімдік жамылғысының экологиясына зиян келтірмеген.

Табиғат пен адамзаттың байланысы географиялық атауларда — топонимдерде кеңінен сақталған. Нақты географиялық атаулар жергілікті жердің физикалық-географиялық және геоэкологиялық ерекшеліктерін сипаттайтын құнды ақпарат болып табылады.

Географиялық жер атаулары географияның барлық курстарында кездеседі. Әр сабақта оқушыларға жер атауларының шығуы, қойылу тарихы туралы мәліметтер беріліп отырғаны дұрыс. Болашақ ұстаз, қазіргі студент жер атауларының қойылу тарихымен танысу үшін жоғары оқу орындарында арнайы «Топонимика» пәні оқытылады.

«География» пәні мұғалімдері қазақ халқының ұрпақ тәрбиелеудегі өмір тәжірибесі мен тәрбиесін, салт-дәстүрін, экономикалық және экологиялық ерекшеліктерін халық педагогикасымен байланыстыра отырып меңгерсе, жас ұрпақтың географиялық білім мен ұлттық тәрбиені сабақтастыра отырып үйренері сөзсіз.

Білім берудің ұлттық моделіне өту оқыту мен тәрбиелеудің соңғы әдіс-тәсілдерін, инновациялық педагогикалық технологияны игерген, психологиялық-педагогикалық диагностиканы қабылдай алатын, білім беруге қабілетті және нақты тәжірибелік іс-әрекет үстінде өзіндік даңғыл жол салуға икемді, шығармашылықпен, ізденушілікпен жұмыс істейтін зерттеуші болашақ мұғалім даярлау қажет.

Қазіргі кезде болашақ мамандарды даярлау, оларға қоғам талабына сай білім мен тәрбие беру — болашақ мұғалімдердің инновациялық іс-әрекеттің ғылыми-педагогикалық негіздерін меңгеруі басты мәселелердің бірі.

*Инновация (Inovatis* — латын тілінен *жаңалық, жаңару, өзгеріс*) ұғымы қазіргі уақытта білім беруде кеңінен қолданылып жүр.

Болашақ маманның қалыптасуы, кәсіби шеберлігін дамытуы, мамандығын ерекше жақсы көруі, ұрпақ тәрбиесінде жетекші орнын сезінуі, кәсіби біліктілік деңгейін көтеруге бағыттылығы,

инновациялық іс-әрекетке ұмытылуы — жоғарғы оқу орнында басталады. Студенттердің әлемдік өркениетті игеруі, өзекті мәселелерді шешуге дайындығы негізгі пәндермен бірге педагогикалық білімдеріне де байланысты. Әлемдік педагогика ғылымында қазақ этнопедагогикасының өз орны бар. Халқымыздың педагогикалық тәжірибесі ғасырлар сонарында қалыптасқан ұшан-теңіз үлгі-өнегеге, ізгілікті дәстүрге бай рухани қазына. Ұлы Аристотель «тәлім-тәрбиенің негізі — халық тәжірибесінде» деп көрсеткендей, ол — Аспанды, Табиғатты, Жерді, Адамды қорғап, адамдық қасиеттерді, ақыл, сана, жан сұлулығы мен тән тазалығына жеткізуші тәлім-тәрбие құралы. Тәрбие мен білім беруде халық педагогикасы элементтерін пайдаланудың маңызы зор. Олай болса, ата-бабаларының салт-дәстүрін, әдет-ғұрпын, әдеби, мәдени бай қазынасын жас ұрпақтың санасына сіңіру, тәрбиелеу — ұлы жұмыс. Халқымыздың өмір сүру салты, бүкіл болмыс тіршілігі табиғатпен тікелей байланысты. Адам табиғаттан тыс өмір сүре алмайды. Адамның мінез-құлқына, түр-келбетіне, тұрмыс-тіршілігіне, әдет-ғұрып, салт-санасына өмір сүріп отырған табиғи орта әсер етеді. Адамзат табиғи ортаны «География» ілімі арқылы танып біледі. География — қоршаған табиғи ортаның ерекшелігі туралы жазылған ілім, сондықтан географиялық сауаттылық қажет, географиялық сауаттылық әлеуметтік қажеттіліктен де туындайды [5].

Ата-бабаларымыздың тұрмыс-тіршілігі, шаруашылығы табиғатпен байланыста өткендіктен, жыл мезгілдерінің ауысуына, күн райына, жер жағдайына, әр жердің табиғатына ерекше мән беріп отырған. Сондықтан этнопедагогикалық және географиялық білім мен тәрбиенің дұрыс берілуі үшін, пән мұғалімдерінің даярлығы жоғары болған дұрыс. Осыған байланысты жоғары оқу орнында оқитын болашақ географ мамандардың этнопедагогикалық даярлығын жетілдіру қажет. Негізгі жолдың бірі — негізгі пәндерді оқыту кезінде қалыптастырған дұрыс. Жас ұрпақтың табиғатқа деген мәдени қарым-қатынасын қалыптастыруда физикалық географияның үлесі зор. Осы мақсатта физикалық география дәрістерінде қазақ халқының нақыл сөздерін, мақал-мәтелдерін, жұмбақтарын, ұлттық ойындарын тиімді пайдалануға болады. Мысалы, «Жер бедері» туралы өткенде, жердің негізгі формаларын атап өтіп, тау мен жазықтың бір-бірінен айырмашылығын нақыл сөздер мен мақалдарды пайдалану арқылы түсіндірудің жақсы нәтиже берері сөзсіз. Айталық, «Тау белгісі — тас болар» деген мақалдан таудың тастан тұратынын, «Асыл тастан шығады» мақалынан таулы, тасты жерлерде пайдалы қазбаның болтынын біледі. Сондай-ақ таулардың өзгеріске ұшырауына әсер ететін түрлі процестерге байланысты «Тау мен тасты су бұзар», «Тау кезеңсіз болмас, өлке өзенсіз болмас», «Тау арқанмен берілмес» деген мақалдарды пайдаланып, тақырыпты ашуға болады. Бұл мақалдарда географиялық заңдылық байқалады.

Қазақстанның кең байтақ жерінің бедері алуантүрлі. Ат тұяғы жетпейтін, құс қанаты талатын бұл даланың тау-тасын, жерін тілімдеп жатқан өзендерінің бірі солтүстікке, бірі оңтүстікке ағып жатыр. Халқымыз шөбі шүйгін, жері нулы да сулы жерді қоныстанған, «обал, сауап» деп табиғатқа ерекше жанашырлықпен қараған. Біздің дана халқымыз «Жерің орманға айналсын, аспанның құстар базарына айналсын, бұлақ көрсең, көзін аш, өзен-көлінді ластама, жерді шимайлама — киесі бар, көрінген жерге жол салма, жайлауың шалғынды болсын, ұрпағың иманды болсын, ішкен суың таза болсын, аспаныңды түгін қаптамасын, жұпар ауаң бұзылмасын!» — деп те тілек айтатын, бата беретін. Қазақ жері — ата-бабаларымыздың туған жері, келер ұрпақтың мәңгілік мекені. Туған жердің жайлауы, өзен-көлдері, тау-тастары мен шөл-шөлейті, кең жазира даласының бәрі де — халқымыздың географиясы.

Ғасырлар бойына қалыптасқан ұлттық мәдениет халықтың дәстүрлі өмір салты, тілі мен діни сенімі, қоршаған ортаны тану мен аялаудың күллі жүйесін жасаған қазақ үшін ата қоныс, туған жерден киелі дүние жоқ. Оны ел қанымен, жанымен қорғап, Жер-ана деп аялап, қадір тұтқан. Желмаясын желдіріп халқына жерұйық іздеген Асан-Қайғы бабамыз әр өңірдің қадір-қасиетін, табиғи ерекшелігін қапысыз айтып, қазақ даласының көп жерін аралағаны белгілі, Есіл бойын көргенде «Алты күнде ат семіртіп жіберетін жер» екен деп, нулы, сулы табиғатты сипаттайды, ал Торғай өңірін көргенде «Асар суы бал татыған, ақ шабағы май татыған жер» екен депті, Қаратауды көргенде «Көкектен басқа құсы жоқ, көкпектен басқа шөбі жоқ» деп табиғаты жұтандау жерді қолайлы көрмей жылжи берген екен. Сөйткен бабамыздың іздегені сұлу табиғат, сулы, нулы жер ғана емес, ел аласы, ру таласы жоқ, азаматы ру деп, жүз деп бөлінбейтін ынтымақшыл, қой үстіне бозторғай жұмыртқалаған жерұйық еді.

Аталарымыздан қалған даналық сөздердің этикалық, философиялық маңызы өте зор. Олардың өсиеттерінде адам баласының мінезіне психологиялық, этикалық сипаттама берілген. Өнер-білімді игеру, ел қамын, оның келешегін ойлау, халықтың даналық сөздерінің мазмұнын ашып, жастардың

дүниеге көзқарасын қалыптастыру, адамгершілік сезімін ояту ұрпақ тәрбиесінде басты мәселе екені сөзсіз.

Географиялық білім берудің нәтижесінде адамның жеке басының ішкі дүниетанымын ояту, яғни географиялық нысандар мен құбылыстар туралы біртұтас ұғымын, қоғам мен табиғаттың географиялық аспектілерін, олардың біртұтастығы мен өзара тығыз байланысын оқып білуге кешенді көзқарас қалыптастыру болып табылады. «География» пәні мұғалімдері қазақ халқының ұрпақ тәрбиелеудегі өмір тәжірибесі мен тәрбиесін, салт-дәстүрін, экономикалық және экологиялық ерекшеліктерін халық педагогикасымен байланыстыра отырып меңгерсе, жас ұрпақтың географиялық білім мен ұлттық тәрбиені сабақтастыра отырып үйренері сөзсіз. Ұлы педагог Мағжан Жұмабаев: «Әрбір ұлттың баласы өз ұлтының арасында өз ұлты үшін қызмет қылатын болғандықтан, тәрбиеші баланы сол ұлт тәрбиесімен тәрбие қылуға міндетті» дегендей, оқытушы ұлттық тәлім-тәрбие беруден жалықпайтын, шығармашылығы мол еңбекшіл парасатты азамат болуы керек. Бүгінгі студент — ертеңгі маман иесі, сондықтан қазіргі заман ұстазы өз пәнінен білімді болып ғана қоймай тарихи танымы мол, саяси-экономикалық және педагогикалық-психологиялық сауатты болуы керек.

Жас ұрпақты туған жерін, елін құрметтеп, сүйеге, адалдыққа, адами ізгілікке, инабаттылық пен имандылыққа, салт-дәстүрді құрметтеуге үйрету, тәрбиелеу — әрбір оқытушының абройлы парызы. Ол үшін оқытушы қазіргі заманға лайық өзінің білім беру ісінде рухани, этномәдени дәстүрлерді сақтап, дамыта отырып, шығармашылық ізденіспен жұмыс істеп, өмірге еніп жатқан жаңа технология мен техниканы (инновация) меңгерген, білігі мен білімі жоғары ұлағатты тұлға болуы қажет.

Болашақ мұғалім — баланың жеке тұлғасын қалыптастырушы, маңызды тәлім-тәрбие өнегесінің бастаушысы, жарқын үлгісі, бала қиялын самғатып, арманның көкке ұмсындырушы басты тұлға. Бүгінгі жас өркеннің ертеңгі әлеуметтік-саяси қоғам мүшесі ретінде қалыптасуында тәлім-тәрбиенің маңызы зор екендігі белгілі. Ендеше, қоғамдағы қолжеткен тәрбиелік жақсы дәстүр атаулыны пайдаланып, биік адамгершілік қасиеттерге баулу, тәрбиелеу — мұғалімнің басты міндеті. Мұғалім жан-жақты жетілген білімді, әдістемелік-шығармашылық шеберлік иесі, халықтың дәстүр, әдет-ғұрып пен салт-сана ерекшеліктерін, әлеуметтік қарым-қатынастар түрлерін кәсіби түрде меңгеруі тиіс. Әсіресе осы кәсіби білік дағдыларын шыңдауы оның ұстаздық тәжірибе жинақтауының ең басты алғышарты болып табылады. Мұғалімнің кәсіби білік дағдылары, өз кезегінде, оның жеке кәсіби-педагогикалық мәдениетін көрсететін өлшем. Оған мұғалімнің жеке мәдени деңгейі, адамгершілігі, тәлім-тәрбиесі, іздемпаздығы, зерттеушілігі жатады. Мұғалім кәсіби білімін үздіксіз жетілдірген жағдайда ғана оқушының танымдық, шығармашылық қабілетін дамытып, ғылымға деген қызығуын қалыптастыра алады [6].

Болашақ мұғалім нағыз кәсіби маман болуы үшін — оқу үрдісінің мәнін терең түсінуі, тәрбиелік бағыттарын терең саралап, талдауы, әдістемелік жағының дидактикалық қиындықтарын жеңе білуі, кәсіптік дайындығының деңгейін көтеріп, оқу-бағдарламалық, әдістемелік құралдарды терең зерттеп, жетілдіруі, сол мақсатқа тынбай талпынуы керек. Ең бастысы, болашақ мұғалім өз жұмысына қойылатын талаптарды терең түсініп, өзін психологиялық жағынан даярлауы міндет. Ұстамдылық, өз ойын терең жеткізе білуі, эмоциялық тұрақтылығы, әлеуметтік қарым-қатынас жиынтығын меңгеруі керек. Сонымен қатар алдына қойған мақсатына жету үшін өзінің күш-қайратын, ерік-жігерін жұмылдырып шыңдауы тиіс.

Болашақ педагогтың мектептегі бірінші жылы оның кәсіби қалыптасуымен сипатталады. Бұл кезең — кәсіби білім алудан кәсіби еңбекке өту, студент дәрежесінен мұғалім дәрежесіне көтерілу кезеңі.

Кәсіби педагогикалық іс-әрекеттілік педагогикалық үрдісті жоспарлап жүзеге асыра білуін, өзінің және оқушыларының іс-әрекеттерін талдау жасай алуын танытады, кәсіби іс-әрекетке табысты бейімделу үшін төмендегідей көрсеткіштер қажет:

- өзінің кәсіби іс-әрекетінің мақсаты мен міндетін анықтай алуы;
- педагогикалық кәсіби қарым-қатынастылық үрдісті жүзеге асыруы;
- өз пәнін кәсіби жете білуі;
- оқыту мен тәрбиенің психологиялық-педагогикалық негіздерін білуі;
- педагогикалық үрдісті жоспарлап, жүзеге асыра білуі.

Отанды сүйу, адалдық, адами тазалық, ізгілік, имандылық, инабаттылық, салт-дәстүрді құрметтеу — әрбір жастың парызы. Ол үшін қазіргі заманға лайық өзінің білім беру ісіне рухани, этномәдени дәстүрлерді сақтап, дамыта отырып, шығармашылық ізденіспен жұмыс істеп, өмірге еніп

жатқан жаңа технология мен техниканы меңгерген, білігі мен білімі жоғары ұлағатты тұлға болуы міндет.

Дамыған елдердің тәжірибесі көрсетіп отырғандай, ұлттың, мемлекеттің гүлденуі негізгі үш шешуші фактордан тұрады. Олар мыналар:

- жаңа ғылыми жаңалықтарды игеруі;
- білімнің деңгейін көтеруі;
- мамандардың кәсіби білімімен айқындалуы.

Болашақ мұғалімнің моральдік психологиясы, кәсіптік даярлығы, этникалық-педагогтік қарым-қатынасы қай кезеңде болсын білім саласының алғышарты ретінде бағаланады.

Кәсіби даярлық, этикалық-педагогтік қарым-қатынастың маңызды шарты болып табылатын элеуметтік-психологиялық даярлықты меңгеруі шарт. Коммуникативтік дағдыларды меңгерген болашақ мұғалім ғана заман талабына сай оқу-тәрбие жұмыстарының міндеттерін ойдағыдай жүзеге асыра алады.

Ұлы ойшыл әл-Фараби «Әлеуметтік-этикалық трактаттарында» былай дейді: «Тәрбиелеу дегеніміз — халықтың бойына білімге негізделген этикалық ізгіліктер мен өнерлерді дарыту». Жоғарғы оқу орнының оқытушысы — студенттің жан дүниесіне әсер ететін негізгі тәрбиелеуші күш, сондықтан оның кәсіби шеберлігі, яғни тілді үйретуді тәрбиемен ұштастыру іскерлігі дамып отыруы қажет. Олай болса, ата-бабаларымыздың салт-дәстүрлерін, әдет-ғұрпын, әдеби, мәдени бай қазынасын студенттердің санасына сіңіріп, тәрбиелеу — оқытушының міндеті. Демек, тәрбие тамыры тереңнен алынатын тарихи үрдіс болғандықтан, болашақ мамандарға этикалық, эстетикалық ізгіліктерді орнықтыру әр сабақтың басты міндетіне айналу керек. Болашақ географ-мамандар, оқушыға отансүйгіштік тәрбиемен қатар, туған елінің байлығы мен табиғатын мақтан ететін сезімдерін қалыптастырып, ұлттық тарихқа, әдет-ғұрып пен салт-дәстүрге негізделген білім де бере алады.

Кәсіби педагогикалық іс-әрекеттегі танымдық әрекеттер: өзінің кәсіби шеберлігіне талдам жасауында, әдістемелік және психологиялық, педагогикалық әдебиеттермен қарулануында жүзеге асады. Болашақ мұғалімдердің кәсіби педагогикалық іс-әрекетке табысты бейімделуінің үлгісі, мотивациялық, бейімділік, танымдық, кәсіби педагогикалық әрекетті біріктіретін тұтас қызмет болып табылады деген пікірлерді көптеген ғалымдар ұсынып отыр.

Жастардың әлемдік өркениетті игеріп, ең өзекті мәселелерді шешуге дайындығы өзге ғылымдармен бірге педагогика жетістіктеріне де байланысты. Әлемдік педагогика ғылымында қазақ этнопедагогикасының өз үлесі бар. Қазақ халқының педагогикалық тәжірибесі ғасырлар соңарында қалыптасқан ұшан-теңіз үлгі-өнегеге, ізгілікті дәстүрге бай рухани қазына. Ол — жас буынды аспанды, жерді, табиғатты, адамды қорғап, кісілік қасиеттерге лайықты ақыл-парасат пен сана-сезімге, жан сұлулығы мен тән тазалығына жеткізетін пәрменді тәлім-тәрбие құралы.

Болашақ мұғалімдердің кәсіби іс-әрекетінің табысты болуы саналы, білімді, дарынды, белсенді, мәдениетті болуы және қандай қиындық болсын төзіп, еңбек ете алуы мұғалімдердің еңбек етуін қажет етеді. Ендеше, оларды дайындауда жоғары мектеп оқытушыларының рөлі өте зор.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Табылды Ә. Қазақ этнопедагогикасы және оны оқыту әдістері / Ә. Табылды. — Алматы: Білім, 2004.
- 2 Қоянбаев Ж.Б. Педагогика / Ж.Б. Қоянбаев, Р.М. Қоянбаев. — Алматы: Эверо, 2004. — 420 б.
- 3 Қойшыбаев Е. Қазақстанның жер-су аттары сөздігі / Е. Қойшыбаев. — Алматы: Мектеп, 1985. — 256 б.
- 4 Мурзаев Э.М. География в названиях / Э.М. Мурзаев; отв. ред. Е.М. Поспелов. — М.: Наука, 1979. — 168 с.
- 5 Вершловский С.Г. Профессиональная деятельность молодого учителя / под ред. С.Г. Вершловского, Л.Н. Лесохиной. — М.: Педагогика, 1982. — 145 с.
- 6 Джуринский А.Н. Сравнительная педагогика / А.Н. Джуринский. — М.: Академия, 1998. — 176 с.

Д.А. Кадирбаева

**Роль этнопедагогика при подготовке будущих учителей географии**

Одной из наиболее актуальных проблем в подготовке будущих учителей географии является поддержание их духовного развития. Сегодняшний студент — будущий учитель школы, и его профессиональные навыки, знания о том, как сочетать образование и воспитание, — это ответственность преподавателей университетов. В воспитании молодого поколения, прежде всего, необходимо учитывать изменения в современном цивилизованном мире и, во-вторых, уделять особое внимание более глубокому представлению национальной культурно-исторической, социально-экономической ситуации его народа. География играет важную роль в системе образования при всестороннем развитии и воспитании молодого поколения, образовании личности, формировании их общей культуры, чувства ответственности за природу и общество и сохранения жизни на земле. Роль географии в эстетическом образовании очень значительна. В статье приведено большое количество информации, необходимой для подготовки будущих учителей географии, которая связывает историю, традиции казахской земли и географию. Отмечена актуальность топонимии в этническом образовании. Раскрывается образовательный смысл географических названий. Пример успешной адаптации будущих учителей к профессиональной педагогической деятельности показывает, что целостная деятельность сочетает в себе познавательную, профессиональную и педагогическую мотивацию.

*Ключевые слова:* этнопедагогика, топонимика, эстетика, природа, география, инновации, цивилизация, этническая принадлежность, образование, национальные ценности.

D.A. Kadirbaeva

**The role of ethnopedagogy in training future geography teachers**

The article discusses the role of ethnopedagogy in the training of future teachers of geography in demonstrating that one of the most pressing problems is maintaining the spiritual development of future teachers. Today's student is the future teacher of the school, his professional skills, knowledge of how to combine education and upbringing is the responsibility of university teachers. In educating the younger generation, first of all, it is necessary to take into account changes in the modern civilized world and, secondly, to pay special attention to a deeper understanding of the national cultural, historical, social and economic situation of its population. Geography plays an important role in the education system with the comprehensive development and education of the young generation, formation of their common culture, education of the individual, a sense of responsibility for nature and society and the preservation of life on earth. Raising beauty, art and education enriches the minds of young people, enhances their abilities and knowledge. Considering that beauty, elegance and talent are inherent in nature, it is clear that the role of geography in aesthetic education is remarkable. Article provides a large amount of necessary information for students, which links the history, traditions of the Kazakh land and geography. The article describes the relevance of toponymy in ethnic education. Speaking about the appearance of names of geographical names, revealed the educational meaning of each names. An example of successful adaptation of future teachers to professional pedagogical activity shows that holistic activity combines motivation, propensity, cognitive, and professional pedagogical activity.

*Keywords:* ethnopedagogy, toponymy, aesthetics, nature, geography, innovation, civilization, ethnicity, education, national values.

**References**

- 1 Tabyldy, A. (2004). Qazaq etnopedahohikasy zhane ony oqytu adisteri [Kazakh ethnopedagogy and its teaching methods]. Almaty: Bilim [in Kazakh].
- 2 Koianbaev, Zh.B., & Koianbaev, R.M. (2004). *Pedahohika [Pedagogy]*. Almaty: Evero [in Kazakh].
- 3 Koishybaev, E. (1985). *Kazakstannyn zher-su attary sozdihi [Glossary of land names in Kazakhstan]*. Almaty: Mektep [in Kazakh].
- 4 Murzaev, E.M. (1979). *Heohrafiia v nazvaniakh [Geography in the names]*. E.M. Pospelov (Ed.). Moscow: Nauka [in Russian].
- 5 Vershlovskii, S.G. (1982). *Professionalnaia deiatelnost molodoho uchitelia [Professional activities of young teachers]*. S.G. Vershlovskii, L.N. Lesokhina (Eds.). Moscow: Pedahohika [in Russian].
- 6 Dzhurinskii, A.N. (1998). *Sravnitelnaia pedahohika [Comparative pedagogy]*. Moscow: Akademiia [in Russian].

---

## АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Abdraimova, K.T.** — Candidate of biological sciences, Acting Professor of the Department of ecology and chemistry, Faculty of natural science, Kh.A. Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.
- Akbaeva, L. Kh.** — Candidate of biological sciences, Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Alieva, M.R.** — Graduate student, Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Alpysbayeva, Zh.T.** — Candidate of biological sciences, Head of the secretariat, National Academy of Mining Sciences, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Andreeva, A.P.** — Candidate of biological sciences, Acting Associate professor, Department of chemistry and chemical technologies, Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Aubakirova, B.N.** — PhD, Teaching assistant of the School of engineering, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Bakibayev, A.A.** — Doctor of chemical sciences, Professor of the Department of physical and analytical chemistry, Tomsk State University, Russia.
- Beisenova, R.R.** — Doctor of biological sciences, Head of the Department of management and engineering in the sphere of environmental protection, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Demets, O.V.** — Master of chemistry, Research fellow, Research Institute «New materials», Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Dodonova, A.Sh.** — Candidate of biological sciences, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Dosmakhov, S.M.** — Senior teacher, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Dyusibaeva, E.N.** — PhD, Assistant of the Department of agriculture and plant growing, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Esenbekova, G.T.** — PhD, Senior lecturer of the Department of plant protection and quarantine, S. Seifullin Kazakh Agricultural University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Grigoryev, A.I.** — Doctor of biological sciences, Leading researcher, Research department, Omsk State Pedagogical University, Russia.
- Ibragimova, E.K.** — Candidate of technical sciences, Associate professor of the Department of ecology and chemistry, Faculty of natural science, Kh.A. Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.
- Kadirbaeva, D.A.** — Candidate of pedagogical sciences, Associate professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Karagoishin, Zh.M.** — Candidate of biological sciences, Senior teacher, Department of hunting and fisheries, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Kartbayeva, G.T.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kasenov, R.Z.** — Candidate of chemical sciences, Docent, Director, Research Institute «New materials», Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Kikimbaeva, A.A.** — Doctor of biological sciences, Professor, Astana Medical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.



- Kohnert, K.-D.** — Doctor of medical sciences, Professor, Karlsburg, Germany.
- Korchin, V.I.** — Doctor of medical sciences, Professor, Director of Department of normal and pathological physiology, Hanty-Mansiysk State Medical Academy, Russia.
- Kovalenko, O.L.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kozhakmetova, L.T.** — Teacher, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kurmanbayeva, A.S.** — Candidate of biological sciences, Professor assistant of Geography, ecology and tourism department, Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kazakhstan.
- Malashenkov, D.V.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia.
- Maltay, N.B.** — Graduate student, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Mamytova, N.S.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Meyramov, G.G.** — Doctor of medical sciences, Professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Meyramova-Abdraimova, A.G.** — Candidate of medical sciences, Karaganda Medical University, Kazakhstan.
- Mukhanova, Sh.A.** — Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Pavlov, A.V.** — Junior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Saint Petersburg, Russia.
- Rashitov, S.S.** — Senior teacher, Department of hunting and fisheries, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Rymbay, N.** — School No. 9 for Gifted Children Zerde, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Rysbekova, A.B.** — Candidate of biological sciences, Associate professor of the Department of Agriculture and Plant Growing, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Saparbaeva, N.A.** — Candidate of biological sciences, Senior researcher, Research Institute of Biotechnology, I. Zhansugurov Zhetysu State University, Taldykorgan, Kazakhstan.
- Seitkhozhayev, A.I.** — Doctor of biological sciences, Professor of the Department of plant protection and quarantine, S. Seifullin Kazakh Agricultural University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Shaybek, A.Zh.** — Master's degree of biology, PhD student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Talzhanov, S.A.** — Candidate of geographical sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Tazitdinova, R.M.** — PhD student, Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kazakhstan.
- Tulegenov, E.A.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Tulegenova, S.Ye.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Tusupbekova, G.T.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Pavlodar Innovation University, Kazakhstan.
- Ualiyeva, R.M.** — PhD, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Kazakhstan.
- Yergesh, A.A.** — Graduate student, Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Zhakenova, A.E.** — Master of Agronomy, Assistant of the Department of agriculture and plant growing, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Zhirnova, I.A.** — Master of Agronomy, Assistant of the Department of agriculture and plant growing of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Zhumabekova, A.U.** — Graduate student, Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Zhumadilov, S.S.** — PhD student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Zhurmanova, N.Sh.** — Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.