



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

**BULLETIN**  
**OF THE KARAGANDA UNIVERSITY**

**BIOLOGY.**  
**MEDICINE.**  
**GEOGRAPHY**  
Series

**№ 1(101)/2021**

ISSN-L 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(101)/2021**

Қаңтар–ақпан–наурыз  
30 наурыз 2021 ж.

Январь–февраль–март  
30 марта 2021 г.

January–February–March  
March 30<sup>th</sup>, 2021

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, 2021  
Караганда, 2021  
Karaganda, 2021

*Бас редакторы*  
биол. ғыл. канд  
**М.Ю. Ишмуратова**

*Жауапты хатшы*  
биол. ғыл. канд.  
**С.У. Тлеуқенова**

*Редакция алқасы*

<b>М. Броди,</b>	PhD д-ры, Америка университеті, Вашингтон (АҚШ);
<b>Р.Г. Оганесян,</b>	PhD д-ры, Пенсильвания университеті, Филадельфия (АҚШ);
<b>К.-Д. Конерт,</b>	мед. ғыл. д-ры, Диабет институты, Карлсбург (Германия);
<b>Аммад Ахмад Фаруки</b>	PhD д-ры, Биомедициналық және генетикалық инженерия институты, Исламабад (Пакистан);
<b>С.В. Кушнарэнко,</b>	биол. ғыл. канд., Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы (Қазақстан);
<b>Г.Г. Мейрамов,</b>	мед. ғыл. д-ры, Акад. Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті (Қазақстан);
<b>А.В. Панин,</b>	геогр. ғыл. д-ры, М.В. Ломоносов атындағы Москва мемлекеттік университеті (Ресей);
<b>Р.Т. Бексеитова,</b>	геогр. ғыл. д-ры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы (Қазақстан);
<b>О.Л. Макарова,</b>	биол. ғыл. канд., РФА А.Н. Северцов атындағы Экология және эволюция институты, Москва (Ресей)

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

Тел.: (7212) 77-00-69; факс: (7212) 35-63-98.

E-mail: [bulletin\\_karsu\\_biology@mail.ru](mailto:bulletin_karsu_biology@mail.ru)

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

*Редакторлары*

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, Т.А. Кохановер

*Компьютерде беттеген*

В.В. Бутяйкин

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

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

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

Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігімен тіркелген. 30.09.2020 ж. № KZ32VPY00027389 қайта есепке қою туралы куәлігі.

Басуға 29.03.2021 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 11,25 б.т. Таралымы 200 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 25.

«Акад. Е.А. Бөкетов ат. Қарағанды ун-ті» КЕАҚ-ның баспасының баспаханасында басылып шықты. 100024, Қазақстан, Қарағанды қ., Университет к-сі, 28. Тел. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

*Главный редактор*  
канд. биол. наук  
**М.Ю. Ишмуратова**

*Ответственный секретарь*  
канд. биол. наук  
**С.У. Тлеуменова**

*Редакционная коллегия*

<b>М. Броди,</b>	д-р PhD, Американский университет, Вашингтон (США);
<b>Р.Г. Оганесян,</b>	д-р PhD, Пенсильванский университет, Филадельфия (США);
<b>К.-Д. Конерт,</b>	д-р мед. наук, Институт диабета, Карлсбург (Германия);
<b>Аммад Ахмад Фаруки,</b>	д-р PhD, Институт биомедицинской и генетической инженерии, Исламабад (Пакистан);
<b>С.В. Кушнарченко,</b>	канд. биол. наук, Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы (Казахстан);
<b>Г.Г. Мейрамов,</b>	д-р мед. наук, Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова (Казахстан);
<b>А.В. Панин,</b>	д-р геогр. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Россия);
<b>Р.Т. Бексеитова,</b>	д-р геогр. наук, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы (Казахстан);
<b>О.Л. Макарова,</b>	канд. биол. наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва (Россия)

*Адрес редакции:* 100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28.  
Тел.: (7212) 77-00-69; факс: (7212) 35-63-98.  
E-mail: [bulletin\\_karsu\\_biology@mail.ru](mailto:bulletin_karsu_biology@mail.ru)  
Сайт: <https://biollogy-medicine-geography-vestnik.ksu.kz>

*Редакторы*

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, Т.А. Кохановер

*Компьютерная верстка*

В.В. Бутяйкин

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

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

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

Зарегистрировано Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан.  
Свидетельство о постановке на переучет № KZ32VPY00027389 от 30.09.2020 г.

Подписано в печать 29.03.2021 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 11,25 п.л. Тираж 200 экз.  
Цена договорная. Заказ № 25.

Отпечатано в типографии издательства НАО «Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова».  
100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28. Тел. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

© Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова, 2021



*Main Editor*

Cand. of biology  
**M.Yu. Ishmuratova**

*Responsible secretary*

Cand. of biology  
**S.U. Tleukenova**

*Editorial board*

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>M. Brody,</b>           | PhD, American University, Washington, DC (USA);   |
| <b>R.G. Oganesyanyan,</b>  | PhD, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA (USA);                                  |
| <b>K.-D. Kohnert,</b>      | MD, The German Diabetes Center, Karlsburg (Germany);                                      |
| <b>Ammad Ahmad Farooqi</b> | PhD, Institute of Biomedical and Genetic Engineering (IBGE),<br>Islamabad, Pakistan;      |
| <b>S.V. Kushnarenko,</b>   | Cand. of biology, Institute of Plant Biology and Biotechnology,<br>Almaty (Kazakhstan);   |
| <b>G.G. Meyramov,</b>      | MD, Karagandy University of the name of acad. E.A. Buketov<br>(Kazakhstan);               |
| <b>A.V. Panin,</b>         | Doctor of geography, M.V. Lomonosov Moscow State University<br>(Russia);                  |
| <b>R.T. Bekseitova,</b>    | Doctor of geography, Al-Farabi Kazakh National University,<br>Almaty (Kazakhstan);        |
| <b>O.L. Makarova,</b>      | Cand. of biology, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolu-<br>tion, Moscow (Russia) |

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

Tel.: (7212) 77-00-69; fax: (7212) 35-63-98.

E-mail: [bulletin\\_karsu\\_biology@mail.ru](mailto:bulletin_karsu_biology@mail.ru)

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

*Editors*

Zh.T. Nurmukhanova, S.S. Balkeyeva, T. Kokhanover

*Computer layout*

V.V. Butyaikin

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

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

Proprietary: NLC «Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov».

Registered by the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan.  
Rediscount certificate No. KZ32VPY00027389 dated 30.09.2020.

Signed in print 29.03.2021. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 11,25 p.sh. Circulation 200 copies.  
Price upon request. Order № 25.

Printed in the Publishing house of NLC «Karagandy University of the name of acad. E.A. Buketov».  
28, University Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan. Tel. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

---

# МАЗМУНЫ — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

## БИОЛОГИЯ BIOLOGY

<i>Arystan L.B., Kamsayeva T.Kh., Tleukenova S.U., Sirman D.Yu., Nurkenova A.T.</i> Effects of carbohydrate content in seeds on the germination and viability after cryopreservation.....	6
<i>Брагина Т.М., Коньсбаева Д.Т., Рұлөва М.М., Бобренко М.А.</i> Уточнение видовой принадлежности некоторых видов шелкоунов ( <i>Coleoptera: Elateridae</i> ) на основе молекулярно-генетического анализа.....	14
<i>Жумабаева Б.А., Айташева З.Г., Лебедева Л.П., Алибекова Д.А., Чунетова Ж.Ж., Шынғысқызы Н.</i> Оценка коллекционных образцов овощной фасоли по хозяйственно-ценным признакам в условиях Алматинской области.....	20
<i>Ерекеева С.Ж., Арысбаева Р.Б., Мусрат А., Ласло Орлоци, Базарбаева Т.А., Мұқанова Г.А.</i> Солтүстік Тянь-Шань табиғи флорасындағы <i>Rosaceae</i> Juss. тұқымдасының дәрілік өсімдіктерін жерсіндіру.....	29
<i>Yeleupayeva Sh.K., Dinmukhamedova A.S.</i> Etiological structure of infectious agents in the urinary tract among children.....	38
<i>Levaya Ya.K., Zholdasbaev M.E., Atazhanova G.A., Akhmetova S.B.</i> Antibacterial activity of ultrasonic extracts of <i>Salvia stepposa</i> growing in Kazakhstan.....	45
<i>Сарсембаев Х.С., Синявский Ю.А., Казис Милашюс.</i> Влияние низкомолекулярных пептидов, выделенных из кобыльего молока, на работоспособность крыс при физической нагрузке.....	50
<i>Sumembayev A.A., Danilova A.N.</i> The comparative morphometric analysis of seeds representatives of the genus <i>Paeonia</i> L. ( <i>Paeoniaceae</i> Rudolphi) of the Kazakh Altai's flora, introduced in the Altai Botanical Garden.....	58
<i>Sagyndykova M.S., Imanbayeva A.A., Ishmuratova M.Yu., Gassanova G.G.</i> Analysis of flora of the medicinal plants of the Atyrau region.....	67
<i>Чилдибаева А.Ж., Аметов А.А., Сербаева А.Д.</i> Іле өзенінің жоғарғы ағысында сирек кездесетін, эндемдік <i>Rosa iliensis</i> Chrshan. популяциясының өсімдіктер жабынының геоботаникалық сипаттамасы.....	74

## МЕДИЦИНА MEDICINE

<i>Akhmetova M.Zh., Nigmatullina R.R., Mindubayeva F.A., Tykezhanova G.M.</i> Effect of serotonin on myocardial contractility in newborn rats with excess and deficiency of serotonin in the embryonic period.....	82
--	----

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION ABOUT AUTHORS.....	88
---	----

L.B. Arystan\*, T.Kh. Kamsayeva, S.U. Tleukenova, D.Yu. Sirman, A.T. Nurkenova

*Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan*

*\*Corresponding author: laura.arystan.97@mail.ru*

### **Effects of carbohydrate content in seeds on the germination and viability after cryopreservation**

This article is devoted to the study of the influence of cryopreservation on the preservation of sowing qualities of seeds of representatives of the genus *Picea*: *P. asperata* (Rough spruce) and *P. pungens* (Spiny spruce). As an alternative shock method of cryopreservation, the method of step-by-step 3-step temperature reduction was used 1 stage +4 °C, 2 stage –18 °C, 3 stage –196 °C liquid nitrogen. Additionally, the effect of 4 time intervals (1 hour, 24 hours, 72 hours and 168 hours) of step freezing on seed quality was investigated. To explain the results by photometry, the total carbohydrate content of the seeds is determined before the 3rd freezing step (cryo interaction). The analysis of the results of germination showed that the seeds of the studied species respond in different directions to the step cryo freezing. So, seeds of *P. asperata* germination in all tree experimental variants are higher on 4–32 % than in the control variant; and the maximum results are revealed in the variant with time intervals of 168 hours. For *P. pungens* seeds, the germination rates in experimental variants were on 18–22 % lower than in the control; and the largest germination rate of seeds among experimental variations are revealed in variant with interval 24 hours. The determination of the total carbohydrate content of the tested seeds at different cryogenic freezing intervals found that this indicator varied significantly depending on the time interval. The lowest values of total carbohydrates are found in variation with a time interval — 24 hours. The maximum total carbohydrate content is determined in a variation with a time interval — 1 hour. Correlation analysis between seed germination indices and total carbohydrate content established a high relationship between these indices. So, for *P. asperata*, the value of the Pearson coefficient was 0.86, and for *P. pungens* seeds — 0.91.

*Keywords:* cryopreservation, seeds, nitrogen, germination, viability, hydrocarbons, *Picea pungens*, *Picea asperata*.

#### *Introduction*

Cryopreservation is an optimal method of unlimited long-term storage of the plant gene pool by freezing plant material at an extra low temperature (–196 °C) [1]. This method allows preserving the cells and protoplasts of various plants, including plants that cannot withstand dehydration, such as meristems, shoots, zygotic and somatic cells, pollen and some types of seeds [2].

The long-term storage of seeds depends on a number of internal and external factors: species characteristics, the degree of their ripening, the density of the seed bark, the composition of the main auxiliary substances, as well as humidity during the storage, temperature and aeration. The experience of T.P. Orekhova showed that the degree of productivity of seed material after cryogenic freezing is influenced by the level of humidity of seeds and the content of nutrients in them [3].

The most widespread is the low-temperature storage of plant materials under *in vitro* conditions. Low-temperature freezing is also important because with a decrease in temperature, the coefficient of volume expansion of ice decreases [4]. The studies are carried out on woody plants by the storage of cultured material in liquid nitrogen at a temperature –196 °C [5].

It is known that cells of vegetating plants contain endogenous osmotic active substances such as mono- and disaccharides (glucose, fructose, sucrose), organic acids, amino acids and other compounds [6]. Their significance and characteristic feature is influence the viability of plant cells and tissues to varying degrees after cryopreservation processes of plants, followed by their storage at ultra-low temperatures in liquid nitrogen vapor ( $-183$ – $-185$  °C) [7].

To successfully perform cryopreservation of various bio-objects, it is necessary to concentrate biopolymer solutions in plant cells [8]. This method protects them from the lethal action of intracellular ice crystals. In addition, partial dehydration and concentration of intracellular solution prevents the occurrence of pressure destroying cells from the inside due to ice expansion. Therefore, the seed material for freezing and further cryopreservation is taken in a state of deep rest [9]; the seeds must be dried to remove free water.

The accumulation of sucrose in plant tissues positively affects the cryopreservation of shoots of fruit and berry crops. Hydrolysis of sucrose until mono-sugars negatively affects on the survival; and organic acids take an intermediate effect on the cryopreservation process. High accumulation of amino acid proline in plant cells under stress conditions can significantly increase the ability to detoxify and reduce oxidative damage.

Seeds of such arid plants as cacti, after drying, usually retain their germination [10]; their samples are able to storage at cryogenic temperatures for a long time without significantly viability reducing [11–13].

The purpose of the present study is to determine the effect of carbohydrates in spruce seeds on the survival of plant material.

### *Materials and Methodology*

Experiments are carried out in the laboratory of biotechnology and molecular Genetics of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov in 2018–2019. The objects of the study are seeds of species of genus *Picea* A. Dietr. (Spruce): *P. asperata* (Rough spruce) and *P. pungens* Engelm. (Spiny spruce). Seeds are obtained in October, 2018, according to the Index Semenium exchange between the Moscow Nursery and Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov. Seed materials of *P. asperata* and *P. pungense* before experiments are stored at temperature  $+15$  °C for 1 month.

The cryogenic freezing of seeds is performed in three stages with different freezing intervals (Table 1):

- 1 stage — freezing in refrigerator  $+4$  °C;
- 2 stage — freezing in the freezer  $-18$  °C;
- 3 stage — freezing in liquid nitrogen  $-196$  °C.

Table 1

**Variability of time intervals of different stages of seed freezing (in hours)**

Number of variant	1 stage	2 stage	3 stage
1 variant	1	1	168
2 variant	24	24	168
3 variant	72	72	168
4 variant	168	168	168

Defrosting of seeds is carried out in a refrigerating chamber at a temperature of  $+4$  °C for 1 hour. Before sowing, the seeds are disinfected by 0.5 %  $\text{KMnO}_4$  and chlorine solution, each per 7 minutes. After sterilization, the seeds are washed three times in sterile distilled water with further drying. For seed germination, a bath type crystallizer is used; germination is carried out in the climate chamber «Binder» KBW 240 with artificial lighting of 4000 lux, during 24 hours and at the temperature  $+23$  °C. Seeds are planted on filter paper in a crystallizer — by 25 pieces in 4 repetitions. Seeds of spurs with stratification at  $+4$  °C for 3 months are used as controls.

In experiments are determined the following parameters: energy of germination, seed germination, seed rest period, carbohydrate content and loss of seed mass [14]. Energy of germination is calculated on 15<sup>th</sup> day. Statistic processing is conducted by N.L. Udolsky [15].

Total carbohydrate content is determined on three variations of seeds by 50 pieces by photometric analysis techniques [16, 17]. The determination is carried out on Unico 1201 photo-spectrometer at a wavelength 320 nm. For calculation the total carbohydrate content, a calibration scale is built for the standard glucose solution in the range from 5 % to 55 % at 11 points, with a step 5 %.

Correlation analysis between total carbohydrate content values in seeds and germination indices of seeds is performed by Pearson coefficient.

*Results and Discussion*

Mass and humidity of 1000 pieces of seeds are determined on the analytical scales of NPV 220 in triplicate (Table 2).

Table 2

**Mass and humidity of seeds of *P. asperata* and *P. pungens***

Species	Mass of 1000 seeds, g	Humidity, %
<i>P. asperata</i>	5.34 ± 0.19	4.0
<i>P. pungens</i>	3.66 ± 0.03	2.3

The results of cryogenic freezing of seeds showed that *P. pungens* seeds were more resistant to exposure extra low temperatures compared to *P. asperata* seeds. So, for *P. asperata*, the best result of seed germination is observed in the 4th variant — 22 %, for *P. pungens* the maximum germination is noted in the 2nd variant — 32 %.

In experiment the energy of germination of *P. asperata* was on 16 % higher than in control variant; for *P. pungens* — on 18 % lower than in control (Fig. 1, 2).

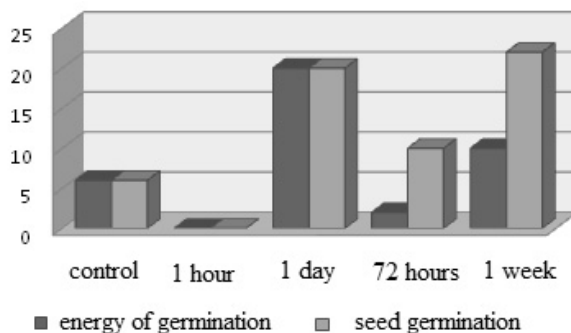


Figure 1. Seed germination and energy of germination of *P. asperata*

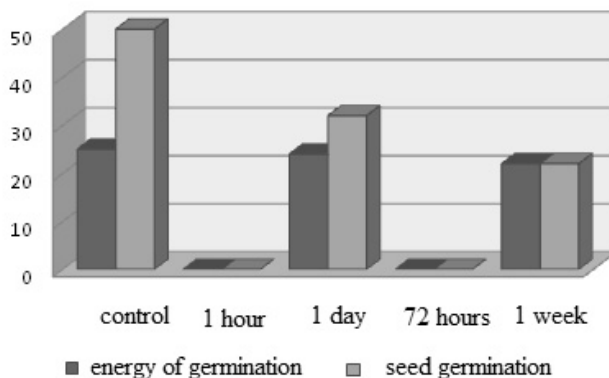


Figure 2. Seed germination and energy of germination of *P. pungens*

The smallest germination of *P. asperata* seeds is recorded in the 3rd variant (10 %); for *P. pungens* — in the 4th variant (22 %). Thus, *P. asperata* had the lowest energy of germination on 4 % higher than the control values. *P. pungens*'s was on 28 % lower than in control data.

The best indicators of energy of germination are noted in the 2nd variant of cryogenic freezing. So, for *P. asperata* the energy of germination was 20 %, for *P. pungens* — 24 %.

The results of the resting energy index after the step-by-step cryogenic freezing of the seeds revealed a different seed response according to the experience options. For *P. asperata* seeds the maximum resting en-



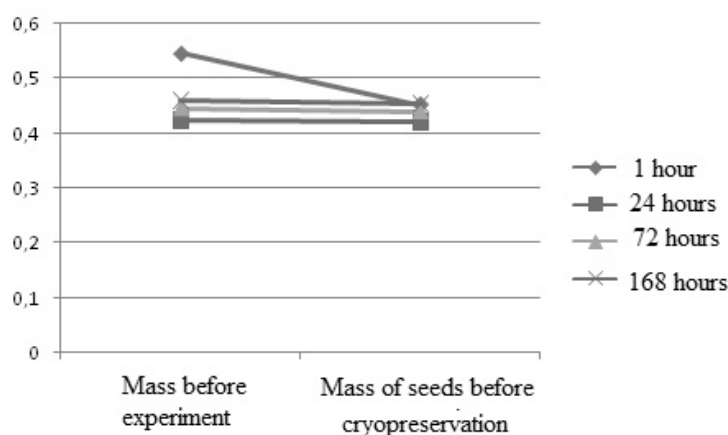
ergy indicator among experiment is recorded in the 3rd variant with an indicator 23.6 days; for *P. pungens*, the minimum value is noted in the 4th variant and amounted to 13.9 days. The minimum value of seed resting energy in the experiment is observed in the 2nd variation with 14 days for *P. asperata* and 13.5 days for *P. ungens* (Table 3).

Table 3

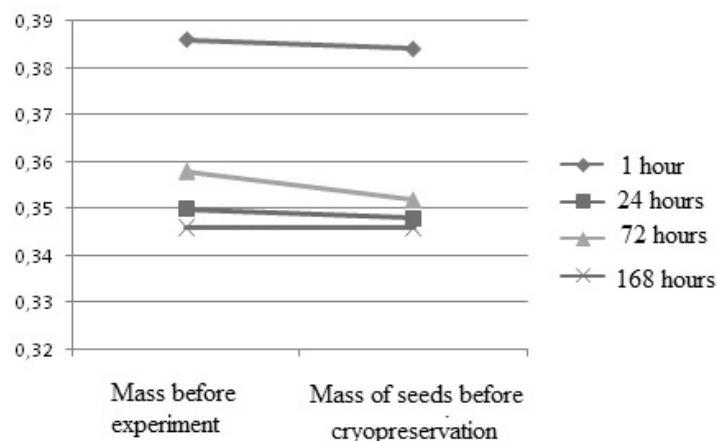
**Parameters of the resting energy index of *P. asperata* and *P. pungens* after cryopreservation**

Variants	The resting energy index, days	
	<i>P. asperata</i>	<i>P. pungens</i>
Control	6	13.3
1 <sup>st</sup> variant	0	0
2 <sup>nd</sup> variant	14	13.5
3 <sup>rd</sup> variant	23.6	0
4 <sup>th</sup> variant	17.6	13.9

The largest decrease in the mass of *P. asperata* seeds is observed in the 1st variant of the study, which was 3 % (Fig. 3).

Figure 3. Change in mass of *P. asperata* seeds before cryopreservation

For *P. pungens* seeds, the most significant weight decrease was observed in the 3rd variant, where the seed weight decreasing was 1.68 % (Fig. 4).

Figure 4. Change in mass of *P. pungens* seeds before cryopreservation

Photometric analysis of the content of carbohydrates showed that this parameter did not have any dependence on the duration of the cryo freezing stages. So, in *P. asperata* seeds, the lowest carbohydrate con-

tent is recorded in the 2nd variant (21 %). The maximum carbohydrate content is recorded in the 1st variation (52 %).

The difference between the maximum and minimum carbohydrate content in *P. asperata* seeds was 31 %. In *P. pungens* seeds the minimum carbohydrate level is noted in the 2nd variant (21 %) (Table 4).

Table 4

**Relative total carbohydrate content at different stages of freezing (in %)**

Species	168 hours	72 hours	24 hours	1 hour
<i>P. pungens</i>	40.0	***	21.0	59.0
<i>P. asperata</i>	24.5	42.5	22.0	52.0

Note. \*\*\* — the total carbohydrate content is outside the defined scale.

The correlation coefficient between carbohydrate content and germination for *P. asperata* seeds was 0.86; for *P. pungens* — 0.91, which indicates the presence of a high association between these indicators.

The results of the studies showed a significant difference in the reaction of seeds to cryogenic storage. In *P. asperata* seeds, in 3 variants of the experience, germination was higher than in the control, and amounted to 4 to 32 %. In *P. pungens* seeds in the experiment the germination was on 18–22 % lower than for control data. An important indicator is the duration of each of the freezing steps. The greatest indicators of germination of seeds were experience variants with time intervals of 24 and 168 hours. After one hourly interval of phased freezing, neither species seedlings appeared. Similar results are obtained in the experiments of G.V. Verzhuk [18]. The physical effect is due to large intracellular ice crystals, which form during rapid cooling and cause mechanical damage [19].

The germination of *P. asperata* seeds increases as the duration of each of the freezing stages increases, and in *P. pungens* seeds, the germination of seeds decreases as the freezing intervals increase.

In our opinion, this may be the result of the fact that the level of free water in seed cells of different species has different evaporation rates, which in turn leads to different carbohydrate contents [20].

The most important factors determining the possibility of long-term storage of spruce seeds is their humidity before laying cryopreservation [21]. Comparison of carbohydrate content data in the seeds of the studied species indicates that high carbohydrate content negatively affects the storage process. This contradicts the data available in the literature. Thus, in the work of G.E. Speranza [22] it is indicated that an increase in carbohydrate content contributes to the binding of water molecules, reduces the risk of further dehydration. In pollen studies, a higher carbohydrate content contributed to keeping water within certain limits, resulting in a slower decrease in its viability.

It is found that germination directly related to the type of carbohydrates and their content [17]. This makes it possible to assume that the carbohydrate ratio changes during storage, which requires additional studies.

### Conclusion

As a result of the experiments carried out, it was found that the seeds of *P. pungens* and *P. asperata* have a multi-directional reaction to the influence of influences beyond low temperatures. Thus, the energy of germination and germination of *P. pungens* seeds decreases relative to the standard method of stratification of seeds, *P. asperata* seeds increase.

The greatest effect on the safety of *P. pungens* seeds during staged freezing is the time intervals equal to 24 hours, for *P. asperata* seeds — at the time intervals 24 and 168 hours. Accelerated phased freezing at hourly intervals adversely affects the preservation of seeds under cryogenic freezing conditions. Thus, freezing with a time interval of 24 hours should be proposed to freeze the seeds of the two species of spruce being studied.

Correlation between seed germination indices and total carbohydrate content in *P. pungens* and *P. asperata* seeds is determined. It has been established that an increase in the level of carbohydrates in seeds is lithing, exceeding this limit negatively affects the preservation of sowing qualities.

*The researchers are conducted according to grant project of Science Committee of Ministry of Education and Science of Republic of Kazakhstan (No. AP09259548).*

## References

- 1 Ковальчук И.Ю. Сохранение генофонда плодовых культур методом криоконсервации / И.Ю. Ковальчук // Тр. КазНИИ плодородства и виноградарства. — 2001. — Т. 16. — С. 29–34.
- 2 Попов А.С. Некоторые механизмы криповреждений клеток растений *in vitro* и особенности их криосохранения / А.С. Попов // Физиология растений. — 1993. — Т. 40, № 3. — С. 130–145.
- 3 Орехова Т.П. Биохимия и жизнеспособность семян кедра корейского при разных способах хранения / Т.П. Орехова // Лесоведение. — 2001. — № 3. — С. 52–57.
- 4 Трунова Т.И. Физиологические и биохимические основы адаптации растений к морозу / Т.И. Трунова // Сельскохозяйственная биология. — 1984. — № 6. — С. 3–10.
- 5 Ruynänen L. Survival and regeneration of dormant silver birch buds stored at super low temperatures / L. Ruynänen // Can. J. For. Res. — 1996. — Vol. 26. — P. 617–623.
- 6 Медведев С.С. Физиология растений: учеб. / С.С. Медведев. — СПб.: Изд-во СПбУ, 2004. — С. 280–282.
- 7 Попов А.С. Методические указания по криоконсервации клеток и тканей растений / А.С. Попов. — М.: ВАСХНИЛ, 1984. — 23 с.
- 8 Либберт Э. Физиология растений / Э. Либберт. — М.: Мир, 1976. — 582 с.
- 9 Белоус А.М. Замораживание и криопротекция / А.М. Белоус, Е.А. Гордиенко, Л.Ф. Розанов. — М.: Высш. шк., 1987. — 80 с.
- 10 Mendes Alencar N.L. Seed germination and initial seedling establishment as a function of light and temperature conditions / N.L. Mendes Alencar, E. Gomes-Filho, R.I.C. Jamaracu // Sci. Agric. — 2012. — Vol. 69, Iss. 1. — P. 70–74.
- 11 Veiga-Barbosa L. Germination and cryopreservation of several cactus species from NE Brazil / L. Veiga-Barbosa, M.E. González-Benito, J.G.A. Assis, F. Pérez-García // Seed Sci. & Technol. — 2010. — Vol. 38. — P. 218–224.
- 12 Wesley-Smith J. The influence of water content, cooling and warming rate upon survival of embryonic axes of *Poncirus trifoliata* (L.) / J. Wesley-Smith, C. Walters, P. Berjak, N.W. Pammenter // Cryo Letters. — 2004. — Vol. 25, Iss. 2. — P. 129–138.
- 13 Ashworth E.N. Ice formation and tissue response in apple twigs / E.N. Ashworth, P. Echlin, R.S. Pearce, T.L. Hayes // Plant, Cell and Environment. — 1988. — Vol. 11. — P. 703–710.
- 14 Зорина М.С. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов / М.С. Зорина, С.П. Кабанов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. — Алма-Ата: Наука, 1986. — С. 75–85.
- 15 Удольская Н.Л. Введение в биометрию / Н.Л. Удольская. — Алматы: Наука, 1976. — 84 с.
- 16 Плешаков Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешаков. — М.: Колос, 1976 — 256 с.
- 17 Колесников А.Л. Технический анализ сырья, полупродуктов и готовой продукции синтетических лекарственных препаратов / А.Л. Колесников. — М.: Медгиз, 1959. — 481 с.
- 18 Вержук В.Г. Методы криохранения гермоплазмы растений плодовых и ягодных культур / В.Г. Вержук // Развитие научного наследия И.В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур: Междунар. науч.-практ. конф. — Мичуринск: Наукоград, 2010. — С. 80–83.
- 19 Mazur P. Interactions of cooling rate, warming rate, and protective additive on the survival of frozen mammalian cells / P. Mazur, S. Leibo, J. Farrant, E. Chu, M. Hanna, L.H. Smith // The Frozen Cell. — London, 1970. — P. 69–88.
- 20 Steponkus P. Destabilization of the plasma membrane of isolated plant protoplasts during a freeze-thaw cycle: the influence of cold-acclimation / P. Steponkus // Cryobiology. — 1982. — Vol. 19. — P. 671.
- 21 Сафина Г.Ф. Перспективы применения метода криоконсервации семян для сохранения генетических ресурсов хвойных растений / Г.Ф. Сафина, М.А. Николаев. — СПб., 2014. — С. 365–372.
- 22 Speranza G.E. Occurrence of mono- or disaccharides and polysaccharide reserves in mature pollen grains / G.E. Speranza, C.L. Calzoni, E. Pacini // Sexual Plant Reproduction. — 1997. — Vol. 10. — P. 110–115.

Л.Б. Арыстан, Т.Х. Камзаева, С.У. Тлеукунова, Д.Ю. Сирман, А.Т. Нуркенова

### Шырша тұқымдарының криоконсервациядан кейінгі сақталуы мен өнімділігіне көмірсу деңгейінің әсері

Мақалада *Picea* туысының өкілдері *P. asperata* және *P. pungens* шырша тұқымдарының өміршеңдігіне және сақталуына криоконсервация әдісінің әсері зерттелді. Криомұздатудың баламалы әдісі ретінде температураны кезең-кезеңмен 3 сатылы төмендету әдісі қолданылды: 1 кезең +4 °С, 2 кезең –18 °С, 3 кезең –196 °С сұйық азот. Қосымша 4 уақыт аралығының (1 сағат, 24 сағат, 72 сағат, 168 сағат) тұқымның сақталуына әсері зерттелді. Алынған нәтижелерді фотометрия әдісімен түсіндіру үшін 3 мұздату кезеңінің алдында тұқымдардағы көмірсулардың жалпы мөлшері анықталды. Тұқымдардың өнімділік нәтижелеріне жүргізілген талдау зерттелген түрлердің тұқымдары криомұздатуға әр түрлі әсер ететінін көрсетті. Сонымен, *P. asperata* тұқымында 3 эксперименттік нұсқада тұқымның өнімділігі бақылау мәнінен 4–32 % жоғары болды, ал тұқымның жоғары өнімділігі 168 сағат уақыт интервалы қолданылған вариацияда анықталды. *P. pungens* тұқымдарында эксперименттік вариациялардағы тұқымның өнімділік көрсеткіштері бақылау мәндерінен 18–22 % төмен болды, ал эксперименттік вариациялар арасындағы тұқымның жоғары өнімділігі 24 сағат уақыт интервалы қолданылған вариацияда анықталды. Зерттелген тұқымдардағы көмірсулардың жалпы мөлшерін

криомүздатудың әр түрлі аралықтарында анықтау бұл көрсеткіш уақыт аралығына байланысты айтарлықтай өзгеретінін анықтады. Көмірсулардың жалпы құрамының төменгі мәні 24 сағаттық вариацияда, максималды мәні 1 сағаттық вариацияда анықталды. Тұқымның өнімділік көрсеткіштері мен көмірсулардың жалпы мөлшері арасындағы корреляциялық талдау осы көрсеткіштер арасында жоғары байланыс орнатты. Сонымен *P. asperata* шыршасында Пирсон коэффициентінің мәні 0,86, ал *P. pungens* шырша тұқымында 0,91 деңгейінде болды.

*Кілт сөздер:* криосақтау, тұқым, азот, өнімділік, өсу қарқындылығы, көмірсу, *Picea pungens*, *Picea asperata*.

Л.Б. Арыстан, Т.Х. Камзаева, С.У. Тлеукенова, Д.Ю. Сирман, А.Т. Нуркенова

## Влияние содержания углеводов в семенах на их всхожесть и сохранность при криоконсервации

Статья посвящена изучению влияния криозамораживания на сохранение посевных качеств семян представителей рода *Picea*, *P. asperata* (ель шершавая) и *P. pungens* (ель колючая). В качестве альтернативного шокового способа криозамораживания был применен метод поэтапного 3-ступенчатого снижения температуры: 1 этап — +4 °С; 2 — -18 °С; 3 — -196 °С. Дополнительно было исследовано воздействие 4-х интервалов (1 ч, 24, 72, 168 ч) ступенчатого замораживания на посевные качества семян. Для объяснения полученных результатов методом фотометрии было определено общее содержание углеводов в семенах перед 3-м этапом замораживания (криоконсервации). Проведенный анализ результатов всхожести семян показал, что семена исследованных видов разнонаправленно реагируют на поэтапное криозамораживание. Так, у семян *P. asperata* в 3-х вариантах всхожесть семян была выше контрольных значений, в пределах 4–32 %, наибольшая всхожесть семян была выявлена в варианте с интервалом 168 ч. У семян *P. pungens* показатели всхожести семян в эксперименте были на 18–22 % ниже контрольных значений, а наибольшая всхожесть семян была обнаружена в варианте с интервалом 24 ч. Определение общего содержания углеводов при различных интервалах криозамораживания установило, что данный показатель значительно варьирует. Наиболее низкие значения общего содержания углеводов были выявлены в вариации с временным интервалом 24 ч. Максимальное значение общего содержания углеводов было определено в вариации с временным интервалом 1 ч. Корреляционный анализ между показателями всхожести семян и общим содержанием углеводов установил высокую взаимосвязь между данными показателями. Так, у *P. asperata* значение коэффициента Пирсона составило 0,86, а у семян *P. pungens* — 0,91.

*Ключевые слова:* криозамораживание, семена, азот, всхожесть, прорастание, углеводы, *Picea pungens*, *Picea asperata*.

## References

- 1 Kovalchuk, I.Yu. (2001). Sokhranenie henofonda plodovykh kultur metodom kriokonservatsii [Preservation of the gene pool of fruit crops by cryopreservation]. *Trudy Kazakhskoho nauchno-issledovatel'skogo instituta plodovodstva i vinogradarstva — Works of Kazakh Scientific research Institute of fruit growing and viticulture*, 16, 29–34 [in Russian].
- 2 Popov, A.S. (1993). Nekotorye mekhanizmy kriopovrezhdenii kletok rastenii *in vitro* i osobennosti ikh kriosokhraneniia [Some mechanisms of cryopreservation of plant cells *in vitro* and features of their cryopreservation]. *Fiziolohiia rastenii — Plant physiology*, 40, 3 [in Russian].
- 3 Orekhova, T.P. (2001). Biokhimiia i zhiznesposobnost semian kedra koreiskoho pri raznykh sposobakh khraneniia [Biochemistry and viability of Korean cedar seeds under different storage methods]. *Lesovedenie — Forest science*, 3, 52–57 [in Russian].
- 4 Trunova, T.I. (1984). Fiziolohicheskie i biokhimicheskie osnovy adaptatsii rastenii k morozu [Physiological and biochemical bases of plant adaptation to frost]. *Selskokhoziaistvennaia biolohiia — Agricultural biology*, 6, 3–10 [in Russian].
- 5 Ruynänen, L. (1996). Survival and regeneration of dormant silver birch buds stored at super low temperatures. *Can. J. For. Res.*, 26, 617–623.
- 6 Medvedev, S.S. (2004). *Fiziolohiia rastenii [Plant physiology]*. Saint-Petersburg: Publ. of St. Petersburg Univ. [in Russian].
- 7 Popov, A.S. (1984). *Metodicheskoe ukazaniia po kriokonservatsii kletok i tkanei rastenii [Guidelines for cryopreservation of plant cells and tissues]*. Moscow: VASKHNIL [in Russian].
- 8 Libbert, E. (1976). *Fiziolohiia rastenii [Plant physiology]*. Moscow: Mir [in Russian].
- 9 Belous, A.M., Gordienko, E.A., & Rozanov L.F. (1987). *Zamorazhivanie i krioprotektsiia [Freezing and cryoprotection]*. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].
- 10 Mendes Alencar, N.L., Gomes-Filho E. & Jamaru R.I.C. (2012). Seed germination and initial seedling establishment as a function of light and temperature conditions. *Sci. Agric.*, 69(1), 70–74.
- 11 Veiga-Barbosa, L., González-Benito, M.E., Assis, J.G.A. & Pérez-García, F. (2010). Germination and cryopreservation of several cactus species from NE Brazil. *Seed Sci. & Technol.*, 38, 218–224.

- 12 Wesley-Smith, J., Walters, C., Berjak, P. & Pammenter, N.W. (2004). The influence of water content, cooling and warming rate upon survival of embryonic axes of *Poncirus trifoliata* (L.). *Cryo Letters*, 25 (2), 129–138.
- 13 Ashworth, E.N., Echlin, P., Pearce, R.S. & Hayes, T.L. (1988). Ice formation and tissue response in apple twigs. *Plant, Cell and Environment*, 11, 703–710.
- 14 Zorina, M.S., & Kabanov, S.P. (1986). Opredelenie semennoi produktivnosti i kachestva semian introdutsentov [Determination of seed productivity and quality of seeds of introduced plants]. *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane — Methodology of introduction study in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 15 Udolskaya, N.L. (1976). *Vvedenie v biometriiu [Introduction to biometrics]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 16 Pleshakov, B.P. (1976). *Praktikum po biokhimii rastenii [Workshop on Plant Biochemistry]*. Moscow: Kolos [in Russian].
- 17 Kolesnikov, A.L. (1959). *Tekhnicheskii analiz syria, poluproduktov i hotovoi produktii sinteticheskikh lekarstvennykh preparatov [Technical analysis of raw materials, intermediates and finished products of synthetic drugs]*. Moscow: Medhiz [in Russian].
- 18 Verzhuk, V.G. (2010). Metody kriokhraneniia hermoplazmy rastenii plodovykh i yagodnykh kultur [Methods of cryopreservation of fruit and berry crops]. Proceedings from Development of scientific heritage of I.V. Michurin on genetics and selection of fruit crops: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific practice conference*. Michurinsk: Naukohrad [in Russian].
- 19 Mazur, P., Leibo, S., Farrant, J., Chu, E., Hanna, M., & Smith, L.H. (1970). Interactions of cooling rate, warming rate, and protective additive on the survival of frozen mammalian cells. *The Frozen Cell*. London.
- 20 Steponkus, P. (1982). Destabilization of the plasma membrane of isolated plant protoplasts during a freeze-thaw cycle: the influence of cold-acclimation. *Cryobiology*, 19, 671.
- 21 Safina, G.F., & Nikolaev, M.A. (2014). *Perspektivy primeneniia metoda kriokonservatsii semian dlia sokhraneniia geneticheskikh resursov khvoinykh rastenii [Prospects for applying the method of cryopreservation of seeds to preserve the genetic resources of coniferous plants]*. Saint Petersburg [in Russian].
- 22 Speranza, G.E., Calzoni, C.L. & Pacini, E. (1997). Occurrence of mono- or disaccharides and polysaccharide reserves in mature pollen grains. *Sexual Plant Reproduction*, 10, 110–115.



Т.М. Брагина<sup>1, 2\*</sup>, Д.Т. Конысбаева<sup>3</sup>, М.М. Рулёва<sup>1</sup>, М.А. Бобренко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова, Казахстан;

<sup>2</sup>Азово-Черноморский филиал ФГБНУ ВНИРО («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия;

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

\*Автор для корреспонденции: [tm\\_bragina@mail.ru](mailto:tm_bragina@mail.ru)

## Уточнение видовой принадлежности некоторых видов щелкунов (*Coleoptera: Elateridae*) на основе молекулярно-генетического анализа

В статье приведены сведения об апробации современных методов и уточнений видовой принадлежности почвообитающих личинок щелкунов (проволочников) на основе молекулярно-генетического анализа (ДНК-баркодирования). Впервые получены данные по полной идентичности определенных ДНК-последовательностей ряда видов щелкунов (*Coleoptera: Elateridae*), обитающих на территории Костанайской области (Казахстан), — опасных вредителей сельскохозяйственных культур. В то же время в мировом генетическом банке (GenBank) не обнаружены идентичные ДНК-последовательности расшифрованных нуклеотидных последовательностей ДНК для ряда изученных экземпляров. Основой для настоящего исследования послужили материалы, собранные в 2018 г. в подзоне обыкновенных черноземов на супесчаных почвах (Мендыкаринский район). Отбор личинок проводился методом стандартных почвенно-зоологических проб. Фиксация и хранение отобранных личинок щелкунов осуществлялись по методике подготовки образцов для молекулярно-генетического анализа с фиксацией в 96 %-ном спирте. После традиционного определения таксономического положения собранных экземпляров идентификация видов происходила методами генетического анализа по нуклеотидной последовательности гена субъединицы I цитохром С оксидазы (COI). Работы были проведены в ДНК-лаборатории Музея естественной истории Университета г. Осло (Норвегия). Сборка и расшифровка нуклеотидных последовательностей ДНК исследуемых образцов велись с помощью программ «CodonCodeAligner» и «MEGA-X». В результате исследований удалось выявить полную идентичность ДНК-последовательностей нескольких массовых видов щелкунов, тогда как ряд расшифрованных ДНК-последовательностей модельных экземпляров отсутствовал в генетическом банке, что требует пополнения его новыми данными.

*Ключевые слова:* щелкуны, жесткокрылые, личинки, вредители, генетический анализ, ДНК-баркодирование, Костанайская область, Казахстан.

### Введение

Развитие молекулярно-генетических методов изучения живой биоты ставит задачи пополнения генетического банка и данных о биологическом разнообразии. Несомненный интерес представляет изучение ДНК-последовательностей важных в научном и практическом отношении видов. Щелкуны (*Coleoptera, Elateridae*) — семейство жесткокрылых, включающее в мировой фауне более 12000 видов [1]. Почвообитающие личинки многих видов щелкунов с твердыми покровами известны под названием проволочники. Они повреждают подземные части сельскохозяйственных и древесных культур. Другие виды щелкунов играют существенную роль в жизни экосистем в роли деструкторов растительных остатков, ксилофагов, некрофагов или хищников, регулирующих численность беспозвоночных [2–6].

Данные о фауне, экологии и распространении щелкунов Казахстана приводятся в работах Е.Л. Гурьевой, Г.Г. Джилкебаевой, Г.Ж. Ормановой, Н.Г. Скопина, Р.С. Тугушевой и других исследователей [5–9]. Сведения по фауне щелкунов Костанайской области имеются в ряде работ Т.М. Брагиной [10–13]. В составе фауны щелкунов, личинки которых обитают в почве, зарегистрировано 15 видов из 8 родов [11–14].

Целью данной работы было апробирование методов молекулярной идентификации насекомых, которые позволяют определить принадлежность тестируемых образцов к определенному таксону с помощью коротких генетических маркеров в ДНК, называемых штрих-кодированием ДНК. Штриховое кодирование применительно к идентификации зоологических объектов показывает, что митохон-

дриальная геноцитохромоксидаза I (ИСП) может служить ядром глобальной системы биологической идентификации животных [15].

#### Методы и материалы

Для генетического анализа было отобрано 16 личинок шелкоунов из различных по экологическим условиям и уровню хозяйственного освоения модельных участков на территории Мендыкаринского района Костанайской области: (подзона обыкновенных черноземов, супеси): 1) залежь 5 лет; 2) залежь 32 года; 3) пшеничное поле; 4) целинный степной участок. Отбор личинок проводился методом стандартных почвенно-зоологических проб [16]. После изъятия из почвы личинки помещались в 96 %-ный этиловый спирт. После двух-трех замен фиксирующей жидкости этикетированные образцы были помещены в морозильную камеру. Генетический анализ проводился методом ДНК-баркодирования в лаборатории Музея естественной истории Университета г. Осло (Норвегия). Для подготовки образцов и молекулярно-генетического анализа было выполнено семь последовательных этапов: 1) морфологическая идентификация видов; 2) экстракция ДНК, часть 1; 3) экстракция ДНК, часть 2; 4) ПЦР, Taq-полимераза; 5) гель-электрофорез; 6) очистка; 7) подготовка образцов для секвенирования в StarSEQ. Таксоны приводятся по классификации, принятой в Зоологическом институте РАН [11]. Сборка и расшифровка нуклеотидных последовательностей ДНК исследуемых образцов проводились с помощью программ «CodonCodeAligner» и «MEGA-X». Более подробно методика проведения генетического анализа описана в ранее опубликованных материалах [14].

#### Результаты и обсуждение

Из образцов от 16 собранных экземпляров личинок шелкоунов (проволочников) методом генетического анализа было идентифицировано 3 вида шелкоунов, являющихся типичными обитателями степной зоны: *Selatosomus latus* (3 экз.), *Agriotes sputator* (1 экз.), *Hemicrepidius niger* (2 экз.). Краткое описание подтвержденных видов приведено ниже:

##### 1. *Selatosomus (Selatosomus) latus* (Fabricius, 1801) — Широкий шелкоун.

Материал: Костанайская область, Мендыкаринский район, залежь 5 лет, 28.V.2018, 1 экз.; Костанайская область, Мендыкаринский район, пшеничное поле, 22.V.2018, 1 экз.; Костанайская область, Мендыкаринский район, целина, 27.V.2018, 1 экз.

Широко распространен в равнинной части Казахстана (кроме пустынь), заходит в горные степи. На Севере Казахстана отмечается повсеместно. В лесостепи обитает в открытых биотопах; в степях как в открытых местообитаниях с наиболее благоприятным режимом увлажнения, так и под пологом древесной растительности. Зона наибольшей вредоносности — степные и сухостепные районы Западно-Казахстанской, Костанайской, Акмолинской, Павлодарской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской областей (повреждает самые разные культуры, особенно кукурузу, ячмень, пшеницу, картофель).

##### 2. *Agriotes (Agriotes) lineatus* (Linnaeus, 1758) — Посевной полосатый шелкоун.

Материал: Костанайская область, Мендыкаринский район, залежь 5 лет, 28.V.2018, 1 экз.

Обитает в лесостепной и степной зонах, а также в горных степях Казахстана. Массовый вредитель на пашне. Повреждает многие сельскохозяйственные культуры — полевые, хлебные, огородные, многолетние травы, семена, всходы, а также молодые саженцы в садах.

##### 3. *Hemicrepidius niger* (Linnaeus, 1758) = *Athous niger* (Linnaeus, 1758) — Черный шелкоун.

Материал: Костанайская область, Мендыкаринский район, залежь 30 лет, 25.V.2018, 1 экз.; Костанайская область, Мендыкаринский район, целина, 27.V.2018, 1 экз.

Распространен преимущественно в лесной и лесостепной зонах Северной и Центральной Европы, в Европейской части стран СНГ (кроме Крайнего Севера и юга), Западной Сибири (до лесотундры), встречается на севере Казахстана. Личинки всеядные, часто наносят вред сельскохозяйственным культурам.

Идентификация шелкоунов по личинкам осуществлялась по нуклеотидной последовательности гена субъединицы I цитохром С оксидазы (COI). Следует заметить, что ген COI кодируется митохондриальной молекулой ДНК (мтДНК). Результаты секвенирования материала были подвергнуты биоинформатическому анализу, в ходе которого нуклеотидная последовательность ДНК, полученная в процессе секвенирования, сравнивалась с различными нуклеотидными последовательностями ДНК, хранящимися в международных базах данных (Генбанке) [16] (см. табл.). При совпадении нуклео-

тидной последовательности анализируемого вида с видом, внесенным в базу Генбанка, подтверждается вид живого организма.

По девяти экземплярам не были найдены совпадения с ДНК-последовательностями в генетическом банке. Это, вероятно, указывает на отсутствие расшифрованных генетических последовательностей проанализированных видов в базе данных мирового Генетического банка, что требует дальнейших исследований и регистрации идентифицированных видов. Материалы только одного экземпляра не были расшифрованы и ДНК-последовательности не получены (см. табл.).

Т а б л и ц а

Виды шелкоунов и опорные последовательности (GenBank)

№ п/п	Дата сбора	Название вида	Длина последовательности (bp)	Данные опорной последовательности (GenBank)		
				LOCUS	Длина (bp)	Авторы
1	28.05.2018	<i>Selatosomus latus</i> F.	673	MG230720	658	Douglas H.B., Kundrata R., Janosikova D. and Bocak L.
2	22.05.2018	<i>Selatosomus latus</i> F.	657			
3	27.05.2018	<i>Selatosomus latus</i> F.	658			
4	25.05.2018	<i>Hemicrepidius niger</i> L.	471	KM447295	594	Hendrich L., Moriniere J., Haszprunar, G., Hebert P.D., Hausmann A., Kohler F. and Balke M.
5	27.05.2018	<i>Hemicrepidius niger</i> L.	661	KU914016	658	Rulik B. and Ahrens D.
6	28.05.2018	<i>Agriotes lineatus</i> L.	658	CV160923	695	Hughes J., Longhorn S.J., Papadopoulou A., Theodorides K., de Riva A., Meijia-Chang M., Foster P.G. and Vogler A.P.

Было показано, что для ДНК-баркодирования достаточно малого количества биоматериала для подтверждения точности определения вида (двух одинаковых последовательностей не существует, ошибка исключена). Из недостатков молекулярно-генетических методов следует указать на дорогую стоимость проведения анализа и отсутствие данных в Генбанке по отдельным видам, как, например, по целому ряду проанализированных видов.

#### Заключение

На основе методов молекулярно-генетического анализа (ДНК-штрихкодирование) были получены данные по полной идентичности ДНК-последовательностей трех видов шелкоунов, обитающих на территории Костанайской области (Казахстан): *Selatosomus (Selatosomus) latus* (Fabricius, 1801), *Agriotes (Agriotes) lineatus* (Linnaeus, 1758) и *Hemicrepidius niger* (Linnaeus, 1758), личинки которых являются опасными вредителями сельскохозяйственных культур. Нуклеотидная последовательность ДНК девяти экземпляров шелкоунов расшифрована, но идентичные ДНК-последовательности в имеющейся базе данных не обнаружены. Это указывает на отсутствие информации по данным видам, что требует дальнейших исследований и пополнения базы в мировом Генбанке. Наиболее продуктивным является сочетание сравнительно-морфологических методов изучения биологического разнообразия и молекулярно-генетических исследований и расшифровка полного генома организмов.

#### Благодарность

Авторы благодарят всех лиц, оказавших помощь при выполнении полевых исследований и обработке материалов. Данное исследование проводилось в ходе выполнения инициативной научно-исследовательской работы «Оценка влияния землепользования и изменений климата на сообщества почвенных беспозвоночных (мезофауна)» (зарегистрирована в АО НЦГНТЭ, № 0119РКИ0195) и выполнения международного научного проекта «Инновации для устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов и адаптации климата в засушливых степях Казахстана и Юго-Западной Сибири (ReKKS)». Работы по ДНК-баркодированию насекомых проходили в молекулярно-генетической лаборатории Музея естественной истории Университета г. Осло (Норвегия) в период научной стажировки авторов (01.02. – 15.02.2019 г.) в рамках проекта «Training the new generation of entomologists in

DNA-based molecular and genomic methods — international network (EntoMol)» (№ проекта CPEA-2015/10069).

### Список литературы

- 1 Tarnawski D. A world catalogue of *Ctenicerini* Fleutiaux, 1936 (*Coleoptera: Elateridae: Athoinae*) / D. Tarnawski // Genus. Wrocław. — 1996. — Vol. 7, No. 4. — P. 587–663.
- 2 Агроэкологический атлас России и сопредельных территорий: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения [Электронный ресурс]. — 2008. — Режим доступа: <http://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 06.04.2020).
- 3 Гурьева Е.Л. Щелкуны / Е.Л. Гурьева // Биокомплексные исследования в Казахстане. — Л.: Наука, 1969. — Ч. 1. — С. 396–398.
- 4 Джилкибаева Г.Г. Материалы к изучению щелкунов и их биологии в Алма-Атинской области / Г.Г. Джилкибаева // Изв. АН КазССР. Сер. зоол. — 1950. — Вып. 9. — С. 103–107.
- 5 Долин В.Г. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР / В.Г. Долин. — Киев: Урожай, 1978. — 126 с.
- 6 Скопин Н.Г. Хрущи, проволочники и ложнопроволочники целинных земель севера Акмолинской области / Н.Г. Скопин // Тр. Ин-та зоол. АН КазССР. — 1958. — Т. VIII. — С. 138–145.
- 7 Орманова Г.Ж. Таксономический состав жуков-щелкунов (*Coleoptera, Elateridae*) Казахстана / Г.Ж. Орманова // Фауна Казахстана и сопредельных стран на рубеже веков: материалы Междунар. конф. — Алматы: КазНУ, 2004. — С. 177, 178.
- 8 Орманова Г.Ж. Экология фоновых видов жуков-щелкунов (*Coleoptera, Elateridae*) Казахстана / Г.Ж. Орманова // Вестн. КазНУ. Сер. экол. — 2009. — № (26). — С. 40–44.
- 9 Тугушева Р.С. Предварительные данные по фауне щелкунов (*Coleoptera, Elateridae*) Казахстана / Р.С. Тугушева // Тр. Ин-та зоол. АН КазССР. — 1968. — Т. 30. — С. 149–156.
- 10 Брагина Т.М. Анализ биологического разнообразия степей Наурзумского заповедника на примере фауны почвенных беспозвоночных / Т.М. Брагина // Вопросы степеведения. — 2005. — Т. 5. — С. 46–53.
- 11 Брагина Т.М. Фауна и распределение щелкунов (*Coleoptera, Elateridae*) в экосистемах Наурзумского заповедника / Т.М. Брагина // КМПИ жаршысы. — 2012. — № 3 (27). — С. 85–88.
- 12 Брагина Т.М. Население щелкунов (*Coleoptera: Elateridae*) почвенно-подстилочного яруса природных экосистем Северного Тургая / Т.М. Брагина // XVII Всерос. совещ. по почвенной зоологии: материалы Междунар. конф. — Сыктывкар; М., 2014. — С. 39–41.
- 13 Брагина Т.М. Природные условия и животный мир государственного природного резервата «Алтын Дала» / Т.М. Брагина, Е.А. Брагин. — Костанай: Костанайполиграфия, 2017. — 236 с.
- 14 Bragina T.M. The experience in application of molecular genetics methods for insects species identification / T.M. Bragina, M.A. Bobrenko, M.M. Rulyova // КМПИ жаршысы. — 2020. — № 2 (58) — С. 61–67.
- 15 Hebert P.D.N. Biological identifications through DNA barcodes / P.D.N. Hebert, A. Cywinska, S.L. Ball, J.R. de Waard // Proc. R. Soc. — 2003. — Vol. 270. — P. 313–322.
- 16 Сайт Зоологического института РАН. Жуки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.zin.ru/ANIMALIA/COLEOPTERA> (дата обращения: 01.06.2020).

Т.М. Брагина, Д.Т. Конысбаева, М.М. Рулёва, М.А. Бобренко

### Молекулалық-генетикалық талдау негізінде шыртылдақтардың (*Coleoptera: Elateridae*) кейбір түрлерінің түрлік тиістілігін анықтау

Мақалада молекулярлық-генетикалық талдау (ДНҚ-баркодтау) негізінде топырақта тіршілік ететін шыртылдақтар (ызылдауық қоныздар) дернәсілдерінің түрлік тиістілігін нақтылау және заманауи әдістерді апробациялау туралы мәліметтер келтірілген. Алғаш рет Қостанай облысының (Қазақстан) аумағында мекендейтін ауыл шаруашылығы дақылдарының қауіпті зиянкестері — шыртылдақтардың (*Coleoptera: Elateridae*) бірқатар түрлерінің белгілі ДНҚ-тізбегінің толық сәйкестігі бойынша деректер алынды. Сонымен бірге, әлемдік генетикалық банкте (GenBank) зерттелген бірқатар үлгілер үшін ДНҚ-ның декодталған нуклеотид тізбегінің бірдей ДНҚ тізбегі табылған жоқ. Бұл зерттеудің негізі 2018 жылы құмды сазды топырақтардағы кәдімгі кара топырақтар аймағында жиналған материалдар болды (Мендіқара ауданы). Дернәсілдерді іріктеу стандартты топырақ-зоологиялық үлгілер әдісімен жүргізілді. Шыртылдақтардың таңдалған дернәсілдерін бекіту және сақтау молекулалық-генетикалық талдау үшін үлгілерді дайындау әдісі бойынша 96 %-дық спиртке бекіту арқылы жүргізілді. Жиналған даналардың таксономиялық жағдайын дәстүрлі түрде анықтағаннан кейін түрлерді сәйкестендіру цитохром С оксидазасы I суббірлік генинің нуклеотидтік реттілігі (COI) бойынша генетикалық талдау әдістерімен жүзеге асырылды. Жұмыстар табиғи тарих мұражайының (Осло университеті, Норвегия) ДНҚ зертханасында жүргізілді. Зерттелетін үлгілердің ДНҚ нуклеотидтік тізбегін құрастыру және декодтау «CodonCodeAligner» және «MEGA-X» бағдарламалары арқылы жүргізілді. Зерттеулер

нәтижесінде, шыртылдақтардың бірнеше көпшілік түрлерінің ДНҚ-тізбектілігінің толық сәйкестілігін анықтауға мүмкіндік туды, алайда модельдік даналардың шифрленген ДНҚ тізбектілігінің бірқатары генбанкте болған жоқ, бұл, өз кезегінде, оны жаңа деректермен толықтыруды талап етеді.

*Кілт сөздер:* шыртылдақтар, қатты қанаттылар, дернәсілдер, зиянкестер, генетикалық талдау, ДНҚ-баркодтау, Қостанай облысы, Қазақстан.

T.M. Bragina, D.T. Konysbayeva, M.M. Rulyova, M.A. Bobrenko

## The refinement of species affiliation of some click beetles (Coleoptera: Elateridae) based on the molecular genetic analysis

The article is devoted to data on the approbation of modern methods and the refinement of species affiliation of soil-inhabiting larvae of click beetles (wireworm) based on the molecular genetic analysis (DNA-barcoding). For the first time, data obtained on the complete identity of certain DNA sequences of a number of species of click beetles living in the Kostanay Region (Kazakhstan) — dangerous pests of agricultural crops. At the same time, the World genetic bank (GenBank) did not find identical DNA sequences of decoded DNA nucleotide sequences for a number of studied specimens. The basis for this study was the materials collected in 2018 in the subzone of ordinary black earth on sandy loam soils (Mendykarsky district). The selection of larvae was carried out by the method of standard soil-zoological samples. The fixation and storage of the selected click beetles larvae was carried out according to the method of preparing samples for molecular genetic analysis with fixation in 96 % alcohol. After the classic identification of the taxonomic position of the collected specimens, the species were identified by genetic analysis on the nucleotide sequence of the cytochrome C oxidase I subunit gene (COI). The assembly and decoding of the DNA nucleotide sequences of the studied samples were carried out using the programs «Codon Code Aligner» and «MEGA-X». As a result of the work carried out in the DNA laboratory of the Museum of Natural History (University of Oslo, Norway), it was possible to identify the complete identity of the DNA sequences of several mass species of click beetles, while a number of decoded DNA sequences of model specimens were absent in the genetic bank, which requires replenishment in it with new data.

*Keywords:* click beetles, coleopterans, larvae, pests, genetic analysis, DNA-barcoding, Kostanay Region, Kazakhstan.

### References

- 1 Tarnawski, D. (1996). A World catalogue of *Ctenicerini* Fleutiaux, 1936 (Coleoptera: Elateridae: Athoinae). *Genus. Wrocław*, 7(4), 587–663.
- 2 Ahrokolohicheskii atlas Rossii i sopredelnykh territorii: ekonomicheski znachimye rasteniia, ikh bolezni, vrediteli i sornye rasteniia [Agroecological atlas of Russia and adjacent territories: economically significant plants, their diseases, pests and weeds] (2008). *www.agroatlas.ru* Retrieved from: <http://www.agroatlas.ru> [in Russian].
- 3 Guryeva, Ye.L. (1969). Shchelkuny [Shchelkuns]. *Biokompleksnye issledovaniia v Kazakhstane — Biocomplex study in Kazakhstan*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 4 Dzhilkibayeva, G.G. (1950). Materialy k izucheniiu shchelkunov i ikh biolohii v Alma-Atinskoi oblasti [Materials to the study shchelkuns and their biology in Alma-Ata region]. *Izvestiia AN KazSSR. Serii zoolohicheskaiia — Bulletin of KazSSR. Series zoological*, 1, 103–107 [in Russian].
- 5 Dolin, V.G. (1978). *Opredelitel lichinok zhukov-shchelkunov fauny SSSR [Determinant of nags-shelkuns of fauna of USSR]*. Kiev: Urozhai [in Russian].
- 6 Skopin, N.G. (1958). Khrushchi, provolochniki i lozhnoprovolochniki tselinnykh zemel severa Akmolinskoi oblasti [The beetles, wireworms and monopropellant virgin lands of the North of Akmola region]. *Trudy Instituta zoolohii AN KazSSR — Bulletin of Institute of Zoology of AS KazSSR*, 8, 138–145 [in Russian].
- 7 Ormanova, G.Zh. (2004). Taksonomicheskii sostav zhukov-shchelkunov (Coleoptera, Elateridae) Kazakhstana [Taxonomic composition of click beetles (Coleoptera, Elateridae) of Kazakhstan]. Proceedings from Fauna of Kazakhstan and adjacent countries on the borders of century: *Mezhdunarodnaia konferentsiia — International conference*. (p. 177, 178). Almaty: al-Farabi KazNU [in Russian].
- 8 Ormanova, G.Zh. (2009). Ekolohiia fonovykh vidov zhukov-shchelkunov (Coleoptera, Elateridae) Kazakhstana [Ecology of background species of click beetles (Coleoptera, Elateridae) of Kazakhstan]. *Vestnik Kazakhskoho natsionalnogo universiteta. Serii ecolohicheskaiia — Bulletin of KazNU. Series ecological*, 26, 40–44 [in Russian].
- 9 Tugusheva, R.S. Predvaritelnye dannye po faune shchelkunov (Coleoptera, Elateridae) Kazakhstana [Preliminary data on the fauna of click beetles (Coleoptera, Elateridae) of Kazakhstan]. *Trudy Instituta zoolohii AN KazSSR — Materials of Institute of Zoology*, 30, 149–156 [in Russian].
- 10 Bragina, T.M. (2005). Analiz biolohicheskoho raznoobraziiia stepei Naurzumskoho zapovednika na primere fauny pochvennykh bespozvonochnykh [Analysis of the biological diversity of the steppes of the Naurzum reserve on the example of the fauna of soil invertebrates]. *Voprosy stepovedeniia — Questions of steppe study*, 5, 46–53 [in Russian].



- 
- 11 Bragina, T.M. (2012). Fauna i raspredelenie shchelkunov (*Coleoptera, Elateridae*) v ekosistemakh Naurzumskoĥo zapovednika [Fauna and distribution of nutcrackers (*Coleoptera, Elateridae*) in ecological systems of Naurzum reserve]. *KMPI zharshysy — Bulletin of KSPI*, 3 (27), 85–88 [in Russian].
- 12 Bragina, T.M. (2014). Naselenie shchelkunov (*Coleoptera: Elateridae*) pochvenno-podstilochnoĥo yarusy prirodnykh ekosistem Severnoĥo Turĥaia [The population of beetles (*Coleoptera: Elateridae*) of the soil-litter layer of the natural ecosystems of the Northern Turgay]. Proceedings from XVII All-Russian Meeting on soil zoology: *Mezhdunarodnaia konferentsiia — International conference*. Syktyvkar, Moscow (p. 39–41) [in Russian].
- 13 Bragina, T.M., & Bragin, Ye.A. (2017). *Prirodnye uslovia i zhivotnyi mir hosudarstvennoĥo prirodnoĥo rezervata «Altyn Dala»* [Natural conditions and animal world of natural reserve area Altyn Dala]. Kostanay: Kostanaipolihrafiia [in Russian].
- 14 Bragina, T.M., Bobrenko, M.A., & Rulyova, M.M. (2020). The experience in application of molecular genetic methods for insect species identification. *KMPI zharshysy — Bulletin of KSPI*, 2 (58), 61–67.
- 15 Hebert, P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., & de Waard, J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc.*, 270, 313–322.
- 16 Sait Zoolohicheskoho instituta RAN. Zhuki [Web Site of Zoological Institute of RAS. Beetles] (2020). [www.zin.ru](http://www.zin.ru) retrieved from <https://www.zin.ru/ANIMALIA/COLEOPTERA> [in Russian].

Б.А. Жумабаева\*, З.Г. Айташева, Л.П. Лебедева,  
Д.А. Алибекова, Ж.Ж. Чунетова, Н. Шынгыскызы

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

\*Автор для корреспонденции: beibigul@mail.ru

## Оценка коллекционных образцов овощной фасоли по хозяйственно-ценным признакам в условиях Алматинской области

Приведено исчерпывающее описание коллекционного материала фасоли овощной обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) по происхождению и хозяйственно-ценным признакам с точки зрения пригодности уборки для производственной линии в условиях Алматинской области. Изучен вегетационный период отобранных сортов фасоли, что позволяет ежегодно производить кондиционированные семена исследуемого поля. Определены раннеспелые и среднеспелые формы овощных бобов, пригодные для выращивания в Алматинской области. Показано, что продолжительность вегетационного периода исследуемого материала овощных бобов колеблется в пределах 71–85 дней. Указаны наиболее урожайные сорта фасоли для условий Алматинской области. Установлены корреляционные связи между урожайностью и составляющими продуктивности по массе стручков зеленых овощей. Согласно структурному анализу коллекции по урожайности в изучаемой зоне, наиболее перспективными и адаптированными сортами и линиями в раннеспелом кластере являются сорта «Лаура» и «Луна», урожайность которых превышает урожайность эталонного сорта на 22–37 %. В то же время среднеспелый кластер выявил сорт «Касабланка» (Польша), который показал на 26 % более высокую урожайность по сравнению с урожаем того же эталона. Устойчивость отобранных представителей фасоли коллекции к антракнозу исследована с помощью молекулярно-генетического маркирования генотипов.

*Ключевые слова:* *Phaseolus vulgaris* L., овощные бобы, сортовой образец, вегетационный период, урожайность, антракноз, метод ПЦР.

### Введение

Важнейшей задачей современного агропроизводства является обеспечение высоких и стабильных урожаев, в том числе и в зонах, относящихся к возделыванию монокультур и испытывающих регулярное воздействие различных внешних стрессоров. По данным Министерства сельского хозяйства РК, только с 2011 по 2015 гг. площади зернофуражных, крупяных и бобовых культур были расширены на 36 % [1]. Фасоль является одной из значимых культур, которая обладает многоцелевой пищевой, кормовой, фармацевтической, почвообогащающей и севооборотной ценностью. Однако данная культура широко не возделывается в ряде регионов страны в связи с отсутствием в генофонде зернобобовых культур генотипов, устойчивых к болезням и вредителям, а также форм с высоким адаптивным потенциалом. Вместе с тем постепенно разворачивается применение фасоли в виде овощной (лопаточной) культуры, декоративной культуры и источника белковых компонентов в современном кормопроизводстве на уровне крупных и мелких фермерских хозяйств страны.

В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений входит всего 5 сортов овощной фасоли, которые районированы в Республике Казахстан, в том числе 4 — зарубежной селекции, 2 сорта — зарегистрированы еще в 1943 г., 1 — казахстанский сорт «Ассоль» (регистрация в 2012 г.) [2].

Несмотря на то, что агрономический ареал культуры требует устойчивого расширения, большинство районированных сортов, возделываемых в производстве, недостаточно устойчивы к различным экологическим факторам. Поэтому необходима целенаправленная работа по созданию, районированию и внедрению в производство высокопродуктивных сортов, способных максимально реализовать свои потенциальные возможности в конкретных климатических условиях. В связи с этим актуальным является комплексное изучение лучших отечественных и зарубежных сортообразцов и линий, выявление источников хозяйственно-ценных признаков для расширения генофонда фасоли, поиска доноров и источников устойчивости к стрессорам.

В Казахстане поддержанием коллекции зернобобовых культур на протяжении последних 12 лет занимается кафедра молекулярной биологии и генетики Казахского национального университета

им. аль-Фараби в условиях предгорной и степной зоны Алматинской области. Генофонд фасоли *Phaseolus vulgaris* L. насчитывает 97 образцов и увеличивается как за счет гибридизации, так и в процессе популяционного и спонтанного мутагенеза. Поэтому актуальны процедуры маркирования и исследования коллекционных сортообразцов фасоли овощной по хозяйственно-ценным признакам для выделения исходного материала для селекции по признакам качества семян и для разработки технологии конвейерного производства.

Цель работы — проведение оценки образцов фасоли овощной по таким морфогенетическим и физиологическим признакам, как продолжительность вегетационного периода, продуктивность растений, устойчивость к антракнозу при выращивании в условиях Алматинской области.

#### *Материалы и методы*

Опыты проводились в полевом севообороте в условиях в предгорной и степной (равнинной) зонах Алматинской области. Климат Алматинской области резко континентальный, средняя температура января в равнинной части  $-15^{\circ}\text{C}$ , в предгорьях  $6-8^{\circ}\text{C}$ ; июля  $+16^{\circ}\text{C}$  и  $+24...+25^{\circ}\text{C}$ , соответственно. Годовое количество осадков на равнинах — до 300 мм, в предгорьях и горах от 500–700 до 1000 мм в год. Продолжительность вегетационного периода в предгорьях и на равнине достигает 205–225 дней. Опыты закладывались по методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию овощных культур в открытом грунте [3]. Размер учетной делянки составлял  $4,2\text{ м}^2$ , делянка имела двурядную форму, длина ряда достигала 3,0 м, расстояние между рядами — 0,7 м, расстояние между растениями — 8–10 см, количество растений в каждом ряду — 30, всего растений на учетной делянке 60 шт. Референтный сортообразец (сорт для сравнения) — «Ассоль», селекции КазНИИКО, полученный из коллекционного местного образца методом популяционного отбора, допущенный к использованию по Алматинской области с 2012 г. В 2012 г. сорт «Ассоль» был защищен авторским свидетельством № 438 от 23 апреля 2012 г. [2].

В качестве объектов исследования были отобраны сортообразцы фасоли зарубежной и казахстанской селекций, выделенные из изучаемой коллекции по хозяйственно-ценным признакам: «Касабланка» (Польша), «Vaillant» (Франция), «Лаура» (Россия), «Montano» (Финляндия), «Луна» (Чехия), «Катка», «Kinghorn Wax» (Австрия), «Местная» (Венгрия), «Балонг» (Италия), «Пурпурный король» (Россия). Изучение образцов фасоли овощной проводилось по методикам ВИР и полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве. Оптимальный срок посева семян в открытый грунт для условий Алматинской области — с 5 по 20 мая. Посев образцов проводили вручную на делянках, как описано выше, в четырехкратной повторности. Ряды располагались с севера на юг, крайние занимали защитные полосы. Уход за посевами включал ручные прополки с окучиванием, систематическое рыхление почвы в междурядьях, которые проводили по мере необходимости. Первый раз междурядья обрабатывали при появлении полных всходов. Сбор зеленых бобов (лопаток) проводили вручную выборочным методом в пределах рамок площадью  $1\text{ м}^2$ , т.е. трехкратно на делянку.

Статистическую обработку данных, обработку биометрических показателей и фенологических наблюдений проводили, используя методы дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову [4].

*Выделение ДНК фасоли.* В настоящее время маркерная селекция (MAS-селекция) используется для изучения генетического разнообразия, генотипа, определения генов толерантности и эффективного использования селекционных программ. Метод СТАВ [5] использовался для выделения ДНК фасоли. Необходимые реагенты для СТАВ-буфера: 2 % СТАВ (10,0 г), 1,4 М NaCl, 20 мМ ЭДТА (20 мл 0,5 М ЭДТА), 100 мМ Tris-HCl pH 8 (50 мл 1,0 М Tris-HCl доводились бидистиллированной водой до 500 мл). ТЕ-буфер: 10 мМ Tris-HCl, pH 8,0; 1 мМ ЭДТА. Хранение при пониженной температуре в пределах  $2-8^{\circ}\text{C}$ .

Для анализа методом ПЦР использовали маркер SCAR SY20830C (5'-AGC CGT GGA AGG TTG TCA T-3' и 5'-CCG TGG AAA CAA CAC ACA AT-3'), ассоциированный с локусом Co-4. Выбор данного гена обусловлен тем, что именно локус Co-4 отвечает за наиболее мощную устойчивость фасолевых генотипов к антракнозу [6].

*ПЦР-анализ по маркеру SCAR SY20830C.* ПЦР проводили с помощью набора *PCR MasterMix* (Thermo Fisher Scientific, США). Праймеры были синтезированы на синтезаторе ASM-800 (Новосибирск, Россия) в Институте общей генетики и цитологии КН МОН РК. Специфическая амплификация ДНК по маркеру SCAR SY20830C (далее SY20) проводилась в следующем режиме: первичный цикл денатурации проводили при  $94^{\circ}\text{C}$  в течение 3 мин; затем следовали 30 циклов при  $94^{\circ}\text{C}$  в течение

10 с, при 65 °С в течение 30 с, при 72 °С в течение 1 мин; элонгацию проводили при 72 °С в течение 5 мин. Продукты амплификации фракционировали при электрофорезе в 2 % агарозе с использованием краски *Gel Red Nucleic Acid Gel Stain (Biotium, США)*. В качестве молекулярного маркера использовали *GeneRuler 100 bp DNA Ladder (Thermo Fisher Scientific, США)*. Гели визуализировали с помощью гель-документирующей системы *Quantum-ST5 (Vilber Lourmat, Франция)*.

#### Результаты и обсуждение

Возделывание фасоли обыкновенной обусловлено тем, что отдельные формы и сорта резко различаются как по экологическим характеристикам, так и по параметрам вегетативного и репродуктивного роста. Знание этих особенностей является необходимым условием для разработки научно обоснованной агротехники, дифференцированной для форм и сортов фасоли применительно к определенным районам. В связи этим было изучена продолжительность вегетационного периода изучаемых образцов фасоли. Образцы, согласно Международному классификатору СЭВ культурных видов рода *Phaseolus L.*, были подразделены на три группы по скорости созревания семян: раннеспелые, среднеспелые, позднеспелые (табл. 1).

Для изучения вегетационного периода и продуктивности овощной фасоли использовали 11 сортообразцов по 150 растений. В качестве стандарта использовали сорт «Ассоль». Наблюдения проводили в 2017–2018 гг. в полевых условиях на базе агробиостанции «Жана Талап» КазНУ им. аль-Фараби (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

#### Общая продолжительность вегетационного периода образцов фасоли за 2017–2018 гг.

Образец	Кол-во дней от посева до массовых всходов	Кол-во дней от массовых всходов до массового цветения	Кол-во дней от массовых всходов до массовой технической спелости	Кол-во дней от массовых всходов до массовой биологической спелости	Группа спелости: раннеспелые (РС), среднеспелые (СС)
«Ассоль» (Казахстан)	14,0±0,9	32,0±0,8	45,0±0,1	85,0±0,8	СС
«Касабланка» (Польша)	11,9±0,5*	30,0±0,1**	42,0±0,8	81,0±0,4**	СС
«Vaillant» (Франция)	10,8±0,1*	34,0±0,6*	49,3±0,6**	82,5±0,6*	СС
«Лаура» (Россия)	12,8±0,1*	33,7±0,1	41,5±0,5**	75,9±0,5***	РС
«Montano» (Финляндия)	13,0±0,3*	35,8±0,7**	45,4±1,1	72,8±0,7***	РС
«Луна» (Чехия)	12,0±0,9*	31,0±0,5	45,9±0,1	75,0±0,9	РС
«Kinghorn Wax» (Австрия)	12,9±0,1*	32,5±0,3	42,4±0,2**	71,7±0,4***	РС
«Местная» (Венгрия)	13,7±0,2*	34,3±0,5*	50,0±0,4**	75,0±0,8***	РС
«Балонг» (Италия)	14,0±0,1	35,0±0,6**	50,0±0,3**	85,0±0,1	СС
«Пурпурный король» (Россия)	12,0±0,2*	32,0±0,3	45,8±0,5	71,0±0,1***	РС
ФСО-207–2	14,0±0,2	32,0±0,4	46,0±0,1	85,0±0,9	СС

Примечание. \* — при  $P > 0,95$ ; \*\* — при  $P > 0,99$ ; \*\*\* — при  $P > 0,999$ .

Во время исследования продолжительность вегетационного периода образцов фасоли варьировала в пределах 71–85 суток. В результате исследования все образцы были отнесены к двух группам, а именно ранних и среднеспелых сортообразцов.

Наиболее интересны сортообразцы «Катка», «Kinghorn Wax» и «Пурпурный король», «Местная» продемонстрировала самый короткий вегетационный период (рис. 1).

Продолжительность вегетационного периода этих сортов находилась в высокой зависимости от погодных условий. Так, вегетационный период сорта «Kinghorn Wax» составил в 2017 г. — 71 сутки, в 2018 г. — 75 суток; вегетационный период сорта «Пурпурный король», соответственно, 71 и 74 суток. Именно последний сортообразец рекомендуется нами в качестве источника признака скороспелости для использования в селекционной работе. Таким образом, изучение продолжительности вегетации у фасоли овощной в условиях Алматинской области показало, что сортообразцы можно разделить на две группы спелости: скороспелые (период вегетации до 85 суток), среднеспелые (от 86 до 95 суток). Среди изучаемых сортов не оказалось позднеспелых (96 и более суток) сортообразцов.



А — фаза цветения



Б — фаза технической спелости

Рисунок 1. Сорт фасоли «Местная» в фазу цветения и технической спелости сорта

Установлено, что при возделывании в условиях Алматинской области перспективными являются скороспелые и среднеспелые сорта фасоли, которые имеют такой период вегетации, позволяющий ежегодно получать кондиционные семена этой культуры.

Продуктивность сортов фасоли овощной является сложным признаком, зависящим как от генотипа, так и от условий выращивания. В то же время данный сложный признак относится к одним из главных критериев оценки сорта. При создании зеленого конвейера в наших исследованиях продуктивность сортообразцов фасоли овощной анализировалась по следующим показателям: количество бобов на растении, масса бобов, средняя урожайность зеленых бобов и форма растений. Потенциальная возможность продуктивности фасоли велика. На каждом растении образуется от 150 до 200 цветков, однако не более 20–40 % из них завязываются [7]. При этом детерминантные сорта имеют больший процент образования бобов, чем недетерминантные. В процессе оценки коллекции нами были идентифицированы наиболее оптимальные сортообразцы фасоли овощной по признаку количества бобов на растение (табл. 2). У коллекционных образцов число бобов изменялось в зависимости от условий года и варьировало от 7,1 до 30,2 шт. на растение. Для создания зеленого конвейера важны масса боба и форма самого растения. В связи с этим нами были отобраны сорта с округлой формой и наименьшей массой единичного боба.

Т а б л и ц а 2

## Продуктивность у сортообразцов фасоли овощной за 2017–2018 гг.

Образец	Форма растений	Число бобов с растения, шт.	Масса боба, г	Средняя урожайность зеленых бобов, г/м <sup>2</sup>
<i>Раннеспелая группа</i>				
«Лаура» (Россия)	Кустистый, сахарный	25,1±0,3***	6,3±0,2	558,2±0,6***
«Montano» (Финляндия)	Кустистый, сахарный	14,4±0,7*	5,7±0,1	478,7±0,4**
«Луна» (Россия)	Кустистый, сахарный	28,3±0,5***	6,2±0,8	495,0±0,5**
«Kinghorn Wax» (Австрия)	Кустистый, сахарный	30,2±0,1***	7,2±0,6	468,2±0,2**
«Местная» (Венгрия)	Кустистый, полусахарный	11,8±0,6	9,2±0,2***	455,3±0,2**
«Пурпурный король» (Россия)	Кустистый, сахарный	12,1±0,9	6,5±0,3	344,1±0,7
<i>Среднеспелая группа</i>				
«Касабланка» (Польша)	Кустистый, сахарный	10,5±0,3**	5,5±0,5	375,1±0,1**
«Vaillant» (Франция)	Кустистый, сахарный	16,1±0,2***	4,5±0,8*	390,2±0,6
«ФСО-207-2»	Кустистый, полусахарный	8,3±0,5	7,1±0,4*	375,0±0,3
«Балонг» (Италия)	Кустистый, сахарный	8,4±0,1	6,4±0,1	410,7±0,5
«Ассоль» (Казахстан)	Кустистый, сахарный	8,0±0,3	6,1±0,7	405,7±0,2

Примечание. \* — при P > 0,95; \*\* — при P > 0,99; \*\*\* — при P > 0,999.

Как видно из таблицы 2, наименьшей массой боба обладали такие сорта, как сортообразец раннеспелой группы «Montano» — 5,7 г и сортообразец среднеспелой группы «Vaillant» — 4,5 г. А также «Касабланка» — 5,5 г относительно стандартного отечественного сортообразца «Ассоль» (6,1 г). Проведенные исследования сортообразцов фасоли овощной позволили установить, что наилучшими



по качеству среди них являются те, у которых бобы продолжительный период не грубеют и не склонны к образованию пергаментного слоя и волокна в течение всего периода вплоть до уборки. Выделенные из коллекции образцы не только превосходили остальные по количеству зеленых бобов, но и соответствовали требованиям, предъявляемым к качеству боба (рис. 2).



Рисунок 2. Фасоль овощная сортообразца «Montano» (Финляндия)

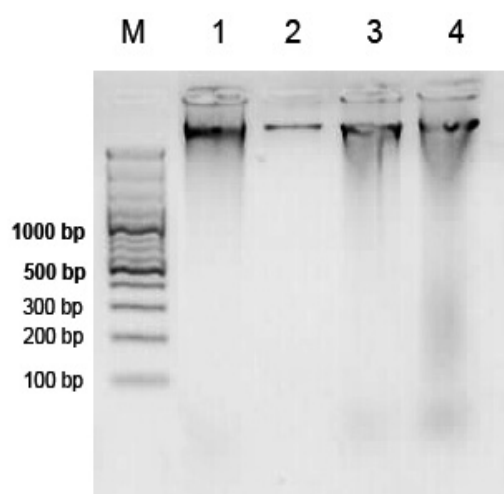
Урожайность зеленых бобов складывается в основном из двух элементов структуры — количества растений на единицу площади и массы бобов с одного растения. Для расчета был проведен подсчет количества растений с 1 м<sup>2</sup>. В связи с тем, что все работы по уходу за растениями проводились вручную, их сохранность на делянке составляла от 94 до 100 %. При этом урожайность бобов варьировала от 344,1 до 558,2 г. По сбору бобов с 1 м<sup>2</sup> были отмечены такие сортообразцы, как в раннеспелой группе «Лаура» и «Луна», у которых урожайность превосходила таковую у сорта-стандарта на 22–37 %; в среднеспелой группе сортообразец «Касабланка» — на 26 % выше, чем урожайность того же стандартного сортообразца. Образцы «Лаура», «Касабланка» превысили сорт-стандарт «Ассоль» по продуктивности более чем на 100 г. В нашем опыте уровень разброса вариабельности признака урожайности зеленых бобов среди раннеспелых и позднеспелых сортов был невысоким.

Изучение корреляционной связи между урожайностью и элементами продуктивности зеленых бобов показало роль дополнительных факторов. Например, было отмечено, что ощутимые потери урожая фасоли вызываются различными заболеваниями. Одним из широко применяемых методов защиты растений от патогенов являются создание и использование устойчивых к болезням сортов и линий сельскохозяйственных культур. В настоящее время в Казахстане около 9 тыс. га сельскохозяйственных земель заражено вредителями и распространено около 70 видов болезней. Потери урожая зерновых и зернобобовых культур от грибных болезней достигают 30 % [8]. Для решения этой проблемы актуальным является определение перспективных сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям и устойчивых к болезням. Подобная постановка вопроса будет способствовать расширению ареала возделывания данной культуры. Среди заболеваний наиболее вредоносным является антракноз, вызываемый грибковым патогеном *Colletotricum lindemuthianum*. Антракноз проявляется в том, что часть посеянных семян не всходит или погибает в фазе прорастания, не достигнув поверхности почвы. На семядолях и гипокотиле остальных растений развиваются красно-бурые или черные концентрические пятна, которые могут вызвать гибель молодых растений. Распространение возбудителя во время вегетации осуществляется конидиями, которые разносятся с каплями осадков, ветром, насекомыми и т.д. Развитие болезни может усиливаться при увеличении температуры или при воздействии продолжительных осадков [9].

Успешная борьба с болезнями растений объясняется своевременным выявлением заболеваний и правильной идентификацией возбудителей на основе молекулярно-генетических методов [10]. Среди всех генов устойчивости фасоли андского типа (Co-1, Co-12, Co-13, Co-14, Co-15, Co-w, Co-x, Co-y и Co-z) ассоциированные с грибным заболеванием молекулярные маркеры были обнаружены только для локусов Co-1 и Co-15 [11]. Идентификация таких маркеров, как в составе андских, так и мезоамериканских сортообразцов фасоли, напрямую способствует характеристике и сохранению генетических

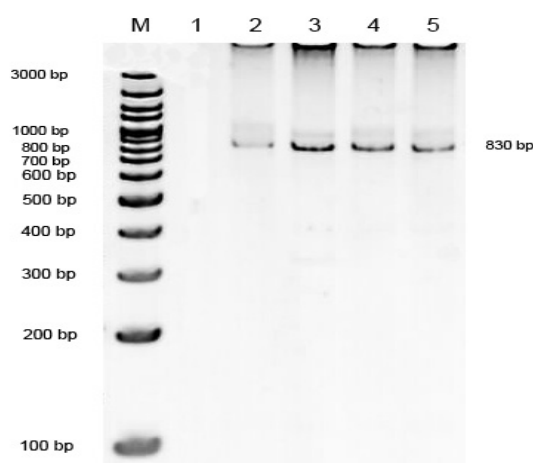
ресурсов, доступных для программ улучшения сельскохозяйственных культур. Молекулярно-генетическое тестирование коллекционных и селекционных образцов, культивируемых в Республике Казахстан, по указанным генам до сих пор не проводилось. Гены фасоли Co-1, Co-2 и Co-4 в трех специальных локусах отвечают за защиту от патогенов всех групп, обнаруженных во всем мире по отношению к антракнозу фасоли. Кроме того, наличие гена Co-4 в одном локусе несет ответственность за придание стойкости к группе патогенов *Lindemuthianum* (раса гриба), идентифицированной в Болгарии [12]. Поэтому для нас наибольший интерес представляет изучение образцов фасоли на наличие гена устойчивости к антракнозу Co-4. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

Все использованные праймеры обеспечили продуктивный синтез производимых фрагментов (ампликон). Количество ампликонов, зависящих от применяемых праймеров, ограничивается группой от 5 до 20 фрагментов, размеры которых ограничено визуализируются в интервале 100–2000 п. н. Все четыре сортообразца, подвергшиеся анализу, характеризовались спектром генов, определяемых количеством ампликонов, их размерами и присутствием на электрофореграмме. Также в спектре электрофореза можно наблюдать полиморфные фрагменты, полученные для различных сортов и линий при синтезе сортоспецифических праймеров (рис. 3).



*M* — молекулярный маркер. Образцы исследования: 1 — «Kinghorn Wax» (Австрия); 2 — «Vaillant» (Франция); 3 — «Лаура» (Россия); 4 — «Montano» (Финляндия)

Рисунок 3. Проверка на электрофорезе ДНК, выделенной из различных сортов фасоли



*M* — молекулярный маркер; 1 — отрицательный контроль; 2–5 — образцы исследования: 2 — «Kinghorn Wax» (Австрия); 3 — «Vaillant» (Франция); 4 — «Лаура» (Россия); 5 — «Montano» (Финляндия)

Рисунок 4. Результаты типирования отдельных образцов фасоли обыкновенной с праймером Co-4

Из проростков фасоли сортообразцов «Kinghorn Wax», «Vaillant», «Лаура», «Montano» были выделены образцы ДНК СТАВ-методом. Как видно из данных, приведенных на рисунке 3, полученные образцы ДНК практически не содержали деградированных фрагментов, за исключением незначительного количества агрегатов на старте электрофореграммы, образовавшихся при ресуспендировании материала фасольных ДНК в образцовом буфере.

На рисунке 4 можно видеть итоги типирования четырех образцов фасоли овощной при амплификации ДНК в присутствии праймера Co-4.

Таким образом, на основе материала ПЦР-амплификации, проведенного маркером SY20 SCAR, все исследованные четыре сорта выявили наличие искомого гена Co-4. По сравнению с молекулярным маркером на всех сортах видны фрагменты данного гена размером 830 пар оснований. Наличие гена толерантности в составе ДНК этих сортообразцов свидетельствует о высокой устойчивости изучавшихся сортов к антракнозу. При этом наличие мезоамериканских генов в сортообразцах демонстрирует центрально-американское происхождение этих сортов [12]. Идентификация маркеров в андоамериканских и мезоамериканских сортах непосредственно влияет на сохранность и полноту описания генетических ресурсов в достижении программы улучшения сельскохозяйственных культур. Возможно, присутствие в геноме других генов устойчивости к антракнозу потребует маркирования по дополнительным генам, включая гены Co-1, Co-2 и Co-6. Показатели оценки по молекулярному тестированию геномов сортообразцов позволяют характеризовать перспективный исходный материал для селекции фасоли на антракнозостойчивость в качестве источников этой устойчивости. В настоящее время изучено свыше 60 рас возбудителей антракноза у фасоли [13].

#### Список литературы

- 1 Григоров В.В. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане / В.В. Григоров, Е.В. Климов // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций. — 2016. — Вып. 151. — С. 55.
- 2 Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан. — Астана, 2014. — 171 с.
- 3 Кильчевский А.В. Методические указания по экологическому сортоиспытанию овощных культур в открытом грунте / А.В. Кильчевский. — М., 1985. — Ч. II. — С. 22.
- 4 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — Вып. 5. — 351 с.
- 5 Xia Y. A modified SDS-based DNA extraction method from raw soybean / Y. Xia, F. Chen, Y. Du, C. Liu, G. Bu, Y. Xin, B. Liu // Biosci Rep. — 2019. — P. 39.
- 6 Oblessuc P.R. The Co-4 locus on chromosome Pv08 contains a unique cluster of 18 COK-4 genes and is regulated by immune response in common bean / P.R. Oblessuc, C. Francisco, M. Melotto // Theor. Appl. Genet. — 2015. — Vol. 128. — P. 1193. <https://doi.org/10.1007/s00122-015-2500-6>
- 7 Pérez-Jaramillo J.E. Deciphering rhizosphere microbiome assembly of wild and modern common bean (*Phaseolus vulgaris*) in native and agricultural soils from Colombia / J.E. Pérez-Jaramillo, M. de Hollander, C.A. Ramírez // Microbiome. — 2019. — Vol. 7. — P. 114. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0727-1>
- 8 Godfray H.C. Food system consequences of a fungal disease epidemic in a major crop / H.C. Godfray // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. — 2016. — Vol. 371. — P. 1709. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0467>
- 9 Velásquez A.C. Plant-Pathogen Warfare under Changing Climate Conditions / A. C. Velásquez // Curr. Biol. — 2018. — Vol. 28. — P. 619. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>
- 10 Fang Y. Current and Prospective Methods for Plant Disease Detection / Y. Fang, R.P. Ramasamy // Biosensors (Basel). — 2015. — Vol. 5. — P. 537. <https://doi.org/10.3390/bios5030537>
- 11 Genchev D. Breeding of Common Bean for Resistance to the Physiological Races of Anthracnose Identified in Bulgaria / D. Genchev // Biotechnology & Biotechnological Equipment. — 2010. — P. 1814. <https://doi.org/10.1094/PD-79-0063>
- 12 de Lima Castro S.A. Genetics and mapping of a new anthracnose resistance locus in Andean common bean Paloma / S.A. de Lima Castro, M.C. Gonçalves-Vidigal, T.A.S. Gilio // BMC Genomics. — 2017. — Vol. 18. — P. 306. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3685-7>
- 13 Costa L.C. Are duplicated genes responsible for anthracnose resistance in common bean? / L.C. Costa, R.S. Nalin, M.A. Ramalho, E.A. de Souza // PLoSONE. — 2017. — Vol. 12. e0173789. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173789>

Б.А. Жумабаева, З.Г. Айташева, Л.П. Лебедева,  
Д.А. Алибекова, Ж.Ж. Чунетова, Н. Шынгыскызы

### Алматы облысы жағдайында шаруашылық-бағалы белгілері бойынша көкөніс бұршақтарының коллекциялық үлгілерін бағалау

Көкөніс бұршақтарының коллекциялық материалының (*Phaseolus vulgaris* L.) шығу тегі және шаруашылық-бағалы белгілері бойынша Алматы облысы жағдайында конвейерлік өндірісте өсіруге жарамдылығына кешенді сипаттама берілді. Тандалған бұршақтардың сұрыпталған түрлерінің вегетациялық кезеңі зерттелді, бұл зерттелетін дала дақылының кондициялық тұқымдарын жыл сайын алуға ықпал етеді. Алматы облысы климаттық жағдайында өсіруге жарамды көкөніс бұршақтарының ерте пісетін және орташа пісетін түрлері анықталды. Бұл ретте зерттелетін көкөніс бұршақтарының материалының вегетациялық кезеңінің ұзақтығы 71–85 күн аралығында өзгергені көрсетілген. Алматы облысының климаттық жағдайы үшін бұршақтың неғұрлым өнімді сұрыптық үлгілері анықталды. Жасыл көкөніс бұршақтарының өнімділігі мен өнімділік элементтері арасында корреляциялық байланыс орнатылды. Зерттелетін аймақтағы өнімділік коллекциясының құрылымдық талдауына сәйкес, ерте пісетін топтың құрамындағы ең перспективалы және бейімделген сорттар «Лаура» мен «Луна» сорттары болып табылады, олардың өнімділігі анықтамалық сорттың өнімділігінен 22–37 % жоғары болды. Сонымен қатар, орта маусымдық «Касабланка» сорты (Польша) ерекшеленді, оның өнімділігі стандартты шығымдылықтан 26 % жоғары болды. Көкөніс бұршақтары коллекциясының таңдаулы өкілдерінің антракнозға тұрақты генотиптерді молекулалық-генетикалық таңбалау арқылы зерттелді.

*Кілт сөздер:* *Phaseolus vulgaris* L., көкөніс бұршақтары, сорттық үлгілер, вегетациялық кезең, өнімділік, антракноз, ПТР әдісі.

B.A. Zhumabayeva, Z.G. Aitasheva, L.P. Lebedeva,  
D.A. Alibekova, Zh.Zh. Chunetova, N. Shyngiskyzy

### Assessment of collection samples of beans by economical-valued characteristics in the conditions of the Almaty region

Comprehensive description of the collection material of vegetable common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by its origin and economically valuable characters is presented for the suitability of harvesting for the production line in conditions of the Almaty region. The vegetation period of selected bean varieties are studied, which enable the annual production of conditioned seeds of the field. Early ripe and mid-season forms of vegetable beans studied suitable for cultivation in the Almaty region are identified. It has been shown that the duration of the growing season of the material of vegetable beans under investigation has varied within 71–85 days. The most productive bean varieties for the conditions of the Almaty region have been indicated. Correlation ties between the yield and the components of productivity for the mass of green vegetable pods have been established. According to the structural analysis of the collection by productivity in the studied zone, the most promising and adapted varieties and lines in the early-ripe cluster are Laura and Luna varieties, which yield has exceeded the productivity of the reference variety by 22–37 %. At the same time, the mid-season cluster has revealed the Casablanca (Poland) variety, which has revealed 26 % higher productivity comparing to the yield of the same reference standard. The resistance of the selected vegetable bean representatives of the collection to anthracnose has been studied by using molecular genetically marking of genotypes.

*Keywords:* *Phaseolus vulgaris* L., vegetable beans, varietal sample, growing season, yield, anthracnose, PCR method.

#### References

- 1 Grigoruk, V.V., & Klimov, E.V. (2016). Razvitie orhanicheskoho selskoho khoziaistva v mire i Kazakhstane [Development of organic agriculture in world and Kazakhstan]. *Prodovolstvannaia i selskokhoziaistvannaia Orhanizatsiia Obedinennykh Natsii — Food and agricultural organization of UN, 151*, 55 [in Russian].
- 2 *Hosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispolzovaniiu v Respublike Kazakhstan [The state register of select achievements for using in the Republic of Kazakhstan]*. (2014). Astana [in Russian].
- 3 Kilchevskii, A.V. (1985). *Metodicheskie ukazaniia po ekologicheskomu sortoispytaniiu ovoshchnykh kultur v otkrytom hrunte [Methodological recommendations for ecological sort-study of vegetative cultures in open soil]*. (Part 2). Moscow [in Russian].

- 4 Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevoho opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) [Methodology of field experiments (with bases statistic processing of results of investigations)]*. (5th Issue). Moscow: Ahropromizdat [in Russian].
- 5 Xia, Y., Chen, F., Du, Y., Liu, C., Bu, G., Xin, Y., & Liu, B. (2019). A modified SDS-based DNA extraction method from raw soybean. *Biosci Rep*, 39.
- 6 Oblessuc, P.R., Francisco, C., & Melotto, M. (2015). The Co-4 locus on chromosome Pv08 contains a unique cluster of 18 COK-4 genes and is regulated by immune response in common bean. *Theor. Appl. Genet.*, 128, 1193. <https://doi.org/10.1007/s00122-015-2500-6>
- 7 Pérez-Jaramillo, J.E., de Hollander, M., & Ramírez, C.A. (2019). Deciphering rhizosphere microbiome assembly of wild and modern common bean (*Phaseolus vulgaris*) in native and agricultural soils from Colombia. *Microbiome*, 7, 114. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0727-1>
- 8 Godfray, H.C., Mason-D'Croz, D., & Robinson, S. (2016). Food system consequences of a fungal disease epidemic in a major crop. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 371; 1709. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0467>
- 9 Velásquez, A.C., Castroverde, C. & He, S.Y. (2018). Plant-Pathogen Warfare under Changing Climate Conditions. *Curr. Biol.*, 28; 619. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>
- 10 Fang, Y., & Ramasamy, R.P. (2015). Current and Prospective Methods for Plant Disease Detection. *Biosensors (Basel)*, 5; 537. <https://doi.org/10.3390/bios5030537>
- 11 Genchev, D., Christova, P., Kiryakov, I., Beleva, M., & Batchvarov, R. (2010). Breeding of Common Bean for Resistance to the Physiological Races of Anthracnose Identified in Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 1814. <https://doi.org/10.1094/PD-79-0063>
- 12 de Lima Castro, S.A., Gonçalves-Vidigal, M.C. & Gilio, T.A.S. (2017). Genetics and mapping of a new anthracnose resistance locus in Andean common bean Paloma. *BMC Genomics*, 18; 306. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3685-7>
- 13 Costa, L.C., Nalin, R.S., Ramalho, M.A. & de Souza, E.A. (2017). Are duplicated genes responsible for anthracnose resistance in common bean? *PLoS ONE*, 12; e0173789. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173789>

С.Ж. Ерекеева<sup>1\*</sup>, Р.Б. Арысбаева<sup>2\*</sup>, А. Мусрат<sup>2</sup>,  
Ласло Орлоци<sup>3</sup>, Т.А. Базарбаева<sup>4</sup>, Г.А. Мұқанова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Қазақстан;

<sup>3</sup>Этвёш Лоранд университетіндегі Ботаникалық бақ, Будапешт, Венгрия;

<sup>4</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

\*Хат-хабарларға арналған авторлар: svetlana.yerekeyeva@gmail.com, rarysbaeva@list.ru

## Солтүстік Тянь-Шань табиғи флорасындағы *Rosaceae* Juss. тұқымдасының дәрілік өсімдіктерін жерсіндіру

*Rosaceae* Juss. тұқымдасы космополиттік өсімдіктер, жер шарының көп бөлігіне таралған, олардың арасында тағамдық, сәндік түрлермен қатар дәрілік түрлерде кездеседі. Бүгінгі таңда дәрілік өсімдіктердің қолданылу әлеуетін арттыру оларды табиғи флорадан бөлек кешенді зерттеу, өсіру және түрлерді сақтап қалу кезек күттірмейтін маңызды мәселелердің бірі. Мақалада *Rosaceae* Juss. тұқымдасының Қазақстандық түрлері, олардың өсу ерекшеліктері мен таралу аймағына тоқталып, әдеби мәліметтер мен интернет көздеріне сәйкес жойылып кету қаупі бар түрлерге қысқаша сипаттама берілді. Сондай-ақ Алматы қ. Бас ботаникалық бағындағы әлемдік және Қазақстан флорасынан жерсіндірілген *Rosaceae* Juss. тұқымдасының 30 түрінің жерсіндіру ерекшеліктеріне тоқталып, Солтүстік Тянь-Шань флорасының *Rosaceae* Juss. тұқымдасының жерсіндірілген 7 дәрілік түрінің (*Agrimonia asiatica* Juz., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Filipendula vulgaris* Moench, *Potentilla argentea* L., *Potentilla recta* L., *Fragaria vesca* L. және *Fragaria viridis* (Duch.) Weston) жерсіндіру көрсеткіштеріне (фенологиялық бақылау көрсеткіштері мен тұқым сапасы) талдау жасаған. Авторлар жерсіндірудің табысты индексі негізінде алынған жерсіндіру мәліметтеріне қысқаша қорытынды берген.

*Кілт сөздер:* Солтүстік Тянь-Шань, *Rosaceae* Juss., жерсіндіру, дәрілік өсімдік, жерсіндірудің табысты индексі.

### *Kipicne*

Қазақстан флорасы пайдалы өсімдіктердің ерекше қорымен және генофондымен сипатталады. Өсімдіктердің басым бөлігінің дәрілік қасиеттері бар, метаболиттердің химиялық құрамы мен биологиялық белсенділігін зерттеу үшін перспективті табиғи өсетін өсімдік түрлерімен ерекшеленеді. Олар биологиялық белсенді зат ретінде, әлемдік нарықта жоғары сұраныстағы бәсекеге қабілетті өнімдерді шығару мүмкіндігіне ие [1].

Мәліметтер бойынша ботаникалық бақтың «тұқымдар каталогының» алғашқы нөмірлеріне Қазақстанның табиғи флорасының 400-ге жуық түрі енгізілді. Ал, 70-жылдардың ортасында Қазақстанның ботаникалық бақтарында табиғи флораның сирек кездесетін және жойылып бара жатқан түрлерін сақтап қалу мақсатында зерттеу және жерсіндіру жұмыстары бойынша жаңа бағыт қолға алынды. Қазақстанның дәрілік өсімдіктерінің интродукциялық зерттелу дәрежесі мәліметтеріне сүйенсек, дәрілік өсімдіктердің 700-ге жуық түрі тәжірибелік жер телімдерінде жерсіндірілгенін көрсетеді. Қазіргі таңда, әр түрлі экологиялық-климаттық аймақтарда орналасқан ботаникалық бақтар интродукциялық орталықтар болып табылады. Алматы қаласындағы Бас ботаникалық бақта 528 дәрілік өсімдік түрлері, ал Алтай ботаникалық бағында дәрілік өсімдіктердің 211 түрі және Жезқазған ботаникалық бағында 96 түр жерсіндірілген [2]. Ботаникалық бақтың маңызды міндеттерінің бірі өсімдіктерді кең көлемде жерсіндіру ғана емес, сонымен қатар биоалуантүрлілікті сақтауда да маңызды рөл атқарады. Дәрілік өсімдіктерді табиғи флорадан интродукциялау, олардың пайдалы қасиеттерін зерттеуге және медицинада, сондай-ақ дәстүрлі емес медицинада қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, «Тұқым банкі» генофонды мен өсімдіктер коллекциясын толықтыруға, дәрілік өсімдіктердің перспективті түрлерін зерттеуге мүмкіндік береді. Бүгінгі таңда жерсіндіру өсімдіктердің биологиялық табиғатын зерттеуге баса назар аудара отырып, бірқатар іргелі әдістер қолданып келеді. Өсімдіктерді жаңа өсу ортасында зерттеу кезінде, екі негізгі міндет айқындалады: 1) түрдің жаңа ортада өсе алатындығын анықтауға мүмкіндік беретін бағалау критерийлерін әзірлеу

2) медицинада, сондай-ақ дәстүрлі емес медицинада, оның ішінде реинтродукцияда пайдалану мақсатында тұрақты түрлердің кешенін анықтау.

#### *Зерттеу объектілері және әдістері*

*Зерттеу объектісі* Солтүстік Тянь-Шань табиғи флорасындағы *Rosaceae* Juss. тұқымдасының жерсіндірілген дәрілік өсімдіктері.

Зерттелген аумақ Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы флораның биоалуантүрлілігімен және биіктік белдеуге байланысты өсімдіктердің таралуымен ерекшеленеді. Солтүстік Тянь-Шань жоталары (Іле Алатау, Күнгеі (25), Кетмен, Теріскей (25а), Қырғыз Алатауы (27)).

Ботаникалық бақтар биоалуантүрлілікті сақтауда маңызды рөл атқарады. Олар өсімдіктердің коллекциясын құра отырып, генетикалық ресурстарды жинақтайды. Жерсіндіру теңіз деңгейінен 880 м биіктікте, Іле Алатауы бөктеріндегі, ашық-қоңыр, сортаң топырақта орналасқан, Алматы қ. Бас ботаникалық бағының дәрілік өсімдіктердің коллекциялық жер телімінде жүргізілді. Бұл жердің климаты шұғыл континентальды, бір тәулік ішінде температураның ауытқуы айтарлықтай жоғары, жауын-шашын мөлшері жылдар бойынша 460-тан 790 мм-ге дейін және ерте көктемгі максимуммен (42 %-ға дейін) сипатталады. Орташа тәуліктік температурасы + 10°C, 164–182 күнді құрайды [3].

Өсімдіктердің өсу және дамуын бақылау М.Н. Бейдеманның әдістемесі бойынша жүргізілді [4], сондай-ақ «КСРО ботаникалық бақтарында интродукцияланған өсімдіктердің онтогенезін зерттеу бойынша ұсыныстар» қолданылды. Фенологиялық зерттеулер «Ботаникалық бақтардағы фенологиялық бақылау әдістемесі» бойынша жүргізілді [5].

Шикізат пен тұқымдардың өнімділігін анықтау «Дәрілік өсімдіктерді интродукциялау кезінде зерттеу әдістемесі» [6, 7] бойынша және «Интродуценттерді тұқымдау бойынша әдістемелік нұсқауларды» есепке ала отырып орындалды [8]. Сондай-ақ интродукциялық зерттеулерде жергілікті жағдайларға байланысты олардың шағын модификациялары бар, ботаникалық бақтарда қабылданған әдістер [9–10] қолданылды.

Түрлердің жүйеленуі APG IV жүйесіне сәйкес берілген [11–12]. Зерттелетін өсімдіктердің түрлік атаулары Ресей мен шектес елдердің өсімдіктерімен қыналарына ашық онлайн атлас — анықтаушы «Плантариум» бойынша және *The Plant list nen Plants of the World online* деректер базасынан келтірілген [13–15].

#### *Зерттеу нәтижелері және оны талқылау*

Әлемдік флорада *Rosaceae* Juss. тұқымдасы — космополиттік өсімдіктер, олар жер шарының барлық жерінде таралған, бірақ олардың негізгі бөлігі солтүстік жарты шардың қоңыржай және субтропикалық белдеулерінде кездеседі, шамамен 104 туыстан, 4828 астам түрден тұрады [14, 15].

Қазақстан бойынша дәрілік өсімдіктердің *Rosaceae* Juss. тұқымдасынан шамамен 27 туысы, 89 түрі кездеседі.

Қазақстан флорасында 134 тұқымдастан тамырлы өсімдіктердің 1406 түрі өседі, ал Солтүстік Тянь-Шаньның таулы аймақтарындағы дәрілік өсімдіктердің 108 тұқымдасының 421 туысынан 782 (55 %) түрі таралған. *Rosaceae* Juss. тұқымдасының 20 туысы, 56 түрі бар (1-кесте) және де Солтүстік Тянь-Шаньның 16 жетекші тұқымдасының арасында 5-ші орынды алады [16]. Бірқатар түрлері тағамдық дақыл ретінде экономикалық маңызы бар, ал кейбір түрлері сәндік және дәрілік өсімдіктер ретінде өсіріледі. Осы дәрілік өсімдіктердің көпшілігі ылғалдылығы төмен жерлерде таралса, ал кейбір түрі құрғақшылық жағдайларына бейімделген және де ауаның немесе топырақтың жоғары ылғалдылығында өсетін түрлері де кездеседі, осылайша бұл тұқымдасқа аязға төзімді дәрілік өсімдіктерді де қосуға болады [17, 18].

*Rosaceae* Juss. тұқымдасының кейбір түрлері 3000 м биіктікке дейін таралып, таулы шырша ормандары мен бұталарда, ал бірқатар түрі өзендер мен бұлақтардың сағасы мен жағалауларында, шалғындар мен бақтарда, жолдар мен қоршауларда кездеседі [17, 18].

Сонымен, 20 туыстан тұратын дәрілік өсімдіктердің 56 түрі (1-кесте) Солтүстік Тянь-Шань жоталарында өседі, 22 түрі Іле, Күнгеі Алатауында (25), Кетмен, Теріскей Алатауында (25а) өседі: *Agrimonia asiatica* Juz., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Chamaerhodos erecta* (L.) Bunge., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Cotoneaster multiflorus* Bunge, *Geum aleppicum* Jacq., *Geum rivale* L., *Padus avium* Mill., *Potentilla anserina* L., *Potentilla asiatica* (Th. Wolf) Juz., *Potentilla conferta* Bunge, *Potentilla evestita* Th. Wolf, *Potentilla nervosa* Juz., *Potentilla nivea* L., *Rosa laxa* Retz., *Rosa majalis* Herrm., *Rubus idaeus* L., *Rubus saxatilis* L., *Sanguisorba alpina* Bunge., *Sanguisorba officinalis* L., *Spiraea*

*hypericifolia* L., *Potentilla sericea* L., сондай-ақ, Қырғыз Алатауында (27) өсетін 3 түрі: *Cerasus verrucosa* (Franch.) Nevski., *Prunus sogdiana* Vass., *Rosa corymbifera* Borkh., сонымен қатар Іле, Күнгей Алатауында (25) 3 түрі өседі: *Crataegus almaatensis* Pojark., *Orthurus heterocarpus* (Boiss.) Juz. (= *Geum heterocarpum* Boiss.), *Rosa canina* L., сондай-ақ, Іле, Күнгей Алатауында (25), Кетмен, Теріскей Алатауында (25a), Қырғыз Алатауында (27) өсетін 17 түрі: *Crataegus korolkowii* L. Henry (= *C. altaica*), *Crataegus songarica* K. Koch., *Fragaria vesca* L., *Fragaria viridis* (Duch.) Weston, *Geum urbanum* L., *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., *Potentilla canescens* Bess., *Potentilla gelida* C.A. Mey., *Potentilla multifida* L., *Potentilla reptans* L., *Potentilla supina* L., *Poterium polygamum* Waldst. et Kit., *Rosa albertii* Regel, *Rosa beggeriana* Schrenk ex Fisch. & C.A. Mey., *Rosa platyacantha* Schrenk, *Rubus caesius* L., *Sorbus tianschanica* Rupr., сонымен қатар Кетмен, Теріскей Алатауында (25a) 9 түрі өседі: *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Filipendula vulgaris* Moench, *Potentilla argentea* L., *Potentilla bifurca* L., *Potentilla chrysantha* (Zoll. & Moritzi) Trevir., *Potentilla longifolia* Willd. ex Schlecht., *Potentilla recta* L., *Rosa pimpinellifolia* L. (= *R. spinosissima*), *Spiraea chamaedryfolia* L., және Іле, Күнгей Алатауында (25), Қырғыз Алатауында (27) өсетін соңғы 2 түрі: *Rosa acicularis* Lindl. және *Rosa fedtschenkoana* Regel. [18].

1 - кесте

***Rosaceae* Juss. тұқымдасы дәрілік өсімдіктерінің туысы мен түрлерінің таралу саны**

Тұқымдасы	Туысы	Қазақстандағы дәрілік түрінің саны	Солтүстік Тянь-Шань флорасындағы дәрілік түрінің саны
<i>Rosaceae</i> Juss.	<i>Agrimonia</i> L.	2	1
	<i>Armeniaca</i> Scop.	1	1
	<i>Cerasus</i> Mill.	2	1
	<i>Chamaerhodos</i> Bunge	1	1
	<i>Cotoneaster</i> Medik.	2	2
	<i>Crataegus</i> L.	6	3
	<i>Filipendula</i> Mill.	2	2
	<i>Fragaria</i> L.	2	2
	<i>Geum</i> L.	3	3
	<i>Malus</i> Mill.	2	1
	<i>Orthurus</i> Juz.	2	1
	<i>Padus</i> Mill.	1	1
	<i>Potentilla</i> L.	25	17
	<i>Poterium</i> L.	3	1
	<i>Prunus</i> L.	2	1
	<i>Rosa</i> L.	10	10
	<i>Rubus</i> L.	4	3
	<i>Sanguisorba</i> L.	2	2
	<i>Sorbus</i> L.	2	1
<i>Spiraea</i> L.	5	2	
<b>Барлығы:</b>	<b>20</b>	<b>79</b>	<b>56</b>

Қазіргі уақытта Солтүстік Тянь-Шаньда *Rosaceae* Juss. тұқымдасының 56 түрі өседі, олардың арасында «Қазақстанның Қызыл кітабына» *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. [19], Тянь-Шаньның эндемигі *Armeniaca vulgaris* Lam. енгізілген, ал плантариум мәліметтері бойынша сирек кездесетін және жойылып кету қаупі бар дәрілік өсімдіктер ретінде 11 түр енгізілген, атап айтқанда: *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Potentilla canescens* Bess., *Potentilla chrysantha* Trev., *Potentilla conferta* Bunge., *Potentilla longifolia* Willd. ex Schlecht., *Potentilla nivea* L., *Potentilla recta* L., *Potentilla sericea* L., *Rosa corymbifera* Borkh., *Rosa pimpinellifolia* L. (= *R. spinosissima*), және *Sanguisorba alpina* Bunge.

*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt., қара жеміс ырғай — бұта, Қазақстанның жазық, далалы, ұсақ шоқылы, таулы шегінде кездеседі. Шикізат: жемістері. Құрамында С дәрумені, флавоноидтар, антоциандар бар. Іш өтуге, метеоризмге, дизентерияға, сепсиске, бактерияға қарсы қолданылады. Мезофит.



*Potentilla canescens* Bess., *ақша қазтабан* — көпжылдық, шөлдерден басқа барлық жерде кездеседі. Шикізат: тамыры. Құрамында алкалоидтар бар. Іш өту, гематурия, меноррагия кезінде қолданылады. Ксеромезофит.

*Potentilla chrysantha* Trev., *сарғұл қазтабан* — көпжылдық, Солтүстік Қазақстанның, Алтайдың, Тарбағатайдың, Жоңғар Алатауының шалғындары мен өзендерінің алқаптарында кездеседі. Шикізат: өсімдіктің барлығы. Құрамында флавоноидтар, фенолкарбон қышқылдары бар. Бактерияға қарсы, антифибринолитикалық, тромбoplastикалық ретінде қолданылады. Мезофит.

*Potentilla conferta* Bunge., *қысыңқы қазтабан* — көпжылдық, Алтайдан Теріскей Алатауына дейінгі дала шалғындары мен тау бөктерінде кездеседі. Шикізат: өсімдіктің жер үсті бөлігі. Құрамында флавоноидтар бар. Бактерияға қарсы, антифибринолитикалық, тромбoplastикалық құрал ретінде қолданылады. Ксеромезофит.

*Potentilla longifolia* Willd. ex Schlecht., *ұзын қазтабан* — көпжылдық, Тянь-Шань, Тарбағатай және Жоңғар Алатауы орта тауларының шалғындарында кездеседі. Шикізат: өсімдіктің барлығы. Асқазан-ішек ауруларында, атеросклерозда, гинекологиялық ауруларда қолданылады. Мезофит.

*Potentilla nivea* L., *қар қазтабан* — көпжылдық, Алтайдан Іле Алатауына дейінгі биік тауларда кездеседі. Шикізат: өсімдіктің жер үсті бөлігі. Құрамында алкалоидтар, кумариндер, флавоноидтар бар. Бактерияға қарсы қолданылады. Ксеромезофит.

*Potentilla recta* L., *түзу қазтабан* — көпжылдық, Алтай мен Жоңғар Алатауы, Тянь-Шань тауларында кездеседі. Шикізат: тамыры. Құрамында илік заттар бар. Гемостатикалық ретінде қолданылады. Ксеромезофит.

*Potentilla sericea* L., *жібек қазтабан* — көпжылдық, Алтайдан Іле Алатауына дейінгі тау баурайларында кездеседі. Шикізат: өсімдіктің жер үсті бөлігі. Құрамында флавоноидтар, кумариндер бар. Бактерияға қарсы, тромбoplastикалық ретінде қолданылады. Ксерофит.

*Rosa corymbifera* Wokh., *қалқан раушан* — бұта, Қырғыз Алатауында, Қаратауда және Батыс Тянь-Шаньда кездеседі. Шикізат: өсімдіктің барлығы. Құрамында фенолкарбон қышқылдары, флавоноидтар, каротиноидтар, С, Е, Р витаминдері бар. Анемия, астения, жара ауруы, гипоацидті гастрит, несеп және өт-тас ауруы кезінде қолданылады. Мезофит.

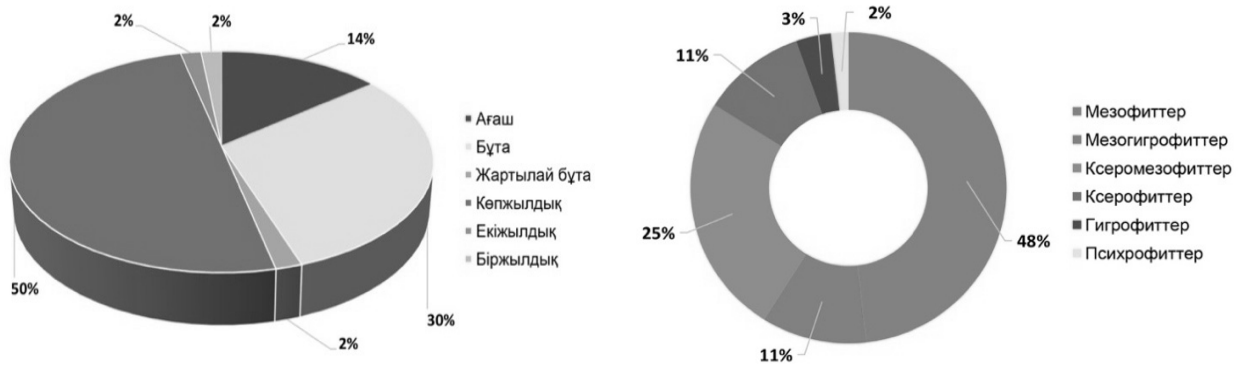
*Rosa pimpinellifolia* L., (= *R. spinosissima*), *аран раушан* — бұта, шөлден басқа, барлық жерде кездеседі. Шикізат: жемістері. Құрамында органикалық қышқылдар, каротиноидтар, С, Р витаминдері, флавоноидтар, антоциандар; О-гликозидирленген флавоноиддар (кемпферол және изорамнетин) бар. Мезофит.

*Sanguisorba alpina* Bunge., *альпа шелнасы* — көпжылдық, Алтайдан Батыс Тянь-Шаньға дейінгі биік тауларда кездеседі. Шикізат: өсімдіктің жер асты бөлігі. Құрамында катехиндер, лейкоантоцианидиндер, флавоноидтар бар. Гемостатикалық ретінде қолданылады. Гигрофит.

*Armeniaca vulgaris* Lam., *кәдімгі өрік* — ағаш, Жоңғар Алатауында және Тянь-Шаньда кездеседі. Эндемик. Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. Шикізат: жемістері, шырыш. Құрамында көмірсулар, органикалық қышқылдар, каротиноидтар, дәрумендер, фолий қышқылы, катехиндер, флавоноидтар бар; жапырақтарында, бұтақтарында май қышқылдары, хлорофилдер, каротиноидтар бар. Полидәрумен, іш жүргізетін ретінде қолданылады. Мезофит.

*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., *сиверс алма* — ағаш, Тарбағатайдан Батыс Тянь-Шаньға дейін кездеседі. Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. Шикізат: қабығы, жапырақтары, жемістері. Құрамында дигидрокальондар, көмірсулар, органикалық қышқылдар, С дәрумені, фенолкарбон қышқылдары, олардың туындылары, катехиндер, флавоноидтар, антоцианиндер бар. Дәрумен, бактерияға қарсы дәрі ретінде қолданылады. Ксеромезофит [16–19].

Өсімдіктердің белгілі бір жағдайларға бейімделуін көрсететін вегетативтік органдардың [20] өсу ұзақтығы мен өсу формасына негізделген тұқымдық өсімдіктердің тіршілік формаларының экологиялық-морфологиялық классификациясына сәйкес, аймақта ағаштың — 8, бұтаның — 17, жартылай бұтаның — 1, біржылдық өсімдік — 1, екіжылдық өсімдік — 1 және басым бөлігінде — кең экологиялық таралу амплитудасымен ерекшеленетін көпжылдық өсімдіктердің 28 түрі таралған (1-сур.).



1-сурет. *Rosaceae*Juss. тұқымдасы өсімдіктерінің экологиялық типтері мен тіршілік формаларының спектрі

Зерттелген түрлердің экологиялық спектрінде өсімдіктердің ылғалға қатынасы [21] бойынша мезофиттердің — 27 түрі, мезогигрофиттердің — 6 түрі, ксеромезофиттердің — 14 түрі, ксерофиттердің — 6 түрі, гигрофиттер — 2 түрі, психрофиттер — 1 түрі анықталды (1-сур.).

Алматы қ. Бас ботаникалық бағында дәрілік өсімдіктердің коллекциялық жер телімінде, XX ғасырдың соңында әлемдік және Қазақстанның табиғи флорасынан *Rosaceae* Juss. тұқымдасының дәрілік өсімдіктерінен 30 түрі жерсіндірілген. Жерсіндірілген дәрілік өсімдіктер үнемі жаңартылып және қайта отырғызылып тұрады, эксперименттік жер телімінде негізінен көпжылдық өсімдіктер өсіріледі, олар: *Agrimonia eupatoria* L., *Agrimonia asiatica* Juz., *Alchemilla vulgaris* L., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., және т.б., бірақ олардың арасында біржылдық немесе екіжылдық шөптесін өсімдіктер де кездеседі.

Ал Бас ботаникалық бақтың эксперименталды жер телімінде Солтүстік Тянь-Шань табиғи флорасының дәрілік өсімдіктерінің 7 түрі жерсіндіріліп зерттелген, олар:

*Agrimonia asiatica* Juz., *азия ошағаны* — биіктігі 30–140 см көпжылдық өсімдік, Алтай мен Тарбағатайда, Жоңғар және Іле Алатауында, Батыс Тянь-Шаньда кездеседі. Шикізаты: өсімдіктің жерүсті бөлігі. Құрамында флавоноидтар, тритерпеноидтар; фенолдық қосылыстар бар. Асқазан ауруларында, парадонтозда, бактерияға қарсы, гемостатикалық, несеп айдайтын ретінде қолданылады; антигистаминді, аллергияға қарсы, мембрананы тұрақтандыратын және бактерияға қарсы белсенділікті көрсетеді.

*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *шегіршін жапырақты үркегүл* — биіктігі 2 м дейінгі көпжылдық өсімдік, барлық жерде кездеседі. Шикізат: өсімдіктің барлығы. Құрамында дәрумендер, каротин, кумариндер, фенолды қосылыстар, фенолгликозидтері, халкондар, флавоноидтар, лейкоантоцианидиндер, катехиндер, эфир майы, стероидтар, жоғары май қышқылдары, каротиноидтар, майлы май, балауыз бар. Қалпына келтіретін, несеп айдайтын, геморройға қарсы, тыныштандыратын, жараға қарсы, антиспастикалық, жараны емдеу, диафоретикалық, антигельминтикалық, өт айдайтын, қан тамырларын нығайтатын, гипогликемиялық, қабынуға қарсы, стрестен қорғайтын құрал ретінде қолданылады.

*Filipendula vulgaris* Moench., *кәдімгі үркегүл* — көпжылдық, биіктігі 80 см дейін, барлық жерде кездеседі. Шикізат: өсімдіктің барлығы. Оның құрамында С және β-каротин, фенол гликозидтері, кумариндер, халкондар, флавоноидтар, фенолды қосылыстар, тритерпен қышқылдары, лейкоантоцианидиндер, фенолкарбон қышқылдары және олардың қосылыстары бар. Ол бактерияға қарсы, гемостатикалық, қабынуға қарсы, ісікке қарсы, несеп айдайтын, жараларды емдейтін, антифунгальді құрал ретінде қолданылады.

*Potentilla argentea* L., *күміс қазтабан* — көпжылдық, биіктігі 35 см дейін, Тянь-Шаньда кездеседі. Шикізат: өсімдік жерүсті бөлігі. Құрамында флавоноидтар, С витамині, фенолкарбон қышқылдары және олардың туындылары бар. Ол тұтқыр, қан тоқтатқыш, безгекке қарсы, антигельминтикалық, қабынуға қарсы, қысымды төмендететін, спазмолитикалық ретінде қолданылады.

*Potentilla recta* L., *тузу қазтабан* — көпжылдық, биіктігі 70 см дейін, Алтай, Тянь-Шань және Жоңғар Алатауы тауларында кездеседі. Шикізат: тамыры. Құрамында илік заттары бар. Ол гемостатикалық, іш жүрүін тоқтататын дәрі ретінде қолданылады.

*Fragaria vesca* L., орман бүлдірген — көпжылдық өсімдік, Қазақстанның көптеген аймақтарында, сонымен қатар Алтайдан Батыс Тянь-Шаньға дейінгі тауларда кездеседі. Шикізат: жапырақтары, гүлдері, жемістері. Құрамында көмірсулар, дәрумендер, флавоноидтар, антоцианиндер және лейкоантоцианиндер, хош иісті қосылыстар, органикалық қышқылдар, фенолды қосылыстар, фенолкарбон қышқылдары, кумариндер, эфир майлары бар. Ол лактогендік, бактерияға қарсы, сергітетін, жараны емдейтін, қабынуға қарсы, несеп айдайтын, қалпына келтіретін, түйілуді басатын, косметикалық, антигельминттік, өт айдайтын ретінде қолданылады.

*Fragaria viridis* (Duch.) Weston, жасыл бүлдірген — көпжылдық, биіктігі 25 см-ге дейін, Қазақстанның жазық және таулы аудандарында кездеседі. Шикізат: жапырақтары, гүлдері, жемістері. Құрамында көмірсулар, органикалық қышқылдар, таниндер, рутин, эфир майы, С дәрумені бар. *Fragaria vesca* L. және т. б. сияқты несеп айдататын ретінде пайдаланылады [16, 20, 21].

2 - к е с т е

## Жерсіндірілген дәрілік өсімдіктердің салыстырмалы даму кезеңдері

Түрі	Өсімдіктің (генеративті бұтақтың) биіктігі, см		Вегетациялық кезеңдер			
	Табиғи орта	Жерсіндірілген	Гүлдеу		Жемістену	
			Табиғи орта	Жерсіндірілген	Табиғи орта	Жерсіндірілген
<i>Agrimonia asiatica</i> Juz.	30–140	60–110	VI–VII	VI	IX	VIII–IX
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	130–200	90–130	VI–VII	VI	VII–VIII	VII–VIII
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	30–80	77–83	VI	V–VI	VIII	VI–VII
<i>Potentilla argentea</i> L.	10–35	37–40	VI–VII	V–VI	VII–VIII	VII — VIII
<i>Potentilla recta</i> L.	30–70	56–63	VI–VII	V	VII–VIII	VI–VII
<i>Fragaria vesca</i> L.	5–30	13–16	V–VI	V	VI–VII	V–VI
<i>Fragaria viridis</i> (Duch.) Weston	25-ке дейін	9–17	V–VI	V	VI–VII	V–VI

Жерсіндірілген дәрілік өсімдіктердің салыстырмалы даму кезеңдері 2-кестеде көрсетілгендей табиғи жағдайда гүлдеу мерзіміне сыртқы факторда өз әсерін тигізеді. Климаттық жағдай дәрілік өсімдіктердің өсуі үшін маңызды рөл атқарады. Маусымның бірінші онкүндігінде (*Agrimonia asiatica* Juz., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Filipendula vulgaris* Moench, *Potentilla argentea* L., *Potentilla recta* L.) гүлдеу мерзімі басталады. Олардың арасындағы *Fragaria vesca* L., және *Fragaria viridis* (Duch.) Weston мамырдың бірінші онкүндігінде гүлдейді. Гүлдену кезеңі екі айға жуық, ал *Agrimonia asiatica* Juz. үшін жеміс беру қыркүйек айының бірінші онкүндігінде, ал қыркүйек айының соңында пісіп жетіледі, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Potentilla argentea* L. және *Potentilla recta* L. жеміс беруі шілдеде және тамыздың екінші онкүндігінде толық піседі, *Filipendula vulgaris* Moench шілде мен тамызда жеміс береді, олардың арасында *Fragaria vesca* L., және *Fragaria viridis* (Duch.) Weston маусым айының бірінші онкүндігінен шілде айының екінші онкүндігінде жеміс береді.

Алматы қ. Ботаникалық бақ жағдайында жүргізілген тәжірибемізде *Agrimonia asiatica* Juz., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. дәрілік өсімдіктер маусымның бірінші онкүндігінде гүлдей бастайды, кейбір түрлері *Fragaria viridis* (Duch.) Weston және *Fragaria vesca* L. мамыр айының бірінші онкүндігінде гүлдейді, ал *Filipendula vulgaris* Moench және *Potentilla argentea* L. мамырдың үшінші онкүндігінде және маусымның бірінші онкүндігінде, мамыр айының екінші онкүндігінде *Potentilla recta* L. гүлдей бастайды. *Agrimonia asiatica* Juz. жемістенуі тамыз айының үшінші онкүндігінде басталады, ал толық пісуі қыркүйек айында, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim және *Potentilla argentea* L. шілде айының үшінші онкүндігінде, ал толық жетілуі тамыз айында, *Filipendula vulgaris* Moench және *Potentilla recta* L. маусымның үшінші онкүндігінде, ал толық жетілуі шілденің екінші онкүндігінде, олардың арасындағы *Fragaria vesca* L. және *Fragaria viridis* (Duch.) Weston — мамыр айының үшінші онкүндігінде жеміс береді, маусымның екінші онкүндігінде толық піседі [2, 16, 18].

Дәрілік өсімдіктердің жерсіндіру көрсеткіші 3-нші кестеде көрсетілгендей тұқым сапасы (1000 дана тұқым салмағы, тұқымның зертханалық өнгіштігі, өсу қуаттылығы), далалық өнгіштігі және ЖТИ көрсеткіштері арқылы анықталды. Зерттеу нәтижелеріне негізделсек, біздің жағдайымызда зерттелген түрлерде тұқым сапасы *Potentilla argentea* L., *Potentilla recta* L. да ең жоғары көрсеткіш ал далалық өнгіштік *Fragaria vesca* L., *Fragaria viridis* (Duch.) Weston да болды, ЖТИ аталған 7 түрде де

4–6 аралығында ауытқыды. Демек, зерттелген түрлерде толық жетілген тұқым, тұқым салмағының тұрақтылығы мен тұрақты өңгіштік байқалды.

3 - кесте

## Дәрілік өсімдіктердің жерсіндіру көрсеткіштері

Түрі	Тіршілік формасы	Тұқым сапасы			Далалық өңгіштігі, жерсінуі%	ЖТИ*
		1000 дана тұқым салмағы, г	Тұқымның зертханалық өңгіштігі, %	Тұқымның өсу қуаты, %		
<i>Agrimonia asiatica</i> Juz.	Көпжылдық	27,2	0–20	0	24	6
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.		0,510	0	0	15	4
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench		0,7	27–42	10–28	57	6
<i>Potentilla argentea</i> L.		0,08	60–85	42–58	59	5
<i>Potentilla recta</i> L.		0,250	68–95	22–26	88	6
<i>Fragaria vesca</i> L.		0,733	51–62	20–23	93	5
<i>Fragaria viridis</i> (Duch.) Weston		0,733	63–71	20–30	86	5

Ескерту. \*ЖТИ — жерсіндірудің табысты индексі.

Өсімдіктер интродукциясының ең маңызды сәттерінің бірі олардың толық даму циклынан өтуі болып табылады. Өсу ерекшеліктері мен даму ырғағын зерттеу, өсімдіктердің бейімделу мүмкіндіктерін бағалауға және оларды одан әрі қолдану перспективаларын белгілеуге мүмкіндік береді.

## Қорытынды

Жүргізілген жерсіндіру жұмыстарының нәтижелеріне негізделі отырып, табиғи флорадағы дәрілік өсімдік түрлерінің гүлдеу мерзімімен жерсіндірілген түрлердің гүлдеу мерзімінде айтарлықтай айырмашылықтар болды, яғни табиғи флорада дәрілік өсімдіктер шамамен бір ай кеш гүлдейді. Табиғи ортада өсетін дәрілік өсімдіктердің гүлденуі мен жеміс беруінің даму кезеңдерінде де айырмашылықтар байқалды. Жерсіндіру жағдайында зерттелінген дәрілік өсімдіктердің жеміс беруі, абиотикалық факторларға, айталық температуралық режимге байланысты ерекшеленеді. Жерсіндірілген түрлерде Алматы қаласының температурасына байланысты дәрілік өсімдіктердің гүлденуі жедел түрде өтеді. Даму кезеңдерін бақылау нәтижелері көрсеткендей, тек 1 түрі гүлдеген тұқым бермеген, ал қалған 6 түрі гүлдеп және жеміс бергені анықталды. Жерсіндірілген дәрілік өсімдіктердің 7 түрі толық даму циклынан өтіп, гүлденуі айтарлықтай тұрақты, толыққанды тұқым беріп, көпшілігі жақсы бейімделді. Бұл мәліметтер бізге пайдалы, тағамдық және техникалық өсімдіктерді жерсіндіре отырып, өсіріп, көбейтіп, тереңдете зерттеуге, дәрілік өсімдіктердің қолданылу аясын кеңейтуге, медицинадағы емдік қасиеттерінің толықтай ашылуына, сондай-ақ отандық фармацевтика саласындағы сұранысты толықтауға, биоалуантүрлілікті сақтауға мүмкіндік беретіндігін көрсетті.

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Грудзинская Л.М. Список лекарственных растений Казахстана / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева. — Алматы, 2012. — 61 с.
- 2 Растения природной флоры Казахстана в интродукции: справ. — Алма-Ата: Ғылым, 1990. — 287 с.
- 3 Соколов С.И. Почвы Алма-Атинской области / С.И. Соколов, И.А. Ассинг, А.Б. Курманғалиев, С.К. Серпиков. — Алма-Ата, 1962. — 424 с.
- 4 Бейдемман И.Н. Изучение фенологии растений / И.Н. Бейдемман // Полевая геоботаника. — М.; Л., 1960. — Т. 2. — С. 333–363.
- 5 Вайнагий И.В. К методике изучения семенной продуктивности растений / И.В. Вайнагий // Бот. журн. — 1974. — Т. 59, № 6. — С. 826–831.
- 6 Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. — М., 1975. — 27 с.
- 7 Методика исследований при интродукции лекарственных растений. — М., 1984. — 39 с.
- 8 Методические указания по семеноведению интродуцентов. — М., 1980. — 64 с.

- 9 Черных И.В. Интродукция пряно-ароматических и эфиромасличных растений в условиях лесостепной зоны Южного Предуралья и их использование в экопротективной помощи населению: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 — «Ботаника» / И.В. Черных. — Уфа, 2004. — 142 с.
- 10 Коропачинский И.Ю. Современные проблемы интродукции растений в Сибири // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы III Междунар. конф. — Кемерово, 2012. — С. 4–14.
- 11 An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Botanical Journal of the Linnean Society. — 2016. — No. 81. — P. 1–20.
- 12 Гельтман Д.В. Современные системы цветковых растений / Д.В. Гельтман // Бот. журн. — 2019. — Т. 104, № 4. — С. 503–527.
- 13 Растения мира онлайн [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.plantsoftheworldonline.org>
- 14 Плантариум. Открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.plantarium.ru>
- 15 The Plant List. 2013. Version 1.1. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/>.
- 16 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — С. 200.
- 17 Быков Б.А. Экологический словарь / Б.А. Быков. — Алма-Ата, 1988. — 212 с.
- 18 Флора Казахстана. — Алма-Ата, 1956. — Т. 1. — 354 с.; 1958. — Т. 2. — 292 с.; 1960. — Т. 3. — 460 с.; 1961. — Т. 4. — 548 с.; 1961. — Т. 5. — 515 с.; 1963. — Т. 6. — 465 с.; 1964. — Т. 7. — 497 с.; 1965. — Т. 8. — 447 с.; 1966. — Т. 9. — 640 с.
- 19 Қазақстанның Қызыл кітабы. 2-басылым, өңделген және толықтырылған. 2-ші том: Өсімдіктер. — Астана, ЖШС «АргPrint XXI», 2014. — 452 б.
- 20 Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / И.Г. Серебряков // Полевая геоботаника. — М.; Л., 1964. — Т. 3. — С. 146–205.
- 21 Шенников А.П. Экология растений / А.П. Шенников. — М.: Сов. наука, 1950. — 385 с.

С.Ж. Ерекеева, Р.Б. Арысбаева, А. Мусрат,  
Ласло Орлоци, Т.А. Базарбаева, Г.А. Муканова

### **Интродукция лекарственных растений семейства *Rosaceae* Juss. природной флоры Северного Тянь-Шаня**

Семейства *Rosaceae* Juss. являются космополитными растениями и произрастают во многих частях земного шара. Кроме пищевых и декоративных растений, среди них встречаются и лекарственные виды. Повышение потенциала применения лекарственных растений в настоящее время является одной из первоочередных задач, требующих комплексного изучения растений отдельно от их природной флоры, выращивания и сохранения видов. В статье уделено внимание казахстанским видам растений семейства *Rosaceae* Juss., особенностям их роста и распространения, дана краткая характеристика видов, находящихся под угрозой исчезновения, согласно литературным данным и интернет-источникам. Описаны особенности интродукции 30 видов растений сем. *Rosaceae* Juss. из мировой и казахстанской флоры в Главном ботаническом саду г. Алматы, приведен анализ показателей интродукции (показатели фенологического наблюдения и качества семян) 7 лекарственных видов растений сем. *Rosaceae* Juss. (*Agromonia asiatica* Juz., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Filipendula vulgaris* Moench, *Potentilla argentea* L., *Potentilla recta* L., *Fragaria vesca* L. и *Fragaria viridis* (Duch.) Weston), интродуцированных из флоры Северного Тянь-Шаня. Авторами дано краткое заключение по сведениям об интродукции, полученным на основе индекса успешной интродукции.

*Ключевые слова:* Северный Тянь-Шань, *Rosaceae* Juss., интродукция, лекарственное растение, индекс успешной интродукции.

S.Zh. Yerekeyeva, R.B. Arysabayeva, A. Musrat,  
László Orlóci, T.A. Bazarbayeva, G.A. Mukanova

### **Introduction of medicinal plants of the family *Rosaceae* Juss. of the Natural Flora of Northern Tien Shan**

*Rosaceae* Juss. family have more cosmopolitan plants growing in many parts of the globe. Apart from food and decorative plants, there are also medicinal plant species. Increasing the potential of the use of medicinal plants currently represents one of the top-priority objectives that requires a comprehensive study of plants in isolation from natural flora, growing and preserving the species. The article focuses on Kazakhstanian plant species of the *Rosaceae* Juss. family, and specifics of their growth and distribution. Endangered species, as reported in the literature and online sources, are briefly described. Also, the specifics of introducing 30 plant

species of family *Rosaceae* Juss. from global and Kazakhstan flora in the Main Botanic Garden of Almaty are described, introduction parameters (phenological observation and seed quality parameters) are analyzed for 7 medicinal plant species (*Agrimonia asiatica* Juz., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Filipendula vulgaris* Moench, *Potentilla argentea* L., *Potentilla recta* L., *Fragaria vesca* L., and *Fragaria viridis* (Duch.) Weston) are introduced from the Northern Tien Shan flora, and a brief summary of the introduction details obtained on the basis of the successful introduction index is provided.

*Keywords:* Northern Tien Shan, *Rosaceae* Juss., introduction, medicinal plant, successful introduction index

## References

- 1 Grudzinskaya, L.M., & Gemejeyeva, N.G. (2012). *Spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [List of medicinal plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 2 *Rastenii prirodnoi flory Kazakhstana v introduksii [Plants of the natural flora of Kazakhstan in the introduction]*. (1990). Alma-Ata: Hylim [in Russian].
- 3 Sokolov, S.I., Assing, I.A., Kurmangaliyev, A.B., & Serpikov, S.K. (1962). *Pochvy Alma-Atinskoi oblasti [Soils of Alma-Ata region]*. Alma-Ata [in Russian].
- 4 Beydeman, I.N. (1960). Izuchenie fenologii rastenii [The study of plant phenology]. *Polevaia heobotanika — Field geobotany* (Vol. 2). Moscow–Leningrad [in Russian].
- 5 Vaynagiy, I.V. (1974). K metodike izuchenii semennoi produktivnosti rastenii [To the method of studying the seed productivity of plants]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 59, 6, 826–831 [in Russian].
- 6 *Metodika fenologicheskikh nabliudeni v botanicheskikh sadakh SSSR [The methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]* (1975). Moscow [in Russian].
- 7 *Metodika issledovani pri introduksii lekarstvennykh rastenii [Research technique for the introduction of medicinal plants]* (1984). Moscow [in Russian].
- 8 *Metodicheskie ukazaniia po semenovedeniiu introdutsentov [Guidelines for seed introduction of introducers]* (1980). Moscow [in Russian].
- 9 Chernykh, I.V. (2004). Introduksiia priano-aromaticheskikh i efiromaslichnykh rastenii v usloviakh lesostepnoi zony Yuzhnogo Preduralia i ikh ispolzovanie v ekoprotektivnoi pomoshchi naseleniiu [Introduction of aromatic and essential oil plants in the forest-steppe zone of the South Urals and their use in eco-protective assistance to the population]. *Candidate's thesis*. Ufa [in Russian].
- 10 Koropachinskiy, I.Yu. (2012). Sovremennye problemy introduksii rastenii v Sibiri [Modern problems of plant introduction in Siberia]. Proceedings from Problems of industrial botany of industrial developed regions: *III Mezhdunarodnaia konferentsiia — III International conference*. (p. 4–14). Kemerovo [in Russian].
- 11 An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV (2016). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20.
- 12 Gel'tman, D.V. (2019). Sovremennye sistemy tsvetkovykh rastenii [Modern flowering plant systems]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 104(4), 503–527 [in Russian].
- 13 Plants of the world online. [www.plantsoftheworldonline.org](http://www.plantsoftheworldonline.org) Retrieved from <http://www.plantsoftheworldonline.org>.
- 14 Plantarium. Otkryti onlain atlas-opredelitel rastenii i lishainikov Rossii i sopredelnykh stran [Plantarium. Open online atlas identifier of plants and lichens in Russia and neighbouring countries]. [www.plantarium.ru](http://www.plantarium.ru) Retrieved from: <http://www.plantarium.ru> [in Russian].
- 15 The Plant List. 2013. Version 1.1. [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) Retrieved from <http://www.theplantlist.org/>.
- 16 Grudzinskaya, L.N., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V., & Karzhaubekova, Zh.Zh. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 17 Bykov, B.A. (1988). *Ekologicheskii slovar [Ecological Dictionary]*. Alma-Ata [in Russian].
- 18 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1956–1966). (Vols. 1–9). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 19 *Qazaqstannyn Qyzyl kitaby [Red Data Book of Kazakhstan]* (2014). (2<sup>nd</sup> ed.). Vol. 2: Plants. Astana: LTD «AprPrintXXI» [in Kazakh].
- 20 Serebryakov, I.G. (1964). Zhiznennye formy vysshikh rastenii i ikh izuchenie [Life forms of higher plants and their study]. *Polevaia heobotanika — Field geobotany*. (Vol. 3). Moscow; Leningrad [in Russian].
- 21 Shennikov, A.P. (1950). *Ekolohiia rastenii [Plant Ecology]*. Moscow: Sovetskaia nauka [in Russian].

Sh.K. Yeleupayeva\*, A.S. Dinmukhamedova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

\*Corresponding author: a\_a\_shynar@mail.ru

## Etiological structure of infectious agents in the urinary tract among children

The article presents the results of the research of etiological structure of urinary tract infection among children. Out of the total number of urological and nephrological sick children's research, it is defined that 283 microorganisms selected from the urine were found. 63.2 % of the total number of children in nephrological department is related to only urological diseases. In recent, there has been an open trend to increase a frequency of diseases of the urinary system. Over the past five years, the number of diseases of the genitourinary system in urban children in Kazakhstan has increased to 65 %. The review shows that inflammatory diseases of kidneys and urinary tract take the second place after acute respiratory diseases of upper breathing tract. In this work, it is established that a causative agent of urinary system infection among children is pathogenic, as well as relative-pathogenic microorganisms. As it is shown, the leading etiological agent of uroinfection is *Staphylococcus epidermidis* (13.9 %), *Escherichia coli* (12.2 %), *Enterobacter cloacae* (7.8 %). In some cases, streptococcus are excreted. Also, there were dominant pathogens of nephroinfection among children such as *Escherichia coli* (21.1 %), *Enterococcus faecalis* (9.6 %), *Staphylococcus epidermidis* (20.1 %). Some types of *Candida* fungi in the formation of the urinary tract and kidney infection (mostly *C.albicans* (9.5 %), *C.kruseae* (8.1 %), *C.glabrata* (5.6 %) pathogens) are observed in the study of urine in children. During the general research, it was found that the etiological agents of urinary system among children consist of a huge microbiological spectrum, especially among children living in urban areas.

**Keywords:** urinary tract infections (UTI), etiology, microflora, accretions, bacteriuria, uropathogen, pyelonephritis, nephrology.

The prevalence of urinary tract infections (UTI) among children remains as an important issue in pediatric nephrology, because this group of diseases takes the first place in the structure of nephropathy compared to other types of glomerulonephritis and kidney disease [1–5].

According to the statistics in recent years of XX century, latent current pyelonephritis (PN) occurs in 2–22 % and asymptomatic forms of bacteriuria have occurred only in 1–3 % of healthy girls, and UTIs are related to the diseases that do not pose a serious threat to children's health [6–8].

And in the recent five years of the XXI century, these indicators have increased from 5 % to 12 % in one city in Kazakhstan, and even the surgical treatment of some recurrent forms of UTIs and structural abnormalities of the urinary tract have caused one of the most complex and dangerous problems in children's lives [9, 10].

In spite of the achievements of theoretical and practical nephrology, the world and Kazakhstan are showing high rates of the prevalence of infectious diseases of the urinary system among children. According to statistics, over the recent five years, the incidence of UTIs among children has increased 1.8 times among children under 14 years, and 2 times among adolescents [11]. The reason for this is the first emerging or developing symptoms in the physiology of adolescents in the past, but, at present, UTIs are also visible in young children and newborns.

Based on the research, it was found that the frequency of nephrological and urological diseases among children and adolescents in the cities of the Irtysh region was due not only to their genetic and medical factors, but also to technogenic pollution of water and air basins [12, 13].

According to this, we are considering a special assessment of the various risk factors that contribute to the development of nephrological and urological diseases of children in the Irtysh region.

The growth rate of statistics shows the highest level for the last three years in the cities on the territory of the Irtysh River (Karaganda city) [14].

While assessing the taxonomic structure of the agents of this pathology in children, it is known that the microorganisms of Enterobacteriaceae (up to 80–90 %) family takes the basic place in the spectrum of bacterial uropathogens. In particular, *E. coli* is a definite leader.

The flora of gram-positive cocci (about 10–20 %) takes the second place, mainly were the bacterias of *Enterococcus* and *Staphylococcus* family. The third group is a group of relatively rare microorganisms,

including non-enzymatic gram-negative bacillus (for example, *Pseudomonas aeruginosa*) and non-spore-forming anaerobes (*Bacteroides* families) and others [15]. Pathogens of *Candida* (mostly *C. albicans*) fungi which cause urinary tract and kidney infections were also found in our research.

The aim of the work: to study the etiological structure of urinary tract infections among children.

#### *Research material and methods*

The work is based on the project from January to December which was conducted between 2017–2018 in Karaganda city. A complex of clinical-laboratory test was conducted in the nephrology department of Regional Children's Clinical Hospital (RCCH) for the patients with inflammatory diseases of urinary system, born and brought up only in the city.

First of all, 283 children of nephrological and urological nature were divided into two groups. Quantitative bacteriological method was used to determine the urinary microflora of patients with inflammatory diseases of the urinary system. Material was taken from the patients 1–2 days before the start of antibiotic therapy. The material obtained from the examined individuals was grafted to Endo, Kalin, Saburo and blood agar media. After isolation of the pure culture and gram staining the microorganisms were identified in a microbiological computer analyzer. Types of microorganisms  $10^4$  and higher than that were taken as etiological factor excreted from the urine. The obtained data were processed by the method of variation statistics. The degree of reliability of the results was estimated by the probability of difference (P) based on the observed numbers of the relative series ( $n_1 n_2 \dots$ ) on the Student's attribute.

#### *The results of research and discussion*

283 cultures of microorganisms excreted from the urine of sick children of urological and nephrological nature were studied. In general, 63.2 % of sick children in the nephrology department were registered only with urological diseases.

The urinary microflora of 179 children with urological symptoms in the nephrology department of Karaganda in 2017–2018 is given in Table 1.

Table 1

**Etiological structure of the urinary microflora of children with urological diseases in the nephrology department**

№	Excreted microorganisms	January – December	
		abs	%, M±m
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	4	2.2±1.1
2	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	25	13.9±2.5
3	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	9	5.02±1.6
4	<i>Enterococcus faecium</i>	11	6.1±1.7
5	<i>Enterococcus faecalis</i>	12	6.7±1.8
6	<i>Escherichia coli</i>	22	12.2±2.4
7	<i>Enterobacter aerogenes</i>	13	7.2±1.9
8	<i>Enterobacter agglomerans</i>	6	3.3±1.3
9	<i>Enterobactersakazakii</i>	2	1.1±0.8
10	<i>Proteus mirabilis</i>	2	1.1±0.8
11	<i>Proteus aerogenosa</i>	1	0.5±0.5
12	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0.5±0.5
13	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1.1±0.8
14	<i>Enterobactercloacae</i>	14	7.8±2.0
15	<i>Hafnia alvei</i>	3	1.6±0.9
16	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	0.5±0.5
17	<i>Citrobacter freundii</i>	1	0.5±0.5
18	<i>Candida albicans</i>	22	12.2±2.4
19	<i>Candida kruseae</i>	15	8.3±2.1
20	<i>Candida glabrata</i>	12	6.7±1.8
21	<i>Moraxella catarrhalis</i>	1	0.5±0.5
<b>Total</b>		<b>179</b>	<b>100</b>



The etiological structure of the urinary microflora of sick children in urological discussion was determined by 21 species, as shown in Table 1 below. *Enterococcus faecalis* — 6.8 %, *Enterococcus faecium* — 6.2 %, *Escherichia coli* — 12.5 %, *Staphylococcus epidermidis* — 14 %, *Enterobacter aerogenes* — 7.2 %, *Candida glabrata* — 6.7 %, *Candida kruseae* — 8.3 %, *Candida albicans* — 12.3 %, *Enterobacter cloacae* — 7.8 % are related to dominant species.

The spectrum of microflora isolated from the urine of sick children with urological symptoms is shown in Figure 1.

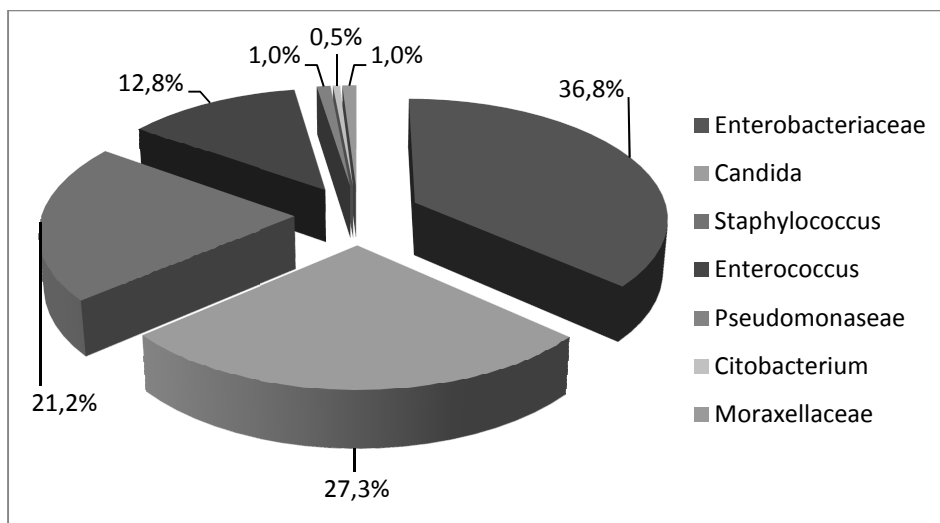


Figure 1. Spectrum of microflora excreted from the urine of sick children with urological symptoms

In the picture below, the first place was taken by the representatives of the family *Enterobacteriaceae* excreted from the urine of children with urological diseases — 36.8 %. It shows this number out of the total quantity of excreted microorganisms, *Enterococcus* relative representatives — 12.8 %, *Staphylococcus* relatives — 21.2 %. Non-fermented gram-negative bacteria taken from the urine of patients with uroinfection were excreted in the amount of 36.8 %, and *Pseudomonas aeruginosa* comprised 1.11 % out of the total number of non fermenting gram negative bacteria (FGNB). 27.3 % is related to *Candida fungi*.

And the urinary microflora of children with nephrological diseases in the children's clinical hospital in Karaganda is given in Table 2. One of the peculiarity of this is the indicators of microbiotic spectrum of children with impaired renal function and those treated for congenital renal insufficiency. The etiological structure of the urinary microflora of children with nephrological diseases in 19 forms is shown in the Table 2.

Table 2

#### Etiological structure of the urinary microflora of children with nephrological diseases

№	Excreted microorganisms	January – December	
		abs	%, M±m
1	2	3	4
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	2	1.9±1.3
2	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	21	20.1±3.9
3	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	3	2.8±1.6
4	<i>Enterococcus faecium</i>	1	0.9±0.9
5	<i>Enterococcus faecalis</i>	10	9.6±2.8
6	<i>Escherichia coli</i>	22	21.1±4.0
7	<i>Enterobacter aerogenes</i>	4	3.8±1.9
8	<i>Enterobacter agglomerans</i>	2	1.9±1.3
9	<i>Enterobactersakazakii</i>	4	3.8±1.9
10	<i>Enterococcus durans</i>	3	2.8±1.6
11	<i>Proteus mirabilis</i>	2	1.9±1.3
12	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0.9±0.9

Continuation of Table 2

1	2	3	4
13	<i>Enterobacter cloacae</i>	5	4.8±2.0
14	<i>Hafnia alvei</i>	2	1.9±1.3
15	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	3.8±1.9
16	<i>Citrobacter freundii</i>	1	0.9±0.9
17	<i>Candida albicans</i>	5	4.8±2.0
18	<i>Candida kruseae</i>	8	7.6±2.6
19	<i>Candida glabrata</i>	4	3.8±1.9
<b>Total</b>		<b>104</b>	<b>100</b>

In general, 104 cultures were studied. *Enterococcus faecalis* — 9.6 %, *Escherichia coli* — 21.1 %, *Staphylococcus epidermidis* — 20.1 %, *Candida glabrata* — 6.7 %, *Candida kruseae* — 7.7 %, *Candida albicans* — 4.8 %, *Enterobacter cloacae* — 4.8 % are related to dominant species.

Figure 2 shows the spectrum of microflora isolated from the urine of children with nephrological diseases.

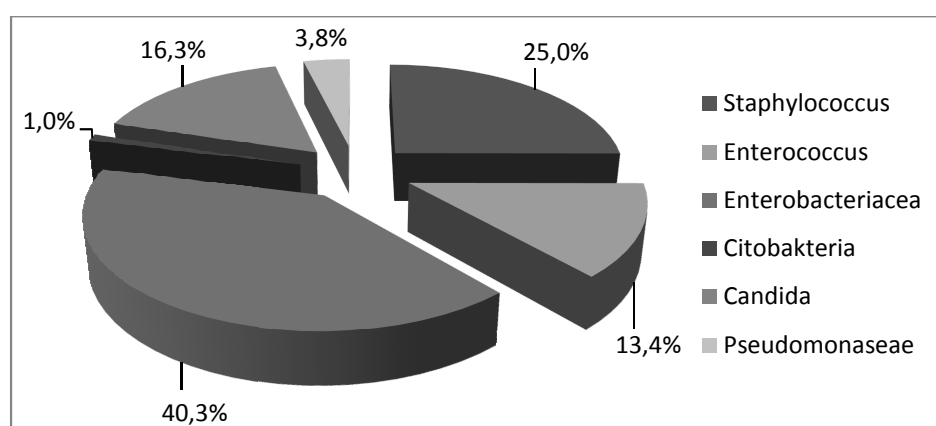


Figure 2. Spectrum of microflora isolated from the urine of children with nephrological diseases

As it is shown in Figure 2, 40.3 % of *Enterobacteriaceae* family takes the first place to be excreted from the urine of children with nephrological symptoms. *Enterococcus* takes the second place, 13.4 % of the total number of excreted microorganisms is related to its fraction. 26 cultures were included in *Staphylococcus* relative, it comprised 25.1 %. Fungi are separated in the amount of 16.3 %.

#### Conclusion

Thus, the research revealed that out of a total of 283 cultures are divided into two sections, urological and nephrological, the leading of urinary tract infections can be pathogenic, as well as relative-pathogenic microorganisms to etiological agents. In our research, the etiological structure of the pathogens of urinary tract infections of children was the leading agent *Staphylococcus epidermidis* (16.2 %), *Escherichia coli* (15.5 %), *Enterococcus faecalis* (7.7 %), *Enterobacter cloacae* (4.9 %), *Enterobacter aerogenes* (4.5 %).

According to world statistics, the first row of urinary tract infections *Escherichia coli* accounts for 90 %, *Enterococcus* 5–7 %, *Klebsiella* 4–6 %. And our research shows that the class of bacilli is dominated by the bacterium *Staphylococcus epidermidis*. It is a conditionally pathogenic bacterium that causes purulent infection of the skin mucosa of the urinary system.

#### References

- 1 Борисова Т.П. Инфекция мочевой системы у детей. Ч. 1 / Т.П. Борисова, И.В. Багдасарова // Клиническая медицина. — 2014. — Т. 3, № 1. — С. 20–24.
- 2 Захарова И.Н. Инфекция мочевой системы у детей и современные представления об этиологии / И.Н. Захарова // Нефрология и диализ. — 2015. — № 1 — С. 48–54.

- 3 Ешимова С. Антибиотикочувствительность штаммов *Enterococcus faecalis*, выделенных от больных с инфекциями мочевыводящей системы / С. Ешимова, Ж. Тулегенова, Н. Кенжебаева, А. Динмухамедова // Клиническая медицина Казахстана. — 2015. — № 4 (38). — С. 46–49.
- 4 Статистика здравоохранения Республики Казахстан. 2019 // Инфекционная заболеваемость населения Республики Казахстан в 2017–2018 годах. — Нур-Султан, 2019.
- 5 Кузнецова А.А. Водно-солевой обмен и функции почек у детей при целиакии и хроническом гастродуодените / А.А. Кузнецова, М.О. Ревнова, Ю.В. Наточин // Педиатрия. — 2015. — Т. 2, № 5. — С. 27–31.
- 6 Клейн С.В. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, А.С. Сбоев // Гигиена и санитария. — 2016. — № 1. — С. 10–14.
- 7 Сафина А.И. Формирование хронической болезни почек у детей раннего возраста, родившихся глубоко недоношенными / А.И. Сафина, Г.А. Абдуллина, М.А. Даминова // Педиатрия. — 2016. — № 95 (5). — С. 17–21.
- 8 Писклаков А.В. Показатели профилометрии уретерovesикального соустья при пузырно-мочеточниковом рефлюксе у детей с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря / А.В. Писклаков, А.С. Шевляков // Педиатрия. — 2016. — № 95 (5). — С. 132–135.
- 9 Корсунский А.А. Комплексное лечение рецидивирующего цистита при нейрогенной дисфункции мочевого пузыря у девочек / А.А. Корсунский, Н.Б. Гусева, Е.Я. Гаткин, И.А. Корсунский // Педиатрия. — 2017. — № 96 (1). — С. 209–211.
- 10 Васильев А.О. Изменение микрофлоры мочи у пациентов с мочекаменной болезнью / А.О. Васильев, А.В. Говоров, А.А. Ширяев // Урология. — 2018. — № 6. — С. 26–31.
- 11 Дутов В.В. Оценка бактериологического анализа мочи у пациентов с длительным дренированием мочевого пузыря / В.В. Дутов, С.Ю. Буймистр, Е.В. Русанова // Урология. — 2018. — № 6. — С. 32–36.
- 12 Акбар М. Урологические осложнения после трансплантации почки / М. Акбар // Клиническая медицина Казахстана. — 2018. — № 3 (49). — С. 24–27.
- 13 Ли В. Механизмы повреждения клеток крови и почек при экзогенных токсических нефропатиях / В. Ли, Л. Демичук // Клиническая медицина Казахстана. — 2019. — № 1 (51). — С. 21–26.
- 14 Сизонов В.В. Результаты лечения новорожденных с постренальной анурией, обусловленной обструкцией грибковыми bezoарами верхних мочевыводящих путей / В.В. Сизонов, В.И. Дубров, Н.Р. Акрамов, Н.В. Марков, И.М. Каганцов, А.Х.-А. Шидаев // Педиатрия и урология. — 2020. — № 1. — С. 81–85.
- 15 Палагин И.С. Состояние антибиотикорезистентности возбудителей внебольничных инфекций мочевыводящих путей в России, Беларуси и Казахстане: результаты многоцентрового международного исследования «Дармис-2018» / И.С. Палагин, М.В. Сухорукова, А.В. Дехнич, М.В. Эйдельштейн // Урология. — 2020. — № 1. — С. 19–31.

Ш.К. Елеупаева, А.С. Динмухамедова

### Балалар арасында зэр шығару жолдарындағы инфекциялық қоздырғыштардың этиологиялық құрылымы

Мақалада балалар арасында зэр шығару жолдары инфекциясының этиологиялық құрылымының зерттеу нәтижелері көрсетілген. Жалпы зерттелінген урологиялық және нефрологиялық науқас балалар несептерінен бөлініп алынған 283 микроорганизм культуралар ішінде жалпы нефрология бөліміндегі науқас балалардың 63,2 %-ы тек урологиялық ауруға шалдыққандар қатарында екені белгілі болды. Соңғы жылдары несеп шығару жүйесі мүшелерінің ауруға шалдығу жиілігінің өсуіне ашық тенденция байқалған. Соңғы бес жыл аралығында Қазақстанда несеп-жыныстық жүйесінің ауру саны қалада тұратын балаларда 65 % дейін өскен. Бүйрек және несеп жолдарының қабыну аурулары беткі тыныс алу жолдарының өткір респираторлы ауруларынан кейін екінші орынды алатындығы бойынша шолу жасалынған. Бұл зерттеуде балалар арасында несеп шығару жүйесі инфекциясының қоздырғышы патогенді, сонымен бірге, шартты-патогенді микроорганизмдердің бола алатыны анықталынған. Көрсетілгендей, уроинфекцияның жетекші этиологиялық агенті *Staphylococcus epidermidis* (13,9 %), *Escherichia coli* (12,2 %), *Enterobacter cloacae* (7,8 %) болып табылады. Кей жағдайда ғана стрептококкалар бөлініп алынған. Сонымен қатар балалар арасында нефроинфекцияның доминантты қоздырғышы *Escherichia coli* (21,1 %), *Enterococcus faecalis* (9,6 %), *Staphylococcus epidermidis* (20,1 %) болып шықты. Зэр шығару жолдары мен бүйрек инфекциясының қалыптасуында *Candida* саңырауқұлақтарының кейбір түрлері (көбінесе *C. albicans* (9,5 %), *C. kruseae* (8,1 %), *C. glabrata* (5,6 %) қоздырғыштары) балалар несепін зерттеулер кезінде айтарлықтай кездесіп отырғаны байқалған. Жалпы зерттеу барысы кезінде балалар арасындағы зэр шығару жүйесінің этиологиялық қоздырғыштарының орасан үлкен микробиоталық спектрден тұратыны, әсіресе қалалық аумақта тұратын балалар арасында жиі кездесетін түрлері анықталған.

*Кілт сөздер:* зэр шығару жолдары инфекциясы (ЗШЖИ), этиология, микрофлора, өсінділер, бактериурия, уропатоген, пиелонефрит, нефрология.

Ш.К. Елеупаева, А.С. Динмухамедова

## Этиологическая структура инфекционных возбудителей мочевыводящих путей среди детей

В статье представлены результаты исследования этиологической структуры инфекций мочевыводящих путей у детей. Из 283 микроорганизмов, выделенных из мочи детей с урологическими и нефрологическими заболеваниями, 63,2 % детей с общей нефрологией были диагностированы только с урологическими заболеваниями. В последние годы наметилась четкая тенденция к увеличению заболеваемости мочевыделительной системы. За последние пять лет в Казахстане количество заболеваний мочеполовой системы городских детей возросло до 65 %. Воспалительные заболевания почек и мочевыводящих путей считаются вторыми после острых респираторных заболеваний верхних дыхательных путей. В этом исследовании было установлено, что возбудителем инфекций мочевыводящих путей у детей могут быть как патогенные, так и условно-патогенные микроорганизмы. Показано, что основными этиологическими агентами уроинфекции являются *Staphylococcus epidermidis* (13,9 %), *Escherichia coli* (12,2 %), *Enterobacter cloacae* (7,8 %). В некоторых случаях стрептококки были изолированы. Кроме того, доминирующими возбудителями нефроинфекции среди детей выступили *Escherichia coli* (21,1 %), *Enterococcus faecalis* (9,6 %), *Staphylococcus epidermidis* (20,1 %). Обнаружено, что возбудители *C. albicans* (9,5 %), *C. kruseae* (8,1 %), *C. glabrata* (5,6 %) значимы в моче детей. В целом, исследования показали, что мочевыводительная система у детей состоит из огромного количества этиологических патогенов, особенно среди детей, живущих в городских районах.

**Ключевые слова:** инфекции мочевыводящих путей, этиология, микрофлора, штаммы, бактериурия, уропатогены, пиелонефрит, нефрология.

### References

- 1 Borisova, T.P., & Bagdasarova, I.V. (2014). Infektsiia mochevoi sistemy u detei. Chast 1. [Urinary tract infection of children. Part 1]. *Klinicheskaiia meditsina — Clinical medicine*, 3, 1, 20–24 [in Russian].
- 2 Zakharova, I.N. (2015). Infektsiia mochevoi sistemy u detei i sovremennye predstavleniia ob etiologii [Infection of the urinary system of children and modern ideas about the etiology]. *Nefrologiia i dializ — Nephrology and dialysis*, 1, 48–54 [in Russian].
- 3 Eshimova, S., Tulegenova, Zh., Kenzhebaeva, N., & Dinmukhamedova, A. (2015). Antibiotikochuvstvitelnost shtammov *Enterococcus faecalis*, vydelennykh ot bolnykh s infektsiiami mochevyvodiashego sistemy [Antibiotic sensitivity of strains *Enterococcus faecalis*, isolated from patients with urinary tract infections]. *Klinicheskaiia meditsina Kazakhstana — Clinical Medicine of Kazakhstan*, 4, 38, 46–49 [in Russian].
- 4 Statistika zdavookhraneniia Respubliki Kazakhstan – 2019 [Health statistics of the Republic of Kazakhstan – 2019]. (2019). *Infektsionnaia zabolevaemost naseleniia Respubliki Kazakhstan v 2017–2018 hodakh — Infectious diseases of the population of the Republic of Kazakhstan in 2017–2018*. Nur-Sultan [in Russian].
- 5 Kuznetsova, A.A., Revnova, M.O., & Natochin, Yu.V. (2015). Vodno-solevoi obmen i funktsii pochek u detei pri tseliakii i khronicheskom hastroduodenite [Water-salt metabolism and renal function in children with coeliac disease and chronic gastroduodenitis]. *Pediatriia — Pediatrics*, 2, 5, 27–31 [in Russian].
- 6 Klein, S.V., Vekovshina, S.A. & Sboev, A.S. (2016). Prioritetnye faktory riska pitevoi vody i svyazannyi s etim ekonomicheskii ushcherb [Priority risk factors for drinking water and associated economic damage]. *Higiiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 1, 10–14 [in Russian].
- 7 Safina, A.I., Abdullina, G.A. & Daminova, M.A. (2016). Formirovanie khronicheskoi bolezni pochek u detei ranneho vozrasta, rodivshikhsia hluboko nedonoshennymi [The formation of chronic kidney disease in young children born deeply premature]. *Pediatriia — Pediatrics*, 95, 5, 17–21 [in Russian].
- 8 Pisklavov, A.V. & Shevliakov, A.S. (2016). Pokazateli profilometrii ureterovezikalnogo soustia pri puzyrno-mochetochnikovom reflukse u detei s neurohennoi disfunktsiei mochevoho puzyria [Profilometry of ureterovesical anastomosis in case of vesicoureteral reflux in children with neurogenic bladder dysfunction]. *Pediatriia — Pediatrics*, 95, 5, 132–135 [in Russian].
- 9 Korsunskii, A.A., Guseva, N.B., Gatkin, E.Ya., & Korsunskii, I.A. (2017). Kompleksnoe lechenie retsidiviruiushcheho tsistita pri neurohennoi disfunktsii mochevoho puzyria u devochek [Complex treatment of recurrent cystitis with neurogenic bladder dysfunction in girls]. *Pediatriia — Pediatrics*, 96, 1, 209–211 [in Russian].
- 10 Vasilev, A.O., Govorov, A.V., & Shiriaev, A.A. (2018). Izmenenie mikroflory mochi u patsientov s mochekamennoi bolezniu [Changes in the urinary microflora in patients with urolithiasis]. *Urologiia — Urology*, 6, 26–31 [in Russian].
- 11 Dutov, V.V., Buimistr, S.Yu., & Rusanova, E.V. (2018). Otsenka bakteriologicheskogo analiza mochi u patsientov s dlitelnyim drenirovaniem mochevoho puzyria [Evaluation of bacteriological analysis of urine in patients with prolonged bladder drainage]. *Urologiia — Urology*, 6, 32–36 [in Russian].
- 12 Akbar, M. (2018). Urolohicheskie oslozhneniia posle transplantatsii pochki [Approach to urological complications early post renal transplant]. *Klinicheskaiia meditsina Kazakhstana — Clinical Medicine of Kazakhstan*, 3, 49, 24–27 [in Russian].
- 13 Li, V., & Demichuk, L. (2019). Mekhanizmy povrezhdeniia kletok krovi i pochek pri ekzogenykh toksicheskikh nefropatiiakh [Mechanisms of blood cells and kidney lesion in exogenous toxic nephropathies]. *Klinicheskaiia meditsina Kazakhstana — Clinical Medicine of Kazakhstan*, 1, 51, 60–64 [in Russian].

14 Sizonov, V.V., Dubrov, V.I., Akramov, N.R., Markov, N.V., Kagantsov, I.M., & Shidaev, A.Kh-A. (2020). Rezultaty lecheniia novorozhdennykh s postrenalnoi anuriei, obuslovennoi obstruktsiei bezoarami verkhnikh mochevyvodiashchikh putei [The results of treatment of newborns with postrenal anuria due to obstruction of the upper urinary tract with fungal bezoars]. *Pediatriia i urologiia — Pediatrics and urology, 1*, 81–85 [in Russian].

15 Palagin, I.S., Sukhorukova, M.V., Dekhnich, A.V., & Eidelstein, M.V. (2020). Sostoianie antibiotikorezistentnosti vzbuditelei vnebolnichnykh infektsii mochevyvodiashchikh putei v Rossii, Belarusi i Kazakhstane: rezultaty mnohotsentrovogo mezhdunarodnogo issledovaniia «Darmis–2018» [The status of antibiotic resistance of community-acquired urinary tract infections in Russia, Belarus and Kazakhstan: results of the multicenter international study «Darmis–2018»]. *Urologiia — Urology, 1*, 19–31 [in Russian].

Ya.K. Levaya\*, M.E. Zholdasbaev, G.A. Atazhanova, S.B. Akhmetova

NC JSC «Karaganda Medical University», Karaganda, Kazakhstan

\*Corresponding author: yaninka\_25@mail.ru

## Antibacterial activity of ultrasonic extracts of *Salvia stepposa* growing in Kazakhstan

This article presents data on the studies on antibacterial activity of ultrasonic extracts of *Salvia stepposa* (steppe sage) growing wild on the territory of the Republic of Kazakhstan. Screening for the antibacterial activity of the presented samples was carried out by the disc-diffusion method against strains of gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, gram-negative strains *Escherichia coli* and the yeast *Candida albicans*. The results showed that in relation to *Staphylococcus aureus* the most pronounced antibacterial activity with growth inhibition zones  $35 \pm 1$  mm is possessed by 30 % ultrasonic extract of steppe sage flowers, in relation to *Bacillus subtilis*  $49 \pm 1$  mm — 40 % ultrasonic extract of steppe sage leaves, for *Escherichia coli*  $24 \pm 1$  mm — 70 % ultrasonic extract of steppe sage leaves. This study demonstrated that, 30 % ultrasonic extract of flowers and 90 % ultrasonic extract of flowers and leaves of steppe sage showed weak activity against yeast fungus *Candida albicans* with growth inhibition zones  $12 \pm 1$  mm,  $12 \pm 1$  mm and 11 mm, respectively. As a result, out of 8 extracts isolated by ultrasonic activation only 2 extracts showed antibacterial activity against 4 studied bacteria. Additionally, it was found that the use of ultrasonic extraction can reduce the extraction time of biologically active substances in 8–9 times compared to conventional extraction methods.

**Keywords:** antibacterial activity, plant extracts, ultrasound extraction, bacteria, disc-diffusion method.

### Introduction

Nowadays, in connection with the formation of microorganism strains with multiple antibiotic resistances, new drugs based on plant biologically active substances (BAS) with antibacterial activity are of increasing interest among scientists. According to the literature, plant extracts are becoming more and more popular because they combine low toxicity with the ability to effectively act on pathogenic and opportunistic micro flora and are also safe in comparison with chemically obtained products [1].

Currently, 8 species of plants of the genus Sage grow in the Republic of Kazakhstan. The State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan includes medicinal sage (*Salvia officinalis* L., *Lamiaceae* family), which is recommended for use as an anti-inflammatory and antiseptic agent, is also used for diseases of the upper respiratory tract, wound healing agent for burns or skin diseases [2–5]. However, other species of the genus *Salvia* L. are still insufficiently studied and are not used in medicine. Thus, the steppe sage (*Salvia stepposa* Des.-Shost.) grows practically on all territory of the Republic of Kazakhstan [6]. The chemical composition of this species and biological activities has not been completely studied [7]. Some research is conducted in Russia [8, 9], but in Kazakhstan plant raw material of *Salvia stepposa* is not studied. This species is the potential source of the medicinal raw material for pharmacy [10].

Accordingly, the study of promising plant raw materials of steppe sage with the aim of using it for the production of domestic medicines indicates the relevance of this work and its practical importance for the pharmaceutical industry.

At the moment, there are many ways to extract plants in order to isolate BAS from them. Traditional extraction methods, such as Soxhlet extraction, solid-liquid extraction or liquid extraction, are characterized by low process selectivity, the use of a large amount of solvents, long extraction time and these methods also make it possible to obtain products with a low yield of BAS [11]. Moreover, many natural products are thermally unstable and can decompose when the temperature rises during extraction. Modern extraction methods include microwave-assisted extraction and ultrasound-assisted extraction. The use of ultrasound has significant advantages over traditional technologies for the isolation of BAS. Ultrasonic extraction is used in a variety of chemical processes because it is a fast method that consumes little energy and reduces solvent consumption, resulting in a cleaner product and higher yields of the final product. The extraction mechanism of ultrasound-assisted extraction includes two types of physical phenomena: diffusion through the cell walls and leaching of the cell contents after the destruction of the walls [12]. Ultrasonic waves change their physi-

cal and chemical properties after interacting with the exposed plant material and their cavitation effects promote the release of BAS and increase mass transfer, destroying the walls of plant cells [13]. The advantage of using ultrasound is the reduction in extraction time and the amount of solvent used, as well as an increase in the yield of the final product. The authors [14] carried out the extraction of polyphenols from *Salvia officinalis* using ultrasonic extraction. In comparison with traditional extraction methods, the reaction time was reduced by 20 %. Thus, these advantages allow for lower manufacturing costs and correspondingly lower cost of the final product.

### Materials and methods

As a plant material, we used the above-ground part of the steppe sage (*Salvia stepposa*), which is represented by leaves and flowers, collected in the surrounding of the Karaganda city during the flowering phase (June-July, 2020). Before extraction, fresh raw materials were dried at 25–30 °C, avoiding exposure to direct sunlight for 7 days.

For ultrasonic extraction of steppe sage, aqueous-ethanol solutions of the following concentrations of 30 %, 40 %, 70 %, and 90 % were used as solvent. For the extraction, the above-ground part of the steppe sage was used; the extraction of flowers and leaves was carried out separately. Air-dry raw materials of the steppe sage (*Salvia stepposa*) leaves and flowers were separately immersed in a flat-bottomed flask and the necessary solvent was added. The ratio of the mass of raw materials to the volume of the solvent was 1:10, respectively. The flask with the raw material and the solvent was immersed in an ultrasonic bath Digital Ultrasonic Cleaner VGT 1200, with an ultrasonic frequency of 40,000 Hz [15]. Extraction of each sample of raw materials for leaves was carried out 4 times, for flowers — 3 times until an almost transparent solution was obtained. The ultrasonic irradiation time for leaves and flowers was 30 minutes. The extracts of each sample were filtered using a paper filter. The obtained extracts were combined and evaporated under vacuum using a rotary evaporator at a temperature not exceeding 60 °C. Residual solvent from the thick extract was evaporated in a water bath at a temperature of 60 °C and stored in a dry, dark, cool place until required. The received solid ultrasonic extracts of steppe sage were from dark brown to dark green color, which depending on the concentration of the solvent with a specific odor.

The study of the antibacterial activity of the above samples was carried out against two strains of gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), against the gram-negative strain *Escherichia coli* (ATCC 25922) and against the yeast *Candida albicans* (ATCC 10231). These bacterial strains are part of the collection of the Department of Microbiology of the Medical University of Karaganda, Kazakhstan. The study of antibacterial activity was carried out using the disc-diffusion method [16]. For the study, a suspension was prepared containing a standard number of viable bacterial cells, which was inoculated with a lawn on the surface of the nutrient medium in Petri dishes. On sterile filter paper disks, 0.01 ml of extract at a concentration of 100 mg/ml was applied. Discs with preparations were placed on the inoculation at a distance of 2.5 cm from the center of the dish in a circle (4 disks per dish). The inoculations were incubated for 24 h at 36 °C for bacteria and 24 h at 28 °C for fungi. After incubation against the background of a uniform bacterial lawn around the discs, zones of complete and partial suppression of bacterial growth were formed. The results were taken into account by measuring the diameter of the growth inhibition zones. Comparators are benzyl penicillin for bacteria and nystatin for yeast. Each sample was tested in three parallel runs.

### Results and Discussion

The antibacterial activity of the samples was assessed by the diameter of the growth inhibition zones of the test strains (mm). The diameter of growth inhibition zones is less than 10 mm and continuous growth in the dish was assessed as the absence of antibacterial activity, 10–15 mm — weak activity, 15–20 mm — moderate activity, over 20 mm — strong. The results of the study of the antibacterial activity of the samples are shown in Table 1.

As can be seen from the data in Table 1, it follows that ultrasonic 30 %, 40 %, 70 % and 90 % extracts of both leaves and flowers of steppe sage have strong activity in relation to gram-positive strains *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*. As a result of the experiment, it was found that 70 % of the leaf extract and 90 % of the flower extract demonstrated strong activity against the gram-negative strain *Escherichia coli*. In addition, a weak antimicrobial activity of 90 % alcoholic extract of the leaves and 30 %, 90 % of alcoholic extract of flowers was revealed against strains of yeast fungus *Candida albicans*, the rest of the extracts showed no activity against yeast.

Table 1

## Antibacterial activity of the studied samples of ultrasonic extracts

№	Sample	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida albicans</i>
1	30 % ethanol extract of steppe sage (leaves)	28±1	32±1	9±1	8±1
2	40 % ethanol extract of steppe sage (leaves)	33 ±1	49±1	16±1	8±1
3	70 % ethanol extract of steppe sage (leaves)	20±1	29±1	24±1	8±1
4	90 % ethanol extract of steppe sage (leaves)	26±1	28±1	10±1	11±1
5	30 % ethanol extract of steppe sage (flowers)	35±1	44±1	12±1	12±1
6	40 % ethanol extract of steppe sage (flowers)	30±1	29±1	11±1	9±1
7	70 % ethanol extract of steppe sage (flowers)	25±1	32±1	11±1	7±1
8	90 % ethanol extract of steppe sage (flowers)	26±1	30±1	21±1	12±1

## Conclusions

For the first time, ultrasonic extraction was used to extract biologically active substances from the leaves and flowers of steppe sage; the antibacterial activity of the obtained extracts was assessed in an *in vitro* experiment. The use of ultrasonic extraction provides a reduction extraction time of biologically active substances by 8–9 times in comparison with conventional methods. Both flower and leaf extracts showed strong antibacterial activity against the gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*, as described above. In addition, two steppe sage extracts showed the highest activity against the gram-negative strain *Escherichia coli*. The study showed that for the most part, with the exception of a few, ultrasonic extracts of steppe sage were not active against the yeast *Candida albicans*.

## Acknowledgments

The authors are grateful to the Department of Microbiology of the Karaganda Medical University for the opportunity to conducted research.

## References

- Cioch M. Characterization of Antimicrobial Properties of Extracts of Selected Medicinal Plants / M. Cioch, P. Satora, D. Skotniczny, M. Semik-Szczurak, T. Tarko // Pol. J. Microbiol. — 2017. — Vol. 66, Iss. 4. — P. 463–472. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.7002>
- Государственная фармакопея Республики Казахстан. — Алматы: Изд. дом «Жібек жолы», 2014. — Т. 3. — 872 с.
- Bendifallah L. Biological activity of the *Salvia officinalis* L. (*Lamiaceae*) essential oil on *Varioa destructor* infested Honeybees / L. Bendifallah, R. Belguendouz, L. Hamoudi, K. Arab // Plants. — 2018. — Vol. 7 (2). — P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/plants7020044>
- Abdelkader M. Phytochemical study and biological activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) / M. Abdelkader, B. Ahcen, D. Rachid, H. Hakim // International Journal of Bioengineering and Life Science. — 2014. — Vol. 8, Iss. 11. — P. 1253–1257.
- Гребенникова О.А. Биологически активные вещества *Salvia officinalis* L. / О.А. Гребенникова, А.Е. Палий, В.Д. Работягов // Бюл. Гл. Никит. бот. сада. — 2014. — Вып. 11. — С. 39–46.
- Флора Казахстана. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1964. — Т. 7. — 495 с.
- Кылышбаева Г.Б. Исследование биологически активных веществ в видах рода шалфей (*Salvia* L., *Lamiaceae*) в условиях Южно-Казахстанской области / Г.Б. Кылышбаева, Г.Т. Бозшатаева, Г.С. Оспанова // Междунар. журн. приклад. и фундамент. — 2013. — № 10–1. — С. 76, 77.
- Немерешина О.Н. Изучение биологически активных веществ *Salvia stepposa* / О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев, А.Р. Кувакова // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер. биол., клин. мед. — 2014. — Т. 12, № 3. — С. 36–41.
- Полухина Т.С. Товароведческие показатели сырья шалфея степного *Salvia stepposa* L., заготавливаемого в Астраханской области / Т.С. Полухина // Бюл. науки и практики. — 2020. — Т. 6, № 7. — С. 88–92. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/56/09>
- Аминова М.З. Антибактериальные и противовоспалительные свойства лекарственного растения шалфей / М.З. Аминова, И.Д. Кароматов // Биология и интегративная медицина. — 2018. — № 10 (27). — С. 41–55.
- Laroze L. Raspberry phenolic antioxidants extraction / L. Laroze, M.E. Zu'niga, C. Soto // J. Biotechnol. — 2008. — Vol. 136. — P. 717–742.
- Gaete-Garretón L. Ultrasonically enhanced extraction of bioactive principles from *Quillaja saponaria* Molina / L. Gaete-Garretón, Y. Vargas-Hernández, M.G. Cares-Pacheco, J. Sainz, J. Alarcón // Ultrasonics. — 2011. — Vol. 51, Iss. 5. — P. 581–585. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2010.12.012>
- Chemat F. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction / F. Chemat, Y.-J. Zill-e-Huma, M.K. Khan // Ultrason Sonochem. — 2011. — Vol. 18, Iss. 4. — P. 813–835. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2010.11.023>



14 Dent M. Comparison of Conventional and Ultrasound Assisted Extraction Techniques on Mass Fraction of Phenolic Compounds from sage (*Salvia officinalis* L.). / M. Dent, D.-U. Verica, I.E. Garofulic, T. Bosiljkov // Chem. Biochem. Eng. Q. — 2015. — Vol. 29, Iss. 3. — P. 475–484. <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2015.2168>

15 Касымова Д.Т. Ультразвуковая экстракция как способ оптимизации технологии извлечения биологически активных веществ из растений вида *Limonium gmelinii* / Д.Т. Касымова, А.Б. Алиева, М.С. Жусеева, Г.Е. Жусупова // Изв. науч.-техн. об-ва «КАХАК». — 2020. — № 2 (69). — С. 59–67.

16 Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Р.У. Хабриев. — М.: Медицина, 2005. — 843 с.

Я.К. Левая, М.Е. Жолдасбаев, Г.А. Атажанова, С.Б. Ахметова

## Қазақстанда өсетін *Salvia stepposa* ультрадыбыстық экстракттарының бактерияғақарсы белсенділігі

Мақалада Қазақстан Республикасының аумағында өсетін *Salvia stepposa* (дала шалфейі) ультрадыбыстық экстракттарының бактерияғақарсы белсенділігін анықтау бойынша деректер ұсынылған. Үлгілердің бактерияғақарсы белсенділігін зерттеу скринингі *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* грамон бактериялардың штамдарына, *Escherichia coli* грамтеріс штамдарына және *Candida albicans* ашытқы саңырауқұлақтарына қатысты диско-диффузиялық әдіспен жүргізілді. Нәтижелер *Staphylococcus aureus* қатысты өсу кідірісі  $35 \pm 1$  мм болатын 30 пайыздық дала шалфей гүлінің ультрадыбыстық экстрактісі, *Bacillus subtilis* қатысты  $49 \pm 1$  мм — дала шалфейінің 40 пайыздық ультрадыбыстық экстрактісі, *Escherichia coli* қатысты  $24 \pm 1$  мм — далалық шалфей жапырағының 70 пайыздық ультрадыбыстық экстрактісі барынша айқын бактерияғақарсы белсенділікке ие екенін көрсетті. *Candida albicans*-қа қатысты 30 пайыздық ультрадыбыстық гүл экстрактісі және 90 пайыздық ультрадыбыстық дала шалфейінің гүлдерімен жапырақтарының экстрактісі сәйкесінше  $12 \pm 1$  мм,  $12 \pm 1$  мм және 11 мм өсу кідірісі бар әлсіз белсенділікті көрсетті. Нәтижесінде ультрадыбыстық активтендіру арқылы бөлінген 8 экстрактінің 2-і зерттелетін 4 микроағзалар дақылдарына қатысты бактерияғақарсы белсенділікті көрсетті. Ультрадыбыстық экстракцияны қолдану дәстүрлі экстракция әдістерімен салыстырғанда биологиялық белсенді заттардың экстракция уақытын 8–9 есе қысқартуға мүмкіндік беретіні анықталды.

*Кілт сөздер:* бактерияғақарсы белсенділік, экстрактілер, ультрадыбыстық экстракция, бактериялар, диско-диффузиялық әдіс.

Я.К. Левая, М.Е. Жолдасбаев, Г.А. Атажанова, С.Б. Ахметова

## Антибактериальная активность ультразвуковых экстрактов *Salvia stepposa*, произрастающего в Казахстане

В статье представлены данные по выявлению антибактериальных свойств ультразвуковых экстрактов *Salvia stepposa* (шалфей степной), произрастающего на территории Республики Казахстан. Скрининг по изучению антибактериальной активности образцов проводился диско-диффузионным методом в отношении штаммов грамположительных бактерий *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, грамотрицательных штаммов *Escherichia coli* и к дрожжевому грибку *Candida albicans*. Результаты показали, что в отношении *Staphylococcus aureus* максимально выраженной антибактериальной активностью с зонами задержки роста  $35 \pm 1$  мм обладает 30 %-ный ультразвуковой экстракт цветков шалфея степного; в отношении *Bacillus subtilis*  $49 \pm 1$  мм — 40 %-ный ультразвуковой экстракт листьев шалфея степного; в отношении *Escherichia coli*  $24 \pm 1$  мм — 70 %-ный ультразвуковой экстракт листьев шалфея степного. В отношении *Candida albicans* 30 %-ный ультразвуковой экстракт цветков и 90 %-ный ультразвуковой экстракт цветков и листьев шалфея степного проявили слабую активность с зонами задержки роста  $12 \pm 1$  мм,  $12 \pm 1$  мм и 11 мм, соответственно. В результате из 8 экстрактов, выделенных ультразвуковой активацией, 2 показали антибактериальную активность в отношении 4-х исследуемых культур микроорганизмов. Было установлено, что использование ультразвуковой экстракции позволяет сократить время экстракции биологически активных веществ в 8–9 раз по сравнению с традиционными способами экстракции.

*Ключевые слова:* антибактериальная активность, экстракты, ультразвуковая экстракция, бактерии, диско-диффузионный метод.

## References

- 1 Cioch, M., Satora, P., Skotniczny, D., Semik-Szczurak, M., & Tarko, T. (2017). Characterisation of Antimicrobial Properties of Extracts of Selected Medicinal Plants. *Pol. J. Microbiol.*, *66*(4), 463–472. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.7002>
- 2 *Hosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan [The State pharmacopeia of Republic of Kazakhstan]*. (2008). (Vol. 3). Almaty: Izdatelskii dom «Zhibek zholy» [in Russian].
- 3 Bendifallah, L., Belguendouz, R., Hamoudi, L., & Arab, K. (2018). Biological activity of the *Salvia officinalis* L. (*Lamiaceae*) essential oil on *Varroa destructor* infested Honeybees. *Plants*, *7*(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/plants7020044>
- 4 Abdelkader, M., Ahcen, B., Rachid, D., & Hakim, H. (2014). Phytochemical study and biological activity of Sage (*Salvia officinalis* L.). *International Journal of Bioengineering and Life Science*, *8* (11), 1253–1257.
- 5 Grebennikova, O.A., Palii, A.E., & Rabotyagov, V.D. (2014). Biologicheski aktivnye veshchestva *Salvia officinalis* L. [Biological active compounds of *Salvia officinalis* L.]. *Biulleten Hlavnogo Nikitskogo botanicheskogo sada — Bulletin of the Main Nikitskii Botanical Garden*, *11*, 39–46 [in Russian].
- 6 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1964). (Vol. 7). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 7 Kylyshbaeva, G.B., Bozhataeva, G.T., & Ospanova, G.S. (2013). Issledovanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v vidakh roda shalfei (*Salvia* L., *Lamiaceae*) v usloviakh Yuzhno-Kazakhstanskoi oblasti [Study of the biological compounds in species of genus Sage (*Salvia* L., *Lamiaceae*) in the conditions of the Southern-Kazakhstan region]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy — International Journal of Applied and Fundamental Research*, *10–1*, 76–77 [in Russian].
- 8 Nemereshina, O.N., Gusev, N.F., & Kuvakova, A.R. (2014). Izuchenie biologicheskii aktivnykh veshchestv *Salvia stepposa* [Study of the biological active compounds of *Salvia stepposa*]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya biologiya, klinicheskaya meditsina — Bulletin of the Novosibirsk State University. Series biology, clinical medicine*, *12* (3), 36–41 [in Russian].
- 9 Poluhina, T.S. (2020). Tovarovedcheskie pokazateli syria shalfeia stepnogo *Salvia stepposa* L., zahotavlivaemogo v Astrakhanskoi oblasti [Commercial indicators of the raw material of steppe sage *Salvia stepposa* L., harvested in the Astrakhan region]. *Biulleten nauki i praktiki — Bulletin of science and practice*, *6* (7), 88–92. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/56/09> [in Russian].
- 10 Aminova, M.Z., & Karomatov, I.D. (2018). Antibakterialnye i protivovospalitelnye svoistva lekarstvennogo rasteniia shalfei [Antibacterial and anti inflammatory properties of medicinal plant sage]. *Biologiya i integrativnaia meditsina — Biology and integrative medicine*, *10* (27), 41–55 [in Russian].
- 11 Laroze, L., Zu'niga, M.E. & Soto, C. (2008). Raspberry phenolic antioxidants extraction // *J. Biotechnol.*, *136*, 717–742.
- 12 Gaete-Garretón, L., Vargas-Hernández, Y., Cares-Pacheco, M.G., Sainz, J., & Alarcón, J. (2011). Ultrasonically enhanced extraction of bioactive principles from *Quillaja saponaria* Molina. *Ultrasonics*, *51* (5), 581–585. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2010.12.012>
- 13 Chemat, F., Zill-e-Huma, Y-J., & Khan, M.K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Ultrason Sonochem.*, *18* (4), 813–835. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2010.11.023>
- 14 Dent, M., Verica, D.-U., Garofulić, I.E., & Bosiljkov, T. (2015). Comparison of Conventional and Ultrasound Assisted Extraction Techniques on Mass Fraction of Phenolic Compounds from sage (*Salvia officinalis* L.). *Chem. Biochem. Eng. Q.*, *29* (3), 475–484. <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2015.2168>
- 15 Kasymova, D.T., Alieva, A.B., Zhuzeeva, M.S., & Zhusupova, G.E. (2020). Ultrazvukovaia ekstraktsiia kak sposob optimizatsii tekhnologii izvlecheniia biologicheskii aktivnykh veshchestv iz rasteniia vida *Limonium gmelinii* [Ultrasound extraction as a method optimization of extraction technology from plant species *Limonium gmelinii*. *Izvestiia nauchno-tekhnicheskogo obshchestva «KAHAK» — Bulletin of scientific-technical society «KAHAK»*, *2* (69), 59–67 [in Russian].
- 16 Habriev, R.U. (2005). *Rukovodstvo po eksperimentalnomu (doklinicheskomu) izucheniiu novykh farmakologicheskikh veshchestv [Guidelines for the experimental (preclinical) study of new pharmacological substances]*. Moscow: Meditsina [in Russian].

Х.С. Сарсембаев<sup>1,2</sup>, Ю.А. Синявский<sup>2\*</sup>, Казис Милашюс<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, Казахстан;

<sup>2</sup>ТОО «ОО Казахская академия питания», Алматы, Казахстан;

<sup>3</sup>Университет им. Витаутаса Великого, Каунас, Литва

\*Автор для корреспонденции: [sinyavskiy@list.ru](mailto:sinyavskiy@list.ru)

## Влияние низкомолекулярных пептидов, выделенных из кобыльего молока, на работоспособность крыс при физической нагрузке

В эксперименте на крысах на модели «Бег на тредбане» изучены показатели работоспособности, а также состояние системы антиоксидантной защиты, включая уровень недоокисленных продуктов в сыворотке крови, мембранах эритроцитов и митохондриальной фракции бедренной мышцы животных на фоне 28-дневного приема фракции низкомолекулярных пептидов, выделенных из кобыльего молока. В опытной группе, по сравнению с контрольными животными, время бега на тредбане на 28-е сутки увеличилось на 73,5 %, при этом положительная динамика времени бега была отмечена, начиная с 7-х суток тренировки, постепенно возрастая к 28-му тренировочному дню. Прием животными обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов на фоне физической нагрузки сопровождался снижением в мембранах эритроцитов уровня МДА на 25,3 %, а диеновых конъюгатов — на 33,8 %, кроме того, была отмечена активация супероксиддисмутазы и каталазы в мембранах эритроцитов. Аналогичные изменения были выявлены и в митохондриальной фракции бедренной мышцы животных. У крыс опытной группы отмечена более низкая концентрация молочной кислоты в сыворотке крови на 40,6 %, а в бедренной мышце — на 24,7 %. Содержание пировиноградной кислоты не отличалось от исходных значений. Полученные результаты обосновывают целесообразность использования низкомолекулярных пептидов при конструировании продуктов специализированного назначения и биологически активных добавок к пище для спортивного питания.

*Ключевые слова:* низкомолекулярные пептиды, физическая нагрузка, антиоксидантная система, молочная и пировиноградная кислоты.

### Введение

Учитывая уникальный состав, а также высокую пищевую и биологическую ценность кобыльего молока, характеризующегося повышенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот, включая омега-3, жирорастворимых витаминов, лизоцима и целого ряда нутриентов, усиливающих иммунитет, антиоксидантные и детоксицирующие возможности организма, особый интерес представляет белковая составляющая кобыльего молока, представленная альбуминами и глобулинами, а также низкомолекулярными пептидами и свободными аминокислотами, при низком содержании высокомолекулярных белков в кобыльем молоке [1–3].

Согласно имеющимся литературным данным, низкомолекулярные пептиды с молекулярной массой до 15 кДа способны поддерживать гомеостаз организма, проявляя антибактериальную, противовирусную, антиоксидантную и регенеративную активность [4].

Пептиды с молекулярной массой менее 3 кДа обнаруживают повышенную биодоступность при наружном и внутреннем их применении [4, 5].

В результате многолетних исследований показано, что факторы пептидной природы, получаемые в процессе гидролиза белков молока, являются одними из наиболее физиологически активных, специфически воздействуя на пищеварительную, иммунную, сердечно-сосудистую и нервную системы [6, 7].

Учитывая изложенное выше, целью настоящих исследований явилась оценка эффективности низкомолекулярных пептидов, выделенных из кобыльего молока, на физическую активность лабораторных животных.

### Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования были выполнены на 70-и белых крысах-самцах линии Wistar с исходной массой тела 207–226 г. Животные содержались при естественном световом режиме в стандартных условиях вивария Казахской академии питания по 5–6 особей в клетке размером 45×60 см и

высотой 25 см. В помещении вивария поддерживалась относительная влажность 50–65 %, а также температура воздуха — 20–25 °С. Эксперименты проводились в летний период времени (июль–август). Содержание животных и проведение экспериментов осуществлялись в соответствии с «Правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и научных целей», по поедаемости корма, поведению разницы между животными опытной и контрольной групп выявлено не было.

Животные контрольной и опытной групп содержались на полусинтетическом рационе со свободным доступом к пище и воде. Базовый полусинтетический казеиновый рацион включал из расчета на 100 г диеты: казеин — 20,0 г; крахмал — 63,0 г; масло подсолнечное — 5,0 г; ляд — 5,0 г; солевую смесь — 4,0 г; смесь водорастворимых витаминов — 0,9 г; смесь жирорастворимых витаминов (масляный раствор витаминов А, Е, Д, рыбий жир) — 0,1 мл и целлюлоза — 2,0 г; и содержал 17,1 г белка; 10,3 г жира; 54,5 г углеводов; калорийность рациона равнялась 379 ккал.

Животные в целях адаптации к полусинтетическому рациону содержались на диете в течение 30 дней. По истечении данного срока крысы были разделены на две группы (опытную и контрольную), по 15 крыс в каждой, и взяты в эксперимент с массой тела  $240,0 \pm 20,0$  г. Кроме того, для исследований была отобрана группа из крыс (15 животных), не испытывающих физической нагрузки (фоновая группа) и также находящихся на полусинтетическом рационе питания.

В течение всего эксперимента велось наблюдение за поедаемостью корма и общим состоянием животных, каждые семь дней проводили взвешивание крыс. Общее состояние крыс было удовлетворительным по внешнему виду и качеству шерстного покрова.

Низкомолекулярные пептиды из кобыльего молока получали согласно методу [8]. Для их получения использовали обезжиренное кобылье молоко, предварительно сброженное, с использованием кумысной закваски в течение 20 ч. После чего в кисломолочный продукт добавили 0,5 г панкреатина, смесь ферментировали в течение 4 ч, затем добавили 300 г сефадекса G-25, все тщательно перемешивали в течение 10–15 мин. После чего смесь центрифугировали при скорости 3000 об/мин в течение 20 мин. Надосадочный раствор удаляли, набухший гель элюировали дистиллированной водой, затем смесь вновь центрифугировали при 3000 об/мин в течение 20 мин. Полученные жидкие фракции фильтровали через мелкопористые фильтры с диаметром пор 0,2 мкм. Из одного литра ферментированного кобыльего молока получали около 100 мл фракции, содержащей низкомолекулярные пептиды с молекулярной массой от 3000 до 15000 кДа. Использование предлагаемого способа выделения низкомолекулярных пептидов из ферментируемого кобыльего молока позволяет получить преимущественно пептиды с молекулярной массой от 3000 до 14000 кДа с преобладанием пептидов, имеющих молекулярную массу от 3000 до 8000 кДа.

Далее фракцию низкомолекулярных пептидов смешивали с витаминами А, Е и С в следующей концентрации из расчета на 100 мл фракции: ретинолацетат 30 мкг; токоферола ацетат 50 мкг и аскорбиновая кислота 10 мг. Обогащенную витаминами-антиоксидантами фракцию низкомолекулярных пептидов использовали для кормления крыс в эксперименте. Животные опытной группы ежедневно на фоне полусинтетического рациона получали по 1,0 мл из расчета на 100 г массы тела обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов из кобыльего молока, препарат вводили перорально в течение 28 дней.

Контрольная группа животных ежедневно в течение 28 дней на фоне полусинтетического рациона получала перорально по 1,0 мл из расчета на 100 г массы тела водного раствора витаминов-антиоксидантов в концентрации, соответствующей потреблению опытными животными.

Животные контрольной и опытной групп подвергались физической нагрузке — бегу на тредбане. В эксперименте использовали тредбан, сконструированный в лаборатории. Перед началом исследования крыс обучали бегу на тредбане, ежедневно в течение пяти дней проводили тренировки бега со скоростью 10 м/мин в течение 10 мин [9].

В эксперименте были использованы животные одного возраста, одного пола, и опыты проводили в одно и то же время суток, нагрузку увеличивали постепенно. Предельной нагрузкой считается «бег до отказа», показателем которого служит неспособность животного продолжать бег против движущейся ленты, несмотря на электростимуляцию. Физическую работоспособность крыс оценивали один раз в семь дней в одно и то же утреннее время (снимали исходные данные, а также показатели на 7-е, 14-, 21- и 28-е сутки). Каждую неделю крысы подвергались физической нагрузке ежедневно в течение четырех дней по 25 мин со скоростью бега 10 м/мин.

После завершения последнего теста физической нагрузки на тредбане (28-е сутки), через 12 ч все животные выводились из эксперимента одномоментной декапитацией под легким эфирным наркозом. У декапитированных животных проводили забор крови, извлекали внутренние органы, после чего в сыворотке крови и гомогенатах бедренной мышцы определяли уровень молочной и пировиноградной кислот спектрофотометрически [10].

В крови крыс выявляли содержание гемоглобина, эритроцитов и гематокрита в соответствии с общепринятыми лабораторными методами исследования. Мембраны эритроцитов получали по методу А.М. Казенова с соавт. [11]. Митохондриальную фракцию бедренных мышц выделяли путем центрифугирования гомогената при 1 000 г с последующим центрифугированием супернатанта при 10 000 г в течение 20 мин. Осадок дважды промывали в среде гомогенизации, центрифугировали при 10 000 г в течение 20 мин и использовали в качестве митохондриальной фракции.

Об интенсивности процессов ПОЛ в митохондриях бедренных мышц и мембранах эритроцитов судили по содержанию ТБК-активных продуктов. Концентрацию малонового диальдегида (МДА) определяли по интенсивности развивающейся окраски в результате взаимодействия с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [12]. Содержание диеновых конъюгатов (ДК) оценивали по методу В.Б. Гаврилова и М.И. Мишкорудной [13]. Активность антиоксидантных ферментов (каталаза и супероксиддисмута) определяли с использованием коммерческих наборов («Sigma», США); содержание белка в мембранах эритроцитов, митохондриальной фракции — по методу О. Lowry.

Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel, рассчитывая среднюю арифметическую параметра, среднее квадратическое отклонение, ошибку средней арифметической. Различия считались достоверными при  $p \leq 0,05$ .

#### Результаты и их обсуждение

*Оценка работоспособности крыс, получавших обогащенную фракцию низкомолекулярных пептидов, на модели физической нагрузки*

Как было сказано выше, животные контрольной и опытной групп содержались на полусинтетическом рационе со свободным доступом к пище и воде, ежедневная поедаемость рациона крысами контрольной и опытной групп составляла в среднем 27–30 г. Животные контрольной и опытной групп ежедневно потребляли в среднем 30–35 мл воды. Начиная с седьмого дня эксперимента, на фоне физической нагрузки, отмечалось повышение потребления воды как в контрольной, так и в опытной группе в среднем на 20 %.

У животных как контрольной, так и опытной группы в течение 28 дней не отмечено достоверных изменений массы тела, что свидетельствовало о том, что выбранный режим тренировок и нагрузок не влиял на прирост массы тела крыс. На момент завершения эксперимента масса тела крыс в среднем равнялась  $315,0 \pm 20,0$  г.

Результаты изменения относительной массы органов крысу контрольных и опытных животных, по сравнению с крысами, не испытывающими физической нагрузки (фоновая группа), через 28 дней приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

#### Относительная масса органов крыс в контрольной и опытной группах, % ( $M \pm m$ )

Орган животного	Фоновая группа	Контрольная группа	Опытная группа
Сердце	$0,45 \pm 0,04$	$0,53 \pm 0,04$	$*0,75 \pm 0,05^{**}$
Легкое	$0,51 \pm 0,03$	$0,70 \pm 0,05^*$	$*0,94 \pm 0,04^{**}$
Бедренная мышца /	$0,90 \pm 0,05$	$1,26 \pm 0,08^*$	$*1,65 \pm 0,10^{**}$

*Примечание.* \* — статистически значимое отличие ( $p < 0,05$ ), по сравнению с показателями фоновой группы животных; \*\* — статистически значимое отличие ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контрольными животными.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, у крыс опытной группы отмечалось достоверное увеличение относительной массы сердца, легкого и бедренной мышцы соответственно на 41,5, 34,4 и 30,9 %, по сравнению с относительной массой органов у крыс контрольной группы. В контрольной группе по отношению к показателям массы органов в фоновой группе также отмечалась достоверное увеличение относительной массы легкого и бедренной мышцы.

Таким образом, адаптация животных к повышенным физическим нагрузкам происходила за счет гипертрофии легкого, сердца и икроножной мышцы, о чем свидетельствовали данные по увеличению их относительной массы на момент забоя.

Оценка показателей работоспособности крыс в контрольной и опытной группах при проведении бега на тредбане приведены ниже на рисунке.

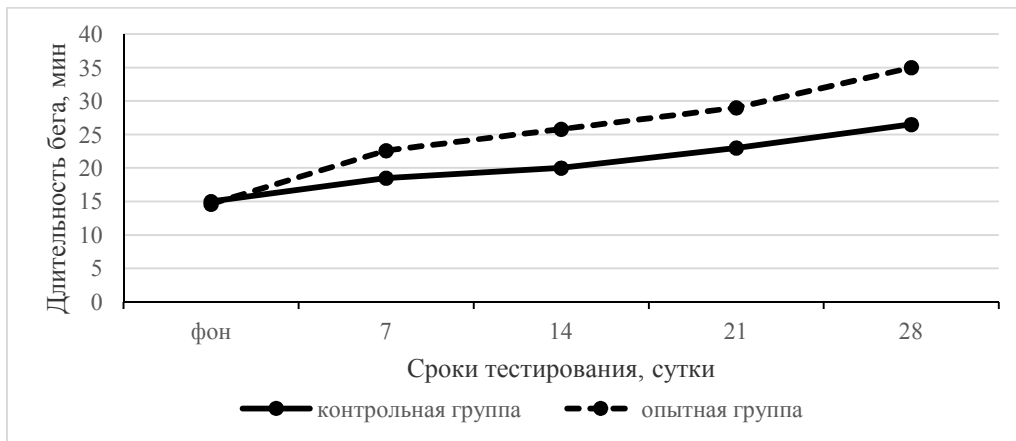


Рисунок. Изменение длительности бега крыс, подвергшихся физической нагрузке «Бег на тредбане» в течение 28 суток

Как видно из данных, исходные результаты оценки работоспособности у опытных и контрольных крыс были одинаковыми, и длительность бега равнялась 15 мин. Кормление животных опытной группы обогащенной фракцией низкомолекулярных пептидов в течение 28 дней привело к статистически значимому повышению выносливости крыс, на что указывало увеличение времени бега на тредбане. Так, в опытной группе, по сравнению с контрольной, время бега на тредбане на 28-е сутки увеличилось на 73,5 %, при этом положительная динамика возрастания времени бега была отмечена, начиная с 7-х суток тренировок, постепенно возрастая к 28-му тренировочному дню.

Повышение работоспособности в результате тренировок, отмеченное увеличением длительности бега до отказа, свидетельствует о положительных результатах адаптации животных к физическим нагрузкам.

Таким образом, потребление обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов в течение 28 дней положительно сказалось на физической выносливости крыс.

*Изменение антиоксидантного статуса в мембранах эритроцитов и митохондриях бедренных мышц крыс на фоне приема обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов из кобыльего молока.*

Как показали результаты проведенных экспериментальных исследований, потребление крысами в течение 28 дней обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов из кобыльего молока сопровождалось положительной динамикой в изменении показателей системы антиоксидантной защиты.

Так, по отношению к исходным данным в мембранах эритроцитов контрольной группы крыс отмечено статистически значимое увеличение уровня МДА и ДК на 74,0 и 88,9 %, а также снижение активности СОД и каталазы на 48,0 и 19,8 % соответственно (табл. 2). Прием животными обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов из кобыльего молока, по сравнению с данными в контрольной группе на фоне физической нагрузки, сопровождался снижением в мембранах эритроцитов уровня МДА на 25,3 %, а диеновых конъюгатов — на 33,8 %. Активность супероксиддисмутазы и каталазы в мембранах эритроцитов у крыс опытной группы статистически значимо не отличалась от исходных показателей.

Изменения показателей антиоксидантного статуса в митохондриальной фракции бедренной мышцы были подобны сдвигам в мембранах эритроцитов (табл. 3). Так, уровень МДА и диеновых конъюгатов увеличился в контрольной группе, по сравнению с исходными данными, в 1,8 раза. В опытной группе на фоне приема обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов и физической нагрузки, по сравнению с контрольной группой, отмечено снижение уровня МДА и диеновых конъюгатов на 25,9 и 25,0 %, соответственно.

Т а б л и ц а 2

**Изменение показателей ПОЛ и антиоксидантной активности в мембранах эритроцитов у экспериментальных животных на фоне физической нагрузки (M ± m)**

Показатели	Исходные данные	Контрольная группа	Опытная группа
Малоновый диальдегид, нмоль/мл	0,50 ± 0,08	0,87 ± 0,09*	0,65 ± 0,10
Диеновые конъюгаты, нмоль/мг белка	0,36 ± 0,02	0,68 ± 0,07*	0,45 ± 0,04**
Супероксиддисмутаза, нмоль/мг белка	39,31 ± 2,00	20,45 ± 1,40*	*29,50 ± 1,20**
Каталаза, нмоль/мг белка	15,22 ± 1,20	12,21 ± 1,30	14,90 ± 1,02

*Примечание.* \* — статистически значимое отличие ( $p < 0,05$ ) от исходных показателей; \*\* — статистически значимое отличие ( $p < 0,05$ ) от показателей животных контрольной группы.

Т а б л и ц а 3

**Изменение показателей ПОЛ и активности антиоксидантных ферментов в митохондриальной фракции бедренной мышцы крыс (M ± m)**

Показатели	Исходные данные	Контрольная группа, данные по истечении 28 дней тренировки	Опытная группа, данные по истечении 28 дней тренировки
Малоновый диальдегид, нмоль/мг белка	0,15 ± 0,02	0,27 ± 0,03*	0,20 ± 0,02
Диеновые конъюгаты, нмоль/мг белка	0,22 ± 0,03	0,40 ± 0,05*	0,30 ± 0,05
Супероксиддисмутаза, нмоль/мг белка	16,30 ± 1,20	13,30 ± 1,24	15,40 ± 1,50
Каталаза, нмоль/мг белка	6,40 ± 0,56	4,80 ± 0,52	5,96 ± 0,71

*Примечание.* \* — статистически значимое отличие ( $p < 0,05$ ) от исходных показателей.

Активность супероксиддисмутазы и каталазы также снизилась на фоне физической нагрузки как в контрольной, так и в опытной группе. Однако следует отметить, что при приеме животными обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов на фоне физической нагрузки активность ключевых ферментов антиоксидантной системы возросла и приблизилась к исходным значениям, что свидетельствует о выраженном антиоксидантном эффекте низкомолекулярных пептидов из кобыльего молока.

У животных контрольной группы, по сравнению с исходными данными, в сыворотке крови отмечалось накопление молочной кислоты, превышающее ее исходные данные в 2,1 раза (табл. 4). В бедренных мышцах крыс также, по отношению к исходным результатам, выявлено повышение уровня молочной и пировиноградной кислот, соответственно, на 47,6 и 60,7 %.

Т а б л и ц а 4

**Содержание пировиноградной и молочной кислот в тканях крыс после физической нагрузки**

Показатели	Исходные данные	Данные на 28-е сутки	
		Контрольная группа	Опытная группа
Пировиноградная кислота в сыворотке крови, ммоль/л	0,20±0,03	0,35±0,04*	0,25±0,04
Пировиноградная кислота в бедренной мышце, мкмоль/г ткани	0,23±0,03	0,40±0,05*	0,30±0,02
Молочная кислота в сыворотке крови, ммоль/л	2,00±0,13	3,20±0,34*	2,50±0,33
Молочная кислота в бедренной мышце, мкмоль/г ткани	1,20±0,10	1,80±0,13*	1,45±0,10

*Примечание.* \* — статистически значимое отличие ( $p < 0,05$ ) от исходных показателей.

Употребление животными обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов благоприятно сказалось на содержании лактата и пирувата как в крови, так и в мышечной ткани. Так, по сравнению с контрольной группой, у крыс опытной группы отмечена более низкая концентрация молочной ки-

слоты в сыворотке крови на 40,6 % и бедренной мышце на 24,7 %. Содержание пировиноградной кислоты не отличалось от исходных значений.

Физическая нагрузка («бег на тредбане») приводит к напряжению метаболических процессов, сопровождающихся интенсификацией анаэробного гликолиза, что выражается в повышении в крови и мышечной ткани уровня молочной и пировиноградной кислот. Но, несмотря на повышение уровня данных метаболитов в крови и тканях животных, нарушение со стороны кислотно-щелочного состояния не отмечается, поскольку сохраняется активность и работоспособность крыс, что, вероятно, связано с активной реутилизацией лактата и пирувата печенью.

Интенсивные физические нагрузки приводят к образованию в тканях и лактата и пирувата и соответственно к их закислению, что сопровождается активацией катаболических процессов и усилением перекисного окисления липидов в основных органах крыс. Интенсивность этих процессов снижается при поступлении в организм низкомолекулярных иммунорегуляторных пептидов, обогащенных антиоксидантами, препятствующими окислению липидов и образованию в крови и тканях малонового диальдегида и диеновых конъюгатов посредством повышения антиоксидантного статуса и активации ферментов антиоксидантной защиты.

Потребление животными обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов благоприятно сказалось на энергетическом статусе и положительно повлияло на состояние процессов антиоксидантной защиты.

Следует отметить, что на фоне приема обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов у крыс опытной группы, по сравнению с контрольными животными, отмечалось повышение в крови содержания гемоглобина, эритроцитов и гематокрита на 15,0, 6,3 и 5,2 %, соответственно. Несмотря на то, что изменения не носили достоверного характера, тем не менее, был выявлен факт положительного влияния фракции низкомолекулярных пептидов на процессы гемопоэза, что следует рассматривать как благоприятный фактор при повышении адаптационных возможностей организма в период выполнения физических нагрузок.

#### *Заключение*

Таким образом, результаты проведенных исследований наглядно демонстрируют положительный эффект от приема животными обогащенной фракции низкомолекулярных пептидов на их работоспособность, а также состояние системы антиоксидантной защиты.

Обогащение фракции низкомолекулярных пептидов витаминами А, Е, С, безусловно, усилило ее антиоксидантные свойства и привело к снижению накопления в крови и тканях продуктов перекисного окисления липидов, а также недоокисленных продуктов энергетического обмена, что благоприятно сказалось на работоспособности крыс при повышенных физических нагрузках.

Полученные результаты обосновывают целесообразность использования низкомолекулярных пептидов при конструировании продуктов специализированного назначения и биологически активных добавок для спортивного питания.

#### Список литературы

- 1 Jastrzębska E. Nutritional Value and Health-Promoting Properties of Mare's Milk — a review / E. Jastrzębska, E. Wadas, T. Daszkiewicz, R. Pietrzak-Fiećko // Czech J. Anim. Sci. — 2017. — No. 62 (12). — P. 511–518. <https://doi/10.17221/61/2016-CJAS>
- 2 Markiewicz –Kęszycka M. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and  $\beta$ -carotene in late lactation mares' milk / M. Markiewicz –Kęszycka, J. Wójtowski, G. Czyżak-Runowska, B. Kuczyńska, K. Puppel, J. Krzyżewski, N. Strzałkowska, A. Józwiak, E. Bagnicka // Int. Dairy J. — 2014. — No. 38. — P. 31–36. <https://doi/10.1016/j.idairyj.2014.04.00323>
- 3 Salimei E. Mare milk. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals / E. Salimei, Y.W. Park. — Hoboken NJ: Wiley Blackwell, 2017. — P. 369–375.
- 4 Rowan A.M. Milk bioactives: discovery and proof of concept / A.M. Rowan, N.W. Haggarty, S. Ram // Australian Journal of Dairy Technology. — 2005. — Vol. 60. — P. 114–120.
- 5 Fotschki J. Immune-modulating properties of horse milk administered to mice sensitized to cow milk / J. Fotschki, A.M. Szyc, J.M. Laparra, L.H. Markiewicz, B. Wroblewska // American Dairy Science Association. — 2016. — P. 9395–9404. <https://doi/10.3168/jds.2016-11499>
- 6 Sinyavskiy Yu.A. Perspectives of hydrolysates from mare's milk use in sport nutrition / Yu.A. Sinyavskiy, A.V. Yakunin, Y.S. Ibraimov, S.M. Barmak // SPORTO MOKSLAS. — 2017. — No. 1 (87). — P. 38–44. <https://doi/10.15823/sm.2017.6>
- 7 Mazhitova A. Physiologically functional components of mare's milk / A. Mazhitova, A. Kulmyrzaev // Manas Journal of Engineering. — 2015. — Vol. 3. — P. 1–8.



8 Патент RU2 416 243. Способ выделения низкомолекулярных пептидов / Терновская Л.Н., Гапон М.Н., Васерин Ю.И., Бескровная Ю.Г. — 2010.

9 Иванов Д.Г. Адаптационные изменения у крыс при ежедневном выполнении физической нагрузки в методике «Бег на тредбане» / Д.Г. Иванов, Н.В. Александровская, У.А. Афонькина, П.В. Ерошкин, А.Н. Семенов, Д.В. Бусыгин // Биомедицина. — 2017. — № 2. — С. 4–22.

10 Methods of biochemical research. — Leningrad, 1982. — 272 p.

11 Kazenov A.M. Study of Na/K-ATPase activity in mammalian erythrocytes / A.M. Kazenov, M.N. Maslova, A.D. Shalabodov // Biochemistry. — 1984. — Vol. 49, No. 7. — P. 1089–1095.

12 Stalnaya I.D. Method for the determination of malondialdehyde using TBA / I.D. Stalnaya, T.G. Garishvili // Modern methods in biochemistry. — 1977. — P. 66–68.

13 Gavrilov V.B. Spectrophotometric assay of the blood plasma lipid hydroperoxides / V.B. Gavrilov, M.I. Mishkorudnaya // Laboratornoye delo. — 1983. — No. 3. — P. 33–36.

Х.С. Сарсембаев, Ю.А. Синявский, Казис Милашюс

## Егеуқұйрықтың физикалық жаттығудағы жұмыс қабілеттілігіне бие сүтінен бөлінген төмен молекулалы пептидтердің әсері

«Тредбанмен жүгіру» моделі бойынша егеуқұйрықтарға жүргізілген экспериментте жұмысқа қабілеттілік көрсеткіштері, оның ішінде қан сарысуындағы аз қышқылданған өнімдердің деңгейі, бие сүтінен бөлінген төмен молекулалы пептидтердің фракциясын 28 күн күндіз қабылдау кезінде жануарлардың сан бұлшық етінің митохондриялық фракциясындағы эритроциттер мембранасы, сонымен қатар антиоксидантты қорғаныс жүйесінің жағдайы зерттелген. Эксперименттік топта бақылаушы жануарлармен салыстырғанда жүгіру жолағындағы жүгіру уақыты 28-ші күні 73,5 %-ға өсті, ал жаттығудың жетінші күнінен бастап 28-ші жаттығу күніне қарай біртіндеп артып, жүгіру уақытының өсуінің он динамикасы байқалды. Жануарлардың дене жүктемесінің аясында төмен молекулалы пептидтердің байытылған фракциясымен қабылдауы эритроциттердің мембраналарында МДА деңгейінің 25,3 %-ға, ал диен конъюгаттарының 33,8 %-ға төмендеуімен қатар жүрді, сондай-ақ, эритроциттер мембраналарында супероксиддисмутаза мен каталазаның активтенуі байқалды. Осындай өзгерістер жануарлардың феморальды бұлшық етінің митохондриялық фракциясынан табылды. Эксперименттік топтың егеуқұйрықтарында сарысуында сүт қышқылы 40,6 %, ал сан бұлшық етінде 24,7 % төмен концентрациясын көрсетті. Пирожүзім қышқылының мөлшері бастапқы мәндерінен өзгеше болмады. Алынған нәтижелер спорттық тамақтануға арналған мамандандырылған өнімдер мен биологиялық белсенді тағам қоспаларын жобалау кезінде төменмолекулалық пептидтерді қолданудың орындылығын дәлелдейді.

*Кілт сөздер:* төмен молекулалық пептидтер, физикалық белсенділік, антиоксиданттар жүйесі, сүт және пирожүзім қышқылдары.

Kh.S. Sarsembaev, Yu.A. Sinyavsky, Kazis Mīlašius

## Influence of low-molecular peptides isolated from mare's milk on the performance of rats in case of physical exercise

In an experiment on rats on the «Treadmill running» model, the performance indicators were studied, as well as the state of the antioxidant defense system, including the level of under-oxidized products in the blood serum, erythrocyte membranes and the mitochondrial fraction of the femoral muscle of animals against the background of 28-day intake of the fraction of non-molecular peptides isolated from mare's milk. In the experimental group, in comparison with the control animals, the running time on the treadmill on the 28th day increased by 73.5 %, while a positive trend of increasing the run time has been noted since the seventh day of training, gradually increasing to the 28th day of the training. The intake by animals of the enriched fraction of low molecular weight peptides against the background of physical activity was accompanied by a decrease in the MDA level in the membranes of erythrocytes by 25.3 %, and diene conjugates by 33.8 %, as well as the activation of superoxide dismutase and catalase in the membranes of erythrocytes. A similar change was found in the mitochondrial fraction of the femoral muscle of animals. The experimental group of rats showed a lower concentration of lactic acid in the blood serum by 40.6 %; and in the femoral muscle by 24.7 %. Pyruvic acid content was not different from the initial values. These results substantiate the usefulness of low molecular weight peptides in the design of specialized products and dietary supplements for sports nutrition.

*Keywords:* low molecular weight peptides, physical activity, antioxidant system, lactic and pyruvic acids.

## References

- 1 Jastrzębska, E., Wadas, E., Daszkiewicz, T., & Pietrzak-Fiećko, R. (2017). Nutritional Value and Health-Promoting Properties of Mare's Milk — a review. *Czech J. Anim. Sci.*, 62 (12), 511–518. <https://doi/10.17221/61/2016-CJAS>
- 2 Markiewicz-Kęszycka, M., Wójtowski, J., Czyżak-Runowska, G., Kuczyńska, B., Puppel, K., Krzyżewski, J., Strzałkowska, N., Jóźwik, A., & Bagnicka, E. (2014). Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and  $\beta$ -carotene in late lactation mares' milk. *Int. Dairy J.*, 38, 31–36. <https://doi/10.1016/j.idairyj.2014.04.00323>
- 3 Salimei, E., & Park, Y.W. (2017). *Mare milk. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Hoboken NJ: Wiley Blackwell.
- 4 Rowan, A.M., Haggarty, N.W., & Ram, S. (2005). Milk bioactives: discovery and proof of concept. *Australian Journal of Dairy Technology*, 60, 114–120.
- 5 Fotschki, J., Szyc, A.M., Laparra, J.M., Markiewicz, L.H. & Wroblewska, B. (2016). Immune-modulating properties of horse milk administered to mice sensitized to cow milk. American Dairy Science Association, 9395–9404. [https://doi/10.3168 / jds.2016-11499](https://doi/10.3168/jds.2016-11499)
- 6 Sinyavskiy, Yu.A., Yakunin, A.V., Ibraimov, Y.S., & Barmak S.M. (2017). Perspectives of hydrolysates from mare's milk use in sport nutrition. *SPORTO MOKSLAS*, 1 (87), 38–44. <https://doi:10.15823/sm.2017.6>
- 7 Mazhitova, A., & Kulmyrzaev, A. (2015). Physiologically functional components of mare's milk. *Manas Journal of Engineering*, 3, 1–8.
- 8 Ternovskaya, L.N., Gapon, M.N., Vaserin, Yu.I., & Beskrovnaya, Yu.G. (2010). Sposob vydeleniia nizkomolekuliarnykh peptidov [Method of isolation of low molecular weight peptides]. *Patent RU 2 416 243* [in Russian].
- 9 Ivanov, D.G., Aleksandrovskaia, N.V., Afonkina, U.A., Eroshkin, P.V., Semenov, A.N., & Busygin, D.V. (2017). Adaptatsionnye izmeneniia u krysa pri ezhednevnom vypolnenii fizicheskoi nahruzki v metodike «Beh na tredbane» [Adaptive changes in rats during daily exercise in the «Treadmill running» technique]. *Biomeditsina — Biomedicine*, 2, 4–22 [in Russian].
- 10 *Methods of biochemical research* (1982). Leningrad.
- 11 Kazenov, A.M., Maslova, M.N., & Shalabodov, A.D. (1984). Study of Na/K-ATPase activity in mammalian erythrocytes. *Biochemistry*, 49 (7), 1089–1095.
- 12 Stalnaya, I.D., & Garishvili, T.G. (1977). Method for the determination of malondialdehyde using TBA. *Modern methods in biochemistry*, 66–68.
- 13 Gavrilov, V.B., & Mishkorudnaya, M.I. (1983). Spectrophotometric assay of the blood plasma lipid hydroperoxides. *Laboratornoye delo*, 3, 33–36.

A.A. Sumembayev<sup>\*1,2</sup>, A.N. Danilova<sup>1</sup><sup>1</sup>Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan;<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

\*Corresponding author: aydars@list.ru

## The comparative morphometric analysis of seeds representatives of the genus *Paeonia* L. (*Paeoniaceae* Rudolphi) of the Kazakh Altai's flora, introduced in the Altai Botanical Garden

The article provides data on the study of the external structure, morphometric and weight parameters of seeds of the complex of *Paeonia anomala* L., *P. hybrida* Pall., *P. intermedia* C.A. Mey., grown in the conditions of the mountain-taiga zone of the Kazakhstan Altai, and clarification of the possibility of using these characters to distinguish between species. The primary analysis of the seed material revealed differences in the length, width and thickness of the seed in the cultivated samples from different ecological and geographical conditions of the habitats. A comparative study of such morphometric and weight parameters as the external structure, length, width, and thickness of seeds of the samples of *Paeonia anomala*, *P. hybrida*, *P. intermedia*, introduced from different ecological and geographical habitats of Kazakhstan Altai, revealed a certain variation in the selected parameters in the species. When comparing the external morphological structure of *P. intermedia* and *P. anomala*, the differences were practically not established, due to the close relationship of the species. When comparing the average metric and weight parameters of seeds in the *Paeonia anomala* specimens taken from ridge Ivanovsky, did not reveal significant differences. This happened despite the interpopulation difference in quality of the planting material with respect to ecology and location above sea level. This indicates the evenness of the length, width, and thickness of the seed material of the cultivated *Paeonia anomala* specimens. In cultivate specimens of *P. hybrida* from Narym ridge and Azutau in the ratio of the length, width and thickness of the seed, as well as the weight of 1000 pieces, seed differences were observed. Despite the low level of variability of morphological parameters of seeds, it is premature to recommend them for differentiation of species due to the short duration of the study period.

**Keywords:** *Paeonia* L., carpology, Kazakhstan Altai, introduction, category of rarity.

### Introduction

The conservation of the Earth's biological diversity is one of the most important problems of modern biology. Its effective solution is possible only with a comprehensive study of the ecological-biological features of each species of plants. This is especially relevant for rare species, since research on their ecology and biology is not only of theoretical interest, but also necessary for the development of ways to protect these species [1]. The main reasons for the reduction of species of the genus *Paeonia* L. are anthropogenic effects on natural ecosystems and the collection of plants for medicinal and ornamental purposes [2].

Genus *Paeonia* L., includes 36 species [3], belongs to the number of systematically complex taxa of flowering plants [4]. Representatives of the genus are perennial herbs with thickened spindle-shaped roots and difficult palm-dissected leaves or tree-like shrubs (8 species) [5].

The fruit of the peony is apocarps leafy. A multi-leaflet is a collection of non-growing leaflets, each of which arises from a separate carpel. A separate leaflet can be called a fruit. The fruit is multi-seeded, opening suturally (along the abdominal suture). The pericarp is dry, the number of seeds is usually up to 10 or slightly more, but always less than the number of embedded seed bugs [6].

High morphological variability creates great difficulties in establishing boundaries between species [7]. There are controversial points in taxonomy and systematics of the genus [8]. Especially between *P. anomala*, *P. intermedia* and *P. hybrida*, forming a single complex of Siberian-Central Asian herbaceous species, characterized by twice tripartite strongly segmented leaves, covered with bristles on top of the veins. All species of complex are diploids [9]. Analysis of literary data on the state of study of the topic showed that information on the morphology of species of the genus *Paeonia* is clearly not enough to conduct a comparative morphometric analysis of seeds of the studied species [10–14].

The purpose of this work was to study the external structure, morphometric and weight indices of seeds *Paeonia anomala* L., *Paeonia hybrida* Pall., *Paeonia intermedia* C.A. Mey., grown under the conditions of culture, and find out the possibility of using these features to distinguish species.

### Materials and Methods

The object of the study was the seed material of three rare species of peonies: *Paeonia anomala* L., *Paeonia hybrida* Pall., *Paeonia intermedia* C.A. Mey, included to the introduction from various habitats of Kazakhstan Altai and grown in the exposition of the natural flora of the Altai Botanical Garden.

*Paeonia anomala* L. is boreal, mainly Siberian species, mesophyte. It distributes in the northern regions of European Russia, in Western Siberia, Baikal region, on Tien Shan, Mongolia. In Kazakhstan, it grows in the northern, eastern and southeastern regions: Caspian (Volga region), Kokchetau, Zaisan, Altai, Tarbagatai, Dzungar, Transili, Ketmen, Kyrgyz Alatau and on Western Tien Shan [5]. It prefers moistened meadows and fairly well-warmed and clarified forest glades. Throughout the range it occurs discretely, is intensively shrinking. It is included in the Red Book of Kazakhstan [15], in the regional Red Books of the Russian Federation [16–22].

*Paeonia hybrida* Pall. is the Central Asian mesoxerophyte species. The general distribution of the species is Western Siberia and Western China [23]. In Kazakhstan, it grows on the steppe slopes of foothills and shallow slopes, on steppe meadows, open rocky slopes of the lower mountain belt in geographical areas: Turkestan, Altai, Tarbagatai, Dzungar, Transili, Ketmen, Kyrgyz Alatau, Chu-Ili mountains (Krasnogorsk) and in Tien Shan. In 1991 it was found in the Republic of Bashkortostan [24]. It is included in the Red Book of Kazakhstan [15], the Red Book of Uzbekistan [25], the Red Book of the Altai Territory [26].

*Paeonia intermedia* C.A. Mey. is mesoxerophyte species, area covers Western Siberia, Chinese and Mongolian Altai [27]. In Kazakhstan, it is found in Kazakhstan Altai [28], Saur, Tarbagatai, Dzungar Alatau, Western Tien Shan [27]. The species is included in the Red Book of Tajikistan [29].

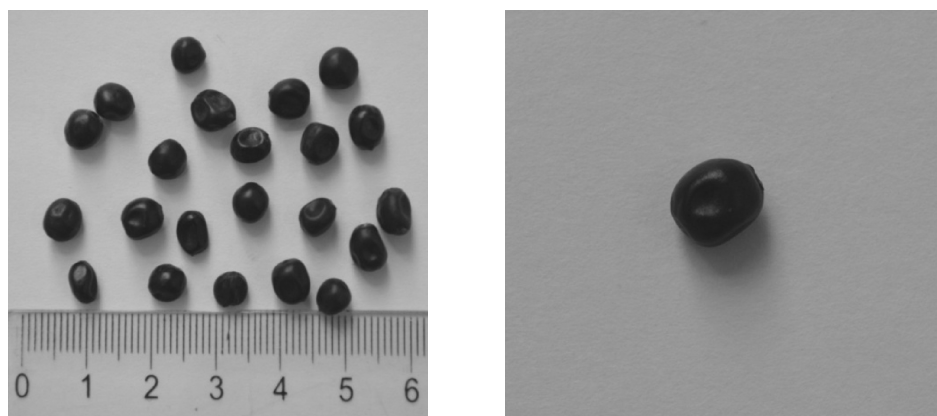
In climatic terms, the research area (Ridder, East Kazakhstan, geographical region: South-West Altai) is characterized by cold long winters, warm and humid summers, sharp temperature and humidity drops during the year, seasons of the day. According to the Ridder Weather Station, the area of introduction belongs to a moderately cool, moderately moistened agro-climatic zone. The climate is sharply continental, with an average annual air temperature of +1.8 °C. The average monthly air temperature of the winter months ranges from –5 °C to –16 °C with an absolute minimum of –46,7 °C, summer months from +17 °C to +25 °C with an absolute maximum of +41.5 °C. The average annual rainfall ranges from 432 to 937 mm with a summer maximum [30].

During describing the morphological features of seeds, special attention was paid to the size and structure of the surface of the seed, to a lesser extent to the shape and color. Well-made seeds were selected for analysis. The seeds were collected after the flyer flaps diverged when the seeds acquired a light brown or dark blue color [31]. Morphological characteristics of seeds were compiled using terminology presented in the works of Z.T. Artyushenko [32] and M.G. Nikolaeva et al. [31]. Morphometric measurements are made with a micrometer MK-25 in 20–25 times repetition for each parameter. The color palette of seeds is determined on the basis of the color scale of A.S. Bondartsev [33] and the color scale of the English Royal Society of Flower Growers [34]. The statistical analysis calculated the mean values of the analyzed indices (length, width, thickness of the seed with deviation from the mean and correlation coefficient) [35]. Latin plant names were verified according to S.K. Czerepanov [36]. The circuit map is made in QGIS 3.14.15 Pi.

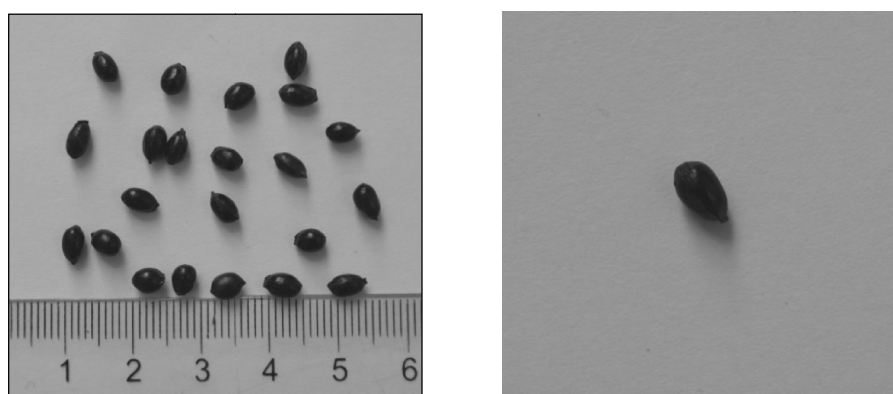
### Results and Discussion

As a result of the cameral treatment, the description of the external structure of the seeds *Paeonia anomala* L., *Paeonia hybrida* Pall., *Paeonia intermedia* C.A. Mey was carried out at 2019 samples of the collection site of the Altai Botanical Garden.

*Paeonia anomala*: seeds large, rounded, slightly flattened (Fig. 1, 2). Length: 6.15–7.25 (average 6.52) mm, width: 4.82–6.15 (average 5.47) mm, thickness 2.99–5.04 (average 4.46) mm. The mass of 1000 seeds is from 67 to 140 g. The color is from brilliantly black to matte black, sometimes grayish in the lateral and chalazal parts. The color is mainly glossy. The shape of the seeds is spherical, sometimes slightly flattened in the back. The dough is rough, sometimes almost smooth; the surface is fine in places, always bare. The peel is dense, thick enough. In the abdominal part there are two unequal parallel recesses, oval in shape, forming a longitudinal protrusion between them. Often small circular depressions are found on the sides of the seed. Micropile is overgrown, invisible. The chalazal end narrows slightly to the base, usually smooth, rarely longitudinally wrinkled. Seed scar of medium size, linear type, longitudinally ellipsoidal in shape, sometimes almost oval, noticeably protruding; located in the basal part, less often in the lower part of the abdominal side. Rafe is absent.

Figure 1 and 2. Seeds of *Paeonia anomala* L.

*Paeonia hybrid*: straight-type seeds, elongated (Fig. 3, 4). Length: 4.4–6.2 (average 5.41) mm, width: 3.1–3.8 (average 3.38) mm, thickness: 2.9–3.5 (average 3.18) mm. The mass of 1000 pieces of seeds is from 28 to 37 g. The color of the seeds is from brown-brown to dark brown. Seeds have a characteristic gloss. The seed peel is smooth, rarely with small roughness, sometimes finely chopped. The surface of the seeds is bare, without pubescence. The dough is very dense, strong. Often, the surface of the seeds can be longitudinally rigid in the abdominal and lateral parts, with characteristic clearly pronounced cellular gyros. The shape of the seeds is barrel-shaped, ellipsoidal in shape, noticeably thickened in the middle part. The micropile is overgrown, clearly pronounced formed by external integrations, longitudinally slit-shaped, elongated into a small well-distinguished spout. The halazal end is noticeably narrowed, passing into a seed scar. The medium-sized seed scar is longitudinally slit-shaped, basal, protruding. Rafe is clearly pronounced, narrow, and clearly distinguishable to micropiles.

Figure 3 and 4. Seeds of *Paeonia hybrida*

*Paeonia intermedia*: seeds are large, rounded; length: 6.78–8.33 (average 7.17) mm, width 4.93–6.52 (average 5.41) mm, thickness 4.41–5.26 (average 4.82) mm; The mass of 1000 pieces of seeds is 96.74 g. The color gamut of the seeds varies from gray-slate to coal-black. The color is mainly matte, sometimes glossy. Slightly lighter in the thickened part, ovate or oblong-ovate in shape, noticeably volumetric and convex in the back. The seed peel is quite dense, strong and thick. The surface of the seeds is almost smooth, sometimes slightly rough, finely grained, glabrous; without any pubescence. In the abdominal part of the seed there is a significant notch, less often two, oval or oblong-ellipsoidal in shape. In the dorsal part of the seed there are sometimes weakly expressed intrusions. The micropilar entrance is completely overgrown, located in a characteristic small rounded decrease; located in a smoothly tapering end of the seed. The halazal end is aligned, usually has a smooth surface, sometimes slightly thickened, sharply tapering to the seed scar. Seed scar of rather large size, basal, linear type, quadrangular shape, short, slightly protruding, longitudinal location. There is always no rafe (Fig. 5, 6).

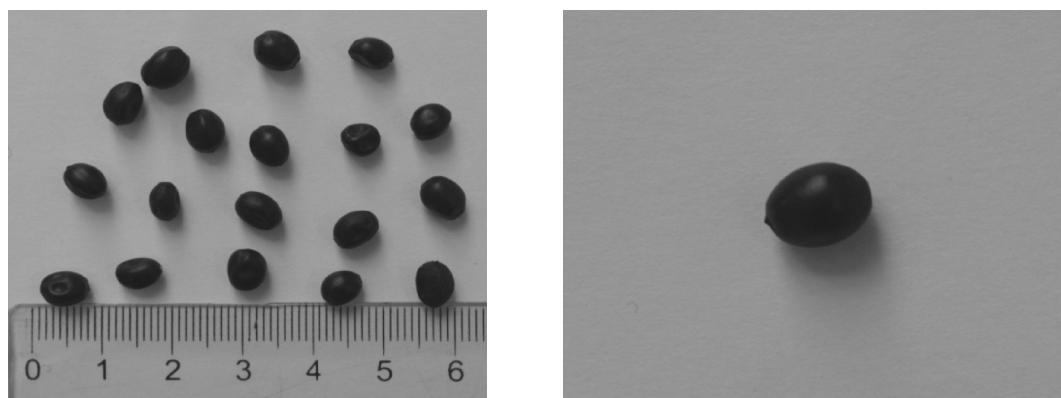


Figure 5 and 6. Seeds of *Paeonia intermedia* C.A. Mey

It is noted that *P. intermedia* and *P. anomala* seeds are almost identical in external structure. This is probably directly related to the close relationship of these species, which were previously assigned to one species. For comparative analysis of morphometric and weight indices we carried out statistical processing of seeds (collection 2016) of studied species *Paeonia anomala* and *Paeonia hybrida*, attracted to introduction in different periods from different ecological and geographical habitats of Kazakhstan Altai (Fig. 7).

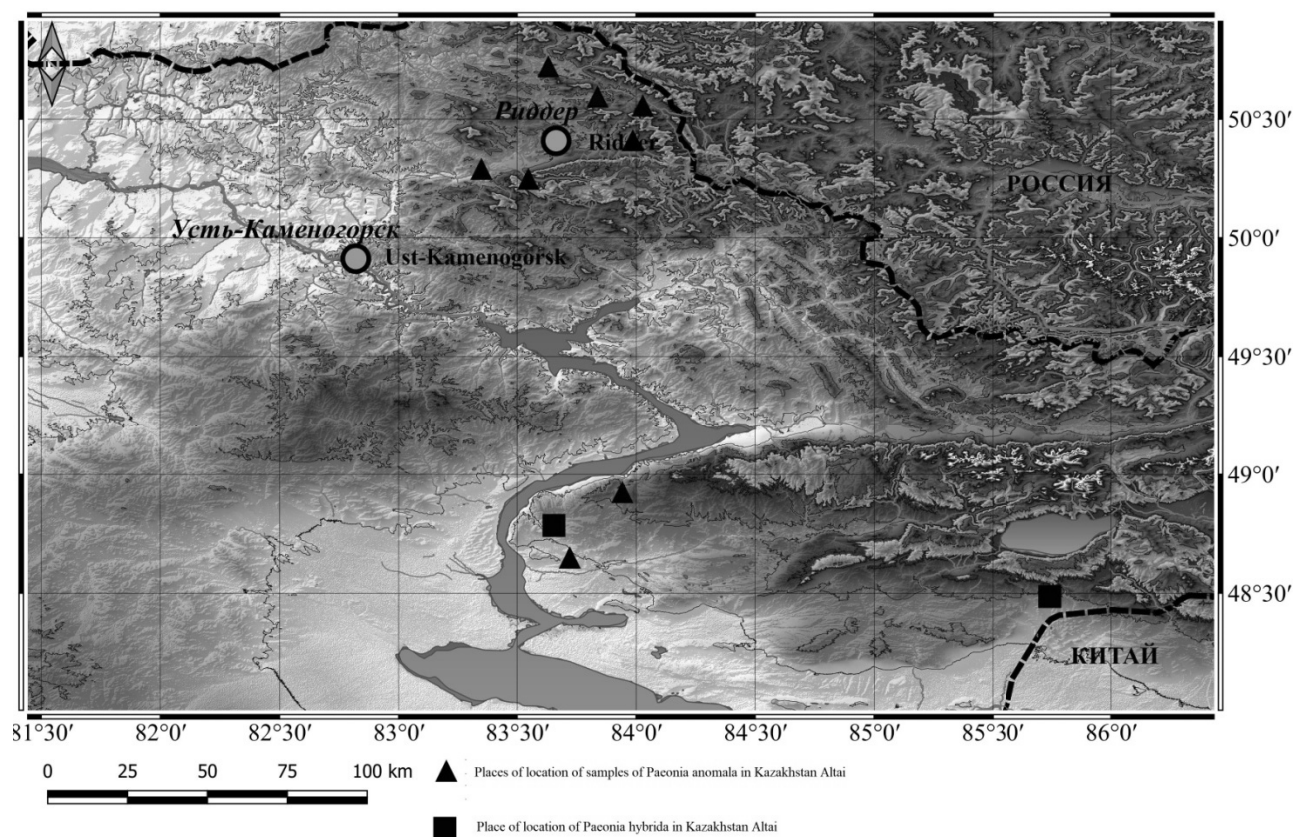


Figure 7. Scheme — map of ecological and geographical habitats of different samples of species *Paeonia anomala* and *Paeonia hybrida* in the territory of Kazakhstan Altai

Data for the comparative analysis is presented in Table 1.

**Biometric indicators of seeds of *Paeonia anomala* and *Paeonia hybrida* in introduction from different ecological-geographical habitats of Kazakhstan Altai**

Sample origin	Seed length, mm		Seed width, mm		Seed thickness, mm		Mass of 1000 seeds, g
	$\frac{M \pm m}{\text{Min-Max}}$	Cv, %	$\frac{M \pm m}{\text{Min-Max}}$	Cv, %	$\frac{M \pm m}{\text{Min-Max}}$	Cv, %	
<i>Paeonia anomala</i>							
Ivanovsky ridge, tract Broad Log, 1400 m above sea level	$\frac{6.52 \pm 0.16}{6.15-7.25}$	4.43	$\frac{5.47 \pm 0.19}{4.82-6.15}$	7.02	$\frac{4.46 \pm 0.28}{2.99 \pm 5.04}$	11.53	85.26
Ridge Ivanovsky, the upper reaches of the Kazachikha River, eastern slope, sparse cedar, 1900 m above sea level	$\frac{6.64 \pm 0.26}{5.84-7.7}$	7.15	$\frac{4.97 \pm 0.19}{4.5-5.7}$	7.12	$\frac{3.79 \pm 0.21}{3.24-4.3}$	10.1	73.61
Ridge Ivanovsky, gorge «Gray Meadow», north-western slope, coniferous forest, 1200 m above sea level	$\frac{6.54 \pm 0.25}{5.8-7.1}$	6.94	$\frac{5.41 \pm 0.23}{4.7-6.1}$	8.17	$\frac{4.52 \pm 0.28}{3.6-5.2}$	11.1	82.18
Ridge Ivanovsky, «Passage» below, north-western slope, 1600 m above sea level	$\frac{6.61 \pm 0.21}{5.7-7.3}$	6.02	$\frac{5.03 \pm 0.2}{4.5-5.8}$	7.6	$\frac{4.15 \pm 0.29}{3.1-5.1}$	12.8	74.29
Ridge Ivanovsky, northern spur, tract «Haircut Pit», 1100 m above sea level, fir forest with an admixture of birch	$\frac{6.79 \pm 0.17}{6.3-7.3}$	4.5	$\frac{5.06 \pm 0.19}{4.3-5.6}$	7.16	$\frac{4.04 \pm 0.33}{2.9-5.0}$	15.1	77.77
Ridge Ubinsky, southeastern spurs, Kozlushka Mount, surrounding Butakovo, 710 m above sea level	$\frac{6.72 \pm 0.3}{6.19-7.87}$	8.12	$\frac{4.92 \pm 0.29}{4.19-5.75}$	11.1	$\frac{3.87 \pm 0.29}{2.61-5.01}$	13.9	67.99
Ridge Kurchumsky, northern slope, surrounding Kurchum, 503 m above sea level	$\frac{7.83 \pm 0.22}{7.1-8.4}$	5.14	$\frac{6.21 \pm 0.13}{5.7-6.5}$	3.92	$\frac{5.75 \pm 0.21}{5.3-6.6}$	6.5	139.59
Ridge Narymsky, gorge Akbulak, north-western crushed slope, 940 m above sea level	$\frac{7.23 \pm 0.25}{5.8-7.7}$	6.39	$\frac{5.11 \pm 0.22}{4.5-5.6}$	7.71	$\frac{4.27 \pm 0.19}{3.6-5.1}$	9.13	86.55
<i>P. hybrida</i>							
Narymsky ridge, Tolebay tract, north-western crushed slope, 740 m above sea level	$\frac{5.41 \pm 0.24}{4.4-6.2}$	8.02	$\frac{3.38 \pm 0.12}{3.1-3.8}$	6.72	$\frac{3.18 \pm 0.09}{2.9 \pm 3.5}$	5.67	28.22
Ridge Azutau, Koytas tract, south-western slope, 777 m above sea level	$\frac{5.55 \pm 0.21}{5.1-5.9}$	5.25	$\frac{3.51 \pm 0.13}{3.2-3.7}$	5.02	$\frac{3.3 \pm 0.11}{3.1-3.6}$	4.67	36.11

Note. in numerator:  $M \pm m$  — average value  $\pm$  permissible limits; in denominator: Min-Max — minimum and maximum value.

Primary analysis of *Paeonia anomala* seeds revealed differences in the length, width and thickness of the seed in cultivated samples from different ecological-geographical habitats. The largest seeds are collected from a sample imported from range Kurchumsky, 503 m above sea level, in which the mass of 1000 seeds is 139.59 g, dimensions: length —  $7.83 \pm 0.22$  mm, width —  $6.21 \pm 0.13$  mm. Large seeds produce individuals originating from range Narymsky (gorge Akbulak, 940 m above sea level), in which the mass of 1000 seeds is 86.55 g, dimensions: length —  $7.23 \pm 0.25$  mm, width —  $5.11 \pm 0.22$  mm. Seed material from samples from the Ubinsky ridge (Kozlushka Mount, 710 m above sea level) has the smallest mass of 1000 seeds — 67.99 g and intermediate parameters of the length and width of the seeds compared to *Paeonia anomala* samples collected from range Ivanovsky, Narymsky and Kurchumsky.

Study in culture of average biometric and weight indices of seeds in *Paeonia anomala* samples collected with range Ivanovsky did not reveal significant differences, despite the inter-population diversity of the planting material relative to ecology and location above sea level.

The coefficients of variation in the length, width and thickness of the seed showed that the studied features have similar variation amplitudes in all samples and correspond to a low level of variability. This indi-

cates that the length, width and thickness of the seed material of the cultivated *Paeonia anomala* samples are aligned.

Similar results during the statistical processing of morphometric and weight indices were found for *P. hybrida* seeds. In cultivated samples of the species with range Narymsky and Azutau showed slight differences in the ratio of the length, width and thickness of the seed, as well as the mass of 1000 seeds. It was also found that for both species, the coefficients of variation of these indicators have a low degree of variability.

### Conclusion

A comparative study of such morphometric and weight parameters as external structure, length, width, seed thickness of samples *Paeonia anomala*, *P. hybrida*, *P. intermedia*, collected from different ecological and geographical habitats of Kazakhstan Altai, revealed a certain variation of selected indicators in species. Apparently, this is related to the origin of material from geographically distant populations. However, when comparing the external structure of *P. intermedia* and *P. anomala* seeds, differences are practically not established. There is probably a close relationship between these species, previously attributed to the same species *P. anomala*. After comparing average metric and weight values of seeds in *Paeonia anomala* samples attracted from range Ivanovsky did not reveal significant differences, despite the inter-population diversity of the planting material relative to ecology and location above sea level.

Despite the low level of variability of morphological indicators of seeds, it is premature to recommend them for differentiation of species due to the short-term period of research.

### Acknowledgements

The article was prepared with the financial support of the Scientific and Technical Programme «Development of scientific and practical foundations and innovative approaches for the introduction of plants in the natural zones of Western and Eastern Kazakhstan for rational and effective use in landscaping, gardening and environmental protection» of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2021–2022).

### References

- 1 Миногина Е.Н. Семенная продуктивность видов *Helianthemum nummularium* и *H. baschkirorum* в ценопопуляциях на Урале / Е.Н. Миногина // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Материалы I (III) Всерос. молод. науч.-практ. конф. ботаников. — Новосибирск, 2007. — С. 223, 224.
- 2 Рудая О.А. Причины покоя семян некоторых видов рода *Paeonia* L. / О.А. Рудая, О.В. Чернышенко, С.В. Ефимов, Г.Н. Кононов // Лесн. вестн. — 2016. — № 2. — С. 66–73.
- 3 The Plant List (2013). Version 1.1. [online resource]. URL: <http://www.theplantlist.org/>
- 4 Успенская М.С. Дополнения к системе рода *Paeonia* L. / М.С. Успенская // Бюл. МОИП. — 1987. — Т. 92, Вып. 3. — С. 79–85.
- 5 Флора Казахстана. — Алма-Ата, 1961. — Т. 4. — 545 с.
- 6 Реут А.А. Семенная продуктивность дикорастущих пионов и способы её повышения / А.А. Реут // Научные ведомости Белгор. гос. ун-та. Сер. естест. науки. — 2011. — № 3 (98), Вып. 14/1. — С. 134–139.
- 7 Ефимов С.В. Взаимоотношение видов *Paeonia anomala*, *P. intermedia* и *P. hybrida* (*Paeoniaceae*) по данным о последовательностях ITS ядерной рибосомной ДНК и *ycf1* хлоропластной ДНК / С.В. Ефимов // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. — 2016. — № 15. — С. 112–116.
- 8 Pan J. Molecular phylogenetic evidence for the origin of a diploid hybrid of *Paeonia* (*Paeoniaceae*) / J. Pan, D. Zhang, T. Sang // American Journal of Botany. — 2007. — Т. 94, № 3. — С. 400–408.
- 9 Wang S.Q. Karyotype in *Paeonia intermedia* C.A. Mey / S.Q. Wang // Bangladesh J. Bot. — 2014. — Vol. 43. — P. 101–105.
- 10 Черней Е.Н. Строение околоплодника и семени пиона иноземного / Е.Н. Черней // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. — 1985. — № 5. — С. 58–60.
- 11 Сравнительная анатомия семян. — Л.: Наука, 1988. — Т. 2. — 255 с.
- 12 Беляева Т.Н. Морфология семян видов *Paeonia* L. / Т.Н. Беляева // Систематические заметки по материалам гербария им. П.Н. Крылова Том. гос. ун-та. — 2000. — С. 25–27.
- 13 Реут А.А. Карпология некоторых видов рода *Paeonia* L. (*Paeoniaceae*), интродуцированных в Башкирском Предуралье / А.А. Реут, Л.Н. Миронова // Карпология и репродуктивная биология высших растений: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти проф. А.П. Меликяна. — М., 2011. — С. 310–312.
- 14 Zhang K. A review of the seed biology of *Paeonia* species (*Paeoniaceae*), with particular reference to dormancy and germination / K. Zhang, L. Yao, Y. Zhang, J.M. Baskin, C.C. Baskin, Z. Xiong, J. Tao // Planta. — 2018. — Vol. 249, Iss. 2. — P. 291–303 <https://doi.org/10.1007/s00425-018-3017-4>
- 15 Красная книга Казахстана. — Т. 2: Растения. — Астана, 2014. — 452 с.



- 16 Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997. — 240 с.
- 17 Красная книга Курганской области. — Курган: Зауралье, 2002. — 424 с.
- 18 Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа: животные, растения, грибы. — Екатеринбург: Пакрус, 2003. — 376 с.
- 19 Красная книга Тюменской области. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. — 496 с.
- 20 Красная книга Омской области. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2005. — 460 с.
- 21 Красная книга Республики Башкортостан: редкие и исчезающие виды высших сосудистых растений. — Уфа: Китап, 2001. — Т. 1. — 280 с.
- 22 Красная книга Республики Коми. — Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2009. — 791 с.
- 23 Флора Сибири. — Новосибирск: Наука, 1993. — Т. 6. — 310 с.
- 24 Мулдашев А.А. Флористические находки в Башкортостане (Россия) / А.А. Мулдашев // Бот. журн. — 2003. — Т. 88, № 1. — С. 120–129.
- 25 Красная книга Республики Узбекистан: редкие и исчезающие виды растений и животных. — Ташкент: Chinor ENK, 2009. — Т. 1: Растения и грибы. — 356 с.
- 26 Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. — Барнаул: ОАО «Алтай», 2006. — 262 с.
- 27 Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна) / Р.В. Камелин. — Барнаул: Изд-во Алтай. гос. ун-та, 1998. — 236 с.
- 28 Котухов Ю.А. Список сосудистых растений Казахского Алтая / Ю.А. Котухов // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2005. — Вып. 11. — С. 11–83.
- 29 Красная книга Таджикистана. — Душанбе, 2015. — 535 с.
- 30 Алтайскому ботаническому саду — 80 лет: альманах. — Усть-Каменогорск: Медиа-Альянс, 2015. — 58 с.
- 31 Николаева М.Г. Биология семян / М.Г. Николаева, И.В. Лянгузова, Л.М. Поздова. — СПб., 1999. — 234 с.
- 32 Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Семя / З.Т. Артюшенко. — Л., 1990. — 204 с.
- 33 Бондарцев А.С. Шкала цветов / А.С. Бондарцев. — М., 1954. — 28 с.
- 34 Цветовая шкала Английского Королевского общества цветоводов (RHS ColourChart). [Электронный ресурс]. URL: [http://traditio-ru.org/wiki/\(RHS\\_Colour\\_Chart\)](http://traditio-ru.org/wiki/(RHS_Colour_Chart)).
- 35 Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. — М., 1990. — 296 с.
- 36 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — СПб., 1995. — 990 с.

А.А. Сумембаев, А.Н. Данилова

## Алтай Ботаникалық бағына жерсіндірілген Қазақстан Алтайының флорасының *Paeonia* L. (*Paeoniaceae* Rudolphi) туыстасының өкілдерінің тұқымдарының морфометриялық салыстырмасы

Мақалада *Paeonia anomala* L., *P. hybrida* Pall., *P. intermedia* С.А. Меу түрлер тұқымдарының сыртқы құрылымын, морфометриялық және салмақтық параметрлерін кешенді зерттеу туралы мәліметтер келтірілген. Және де Қазақстан Алтайының таулы-тайга зонасы жағдайында өсірілген және түрлерді ажырату үшін осы танбаларды қолдану мүмкіндігін нақтылау сипатталған. Тұқым материалының алғашқы талдауында әр түрлі экологиялық-географиялық жағдайлардан алынған өсімді үлгілеріндегі тұқымның ұзындығы, ені мен қалыңдығындағы айырмашылықтар анықталды. *Paeonia anomala*, *P. hybrida*, *P. intermedia* үлгілерінің тұқымдарының сыртқы құрылымы, ұзындығы, ені және қалыңдығы сияқты тұқымдардың морфометриялық және салмақтық параметрлерін салыстырмалы түрде зерттеу барысында Алтайдың әр түрлі экологиялық-географиялық тіршілік ету орталарынан енгізілгені бола тұрып, таңдалған түрдегі параметрлердің белгілі бір ауытқуын анықтады. *P. intermedia* мен *P. anomala*-ның сыртқы морфологиялық құрылымын салыстыру кезінде бұл түрлердің тығыз байланысына байланысты айырмашылықтар іс жүзінде анықталмады. Тұқымдардың орташа метрикалық және салмақтық параметрлерін Ивановский жотасынан алынған *P. anomala* үлгілерімен салыстыру кезінде, экологияға және отырғызу материалының сапасының популяциялар арасындағы әртүрлілігіне және теңіз деңгейінен жоғары орналасуына қарамастан айтарлықтай айырмашылықтарды анықтаған жоқ. Бұл өсірілген *P. anomala* үлгілерінің тұқым материалының ұзындығының, енінің және қалыңдығының біркелкілігін көрсетеді. Нарын мен Азутау жоталарынан алынған *P. hybrida* түрлерінің өсірілген үлгілерінде тұқымның ұзындығына, еніне және қалыңдығына, сондай-ақ 1000 дана салмағына тұқымдық айырмашылықтар байқалды. Тұқымдардың морфологиялық параметрлерінің өзгеріштік деңгейінің төмендігіне қарамастан, оларды зерттеу кезеңінің қысқа болуына байланысты түрлерді саралауға ұсыну ерте.

*Кілт сөздер:* *Paeonia* L., карпология, Қазақстандағы Алтай, жерсіндіру, сирек категориясы.

А.А. Сумембаев, А.Н. Данилова

## Сравнительная морфометрия семян представителей рода *Paeonia* L. (*Paeoniaceae* Rudolphi) флоры Казахстанского Алтая, интродуцированных в Алтайском ботаническом саду

В статье приведены данные по изучению внешнего строения, морфометрических и весовых показателей семян комплекса видов *Paeonia anomala* L., *P. hybrida* Pall., *P. intermedia* C.A. Mey., выращиваемых в условиях горно-таежной зоны Казахстанского Алтая, и выявлены возможности использования данных признаков для разграничения видов. Первичный анализ семенного материала показал отличия по длине, ширине и толщине семени у культивируемых образцов из разных эколого-географических условий местообитаний. Сравнительное изучение таких морфометрических и весовых параметров, как внешнее строение, длина, ширина, толщина семян образцов *Paeonia anomala*, *P. hybrida*, *P. intermedia*, интродуцированных из разных эколого-географических местообитаний Казахстанского Алтая, выявило определенное варьирование выбранных показателей у видов. При сравнении внешнего морфологического строения семян *P. intermedia* и *P. anomala* различия практически не установлены ввиду близкого родства видов. Сравнение средних метрических и весовых показателей семян у образцов *Paeonia anomala*, привлеченных с хр. Ивановский, не дало значительных различий, несмотря на межпопуляционную разнокачественность посадочного материала относительно экологии и расположения над уровнем моря, что свидетельствует о выровненности показателей длины, ширины и толщины семенного материала культивируемых образцов *Paeonia anomala*. У культивируемых образцов *P. hybrida* вида с хр. Нарымский и Азутау в соотношении показателей длины, ширины и толщины семени, а также массы 1000 шт. семян наблюдались незначительные различия. Несмотря на низкий уровень изменчивости морфологических показателей семян, рекомендовать их для разграничения видов преждевременно из-за краткосрочности периода исследований.

*Ключевые слова:* *Paeonia* L., карпология, Казахстанский Алтай, интродукция, категория редкости.

### References

- 1 Minogina, E.N. (2007). Semennaia produktivnost vidov *Helianthemum nummularium* i *H. baschkirorum* v tsenopopuliatsiakh na Urale [Seed productivity of *Helianthemum nummularium* and *H. baschkirorum* species in cenopopulations in the Urals]. Proceedings from Prospects of development and problems of modern botany: 1 (III) *Vserossiiskaia molodezhnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia botanikov — (III) All-Russian Youth Sci.-Pract. Conf. of botanists.* (p. 223, 224). Novosibirsk [in Russian].
- 2 Rudaya, O.A., Chernyshenko, O.V., Efimov, S.V., & Kononov, G.N. (2016). Prichiny pokoia semian nekotorykh vidov roda *Paeonia* L. [Causes of dormancy of seeds of some species of the genus *Paeonia* L.]. *Lesnoi vestnik — Forest Bulletin*, 2, 66–73 [in Russian].
- 3 The Plant List (2013). Version 1.1. [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) Retrieved from <http://www.theplantlist.org/>.
- 4 Uspenskaia, M.S. (1987). Dopolneniia k sisteme roda *Paeonia* L. [Additions to the system of the genus *Paeonia* L.]. *Biulleten MOIP — Bulletin of MSIN*, 92 (3), 79–85 [in Russian].
- 5 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1961). (Vol. 4). Alma-Ata [in Russian].
- 6 Reut, A.A. (2011). Semennaia produktivnost dikorastushchikh pionov i sposoby ee povysheniia [Seed productivity of wild peonies and ways to increase it]. *Nauchnye vedomosti Belhorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya estestvennye nauki — Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series natural science*, 3 (98), 14/1, 13–139 [in Russian].
- 7 Efimov, S.V. (2016). Vzaimootnoshenie vidov *Paeonia anomala*, *P. intermedia* i *P. hybrida* (*Paeoniaceae*) po dannym o posledovatelnostiakh ITS yadernoi ribosomnoi DNK i ychl hloroplastnoi DNK [The relationship between the species *Paeonia anomala*, *P. intermedia*, and *P. hybrida* (*Paeoniaceae*) according to the ITS sequences of nuclear ribosomal DNA and ychl chloroplast DNA]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Monholii — The problems of botany of Southern Suberia and Mongolia*, 15, 112–116 [in Russian].
- 8 Pan, J., Zhang, D., & Sang, T. (2007). Molecular phylogenetic evidence for the origin of a diploid hybrid of *Paeonia* (*Paeoniaceae*). *American Journal of Botany*, 94 (3), 400–408.
- 9 Wang, S.Q. (2014). Karyotype in *Paeonia intermedia* C.A. Mey. *Bangladesh J. Bot.*, 43, 101–105.
- 10 Chernei, E.N. (1985). Stroenie okoloplodnika i semeni pionia inozemnoho [The structure of the pericarp and the seed of a foreign peony]. *Izvestiia AN MSSR. Seriya biologicheskikh i khimicheskikh nauk — Bulletin of the Academy of Science MSSR. Series biol. and chem. sciences*, 5, 58–60 [in Russian].
- 11 *Sravnitelnaia anatomiia semian [Comparative seed anatomy]*. (1988). (Vol. 2). Leningrad: Nauka [in Russian].
- 12 Belyaeva, T.N. (2000). Morfolohiia semian vidov *Paeonia* L. [Seed Morphology of *Paeonia* L. Species]. *Sistematicheskie zametki po materialam herbariia im. P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta — Systematic notes by materials of P.N. Krylov herbarium of Tomsk State University*, 25–27 [in Russian].
- 13 Reut, A.A., & Mironova, L.N. (2011). Karpolohiia nekotorykh vidov roda *Paeonia* L. (*Paeoniaceae*), introdutsirovannykh v Bashkirskom Predurale [Carpology of some species of the genus *Paeonia* L. (*Paeoniaceae*) introduced in the Bashkir Urals]. Proceedings from Carpology and reproductive biology of higher plants: *Vserossiiskaia nauchnaia konferentsiia s mezhdunarodnym*

*uchastiem, posviashchennaia pamiati professora A.P. Melikiana — All-Russian Sci. Conf., dedicated to memory of professor A.P. Melikyan.* (p. 310–312). Moscow [in Russian].

14 Zhang, K., Yao, L., Zhang, Y., Baskin, J. M., Baskin, C. C., Xiong, Z., & Tao, J. (2018). A review of the seed biology of *Paeonia* species (*Paeoniaceae*), with particular reference to dormancy and germination. *Planta*, 249 (2), 291–303. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-3017-4>

15 *Krasnaia kniha Kazakhstana. T. 2: Rasteniia [Red Book of Kazakhstan. Vol. 2: Plants]*. (2014). Astana [in Russian].

16 *Krasnaia kniha Yamalo-Nenetskoho avtonomnoho okruha: zhyvotnye, rasteniia, hriby [Red Book of the Yamal-Nenets Autonomous Area: Animals, Plants, Mushrooms]* (1997). Ekaterinburg: Ural Univ. Publ. [in Russian].

17 *Krasnaia kniha Kurhanskoi oblasti [Red Book of Kurgan Region]*. (2002). Kurgan: Zaurale [in Russian].

18 *Krasnaia kniha Khanty-Mansiiskoho avtonomnoho okruha: zhyvotnye, rasteniia, hriby [Red Book of the Khanty-Mansiysk Autonomous Area: Animals, Plants, Mushrooms]*. (2003). Ekaterinburg: Pakrus [in Russian].

19 *Krasnaia kniha Tiimenskoi oblasti [The Red Book of the Tyumen Region]*. (2004). Ekaterinburg: Ural Univ. Publ. [in Russian].

20 *Krasnaia kniha Omskoi oblasti [Red Book of Omsk Region]*. (2005). Omsk: OmGPU Publ. [in Russian].

21 *Krasnaia kniha Respubliki Bashkortostan: redkie i ischezaiushchie vidy vysshikh sosudistykh rastenii [The Red Book of the Republic of Bashkortostan: Rare and Endangered Species of Higher Vascular Plants]*. (2001). (Vol. 1). Ufa: Kitap [in Russian].

22 *Krasnaia kniha Respubliki Komi [Red Book of the Komi Republic]*. (2009). Syktyvkar: Komi NC UrO RAN [in Russian].

23 *Flora Sibiri [Siberian flora]*. (1993). (Vol. 6). Novosibirsk: Nauka [in Russian].

24 Muldashev, A.A. (2003). Floristicheskie nahodki v Bashkortostane (Rossiia) [Floristic finds in Bashkortostan (Russia)]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 88 (1), 120–129 [in Russian].

25 *Krasnaia kniha Respubliki Uzbekistan: redkie i ischezaiushchie vidy rastenii i zhyvotnykh. T. 1: Rasteniia i hriby [The Red Book of the Republic of Uzbekistan: Rare and Endangered Species of Plants and Animals. Vol. 1: Plants and Fungi]*. (2009). Tashkent: Chinor ENK [in Russian].

26 *Krasnaia kniha Altaiskoho kraia. Redkie i nahodiashchiesia pod ugrozoi ischeznovenia vidy rastenii [Red Book of Altai Territory. Rare and endangered plant species]*. (2006). Barnaul: JSC «Altai» [in Russian].

27 Kamelin, R.V. (1998). *Materialy po istorii flory Azii (Altaiskaia hornaia strana) [Materials on the history of flora of Asia (Altai mountain country)]*. Barnaul: Publ. of Altai State University [in Russian].

28 Kotuhov, Yu.A. (2005). Spisok sosudistykh rastenii Kazakhstanskoho Altaia [List of vascular plants of Kazakhstan Altai]. *Botanicheskie issledovaniia Sibiri i Kazakhstana — Botanical Investigations of Siberia and Kazakhstan*, 11, 11–83 [in Russian].

29 *Krasnaia kniha Tadjikistana [Red Book of Tajikistan]*. Dushanbe, 2015 [in Russian].

30 *Altaiskomu botanicheskomu sadu — 80 let: almanakh [Altai Botanical Garden 80 years. Almanac]*. (2015). Ust-Kamenogorsk: Media-Alians [in Russian].

31 Nikolaeva, M.G., Lyanguzova, I.V., & Pozdova, L.M. (1990). *Biologiya semian [Seed biology]*. Saint Petersburg [in Russian].

32 Artiushenko, Z.T. (1990). *Atlas po opisatelnoi morfolohii vysshikh rastenii: Semia [Atlas on Descriptive Morphology of Higher Plants: Seeds]*. Leningrad [in Russian].

33 Bondartsev, A.S. (1954). *Shkala tsvetov [Color scale]*. Moscow [in Russian].

34 Tsvetovaia shkala Anhliiskoho Korolevskoho obshchestva tsvetovodov [Color chart of the Royal Floriculture Society] (RHS ColourChart). Retrieved from [traditio-ru.org](http://traditio-ru.org/wiki/) <http://traditio-ru.org/wiki/> (RHS\_Colour\_Chart) [in Russian].

35 Zaitsev, G.N. (1990). *Matematika v eksperimentalnoi botanike [Mathematics in Experimental Botany]*. Moscow [in Russian].

36 Czerepanov, S.K. (1995). *Sosudistye rasteniia Rossii i sopredelnykh gosudarstv (v predelakh byvsheho SSSR) [Vascular plants of Russia and neighboring states (within the former USSR)]*. Saint Petersburg [in Russian].

M.S. Sagyndykova<sup>1</sup>, A.A. Imanbayeva<sup>1</sup>, M. Yu. Ishmuratova\*<sup>1,2</sup>, G.G. Gassanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau, Kazakhstan;*

<sup>2</sup>*Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan*

\*Corresponding author: margarita.ishmur@mail.ru

## Analysis of flora of the medicinal plants of the Atyrau region

Medicinal plants are important sources of biologically active substances and phytopreparations for the prevention and treatment of diseases. In Kazakhstan, the regions of the Western Kazakhstan remain poorly studied in relation to wild medicinal plants. The purpose of the present study was to analyze the species composition of medicinal plants of the flora of the Atyrau region and their ranking by life forms, ecological groups, the degree of distribution and possibility of application in medical practice. Based on the analysis of literary sources and the results of own field studies in the Atyrau region, 177 species of medicinal plants belonging to 118 genera and 46 families are identified. The largest number of species of medicinal plants is noted in *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* and *Polygonaceae* families. According to the degree of distribution, 4 groups of plants are identified: i) widespread plants, but growing sporadically, not forming thickets (128 species); ii) rare and endangered plants, not to be harvested for raw materials (11 species); iii) plants, forming small thickets (23 taxa); iv) plants, forming significant thickets suitable for industrial harvesting (15 taxa). Among the medicinal plants of the Atyrau region, 6 ecological groups were identified in relation to humidification conditions: hydrophytes, hygrophytes, mesophytes, mesoxerophytes, xerosesophytes and xerophytes. 8 groups of life forms are defined. The largest number of species is concentrated in the group of perennial herbaceous plants — 105 taxa. 128 taxa are allocated for use in folk medicine, 49 species — in official medicine. 12 pharmaceutical-therapeutic groups of plants for treatment of diseases of various etiologies are identified.

*Keywords:* medicinal plant, Atyrau region, systematic, life forms, ecological group, spreading, pharmacological properties, using in folk and officinal medicine.

### Introduction

The development of modern industries and the rapid growth of the human population in the next 30–50 years present for scientists the task of finding new renewable resources: food sources, bio fuels, medicinal preparations, cosmetics and hygiene products. These needs will undoubtedly lead to increased interest in vegetative resources, which are a renewable for production of the raw materials. The World Health Organization notes in recent decades an increase in the use of herbal preparations and an increase in the proportion of medicinal plants by the population of the earth, which has become the basis for the development of an appropriate strategy [1].

In many countries, it is recommended to create a base for active management of traditional medicine, recognition of its role, strengthening the database, and creating mechanisms for the regulation of preparations of plant and animal origin.

Biologically active compounds released from medicinal plants, as well as their individual components from ancient times, have been used by humans as medicinal, antiseptic, perfumery and protective agents (repellents, attractants and others) [2–8]. Present days, the production of components based on medicinal plants is widely developed in many countries. Thus, 65 % of the total production of phytopreparations is accounted for by developing countries, 35 % — by industrialized states [9]. Republic of Kazakhstan has rich raw material potential of wild and cultivated useful plants [10], but own phytopreparations are presented insignificantly, as well as production of medicinal raw materials.

Kazakhstan independence sets the State the task of creating and developing its own industries, including medical and pharmaceutical. Pharmaceutical enterprises in Kazakhstan provide domestic needs by no more than 5–7 %, the remaining share of medicines is imported from abroad. However, the production of medicinal products, especially of plant origin, should be based on a stable raw material base, which is possible with the use of new types of medicinal products with their complex study, sustainable use and protection [11].

The purpose of this study is to analyze the species composition of medicinal plants of the flora of the Atyrau region and their ranking by life forms, ecological groups, degree of distribution and possibility of application in medical practice.

### Materials and methods

The Atyrau region is located in the extremely western part of Kazakhstan within the coordinates E 47°05'–56°45' and N 41°20'–49°15', extending from west to east to 720 km and from south to north to 880 km. In the west it borders with the Astrakhan region of the Russian Federation, in the north — with the Western-Kazakhstan region, in the northeast — with the Aktobe regions, in the southeast — with the Karakalpak autonomy, in the south — Turkmenistan, from the south-west it is washed by the Caspian Sea [12]. The territory of the region is 118.0 thousand km<sup>2</sup>.

According to the geological structure, surface structure and soil-botanical conditions, the territory of the region is quite clearly divided into the following large geo-morphological areas: the Caspian lowland, the Ural plateau and the Ustyurt plateau. The climate is sharply continental, arid type. Summer is hot and durable; winter is moderately frosty and short.

The objects of the study are wild natural populations of medicinal plants of the flora of the Atyrau region. The identification of the species composition of medicinal plants is carried out according to literary data [16–20], analysis of herbarium material and materials of previous field surveys on various floristic areas (Caspian, Embinsky, Bukeyev). The names of the plants are given in accordance with the reference book of S.K. Czerepanov [21].

All separated species are ranked according to the following indicators: 1) by systematic groups [22]; 2) by life forms [23]; 3) by ecological groups [24]; 4) by degree of spreading; 5) by pharmaceutical-therapeutic action [25–28] and 6) using in official and folk medicine [10].

### Results and discussion

As the results of the analysis of literary data and own field surveys, 177 species of medicinal plants from 118 genera and 46 families were identified in the Atyrau region (Table 1).

Table 1

#### Taxonomic composition of the medicinal plants of the Atyrau region's flora

Family	Genus	Species	Family	Genus	Species
<i>Equisetaceae</i>	1	3	<i>Salicaceae</i>	2	4
<i>Cupressaceae</i>	1	1	<i>Betulaceae</i>	1	2
<i>Ephedraceae</i>	1	1	<i>Cannabaceae</i>	1	1
<i>Alismataceae</i>	1	1	<i>Urticaceae</i>	1	1
<i>Poaceae</i>	1	1	<i>Polygonaceae</i>	4	5
<i>Araceae</i>	1	1	<i>Chenopodiaceae</i>	3	7
<i>Lemnaceae</i>	1	1	<i>Amaranthaceae</i>	1	2
<i>Liliaceae</i>	2	3	<i>Portulacaceae</i>	1	1
<i>Asparagaceae</i>	1	1	<i>Caryophyllaceae</i>	1	1
<i>Iridaceae</i>	1	1	<i>Nymphaeaceae</i>	1	1
<i>Ranunculaceae</i>	3	3	<i>Peganaceae</i>	1	1
<i>Papaveraceae</i>	1	1	<i>Nitrariaceae</i>	1	2
<i>Fumariaceae</i>	1	1	<i>Polygalaceae</i>	1	1
<i>Brassicaceae</i>	10	11	<i>Rhamnaceae</i>	2	2
<i>Rosaceae</i>	9	10	<i>Malvaceae</i>	3	3
<i>Fabaceae</i>	6	8	<i>Hypericaceae</i>	1	1
<i>Linaceae</i>	1	1	<i>Elaeagnaceae</i>	1	1
<i>Apiaceae</i>	4	4	<i>Onagraceae</i>	2	2
<i>Limoniaceae</i>	2	3	<i>Orobanchaceae</i>	1	1
<i>Gentianaceae</i>	1	1	<i>Plantaginaceae</i>	1	6
<i>Boraginaceae</i>	3	3	<i>Dipsacaceae</i>	2	3
<i>Lamiaceae</i>	13	19	<i>Asteraceae</i>	16	42
<i>Solanaceae</i>	2	4	<i>Scrophulariaceae</i>	3	4
			<b>Total: 46</b>	<b>118</b>	<b>177</b>

The largest number of species of medicinal plants is noted in *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* and *Polygonaceae* families. These 6 leading families contain 57 genera or 48.3 % of the total number of genera, as well as, 97 species or 54.7 % of the total number of medicinal plant species.

On the basis of the flora conception, the identified species of medicinal plants are ranked by the degree of prevalence in natural populations. So, all medicinal plants in the territory of the Atyrau region are separated on 4 groups:

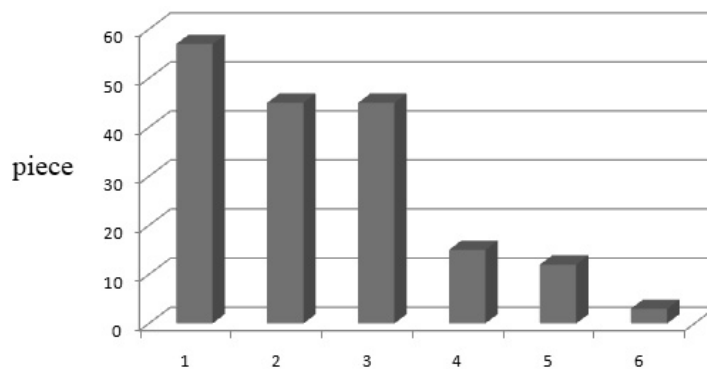
i) Widespread, but growing sporadically, not forming thickets (128 species). Among them are species such as: *Alisma plantago-aquatica*, *Asparagus officinalis*, *Populus tremula*, *Polygonum aviculare*, *Gypsophila paniculata*, *Thalictrum collinum*, *Thlaspi arvensis* and others;

ii) Rare and endangered species, that cannot be harvested for raw materials (11 species), including *Juniperus sabina*, *Acorus calamus*, *Nuphar luteum*, *Pulsatilla patens*, *Fritillaria meleagroides*, *F.ruthenica*, *Adonis vernalis*, *Amygdalus nana* and others;

iii) Species, forming small thickets (23 species): *Sanguisorba officinalis*, *Ephedra distachya*, *Iris tenuifolia*, *Syrenia sessiliflora*, *Helichrysum arenarium*, *Rubus caesius*, *Melilotus officinalis*, *Peganum harmala*, *Polygala comosa* and others;

iv) Species with significant thickets, suitable for industrial harvesting (15 species). They are: *Limonium gmelinii*, *Rheum tataricum*, *Althaea officinalis*, *Anabasis salsa*, *Artemisia terrae-albae*, *Salvia stepposa*, *Scabiosa isetensis*, *Achillea nobilis* and others.

Medicinal plants are ranked according to life forms and ecological groups. In the Atyrau region, medicinal plants belong to 6 ecological groups in relation to humidification conditions: hydrophytes, hygrophytes, mesophytes, meso-xerophytes, xero-xerophytes and xerophytes (Fig. 1).

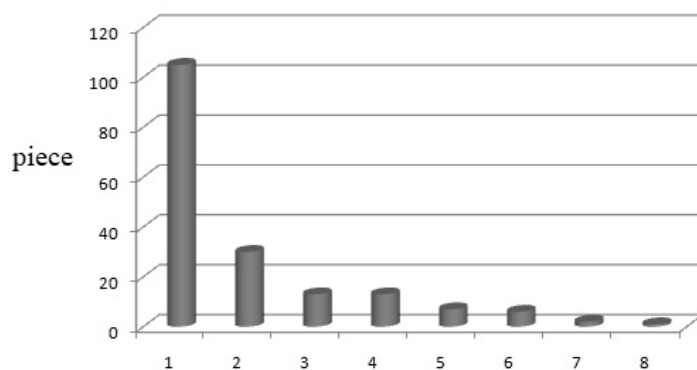


1 — xerophytes; 2 — mesophytes; 3 — meso-xerophytes; 4 — hygrophytes; 5 — xero-mesophytes; 6 — hydrophytes

Figure 1. Distribution of medicinal plants of the flora of the Atyrau region by ecological groups

The largest number of species was noted among the xerophyte group — 57 taxa. The group of mesophytes and meso-xerophytes is occupied the 2nd position (by 45 taxa). In third place are hygrophytes (15 species), in fourth — xeromesophytes with 12 taxa. The last place is occupied by a group of hydrophytes with 3 species.

There are 8 types of life forms among medicinal plants (Fig. 2).



1 — herbaceous perennials; 2 — herbaceous annuals; 3 — herbaceous biennials; 4 — shrubs; 5 — trees; 6 — semi-shrubs; 7 — low shrubs; 8 — low semi-shrubs

Figure 2. Distribution of medicinal plants of flora of Atyrau region by life forms

The largest number of species is concentrated in the group of perennial herbaceous plants — 105 taxa, in second place — herbaceous annual plants — 30 species, in third — herbaceous biennial plants and shrubs (by 13 species), in fourth — trees (7 species), in fifth — semi-shrubs (6 species). The last positions are occupied by a group of low shrubs (2 species) and low semi-shrubs (1 taxon).

The dominant number of species belongs to group used in folk medicine (128 taxa); 49 species are used in official medicine. Analysis of application of identified species in medicine on the basis of pharmaceutical-therapeutic action is carried out. 12 groups are separated (Table 2).

Table 2

**Distribution of medicinal plants of the flora of the Atyrau region by pharmaceutical-therapeutic properties**

№	Pharmaceutical-therapeutic group	Number of species, piece	% from total number of species
1	For the treatment of the gastrointestinal tract	92	51.9
2	For the treatment of diseases of the oral cavity	29	16.4
3	For the treatment of kidneys and urinary tract	52	29.3
4	For the treatment of diseases of the respiratory system	70	39.6
5	Used as antipyretic and anti-inflammatory agents	73	41.2
6	For the treatment of the cardiovascular and nervous system	56	31.6
7	As anti-parasite agents	29	16.4
8	For the treatment of gynaecological diseases	21	11.9
9	As antidiabetic agents	15	8.5
10	Wound healing and painkillers	29	16.4
11	For the treatment of skin diseases	28	15.8
12	Having other properties	131	74.0

The largest number of species has other types of activity — 131 taxa (or 74.0 %). Among the identified pharmaceutical therapeutic properties, the maximum number of species can be used to treat diseases of the gastrointestinal tract — 92 species (or 51.9 %). 73 species (or 41.2 %), can be used as antipyretic and anti-inflammatory agents. A smaller number of species (70 taxa) can be used to treat respiratory diseases. A significant number of species (56 taxa or 31.6 %) are used in official and folk medicine for the treatment of diseases of the cardiovascular and nervous system. 52 species (or 29.3 %), are used for the treatment of kidneys and urinary tract.

### Conclusion

i) On the territory of the Atyrau region (the Western Kazakhstan), 177 species of medicinal plants belonging to 118 genera and 46 families were found. The largest number of medicinal plant species is noted in *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* and *Polygonaceae* families, which include 48.3 % of the total number of genera and 54.7 % of the total number of species.

ii) The identified species of medicinal plants are ranked by the degree of spreading, which made it possible to distinguish 4 categories: a) The group of widespread, but growing sporadically, not forming thickets includes 128 species; b) The group of rare and endangered species that cannot be harvested for raw materials (11 species); c) Species forming small thickets amounted (23 taxa); d) Species that form significant thickets suitable for industrial harvesting (15 taxa).

iii) Among the medicinal plants of the Atyrau region, 6 ecological groups are identified in relation to humidification conditions: hydrophytes, hygrophytes, mesophytes, meso-xerophytes, xero-mesophytes and xerophytes. The largest number of species is noted to the xerophyte group (57 taxa).

iv) 8 groups of life forms are defined. The largest number of species is concentrated in the group of perennial herbaceous plants — 105 taxa, the last positions are occupied by a group of low shrubs (2 species) and low semi-shrubs (1 taxon).

v) The dominated number of species belongs to the wild species used in folk medicine — 128 taxa; 49 species are used in official medicine. 12 pharmaceutical-therapeutic groups of plants for treatment of diseases of various etiologies are identified.

Thus, on the territory of the Atyrau region, a significant species composition of medicinal plants is discovered, covering almost the entire spectrum of pharmaceutical and therapeutic activity, which indicates a high prospect of their practical use.

## Acknowledgements

The article is prepared in accordance with Grant Project of Science Committee of the Ministry of Education and Science (AP092600081 «Study of biological features, ranges, raw materials of medicinal plants of Atyrau region and assessment of their practical use»).

## References

- 1 Стратегия ВОЗ в области народной медицины на 2014–2023 гг. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://clinical-homeopathy.ru/wp-content/uploads/2020/06/strategy\\_2014\\_2023\\_rus.pdf](https://clinical-homeopathy.ru/wp-content/uploads/2020/06/strategy_2014_2023_rus.pdf)
- 2 Kamazeri T. Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia / T. Kamazeri, A.S. Othman, M. Taher, D. Susanti, H. Qaralleh // *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. — 2012. — Vol. 5, No. 3. — P. 202–209.
- 3 Medical plant conservation. — Ontario, 2011. — Vol. 14. — 36 p.
- 4 Nature's pharmacy, our treasure chest: why we must conserve our natural heritage. A native plant conservation campaign report. — New-York, 2008. — 19 p.
- 5 WHO monographs on selected medicinal plants. — Ottawa: WHO, 2001. — Vol. 3. — 390 p.
- 6 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справ. / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — 200 с.
- 7 Курбатова Н.В. Фитохимическое исследование болиголова пятнистого *Conium maculatum* из предгорий Заилийского Алатау / Н.В. Курбатова, Н.Г. Гемеджиева, Л.С. Кожамжарова // *Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География*. — 2009. — № 3. — С. 29–32.
- 8 Бананова В.А. Атлас растений Северо-Западного Прикаспия / В.А. Бананова, В.Г. Лазарева. — Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2013. — 267 с.
- 9 Guidelines for the regulation of herbal medicines in the South-East Asia region. — New-Delhi: WHO, 2003. — 30 p.
- 10 Государственная фармакопея Республики Казахстан. — Астана; Алматы, 2008–2014. — Т. 1–3.
- 11 Мырзагалиева А.Б. Ресурсы лекарственных растений: моногр. / А.Б. Мырзагалиева. — Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2012. — 316 с.
- 12 Джаналиева К.М. Физическая география Республики Казахстан / К.М. Джаналиева, Т.И. Будникова, Е.Н. Веселов и др. — Алматы: Казак ун-ті, 1998. — 266 с.
- 13 Якубов Т.Ф. Песчаные пустыни и полупустыни Северного Прикаспия / Т.Ф. Якубов. — М., 1955. — 532 с.
- 14 Агроклиматические ресурсы Гурьевской и Мангышлакской областей Казахской ССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 107 с.
- 15 Фаизов К.Ш. Почвы Казахской ССР. Вып. 13. Гурьевская область / К.Ш. Фаизов. — Алма-Ата, 1970. — 350 с.
- 16 Лысенко В.В. Закономерности распределения растительности Атырауской области / В.В. Лысенко // *Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед.* — 2010. — № 1. — С. 81–86.
- 17 Димеева Л.А. Динамика растительности пустынь Приаралья и Прикаспия: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Л.А. Димеева. — СПб., 2011. — 48 с.
- 18 Муратова Н.Р. Оценка состояния естественной растительности Прикаспийского региона в зависимости от погодных и ландшафтных особенностей / Н.Р. Муратова, С. Северская, А.Г. Терехов, Н.Т. Аманова, Н. Цычуева // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. — 2006. — Т. 3, № 2. — С. 351–358.
- 19 Мухамбетов М.Ж. Оценка процессов восстановления деградированных экосистем Атырауской области: дис. ... PhD / М.Ж. Мухамбетов. — Алматы, 2016. — 152 с.
- 20 Ишмуратова М.Ю. Изучение диких сорочичей культурных растений Актюбинского флористического округа / М.Ю. Ишмуратова, А.А. Иманбаева, Г.Б. Копбаева // *Вестн. КазНУ. Сер. экол.* — 2016. — № 3 (48). — С. 49–58.
- 21 Czerepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR) / S.K. Czerepanov. — Cambridge: University Press, 1995. — 516 p.
- 22 Флора Казахстана. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956–1966. — Т. 1–9.
- 23 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И.Г. Серебряков. — М.: Высш. шк., 1982. — 380 с.
- 24 Щербаков А.В. Полевое изучение флоры и гербаризация растений / А.В. Щербаков, А.В. Майоров. — М.: Изд-во МГУ, 2006. — 84 с.
- 25 Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. — СПб.; М.: КМК, 2008–2012. — Т. 1–5.
- 26 Compendium of Medicinal and Aromatic Plants. Vol. II. Asia. — Trieste, 2006. — 295 p.
- 27 Журба О.В. Лекарственные, ядовитые и вредные растения / О.В. Журба, М.Я. Дмитриев. — М.: Колос, 2008. — 512 с.
- 28 Suleimenov Ye.M. Composition of extract *Eringium planum*, obtained by CO<sub>2</sub>-extraction / Ye.M. Suleimenov, S. Machmudah, M. Sasaki, M. Goto // *Chemistry of Natural Compounds*. — 2010. — Vol. 46, Iss. 5. — P. 826–827.



С.С. Сағындықова, А.А. Иманбаева, М.Ю. Ишмуратова, Г.Г. Гасанова

## Атырау облысының флорасынан дәрілік өсімдіктерді талдау

Дәрілік өсімдіктер аурудың алдын алу және емдеу үшін биологиялық белсенді заттар мен фитопрепараттардың маңызды көзі болып табылады. Қазақстанда Батыс Қазақстанның өңірлері жабайы дәрілік өсімдіктерге қатысты аз зерттелген. Осы зерттеудің мақсаты — Атырау облысы флорасының дәрілік өсімдіктерінің түрлік құрамына талдау жүргізу және оларды тіршілік формалары, экологиялық топтары, таралу дәрежесі және медициналық практикада қолдану мүмкіндігі бойынша саралау. Әдеби дереккөздерді талдау және жеке далалық зерттеулердің нәтижелері бойынша Атырау облысының аумағында 118 туысқа және 46 тұқымдасқа жататын дәрілік өсімдіктердің 177 түрінің өсетіні анықталды. Дәрілік өсімдіктердің ең көп саны *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* және *Polygonaceae* тұқымдастарынан тұрады. Таралу дәрежесі бойынша өсімдіктер 4 топқа бөлінді: 1) кең таралған, бірақ сирек өсетін, көпалар түзбейтін (128 түр); 2) сирек кездесетін және жойылып бара жатқан, шикізатқа дайындалуға жатпайтын (11 түр); 3) шағын көпалар құрайтын (23 таксон); 4) өнеркәсіптік дайындауға жарамды едәуір көпалар құрайтын (15 таксон). Атырау облысының дәрілік өсімдіктерінің арасында ылғалдану жағдайларына қатысты 6 экологиялық топ бөлінді: гидрофиттер, гигрофиттер, мезофиттер, мезоксерофиттер, ксеросезофиттер және ксерофиттер. Өмір сүру формаларының 8 тобы анықталды. Түрлердің ең көп саны көпжылдық шөптесін өсімдіктер тобында шоғырланған — 105 таксон. Халықтық медицинада қолдану бойынша 128 таксон, ресми медицинада — 49 түрі бөлінді. Әр түрлі этиологияның ауруларын емдеу үшін өсімдіктердің 12 фармако-терапиялық топтары бөлінді.

*Кілт сөздер:* дәрілік өсімдік, Атырау облысы, жіктеу, тіршілік формалары, экологиялық топ, таралуы, фармакологиялық қасиеттері, халықтық және ресми медицинада қолданылуы.

М.С. Сағындықова, А.А. Иманбаева, М.Ю. Ишмуратова, Г.Г. Гасанова

## Анализ флоры лекарственных растений Атырауской области

Лекарственные растения являются важными источниками биологически активных веществ и фитопрепаратов для профилактики и лечения заболеваний. В Казахстане регионы Западного Казахстана остаются мало изученными в отношении дикорастущих лекарственных растений. Цель настоящего исследования — провести анализ видового состава лекарственных растений флоры Атырауской области и их ранжирование по жизненным формам, экологическим группам, степени распространения и возможности применения в медицинской практике. По итогам анализа литературных источников и результатов собственных полевых исследований на территории Атырауской области выявлено произрастание 177 видов лекарственных растений, относящихся к 118 родам и 46 семействам. Наибольшее число видов лекарственных растений отмечено в семействах *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* и *Polygonaceae*. По степени распространения выделены 4 группы растений: 1) широко распространенные, но растущие спорадично, не образующие зарослей (128 видов); 2) редкие и исчезающие, не подлежащие заготовке на сырье (11 видов); 3) образующие небольшие заросли (23 таксона); 4) образующие значительные заросли, пригодные для промышленной заготовки (15 таксонов). Среди лекарственных растений Атырауской области выделено 6 экологических групп по отношению к условиям увлажнения: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты, мезоксерофиты, ксеросезофиты и ксерофиты. Определены 8 групп жизненных форм. Наибольшее число видов сосредоточено в группе многолетних травянистых растений — 105 таксонов. По использованию в народной медицине были выделены 128 таксонов, в официальной медицине — 49 видов. Обозначены 12 фармако-терапевтических групп растений для лечения заболеваний различной этиологии.

*Ключевые слова:* лекарственное растение, Атырауская область, систематика, жизненные формы, экологическая группа, распространение, фармакологические свойства, применение в народной и официальной медицине.

## References

- 1 Stratehiia VOZ v oblasti narodnoi meditsiny na 2014–2023 hh. [WHO Strategy for Traditional Medicine on 2014–2023]. *clinical-homeopathy.ru* Retrieved from [https://clinical-homeopathy.ru/wp-content/uploads/2020/06/strategy\\_2014\\_2023\\_rus.pdf](https://clinical-homeopathy.ru/wp-content/uploads/2020/06/strategy_2014_2023_rus.pdf) [in Russian].
- 2 Kamazeri, T., Othman, A.S., Taher, M., Susanti, D., & Qaralleh, H. (2012). Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(3), 202–209.
- 3 (2011). *Medical plant conservation*. Vol. 14. Ontario.

- 4 *Nature's pharmacy, our treasure chest: why we must conserve our natural heritage. A native plant conservation campaign report* (2008). New-York.
- 5 *WHO monographs on selected medicinal plants* (2001). (Vol. 3). Ottawa: WHO.
- 6 Grudzinskaya, L.N., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V., & Karzhaubekova, Zh.Zh. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 7 Kurbatova, N.V., Gemedzhieva, N.G., & Kozhamzharova, L.S. (2009). Fitokhimicheskoe issledovanie boliholova piatnistoho *Conium maculatum* iz predhorii Zailiiskoho Alatau [Phytochemical study of *Conium maculatum* from Transili Alatau]. *Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 3, 29–32 [in Russian].
- 8 Bananova, V.A., & Lazareva, V.G. (2013). *Atlas rastenii Severo-Zapadnogo Prikaspiia [Atlas of plants of the North-West Caspian]*. Elista: «NPP «Dzhangar» [in Russian].
- 9 *Guidelines for the regulation of herbal medicines in the South-East Asia region* (2003). New-Delhi: WHO.
- 10 *Hosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan [The State Pharmacopeia of the Republic of Kazakhstan]*. (2008–2014). (Vols. 1–3). Astana; Almaty [in Russian, in Kazakh].
- 11 Myrzagaliev, A.B. (2012). *Resursy lekarstvennykh rastenii [Resources of medicinal plants]*. Ust-Kamenogorsk: Publ. of EKSU named after S. Amanzholov [in Russian].
- 12 Dzhanaliev, K.M., Budnikova, T.I., & Veselov, E.N. et al. (1998). *Fizicheskaiia heohrafiia Respubliki Kazakhstan [Physical geography of the Republic of Kazakhstan]*. Almaty: Qazaq universiteti [in Russian].
- 13 Yakubov, T.F. (1955). *Peschanye pustyni i polupustyni Severnogo Prikaspiia [Sand deserts and semi-deserts of the Northern Caspian region]*. Moscow [in Russian].
- 14 *Ahroklimaticheskie resursy Hurevskoi i Manhyshlakskei oblasti Kazakhskoi SSR [Agro-climatic resources of Gur'ev and Mangyshlak regions of Kazakh SSR]*. (1978). Leningrad: HydroMetEolZdat [in Russian].
- 15 Faizov, K.Sh. (1970). *Pochvy Kazakhskoi SSR. Vyp. 13. Hurevskaia oblast [The soil of Kazakhstan. Issue 13. Gur'ev region]*. Alma-Ata [in Russian].
- 16 Lysenko, V.V. (2010). Zakonomernosti raspredeleniia rastitelnosti Atyrauskoj oblasti [Patterns of vegetation distribution of Atyrau region]. *Izvestiia NAN RK. Serii biologicheskaiia i meditsinskaiia — Bulletin of National Academy of Science, series biological and medicinal*, 1, 81–86 [in Russian].
- 17 Dimeyeva, L.A. (2011). Dinamika rastitelnosti pustyn Priaralia i Prikaspiia [Dynamics of vegetation of deserts of Aral and Caspian region]. *Doctor's thesis*. Saint Petersburg [in Russian].
- 18 Muratova, N.R., Severskaya, S., Terekhov, A.G., Amanova, N.T. & Cychueva, N. (2006). Otsenka sostoiianiia estestvennoi rastitelnosti Prikaspiiskoho rehiona v zavisimosti ot pohodnykh i landshaftnykh osobennostei [Assessment of natural vegetation state of the Caspian region depending on weather and landscape characteristics]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniia Zemli iz kosmosa — The modern problems of distant zoning of the Earth from space*, 3 (2), 351–358 [in Russian].
- 19 Mukhambetov, M.Zh. (2016). Otsenka protsessov vosstanovleniia dehradirovannykh ekosistem Atyrauskoj oblasti [Assessment of processes of restoration of degraded ecosystems of Atyrau region]. *PhD thesis*. Almaty [in Russian].
- 20 Ishmuratova, M.Yu., Imanbayeva, A.A., & Kopbayeva, G.B. (2016). Izuchenie dikikh sorodichei kulturnykh rastenii Aktiubinskoho floristicheskoho okruha [Study of the wild relatives of cultivated plants of the Aktobe floristic region]. *Vestnik Kazakhskoho natsionalnogo universiteta. Serii ekologicheskaiia — Bulletin of KazNU. Series ecological*, 3 (48), 49–58 [in Russian].
- 21 Czerepanov, S.K. (1995). *Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR)*. Cambridge: University Press.
- 22 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]* (1964). (Vol. 7). Alma-Ata: Publ. of Academy of Science of KazSSR [in Russian].
- 23 Serebriakov, I.G. (1982). *Ekologicheskaiia morfolohiia rastenii. Zhiznennye formy pokrytosemennykh i khvoinykh [Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperm and coniferous]*. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].
- 24 Shcherbakov, A.V., & Maiorov, A.V. (2006). Polevoe izuchenie flory i herbarizatsiia rastenii [Field study and plant herbarization]. Moscow: MSU Publ. [in Russian].
- 25 Rastitelnye resursy Rossii. Dikorastushchie tsvetkovye rasteniia, ikh komponentnyi sostav i biologicheskaiia aktivnost [Plant resources of Russia. Wild flowering plants, their component compositions and biological activity]. (2008–2012). (Vol. 1–5). Saint Petersburg; Moscow: Publ. KMK [in Russian].
- 26 *Compendium of Medicinal and Aromatic Plants. Vol. 2. Asia*. (2006). Trieste.
- 27 Zhurba, O.V., & Dmitriyev, M.Ya. (2008). *Lekarstvennye, yadovitye i vrednye rasteniia [Medicinal, venom and dangerous plants]*. Moscow: Kolos [in Russian].
- 28 Suleimenov, Ye.M., Machmudah, S., Sasaki, M., & Goto, M. (2010). Composition of extract *Eringium planum*, obtained by CO<sub>2</sub>-extraction. *Chemistry of Natural Compounds*, 46 (5), 826–827.

А.Ж. Чилдибаева\*, А.А. Аметов, А.Д. Сербаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

\*Хат-хабарға арналған автор: a.zh.childebaeva@gmail.com

## Іле өзенінің жоғарғы ағысында сирек кездесетін, эндемдік *Rosa iliensis* Chrshan. популяциясының өсімдіктер жабынының геоботаникалық сипаттамасы

Мақалада Іле өзенінің жоғарғы ағысында сирек кездесетін, эндемдік *Rosa iliensis* Chrshan. популяциясының өсімдіктер жабынының геоботаникалық сипаттамасы берілген. Сонымен қатар осы популяциядағы үш ценопопуляцияның ассоциациясы мен өсімдіктер жабынының пайыздық көрсеткіштері, ярустардың өсімдіктер жамылғысы сипатталған. Әр ценопопуляция шегінде 10×10 өлшемді трансекта салынып, ондағы өсімдіктер жабынының жастық құрылымы анықталды. Іле өзенінің жоғарғы ағысында *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің тіршілік жағдайы қанағаттанарлық деп айтуға болады. Себебі, мұнда *Rosa iliensis* Chrshan. жыл сайын гүлдеп, жеміс береді. Дегенмен, популяциялар шегінде бұл өсімдіктің бірде-бір жас өскіндерін табу мүмкін болмады. Бұл *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің табиғи жағдайда тұқым арқылы сирек көбейіп, жаңаруының негізінен вегетативті жолмен, атпа тамырлары арқылы жүретіндігін көрсетеді. Іле өзенінің жоғарғы ағысынан табылған эндемдік түр *Rosa iliensis* Chrshan. популяциясын геоботаникалық тұрғыдан зерттеудің нәтижесінде, оның шын мәнінде сирек кездесетін, жойылу қаупі төніп тұрған өсімдік екендігіне көз жеткіздік. Осыны ескере отырып, авторлар *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің популяциялары кездесетін Іле өзенінің жоғарғы ағысында үнемі мониторинг жұмыстарын жүргізуді және осылайша популяцияның жағдайын бақылауда ұстауды ұсынған. Сонымен қатар авторлар *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігін топырақ-климаттық жағдайлары оның таралу аралымен толық сәйкес келетін Алматы қаласындағы Бас ботаникалық бағына және Алматы облысының Балқаш ауданындағы Іле эксперименттік ботаникалық бағына интродукцияға енгізуді ұсынған.

*Кілт сөздер:* популяция, ценопопуляция, ассоциация, ярус, ювенильдік, виргинильдік, генеративтік, субсенильдік.

### *Kipicne*

Антропогендік фактордың қоршаған ортаға әсері дүниежүзі бойынша XX ғасырдың басында сезіле бастады, ал ғасырдың ортасына таман бұл биологтар мен экологтардың басты проблемасына айналды. Қоршаған ортаның ластануы және биологиялық алуантүрлілікті сақтау XX ғасырдың екінші жартысынан бастап халықаралық бағдарламалар мен ғылыми жобаларға негіз болды. Ең бастысы, бұл мәселе тікелей ООН-ның қоршаған орта туралы (ЮНЕП), дүниежүзілік метеорологиялық ұйымдарының (ВМО), Еуропалық экологиялық комиссияның (ЕЭК), ЮНЕСКО «Адам және биосфера», Орталық Азия мемлекеттер достастығы аясында жүргізілді. Бұл проблема ООН-ның қоршаған орта туралы конференциясында жалғасын тапты [1; 440]. Оларға «Биологиялық алуантүрлілік туралы конвенция», «Өсімдікті қорғаудың глобальды стратегиясы», «Биологиялық алуантүрлілік туралы конвенцияның XI-ші конференциясының декларациясы» және т.б. жатады. Оның біріншісін Қазақстан 1995 жылы ратификациялады. Осының негізінде Қазақстанда «Биологиялық алуантүрлілік» туралы бағдарлама қабылданды. Бұл бағдарламаның негізгі бағыты биологиялық алуантүрлілікті инвентаризациялау және оның қазіргі кездегі жағдайын бағалау болып табылады. Бағдарламада сирек кездесетін және жойылу қаупі төніп тұрған өсімдіктер мен жануарларды зерттеуге ерекше мән берілген. Бұл кездейсоқ емес, өйткені адамның қоршаған ортаға әсері жылдан жылға артып барады, соған байланысты әлем қауымдастығы биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың қажеттілігін түсіне бастады. Себебі бүгінгі күні экологиялық жағдайды бақылауда ұстаудың және оны одан әрі жақсартудың басқа жолы жоқ. Соған байланысты Қазақстанда, нақтырақ айтқанда әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Биоалуантүрлілік және биоресурстар» кафедрасының оқытушыларының бастамасымен соңғы кездері сирек кездесетін, эндемдік және реликт түрлерді популяциялық деңгейде зерттеу қолға алынып келеді [2–4].

Осындай сирек кездесетін, жойылу қаупі төніп тұрған, эндемдік түрлердің бірі *Rosa iliensis* Chrshan. Бұл түрді алғашқы рет 1947 жылы В.Г. Хржановский Алматы облысындағы Іле өзенінің аңғарынан сипаттап жазған [5–6]. Бұл биіктігі 1,5 м шамасында болатын, бұтақтары жасылдау-қоңыр түсті, жартылай шырмалып өсетін, мезофильді тікенді бұта. Жапырағының ұзындығы 6–7 см шамасында болады, 2–3 жұп жапырақшалардан тұрады. Ақ түсті, аздап қызғыштау рең байқалатын гүлдері қалқанша тәрізді гүлшоғырын түзеді, сиректеу жалғыздан болады. Тостағанша жапырақшаларының сыртын қысқа, үлпілдеген түктер жауып тұрады, жоғарғы ұшы үшкір келеді, ұзындығы 5–7 мм аспайды, жемістері піскен кезде барлық уақытта дискісімен бірге түсіп қалып отырады. Жемісі ұсақ, сырты түксіз және тегіс, қабығы өте жұқа, барлық уақытта шар тәрізді, диаметрі 5–7 мм аспайды, піскен кезде қара түсті болады. *Rosa iliensis* Chrshan. ұзақ гүлдейді — мамырдың басынан қазан айының соңына дейін. Бұл түр «Флора Казахстана» (1961), «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» (1969) деген анықтамалықтарда, сонымен бірге белгілі ботаник Б.А. Винтерголлердің «Редкие растения Казахстана» (1976) деген еңбегінде сирек кездесетін, қорғауды қажет ететін, эндемдік түр ретінде қарастырылған. Бұл түрдің ерекше қасиетінің бірі оның жемісінің құрамында 12,5 % дейін «С» дәрумені бар [7–9].

Соңғы кездері бұл түрдің табиғи популяциясы әр түрлі себептермен күрт азайып кетті. Әсіресе Іле өзеніне Қапшағай ГЭС салынуына байланысты *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің өсетін негізгі алқабы су астында қалды, нәтижесінде оның ареалы үзік ареалға айналды. Соған байланысты *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің популяцияларын Іле өзенінің жоғарғы Қытай шекарасына жақын бөлігінің жайылмасынан және осы өзеннің Қапшағай ГЭС төменгі ағысынан ғана кездестіреміз. Сондықтан да *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігін популяциялық деңгейде зерттеу кезек күттірмейтін мәселенің бірі болып отыр. Осыған байланысты біздің зерттеуіміздің мақсаты Іле өзенінің жоғарғы ағысының жайылмасынан *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің популяциясын тауып, оған геоботаникалық тұрғыдан жан-жақты талдау жасап, қазіргі кездегі жағдайына баға беру болып табылады.

#### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Біздің зерттеуге алған өсімдігіміз Қазақстан флорасында сирек кездесетін, жойылу қаупі төніп тұрған, эндемдік түр *Rosa iliensis* Chrshan. болды.

*Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің ценодикалық популяцияларын зерттегенде геоботаникада кеңінен қолданылып жүрген дәстүрлі тәсілдерді қолдандық [10; 32]. Ценопопуляцияның жастық күйін анықтау Т.А. Работнов және А.А. Уранов бойынша жүргізілді [11–13]. Популяциялардың координаттары JPS навигаторы GARMIN GPS MAP 60CSx приборының көмегімен анықталды. Өсімдіктердің жастық құрылымын анықтауда А.А. Урановтың [14–15] жобасы негізге алынды: Р — өскіндер; j — ювенильдік; imm — имматурлық жастық күйі; v — виргинильдік немесе жас вегетативтік күйі; g1 — жас генеративтік өсімдік; g2 — орташа немесе піскен генеративтік өсімдік; g3 — қартайған генеративтік өсімдік; ss — субсенильдік өсімдік; s — сенильдік өсімдік; sc — қурай бастаған өсімдік. Жастық құрылымы өсімдік ценопопуляцияларының негізгі сипаттамаларының бірі болып табылады [16; 58]. Гербарий материалдарын жинау А.К. Скворцов бойынша жүргізілді [17; 199]. *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігін анықтағанда «Флора Казахстана» кітабының 4 томы (1961) мен 2 томдық «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» (I т. — 1969, II т. — 1972) сияқты анықтамалықтарды қолдандық. Сонымен бірге бинокляр, лупа, су моншасы, Петри табакшасы, зат айнасы, препаративды инелер, пипетка сияқты құрал-жабдықтар пайдаланылды.

#### *Зерттеу нәтижелері және оларды талдау*

*Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің популяциясы Алматы-Қорғас автотрассасы өтетін көпірге жақын жерден, Іле өзенінің жоғарғы ағысының жайылмасынан табылды. Бұл жер әкімшілік тұрғысынан Алматы облысының Панфилов ауданына жатады. Алматы қаласынан қашықтығы 253 шақырым. Gps навигатор бойынша координаттары солтүстік ендікте 43°58'21,8", шығыс бойлықта 79°34'38,2" орналасқан. Теңіз деңгейінен 494 м биіктікте орналасқан.

Популяция деңгейінде үш ценопопуляция сипатталып жазылды.

І-ші ценопопуляция. Бірінші ценопопуляцияның өсімдік жамылғысы талды-жиделі-бұталы ассоциациядан (ass. *Rosa beggeriana*, *Rosa iliensis*, *Berberis iliensis-Elaeagnus oxycarpa-Salix caspica*) тұрады. Жер бетін 90–95 % өсімдіктер жабыны құрайды. Жер бедері солтүстікке қарай көлбеу жазық. Топырағы аллювиальды-шалғынды. Өте тығыз тоғайлы орман емес. Өсімдік жамылғысында бес ярус байқалады. І-ші ярусты биіктігі 7–10 см *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht, *Salix caspica* Pall., II-ші ярусты

биіктігі 300–310 см *Berberis iliensis* M. Pop., *Rosa beggeriana* Schrenk. III-ші ярусты биіктігі 140–150 см *Rosa iliensis* Chrshan., *Apocynum lancifolium* Russan., IV-ші ярусты биіктігі 70–75 см *Elymus dahuricus* Turcz., *Lepidium latifolium* L., V-ші ең төменгі шөптесінді ярусты биіктігі 10–15 см *Aeluropus litoralis* (Desf.) Parl., *Plantago major* L., *Taraxacum officinale* Wigg. кұрайды. Мұнда *Salix caspica* Pall. доминантты түр болып табылады. Ол тоғайлы орманның кез-келген учаскесінде, әсіресе жағалау белдеуіне жақын, сандық көрсеткіші жағынан өсімдіктердің басқа түрлерінен асып түседі. Ағаштардан екінші орынды *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht алады. Бұталардан *Rosa beggeriana* Schrenk., *Rosa iliensis* Chrshan., *Berberis iliensis* M. Pop. және *Tamarix ramosissima* Ledeb. кездеседі. Іле өзенінің алқаптарындағы бұтаның соңғы түрі салыстырмалы түрде сирек және жеке экземпляр түрінде кездеседі. Сонымен қатар, *Tamarix ramosissima* Ledeb. мұнда ашық жерлерде және едәуір биік (475 см) боп өседі. Бұталы қопалардың арасында *Phragmites communis* Trin кездеседі. Ол мұнда өте сирек кездеседі, бірақ 335–350 см биіктікке жетеді. Шөптесінді өсімдіктерден *Elymus dahuricus* Turcz. және *Apocynum longifolium* Russian. айқын басымдық танытады. Сондай-ақ, *Asparagus soongoricus* Pjin., *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. кездеседі, бірақ олардың өсімдіктер жабынындағы үлесі шамалы ғана.

I-ші ценопопуляция шегінде 10×10 өлшемді трансекта салынды. Трансекта шегінде екі бұта, дәлірек айтсақ, *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің екі клоны кездесті. Бірінші клондағы өсімдіктің биіктігі — 300 см, шығыстан батысқа қарай клонның диаметрі — 260 см, солтүстіктен оңтүстікке қарай — 300 см. Екінші клондағы өсімдіктің биіктігі — 300 см, шығыстан батысқа қарай клонның диаметрі — 300 см, солтүстіктен оңтүстікке қарай — 310 см. *Rosa iliensis* Chrshan екі клонының айналасындағы трансекта шегінде 11 өркенді, дәлірек айтқанда, осы жылдың өркенін, 15 ювенильдік өркенді, яғни өткен жылғы өркенді, 27 виргинильді өркенді, яғни өткен жылда толық қалыптасқан, бірақ әлі генеративті күйге жетпеген өркендерді санадық. Трансектада кездесетін екі клонда жыл сайын гүлдейтін және толыққанды жеміс беретін генеративті өркендердің шамамен 40–45 данасы болды. Алайда жас генеративті және ересек генеративті өркендерді ажырату өте қиын. Себебі генеративті өркендерде жыл сайын көптеген төбелік және бүйірлік бүршіктер шығады, олардан келесі жылдың көктемінде жаңа өркендер пайда болады. Осы жылдағы төбелік және бүйірлік өркендер табиғи түрде гүл бермейді және вегетативті күйде болады. Алдыңғы жылдардағы төбелік және бүйірлік бүршіктер ғана гүлдеп, жеміс бере алады. Айта кету керек, тоғайлы ормандарда *Rosa iliensis* Chrshan. гүлдеп және жеміс беруі де мол. Оның үстіне, оның сабағы мен өсінділері өте серпімді, олардың жоғарғы жағы біршама майысқақ және иілгіш болады. Бұл тоғайлы ормандардағы жоғарғы жер үсті ярустарын құрайтын ағаш түрлерінің көлеңкелі әсеріне байланысты болса керек. Әрине, ағаш түрлері өздерінің бөрікбасы астында аз жарық, тұрақты температура мен ылғалдылық жағдайларын жасайды. Сондықтан төменгі ярустарда жоғарғы ярустардағы өсімдіктерге қарағанда жарыққа қажеттілік аз өсімдіктер арқылы қалыптасады. *Rosa iliensis* Chrshan. жарыққа деген қажеттілік аса жоғары болмайтын өсімдіктердің қатарына жатады. Жалпы, тоғайлы ормандардағы бұталы ярус фрагменттік сипатқа ие.

Күзгі көріністегі ценопопуляциялардың флористикалық құрамы алуантүрлілігімен ерекшеленбейді. Бұл гербарийдің көктемгі және жазғы жинақтарының болмауымен байланысты. Барлық өсімдіктер түрлері баяғыда гүлдеп және жеміс беріп қойған. Көптеген түрлердің жемістері шашылып қалған, тек *Berberis iliensis* M. Pop., *Rosa beggeriana* Schrenk, *Rosa iliensis* Chrshan. сияқты кейбір бұталарда піскен жемістердің әлі де сақталғанын көреміз. Бұл өсімдіктердің жемістерімен құстар, әсіресе торғайлар мен қырғауылдар, сондай-ақ ұсақ сүтқоректі кеміргіштер қоректенеді. Сондықтан олардың жемістері ұзақ уақыт бойы топырақ бетінде жатпайды.

II-ші ценопопуляция. Екінші ценопопуляция Іле өзенінің жағалауына жақын орналасқан. Өзен жағасының бойында *Salix* L. туысының түрлері ені 30–35 м болатын адам өте алмайтын тығыз қопаларды құрайды. Кейбір жерлерде мұндай жолақтардың ені 50 м жетеді. Бұл көктемгі-жазғы су тасқынының нәтижесі. Су тасқыны кезінде Іле өзеніндегі су деңгейі күрт көтеріліп, лайлы су арнадан шығып, су тасқыны болады. Сонымен бірге қоқыс аралас бұл үлкен масса өзен жағалауын түгелдей басады, нәтижесінде біршама көтеріңкі жағалаулық жолақ түзіледі, ол ұзақ уақыт бойы батпақтанып жатады. Мұндай сулы-батпақты жерлер *Salix* L. туысы түрлерінің өскіндерінің жаппай пайда болуы үшін қолайлы орта болып табылады. Іле өзенінің жағалауында жыл сайын қардың еруі мен нөсерлі қатты жаңбыр кезінде *Salix* L. туысының түрлерінен адам өте алмайтын тығыз копа түзіледі. *Salix* L. туысында *Salix caspica* Pall. жетекші орын алады, ол жағалау белдеуінің кез-келген бөлігінде басқа түрлерге үстемдік етеді. Әрі қарай, жағалау белдеуінде ағаш түрлерінен *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht

және *Populus dieversifolia* Schrenk кездеседі. Мұнда олар тығыз және үздіксіз орман құрмайды, бірақ шоқ орман сияқты жеке куртинкалар түзіп өседі. Мұндай шоқ ормандарда ағаш түрлерімен бұталар аралас өседі. Сонымен бірге осындай орманның шетінен *Rosa iliensis* Chrshan., *Rosa beggeriana* Schrenk, *Berberis iliensis* M.Pop. және *Tamarix ramosissima* Ledeb. сияқты бұталарды кездестіре аласыз.

II-ші ценопопуляцияның өсімдік жамылғысы ағашты-бұталы ассоциациядан (ass. *Tamarix ramosissima*, *Rosa iliensis*, *Rosa beggeriana*, *Berberis iliensis*-*Salix caspica*, *Elaeagnus oxycarpa*, *Populus dieversifolia*) тұрады. Жер бетін 95–100 % өсімдіктер жауып тұрады. Топырағы аллювиальды-шалғынды. Жер бедері көлбеу жазықтық. Өсімдіктер жамылғысында төрт ярус байқалады. I-ші ярусты биіктігі 8–12 м *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht, *Salix caspica* Pall., II-ші ярусты биіктігі 2–3 м *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Rosa iliensis* Chrshan., *Rosa beggeriana* Schrenk, *Berberis iliensis* M.Pop., III-ші ярусты биіктігі 90–170 см *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., IV-ші ярусты биіктігі 60–75 см *Elymus dahuricus* Turcz., *Hordeum turkestanicum* Nevski. құрайды.

Бұл ценопопуляция шегінде *Berberis iliensis* M. Pop. өте сирек кездеседі. Ағаш түрлерінен *Salix caspica* Pall басым. Бұталар негізінен куртинкалар түзіп өседі. Бұталардың куртинкалары арасындағы ашық алаңқайларда *Fabaceae* тұқымдасынан *Glycyrrhiza uralensis* Fisch қопалары байқалады. Шөптесін өсімдіктер жамылғысында ол қауымдастықтың басқа компоненттерінен үлкен артықшылыққа жетеді. Кейбір жерлерде түпті қоңырбастардың қалың қопалары *Lasiagrostis splendens* (Trin.) Kunth. және *Elymus dahuricus* Turcz. кездеседі. Жалпы күзгі фондағы ценопопуляцияның флористикалық құрамы соншалықты бай емес. Дегенмен, мұнда оның өсімдіктерінің алуантүрлілігі бірінші ценопопуляциямен салыстырғанда біршама көп. Трансектаға бұталардан *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің 4 бұтасы, *Rosa beggeriana* Schrenk өсімдігінің 2 бұтасы және *Rubus caesius* L. өсімдігінің 1 бұтасы түсті. Мұнда *Rosa iliensis* Chrshan. көбінесе ассоциацияның шетінде, ағаш түрлері көлеңкелемейтін, айтарлықтай жарық көп түсетін жерлерде кездеседі. Сондықтан *Rosa iliensis* Chrshan өсімдігінің тіршілік жағдайы осы ценопопуляция шегінде біршама жақсы. Мұнда ол максималды биіктікке (3,5 м) жетеді, гүлдейді және мол жеміс береді. Әрбір бұтаның шығыстан батысқа қарай диаметрі орташа есеппен 250–260 см, ал солтүстіктен оңтүстікке қарай 280–300 см құрайды. Жас өскіндер табылмады. Трансектаға түскен *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің төрт бұтасының әрқайсысында 4–5 ювенильдік өркендер, яғни бірінші жылғы өркендерді және дәл сондай мөлшерде виргинильді өркендер, яғни екінші жылғы, бірақ әлі генеративті күйге жетпеген өркендерді санадық. Генеративті өркендер көп болды, алайда жас генеративті, орташа генеративті және ересек генеративті өркендерді ажырату өте қиын болды. Сенильді және субсенильді дарактарды табу мүмкін болмады. Жалпы, трансектаға түскен *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің барлық төрт бұтасын орташа және ересек генеративті дарактар категориясына жатқызуға болады.

Шөптесінді өсімдіктерден *Phragmites communis* Trin. және *Apocynum longifolium* Russian. бұталарының қопалары кездеседі. Сонымен қатар, олар біршама биіктікке (2,5–3 м) жетеді.

III-ші ценопопуляция. Бұл ценопопуляция да Іле өзенінің жағалауына жақын орналасқан. Алайда оның өсімдіктер жамылғысы алдыңғы екі ценопопуляциядан біршама ерекшеленеді. Біріншіден, мұнда тұтас, тоғайлы орман жоқ. Ағаш түрлері өте сирек және шағын көлемді шоқ орман түрінде кездеседі. Бұталы қопалар да куртинкаларда кездеседі. Шоқ ормандар мен бұталардың куртинкалары арасындағы ашық жерлер *Fabaceae* тұқымдасынан *Glycyrrhiza uralensis* Fisch басым шөптесінді өсімдіктермен жабылған. Бұл Іле өзенінің жайылмасының орталық бөлігі. Жер бедері сәл толқынды жазық, мұнда жаңбыр суы ағып жатқан шамалы ойыс жерлер бар. Мұндай микрорельефті ойыс жерлерде *Equisetum ramosissima* Desf., *Hordeum turkestanicum* Nevski., *Aeluropus intermedius* Rgl., (*A.litoralis* (Goudn.) Parl. кездеседі. Мүйізді ірі қара малдар мен жылқы табындарын суаратын жерге түсетін жолдар бойында *Goebelia alopecuroides* (L.) Vge. арамшөптері өседі. Бұталардың куртинкаларының шетінде және ашық алаңдарда *Lasiagrostis splendens* (Trin.) Kunth., *Calamagrostis dubia* Vge. және *Elymus dahuricus* Turcz. кездеседі.

III-ші ценопопуляцияның өсімдіктер жамылғысы талды-бұталы ассоциациядан (ass. *Rosa beggeriana*, *Rosa iliensis*, *Tamarix ramosissima*, *Berberis iliensis*-*Salix caspica*) тұрады. Жер бетін 100 % өсімдіктер жабыны құрайды. Жер бедері әлсіз толқынды жазық. Топырағы аллювиальды-шалғынды. Өсімдіктер жамылғысында төрт ярус байқалады. I-ші ярусты биіктігі 8–10 м *Salix caspica* Pall., II-ші ярусты биіктігі 3–4 м *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Berberis iliensis* M.Pop., *Rosa beggeriana* Schrenk, III-ші ярусты биіктігі 150 см *Rosa iliensis* Chrshan., *Rubus caesius* L., *Spiraea hypericifolia* L., IV-ші

ярусты биіктігі 70–100 см *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *Goebelia alopecuroides* (L.) Vge., *Elymus dahuricus* Turcz., *Calamagrostis dubia* Vge. өсімдіктер құрайды.

Күзгі көріністегі флоралық құрамы алуантүрлілігімен ерекшеленбейді. Барлық түрлері гүлдеп, жеміс беріп қойған. Жалпы күзгі көрінісі жасыл.

Ценопопуляция шегінде көлемі 10×10 м болатын трансекта салынды. Ағаш түрлерінен трансектаға *Salix caspica* Pall екі данасы, *Rosa iliensis* Chrshan., *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Rubus caesius* L. және *Spiraea hypericifolia* L. өсімдіктерінен бір данадан түсті. Бұталы қопалар арасында *Aposynum longifolium* Russian., *Phragmites communis* Trin. кездеседі. Олар мұнда лайықты биіктікке 2 м-ден 3 м-ге дейін жетеді. Лианалардан *Cynanchum sibiricum* Willd кездеседі. Бізді қызықтыратын *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігі мұнда орташа мөлшердегі бұта түзген, оның биіктігі 120 см құрайды. Бұл салыстырмалы түрде жас генеративті дарақ болды. *Rosa iliensis* Chrshan. бұтасының диаметрі солтүстіктен оңтүстікке қарай 110 см, ал шығыстан батысқа қарай 150 см құрайды. Жас өскіндерді табу мүмкін болмады. Ювенильді өркендерден, яғни бірінші жылғы өркендерден 6 дана, виргинильді өркендерден, яғни генеративті күйге жетпеген өркендерден 7 дана болды. Қалған өркендер гүлдеп, жеміс беріп қойған. Алайда өсімдіктер көп гүлдеу және көп жеміс беруге жетпеген.

#### Қорытынды

Сонымен Іле өзенінің жоғарғы ағысынан табылған эндемдік түр *Rosa iliensis* Chrshan. популяциясын геоботаникалық тұрғыдан зерттеудің нәтижесінде, оның шын мәнінде сирек кездесетін, жойылу қаупі төніп тұрған өсімдік екендігіне көз жеткіздік. Бұл түр өзен жайылмасында, суға жақын, ылғалы жеткілікті, күн жақсы түсетін бұталы қопалардың және топталып өсетін орман ағаштарының шетінде өседі. Қай жерде болмасын оның бір немесе екі түбін ғана кездестіруге болады. Оның өзін де іздеп табуға тура келеді. Өсімдіктер жабынында *Rosa iliensis* Chrshan. елеулі рөл атқармайды, ол тек ілеспелі түр ретінде кездеседі. Популяция деңгейінде *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің үш ценопопуляциясына геоботаникалық тұрғыдан зерттеу жүргізіп, талдау жасадық. Әр ценопопуляциядағы осы түрдің дарақтарының жастық спектрін анықтадық. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей ценопопуляциялардың үшеуінен де *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің өскіндерін кездестіре алмадық. Ювенильді, виргинильді, жас генеративті және пісіп-жетілген генеративті дарақтары табылды. Сенильді және субсенильді дарақтарын да кездестірмедік. Табылған дарақтардың барлығын тұқымнан өскен деп айтуға келмейді. Себебі бұл өсімдік табиғи жағдайда негізінен вегетативті жолмен, нақтырақ айтқанда атпа тамырлары арқылы көбейеді. *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің тұқымы арқылы көбеюін де жоққа шығаруға болмайды. Бірақ та табиғи жағдайда оның мүмкіндігі жоқтың қасында. Оның басты себебі, біріншіден, бұл өсімдіктің жұмсақ әрі татымды жемістерін піскен кезде торғайлар сүйсініп жейді (бұтаның басында тұрған жерінен), ал жерге шашылғандарын қырғауылдар мен сүтқоректі ұсақ кемірушілер теріп жейді. Екіншіден, бірлі-жарым төсеміктердің астында қалып, сақталған жемістерінен босаған дәндері өскін беруі мүмкін. Бірақ мұндай жас өскіндер өзен жайылмасындағы қалың ағаштар мен бұталардың көлеңкесінде, жарықтың жетіспеуінен тез арада өліп қалады. Сондықтан да табиғи жағдайда *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігі негізінен вегетативті жолмен, атпа тамырлары арқылы көбейеді. Оған осы өсімдіктің тамыр жүйесін зерттегенде толық көз жеткіздік. Жалпы *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің Іле өзенінің жоғарғы ағысының жайылмасынан табылған популяциясының жағдайын қанағаттанарлық деп бағалауға болады. Олай дейтініміз, *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігі бұл жерде жылма-жыл гүлдеп, жеміс береді. Алайда максималды гүлдеп, мол жеміс байлап тұрған өсімдікті кездестіре алмадық. Біздің пайымдауымызша, бұл климатқа және осы учаскенің теңіз деңгейінен қаншалықты биіктікте орналасқанына тікелей байланысты болса керек. Іле өзенінің жоғарғы ағысының жайылмасы *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің ареалының ең жоғарғы шегі болса керек. Сөз жоқ бұл өсімдік қорғауды қажет етеді. Ол үшін осы Іле өзенінің жоғарғы ағысындағы *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің популяциясын бақылауда ұстап, оған тұрақты түрде мониторинг жүргізіп отыру қажет. Үшіншіден, бұл өсімдік түрін Қазақстанның ботаникалық бақтарында интродукцияға ендіру керек. Бұл тұрғыдан алғанда, Алматы қаласындағы Бас ботаникалық бағы және Бақанас елді-мекеніндегі Іле экспериментальды ботаникалық бағы аса қолайлы болып табылады. Себебі бұл ботаникалық бақтардың орналасқан жерлері және табиғи климаттық жағдайы *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің ареалымен дәл келеді. Біздің Талғар қаласының жағдайында жүргізген тәжірибеміз бойынша *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігі мәдени жағдайда тұқымымен де, қалемшелерімен де оңай көбейеді. Бұл жерде көктемде тұқымынан отырғызылған *Rosa iliensis* Chrshan. өсімдігінің биіктігі бірінші жылдың

өзінде 50–52 см құрады және әр түптен 3-тен 5-ке дейін жас шыбық жетілді. Екінші жылы оның биіктігі 150–160 см жетті. Үшінші жылы өсімдік гүлдеп, жеміс береді деп күтудеміз. Мұны интродукциялық жұмыста үлкен жетістік деп білеміз. Олай дейтініміз, табиғи жағдайда дәннен пайда болған өскіннің гүлдеп, жеміс беруі өте ұзаққа созылатын процесс.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Злобин Ю.А. Популяции редких видов растений. Теоретические основы и методика изучения: моногр. / Ю.А. Злобин, В.Г. Склиар, А.А. Клименко. — Сумы, 2013. — 440 с.
- 2 Mukhitdinov N.M. The number and the age structure of rare endemic species cenopopulation *Lonicera iliensis* Pojark / N.M. Mukhitdinov, L.N. Karasholakova, M.S. Kurmanbayeva // Life Science Journal. — 2014. — Vol. 11, Iss. 6. — P. 459–463.
- 3 Ydyrys A. Characteristics of some plant communities with participation narrowly endemic species *Oxytropis almaatensis* Bajt. in Trans-Ili Alatau mountains / A. Ydyrys, A.A. Ametov, N.M. Mukhitdinov, K.T. Abidkulova, S. Almerkova // Eurasian Journal of Ecology. — 2018. — Vol. 49, No. 4. — P. 86–96.
- 4 Schnabel A. Conservation genetics and evolutionary history of *Gleditsia caspica*: inferences from allozyme diversity in populations from Azerbaijan / A. Schnabel, K.V. Krutovskii // Conservation Genetics. — 2004. — Vol. 5 (2). — P. 195–204.
- 5 Хржановский В.Г. Розы. Филогения и систематика. Спонтанные виды Европейской части СССР, Крыма и Кавказа. Опыт и перспективы использования / В.Г. Хржановский. — М.: Сов. наука, — 1958. — 497 с.
- 6 Хржановский В.Г. Шиповники Казахстана / В.Г. Хржановский // Народное хозяйство Казахстана. — 1941. — № 5. — С. 21–24.
- 7 Флора Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1961. — Т. 4.— С. 493.
- 8 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1969–1972. — Т. 1, 2.
- 9 Винтерголлер Б.А. Редкие растения Казахстана / Б.А. Винтерголлер. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 200 с.
- 10 Полевая геоботаника. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959–1976. — Т. 1–5.
- 11 Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т.А. Работнов // Тр. Бот. Ин-та АН СССР. Геоботаника. — М.: Изд-во АН СССР, 1950. — Сер. 3, Вып. 6. — С. 8–30.
- 12 Работнов Т.А. Структура и методы изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений / Т.А. Работнов // Экология. — 1978. — № 27. — С. 75–113.
- 13 Уранов А.А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе / А.А. Уранов // Бюл. Моск. общ-ва испытателей природы. Сер. биол. — 1960. — Т. 65, Вып. 3. — С. 77–92.
- 14 Уранов А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций / А.А. Уранов // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. — М., 1967. — С. 3–8.
- 15 Уранов А.А. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений / А.А. Уранов // V съезд Всерос. бот. общ-ва: тез. докл. — Киев, 1973. — С. 74–76.
- 16 Abidkulova K. The Age Structure of the Coenopopulations of Rare Endemic Plant *Ikonnikovia kaufmanniana* from Kazakhstan / K. Abidkulova, N. Mukhitdinov, A. Ametov, A. Ydyrys, N. Kudajbergenova // Plants for people, people for plants: materials of 7<sup>th</sup> Planta Europe Conference. — Kolympari, 2015. — P. 58–62.
- 17 Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А.К. Скворцов. — М.: Наука, 1977. — 199 с.

А.Ж. Чилдибаева, А.А. Аметов, А.Д. Сербоева

### **Геоботанические характеристики растительных сообществ популяции редкого, эндемичного вида *Rosa iliensis* Chrshan. в пойме верхнего течения реки Или**

В статье дана геоботаническая характеристика растительных сообществ популяции редкого, эндемичного вида *Rosa iliensis* Chrshan. в верхнем течении реки Или. Описаны ассоциации трех ценопопуляций и процентные показатели растительного покрова в данной популяции, растительного покрова ярусов. В пределах каждой ценопопуляции была построена трансекта размером 10×10 и определена возрастная структура растительного покрова в ней. В верховьях реки Или состояние жизни *Rosa iliensis* Chrshan. можно назвать удовлетворительным. Потому что здесь *Rosa iliensis* Chrshan. цветет и плодоносит каждый год. Однако в пределах популяций не удалось обнаружить ни одного проростка этого растения. Это свидетельствует о том, что *Rosa iliensis* Chrshan. в природных условиях семенами размножается крайне редко, и возобновление его в основном идет вегетативным путем, корневыми отпрысками. Найденный в верховьях реки Или эндемичный вид *Rosa iliensis* Chrshan., в результате проведенного геоботанического изучения популяции, оказался действительно редким, исчезающим растением. Учитывая это, авторы предложили в пойме верховья реки Или, где встречается популяция *Rosa iliensis* Chrshan., проводить постоянную мониторинговую работу и тем самым держать под контролем состояние его популяции. Помимо этого, авторами предложено *Rosa iliensis* Chrshan. ввести в интродукцию в Главном ботаническом саду г. Алматы и Илийском



экспериментальном ботаническом саду Балхашского района Алматинской области, где почвенно-климатические условия вполне совпадают с таковыми в ареале его распространения.

*Ключевые слова:* популяция, ценопопуляция, ассоциация, ярус, ювенильный, виргинильный, генеративный, субсенильный.

A.Zh. Childibayeva, A.A. Ametov, A.D. Serbaeva

## Geobotanical characteristics of plant communities of the populations of the rare, endemic plant *Rosa iliensis* Chrshan. in the floodplain of the upper reaches of the river Ili

The article gives a geobotanical characterization of plant communities of the population of the rare, endemic plant *Rosa iliensis* in the floodplain of the river Ili. The associations of three cenopopulations and the percentages of vegetation cover in this population, the vegetation cover of tiers, are also described. Within each cenopopulation, a 10×10 transect was constructed and the age structure of the vegetation cover in it was determined. In the upper reaches of the river or the state of life of *Rosa iliensis* can be called satisfactory. Because here *Rosa iliensis* blooms and bears fruit every year. However, not a single seedling of this plant was found within the populations. This indicates that *Rosa iliensis* in natural conditions propagates by seeds extremely rarely and its renewal is mainly vegetative, root offspring. Taking this into account, we suggest that the floodplain of the upper Ili river, where the population of *Rosa iliensis* is found, conduct constant monitoring work and thereby keep the state of its population under control. In addition, we offer *Rosa iliensis* Chrshan. to be introduced in the main botanical garden of Almaty and the Ili Experimental Botanical Garden of the Balkhash district of Almaty region.

*Keywords:* population, coenopopulation, association, floor, juvenile, virginyl, generative, sub-senile.

### References

- 1 Zlobin, Yu.A., Sklyar, V.G., & Klimenko, A.A. (2013). *Populiatzii redkikh vidov rastenii. Teoreticheskie osnovy i metodika izucheniia* [Populations of rare plant species. Theoretical foundations and methods of study]. Sumy [in Russian].
- 2 Mukhitdinov, N.M., Karasholakova, L.N., & Kurmanbayeva, M.S. (2014). The number and the age structure of rare endemic species cenopopulation *Lonicera iliensis* Pojark. *Life Science Journal*, 11 (6), 459–463.
- 3 Ydyrys, A., Ametov, A.A., Mukhitdinov, N.M., Abidkulova, K.T., & Almerkova, S. (2018). Characteristics of some plant communities with participation narrowly endemic species *Oxytropis almaatensis* Bajt. in Trans-Ili Alatau mountains. *Eurasian Journal of Ecology*, 49 (4), 86–96.
- 4 Schnabel, A., & Krutovskii, K.V. (2004). Conservation genetics and evolutionary history of *Gleditsia caspica*: inferences from allozyme diversity in populations from Azerbaijan. *Conservation Genetics*, 5 (2), 195–204.
- 5 Khrzhanovsky, V.G. (1958). *Rozy. Filoheniia i sistematika. Spontannye vidy Evropeiskoi chasti SSSR, Kryma i Kavkaza. Opyt i perspektivy ispolzovaniia* [Roses. Phylogeny and taxonomy. Spontaneous views of the European part of the USSR, Crimea and the Caucasus. Experience and prospects of use]. Moscow: Sovetskaia nauka [in Russian].
- 6 Khrzhanovsky, V.G. (1941). Shipovniki Kazakhstana [Rosehip Trees of Kazakhstan]. *Narodnoe khoziaistvo Kazakhstana — National economy of Kazakhstan*, 5, 21–24 [in Russian].
- 7 *Flora Kazakhstana* [Flora of Kazakhstan] (1961). (Vol. 4). Alma-Ata [in Russian].
- 8 *Illustrirovannyi opredelitel rastenii Kazakhstana* [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan]. (1969–1972). (Vols. 1, 2). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 9 Winterholler, B.A. (1976). *Redkie rasteniia Kazakhstana* [Rare plants of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 10 *Polevaia heobotanika* [Field geobotany] (1959–1976). Moscow, Leningrad: Publ. of the AS of the USSR [in Russian].
- 11 Rabotnov, T.A. (1950). Zhiznennyi tsikl mnoholetnikh travianistykh rastenii v luhovykh tsenozakh [Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenosis]. *Trudy Botanicheskogo instituta AN SSSR. Heobotanika — Proceedings of Botanical Institute of AS USSR. Geobotany*, 3 (6), 8–30. Moscow: Publ. of the AS of the USSR [in Russian].
- 12 Rabotnov, T.A. (1978). Struktura i metody izucheniia tsenopopuliatzii mnoholetnikh travianistykh rastenii [Structure and methods of studying the cohomopopulations of perennial herbaceous plants]. *Ekolohiia — Ecology*, 27, 75–13 [in Russian].
- 13 Uranov, A.A. (1960). Zhiznennoe sostoianie vida v rastitelnom soobshchestve [The life status of the species in the plant community]. *Biulleten Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Serii biologicheskaiia — Bulletin of Moscow Society of nature Researchers. Series biol.*, 65 (3), 77–92 [in Russian].
- 14 Uranov, A.A. (1967). Ontohenez i vozrastnoi sostav populiatzii [Ontogenesis and age composition of populations]. *Ontohenez i vozrastnoi sostav populiatzii tsvetkovykh rastenii — Ontogenesis and age composition of populations of flowering plants*. Moscow [in Russian].
- 15 Uranov, A.A. (1973). Bolshoi zhiznennyi tsikl i vozrastnoi spektr tsenopopuliatzii tsvetkovykh rastenii [The large life cycle and age range of cenopopulations of flowering plants]. *Proceedings. V sezd Vserossiiskogo botanicheskogo obshchestva — 5th meeting of All-Russian botanical society*. (p. 74–76). Kiev [in Russian].

- 16 Abidkulova, K., Mukhitdinov, N., Ametov, A., Ydyrys, A., & Kudaibergenova, N. (2015). The Age Structure of the Coenopopulations of Rare Endemic Plant *Ikonnikovia Kaufmanniana* from Kazakhstan. Proceedings from Plants for people, people for plants: 7<sup>th</sup> *Planta Europe Conference*. (p. 58–62). Kolympari.
- 17 Skvortsov, A.K. (1977). *Herbarii. Posobie po metodike i tekhnike [Herbarium. Manual on the method and technique]*. Moscow: Nauka [in Russian].

M.Zh. Akhmetova<sup>\*1</sup>, R.R. Nigmatullina<sup>2</sup>, F.A. Mindubayeva<sup>3</sup>, G.M. Tykezhanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Kazan State Medical University, Russia;

<sup>3</sup>Karaganda Medical University, Kazakhstan

\*Corresponding author: meruzhan2@mail.ru

### **Effect of serotonin on myocardial contractility in newborn rats with excess and deficiency of serotonin in the embryonic period**

Serotonin as a neurotransmitter (5-HT) plays a crucial role in the cardiovascular system. Serotonin is a humoral system of regulators and modulators of physiological processes. Under pathological conditions, these processes can turn into factors contributing to the development of diseases such as atherosclerosis, arterial hypertension, and pulmonary hypertension. The 5-HT<sub>4</sub> and 5-HT<sub>2B</sub> receptors are found in cardiomyocytes. During the embryonic period, serotonin acts as a growth factor and plays an important regulatory role in the crucial period of embryonic development, in particular, a heart of an embryo. Therefore, any interference with this system in the womb can disrupt the normal development of the cardiovascular system. In the given study, there is some data provided to indicate that a change in the serotonin concentration created by the serotonin synthesis and the membrane serotonin transporter blocked in the embryonic period of ontogenesis, affects the inotropic function of the right ventricular myocardium in early postnatal ontogenesis, which is caused by a change in the contraction time in the groups under the experiment. Thus, statistically the response of cardiomyocytes to serotonin is significantly higher in the group with an excess of serotonin and significantly lower in the group with a deficiency of serotonin compared to the control group.

*Keywords:* serotonin, myocardium, embryonic ontogeny, postnatal ontogenesis, fluoxetine, parachlorophenylalanine, a rat, pregnancy.

#### *Introduction*

Serotonin, or 5-hydroxytryptamine (5-HT), is a biogenic monoamine widely spread in the body. It demonstrates its various actions by binding to membrane receptors [1, 2]. In the central regulatory mechanisms of cardiovascular activity, the subtypes of the 5-HT<sub>1A</sub>, 5-HT<sub>2</sub> and 5-HT<sub>3</sub> receptors play a key role. The 5-HT<sub>4</sub> and 5-HT<sub>2B</sub> receptors have been found in cardiomyocytes. These receptors are involved in the regulation of myocardial contractility and affect the temporal parameters of contraction [3].

When realizing its effects via 5-HT<sub>2</sub> receptors, serotonin represents an important regulator for the growth of non-neuronal tissues during embryogenesis [4]. In the myocardium of infant rats, the expression of the 5-HT<sub>2A</sub> и 5-HT<sub>2B</sub> receptors is observed during active phases of morphogenesis [5]. The intracellular signaling via 5-HT<sub>2A</sub> receptors induces an inotropic effect based on phosphorylation of the light myosin chain, which results in the Ca<sup>2+</sup> sensitization. The transmission of 5-HT<sub>4</sub> receptor's signals causes inotropic effects involving cAMP and PKA-mediated phosphorylation of proteins involved in the activation of calcium channels. This leads to increased contraction due to an increase in Ca<sup>2+</sup> concentration [1, 2, 6].

Being a key signaling molecule in heart progenitor cells, serotonin is involved in the development and differentiation of myocardial cells as well as the separation of heart chambers. Thus, in case of serotonin reuptake inhibitors administered during pregnancy it can stimulate disturbances in heart morphogenesis [7]. Hence, the effect of fluoxetine in early pregnancy can cause congenital heart defects [8].

Parachlorophenylalanine (pCPA) is widely used as an agent to lower serotonin levels. It has been found that pCPA is able to significantly reduce the level of serotonin in the brain in mice, rats and dogs [9].

It can be assumed that a change in the concentration of 5-HT or blockade of its receptors during pregnancy adversely affects a number of cellular processes required for normal formation of the heart in the fetus.

The objective of this study is to analyze the effects of serotonin on the inotropic function of the right ventricular myocardium in newborn rats with blockade of the synthesis of serotonin and membrane transporter in the embryonic period of ontogenesis.

The research objectives are outlined below:

1. To analyze the effect of blockade of serotonin synthesis and serotonin membrane transporter in the embryonic period of ontogenesis on the timing of myocardial contraction in 7-day-old infant rats.
2. To study the effect of different concentrations of serotonin on the right ventricular myocardium in 7-day-old infant rats with blockade of the membrane serotonin transporter and that of the serotonin synthesis during the embryonic period of ontogenesis.

#### *Materials and methods*

The research has been carried out in the scientific laboratory of the Department of Normal Physiology of Kazan State Medical University.

The object of the study is pregnant female Wistar rats and their offspring at the age of 7 days. Starting from the 11th day of pregnancy, the pregnant females have been injected intraperitoneally for 10 days: Group 1 (control) — saline; Group 2 — a selective serotonin reuptake inhibitor, antidepressant fluoxetine (Fluoxetine hydrochloride, Sigma, USA) at a dosage of 50 µg/kg; Group 3 — a blocker of serotonin synthesis PCPA (4-Chloro-DL-phenylalanine, Sigma, USA) at a dosage of 100 µg/kg. As a result, there have been 2 experimental groups:

- i) A group of animals with blockade of the serotonin transporter;
- ii) A group of animals with a blockade of serotonin synthesis.

The research materials are the strips of the myocardium of the right ventricles.

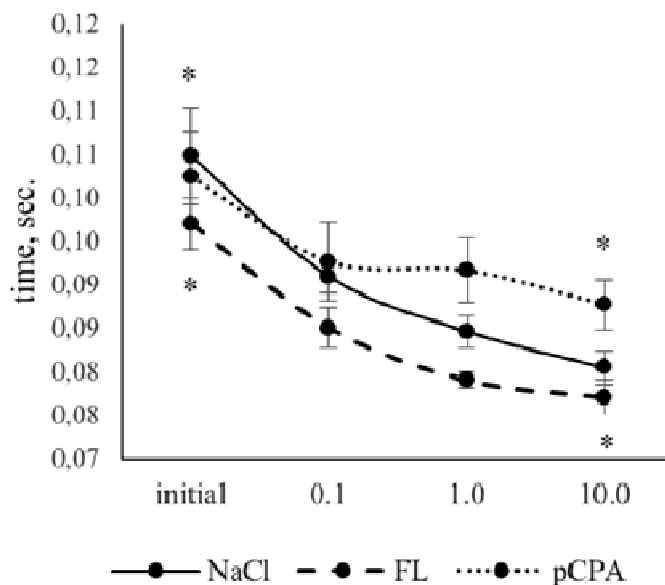
The responses of the temporal characteristics of contraction (contraction duration) of the right ventricular myocardium strips to serotonin (Serotonin hydrochloride, Sigma, USA) at successive concentrations of 0.1 mM, 1.0 mM and 10.0 mM have been evaluated.

The hearts of infant rats pre-anesthetized with urethane (800 mg/kg) have been removed and placed in a Petri dish with an oxygenated working solution. The 2–3 mm long and 0.8–1 mm in diameter strips were prepared from the right ventricular myocardium. The specimens were placed vertically in 25 ml tanks, into which the working solution has been injected. The response of time parameters of contraction in response to 5-HT has been calculated as a percentage from the baseline. The contractions have been registered using the Acq Knowledge 4.1 software. The signals have been processed using the Elf software (developed by A.V. Zakharov).

Statistical analysis. Using Microsoft Office Excel 2016 and Statistica V.6.0 on a PC, some statistical processing has been made with the definition of  $M$ ,  $m$  and  $\delta$ ; the significance of differences is calculated using the Student's t-test with the differences considered significant at  $p < 0.05$ .

#### *Results and discussion*

In the 7-day-old infant rats, a decrease in the contraction time for all concentrations of 5-HT can be observed in the control group and the experimental group 1 with blockade of the serotonin transporter. If compared with the initial values in the control group, the time of myocardial contraction has been reduced by 0.03 seconds (30 %) ( $p < 0.05$ ); in the experimental group 1, one can see a decrease of 0.02 seconds (20 %). In the experimental group with blockade of the serotonin transporter, compared with the experimental group with blockade of serotonin synthesis, the contraction time in concentrations of 0.1 mM is lower by 0.010 seconds (10 %) and at concentrations of 1.0 mM and 10.0 mM, it is lower by 0.012 seconds (13 %) (Fig. 1).

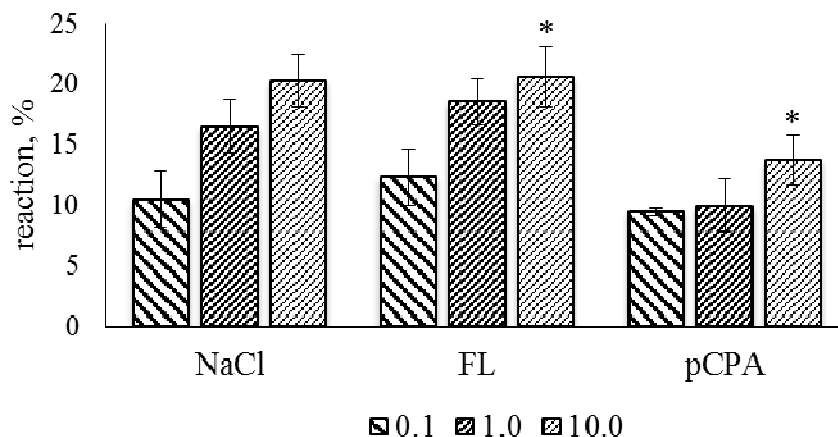


NaCl — saline; FL — fluoxetine; PCPA — para-chlorophenylalanine  
 Note. \* — statistically significant differences compared to the initial data (\*p<0.05)

Figure 1. The serotonin effect on the time of myocardial contraction in 7-day-old infant rats

In animals of 7 days of age, there is an increase in the contraction time in both control group and the experimental group 1 with blockade of the serotonin transporter as compared with the control group.

In the experimental group 2 with those animals with blockade of serotonin synthesis, the same (similar) reaction of the contraction time has been observed for the first two concentrations of 5-HT (by 0.1 mM (9.47 %), by 1.0 mM (9.98 %)). Also, in this experimental group at the maximum concentration of 5-HT, the time of myocardial contraction is 7 % higher than in the experimental group 1 and by 6.6 % higher (p<0.05) compared with the control group (Fig. 2).



NaCl — saline; FL — fluoxetine; PCPA — para-chlorophenylalanine  
 Note. \* — statistically significant differences compared to the initial data (\*p<0.05)

Figure 2. Response of myocardial contraction time to 5-HT in 7-day-old infant rats

### Conclusions

In the experimental group with blockade of the serotonin transporter, statistically, the contraction time has been significantly lower compared to other groups. This is probably due to the blockade of SERT, as a result of which, there could be an increase in 5-HT in this group of animals. This also resulted in the largest number of serotonin receptors activated, which may have led to a rapid contraction of the myocardium.

It has been shown that in the early postnatal period of infant rats, the adrenergic innervation of the heart is immature. Despite the presence of adrenergic receptors in the ventricular myocardium, and with sympathetic stimulation in place, the positive inotropic effect does not develop until the 14th – 21st day of life [10]. During this period, it becomes important to maintain the inotropic function due to other non-adrenergic mechanisms, in particular serotonin. In addition, the intracellular mechanisms upon activation of 5-HT<sub>4</sub> and β-AR are similar and realized through the adenylate cyclase mechanism [10–12].

In the experimental group with blockade of serotonin synthesis, only the smallest reduction in contraction time has been observed if compared to other groups. This may be related to the inhibition of serotonin synthesis during the embryonic period, which may cause structural rearrangements of calcium channels as well as their insufficient development. It is possible to have a decrease in the sensitivity of serotonin receptors as well as in the number of calcium channels both on the membrane of cardiomyocytes and the surface of the sarcoplasmic reticulum. This can be expressed by a significantly low response of cardiomyocytes to serotonin in comparison with the group having serotonin in excess.

There has been the relationship established between the level of serotonin in the embryonic period of ontogenesis and the functioning of Ca<sup>2+</sup> channels of the membrane of cardiomyocytes and sarcoplasmic reticulum in newborn rats [13].

The study shows that a change in the concentration of serotonin in prenatal ontogeny results in the shift of the inotropic function of cardiomyocytes in early postnatal ontogenesis. It is induced due to the change in the contraction time in all the experimental groups.

#### *Acknowledgements*

The research was supported by grant funding for a scientific project «Clinico-physiological basis for the method of early diagnosis of pulmonary hypertension in infants» (AP05136034).

#### References

- 1 Надеев А.Д. Серотонин и рецепторы серотонина в клетках сердечно-сосудистой системы / А.Д. Надеев, И.Л. Жарких, П.В. Авдонин, Н.В. Гончаров // Экспериментальная и клиническая фармакология. — 2014. — № 77 (5). — С. 32–37.
- 2 Brummelte S. Developmental changes in serotonin signaling: Implications for early brain function, behavior and adaptation / S. Brummelte, E. Glanaghy, A. Bonnin, T. Oberlander // Neuroscience. — 2017. — No. 342 (7). — P. 212–231.
- 3 Садыкова Д.И. Роль серотонинергической системы в развитии заболеваний сердца и сосудов у детей / Д.И. Садыкова, Р.Р. Нигматуллина, Г.Н. Афлятумова // Казан. мед. журн. — 2015. — № 96 (4). — С. 65–69.
- 4 Lauder M. Expression of 5-HT<sub>2A</sub>, 5-HT<sub>2B</sub> and 5-HT<sub>2C</sub> receptors in the mouse embryo / M. Lauder, M.B. Wilkie, C. Wu, S. Singh // Int. J. Dev. Neuroscience. — 2000. — No. 18. — P. 653–662.
- 5 Belmer A. Positive regulation of raphe serotonin neurons by serotonin 2B receptors / A. Belmer, E. Quentin, S.L. Diaz, B.P. Guiard, S.P. Fernandez, S. Doly, L. Maroteaux // Neuropsychopharmacology. — 2018. — No. 43 (7). — P. 1623–1632.
- 6 Balachandran K. Elevated cyclic stretch and serotonin result in altered aortic valve remodeling via a mechanosensitive 5-HT<sub>2A</sub> receptor-dependent pathway / K. Balachandran, S. Hussain // Cardiovascular pathology. — 2012. — No. 21. — P. 206–213.
- 7 Sadler T.W. Selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) and heart defects: Potential mechanisms for the observed associations / T.W. Sadler // Reproductive Toxicology. — 2011. — No. 32 (4). — P. 484–489.
- 8 Vemacor A. Selective serotonin reuptake inhibitor use of antidepressants in the first trimester of pregnancy and the risk of specific congenital anomalies: a study based on European registries / A. Vemacor, K. Casson, E. Garne, M. Bakker, M.S. Addor, L. Arriola // Eur. J. Epidemiol. — 2015. — No. 30. — P. 1187–1198.
- 9 Coe K. P-chlorophenylalanine: a special depletor of brain serotonin / K. Coe, A. Weissman // Journal of Pharmacology and Experimental Therapy. — 1966. — No. 154 (3). — P. 499–516.
- 10 Ахметзянов В.Ф. Возрастные особенности инотропного влияния серотонина на миокард крысы / В.Ф. Ахметзянов, А.Ф. Якупова, Р.Р. Нигматуллина // Казан. мед. журн. — 2010. — № 91 (4). — С. 467–471.
- 11 Pickoff A.S. MSPH postnatal maturation of autonomic modulation of heart rate / A.S. Pickoff, A. Stolfi // Journal of Electrocardiology. — 1994. — No. 29. — P. 215–222.
- 12 Ахметзянов В.Ф. Положительное инотропное действие серотонина на сердце в постнатальном онтогенезе / В.Ф. Ахметзянов, Р.Р. Нигматуллина, А.Ф. Ахметзянова, И.А. Латфуллин // Архив клинической и экспериментальной медицины. — 2004. — № 1. — С. 22–25.
- 13 Недорезова Р.С. Влияние блокаторов Ca<sup>2+</sup>-каналов дантролена и метоксиферапамила на инотропную функцию миокарда крысят с измененным уровнем серотонина / Р.С. Недорезова, Т.В. Гарипов, Р.Р. Нигматуллина // Ученые записки Казан. гос. акад. ветеринар. мед. им. Н.Э. Баумана. — 2019. — № 240 (4). — С. 123–127.

М.Ж. Ахметова, Р.Р. Нигматуллина, Ф.А. Миндубаева, Г.М. Тыкежанова

## Эмбриондық даму кезеңінде серотонині артық және жетіспейтін егеуқұйрық күшіктерінің миокардының жиырылғыштығына серотониннің әсері

Нейромедиатор серотонин (5-НТ) жүрек-қантамырлар жүйесінде маңызды рөл атқарады. Серотонин физиологиялық процестердің гуморалдық жүйесінің реттеушісі және модуляторы болып табылады және бұл жүйеде ақау пайда болған жағдайда ол атеросклероз, артериалдық гипертензия, өкпе гипертензиясы ауруларын тудыратын факторларға айналады. Кардиомиоциттерде 5-НТ4 және 5-НТ2В рецепторлары табылған. Эмбрионалдық даму кезінде серотонин өсу факторы ретінде эмбрионның даму барысында, сонымен қатар жүрегінің дамуында шешуші маңызды реттеуші рөл атқарады. Демек, іштегі бұл жүйеге араласу жүрек-қантамырлары жүйесінің қалыпты дамуын бұзуы мүмкін. Мақала авторлары зерттеу барысында онтогенездің эмбрионалды кезеңінде серотонин синтезін және серотониннің мембраналық тасымалдаушысын бөгеу арқылы туындаған серотонин концентрациясының өзгеруі, постнаталды онтогенездегі оң қарынша миокардының инотроптық қызметіне әсер ететінін көрсететін мәліметтер келтірген, яғни бұл эксперименттік топтардағы миокардтың жиырылу уақытының өзгеруінен байқалады. Осылайша, бақылау тобымен салыстырғанда серотонинге кардиомиоциттердің реакциясы серотониннің артық мөлшері бар топта статистикалық тұрғыдан жоғары және серотонин жетіспейтін топта статистикалық тұрғыдан төмен.

*Кілт сөздер:* серотонин, миокард, эмбрионалды онтогенез, постнаталды онтогенез, флуоксетин, парахлорфенилаланин, егеуқұйрық, жүктілік.

М.Ж. Ахметова, Р.Р. Нигматуллина, Ф.А. Миндубаева, Г.М. Тыкежанова

## Влияние серотонина на сократимость миокарда у крысят с избытком и дефицитом серотонина в эмбриональном периоде

Нейромедиатор серотонин (5-НТ) играет важную роль в сердечно-сосудистой системе. Серотонин представляет собой гуморальную систему регуляторов и модуляторов физиологических процессов, которые в условиях патологии могут превращаться в факторы, способствующие развитию заболеваний, таких как атеросклероз, артериальная гипертензия, легочная гипертензия. В кардиомиоцитах обнаружены рецепторы 5-НТ4 и 5-НТ2В. В эмбриональном периоде серотонин выступает в качестве фактора роста и играет важную регулируемую роль в решающий период развития эмбриона, в частности, развития сердца. Следовательно, вмешательство в эту систему в утробе матери может нарушить нормальное развитие сердечно-сосудистой системы. Авторами статьи приведены данные, свидетельствующие о том, что изменение концентрации серотонина, которое создавалось блокадой синтеза серотонина и мембранного переносчика серотонина в эмбриональном периоде онтогенеза оказывает влияние на инотропную функцию миокарда правого желудочка в раннем постнатальном онтогенезе, что обусловлено изменением времени сокращения в экспериментальных группах. Таким образом, реакция кардиомиоцитов на серотонин статистически выше в группе с избытком серотонина и ниже в группе с дефицитом серотонина по сравнению с контрольной группой.

*Ключевые слова:* серотонин, миокард, эмбриональный онтогенез, постнатальный онтогенез, флуоксетин, парахлорфенилаланин, крыса, беременность.

## References

- 1 Nadeev, A.D., Zharkikh, I.L., Avdonin, P.V., & Goncharov, N.V. (2014). Serotonin i retseptory serotoninina v kletkakh serdechno-sosudistoi sistemy [Serotonin and serotonin receptors in the cells of the cardiovascular system]. *Eksperimentalnaia i klinicheskaia farmakologhiia — Experimental and clinical pharmacology*, 77, 5, 32–37 [in Russian].
- 2 Brummelte, S., Brummelte, S., Glanaghy, E., Bonnin, A. & Oberlander, T. (2017). Developmental changes in serotonin signaling: Implications for early brain function, behavior and adaptation. *Neuroscience*, 342, 7, 212–231.
- 3 Sadykova, D.I., Nigmatullina, R.R. & Aflvatumova, G.N. (2015). Rol serotoninerhicheskoi sistemy v razvitii zaboolevanii serdtsa i sosudov u detei [The role of serotonergic system in cardiovascular diseases development in children]. *Kazanskii meditsinskii zhurnal — Kazan Medical Journal*, 96, 4, 65–69 [in Russian].
- 4 Lauder, M., Wilkie, M.B., Wu, C., & Singh, S. (2000). Expression of 5-HT<sub>2A</sub>, 5-HT<sub>2B</sub> and 5-HT<sub>2C</sub> receptors in the mouse embryo. *Int. J. Dev. Neuroscience*, 18, 653–662.
- 5 Belmer, A., Quentin, E., Diaz, S.L., Guiard, B.P., Fernandez, S.P., Dolv, S. & Maroteaux, L. (2018). Positive regulation of raphe serotonin neurons by serotonin 2B receptors. *Neuropsychopharmacology*, 43, 7, 1623–1632.
- 6 Balachandran, K., & Hussain, S. (2012). Elevated cyclic stretch and serotonin result in altered aortic valve remodeling via a mechanosensitive 5-HT<sub>2A</sub> receptor-dependent pathway. *Cardiovascular pathology*, 21, 206–213.

- 7 Sadler, T.W. (2011). Selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) and heart defects: Potential mechanisms for the observed associations. *Reproductive Toxicology*, 32, 4, 484–489.
- 8 Vemacor, A., Casson, K., Garne, E., Bakker, M., Addor, M.S., & Arriola, L. (2015). Selective serotonin reuptake inhibitor use of antidepressants in the first trimester of pregnancy and the risk of specific congenital anomalies: a study based on European registries. *Eur. J. Epidemiol.*, 30, 1187–1198.
- 9 Coe, K., & Weissman, A. (1966). P-chlorophenylalanine: a special depletor of brain serotonin. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapy*, 154, 3, 499–516.
- 10 Akhmetzyanov, V.F., Yakupova, A.F., & Nigmatullina, R.R. (2010). Vozrastnye osobennosti inotropnoho vliiania serotoninina na miokard krysy [Age-related features of inotropic effect of serotonin on rat myocardium]. *Kazanskii meditsinskii zhurnal — Kazan Medical Journal*, 91, 4, 467–471 [in Russian].
- 11 Pickoff, A.S., & Stolfi, A. (1994). MSPH postnatal maturation of autonomic modulation of heart rate. *Journal of Electrocardiology*, 29, 215–222.
- 12 Akhmetzyanov, V.F., Nigmatullina, R.R., Akhmetzyanova, A.F., & Latfyllin, I.A. (2004). Polozhitelnoe inotropnoe deistvie serotoninina na serdtse v postnatalnom ontogeneze [Positive inotropic effect of serotonin on the heart in postnatal ontogenesis]. *Arkhiv klinicheskoi i eksperimentalnoi meditsiny — Archive of clinical and experimental medicine*, 1, 22–25 [in Russian].
- 13 Nedorezova, R.S., Garipov, T.V., & Nigmatullina, R.R. (2019). Vliianie blokatorov Ca<sup>2+</sup>-kanalov dantrolena i metoksiverapamil na inotropnuiu funktsiiu miokarda krysiat s izmenennym urovnem serotoninina [Influence of dantrolene and methoxiverapamil channels Ca<sup>2+</sup>-channels on the rating myocardial myocardial function of rats with changed serotonin level]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterenarnoi meditsiny imeni N.E. Bauman — Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*, 240, 4, 123–127 [in Russian].



---

## АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Aitasheva, Zaure Gainetdinovna** — D.Sc. in Biological Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; zaure.aitasheva@kaznu.kz
- Ametov, Abibulla** — Candidate of biological sciences, Associate professor of the Department of biodiversity and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; abibulla.ametov@kaznu.kz
- Alibekova, Dana Alibekovna** — BSc of engineering and technology, MSc student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; alib3kova@gmail.com
- Arysbayeva, Raya Bizhanovna** — Master in agricultural sciences, Researcher of the Laboratory of Plant Resources, RSE REU «Institute of Botany and Phytointroduction» CFW MEGNR RK, Almaty, Kazakhstan; rarysbaeva@list.ru
- Arystan, Laura Berekekyzy** — Master of 2 course of Biotechnology, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; laura.arystan.97@mail.ru
- Atazhanova, Gayane Abulkakimovna** — Doctor of chemical sciences, Karaganda Medical University, Kazakhstan; g-atazhanova@mail.ru
- Ahmetova, Saule Baltabaevna** — Candidate of medical sciences, Karaganda Medical University, Kazakhstan; akhmetova\_sb@mail.ru
- Akhmetova, Meruyert Zhanatovna** — Doctoral student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; meruzhan2@mail.ru
- Bazarbayeva, Tursynkul Amankeldievna** — Candidate of geographical sciences, Docent of UNESCO Chair in Sustainable Development, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; tursynkul.bazarbaeva@kaznu.kz
- Bobrenko, Marina Aleksandrovna** — Master of biology, Senior lecturer of Department of biology and chemistry, A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kazakhstan; marinaxfiles@mai.ru
- Bragina, Tatyana Mikhailovna** — Doctor of biological sciences, Professor of Department of biology and chemistry, A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kazakhstan; Azov-Black Sea Branch of the FSBSI «VNIRO» («AzNIIRKH»), Rostov-on-Don, Russia; tm\_bragina@mail.ru
- Danilova, Alevtina Nikolaevna** — Candidate of biological sciences, leading researcher of Natural flora Lab, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan; a-n-danilova@yandex.ru
- Dinmukhamedova, Aigul Salimzhanovna** — Candidate of biological sciences, Associate professor, L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; a.s.d.14@yandex.ru
- Gassanova, Gulnara Gidoyatovna** — PhD-student, scientific secretary, Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Kazakhstan; ggg\_lilu7@mail.ru
- Imanbayeva, Akzhunis Altayevna** — Candidate of biological sciences, General director, Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Kazakhstan; imangarden@mail.ru
- Ishmuratova, Margarita Yulaevna** — Candidate of biological sciences, Associated professor, Professor of Botany department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; margarita.ishmur@mail.ru
- Kamzayeva, Tolkyun Halikyzy** — Master of 2 course of Biotechnology, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; ms\_tolkin@mail.ru

- Kazis, Milašius** — Habilitated doctor of biomedical sciences, Professor, Head of physical education study program, Vytautas Magnus University, Academy of Education, Kaunas, Lithuania. kazys.milasius@leu.lt
- Konysbayeva, Damilya Turemuratovna** — Candidate of biological sciences, Docent of department of plant protection and quarantine, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan; damilya\_konysbaeva@mail.ru
- Khussein, Samir Sarsembayev** — Doctoral student, Almaty Technological University, Kazakhstan; husein.a14@gmail.com
- Levaya, Yana Kostantinovna** — 3rd year PhD student, Karaganda Medical University, Kazakhstan; yaninka\_25@mail.ru
- Lebedeva, Lina Pavlovna** — M.F. Sc., senior lecturer, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; lebedevaleena@gmail.com
- László, Orlóci** — Director of Botanical Garden, Eötvös Lorand University, Budapest, Hungary; orloci@yahoo.com
- Mindubayeva, Farida Anvarovna** — Doctor of medical sciences, Professor, Karaganda Medical University, Kazakhstan; 7554422@mail.ru
- Musrat, Anargul** — Master in biological sciences, Junior researcher of the Laboratory of Plant Resources, RSE REU «Institute of Botany and Phytointroduction» CFW MEGNR RK, Almaty, Kazakhstan; anar.musrat@mail.ru
- Mukanova, Gulzhanat Amankeldievna** — Candidate of biological sciences, Docent of UNESCO Chair in Sustainable Development, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; gulzhanat.mukanova@kaznu.kz
- Nigmatullina, Razina Ramazanovna** — Doctor of biological sciences, Professor, Kazan State Medical University, Russia; razinar@mail.ru
- Nurkenova, Ainur Tuleutayevna** — Candidate of biological sciences, Docent of botany department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; nuraitul@mail.ru
- Rulyova, Mariya Mikhailovna** — Master of biology, Senior lecturer of Department of biology and chemistry, A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kazakhstan; maniarul@mail.ru
- Sagyndykova, Meruert Serikovna** — PhD, senior researcher of the Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Kazakhstan; m.sagyndykova@mail.ru
- Sarsembayev, Khussein Samir** — Doctoral student, Almaty Technological University, Kazakhstan; husein.a14@gmail.com
- Serbayeva, Akerke** — Senior lecturer of the Department of genetics and molecular biology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; serbaeva.akerke@gmail.com
- Sinyavskiy, Yuri Aleksandrovich** — Doctor of biological sciences, Professor, Head of the Laboratory of Food Biotechnology and Specialized Food Products, Kazakh Academy of Nutrition, Almaty, Kazakhstan; sinyavskiy@list.ru
- Sirman, Denis Yurievich** — Master of Biological Sciences, Teacher of the Department of botany, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; den-diatoma@mail.ru
- Shyngyskyzy, Nurbanu** — MSc in Natural Sciences, junior research fellow, Kazakh scientific research Institute of plant protection and quarantine; Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; n-shyngys@mail.ru
- Sumbembayev, Aidar Aytkazyevich** — PhD-student, senior researcher of Natural flora Lab, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan; aydars@list.ru
- Tleukenova, Saltanat Ushkempirovna** — Candidate of biological sciences, Docent of botany department of E.A. Buketov Karaganda University, Kazakhstan; damir--6@mail.ru
- Tykezhanova, Gulmyra Mengalievna** — Candidate of biological sciences, associate professor of E.A. Buketov University of Karaganda, Karaganda, Kazakhstan; gulmyra.tykezhanova@mail.ru
- Yeleupayeva, Shynar Kaukerbekovna** — Doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; a\_a\_a\_shynar@mail.ru

**Yerekeyeva, Svetlana Zhursinbekovna** — Master in geography sciences, Senior lecturer of Department of ecology, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; svetlana.yerekeyeva@gmail.com

**Zholdasbaev, Musa Erkinuly** — 2nd year PhD student, Karaganda Medical University, Kazakhstan; vip\_musa\_vip@mail.ru

**Zhumabaeva, Beibitgul Akimalievna** — PhD in biological sciences, Associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; beibitgul@mail.ru

**Childibayeva, Assel** — PhD-doctoral student, senior lecturer, Department of biodiversity and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; a.zh.childebaeva@gmail.com

**Chunetova, Zhanar Zhumabekovna** — PhD in biological sciences, Associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; zhanar.chunetova@kaznu.kz