



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

BULLETIN

OF THE KARAGANDA UNIVERSITY

**BIOLOGY.
MEDICINE.
GEOGRAPHY**
Series

№ 3(103)/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

№ 3(103)/2021

Шілде–тамыз–қыркүйек
30 қыркүйек 2021 ж.

Июль–август–сентябрь
30 сентября 2021 г.

July–August–September
September, 30th, 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. Тлеуменова

Редакция алқасы

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

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

Редакторлары

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, Д.В. Волкова

Компьютерде беттеген

Г.Қ. Жанбосова

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 29.09.2021 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 20,75 б.т. Таралымы 200 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 73.

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

© Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, 2021

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

Ответственный секретарь
канд. биол. наук
С.У. Тлеукенова

Редакционная коллегия

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

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

Редакторы

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, Д.В. Волкова

Компьютерная верстка

Г.К. Жанбосова

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 29.09.2021 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 20,75 п.л. Тираж 200 экз.

Цена договорная. Заказ № 73.

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

© 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

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

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

Editors

Zh.T. Nurmukhanova, S.S. Balkeyeva, D.V. Volkova

Computer layout

G.K. Zhanbossova

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 29.09.2021. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 20,75 p.sh. Circulation 200 copies.
Price upon request. Order № 73.

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

© Karagandy University of the name of acad. E.A. Buketov, 2021

МАЗМУНЫ — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

БИОЛОГИЯ BIOLOGY

<i>Айдарханова Г.С., Имашева Б.С.</i> Ақмола облысының жағдайында жұпаргүл түрлерін интродукциялау	7
<i>Amirkhanova Zh., Bodeeva R., Akhmetova S., Tuyakova A., Kozhakhmetov S., Kushugulova A.</i> MALDI mass spectrometry for identification lactic acid bacilli isolated from lactic acid products produced in the Karagandy region.....	18
<i>Ахметова М.Ж., Нигматуллина Р.Р., Миндубаева Ф.А., Тыкежанова Г.М.</i> Ересек егеуқұйрықтардың жүрегінің оң жақ қарынша миокардының жиырылғыштығына серотонин мен адреналиннің жоғарылаған концентрацияларының әсері	26
<i>Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Осмонали Б.Б.</i> К изучению ценофлоры туранговых реликтовых редколесий среднего течения р. Сырдарья	31
<i>Zhumabayev U.A., Kudyralieva M.B., Naimanbayeva R.S., Khujamshukurov N.A., Bigara T.S.</i> Technology of receiving of high-quality shubat from camel milk with a long period of storage	41
<i>Ishmuratova M.Yu., Matveev A.N., Tleukenova S.U., Zhumina A.G., Musina R.T.</i> Assessment of water-holding capacity of leaves of <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam. in the conditions of the Zhezkazgan region (the Central Kazakhstan).....	49
<i>Kanayev A.S., Karipbayeva R.K., Turlykozha A.N.</i> Diversity of the genus <i>Rosa</i> L. in the conditions of the Dzungarian Alatau mountains.....	57
<i>Кенжина К.Д., Ауельбекова А.К.</i> «Бұйратау» МҰТС сирек, жойылып бара жатқан және эндемик өсімдіктерінің биоэкологиялық ерекшеліктері мен шаруашылық маңызы.....	64
<i>Kozhabek Zh., Pang M., Zhao Q.Zh., Yi J.Y., Huang W.D.</i> Copy number variation in female infertility and candidate gene screening for common infertility-related diseases.....	73
<i>Кубентаев С.А., Котухов Ю.А., Избастина К.С., Саркытбаева А.К., Жумагул М.Ж., Мухтубаева С.К.</i> Эколого-фитоценотическая приуроченность и сезонный ритм развития <i>Paeonia anomala</i> L. в Восточном Казахстане	80
<i>Құрманғазинев Ә.Б., Қурманбаева М.С., Қайырбеков Т.Қ.</i> Шығыс Қазақстанның эндемигі <i>Hedysarum theinum</i> Krasnob. (<i>Fabaceae</i>) өсімдігінің экологиялық-морфологиялық ерекшеліктері... ..	87
<i>Ramazanov A.K., Babeshina L.G.</i> Assessment of the effect of long-term seed storage on the viability of <i>Matricaria chamomilla</i> seeds after cryopreservation	95
<i>Ромаданова Н.В., Кушнарченко С.В.</i> Биотехнология получения безвирусных саженцев яблони ..	102
<i>Sagyndykova M.S., Imanbayeva A.A., Lukmanov A.B., Gassanova G.G.</i> Resources of <i>Rheum tataricum</i> on the territory of Atyrau region	119
<i>Сапарбаева Н.А.</i> Кетпен тауындағы Виттрок рауғашының (<i>Rheum wittrockii</i>) биологиялық ерекшеліктері	125
<i>Sumbembayev A.A., Danilova A.N.</i> State of the relict species <i>Abies sibirica</i> Ledeb. in the natural monument «Sinegorskaya fir grove» (Koktau mountains).....	134
<i>Tyrzhenova S.S., Silanteva M.M.</i> Study of ontogenesis of <i>Scabiosa ochroleuca</i> L. in the conditions of the Central Kazakhstan	144
<i>Shokan A.K., Ginayatova I.B., Yergozova D.M., Kudrina N.O., Korulkin D.Y., Terletsкая N.V., Korbozova N.K.</i> Effects of <i>Rumex tianschanicus</i> Losinsk extract on hematological indicators in experimental gastritis.....	150

МЕДИЦИНА
MEDICINE

Суюндыкова Ж.Т., Конысбаева Д.Т., Баубекова Г.К. Студенттердің физикалық дамуының
индекстік бағасы..... 157

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION
ABOUT AUTHORS 163

Г.С. Айдарханова^{1*}, Б.С. Имашева²

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан;

²ҚР ДСМ «Қоғамдық денсаулық сақтау ұлттық орталығы» ШЖҚ РМК, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

*Хат-хабарларға арналған автор: exbio@yandex.ru

Ақмола облысының жағдайында жұпаргүл түрлерін интродукциялау

Мақалада Орталық Қазақстан қалаларының жасыл аумақтарына төзімді түрлі ағаштар мен бұталардың арасында жерсіндіруге мүмкіншілік тудыратын жұпаргүлдер түрлері қарастырылған. Осы аумақтың қалаларын жасылдандыру үшін ағаш өсімдіктері мен бұталарының биоалуантүрлілігі өте маңызды екені, олардың қысқаша интродукциялану тарихы жарияланды. Зерттеу барысында авторлар жерсіндіруге арналған жұпаргүл түрлеріне (Амур жұпаргүлі (*Syringa amurensis*), Облата жұпаргүліне, (*S.oblata*), Үлпек жұпаргүліне (*S. pubescens*), Пекин жұпаргүліне (*S.pekinensis*) мониторинг жүргізу ережелерін ұсынды. Олардың таксациялық көрсеткіштері 50,0; 86,4; 23,3; 71,7 пайызды құрайды. Осы түрлердің ішінде Ақмола облысындағы аумақта морфологиялық бейімделуі Облата (86,4) және Пекин (71,7) жұпаргүлдерінде қарқынды. Өсімдіктердегі интродукция қарқындылығын бағалауға фотосинтездің белсенділігі анықталды. Облата жұпаргүлінде (0,75 мкг/г) фотосинтетикалық белсенділіктің біршама төмендігі байқалған, басқа жұпаргүлдердің үшеуінде де жоғарылау (0,78 мкг/г). Зерттелген *Syringea* түрлерінде ауыр металдардың арасында кадмий, қорғасын Амур жұпаргүлі жапырағында басқаларға қарағанда 2,5 есеге дейін жоғары болды. Темір өте жоғары деңгейде Амур жұпаргүлінде жинақталып (3833,69 мкг/г), шектеулі рауалы концентрациядан (ШРК) 13 есе артқан. Мыс мөлшері Облата жұпаргүлінде ШРК-дан 1,1 есе жоғары. Мырыш мөлшері барлық зерттеу өсімдіктерінде бірдей, көрсеткіштері ШРК-дан аспайды. Си және Fe жұпаргүл жапырақтары ШРК-дан көп жинайтыны байқалды. Аккумуляциялық қасиеті жоғары Амур жұпаргүлі, себебі ол ең ұлы ауыр металдарды интенсивті сіңіретінін байқатты. Қорытындылай келе, ауыр металдар әр өсімдік түрінде әртүрлі концентрацияда жинақталады.

Кілт сөздер: Ақмола облысы, жұпаргүл, *Syringea* түрлері, интродукция, мониторинг, таксация, жапырақтар, фотосинтез, ауыр металдар.

Kipicne

Интродукциялау құбылысының тарихына шолу жасасақ, ең заманауи мәдени өсімдіктер интродуценттер болып табылатынын байқаймыз. Мысалы, XVI-XVII ғасырларда Еуропаға Америкадан жүгері, картоп, күнбағыс, бұрыш, қызанақ, темекі және т.б. әкелінді. Оңтүстік Америкаға қант қамысы Оңтүстік Азиядан Канар аралдары арқылы түсті. Солтүстік Америкада XVI ғасырда Еуропадан әкелінген алма, алмұрт, атбасталшын т.б ағаштар өсірілген, Аустралияда жүгері, зәйтүн, жүзім, цитрусты ағаштар пайда болған [1; 293]. Батыс Еуропада өсімдіктерді енгізу XVI ғасырда Шығыс пен Жерорта теңізі аралығында басталды. Тарихи түрде Батыс Еуропада шығыс өсімдіктеріне (Ұлы Жібек жолы), Парсымен сауда жасау — шығысқа қарай көптеген өсімдіктер әкелінді. Ағаштекес өсімдіктердің негізгі пионері болып Солтүстік Америкадан Еуропаға француз Андре Мишо баласы Франсуамен XVII ғасырдың ортасы мен соңында 30 жыл бойы Солтүстік Американың ормандары мен ағаштекес түрлерін зерттеген. Олар Францияға қылқан және жапырақты ағаштардың тұқымын жіберіп отырған. Алайда, Мишо жерсіндірген өсімдіктер кең таралмаған. Нәтижесінде ақ қараған мен қара жаңғақ франциялық академик Реамюрдің назарын

аудартқан [2]. XVII ғасырдың соңында франциялық ботаник Дюгамель дю Монсю Францияда алғаш арборетум құрып, ағаштекес өсімдіктер мен интродуценттер бойынша ғылыми жұмысын жасаған. 1777 жылы неміс ғалымы Ф.А. Вангенгейм Солтүстік Америкаға қоныс аударып, онда 1785 жылға дейін орман мен ағаштекес түрлерін зерттеп, 1787 жылы ол америкалық ағаштекес өсімдіктердің Германияның орман шаруашылығында пайдалануы туралы үлкен кітап шығарған [3; 47]. 1896, 1903 жылдары Д.Буттың (Германия) брошюралары шығарылып, Еуропа ормандарында Солтүстік Американың ағаштекес өсімдіктерін отырғызуға шақырған. Осылайша, жаңа түрлерді жерсіндіру әртүрлі елдердің экономикалық қызығушылықтарына байланысты болды [4]. Батыс Еуропаға мәдени өсімдіктердің келуі арқасында интродуценттердің көптеген коллекциялары жасалды. Ботаникалық бақтар, университеттер қол астындағы дендрарийлер, ақсүйектердің сарайлы кешендерінде бағбандар, архитекторлар, ғалымдардың жұмыстары бір жерден шыққандай құрылған. Ресейдің жерсіндіру жұмыстары қорытындысында XVIII ғасырда өзінің климатына сай келетін ағаштар анықталған — ақтерек, бальзамды терек, татар үйеңкісі, кәдімгі долана, кәдімгі бөріқарақат. Одан басқа осы тізімде сирек кездесетін, бірақ перспективті итшомырт, шырғанақ, Сібір шабдалысы т.б. аталды [5].

XIX ғасырға дейін ботаниктер мен өсімдік шаруашылығының мамандарын сібірлік түрлер назарын аудартты — сары қараған, Сібір балқарағайы, Сібірлік самырсын, спирия, далалық миндаль. Қырым мен Кавказдан және басқа да оңтүстік аудандардан ағаштекес түрлері XIX ғасырдың басында және ортасында ене бастады. Украинада кең таралған Қырым қарағайы, оңтүстік жайылмалы түрлерден мәдениетке енді [6].

Балқан түбегінен Украинаға кәдімгі жұпаргүл, атбас талшын, Серб шыршасы және Румелий қарағайы таралды. Солтүстік Америкалық ағаштекес түрлері XVIII ғасырда пайда болды. Ақ акация 1736 жылдан, шаған жапырақты үйеңкі мен пенсильвандық шаған — 1753 жылдан, катальпа 1737 жылдан бастап пайда бола бастады. Шығыстық туя Францияға қарағанда 200 жылға кеш келді. Солтүстік Америкалық түрлердің көбі Батыс Еуропадан келді, алайда кейбіреулері тікелей Америкадан келген [7].

Жер шарының климаттық жағдайлары ірі және кіші аудандарда қайталанатындықтан, әсем және тартымды өсімдіктерді бір облыстан екіншіге ауыстыру климаттық аналог теориясын қалыптастыруда негіз болды [8]. Палеоареалдарды және өсімдіктердің қазіргі заманғы ареалдарын салыстырмалы зерттеу әдісін белгілі кеңес ботанигі Е.В. Вульф (1933) әзірледі. Түрдің қазіргі таралу аймағы көбінесе бастапқы таралу аймағы мен түрдің даму тарихына байланысты және бұл өсімдіктердің интродукциясы кезінде көптеген міндеттерді шешуді жеңілдетеді. Түрдің пайда болуы кезінде оның таралу аймағы әртүрлі себептердің ықпалымен өзгереді — климаттың өзгеруі, экологиялық жағдайлар. Әсіресе, бұл қазіргі уақытта ареалы өзгерген өсімдіктерде байқалады. Бұл әдіс интродуцентті таңдау мүмкіндігін шектейді, өйткені өсімдіктердің аз бейімделуіне негізделеді.

Әдетте, жерсіндіру жұмысы екі кезеңге бөлінеді: өсімдік материалды таңдау мен оларды жаңа табиғи-климаттық жағдайларға ауыстыру. Климаттық аналогтар әдісін неміс орманшысы Генрих Майр ұсынды. Өсімдіктің отанында климаттық жағдайлардың барлық кешенін зерттеу және интродукция аймағында ұқсас климатты іздеу болып табылады. Өсімдіктерді ұқсас климаттық және экологиялық жағдайларға көшіру. Майр өсімдіктердің жерсіндіру қабілетін мойындамай, ол солтүстік жарты шардағы орман аймақтары үшін параллель климаттық аймақтар кестесін ұсынды. Алайда, климаттық жағдайлардың толық ұқсастығын орнату мүмкін емес. Ұқсас аймақтар өте кең және әртүрлі климаттық көрсеткіштердің тербеліс амплитудасы өте үлкен. Ассортиментті жоғары өнімді, шаруашылық-құнды экзоталармен байытудан тұратын мәселені аналогтар әдісімен шешу мүмкін емес. Бұл экологиялық жағдайлар бойынша ұқсас табиғи аймақтардың (фитоклиматтық аналогтардың) ішінен тек тұрақтылық, габитус, өнімділік, сәндік және басқа да қасиеттер бойынша зерттеу ауданының табиғи флорасының түрлерінен аз ерекшеленетін түрлерді ғана тартуға болатыны түсіндіріледі [9].

Интродукция сәтті өту үшін Майр келесі нұсқауларды сақтау керек деп есептеді:

– климаттық жағдайларды бағалау үшін метеорологиялық деректерді пайдалану қажет. Егер бұл мүмкін болмаса, осы ауданға тән мәдени өсімдіктер бойынша климатты салыстыру;

– салқын климатта піскен ағаш тұқымдары неғұрлым жылы климатқа көшкен кезде кеш көктемгі аяздың әсерінен зақымдалады. Ағаш тұқымдары жылы климаттан суық ортада ерте келе жатқан күзгі-қысқы аязға бейімделе алмауы мүмкін;

– экзотикалық таза өсімдіктерді үлкен топтармен отырғызған дұрыс;

– егер шетелдік тұқымдар жергілікті екіпелерді жақсарту үшін отырғызса, онда оларды тез өсетін ағаштар арасынан алу керек;

– интродукцияланған тұқымдар мұқият күтіліп, зиянкестер мен аурулардан қорғалу керек. Оларға толық, ұзақ мониторинг жүргізілуі керек болады.

Майр Еуропаның, Солтүстік Американың және Азияның климатын зерттеді, ұқсас климат тапты, аумақты аймақтарға бөлді, онда негізгі климаттық көрсеткіштер үлкен шектерде өзгерді.

Өсімдіктердің акклиматизациясы бойынша көп жұмыстарды ботаникалық бақтар, интродукциялық көшетжайлар мен басқа да ғылыми-зерттеу институттары жүргізеді, олардың міндеттеріне жергілікті және басқа жердің өсімдіктерін құрып, жаңа аудандарды мәдениетке енгізу жатады. Өсімдіктерді жерсіндіру кезінде табиғи ареалынан жаңа аудандарға түрлердің жақсы жаққа өзгеруі көрінеді, сонымен қатар, өнімділігі мен жеміс беруі жоғарылайды, қоршаған ортаның әртүрлі факторларына тұрақталады, аурулар мен зиянкестерге қарсы тұрады. Өсімдіктер интродукциясында карантиндік нормаларды сақтау қажет, себебі бір ауданнан екінші ауданға аурулар мен зиянкестер көшпеу, зақымдалмауы қажет екеніне назар аударылды [10].

Бай коллекционерлер әртүрлі уақытта өз жұмыстарын мемлекеттің әртүрлі аудандарында саябақтарды құрудан бастады. 1822 жылы Орлов облысында Сукачев балқарағайы, еуропалық балқарағай мен Сібірлік майқарағай сияқты экзоттарды өсіруде басталды. 1843 жылы далалық орман өсірушілік іс-шарасы басталды. Онда 100 ағаш-бұта түрлері тәжірибеге алынып, В.В. Докучаев, А.П. Костычев, А.А. Измаильский, Г.Н. Высоцкий, Г.Ф. Морозов және басқа да ғалымдар зерттеу жүргізді [11].

Өмір өсімдіктердің жиі табысты интродукциясына тіпті бастапқы мекендейтін аудан мен мәдениетте игерілген аудан климат жағдайлары арасында ұқсастығы болмаған кезде де қол жеткізетінін көрсетті. Алайда, егер экспериментаторларда интродукция нысандарын таңдаудың және оның перспективаларын алдын ала бағалаудың басқа деректері болмаса, онда мекендейтін табиғи жағдайлар кешенінің және мекендету ауданының ұқсастығы немесе айырмашылықтары назарға алынуы тиіс. Аналогияның болуы жұмыста табыс ықтималдығын айтарлықтай арттырады [12].

Шетелде көбінесе интродуценттерді сақтаудың ұқсас тәсілдері қолданылады. Өсімдікті қалпына келтіруге көп көңіл бөлінеді. Бұл әдістердің бірыңғай әдістемелік негіздемесі жоқ, бірақ баспасөзде табиғи қоғамдастықтарды сақтау, жаңа түрлердің инвазиясы мен интродукциясы жергілікті жағдайларға неғұрлым төзімді ретінде өсімдіктердің аборигендік түрлері өсу мәселелері туралы мәліметтер үнемі жарық көреді. Шетелдік ботаникалық бақтардың немесе одан аз көлемді алаңдарда жасанды ценоздар үлкен қызығушылық тудырады. Көп жағдайда өсімдіктер флористикалық сипатымен емес, экологиялық ұқсастығымен алынады, әдемі ландшафт қалыптастырғанымен, табиғи көрініс бермейді. Жалпы, бірінші жергілікті өсімдік қауымдастықтарын сақтау және өсімдіктердің жекелеген түрлері өткен ғасырдың 70-ші жылдарында Қазақстанда пайда бола бастады. Бұл дегеніміз кеңестік авторлар, кем дегенде, жиырма жылға басып озды [13].

Гүлденудің әсемдігінің, қысқы ауа райына беріктігінің, өсіруінің қарапайымдылығының арқасында жұпаргүлдер түрлерін жерсіндіру ең тиімді кандидаттардың бірі болып табылады. Амурлық жұпаргүл Молдовада, Қазақстанда, Қырғызстанда қысқа төзімді, жоғары температураларда құрғақшылықтан зардап шегіп, толық жапырақтарының түсуіне әкеліп соғады. Жалпы, бүгінгі күндерде де интродукция мәселесі республикамызда маңыздылығын жойған жоқ [14].

Алматыда Бас ботаникалық бақта жұпаргүл коллекцияларын құру 1945 жылдан басталған. Л.А. Колесниковтың қатысуымен 44 сорт алынған. Отандық сорттар (Л. Рубцов, В. Жоголева мен Н. Ляпунова, Н. Смольский мен В. Бибилова, Н. Вехова, С. Лаврова, П. Упитистың селекциялары) Киевтің, Минскінің ботаникалық бағынан әкелінген. Жұпаргүл сорттарын зерттеп, баға берген, көбейтуге арналғандарын таңдап алынды деген мәлімет бар. Қазіргі таңда жұпаргүлдердің сорттары арасында 296 сорт кәдімгі жұпаргүл (*Syringa vulgaris*), 31 сорт ерте гибридтер (*S. hyacinthiflora*) және 14 сорт кеш гибридтер (*S. prestoniae*) өсетіні белгілі [15; 10]. Біз ұсынып отырған зерттеудің мақсаты Қазақстанға Қытайдан жерсіндіруге әкелген 4 түрлі жұпаргүл бұталарына биологиялық және экологиялық мониторинг жүргізу. Осы мақсатты іске асыру үшін негізгі міндеттер қойылды:

1. Жерсіндірілген бұталардың фенологиясын бақылау.
2. Өсімдіктердің таксациялық көрсеткіштерін талдау.
3. Зерттелінетін бұталардың жапырақ пластинасының морфологиялық параметрлерін бағалап, олардың фотосинтетикалық белсенділігін анықтау.
4. Зерттелінетін өсімдіктердің жапырақтарында ауыр металдардың мөлшерін белгілеу.

Материалдар мен әдістер

Зерттеулер Ақмола облысының «Ақкөл» Орман шаруашылық мемлекеттік мекемесінің орман көшетжайы (питомнигі) негізінде 2018–2019 ж. орындалды. Оның ауданы 52 га, Ақкөл темір жолы станциясынан 12 км қашықтықта орналасқан. Тәлімбақта шырша, қарағай, теректер, талдар, шағандар мен жұпаргүлдер сияқты ағаштар мен бұталар өседі, олардың барлығы Ақмола облысындағы ағаштар мен бұталардың ассортиментін көбейту мақсатында орындалып жатыр. Тәлімбақта 2015 жылы Қытаймен бірлескен жоба бойынша ағаштар мен көшеттер отырғызылып, олар бақылану үстінде. Зерттеу нысаны ретінде зерттеу жүргізілетін өсімдіктер тобы: Амур жұпаргүлі (*Syringa amurensis*), Облата жұпаргүлі (*Syringa oblata*), Үлпек жұпаргүлі (*Syringa pubescens*), Пекин жұпаргүлі (*Syringa pekinensis Rupr.*).

Зерттеліп жатқан түрлердің фенологиялық кезеңдік дамуының орташа күндері, бүршік атуы, жапырақтардың шығуы, жаппай гүлдеу уақыты, жемістердің пайда болуы, жапырақтардың түсуі, соңында вегетация кезеңінің ұзақтығы анықталады [16]. Бұталардың жапырақтарында биохимиялық белсенділігін бағалау үшін әрқайсысының жапырақ пластинасының үлкен, кіші және орташа жапырақтарынан 10 дана алынып, хлорофил мөлшері MINI-PAM II құрылғысы арқылы зерттелді. Жерсіндірілген ағаштардың жапырақтарында ПАМ флуориметрі арқылы фотосистеманың биохимиялық белсенділігінің динамикасы бағаланды [17; 2–4]. Жапырақ пластинасының биоморфологиялық көрсеткіштерін анықтау үшін әр ағаштың үстіңгі ортаңғы, шеткі бөліктеріндегі жақсы дамыған 10 дана жапырақтары алынды. Жапырақ пластинасының ені мен ұзындығының нақтылығы 1 мм дейінгі сызғышпен анықталды. Бұнда $n=10$ саны болғандағы Стьюдент нақтылық критерий $t>3$ және тәжірибе нақтылығы 5% шегінде болғандағы алдын ала есептеулермен жасалынды. Алынған мәліметтер орташа арифметикалық мәні мен вариация коэффициенті статистикалық өңдеу арқылы есептелінді [18; 21]. Жапырақ құрамындағы ауыр металдар атомды-абсорбциялық спектрометрі «КВАНТ ЗЭТА» арқылы анықталды [19;]. Мәліметтердің статистикалық өңдеуін «Microsoft Excel 2010» бағдарламасында мәліметтерді анализдеу стандартты пакеті арқылы жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талдау

Нұр-Сұлтан қаласының айналасында тұрақты сапалы рекреациялық аумақ қалыптастыру көп жылдардан бері басталған. Осы мақсатпен Қытай мемлекетінен 30-дан астам ағаштар мен бұталар түрлері 2015 жылдан бері жерсіндіріле бастаған. Интродукциялауға алынған бұталар бірнеше ерекшеліктерімен сипатталады.

Амурлық жұпаргүл (*Syringa amurensis*) табиғи жағдайда Қытайдың шығыс облыстары мен Кореяда таралған. Таулы беткейлерде және су қоймалардың жағаларында, тамыры дамыған, жақсы өседі. Биіктігі 20 м-ге дейін жетеді. Діңі қара сұр, Жапырақтары 5–11 см, жасыл, эллипс тәрізді. Сүректері ақ, қатты, ауыр болып келеді.

Келесі бұта — Облата жұпаргүлі (*Syringa oblata*). Биіктігі 2–3 м болатын бұта немесе ағаш. Бөрікбасы шар тәрізді, бұтақтары шашыраңқы, қатты. Жапырақтары 6–8 см, сәуір мен мамыр айларында гүлдейді. Тамыз-қыркүйек айларында жеміс береді.

Үлпек жұпаргүлі (*Syringa pubescens*) биіктігі 2 м-ге дейінгі бұта. Бұтақтары жіңішке. Жапырақтары жұмыртқа тәрізді, түсі қоңыр жасыл. Мамыр айында гүлдейді, кәдімгі жұпаргүлмен салыстырғанда 2 аптаға ерте гүлдейді және 2 апта бойы гүлдейді.

Пекин жұпаргүлі (*Syringa pekinensis Rupr*) Солтүстік Қытайда өседі. Орташа биіктікті әдемі бұта, ағаштарға ұқсас, биіктігі 5 м-ге дейін. Бөрікбасы жалпақ жайылған, діңі сұр, тілімделген. Жапырақтарының ұзындығы 5–10 см, жұмыртқа тәрізді, 15 күндей гүлдейді, маусымның бірінші декадасынан басталады. Қыркүйек-қазан айларында жеміс береді. -30°C-қа дейінгі аязға төзімді.

Зерттелген жұпаргүлдерге ерте көктемнен күздің соңына дейін бақылау жүргізілді, ол жерсіндірілген өсімдіктер фенологиясын жүргізуде және вегетация күндерінің санын анықтауда үлкен рөл атқарады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша төмендегі 1-кестеде әр жұпаргүл түрінің вегетациялық мерзімдері көрсетілген.

Зерттелген *Syringa* түрлерінің фенологиялық көрсеткіштері

№	Нысандардың атауы	Бүр шығуы	Жапырақ шығуы	Гүлдеуі	Жапырақ түсуі	Вегетация ұзақтығы, күн
1	<i>Syringa amurënsis</i>	16.05	23.05	-	10.10	179
2	<i>Syringa oblata</i>	16.05	22.05	3.06	8.10	177
3	<i>Syringa pubescens</i>	15.05	25.05	3.06–10.06	10.10	178
4	<i>Syringa pekinensis</i> Rupr	18.05	25.05	-	15.10	182

1-кестенің мәліметтері бойынша, ең ерте бүр жарған *Syringa pubescens*, ал кештеу шыққан *Syringa pekinensis* Rupr. Жалпы ең ұзақ вегетациялық кезең *Syringa pekinensis* Rupr-ге (182 тәулік) тән екені байқалды. Фенологиялық байқауларда бұталар бүршік атқаннан бастап бақылауға алынды. Әр жұпаргүлдің жапырағы әртүрлі уақытта шығады, жапырақ түсуі де әртүрлі. Сондықтан, мониторинг нәтижесіндегі жағдай *Syringa oblata*, *S. pubescens* декоративтік маңыздылығының бір шама жоғарылау екенін көрсетті. Себебі, олардың гүлдеу кезеңдері тіркелген. Жұпаргүлдердің вегетациялық кезеңдеріндегі 2–5 күндік айырмашылық аса маңызды емес деп есептеуге тұрады.

Бұталардың таксациялық параметрлеріне тоқталсақ, олардың орташа мәндері 2-кестеде көрсетілген.

Бұталардың таксациялық-биометриялық көрсеткіштері, 2018 ж.

№	Нысан атауы	Орташа биіктігі, (м)	Орташа диаметрі (см)	Өсіп тұрғаны (дана/%)	Өспей қалғаны (дана/%)	Жалпы саны, дана
1	<i>Syringa amurënsis</i>	0,41	0,8	19/50,0	19/50,0	38
2	<i>Syringa oblata</i>	0,54	1,2	76/86,4	12/13,6	88
3	<i>Syringa pubescens</i>	0,3	0,8	20/23,3	66/76,7	86
4	<i>Syringa pekinensis</i> Rupr	0,9	0,7	33/71,7	13/28,3	46

Таксациялық-биометриялық көрсеткіштеріне байланысты екі жылдан астам уақытта қарқынды бейімделген жұпаргүлділер түрлері: *Syringa amurënsis*, *S. oblata*, *S. pekinensis* Rupr. Зерттеу нысандардың ішінде *Syringa pubescens* ең нәзік екендігін көрсетті. 86 данадан 20 данасы ғана (23,3 %) өсіп тұр. Зерттелген өсімдіктердің таксациялық көрсеткіштері жерсіндірілгендегі олардың жағдайларын айқын дәлелдейді.

Адам айналасындағы қоршаған ортаның сапасын жақсарту үшін көгалдандыру тәсілдері ертеден кең қолданылған. Осындай декоративтік-ландшафтық дизайнде жұпаргүл өсімдіктерінің орны ерекше. Оларды әдетте тұқым, сабақ арқылы көбейтеді. Әрбір жаңа ортада олардың ағзаларында бейімделу механизмдері реттеледі. Жерсіндірген нысандарда өзгерістер пайда болуы мүмкін, кейбіреулерінде өзгерістер байқалмайды. Осындай жағдайда организмдердің ішкі құрылысындағы ауытқуларды белгілеу үшін өте сезімтал әдістердің рөлі маңызды. Ғылыми-зерттеу практикада өсімдіктердің физиолого-биохимиялық жайын фотосинтез құбылысының қарқынды өтуінің мониторингісі жүргізіледі. Әдетте, флуориметр бойынша анықтау әдісі фотосинтез процесінің әртүрлі параметрлерін бағалау үшін қолданылады. Ең көп таралған параметрлердің бірі хлорофилл көрсеткіштері. Көптеген фотосинтетикалық организмдерде жарықтың квант энергиясы бірегей пигментті — хлорофилде сіңіріледі. Фотосинтез процесінің кез келген өзгерісі хлорофилдің флуоресценциясына әсер етеді. Сондықтан, өсімдіктердің фотосинтетикалық аппараттарының тиімділігін бағалаудағы ыңғайлы тетігі — MINI-PAM флуориметрімен флуоресценция құбылысының мөлшерін өлшеу [20, 21]. Біздің бақылауларымыз бүтін жапырақтарда 1-суретте көрсетілгендей жүргізілген. Walz флуориметрі фотосинтетикалық процестер тұтас өсімдіктер, жеке жапырақтары, қылқандар, мүк, сондай-ақ жеке клеткалар және тіпті органеллалар (хлоропласттар) туралы толық ақпаратты алуға мүмкіндік береді. Бақылауда негізгі анықтайтын параметр — ол эффективті фотохимиялық кванттың шығуын анықтау. Бар алынған жапырақтар көлеміне қарай үш топқа бөлінді: үлкен, орташа, кіші. Эксперимент нәтижелері кесте мен суретте көрсетілген (3-кесте, 1-сурет).

Ағаштардың жапырағындағы хлорофилл концентрациясы, мкг/г

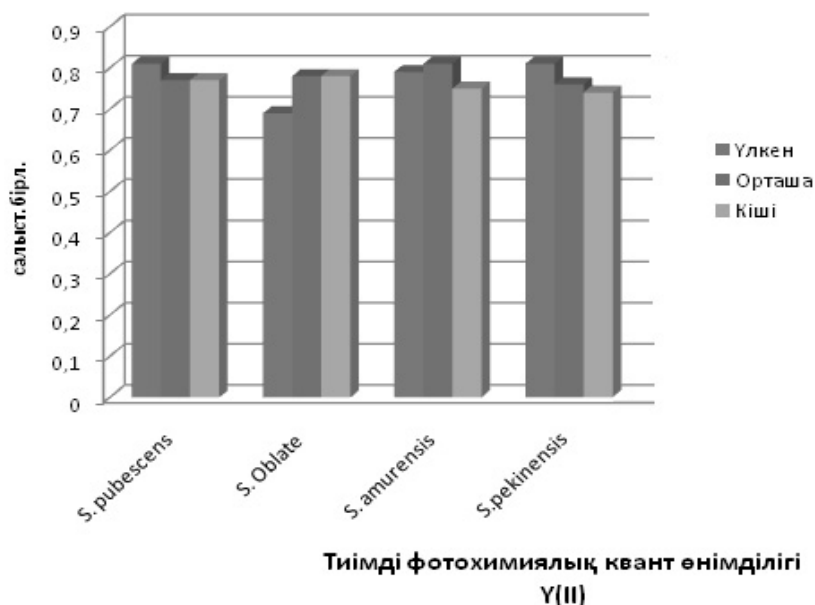
№	Ағаш түрлері	Жапырақтар көлемі			Жалпы, дм ²
		Үлкен, дм ²	Орташа, дм ²	Кіші, дм ²	
1	<i>Syringa amurensis</i>	0,79±0,04	0,81±0,06	0,75±0,01	0,78±0,04
2	<i>Syringa oblata</i>	0,68±0,07	0,78±0,03	0,78±0,02	0,75±0,04
3	<i>Syringa pubescens</i>	0,81±0,06	0,76±0,01	0,77±0,01	0,78±0,03
4	<i>Syringa pekinensis</i> Rupr	0,81±0,06	0,76±0,01	0,74±0,02	0,78±0,03

Төменде көрсетілген графиктерде орташа арифметикалық мәндері және стандартты орташа кателігі көрсетілген. Фотосинтетикалық аппараттың жұмысының тиімділігін бағалау үшін электронды тасымалдау процесінде фотосистемаларды құрайтын хлорофилл молекулаларының қозғау энергиясы қандай бөлігін пайдаланатынын білу маңызды.



Сурет 1. Морфометриялық зерттеуге және флуориметр арқылы анықтауға алынған жапырақтар үлгілері

Әр жұпаргүл түрінің жапырақтарын үлкен, орташа, кіші деп бөлгеннен кейін олардың әрқайсысының тиімді фотохимиялық кванттық шығуы MINI-РАМ II құрылғысы арқылы анықталды. 3-кесте бойынша хлорофилл концентрациясы *Syringa oblata* кіші және орташа көлемдегі жапырақтарында біркелкі болып, $Y(II)$ 0,78 мкг/г, ал үлкен жапырақтарында 0,68 дм² болып шықты. Яғни, бұл жерден көріп отырғанымыздай, фотохимиялық квант күшінің шығуы майдалау жапырақтарда басым. Төменгі диаграммада бұталардың фотохимиялық өнімділігінің барлық күйі көрсетілген (2-сурет).



Сурет 2. Нысандардың түрлі жапырақтарындағы хлорофилл мөлшері, мкг/г

Осы суретте көріп отырғанымыздай, жапырақтардың ең тиімді фотохимиялық квант өнімділігі жұпаргүлдердің үш түрінде біршама ұқсас болып анықталған. Осы диаграмма бойынша төмен көрсеткіш *Syringa oblata* тіркелген. Тек, *Syringa pubescens* пен *S.pekinensis* Rupr неғұрлым жапырақтары ірі болса, соғұрлым фотохимиялық белсенділік әлдеқайда жоғарылау. Эксперимент барысында байқағанымыз, жерсіндіруге алынған бұталар организміндегі фотосинтез құбылысы өзгерген ортаға тәуелді. Мысалы, басқа жұпаргүлдермен салыстырғанда *Syringa oblata* ауырсынып, оның физиологиялық-биохимиялық процестерінің деңгейі біршама төмен екені көрсетілген. Жалпы хлорофилл мөлшерінің жапырақтарындағы айырмашылығы 0,03 мкг/г. *Syringa oblata*-дан басқа жұпаргүлділерде зерттелген құбылыстар ұқсас болып шықты, себебі, хлорофилл мөлшерінің жапырақтарындағы айырмашылығы байқалмады, осы көрсеткіш 0,78 мкг/г-ға тең. Қорытындылайтын болсақ, фотосинтетикалық белсенділігі төмен түр, ол Облата жұпаргүлі болып саналды. Фотохимиялық белсенділіктің анализінен байқалғаны, жұпаргүлдердің жапырақтарында фотосинтез интенсивтілігі олардың көлеміне байланысты емес екенін дәлелдеді. Ақмола облысында жерсіндірілген жұпаргүлдердің жапырақтарындағы адаптациялық құбылыстар әрқалай екені анықталды. Хлорофилдер қозуы, яғни ол кезде фотосистеманың реакциялық орталықтарының күйі осы өсімдік түрлерінің физиологиялық-биохимиялық процестерінің индикаторлық көрсеткіші болады деп айтуға дәлел бар екені көрсетілді. Бұл хлорофилдерді фотохимиялық энергияны айналдыруға дайын деген мағына береді. Осылайша, зерттелінетін жұпаргүлдердің жапырақтарында биохимиялық талдау жүргізіп, оң баға береміз.

Жаһандық экологиялық мәселелердің арасында алғашқы орынды алып жатқан қоршаған ортаның поллютанттармен ластануы. Олардың шығу тегі мен химиялық табиғаты әртүрлі, бірақ олардың арасындағы ерекше орынды ауыр металдар алып жатыр, антропогендік қызметтің нәтижесінде атмосфераға жалпы санының 60 %-дан астамы, ал қорғасын, кадмий, никель және т.б. ауаға 90–99 %-ы түседі. Сондықтан, соңғы жылдарда ауыр металдардың таралуы мен олардың өсімдіктермен аккумуляциясын зерттеу дамып жатыр.

Атқарылған зерттеу жұмыстары өсімдіктердің жапырақтарында кадмий (Cd) мөлшері 0,05-тен 2,58 мкг/г-ға дейін, қорғасын (Pb) 1,06-дан 6,17 мкг/г, мырыш (Zn) 22,76-тен 28,93- мкг/г-ға дейін, мыс (Cu) 125,19-тен 1117,01-ке дейін ауытқиды, ал темір (Fe) 765,16-тен 3833,69 мкг/г арасындағы мөлшерді көрсетеді. Ауыр металдардың ошақтары 12 км жерде орналасқан, осы қашықтықта темір жол салынған. Жерсіндірілген жұпаргүлдердің ауыр металдармен ластану себебі, темір жол көлігінің шаң-тозаңының жел арқылы түсуі мүмкін. 4 кестедегі көрсеткіштердегі шыққан айырмашылықтар ассимиляциялаушы органдардың металдарды сіңіру интенсивтілігі мен таңдау қабілеттілігі өсімдіктердің өздік қасиеттерімен (бөрікбасы архитектурасы, жапырақ пішіні), ластану қасиеті (бөлшектердің концентрациясы) және табиғи орта жағдайымен (ауа температурасы, жарықтың болуы, ылғал) анықталады. Кестеде ауыр металдардың шекті рұқсат етілген және анықталған концентрациясының диапазоны келтірілген.

К е с т е 4

Жұпаргүлдердің жапырақтарындағы ауыр металдардың мөлшері, (мкг/г)

№	Ағаш атауы	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
1	<i>Syringa amurensis</i>	2,58±0,2	6,17±0,1	125,19±0,8	3833,69±0,8	28,06±0,4
2	<i>Syringa oblata</i>	0,05±0,1	1,53±0,4	1117,01±0,7	1549,79±0,4	28,93±0,1
3	<i>Syringa pubescens</i>	0,10±0,1	1,06±0,5	630,83±0,8	765,16±0,4	22,76±2,8
4	<i>Syringa pekinensis</i> Rupr	0,10±0,1	1,07±0,1	534,62±0,4	926,38±0,4	24,63±1,3
	Шектеулі рауалы концентрация (ШПК)	1,0	30,0	1000,0	300,0	1000,0

Зерттелген бұталардың арасында ең үлкен айырмашылықтар кадмийдың Амур жұпаргүлі жапырағында ШПК көрсеткіштеріне қарағанда 2,5 есеге жоғары болып отыр. Қорғасын концентрациясы тағы да Амур жұпаргүлінде жоғары көрсеткішке ие екенін көрсетеді, ол басқа зерттелген түрлерге қарағанда біршама жоғары болып отыр. Зерттелген өсімдіктерде мыс мөлшері Облата жұпаргүлінде ШПК жоғары екенін көрсетті. Темір өте жоғары деңгейде Амур жұпаргүлінде жинақталып (3833,69 мкг/г), ШПК-дан 13 есе артады. Мырыш мөлшері барлық зерттеу өсімдіктерінде бірдей деп айтуға болады және олардың көрсеткіштері ШПК-дан аспайды. Атомдық-абсорбциялық нәтижелерді салыстыратын болсақ, шекті рұқсат етілген концентрациядан Cu және Fe жұпаргүл

жапырақтары өте көп жинайтыны байқалды. Ал, кадмий мен қорғасынға Амур жұпаргүлі төзімсіз болып шықты. Алынған нәтижелер өсімдіктердің кейбір түрлерінің ауыр металдардың жинақталуы бойынша ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді. Осылайша, аккумуляциялық қасиеті жоғары Амур жұпаргүлі, себебі ол ең улы ауыр металдарды интенсивті сіңіретінін байқатты.

Қорытынды

Жасалған зерттеу жұмыстарын негіздей отырып, мынадай қорытынды жасалды:

1. Ақмола облысы «Ақкөл» орман тәлімбағында бүгінгі күні декоративті ағаштар мен бұталардың ассортименті аз екені анықталды. Осы тәлімбақта Қытайдан әкелінген бұталардың арасында жұпаргүлдердің 4 түрі жерсіндіруге арналған.

2. «Ақкөл» орман тәлімбағында зерттелгендердің арасында Амур жұпаргүлі (*Syringa amurensis*), Облата жұпаргүлі (*Syringa oblata*), Үлпек жұпаргүлі (*Syringa pubescens*), Пекин жұпаргүлі (*Syringa pekinensis Rupr*) өседі және олардың таксациялық көрсеткіштері 50,0; 86,4; 23,3; 71,7 % құрайды. Осы түрлердің ішінде Ақмола облысындағы аумақта бейімделуі жоғарысы Облата (86,4 %) және Пекин (71,7 %) жұпаргүлдері.

3. Әр жұпаргүл түрінің жапырақтарының ұзындығы және ені бойынша нақтылығы алынып, 5 % -дан аспайтындығы белгілі болды. Бұл жерсіндірілген бұталардың көбісіне (Үлпек жұпаргүлден басқасылар) осы жердің климаты жақсы әсер етеді және бірқалыпты түрде өсіп жатқандығын көрсетеді.

4. Зерттеулерге сүйене отырып, өсімдіктердегі фотосинтездің белсенділігі анықталды. Фотосинтетикалық белсенділігі бұталардың жапырақтарында Облата жұпаргүлінде (0,75 мкг/г) біршама төмен тұр. Ал, фотосинтездің деңгейі басқа жұпаргүлдердің үшеуінде де жоғарылау (0,78 мкг/г). Осылайша, зерттелген жұпаргүлдердің жапырақтарында биохимиялық талдау жүргізіп, оң баға берілді.

5. Зерттелген *Syringea* түрлерінде ауыр металдардың жапырақ пластинасында жинақталу мөлшері анықталды. Зерттелген бұталардың арасында кадмий, қорғасын Амур жұпаргүлі жапырағында басқа ағаштардың көрсеткіштеріне қарағанда 2,5 есеге дейін жоғары болды. Мыс мөлшері Облата жұпаргүлінде шектеулі рауалы концентрациядан жоғары екенін көрсетті. Темір өте жоғары деңгейде Амур жұпаргүлінде жинақталып (3833,69 мкг/г), ШРК-дан 13 есе артады. Мырыш мөлшері барлық зерттеу өсімдіктерінде бірдей және олардың көрсеткіштері ШРК-дан аспайды. Шекті рұқсат етілген концентрациядан Си және Fe жұпаргүл жапырақтары өте көп жинайтыны байқалды. Аккумуляциялық қасиеті жоғары Амур жұпаргүлі, себебі ол ең улы ауыр металдарды интенсивті сіңіретінін байқатты. Қорытындылай келе, ауыр металдар әр өсімдік түрінде әртүрлі концентрацияда жинақталады.

Жалпы, Ақмола облысында, Нұр-Сұлтан қаласының айналасында жерсіндірілген жұпаргүлдердің жапырақтарындағы адаптациялық құбылыстар әрқалай екені анықталды. Өсімдіктерді жерсіндіру мәдени шаруашылыққа құнды түрлерді енгізуде үлкен маңызы бар. Бұл мәселені әсерлі етіп шешу кешенді түрде интродуценттерді жаңа табиғи-климаттық жағдайда бақылауда мүмкін бола алады. Осы негізде жерсіндіру аумағында өсіру үшін перспективті түрлер мен пішіндердің жерсінуге тұрақтылығын бағалау мен іріктеп алу жүзеге асты.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Иванов С.А. Итоги первого года интродукции древесных растений на экспериментальных площадках в условиях Ямало-Ненецкого автономного округа / С.А. Иванов, А.А. Егоров, П.С. Кириллов, Л.А. Трофимук // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы V Междунар. науч. конф. — Томск, 2015. — С. 293, 294.
- 2 De-Candolle Alph. Geographie botanique raisonnee. Paris, 1855. — Vol. 1, 2. — P. 115–125.
- 3 Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР / А.В. Гурский. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1957. — 304 с.
- 4 Базилевская Н.А. Теории и методы интродукции растений / Н.А. Базилевская. — М.: Изд-во МГУ, 1964. — 131 с.
- 5 Ворошилов В.Н. Привлечение растений природной флоры СССР в интродукцию / В.Н. Ворошилов, Е.Е. Гогица, Р.А. Карпизонова, Н.В. Трулевич // Успехи интродукции растений. — М.: Наука, 1973. — С. 27–42.
- 6 Лапин П.И. Интродукция древесных растений в средней полосе Европейской части СССР (научные основы, методы и результаты) / П.И. Лапин. — Л.: ВИР, 1974. — 135 с.
- 7 Терещенко С.И. Интродукция и перспективы использования сирени Амурской в зеленом строительстве на юго-востоке Украины / С.И. Терещенко // Промышленная ботаника. — 2007. — Вып. 7. — С. 57–62.

- 8 Хамадиева Ф.Х. Виды рода *Syringa* L., интродуцированные Ботаническим садом АН УзССР // Дендрология Узбекистана. — Вып. 4. — Ташкент: Фан, 1975. — С. 91–176.
- 9 Маур Н.В. *Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundlage*. 2 Aufl / Н.В. Маурю — Berlin, 1909. — Vol. 2. — P. 315–340.
- 10 Dorner J. An introduction to using native plants in restoration projects / J. Dorner. — Washington: EPA, 2002. — 66 p.
- 11 Ramula S. Plant communities and the reproductive success of native plants after the invasion of an ornamental herb / S. Ramula, K. Pihlaja // *Biological Invasions*. — 2012. — Vol. 14, Iss. 10. — P. 2079–2090.
- 12 Montserrat V. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems / V. Montserrat // *Ecology Letters*. — 2011. — Vol. 14, Iss. 7. — P. 702–708.
- 13 Чеботько Н.К. Коллекция древесно-кустарниковых растений в арборетуме Казахского НИИ лесного хозяйства / К. Чеботько, С.В. Маловик // *Междунар. науч.-исслед. журн.* — 2012. — № 6. — С. 29–31.
- 14 Butumbayeva M.K. Evaluation of successful introduction of plants from *Lamiaceae* family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities / M.K. Butumbayeva, M.M. Silant'yeva // *Bulletin of the Karaganda University. Series Biology, Medicine, Geography*. — 2020. — № 4 (100). — P. 16–22.
- 15 Пенкина И.Г. Интродукция сирени в Чуйскую долину: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.Г. Пенкина. — Алма-Ата, 1988. — 17 с.
- 16 Малаховец П.М. Декоративные деревья и кустарники на Севере / П.М. Малаховец, В.А. Тисова. — Архангельск, 2002. — 127 с.
- 17 Журикова Е.М. ПАМ-флуориметрия: метод. рук. для шк. молодых ученых Междунар. конф. ИФПБ РАН / Е.М. Журикова. — Пушкино, 2016. — С 2–4.
- 18 Арестова С.В. Оценка адаптации интродуцированных древесно-кустарниковых растений в условиях Саратовского Поволжья: метод. реком. / С.В. Арестова, Е.А. Арестова. — Саратов: ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2017. — 28 с.
- 19 Методика определения металлов в растениях. — М., 1991. — С. 122–168.
- 20 Porcar-Castell A. Linking chlorophyll a fluorescence to photosynthesis for remote sensing applications: Mechanisms and challenges / A. Porcar-Castell, E. Tyystjarvi, J. Atherton, C. Van Der Tol, J. Flexas, E.E. Pfendel, J. Moreno, C. Frankenberg, J.A. Berry // *J. Exp. Bot.* — 2014. — Vol. 65, No.15. — P. 4065–4095.
- 21 Murchie E.H. Chlorophyll fluorescence analysis: A guide to good practice and understanding some new applications / E.A. Murchie, T. Lawson // *J. Exp. Bot.* — 2013. — Vol. 64, No.13. — P. 3983–3998.

Г.С. Айдарханова, Б.С. Имашева

Интродукция видов сиреней в условиях Акмолинской области

В статье рассмотрены вопросы мониторинга видов сиреней, которые могут быть интродуцированы среди зеленых насаждений Акмолинской области и городов Центрального Казахстана. Представлены данные по биоразнообразию древесных растений и кустарников, перспективных для озеленения урботерриторий, опубликована краткая история их интродукции. В ходе исследования авторами предложены методология мониторинга видов сиреней, отобранных для интродукции из Китая и высаженных в 2015 г. (сирень Амурская (*Syringa amurensis*), сирень Облата (*S. oblata*), сирень Пушистая (*S. pubescens*), сирень Пекинская (*S. pekinensis*). Степень их приживаемости составила 50,0; 86,4; 23,3 и 71,7 %. Среди этих видов к лету 2019 г. в наибольшей степени адаптировались на территории Акмолинской области сирень Облата (86,4 %) и сирень Пекинская (71,7 %). Для оценки интенсивности физиолого-биохимических показателей у интродуцированных растений определяли активность фотосинтеза. Существенно меньшая фотосинтетическая активность наблюдалась у сирени Облата (0,75 мкг/г) и повышенная у всех трех сортов сирени (0,78 мкг/г). Среди тяжелых металлов у исследованных видов содержание кадмия и свинца в листьях сирени Амурской было до 2,5 раз выше, чем у других. В листьях сирени Амурской накапливается очень высокий уровень железа (3833,69 мкг/г), что в 13 раз превышает ПДК. Количество меди в листьях сирени Облата в 1,1 раза выше ПДК. Количество цинка примерно одинаково во всех исследованных пробах растений, значения не превышают ПДК. Замечено, что в листьях сирени Си и Fe накапливаются больше, чем допустимо по ПДК. Сирень Амурская обладает высокими аккумуляционными свойствами, так как она интенсивно поглощает наиболее токсичные тяжелые металлы. В результате исследований показано, что тяжелые металлы встречаются в разных концентрациях у каждого вида сиреней. Аккумуляция тяжелых металлов в растениях сирени происходит избирательно в зависимости от видовой принадлежности интродуцированных растений.

Ключевые слова: Акмолинская область, сирень, виды *Syringa*, интродукция, мониторинг, таксация, листья, фотосинтез, тяжелые металлы.

Introduction of *Syringa* species in Akmola region

The article discusses the issues of monitoring of the lilacs species (*Syringa*) that could be introduced in the green spaces of the Akmola region and the cities of Central Kazakhstan. This study presents the data on the biodiversity of perspective tree species and shrubs that could be used for landscaping of urban areas; a brief history of their introduction is published. In the course of the study, the authors proposed a methodology for monitoring lilac species selected for introduction from the Republic of China that were planted in 2015 (Amur lilac (*Syringa amurensis*), oblata lilac (*S. oblata*), fluffy lilac (*S. pubescens*), Beijing lilac (*S. pekinensis*)). Their seedling survival were 50.0 %; 86.4 %; 23.3 %; 71.7 %. Among these species, *S. oblata* (86.4 %) and *S. pekinensis* (71.7 %) were the most adapted on the territory of the Akmola region by the summer of 2019. The activity of photosynthesis was determined as an assessment for the intensity of physiological and biochemical parameters in introduced plants. Significantly lower photosynthetic activity was detected in *S. oblata* (0.75 $\mu\text{g} / \text{g}$); however, it was increased in all three species of lilacs (0.78 $\mu\text{g} / \text{g}$). Measuring heavy metal content in studied species, we detected up to 2.5 times higher concentration of cadmium and lead in the leaves of *S. amurensis* comparing to others. Amur lilac accumulates a very high level of iron (3833.69 $\mu\text{g} / \text{g}$), which is 13 times higher than the maximum permitted concentration (MPC). The concentration of copper in the leaves of *S. oblata* is 1.1 times higher than the MPC. The amount of zinc is approximately the same in all studied plant samples and the values do not exceed the MPC. It was observed that Cu and Fe accumulate in lilac leaves more than permitted according to MPC. *S. amurensis* has high accumulating properties, as it has been shown that it intensively absorbs the most toxic heavy metals. According to research findings, it has been shown that heavy metals accumulate in different concentrations in each species of lilac. The accumulation of heavy metals in lilac plants occurs selectively, depending on the species.

Keywords: Akmola region, lilac, Syringea species, introduction, surveillance, inventory, leaves, photosynthesis, heavy metals.

References

- 1 Ivanov, S.A., Egorov, A.A., Kirillov, P.S. & Trofimchuk, L.A. (2015). Itogi pervogo goda introdutsii drevesnykh rastenii na eksperimentalnykh ploshchadkakh v usloviakh Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga [Results of the first year of introduction of woody plants at experimental sites in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. *Problems of study of vegetative cover on experimental sites of Yamal-Nenez Region: Materialy V Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii — materials of Int Sci Conf.* Tomsk [in Russian].
- 2 De-Candolle, Alph. (1855). *Geographie botanique raisonnee*. Paris, 1, 2; 115–125 [in French].
- 3 Gurski, A.V. (1957). *Osnovnye itogi introdutsii drevesnykh rastenii v SSSR [The basic results of introduction woody plants in USSR]*. Moscow—Leningrad: Publ. AS USSR [in Russian].
- 4 Bazilevskaia, N.A. (1964). *Teorii i metody introdutsii rastenii [Theory and methodology of plant introduction]*. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta [in Russian].
- 5 Voroshilov, N., Gogina, E.E., Karpisonova, P.A. & Trulevich, N.V. (1973). Privlechenie rastenii prirodnoi flory SSSR v introdutsiiu [Attracting plants of the natural flora of the USSR to the introduction]. *Uspekhi introdutsii rastenii — Success of plant introduction*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 6 Lapin, P.I. (1974). *Introduktsiia drevesnykh rastenii v srednei polose Evropeiskoi chasti SSSR (nauchnye osnovy, metody i rezultaty) [Introduction of woody plants in the middle zone of the European part of the USSR (scientific foundations, methods and results)]*. Leningrad: All-Russian Institute of Plant [in Russian].
- 7 Tereschenko, S.I. (2007). Introduktsiia i perspektivy ispolzovaniia sireni v zelenom stroitelstve na Yugo-vostoke Ukrainy [Introduction and prospects for the use of Amur lilac in green construction in southeastern Ukraine]. *Promyshlennaiia botanika — Industrial Botany*, 7; 57–62 [in Russian].
- 8 Khamadiyeva, F.Kh. (1975). Vidy roda *Syringa* L., inrtodutsirovannyye Botanicheskim sadom AN UzSSR [Species of the genus *Syringa* L. introduced by the Botanical Garden of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR]. *Dendrologiia Uzbekistana — Dendrology of Uzbekistan*, 4; 91–176 [in Russian].
- 9 Mayr, H.W. (1909). *Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundage. 2 Aufl Berlin*, 2; 315–340 [in German].
- 10 Dorner, J. (2002). *An introduction to using native plants in restoration projects*. Washington: EPA.
- 11 Ramula, S. & Pihlaja, K. (2012). Plant communities and the reproductive success of native plants after the invasion of an ornamental herb. *Biological Invasions*, 14(10); 2079–2090.
- 12 Montserrat, V. (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14 (7); 702–708.
- 13 Chebotko, N.K. & Malovik, S.V. (2012). Kolleksiia drevesno-kustarnikovykh rastenii v arboretume Kazakhskogo NII lesnogo khoziaistva [Collection of wood-shrub plants in the arboretum of the Kazakh Research Institute of Forestry]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal — International scientific-research journal*, 6; 29–31 [in Russian].
- 14 Butumbayeva, M.K. & Silant'yeva, M.M. (2020). Evaluation of successful introduction of plants from *Lamiaceae* family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities. *Bulletin of the Karaganda University. Series Biology, Medicine, Geography*, 4(100); 16–22.

- 15 Penkina, I.G. (1988). *Introduktsiia sireni v Chuiskuiu dolinu [Introduction of Syringa in Chu valley]*. Thesis PhD [in Russian].
- 16 Malakhovets, P.M. & Tisova, V.A. (2002). *Dekorativnye derevii i kustarniki na Severe [Decorative trees and bushes on North]*. Arkhangelsk [in Russian].
- 17 Zhurikova, E.M. (2016). *PAM-fluorimetriia. Metodicheskoe rukovodstvo dlia shkoly molodykh uchenykh: Mezhdunarodnaia konferentsiia IFPB RAN [Methodological Guide for the School of Young Scientists International Conference of IFPB RAS]*. Pushchino [in Russian].
- 18 Arestova, C.V. & Arestova, E.A. (2017). *Otsenka adaptatsii introdutsirovannykh drevesno-kustarnikovyykh rastenii v usloviakh Saratovskogo Povolzhia: metodicheskie rekomendatsii [Assessment of adaptation of introduced shrub plants in the conditions of the Saratov Volga region (methodological recommendations)]*. Saratov: FGBNU «NIISKH Jugo-Vostoka» [in Russian].
- 19 *Metodika opredeleniia metallov v rasteniiakh* (1991). [Methodology of identification of metals in plants]. Moscow [in Russian].
- 20 Porcar-Castell, A., Tyystjarvi, E., Atherton, J., Van Der Tol, C., Flexas, J., Pfindel, E. E., Moreno, J., Frankenberg, C. & Berry, J.A. (2014). Linking chlorophyll a fluorescence to photosynthesis for remote sensing applications: Mechanisms and challenges. *J. Exp. Bot.*, 65 (15); 4065–4095.
- 21 Murchie, E.H. & Lawson, T. (2013). Chlorophyll fluorescence analysis: A guide to good practice and understanding some new applications. *J. Exp. Bot.*, 64 (13); 3983–3998.

Zh. Amirkhanova^{1*}, R. Bodeeva¹, S. Akhmetova²,
A. Tuyakova³, S. Kozhakhmetov³, A. Kushugulova³

¹Karaganda University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan;

²Medical University of Karaganda, Kazakhstan;

³Laboratory of human microbiome and longevity, Center for Life Sciences, «National Laboratory Astana» Ltd, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

*Corresponding author: janerkeamir@mail.ru

MALDI mass spectrometry for identification lactic acid bacilli isolated from lactic acid products produced in the Karaganda region

At present the traditional methods of identifying microorganisms are replaced by express methods, the mass spectrometric method using *MALDI-TOF MS* allows to reliably identify a variety of microorganisms in a short time, which is an indisputable advantage in work and allows to quickly identify many microorganisms in quickly. Classical methods for the identification of lactic acid bacteria based on their cultivation require a long time for their implementation. The advent of matrix laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry (*MALDI-TOF MS*) technology made significant changes in the workflows for the study of lactic acid bacteria, unmatched in speed characteristics. This article presents the study of the morphological, cultural properties, acid-forming ability, antibiotic sensitivity lactic acid bacteria of isolated from ... products (ayran, koumiss, ashykan kozhe, kurt, suzbe, cottage cheese) produced in different districts of the Karaganda region. The species identification of the isolated strains of lactic acid bacteria was carried out using a *MALDI-TOF* mass spectrometer. The studies carried out on cultural and morphological characters indicate that they belong to the genus *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Limosilactobacillus*. As a result of identification on the mass spectrometer of the presented samples *L. acidophilus* (2 strains), *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricum* (2 strains), *L. rhamnosus* (7 strains), *L. plantarum* (2 strains), *L. paracasei* (11 strains), *L. fermentum* (2 strains) were revealed. According to the Score values, the results indicate the accuracy of the identification.

Keywords: lactic acid bacilli, strain, identification, cultivation, mass spectrometry (*MALDI-TOF MS*), dairy products, morphology, nutrient medium.

Introduction

A significant disadvantage of the widely used traditional microbiological methods is the long time to obtain the result, which is due to the physiology of microorganisms that requires time for their growth. Modern microbiology requires new fast and accurate methods for the identification of microorganisms.

The advent of matrix laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry technology has made significant changes in the workflow of microbiology laboratories, virtually unmatched in the speed and accuracy of microbial identification. This method, which is gradually becoming the standard for modern laboratories, makes it possible to reduce the identification time of pure cultures to several minutes [1].

The method is based on the extraction of peptides and proteins from cells of microorganisms and works according to the principle (molecular «fingerprint»), which is compared with the reference spectra in the *MALDI bio typer* database [2].

The *MALDI TOF* mass spectrometry method allows not only to identify a microorganism but also, in some cases, obtain a unique set of ribosomal proteins (fingerprints) for each of the strains under study, which opens up great opportunities and prospects for studying strain characteristics [3].

Bacteria of the genus *Lactobacillus* has always attracted attention of scientists and researchers around the world due to its great practical value.

The genus *Lactobacillus* includes more than 261 species (as of March 2020), which are very diverse at the phenotypic and genotypic levels. The genus was reclassified based on phylogenetic studies of the main genome, taking into account the physiological and ecological criteria: the corrected genus *Lactobacillus* was retained and 23 new genera were added [4].

Classical methods for the identification of lactic acid bacilli based on their cultivation require a long time for their implementation. The advent of matrix laser desorption ionization time-of-flight mass spec-

trometry (*MALDI-TOF MS*) technology made significant changes in the workflows for the study of lactic acid bacilli, unmatched in speed characteristics.

Objective: identification and study of the morphological and cultural properties, acid formation activity and the resistance to antimicrobial preparation of lactic acid bacilli isolated from lactic acid products Karaganda region by time-of-flight *MALDI-TOF* mass spectrometry (*in vitro* study).

Methodology

63 samples of lactic acid products were used for the study (ayran, koumiss, ashykankozhe, kurt, suzbe, cottage cheese) produced in different areas of the Karaganda region.

Sampling: sampling was carried out in accordance with the rules of asepsis. Before analyzing samples for the presence of probiotic cultures liquid dairy products (ayran, koumiss, ashykan kozhe) were stirred in a circular motion, avoiding active shaking to prevent air saturation. Cottage cheese, suzbe — were mixed by shaking.

- liquid dairy products were taken with a sterile pipette (10 ml) and placed in sterile test tubes.
- a pasty dairy product (suzbe) was taken with a sterile spatula (10 g) and placed into sterile test tubes.
- 10 g of kurt and cottage cheese were weighed on a Petri dish, transferred to a sterile porcelain mortar with a pestle, and thoroughly ground [5–6].

Study of morpho-cultural properties, mobility, and catalase test: Before sowing, a tenfold dilution was prepared from each product in sterile saline, followed by sowing on Petri dishes with agar *MRS* medium. The Petri dishes were cultured at 37°C for 2 days in anaerobic conditions.

After Petri dishes incubation, 42 strains of lactic acid bacilli were isolated from the milk product (ayran, koumiss, ashykankozhe, kurt, suzbe, cottage cheese), of which 26 isolated colonies were typical of lactic acid bacilli, microscoped (Gram stain) and seeded on *MRS* broth.

After 2 days of incubation control, smears were made from all tubes with broth, after which the *isolate* individual colonies by ten-fold dilution method, followed by seeding on Petri dishes with agarised *MRS* medium. Crops were incubated in anaerobic conditions at 37±1°C temperature for 48 hours [7–8].

After incubation, isolated colonies were determined by relation to Gram stain, mobility, presence of catalase and identified on *MALDI BioTyper*.

To determine the ratio of the isolated strains to Gram stain, smears were prepared from the colonies, stained according to the Gram method and microscoped. We took photos using a *Toupcam™ USB* digital eyepiece camera Industrial digital camera, 14 megapixels.

Catalase activity test: the catalase activity of the cultures was determined on the ability of catalase to decompose hydrogen peroxide with the release of gas bubbles. The reaction was set up with a daily culture cooled to room temperature on a sterile glass slide. An isolated colony taken from the surface of the nutrient medium was ground on glass and a drop of 3 % hydrogen peroxide solution was applied with a pipette. If after 30–60 s gas bubbles appear on the glass, then the reaction results are considered positive. A control sample was placed in parallel. The mobility of the isolated cultures was determined by «the crushed drop» [9].

The grown crops were identified using the *MALDI BioTyper*. The samples were prepared as follows: a fresh single colony was directly transferred onto a polished steel MSP 96 target (*Bruker Daltonik*) and dried; coated with 1 µl of a saturated solution of α-cyano-4-hydroxy-cinnamic acid (HCCA) matrix solution in 50 % acetonitrile-2.5 % trifluoroacetic acid (*Bruker Daltonik*) and dried at room temperature, after that the sample was subjected to analysis of the bacteria protein using *MALDI-TOF MS* system [10].

The identification reliability criteria were judged by the following score values: 2,300 — 3,000 — highly probable species identification; 2,000–2,299 — reliable genus identification, probable species identification; 1,700 — 1,999 — probable identification of the genus; 0–1.699 — identification failed.

Determination of acid formation activity. Two tubes of each culture were removed and put into a refrigerator for rapid cooling to prevent further acid production. Then, 10 ml of culture liquid was added to glass flasks, and phenolphthalein was added as an indicator 1 drop.

The total acidity was determined by titration of decinormal alkali NaOH, which was added dropwise from the burette to the retorts with the poured culture liquid until a stable pink stain appeared. The amount of decinormal alkali that was used for titration corresponds to the amount of decinormal acid produced in 10 ml of culture liquid [11].

Data of acid formation activity, expressed in degrees Turner /°T/, was calculated by the formula:

$$^{\circ}T = a \times k \times 10,$$

where a is the number of milliliters of 0,1M caustic soda solution to be titrated; k is a correction to the titer of 0,1M caustic soda solution; 10 is a correction factor for the mass of the analyzed sample.

The sensitivity of probiotic bacteria to antibiotics was determined by disk-diffusion test. From the test cultures, the suspensions conforming to the optical turbidity standard of 5 units (with a microbial body content of about $1,5 \times 10^8$ CFU/ml) were prepared, 1 cm³ of the culture suspension was applied to each agar medium dish, uniformly distributed over the surface by lawn method and slightly dried in laminar flow. Further, the antibiotic discs of 5 pieces were applied to the surface of the nutrient medium seeded with a suspension of lactic acid bacilli cells. Inoculated plates with discs were incubated at 37 ± 1 °C for 48 h. The antibiotic graph was formed by the diameter of the growth retardation zone of microorganisms. The study was performed in triplicate and the results were expressed as arithmetic mean.

Results and Discussion

The studies carried out on cultural and morphological characters indicate their belonging to the genus *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Limosilactobacillus*. All isolated strains are gram-positive rods, cells are located singly, in pairs, in the form of a chain, motionless, spores do not form (Fig. 1, 2), catalase-negative (lactic acid bacilli do not have catalase, therefore, no gas formation was observed in the sample with hydrogen peroxide). Colony morphology (Figure 3, 4) of isolated strains of lactic acid bacilli are identified on solid nutrient medium MRS agar-1.

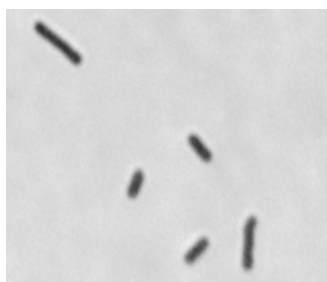


Figure 1. The microscopic drawing (100x) of the isolated strain *L.paracasei* -28

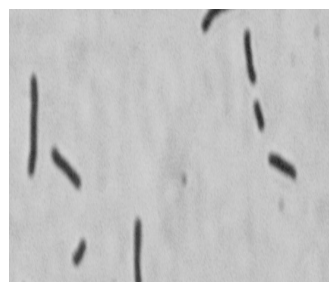


Figure 2. The microscopic drawing (100x) of the isolated strain *L. fermentum* -18

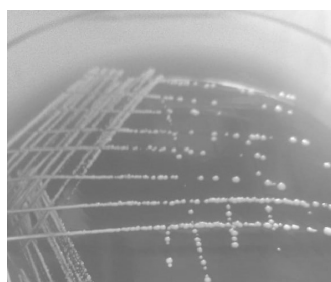


Figure 3. Morphology colonies of the isolated strain *L.paracasei* -28

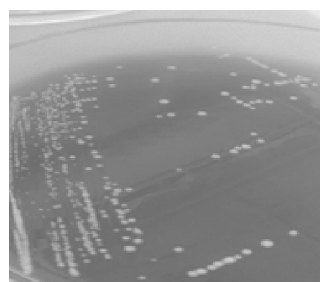


Figure 4. Morphology colonies of the isolated strain *L. fermentum* -18

As a result of identification on the mass spectrometer of the presented samples it was *L. acidophilus* (2 strains), *L.delbrueckii*subsp. *bulgaricum* (2 strains), *L.rhamnosus* (7 strains), *L. plantarum* (2 strains), *L.paracasei* (11 strains), *L. fermentum* (2 strains) — only 26 strains were revealed.

According to the Score values, the results indicate the accuracy of identification: Score values 2.300–3.000 are observed in 7 strains; Score values 2.000–2.299 are recorded in 15 strains; Score values 1.700–1.999 — in 4 strains.

Acid formation activity is a normalized indicator of biological activity of lactic acid bacilli and accordingly a criterion for selection of lactic acid bacilli strains with high-active probiotic properties. The results obtained in the study (Figure 5, 6) show good acid-forming ability in most isolated lactic acid bacilli

strains. Strains of lactic acid bacilli, titrated acidity of which varies within 20–80 °T are considered inactive, 90–110° T — average activity, and 120 ° T and higher are considered highly active.

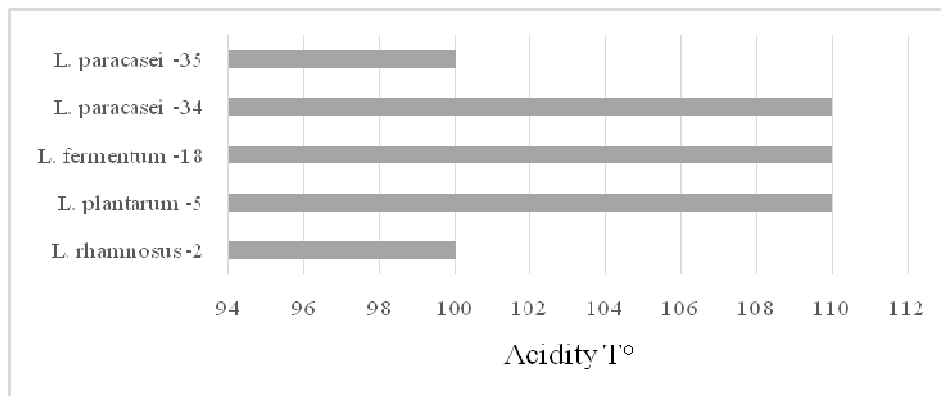


Figure 5. Acid formation activity of lactic acid bacilli selected strains — average activity

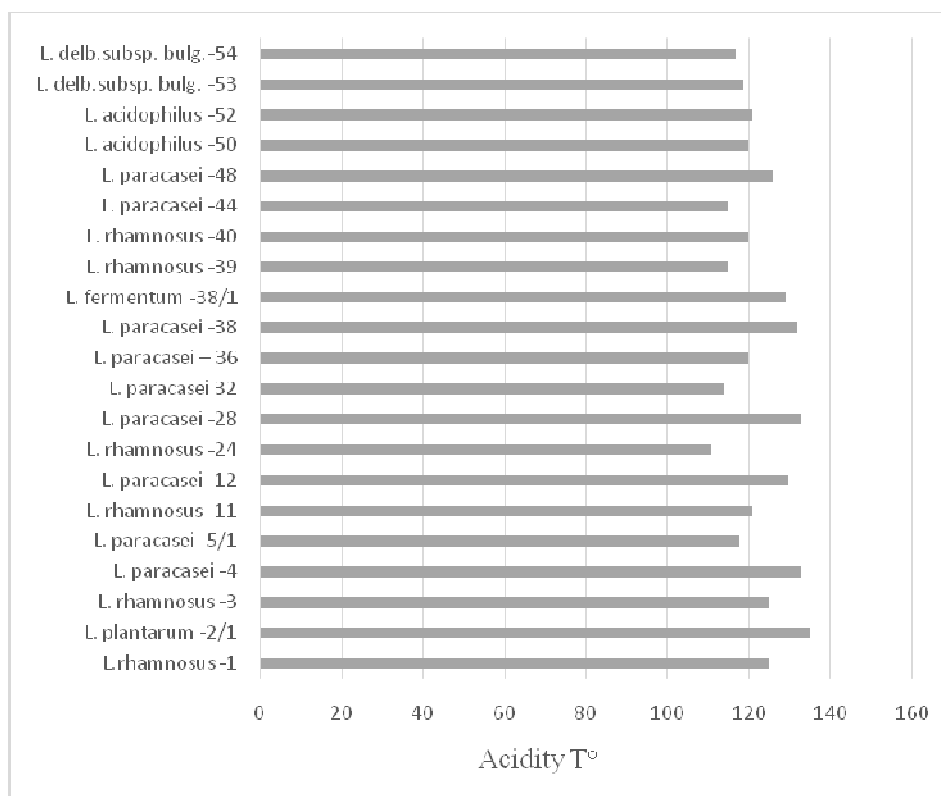


Figure 6. Acid formation activity of lactic acid bacilli selected strains — high activity

The resistance of bacteria to antimicrobial preparation is a characteristic feature of a particular strain of the microorganism and this should be taken into account when selecting cultures, products and preparations with probiotic properties used in biotechnology. In this regard, we have conducted studies to determine the spectrum of antibiotic resistance of isolated strains of lactic acid bacilli, to various most common antibiotics in medical practice.

The study found that 10 strains *L. paracasei*, 5 strains *L. rhamnosus*, 2 strains *L. fermentum*, 2 strains *L. acidophilus*, 1 strains *L. delbr. subsp. bulg.* are metronidazole (5 µg/disc) resistant the following strains are sensitive to antibiotic metronidazole *L. paracasei* — 36 (16 mm), *L. plantarum* -2/1- (8 mm), *L. plantarum* -5-(10 mm), *L. rhamnosus* -24 — (11 mm), *L. plantarum* -2/1 — (8 mm), *L. delbr. subsp. bulg.* -53 — (18 mm); 9 strains *L. paracasei*, 5 strains *L. rhamnosus*, 2 strains *L. fermentum*, 1 strains *L. acidophilus*, 1 strains *L. delbr. subsp. bulg.* showed resistance to colistin (25 µg/disc), the following strains are sensitive to antibiotic colistin *L. paracasei* — 4 (8 mm), *L. paracasei* — 36 (10 mm), *L. plantarum* -2/1- (9 mm),

L. plantarum -5- (7 mm), *L. rhamnosus* -24 — (23 mm), *L. plantarum* -2/1- (9 mm), *L. acidophilus* -50- (24 mm), *L. delbr. subsp. bulg.* — 54 — (12 mm).

Resistance was observed in 4 strains *L. paracasei*, 1 strains *L. rhamnosus*, 1 strains *L. acidophilus* to cefuroxime (30 µg/disc), sensitive to antibiotic cefuroxime the following strains *L. paracasei* — 4 (23 mm), *L. paracasei* -5/1- (23 mm), *L. paracasei* -12- (31 mm), *L. paracasei* — 36 (33mm), *L. paracasei* -38 - (19 mm), *L. paracasei* -44-(33 mm), *L. paracasei* -48 -(22 mm), *L. rhamnosus* -1-(33 mm), *L. rhamnosus* -2-(23 mm), *L. plantarum* -2/1-(17 mm), *L. rhamnosus* -3-(17 mm), *L. plantarum* -5-(20 mm), *L. rhamnosus* -11-(30 mm), *L. fermentum* -18-(18 mm), *L. rhamnosus* -24-(31 mm), *L. rhamnosus* -40-(45 mm), *L. plantarum* -2/1-(17 mm), *L. fermentum* -38/1-(27 mm), *L. acidophilus* -50-(34 mm), *L. acidophilus* -52-(17 mm), *L. delbr. subsp. bulg.* -53-(23 mm), *L. delbr. subsp. bulg.* — 54-(33 mm).

Most strains of lactic acid bacilli were sensitive to the following antibiotics (Figure 7, 8): levomycetin (10 µg/disc), amoxycylav (10 µg/disc), benzylpenicillin (10 µg/disc), gentamycin (10µg/disc), tetracycline (10 µg/disc), clindamycin (10 µg/disc), ciprofloxacin (30 µg/disc).

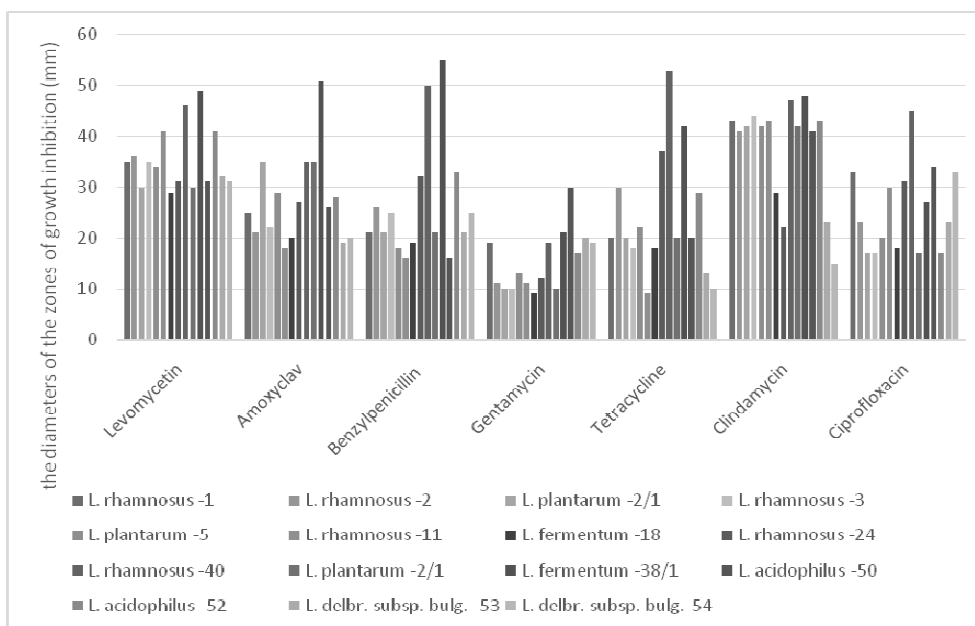


Figure 7. Antibiotic sensitivity of strains *L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. acidophilus*, *L. delbr. subsp. bulg.*

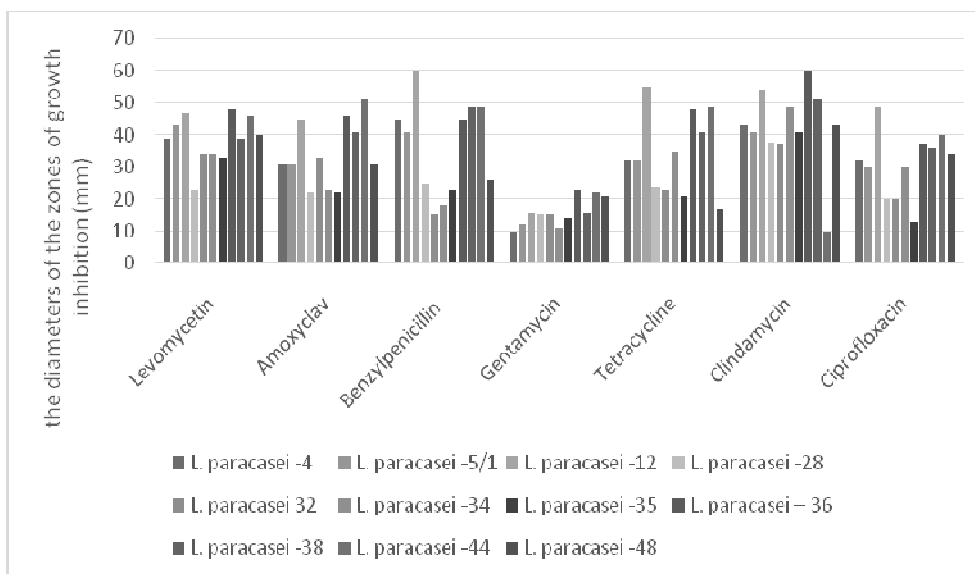


Figure 8. Antibiotic sensitivity of strains *L. paracasei*

Conclusions

As a result of the studies carried out it can be concluded that it is impossible to judge with confidence the species homogeneity or heterogeneity of the culture by morpho-cultural characters, since the shape and size of microbial cells, the shape of the lactic acid bacilli colony varies markedly. Factors such as culture conditions, bacterial growth phases, and others inhibit the work of the researcher. Our research has shown that using *MALDI-TOF-MS* analyzes has become a part of the daily practical work of a microbiologist in identifying lactic acid bacilli, and even surpasses the (classical) methods of microbiological identification previously used by us in terms of speed and reliability.

According to literary data [12], *in vitro* lactic acid bacilli sensitivity tests are still poorly standardized. The evaluation of antibiotic sensitivity of these bacteria is extremely difficult, because the size of the zones recommended for other bacteria are not applicable to them. To these reasons are added specific conditions of cultivation: enriched medium, complex composition of the atmosphere, prolonged incubation.

Domestic microbiologists K.Kh. Almagambetov, I.S. Savitskaya et.al. do not give the clear criteria for the classification of strains of lactic acid bacilli to sensitive or resistant [13]. Therefore, empirical concentrations in the antibiotic disc ($\mu\text{g}/\text{disc}$) that delayed the growth of at least one of the strains studied were selected as boundary minimum inhibitory concentrations (MIC).

References

- 1 Попов Д.А. Применение метода MALDI-TOF MS в современной микробиологической лаборатории / Д.А. Попов, С.Т. Овсеенко, Т.Ю. Вострикова // Спецвып. ЛАБОРАТОРИЯ ЛПУ. — 2016. — № 8. — С. 53–56.
- 2 Лавриненко А.В. Использование методов MALDI-TOF масс-спектрометрии и питательной среды *Chromagar Candida* для идентификации грибов рода *Candida* / А.В. Лавриненко, И.С. Азизов, С.И. Колесниченко // Успехи мед. микологии. — 2016. — С. 74, 75.
- 3 Точилина А.Г. Изучение биологических свойств штаммов рода *Lactobacillus* / А.Г. Точилина, И.В. Белова, И.В. Соловьева, Н.А. Новикова, Т.П. Иванова, В.А. Жирнов // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 5. — С. 462–468.
- 4 Zheng J. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus Beijerinck* 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae* / J. Zheng, S. Wittouck, E. Salvetti, C. Franz, H. Harris, P. Mattarelli, P. W. O'Toole, B. Vandamme, J. Walter, K. Watanabe, S. Wuys, G.E. Felis, M.G. Gänzle, S. Lebeer // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. — 2020. — Vol. 70. — P. 2782–2858.
- 5 Межгосударственный стандарт. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа: ГОСТ 32901–2014. — М.: Стандартинформ Российской Федерации, 2014. — 56 с.
- 6 ГОСТ Р 56139–2014. Продукты пищевые специализированные и функциональные. Методы определения и подсчета пробиотических микроорганизмов. — М.: Стандартинформ Российской Федерации, 2016. — 25 с.
- 7 Лабинская А.С. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / А.С. Лабинская, Л.П. Блинкова, А.С. Ещина. — М.: Медицина, 2004. — 575 с.
- 8 Яруллина Д.Р. Бактерии рода *Lactobacillus*: общая характеристика и методы работы с ними: учеб.-метод. пос. / Д.Р. Яруллина, Р.Ф. Фахруллин. — Казань: Казан. ун-т, 2014. — 51 с.
- 9 Сбойчаков В.Б. Микробиология, вирусология и иммунология: руководство к лабораторным занятиям: учеб. пос. / В.Б. Сбойчаков, М.М. Карапац. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 320 с.: ил.
- 10 Schulthess V. Evaluation of the Bruker MALDI Biotyper for identification of Gram-positive rods: development of a diagnostic algorithm for the clinical laboratory / V. Schulthess, G.V. Bloemberg, R. Zbinden, E.C. Böttger, M. Hombach // *Journal of clinical microbiology*. — 2014. — Vol. 52, № 4. — P. 1089–1097.
- 11 Общая фармакопейная статья «Определение специфической активности пробиотиков: ОФС. 1.7.2.0009.15».
- 12 Багдасарян А.С. Антибиотикоустойчивость пробиотических культур, входящих в состав синбиотиков / А.С. Багдасарян, Э.С. Токаев, Е.А. Некросав, Е.А. Олейник // Изв. вузов. Пищевая технология. — 2011. — № 2, 3. — С. 102–104.
- 13 Савицкая И.С. Антибиотикорезистентность лактобацилл-пробиотиков / И.С. Савицкая, А.А. Жубанова, А.С. Кистаубаева, А.Б. Болекбаева // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. биол. — 2012. — Т. 56, № 4. — С. 222–227.

Ж. Амирханова, Р. Бодеева, С. Ахметова,
А. Туякова, С. Кожаметов, А. Кушугулова

Қарағанды облысында өндірілетін сүтқышқылды өнімдерден бөлініп алынған сүтқышқылды бациллаларды идентификациялау үшін малди масс-спектрометрияны қолдану

Қазіргі уақытта микроорганизмдерді идентификациялаудың дәстүрлі әдістерінің орнына жедел-әдістер қолданылуда. *MALDI-TOF MS* көмегімен масс-спектрометриялық әдісті қолдану қысқа мерзімде әртүрлі микроорганизмдерді нақты түрде идентификациялауға мүмкіндік береді. Сүтқышқылды бактерияларды идентификациялау үшін қолданылатын классикалық әдістер ұзақ уақытты қажет етеді. Матрицалық лазерлік десорбциялы ионизациялық белсендірілген масс-спектрометрия (*MALDI-TOF MS*) технологиясының пайда болуы сүтқышқылды бактерияларды зерттеу бойынша жұмыс процестеріне елеулі өзгерістер енгізді. Мақалада Қарағанды облысының әртүрлі аудандарында өндірілетін сүт қышқылды өнімдерден (айран, қымыз, ашыған көже, құрт, сүзбе, ірімшік) бөлініп алынған сүтқышқылды бациллалардың морфологиялық, дақылдық қасиеттері, қышқыл тұзу қабілеті, антибиотиктерге сезімталдығының зерттеулері қарастырылған. Бөлініп алынған сүтқышқылды бациллалардың штамдарының түрлік тиістілігін идентификациялау масс-спектрометрдің *MALDI-TOF* көмегімен жүргізілді. Морфологиялық және дақылдық белгілері бойынша жүргізілген зерттеулер олардың *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Limosilactobacillus* туыстастығына жататындығын көрсетті. Зерттеуге алынған үлгілерден бөлініп алынған сүтқышқылды бациллаларды масс-спектрометрде идентификациялау нәтижесінде: *L. acidophilus* (2 штамм), *L. delbrueckii sub sp. bulgaricum* (2 штамм), *L. rhamnosus* (7 штамм), *L. plantarum* (2 штамм), *L. paracasei* (11 штамм), *L. fermentum* (2 штамм) анықталды. *Score values* мәндеріне сәйкес алынған нәтижелер идентификацияның дәлдігін көрсетті.

Кілт сөздер: сүтқышқылды бациллалар, штамм, идентификация, дақылдандыру, масс-спектрометрия (*MALDI-TOF MS*), сүтқышқылды өнімдер, морфология, коректік орта.

Ж. Амирханова, Р. Бодеева, С. Ахметова,
А. Туякова, С. Кожаметов, А. Кушугулова

МАЛДИ масс-спектрометрия для идентификации молочнокислых палочек, выделенных из молочнокислых продуктов, производимых в Карагандинской области

В настоящее время классические методы идентификации микроорганизмов заменяют экспресс-методы. Масс-спектрометрический метод при помощи *MALDI-TOF MS* позволяет в краткие сроки достоверно идентифицировать разнообразные микроорганизмы, что является неоспоримым преимуществом в работе и позволяет быстро идентифицировать множество микроорганизмов за короткое время. Классические методы идентификации молочнокислых бактерий, основанные на их культивировании, требуют длительного времени для своей реализации. Появление матричной лазерной десорбционной ионизационной времяпролетной масс-спектрометрии (*MALDI-TOF MS*) внесло большие изменения в рабочие процессы по исследованию молочнокислых бактерий, не имея себе равных по скоростным характеристикам. В статье представлено изучение морфологических культуральных свойств, а также кислотообразующей способности и антибиотикочувствительности молочнокислых палочек, выделенных из молочнокислых продуктов (айран, кумыс, ашыған көже, курт, сүзбе, творог), производимых в разных районах Карагандинской области. Определение видовой принадлежности выделенных штаммов молочнокислых палочек проводили с использованием *MALDI-TOF* масс-спектрометра. Проведенные исследования по культурально-морфологическим признакам свидетельствуют о принадлежности их к роду *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Limosilactobacillus*. В результате идентификации на масс-спектрометре в представленных образцах было выявлено: *L. acidophilus* (2 штамма), *L. delbrueckii sub sp. bulgaricum* (2), *L. rhamnosus* (7), *L. plantarum* (2), *L. paracasei* (11), *L. fermentum* (2). В соответствии со значением *Score values* результаты свидетельствуют о точности идентификации.

Ключевые слова: молочнокислые палочки, штамм, идентификация, культивирование, масс-спектрометрия (*MALDI-TOF MS*), молочнокислые продукты, морфология, питательная среда.

References

- 1 Popov, D.A., Ovseenko, S.T., & Vostrikova, T.Yu. (2016). Primenenie metoda MALDI-TOF MS v sovremennoi mikrobiologicheskoi laboratorii [Application of the MALDI-TOF MS method in a modern microbiological laboratory]. *Spetsvypusk LABORATORIIA LPU — Special LABORATORY to the clinic*, 8, 53–56 [in Russian].
- 2 Lavrinenko, A.V., Azizov, I.S. & Kolesnichenko, S.I. (2016). Ispolzovanie metodov MALDI-TOF mass-spektrometrii i pitatelnoi sredy *Chamada Candida* dlia identifikatsii gribov roda *Candida* [Using the methods of MALDI-TOF mass spectrometry and nourishing environment *Chamada Candida* for identification of fungi of the genus *Candida*]. *Uspekhi meditsinskoi mikologii — Advances in medical mycology*, 74, 75 [in Russian].
- 3 Tochilina, A.G., Belova, I.V., Soloveva, I.V., Novikova, N.A., Ivanova, T.P. & Zhirnov, V.A. (2015). Izuchenie biologicheskikh svoystv shtammov roda *Lactobacillus* [Study of biological properties of *Lactobacillus* strains]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia — Modern problems of science and education*, 5 [in Russian].
- 4 Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C., Harris, H., Mattarelli, P., O'Toole, P. W., Vandamme, B.P., Walter, J., Watanabe, K., Wuyts, S., Felis, G.E., Gänzle, M.G. & Lebeer S. (2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70, 2782–2858.
- 5 *Mezhgosudarstvennyi standart. Moloko i molochnaia produktsiia. Metody mikrobiologicheskogo analiza [Interstate standard milk and dairy products. Methods of microbiological analysis]*. (2014) [in Russian].
- 6 HOST R–56139–2014. *Produkty pishchevye spetsializirovannye i funktsionalnye. Metody opredeleniia i podscheta probioticheskikh mikroorganizmov [Specialized and functional food products. Methods for determining and counting probiotic microorganisms]*. (2016) [in Russian].
- 7 Labinskaia, A.S., Blinkova, L.P. & Eshchina, A.S. (2004). *Obshchaia i sanitarnaia mikrobiologiia s tekhnikai mikrobiologicheskikh issledovaniia [General and sanitary microbiology with microbiological research techniques]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 8 Yarullina, D.R. & Fakhrullin, R.F. (2014). *Bakterii roda Lactobacillus: obshchaia kharakteristika i metody raboty s nimi [Bacteria of the genus Lactobacillus: general characteristics and methods of working with them]*. Kazan: Izdatelstvo Kazanskogo universiteta [in Russian].
- 9 Sboichakov, V.B. & Karapats, M.M. (2014). *Mikrobiologiia, virusologiia i immunologiia: rukovodstvo k laboratornym zaniatiiam [Microbiology, Virology and Immunology: a guide to laboratory classes]*. Moscow: GEOTAR-Media [in Russian].
- 10 Schulthess, B., Bloemberg, G.V., Zbinden, R., Böttger, E.C. & Hombach, M. (2014). Evaluation of the Bruker MALDI Biotyper for identification of Gram-positive rods: development of a diagnostic algorithm for the clinical laboratory. *Journal of clinical microbiology*, 52, 4, 1089–1097.
- 11 *Obshchaia farmakopeinaia statia «Opredelenie spetsificheskoi aktivnosti probiotikov» [General Pharmacopoeia article «Determination of specific activity of probiotics»]*. (2015) [in Russian].
- 12 Bagdasarjan, A.S., Tokaev, Je.S., Nekrosav, E.A. & Olejnik, E.A. (2011). Antibiotikoustoichivost probioticheskikh kultur, vkhodiashchikh v sostav sinbiotikov [Antibiotic resistance of probiotic cultures included in the synbiotic]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiia — News of institutes of higher education. Food technology*, 2–3, 102–104 [in Russian].
- 13 Savickaja, I.S., Zhubanova, A.A., Kistaubaeva, A.S. & Bolekbaeva, A.B. (2012). Antibiotikorezistentnost laktobatsill-probiotikov [Antibiotic resistance of lactobacilli-probiotics]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Serii biologicheskaiia — Bulletin of KazNU. Biology series*, 56, 4, 222–227 [in Russian].

М.Ж. Ахметова^{1*}, Р.Р. Нигматуллина², Ф.А. Миндубаева³, Г.М. Тыкежанова^{1,4}

¹Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қазақстан;

²Қазан мемлекеттік медицина университеті, Ресей;

³Қарағанды медицина университеті, Қазақстан;

⁴Алтай мемлекеттік университеті

*Хат-хабарларға арналған автор: meruzhan2@mail.ru

Ересек егеуқұйрықтардың жүрегінің оң жақ қарынша миокардының жиырылғыштығына серотонин мен адреналиннің жоғарылаған концентрацияларының әсері

Соңғы жылдары ағзаның физиологиялық және патологиялық процестеріне серотониннің (5-НТ) рөлі мен оның әсер ету механизмдеріне аса көңіл бөлініп келеді. Серотониндік жүйенің қалыпты жағдайдан ауытқуы атеросклероз, артериялық гипертензия, жүректің ишемиялық ауруын тудыруына себеп болатыны кеңінен талқылануда. Бүгінгі таңда сүтқоректілер мен адамдардың миокардында анықталған серотонин рецепторларының екі түрі белгілі — 5-НТ₂ және 5-НТ₄. Жүрек қызметін басқаратын негізгі механизмдердің бірі кардиомиоциттердің адренорецепторларына катехоламиндердің әсер етуімен байланысты. Адам мен жануарлардың жүрегінде кардиомиоциттердің жиырылуына β_1 , β_4 және α_1A адренорецепторлары қатысады. Серотонин мен адреналин физиологиялық процестерін реттеуші модуляторлары болып, патология жағдайында аурудың дамуына ықпал ететін факторларға айналады. Ересек ұрғашы егеуқұйрықтардың миокардының серотонин мен адреналиннің түрлі концентрацияларына жиырылу күшін *in vitro* зерттеу барысында анықтадық. Нәтижесінде, серотониннің концентрациясының жоғарылауымен оң қарыншаның миокардында дозаға тәуелді оң инотропты әсер байқалды. Серотониннің соңғы концентрациясына оң жақ қарыншаның жиырылу күші алғашқы концентрациясымен салыстырғанда 48,3 % жоғарылаған. Алайда, адреналин концентрациясының жоғарылауымен оң инотропты реакция әлсірейді. Адреналиннің максималды 10,0 mM концентрациясына алдыңғы концентрациясымен салыстырғанда 10,4 % теріс инотропты әсер байқалды. Осылайша, жүректегі серотониндік рецепторлардың таралуы мен функционалды рөлі адренергиялық рецепторлармен сәйкес болса да, кардиомиоциттердің серотонин мен адреналинге инотропты реакциясы әртүрлі болды.

Кілт сөздер: серотонин, адреналин, миокард, жүрек, кардиомиоцит, егеуқұйрық, миокардтың жиырылғыштығы, рецептор.

Kipicne

Жүрек қызметін бақылау экстракардиалды жүйкемен, гуморалдық әсерлермен, сондай-ақ жүрекшілік құрылымдардың қатысуымен жүзеге асырылады. Сүтқоректілердің жүрегі түрлі лигандалармен өзара әрекеттесетін және жасушаішілік сигнал беру жүйесін іске қосатын тиімді рецепторлық жүйемен жабдықталған. Жүрек қызметін басқаратын негізгі механизмдердің бірі катехоламиндердің кардиомиоциттердің адренорецепторларына әсер етуімен байланысты [1; 2]. Адам мен жануарлардың жүрегінде β_1 -адренорецепторлар (АР), β_2 -АР, β_3 -АР және β_4 -АР немесе атипті β_1 -АР, сондай-ақ альфа1-АР және альфа2-АР бар екені белгілі. Жүректің шамамен 90 % β -АР, қалған 10 % α -АР құрайды. β_1 -адренорецепторлар сүтқоректілердің жүрегінде β_2 -АР қарағанда жиі кездеседі (75 %:25 %) [3]. β_1 -АР оң инотропты, хронотропты, дромотропты және батмотропты әсерлерлерді қамтамасыз ете отырып, жүректің жұмысын белсендіреді. Бұл рецепторлардың әсерінен миокардтың жиырылу күші, жүрек соғу жиілігі артады, жүрек бұлшық етінің өткізгіштігі мен қозғыштығы жоғарылайды [4].

Серотонин немесе 5-гидрокситриптамин (5-НТ) — мембраналық рецепторлармен байланысу арқылы өзінің түрлі физиологиялық әрекеттерін көрсететін ағзада кең таралған биогенді моноамин. Жүрек-қантамырлар жүйесінің қызметін реттеуде 5-НТ_{1A}, 5-НТ₂ және 5-НТ₃ рецепторлары маңызды роль атқарады. Кардиомиоциттерде миокардтың жиырылуын реттеуге қатысатын 5-НТ₄ және 5-НТ_{2B} серотониннің рецепторлары табылған [5].

Серотонин 5-НТ₂ рецепторлары арқылы эмбриогенез процесі барысында ненеуроналдық тіндердің өсуінің маңызды реттеушісі болып табылады. Тышқандардың миокардында 5-НТ_{2A} және 5-

HT_{2B} рецепторларының экспрессиясы морфогенездің белсенді фазалары кезінде іске қосылатыны байқалған. Сонымен қатар, 5-HT_{2B} рецепторлары 5-HT₇ рецепторларымен қатар егеуқұйрықтардың өкпе және коронарлық артерияларының босаңсынуына қатысады. Егеуқұйрықтарда 5-HT_{2A} рецепторын ынталандыру барысында жүрек соғу жиілігі мен қан қысымы жоғарылайды. Жүрек-қантамыр жүйесіндегі 5-HT_{2B} серотонин рецепторларының әсері өкпе артерияларында, жүрек қалқаншаларында айқын байқалады. Осылайша, 5-HT_{2B} рецепторлары жүректе, плацентада, өкпеде, бүйректе, ішектерде және асқазанда, сонымен қатар аздаған дәрежеде адам миында кең таралған [5; 6].

Серотонин рецепторлары мен адренорецепторлардың миокардтың жиырылу қызметін жүзеге асыру кезіндегі жасушаішілік сигнал беру жолдары ұқсас болып табылады. Дегенмен, миокард жиырылуының өзгеруі 5-HT/5-HT_{2B} және адреэнергиялық рецепторлардың арасында пайда болған сигналдардың қиылысуы нәтижесінде орын алатыны толық анықталуы керек.

Зерттеу мақсаты: *Wistar* тұқымдас ересек ұрғашы егеуқұйрықтардың жүрегінің оң жақ қарыншасының жиырылуына серотонин мен адреналин концентрацияларының әсерін зерттеп, өзара салыстырмалы талдау жасау.

Зерттеу материалы мен әдістері

Зерттеу жұмыстары Қазан мемлекеттік медицина университетінің қалыпты физиология кафедрасының ғылыми зертханасында жүргізілді.

Миокардтың жиырылуы *Wistar* тұқымдас ересек ұрғашы егеуқұйрықтарының жүректерінің оң жақ қарыншасының жолақтарында *in vitro* экспериментінде зерттелді. Оң жақ қарыншаның миокардының жолақтарының жиырылу күшінің реакциялары серотониннің (Serotonin hydrochloride, Sigma, АҚШ) және адреналиннің (Adrenaline, Sigma, АҚШ) 0,1 mM, 1,0 mM және 10,0 mM жоғарылаған концентрацияларында бағаланды.

Наркоз ретінде уретан (800 мг/кг) қолданылды. Егеуқұйрықтың жүрегі алынып, оттегімен қаныққан жұмыс ерітіндісі бар Петри табақшасына орналастырылды. Оң жақ қарыншаның миокардынан ұзындығы 2–3 мм және диаметрі 0,8–1 мм болатын жолақтар дайындалды. Препарат бір ұшымен күш датчигіне, екінші ұшымен — тірек нүктесіне тігінен бекітілді, содан кейін әр препарат 25 мл жұмыс ерітіндісі бар жеке резервуарға батырылды. 400 мл дистилденген суға келетін жұмыс ерітіндісінің құрамы (гр.): NaCl — 3,2, KCl — 0,12, CaCl₂ — 0,12, MgCl₂ — 0,05, NaHPO₄ — 0,016, аскорбин қышқылы — 0,019, глюкоза — 0,8.

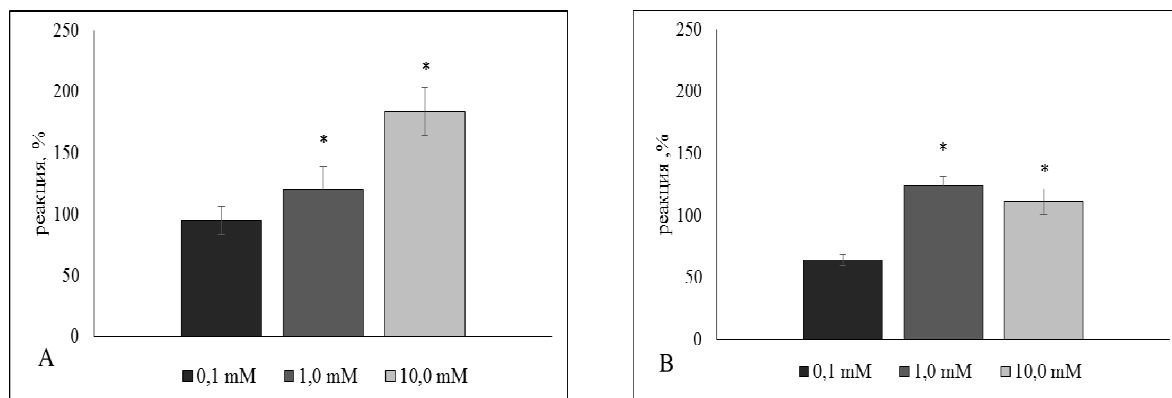
Серотонинге және адреналинге жауап ретінде жиырылу күшінің реакциясын бастапқы көрсеткіштің пайызы ретінде есептелді. Миокардтың жиырылу күшін тіркеу «AcqKnowledge 4.1» бағдарламасының көмегімен жүргізілді. Сигналдар «Elf» бағдарламасының көмегімен өңделді (авторы А.В. Захаров).

Тәжірибе нәтижелерін статистикалық талдау жұмыстары жеке компьютерде «Microsoft Office Excel 2016» және «Statistica V.6.0» бағдарламаларын қолдана отырып жүргізілді. Статистикалық өңдеу M, m және δ анықтаумен жүргізілді, айырмашылықтардың растығы Стьюденттің t-критерийі бойынша есептелді. Айырмашылықтар критерийі $p < 0,05$ болған жағдайда сенімді деп саналды.

Зерттеу нәтижелері және оны талқылау

Тәжірибенің нәтижесі бойынша ересек ұрғашы егеуқұйрықтарында серотонин концентрациясы жоғарылаған сайын, оң жақ қарыншаның миокардының жиырылу күші концентрацияға сәйкес жоғарылауымен байқалды. Серотониннің алғашқы 0,1 mM дозасына миокардтың жиырылу күші 94,8 % жоғарылаған. Екінші 1,0 mM 5-HT дозасына жиырылу күші алғашқы дозамен салыстырғанда 21,1 % көтерілген ($p < 0,05$). Серотониннің жоғарғы 10,0 mM концентрациясына жүрек қарыншасының инотропты реакциясы төмен концентрациямен 0,1 mM салыстырғанда 48,3 %, екінші концентрациямен салыстырғанда 34,4 % жоғарылаған ($p < 0,05$) (1-сур. А).

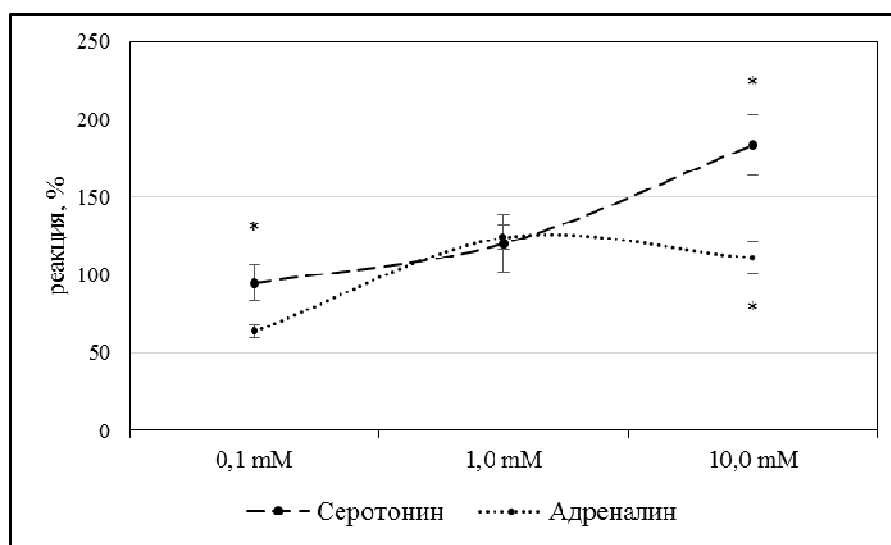
Адреналиннің 0,1 mM концентрациясына жүрек қарыншасының жиырылу күші 63,8 % көрсетті. Оң жақ қарыншаның жиырылу күші адреналиннің 1,0 mM концентрациясына 124,2 % жоғарылаған. Адреналиннің алғашқы және соңғы концентрацияларына жиырылу күшінің салыстырмалы айырмашылығы 42,5 % құрады ($p < 0,05$) (1-сур. В).



Ескерту: * — бірінші концентрациямен салыстырғандағы статистикалық маңызды айырмашылықтар (*p<0,05)

1-сурет. Ересек егеуқұйрықтарда серотонинге (А) және адреналинге (В) миокардтың жиырылу күшінің реакциясы

Егеуқұйрықтардың жүрегiнiң оң жақ қарыншасының жиырылу күшi серотониннiң алғашқы 0,1 mM концентрациясына жауабы адреналинге қарағанда 32,6 % (p<0,05) жоғары. Адреналиннiң екiншi концентрациясына миокардтың жиырылу күшi серотониннiң әсерiмен салыстырғанда 3,2 % жоғары болған. Соңғы 10,0 mM концентрацияда қарыншаның жиырылу күшi серотонин әсерiне 183,3 % жоғарылаған. Адреналиннiң бұл концентрациясына егеуқұйрықтардың жүрегiнiң қарыншасының жиырылу күшi 111,2 % құрады. Жоғары концентрацияларда серотонин миокардтың жиырылу күшiн жоғарылатқан болса, адреналин керiсiнше төмендеткен (2-сур.).



Ескерту: * — бастапқы мәнмен салыстырғандағы статистикалық маңызды айырмашылықтар (*p<0,05)

2-сурет. Ересек егеуқұйрықтарда серотонинге және адреналинге миокардтың жиырылу күшінің салыстырмалы реакциясы

Қорытынды

Егеуқұйрықтарда серотониннiң әсерiне жүрек қарыншасының жиырылу күшi концентрация мөлшерiне тәуелдi жоғарылауымен байқалды. Алайда, адреналин концентрациясының жоғарылауымен миокардтың оң инотропты әсерi әлсiредi. Адреналиннiң ең жоғары 10,0 mM концентрациясын енгiзген кезде терiс инотропты әсер байқалды. Осындай терiс әсердiң туындауы адреналиннiң шамадан тыс жүрек миокардының жұмысына жүктеме түсiруiмен байланысты болар. Мүмкiн, пресинаптикалық α_2 адренорецепторларының әсерiнен синапстардан норадреналиннiң шығарылуын азайтып, сол арқылы жүрек соғу күшi төмендеген.

Жүректегі серотониндік рецепторлардың таралуы мен функционалды рөлі адренергиялық рецепторлардың рөлін қайталайтынын атап өтуге болады. $\alpha 1$ -адренергиялық рецепторлары 5-HT₂ рецепторлары сияқты классикалық түрде G α /диацилглицерин/инозитолтрифосфатпен, ал бета ($\beta 1$, $\beta 2$, $\beta 4$) адренорецепторлары 5-HT₄ рецепторларына ұқсас Gs/аденилатциклазасымен байланысқан. Рецепторлар жасушаішілік екінші реттік хабаршылармен әрекеттеседі, атап айтқанда, А протеинкиназа мен С протеинкиназа, сондай-ақ киназалар тұқымдасы GPCR киназалармен (GRK). G ақуызының диссоциациясы аденилатциклазаны белсендіріп, нәтижесінде аденозинтрифосфат циклдік аденозин монофосфатына айналады. Циклдік аденозин монофосфаты ақуыз киназасын белсендіріп, нәтижесінде L-типті кальций арналары фосфорланады, соның арқасында жасушаға келетін кальций ағынын тудырады. Фосфодиэстераза циклдік аденозин монофосфатын инактивациялау арқылы оны 5-АМФ-қа айналдырады. Кальций саркоплазмалық ретикулумның рианодиндік рецепторларын белсендіріп, кальцийдің шығарылуына әкеледі. Миокардтың инотропты қызметі кардиомиоциттердің Ca²⁺ тиімді шығарылу қабілетімен анықталады [4, 5, 7].

Біздің зерттеуіміз көрсеткендей, серотонин мен адреналиннің жүректегі рецепторлық жасушаішілік жолдары ұқсас болғанымен ересек егеуқұйрықтардың оң қарынша миокардының инотропты қызметіне серотонин мен адреналиннің концентрацияларына әртүрлі әсер етуімен байқалды.

Бұл жұмыс «Емшектегі балаларда өкпелік гипертензияны ерте диагностикалау әдісін клиникалық-физиологиялық негіздеу» атты № AP05136034 ғылыми жоба негізінде гранттық қаржыландырудан қолдау тапты.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Kensuke K. Development, maturation, and transdifferentiation of cardiac sympathetic nerves / K. Kensuke, I. Masaki, F. Keiichi // *Circulation Research*. — 2012. — No. 110 (2). — P. 325–336.
- 2 Ciccarelli M. Adrenergic receptors and metabolism: role in development of cardiovascular disease / M. Ciccarelli, G. Santulli, V. Pascale, B. Trimarco, G. Iaccarino // *Front Physiol*. — 2013. — No. 4. — P. 265–270.
- 3 Чинкин А.С. Соотношения адреналин: норадреналин и альфа-: бета-адренорецепторы в миокарде и адренергические хроно- и инотропные реакции при экстремальных состояниях и адаптации / А.С. Чинкин // *Наука и спорт: современные тенденции*. — 2014. — № 4 (3). — С. 10–18.
- 4 Grisan F. Studying $\beta 1$ and $\beta 2$ adrenergic receptor signals in cardiac cells using FRET-based sensors / F. Grisan, A. Burdyga, L. Iannucci, N. Surdo, T. Pozzan, G. Benedetto, K. Lefkimmiatis // *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. — 2020. — No.154. — P. 30–38.
- 5 Lauder M. Expression of 5-HT_{2A}, 5-HT_{2B} and 5-HT_{2C} receptors in the mouse embryo / M. Lauder, M. Wilkie, C. Wu, S. Singh // *Int. J. Dev. Neuroscience*. — 2000. — No. 18. — P. 653–662.
- 6 Nebigil C.G. Serotonin 2B receptor is required for heart development / C.G. Nebigil, D.S. Choi, A. Dierich, P. Hickel, M. Le Meur, N. Messaddeq, J.M. Launay et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci.* — 2000. — No. 97. — P. 9508–9513.
- 7 Gurevich V.V. GPCRs and Signal Transducers: Interaction Stoichiometry / V.V. Gurevich, E.V. Gurevich // *Trends Pharmacol. Sci.* — 2000. — No. 98. — P. 9508–9513.

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

Влияние возрастающих концентраций серотонина и адреналина на сократимость миокарда правого желудочка сердца взрослых крыс

За последние годы в исследованиях о роли серотонина в физиологических и патологических процессах организма и механизмов его действия очевиден прогресс. Определена роль серотониновой системы в развитии таких заболеваний, как атеросклероз, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца. В миокарде млекопитающих и человека выявлено два типа серотониновых рецепторов (5-HT₂ и 5-HT₄). Деятельность сердца также контролируется при воздействии катехоламинов на адренорецепторы кардиомиоцитов. В сердце человека и животных в сокращении кардиомиоцитов участвуют $\beta 1$, $\beta 4$ и $\alpha 1A$ адренорецепторы. Серотонин вместе с адреналином являются регуляторами и модуляторами физиологических процессов в организме. При патологических состояниях они могут способствовать развитию сердечно-сосудистых заболеваний. В исследованиях по сократимости миокарда *in vitro* у взрослых крыс в результате эксперимента было

показано, что при повышении каждой концентрации серотонина, в зависимости от дозы, наблюдалась положительная инотропная реакция на миокард правого желудочка. На последнюю концентрацию серотонина сила сокращения правого желудочка увеличилась на 48,3 % по сравнению с первой концентрацией. Однако с увеличением концентрации адреналина положительный инотропный ответ ослабевал. На максимальную концентрацию адреналина 10,0 мМ наблюдался отрицательный инотропный эффект на 10,4 % по сравнению с начальной концентрацией. Таким образом, несмотря на то, что распределение и функции серотонинергических рецепторов в сердце повторяют роль адренергических рецепторов, инотропная реакция кардиомиоцитов на серотонин и адреналин различная.

Ключевые слова: серотонин, адреналин, миокард, сердце, кардиомиоцит, крыса, сократимость миокарда, рецептор.

M.Zh. Akhmetova, R.R. Nigmatullina, F.A. Mindubayeva, G.M. Tykezhanova

Effect of increasing concentrations of serotonin and adrenaline on contractility myocardium of the right ventricle of the heart of adult rats

In recent years, progress has been evident in studies of the importance of serotonin in the physiological and pathological processes of the body and its mechanisms. The role of the serotonin system in the development of diseases such as atherosclerosis, arterial hypertension, and ischemic heart disease is largely discussed. In the myocardium of mammals and humans, two types of serotonin receptors (5-HT₂ and 5-HT₄) have been identified. The activity of the heart is also controlled by the action of catecholamines on the adrenergic receptors of cardiomyocytes. In the implementation of the contraction of cardiomyocytes in the hearts of humans and animals, there is also activation of adrenergic receptors, such as β_1 , β_4 and α_1A . Serotonin and adrenaline are regulators and modulators of physiological processes in organism, which, under pathological conditions, turn into factors contributing to the development of the disease. In studies on myocardial contractility in vitro, in adult rats, we found that with an increase in each concentration of serotonin, depending on the dose, a positive inotropic response to the right ventricular myocardium was observed. The effect of serotonin at the last dose on the force of contraction of the right ventricle compared with the first dose increased by 48.3 %. However, with an increase in the dose of epinephrine, the positive inotropic response weakened. At the maximum concentration of 10.0 mM epinephrine, a negative inotropic effect of 10.4 % was observed compared to the previous concentration. Thus, despite the fact that the distribution and functional role of serotonergic receptors in the heart repeats the role of adrenergic receptors, the inotropic response of cardiomyocytes to serotonin and adrenaline is different.

Keywords: serotonin, adrenaline, miocard, heart, cardiomyocyte, rat, myocardial contractility, receptor.

References

- 1 Kensuke, K., Masaki, I. & Keiichi, F. (2012). Development, maturation, and transdifferentiation of cardiac sympathetic nerves. *Circulation Research*, 110, 2, 325–336.
- 2 Ciccarelli, M., Santulli, G., Pascale, V., Trimarco, B. & Iaccarino G. (2013). Adrenergic receptors and metabolism: role in development of cardiovascular disease. *Front Physiol*, 4, 265–270.
- 3 Chinkin, A.S. (2014). Sootnosheniia adrenalina: noradrenalin i alfa-: beta-adrenoretseptory v miokarde i adrenergicheskie khrono- i inotropnye reaktsii pri eksperimentalnykh sostoiianiiakh i adaptatsii [The adrenaline: noradrenaline and alpha-: beta-adrenoreceptor ratios in the myocardium, and the adrenergic chrono- and inotropic reactions in extreme states and adaptation]. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii — Science and sports: current trends*, 4, 3, 10–18 [in Russian].
- 4 Grisan, F., Burdyga, A., Iannucci, L., Surdo, N., Pozzan, T., Benedetto, G. & Lefkimiatis K. (2020). Studying β_1 and β_2 adrenergic receptor signals in cardiac cells using FRET-based sensors. *Circulation Research*, 154, 30–38.
- 5 Lauder, M., Wilkie, M., Wu, C. & Singh S. (2000). Expression of 5-HT_{2A}, 5-HT_{2B} and 5-HT_{2C} receptors in the mouse embryo. *Int. J. Dev. Neuroscience*, 18, 653–662.
- 6 Nebigil, C.G., Choi, D.S., Dierich, A., Hickel, P., Le Meur, M., Messaddeq, N., Launay J. M. & al. (2000). Serotonin 2B receptor is required for heart development. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 97, 9508–9513.
- 7 Gurevich, V.V. & Gurevich E.V. (2000). GPCRs and Signal Transducers: Interaction Stoichiometry. *Trends Pharmacol. Sci*, 98, 9508–9513.

П.В. Веселова*, Г.М. Кудабаева, Б.Б. Осмонали

Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: pol_ves@mail.ru

К изучению ценофлоры туранговых реликтовых редколесий среднего течения р. Сырдарьи

В статье приведен список видов ценофлоры туранговых реликтовых редколесий долины р. Сырдарьи в пределах Кызылординской области. Он составлен на основе данных, полученных в результате выполнения грантовых и хоздоговорных проектов, касающихся изучения флоры и растительности среднего течения р. Сырдарьи. Дана карта точек описания. Выявлен таксономический состав, и проведен сравнительный анализ спектра ведущих семейств с данными флористических и геоботанических исследований других авторов, проведенных в этом регионе. В частности, в составе ценофлоры выявлено 103 вида из 31 семейства, при этом 5 самых крупных семейств составляют 61,2 % от общего количества видов. Иерархический порядок сложения представлен следующим образом: *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*. Сравнительный анализ свидетельствует о том, что набор ведущих семейств в сравниваемых списках одинаков. Однако несколько меняется последовательность расположения трех семейств: *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*. Если во флористическом составе поймы долины р. Сырдарьи *Poaceae* занимает 3 строчку, а затем следуют *Fabaceae* и *Brassicaceae*, то для ценофлоры редколесий последовательность расположения представлена следующим образом: на 3-м месте располагается сем. *Brassicaceae*, а за ним сем. *Poaceae* и *Fabaceae*, соответственно. Значительная роль представителей *Poaceae* во флоре поймы вполне закономерна, учитывая большое участие в сложении растительности луговых сообществ. Высокое положение *Brassicaceae* в составе ценофлоры, как правило, антропогенно-нарушенных редколесий, формируется за счет однолетних антропофильных видов этого семейства.

Ключевые слова: туранговые тополя, долина р. Сырдарьи, семейственный спектр, разнообразие, реликтовые виды, таксономический состав, сравнительный анализ, видовой состав.

Введение

Туранговые долинные леса на территории Казахстана, в том числе приуроченные к долине р. Сырдарьи, изучены недостаточно. Отдельные характеристики приводятся в работах Р.П. Плисака [1] и Н.П. Огарь [2]. Более детально изучением одного из основных эдификаторов тугаев тополя-туранги (*Populus pruinosa* Schrenk, *P. diversifolia* Schrenk, *P. litwinowiana* Dode) занимались П.П. Бессчетнов и Л.М. Грудзинская [3]. Основные результаты этих исследований изложены в монографии «Туранговые тополя Казахстана» и затрагивают разнообразные вопросы по происхождению, распространению, размножению, селекции туранговых тополей и некоторые др. В работе А.Б. Байбулова [4] рассматриваются некоторые вопросы формирования и развития тугайной растительности в долине р. Сырдарьи. Кроме того, довольно подробный анализ туранговиков пустынь Мангистау содержится в статьях А.А. Иманбаевой и других [5]. Вопросы современного состояния и охраны туранговых лесов Или-Балхашского бассейна отражены в статье С.Т. Нуртазина и других [6].

Целый ряд работ был посвящен изучению туранговиков на территории Средней Азии. Был описан процесс образования тугайных лесов на примере р. Амударьи. Вопросами типификации и стадийности развития тугайной растительности занимались П.С. Чабан, Ю.Б. Воскресенский [7], А.И. Прохоров [8]. Основной целью многолетних исследований С.Е. Трешкина [9; 10; 11] являлось установление подходов к решению проблемы повсеместной деградации тугаев Средней Азии.

Цель настоящего исследования — изучение современного состояния туранговых редколесий долины р. Сырдарьи, значительная часть которой располагается в пределах Кызылординской области, что является важным не только видového разнообразия туранговиков, но и, прежде всего, реликтовых представителей флоры региона. Задачей публикации является обсуждение результатов первого этапа выполнения проекта «Реликтовые туранговники долины р. Сырдарьи (видовой со-

став, антропогенное воздействие, вопросы охраны)», заключающегося в инвентаризации видового состава ценофлоры реликтовых туранговых редколесий долины р. Сырдарьи в сравнительном аспекте с предыдущими флористическими исследованиями в этом регионе.

Актуальность выполняемой работы заключается в выявлении видового состава флоры реликтовых представителей туранговых редколесий и определении современных тенденций в их формировании с учетом антропогенного воздействия.

Методы и материалы

При выполнении НИР использовались классические ботанические (маршрутно-рекогносцировочный; эколого-систематический; эколого-географический) и геоботанические [12] методы.

Идентификация (определение видовой принадлежности) растений проводилась с использованием флористических фундаментальных сводок [13–15]. Номенклатура таксонов выверялась по сводке С.К. Черепанова [16]. При уточнении таксономической принадлежности растений были использованы гербарные коллекции различных научных, научно-образовательных и научно-производственных учреждений.

Результаты и их обсуждение

Основой для создания списка послужили материалы экспедиционных выездов в район исследования в рамках грантовых научных проектов и хоздоговорных работ по изучению видового состава флоры долины р. Сырдарьи (собранный гербарный материал, описания точек нахождения видов). Точки сбора материала отражены на карте 1 и в таблице 1.

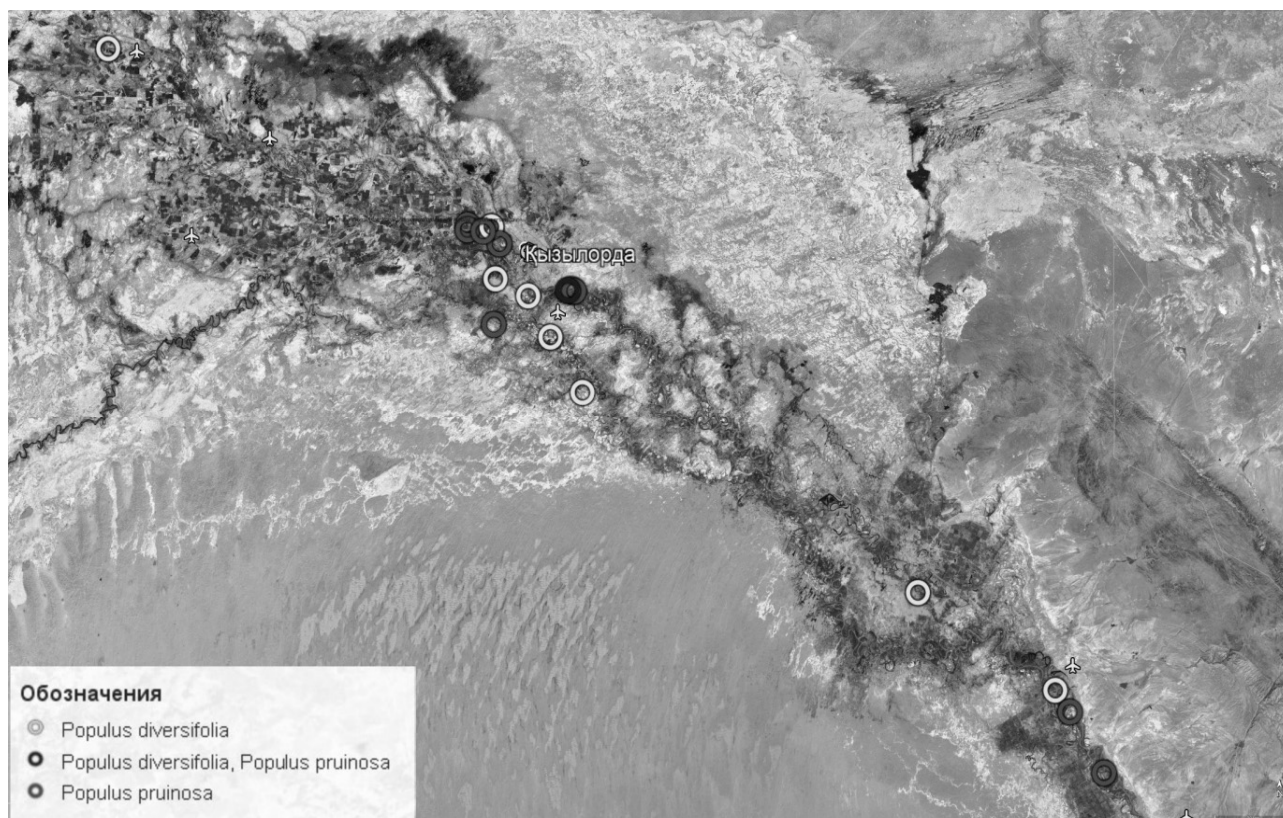


Рисунок 1. Карта точек описания туранговых редколесий и сбора гербарного материала

Точки описания туранговых редколесий и сбора первичного материала

№ п/п	Точка сбора	Координаты и высота	Виды туранги	Общее количество видов
1	2	3	4	5
В рамках грантового проекта № АР08956492 (2020–2021 гг.)				
1	Окрестности г. Кызылорды (в 10 км в западном направлении) рядом с каналом	N 44°50.3930' E 65°23.8410' h-120 м	<i>Populus pruinosa</i>	7
2	Окрестности г. Кызылорды (в 14 км в западном направлении) рядом с каналом	N 44°51.3950' E 65°22.5090' h-120 м	<i>Populus pruinosa</i>	10
3	Окрестности г. Кызылорды (в 16 км в западном направлении)	N 44°53.7170' E 65°18.6940' h-112 м	<i>Populus pruinosa</i>	12
4	Окрестности г. Кызылорды (в 18 км в западном направлении) рядом с каналом	N 44°53.5200' E 65°17.9260' h-79 м	<i>Populus pruinosa</i>	10
5	Близко к р. Сырдарье, в 3,79 км юго-восточней от поселка Ирколь	N 44°39.9790' E 65°47.9140' h-128 м	<i>Populus diversifolia</i>	24
6	Близко к р. Сырдарье, в 3,0 км юго-восточней от поселка Ирколь	N 44°39.5970' E 65°46.7776' h-115 м	<i>Populus pruinosa</i>	12
7	Рядом с г. Кызылорда, в долине р. Сырдарьи, в направлении от города по дамбе вниз по течению	N 44°52.0360' E 65°25.0210' h-121 м	<i>Populus pruinosa</i>	22
8	Рядом с г. Кызылорда, в долине р. Сырдарьи, в направлении от города по дамбе вниз по течению	N 44°51.9990' E 65°25.0380' h-116 м	<i>Populus pruinosa</i>	23
9	Близ до пос. Талдыарал, с обеих сторон дороги	N 44°53.8860' E 65°21.9680' h-104 м	<i>Populus pruinosa</i>	15
10	Близ пос. Талдыарал, с левой стороны дороги, от дороги примерно 300–500 м	N 44°53.8130' E 65°21.9370' h-123 м	<i>Populus diversifolia</i>	10
11	Рядом с пос. Талдыарал (за поселком)	N 44°53.4750' E 65°20.5610' h-111 м	<i>Populus pruinosa</i>	11
12	На правой стороне р. Сырдарьи, в 7–10 км напрямую от пос. Тасбугет, вверх по течению	N 44°45.3550' E 65°38.4440' h-121 м	<i>Populus diversifolia</i>	10
13	На правобережье р. Сырдарьи, за небольшим бортом от предыдущей точки (200 м), в 7–10 км напрямую от пос. Тасбугет, вверх по течению	N 44°45.3810' E 65°38.4450' h-132 м	<i>Populus pruinosa</i>	10
14	С правой стороны в пойме р. Сырдарьи, в 7,64 км напрямую от пос. Тасбугет, вверх по течению	N 44°45.1710' E 65°38.8260' h-125 м	<i>Populus pruinosa</i>	18
15	На правобережье р. Сырдарьи, в 6,82 км напрямую от пос. Тасбугет, вверх по течению	N 44°45.3860' E 65°38.2340' h-125 м	<i>Populus diversifolia</i>	13
16	С правой стороны поймы р. Сырдарьи, в 6,79 км напрямую от пос. Тасбугет, вверх по течению	N 44°45.2660' E 65°38.1920' h-125 м	<i>Populus pruinosa</i>	9
17	С правой стороны от р. Сырдарьи в пойме, в 5,89 км напрямую от пос. Тасбугет, вверх по течению	N 44°45.2770' E 65°37.4830' h-124 м	<i>Populus diversifolia</i> , <i>Populus pruinosa</i>	10
В процессе выполненных работ в рамках грантового проекта АР09258929 (2021–2023 гг.)				
18	Окрестности пос. Наурыз	N 44°46'42,2» E 65°23'20,7» h-125 м	<i>Populus diversifolia</i>	45
19	Окрестности пос. Шиели	N 44°05'30,2» E 66°45'27,0» h-147 м	<i>Populus pruinosa</i>	27
20	На берегу р. Сырдарьи (близ моста между пос. Жанакорганом и Байкенже)	N 43°52'23,8» E 67°11'58,1» h-176 м	<i>Populus diversifolia</i>	23

1	2	3	4	5
21	В 2 км от пос. Кожекент	N 43°41'20,2» E 67°21'18,9» h-163 м	<i>Populus pruinosa</i>	19
22	Окрестности пос. Тасбугет, на заброшенном огороде	N 44°44'30,6» E 65°29'45,6» h-128 м	<i>Populus diversifolia</i>	7
23	Пос. Амангельды, при въезде со стороны г. Кызылорды	N 44°39'08,0» E 65°34'09,0» h-127 м	<i>Populus diversifolia</i>	18
24	В 17 км на юго-западе от пос. Тасбугет	N 44°40'42,9» E 65°23'07,2» h-121 м	<i>Populus pruinosa</i>	16
25	Окрестности пос. Айдарлы	N 44°31'54,6» E 65°40'27,7» h-128 м	<i>Populus diversifolia</i> , <i>Populus pruinosa</i>	14
26	В 30 км от г. Кызылорды по направлению в пос. Теренозек	N 44°53'06,3» E 65°17'47,1» h-118 м	<i>Populus pruinosa</i>	16
27	Окрестности пос. Жосалы	N 45°26'29,7» E 64°06'44,5» h-103 м	<i>Populus diversifolia</i>	13
28	В 10 км на юге от пос. Жанакорган, вдоль канала	N 43°49'49» E 67°14'77» h-160 м	<i>Populus pruinosa</i>	11
В рамках научно-исследовательских работ по созданию кадастра Кызылординской области (2013)				
29	Чиилийский район, Чиилийское лесничество	N 43°58'712» E 66°29'911» h-115 м	<i>Populus diversifolia</i>	27
30	Жанакорганский район, лесничество	N 44°09'814» E 65°05'705» h-125 м	<i>Populus pruinosa</i>	16

В результате идентификации гербарного материала, собранного во время полевых работ, был составлен список видов, встречающихся в сообществах с доминированием и участием *Populus pruinosa* и *P. diversifolia* (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Видовой состав ценофлоры туранговых реликтовых редколесий среднего течения р. Сырдарья

№ п/п	Название видов	ЖФ	Э1	Э2	Кст.	Мзт.	КМ	МК	ГМ	Глт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Семейство <i>Ranunculaceae</i> Juss.										
1	<i>Ceratocephala testiculata</i> (Crantz) Bess	О.	1		1					1
2	<i>Clematis orientalis</i> L.	К.				1				1
2. Семейство <i>Papaveraceae</i> Juss.										
3	<i>Papaver pavoninum</i> Schrenk	О.	1					1		
3. Семейство <i>Hypnaceae</i> Nakai										
4	<i>Hypnoidium parviflorum</i> Kar. & Kir.	О.	1		1					
4. Семейство <i>Caryophyllaceae</i> Juss.										
5	<i>Gypsophila paniculata</i> L.	Мн.						1		1
5. Семейство <i>Chenopodiaceae</i> Vent.										
6	<i>Atriplex sagittata</i> Borkh	О.						1		1
7	<i>Atriplex tatarica</i> L.	О.						1		1
8	<i>Ceratocarpus utriculosus</i> Bluket	О.			1					
9	<i>Climacoptera brachiata</i> (Pall.) Botsch.	О.			1					1
10	<i>Climacoptera lanata</i> (Pall.) Botsch.	О.						1		1
11	<i>Halostachys belangeriana</i> (Moq.) Botsch.	К.						1		1
12	<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin	Д.			1					1
13	<i>Haloxylon persicum</i> Bunge ex Boiss. & Buhse	Д.			1					
14	<i>Kirilowia eriantha</i> Bunge	О.			1					1
15	<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i> (Stschegl. ex Losinsk.) Grub.	Пк.			1					
16	<i>Kochia iranica</i> Bornm.	О.			1					1
17	<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad.	Мн.						1		1
18	<i>Petrosimonia sibirica</i> (Pall.) Bunge	О.			1					1
19	<i>Salsola arbuscula</i> Pall	К.			1					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	<i>Salsola paulsenii</i> Litv.	О.			1					1
21	<i>Suaeda altissima</i> (L.) Pall.	О.						1		1
22	<i>Suaeda linifolia</i> Pall.	О.						1		1
23	<i>Suaeda microphylla</i> Pall.	Пк.			1					1
6. Семейство <i>Polygonaceae</i> Juss.										
24	<i>Polygonum aviculare</i> L.	О.				1				
7. Семейство <i>Plumbaginaceae</i> Juss.										
25	<i>Limonium otolepis</i> (Schrenk) Kuntze	Мн.						1		1
8. Семейство <i>Tamaricaceae</i> Link										
26	<i>Tamarix elongata</i> Ledeb.	К.						1		1
27	<i>Tamarix laxa</i> Willd.	К.						1		1
9. Семейство <i>Salicaceae</i> Mirbel										
28	<i>Populus diversifolia</i> Schrenk	Д.					1			1
29	<i>Populus pruinosa</i> Schrenk	Д.					1			1
30	<i>Salix alba</i> L.	Д.				1				
31	<i>Salix wilhelmsiana</i> M. Bieb.	Д.				1				
10. Семейство <i>Brassicaceae</i> Burnett										
32	<i>Alyssum dasycarpum</i> Stephan ex Willd.	О.	1					1		
33	<i>Arabidopsis pumila</i> (Stephan) N. Busch	О.	1				1			1
34	<i>Chorispora tenella</i> (Pall.) DC.	О.	1				1			1
35	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	О.					1			
36	<i>Goldbachia laevigata</i> (M. Bieb.) DC.	О.	1		1					1
37	<i>Lepidium aucheri</i> Botss.	О.	1		1					1
38	<i>Lepidium obtusum</i> Basin.	Мн.			1					1
39	<i>Leptaleum filifolium</i> (Willd.) DC.	О.	1					1		
40	<i>Meniocus linifolius</i> (Stephan) DC.	О.	1		1					1
41	<i>Strigosella brevipes</i> (Bunge) Botsch.	О.	1		1					
42	<i>Strigosella trichocarpa</i> Boiss. et Buhse.	О.	1					1		
43	<i>Tauscheria lasiocarpa</i> Fisch. ex DC.	О.	1					1		1
11. Семейство <i>Euphorbiaceae</i> Juss.										
44	<i>Euphorbia jaxartica</i> Prokh.	Мн.					1			
45	<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.	Мн.			1					
46	<i>Euphorbia turczaninovii</i> Kar. et Kir.	О.			1					
12. Семейство <i>Fabaceae</i> Lindl.										
47	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (M. Bieb.) Fisch.	Пк.			1					
48	<i>Astragalus campylorrhynchus</i> Fisch. et Mey.	О.	1					1		
49	<i>Astragalus orbiculatus</i> Ledeb.	Мн.					1			1
50	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Мн.						1		
51	<i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss	К.						1		1
52	<i>Pseudosophora alopecuroides</i> (L.) Sweet	Мн.					1			1
13. Семейство <i>Rutaceae</i> Juss.										
53	<i>Haplophyllum versicolor</i> Fisch. et Mey.	Мн.		1	1					
14. Семейство <i>Zygophyllaceae</i> R. Br.										
54	<i>Zygophyllum fabago</i> L.	Мн.			1					1
15. Семейство <i>Nitrariaceae</i> Lindl.										
55	<i>Nitraria schoberi</i> L.	К.			1					1
16. Семейство <i>Peganaceae</i> Tiegh. ex Takht.										
56	<i>Peganum harmala</i> L.	Мн.			1					1
17. Семейство <i>Elaeagnaceae</i> Juss.										
57	<i>Elaeagnus oxycarpa</i> Schlecht.	Д.					1			1
58	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Д.					1			
18. Семейство <i>Apiaceae</i> Lindl.										
59	<i>Ferula lehmannii</i> Boiss.	Мн.			1					
19. Семейство <i>Rubiaceae</i> Juss.										
60	<i>Galium spurium</i> L.	Мн.				1				
20. Семейство <i>Apocynaceae</i> Juss.										
61	<i>Trachomitum lancifolium</i> Russan.	Мн.				1				1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	21. Семейство <i>Asclepiadaceae</i> R. Br.									
62	<i>Cynanchum sibiricum</i> Willd.	Мн.				1				1
	22. Семейство <i>Solanaceae</i> Juss.									
63	<i>Lycium ruthenicum</i> Murr.	К.						1		1
64	<i>Lycium dasystemum</i> Pojark.	К.			1					1
	23. Семейство <i>Cuscutaceae</i> Dumort.									
65	<i>Cuscuta europaea</i> L.	О.				1				
	24. Семейство <i>Boraginaceae</i> Juss.									
66	<i>Asperugo procumbens</i> L.	О.				1				
67	<i>Lappula spinocarpos</i> (Forssk.) Aschers. ex O. Kuntze.	О.	1		1					
68	<i>Nonea caspica</i> (Willd.) G. Don	О.	1		1					1
	25. Семейство <i>Scrophulariaceae</i> Juss.									
69	<i>Dodartia orientalis</i> L.	Мн.						1		1
70	<i>Cistanche salsa</i> (C.A. Mey.) Beck	Мн.		1	1					1
71	<i>Veronica campylopoda</i> Boiss.	О.	1		1					
	26. Семейство <i>Asteraceae</i> Dumort.									
72	<i>Acroptilon repens</i> (L.) DC.	Мн.						1		1
73	<i>Amberboa turanica</i> Iljin	О.			1					1
74	<i>Artemisia diffusa</i> Krasch. ex Poljakov	Мн.			1					
75	<i>Artemisia terrae-albae</i> Krasch.	Мн.			1					
76	<i>Artemisia turanica</i> Krasch.	Мн.			1					
77	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Мн.						1		
78	<i>Cousinia erectispina</i> Tscherneva	О.			1					1
79	<i>Cousinia tenella</i> Fisch. & Mey.	О.			1					
80	<i>Epilasia acrolasia</i> (Bunge) Clarke	О.	1		1					
81	<i>Hyalea pulchella</i> (Ledeb.) K. Koch	О.			1					
82	<i>Karelinia caspia</i> (Pall.) Less.	Мн.						1		1
83	<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	О.			1					
84	<i>Lactuca serriola</i> L.	О.				1				
85	<i>Microcephala lamellata</i> (Bunge) Pobed.	О.			1					1
86	<i>Scorzonera pusilla</i> Pall.	Мн.			1					1
87	<i>Senecio erucifolius</i> L.	Мн.					1			
88	<i>Tripolium vulgare</i> Nees	О.					1			1
89	<i>Xanthium strumarium</i> L.	О.				1				
	27. Семейство <i>Liliaceae</i> Juss.									
90	<i>Gagea bergii</i> Litv.	Мн.		1	1					
	28. Семейство <i>Alliaceae</i> AHardh.									
91	<i>Allium lineare</i> L.	Мн.		1	1					
	29. Семейство <i>Asparagaceae</i> Juss.									
92	<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz	Мн.					1			1
93	<i>Asparagus bresleranus</i> Schult. ex Schult.	Мн.		1			1			1
	30. Семейство <i>Cyperaceae</i> Juss.									
94	<i>Carex physocarpa</i> C.Presl	Мн.		1	1					
	31. Семейство <i>Poaceae</i> Barnh.									
95	<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl.	Мн.			1					1
96	<i>Bromus squarrosus</i> L.	О.			1					
97	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Мн.						1		
98	<i>Eremopyrum bonaepartis</i> (Spreng.) Nevski	О.	1		1					
99	<i>Eremopyrum orientale</i> (L.) Jaub. & Spach	О.	1		1					
100	<i>Eremopyrum triticeum</i> (Gaertn.) Nevski	О.	1		1					1
101	<i>Erigeron canadensis</i> L.	О.					1			
102	<i>Leymus multicaulis</i> (Kar. et Kir.) Tzvel.	Мн.			1					1
103	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Мн.							1	
	23 порядка, 31 семейств, 103 вида		21	6	51	11	15	25	1	55
Примечание. ЖФ — жизненная форма: О. — однолетник; Мн. — многолетняя трава; Лк. — полукустарник; К. — кустарник; Д. — дерево; Э1 — эфемер; Э2 — эфемероид; Кст. — ксерофит; Мзт. — мезофит; КМ — ксеро-мезофит; МК — мезо-ксерофит; ГМ — гигро-мезофит; Глт. — галофит.										

Согласно полученным результатам в составе изучаемой ценофлоры насчитывается 103 вида из 31 семейства. При этом более половины, а именно 61,2 % общего числа видов, составляют представители следующих семейств: *Chenopodiaceae* — 18 (17,5 %), *Asteraceae* — 18 (17,5), *Brassicaceae* — 12 (11,7), *Poaceae* — 9 (8,7), *Fabaceae* — 6 (5,8).

Что касается состава жизненных форм, то доминируют в составе ценофлоры однолетние виды (48), а среди экологических групп по соотношению к воде преобладают ксерофиты — 51 (49,5 %).

Результаты сопоставления материалов исследований ценофлоры туранговых редколесий с данными по видовому составу флоры долины и дельты р. Сырдарьи, приводимые А. Байбуловым (2009), показывают, что набор ведущих семейств в обоих случаях одинаков. Первую пятерку видов составляют одни и те же семейства. Однако наблюдается разница в иерархической последовательности их расположения. Так, если семейства *Chenopodiaceae* и *Asteraceae* по числу видов в обоих случаях занимают первые две строчки, то расположение семейств *Brassicaceae*, *Fabaceae* и *Poaceae* изменяется (рис. 2).

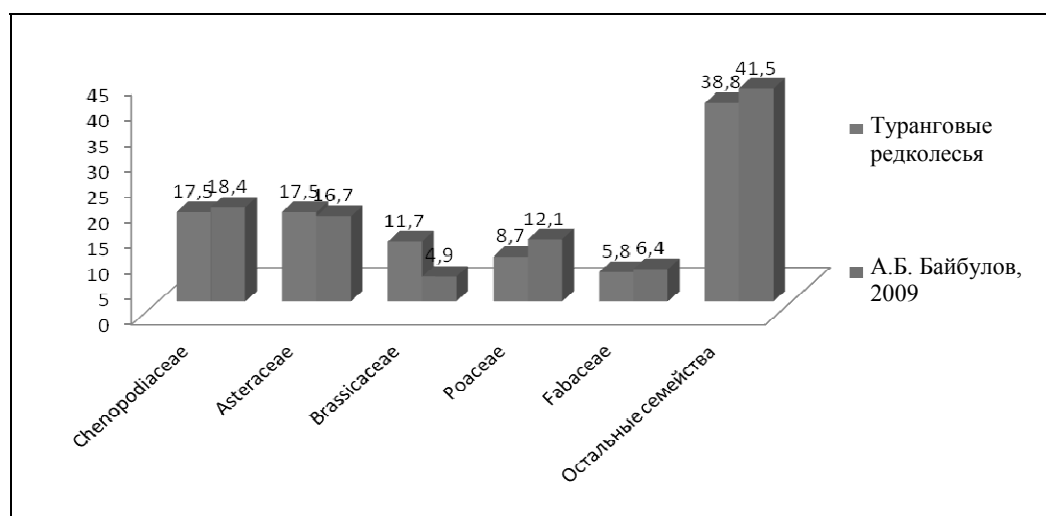


Рисунок 2. Соотношение численности ведущих семейств ценофлоры туранговых редколесий долины р. Сырдарьи (по результатам собственных исследований) и флоры ее поймы (в соответствии с данными А.Б. Байбулова, 2009)

Сравнение семейственного состава ценофлоры туранговых редколесий и флоры поймы р. Сырдарьи (Байбулов, 2009) показало, что соотношение количественных показателей составляет 1:1,7. При этом соотношение видового разнообразия равняется 1:2,7. Из 52 семейств пойменной растительности 24 отсутствуют в семейственном спектре ценофлоры редколесий. Это, прежде всего, гидро- и гигрофильные представители семейств *Typhaceae*, *Sparganiaceae*, *Alismataceae*, *Juncaceae*, *Butomaceae*, *Juncaginaceae*, а также мезофильные виды *Geraniaceae*, *Dipsacaceae*, *Equisetaceae*, *Ixioliriaceae*, *Fumariaceae*, *Rosaceae* и др.

Заключение

Таким образом, впервые в Казахстане было предпринято изучение туранговых редколесий среднего течения р. Сырдарьи с точки зрения выявления их ценофлоры. В составе изучаемой ценофлоры выявлено 103 вида из 31 семейства. Учитывая, что ценофлора туранговых редколесий является лишь составной частью флоры долины р. Сырдарьи, отсутствие в ее составе определенных семейств свидетельствует о специфичности экологических условий произрастания, характерных для типа растительности тугайные леса.

Ценность полученных результатов состоит в выявлении наиболее перспективных реликтовых туранговых редколесий для дальнейшего сохранения их как уникальной экосистемы Туранских пустынь.

Статья написана в рамках выполнения грантового проекта «Реликтовые туранговники долины р. Сырдарья (видовой состав, антропогенное воздействие, вопросы охраны)» № АР08956492 (2020–2021 гг.).

Список литературы

- 1 Плисак Р.П. Изменение растительности дельты р. Или при зарегулировании стока / Р.П. Плисак. — Алма-Ата, 1981. — С. 108–123.
- 2 Огарь Н.П. Растительность долин рек / Н.П. Огарь // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны). — СПб., 2003. — С. 119–141.
- 3 Бессчетнов П.П. Туранговые тополя Казахстана / П.П. Бессчетнов, Л.М. Грудзинская. — Алма-Ата, 1981. — С. 5–48.
- 4 Байбулов А.Б. Оценка современного состояния растительности долины и дельты реки Сырдарья и с использованием ГИС технологий: дис. ... канд. биол. наук / А.Б. Байбулов. — 2009. — 131 с.
- 5 Иманбаева А.А. Естественные популяции туранги разнолистной в пустыне Мангистау / А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров, Г.Г. Гасанова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: XIII Междунар. науч.-практ. конф. — Барнаул, 2014. — С. 89–92.
- 6 Нуртазин С.Т. К вопросу о современном состоянии тугайных лесов Или-Балхашского бассейна / С.Т. Нуртазин, Г.М. Кудабаяева, П.В. Веселова, Р. Салмурзаулы // Сохранение биоразнообразия и устойчивое использование водно-болотных угодий: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Алматы, 2011. — С. 121–126.
- 7 Чабан П.С. Тугайные леса низовий реки Сыр-Дарья / П.С. Чабан, Ю.Б. Воскресенский // Тр. КазНИИЛХ. — 1963. — С. 70–107.
- 8 Прохоров А.И. Тугайные леса Казахстана / А.И. Прохоров. — Алматы, 1982. — 80 с.
- 9 Treshkin S.Y. The Tugai forests of floodplain of the Amudarya river: ecology, dynamics and their conservation / Treshkin S.Y. // Sustainable Land Use in Deserts. Springer Publisher-Heidelberg-Stuttgart-New York, 2000. — P. 95–102.
- 10 Трешкин С.Е. Восстановление деградированных земель Приаралья в условиях изменения климата / С.Е. Трешкин, Ж.В. Кузьмина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2010. — № 1. — С. 32–36.
- 11 Трешкин С.Е. Деградация тугаев Средней Азии и возможности их восстановления: автореф. дис. ... д-ра с-х. наук / С.Е. Трешкин. — Волгоград, 2011. — 47 с.
- 12 Раменский Л.Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижиков, Н.А. Антипин. — М.: Сельхозгиз, 1956. — 472 с.
- 13 Флора Казахстана. — Т. 1–9. — Алма-Ата, 1956–1966.
- 14 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. — Т. 1, 2. — Алма-Ата, 1969, 1972.
- 15 Определитель растений Средней Азии. — Т. 1–10. — Ташкент, 1968–1993.
- 16 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — СПб., 1995. — 992 с.

П.В. Веселова, Г.М. Кудабаяева, Б.Б. Осмонали

Сырдария өзенінің орта ағысындағы тораңғылардың реликті сирек ормандарының ценофлорасын зерттеу

Мақалада Қызылорда облысы шегіндегі Сырдария өзені аңғарындағы тораңғылардың реликтік сирек ормандарының ценофлорасындағы түрлердің тізімі келтірілген. Тізім Сырдария өзенінің орта ағысының флорасы мен өсімдіктерін зерттеуге қатысты гранттық және шаруашылық келісімшарт жобаларын орындау нәтижесінде алынған мәліметтер негізінде жасалды. Сипаттау нүктелерінің картасы келтірілді. Таксономиялық құрамы анықталды және жетекші тұқымдастардың спектріне осы аймақта жүргізілген басқа авторлардың флористикалық және геоботаникалық зерттеулерінің мәліметтерімен салыстырмалы талдау жүргізілді. Атап айтқанда, ценофлораның құрамында 31 тұқымдастың 103 түрі анықталды, бұл ретте ең ірі 5 тұқымдас түрлердің жалпы санының 61,2 % — ын құрайды. Иерархиялық тәртібі мынадай: *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*. Салыстырмалы талдау салыстырылған тізімдердегі жетекші тұқымдастардың жиынтығы бірдей екенін көрсетеді. Алайда, үш тұқымдастың орналасу реті біршама өзгереді: *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*. Егер Сырдария өзенінің аңғарының флористикалық құрамында *Poaceae* тұқымдасы үшінші орынды алса, содан кейін *Fabaceae* және *Brassicaceae* тұқымдастары, ал сирек ормандардың ценофлорасы үшін орналасу реті келесідей: үшінші орында *Brassicaceae*, одан кейін сәйкесінше *Poaceae* және *Fabaceae* тұқымдастары тұр. Жайылымдық флорадағы *Poaceae* өкілдерінің маңызды рөлі шалғынды қауымдастықтарда айтарлықтай қатысуын ескере отырып, табиғи деп есептеуіміз әбден мүмкін деуге болады. Ал *Brassicaceae* ценофлора құрамындағы жоғары позициясы,

әдетте антропогенді бұзылған сирек ормандар осы тұқымдастың біржылдық антропофильді түрлеріне байланысты қалыптасады.

Кілт сөздер: тораңғылар, Сырдария өзені, аңғары, тұқымдастардың спектрі, әртүрлілік, реликтер, таксономиялық құрамы, салыстырмалы талдау, түрлік құрамы.

P.V. Vesselova, G.M. Kudabayeva, B.B. Osmonali

On the study of the coenoflora of poplar relict woodlands of the middle course of the Syrdarya river

The article provides a list of the coenoflora species of poplar relict woodlands of the Syrdarya River valley within the Kyzylorda region. The list is compiled on the basis of data obtained as a result of the implementation of grant and contract projects related to the study of flora and vegetation of the middle course of the Syrdarya river. A map of the description points is provided. The taxonomic composition is revealed and a comparative analysis of the spectrum of the leading families with the data of floristic and geobotanical studies of other authors conducted in this region is carried out. In particular, 103 species from 31 families were identified in the cenoflora, with the 5 largest families accounting for 61.2 % of the total number of species. The hierarchical order of addition is as follows: *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*. Comparative analysis shows that the set of leading families in the compared lists is the same. However, the sequence of the three families changes somewhat: *Brassicaceae*, *Fabaceae*, and *Poaceae*. If the floristic composition of the floodplain of the valley of the Syrdarya river *Poaceae* takes 3 spot, followed by *Fabaceae* and *Brassicaceae*, to sanoflore woodland, the sequence is as follows: *Brassicaceae* is in third place, followed by *Poaceae* and *Fabaceae*, respectively. The significant role of representatives of *Poaceae* in the floodplain flora is quite natural, given the significant participation in the composition of vegetation of meadow communities. And the high position of *Brassicaceae* in the cenoflora, as a rule, of antropogenously disturbed woodlands, is formed due to the annual anthropophilic species of this family.

Keywords: turang poplars, Syrdarya river valley, family spectrum, diversity, relict, taxonomic composition, comparative analysis, species composition.

References

- 1 Plisak, R.P. (1981). *Izmenenie rastitelnosti delty r. Ili pri zaregulirovani stoka* [Change the vegetation in the river Delta of Ili in the regulation of the flow]. Alma-Ata [in Russian].
- 2 Ogar, N.P. (2003). *Rastitelnost dolin rek* [Vegetation of river valleys]. *Botanicheskaia geografiia Kazakhstana i Srednei Azii (v predelakh pustynnoi zony)* — Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert zone). Saint Petersburg [in Russian].
- 3 Besschetnov, P.P. & Grudzinskaya, L.M. (1981). *Turangovye topolia Kazakhstana* [Turang Poplars of Kazakhstan]. Alma-Ata [in Russian].
- 4 Baibulov, A.B. (2009). *Otsenka sovremennogo sostoiianiia rastitelnosti doliny i delty reki Syrdaria i s ispolzovaniem GIS-tekhologii* [Assessment of the current state of vegetation in the Syrdarya River valley and delta and using GIS technologies]. *Candidate's thesis* [in Russian].
- 5 Imanbaeva, A.A., Belozarov, I.F. & Gasanova, G.G. (2014). *Estestvennye populyatsii turangi raznolistnoi v pustyne Mangistau* [Natural populations of the variegated turanga in the Mangystau desert]. *Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia: XIII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia — XIII International Scientific and Practical Conference*. (p. 89–92). Barnaul [in Russian].
- 6 Nurtazin, S.T., Kudabaeva, G.M., Veselova, P.V. & Salmurzauly, R. (2011). *K voprosu o sovremennom sostoianii tugainykh lesov Ili-Balkhashskogo basseina* [On the issue of the current state of the tugai forests of the Ili-Balkhash basin]. *Conservation of biodiversity and sustainable use of wetlands: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii — Book of abstracts of Intern Sci-Pract Conf*. (p. 121–126). Almaty [in Russian].
- 7 Chaban, P.S. & Voskresenskii, Yu.B. (1963). *Tugainye lesa nizovii reki Syr-Dari* [Tugai forests of the lower reaches of the Syrdarya River]. *Trudy KazNIIKH — Bulletin of Kazakh Scientific-Research Institute of Forestry, IV*, 70–107 [in Russian].
- 8 Prohorov, A.I. (1982). *Tugainye lesa Kazakhstana* [Tugai forests of Kazakhstan]. Almaty [in Russian].
- 9 Treshkin, S.Y. (2000). *The Tugai forests of floodplain of the Amudarya river: ecology, dynamics and their conservation. Sustainable Land Use in Deserts*. Springer Publisher-Heidelberg-Stuttgart-New York, 95–102.
- 10 Treshkin, S.E. & Kuzmina, Zh.V. (2010). *Vosstanovlenie degradirovannykh zemel Priaralia v usloviakh izmeneniia klimata* [Restoration of degraded lands of the Aral Sea region in the context of climate change]. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel — Land administration, cadastre and land monitoring, 1*, 32–36 [in Russian].
- 11 Treshkin, S.E. (2011). *Degradatsiia tugaev Srednei Azii i vozmozhnosti ikh vosstanovleniia* [Degradation of the tugai of Central Asia and the possibility of their restoration]. *Thesis post-doctoral*. Volgograd [in Russian].

- 12 Ramenskii, L.G., Cacenkin, I.A., Chizhikov, O.N. & Antipin, N.A. (1956). *Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodii po rastitelnomu pokrovu* [Ecological assessment of forage lands by vegetation cover]. Moscow: Selkhozgiz [in Russian].
- 13 Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan] (1956–1966). Vol. 1–9. Alma-Ata [in Russian].
- 14 *Illustrirovanniy opredelitel rastenii Kazakhstana* [Illustrated plant Determinant of Kazakhstan] (1969, 1972). Alma-Ata, 1-2 [in Russian].
- 15 *Opredelitel rastenii Srednei Azii* [Plant Determinant of Central Asia]. (1968–1993). Tashkent, 1–10 [in Russian].
- 16 Cherepanov, S.K. (1995). *Sosudistye rasteniia Rossii i sopredelnykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)]. Saint Petersburg [in Russian].

U.A. Zhumabayev^{1*}, M.B. Kydyralieva², R.S. Naimanbayeva¹,
N.A. Khujamshukurov³, T.S. Bigara²

¹*Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan;*

²*M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan;*

³*Tashkent Institute of Chemical Technology, Uzbekistan*

*Corresponding author: zhumabaev_ualikhan@mail.ru

Technology of receiving of high-quality shubat from camel milk with a long period of storage

The article describes experiments into optimal modes of sterilization for obtaining high-quality shubat from camel milk, taking into account time and different temperature conditions, with maximum preservation of physical, chemical, nutritional properties and energy value of vitamins, microelements with a long shelf life in the laboratory in order to create a therapeutic and prophylactic fermented milk product on its basis. According to the research results, the optimum mode of sterilization of fresh milk at a temperature of 100–101°C for 3–5 seconds followed by cooling to +25 °C and adding 15 % shubat leaven of the mass of milk was determined. Tested technology of quick-freezing allowed to obtain bioproduct preservation in its native properties and with the ability for long-term storage.

Keywords: camel milk, shubat, sterilization, leaven, technology, freezing, therapeutic and prophylactic fermented milk product.

Introduction

Camel milk, being an important source of animal proteins and adiposes, includes a lot of vitally indispensable mineral elements and nutrients: calcium, zinc, cobalt, iron, potassium, phosphorus, and vitamins A, C, and B, which are involved in the activity of many cellular enzymes in the body.

It is shown that in comparison with cow's milk, the content of vitamin C in camel milk exceeds it 5 times, vitamin PP 3 times, vitamin E 2 times, iron 10 times, calcium 1,5 times, lactoferrin 30 times, and the content of lactose and casein, on the contrary, is less [1–6].

More than 30 types of dairy products are produced from camel milk, which is in demand both on the domestic and international market [7]. Most often, all possible cheeses, ice cream, and traditional fermented milk drinks are produced from camel milk [8]. Shubat is especially popular.

At the same time, camel milk is a natural immunomodulator, in particular, the protein spectrum of this milk is dominated by immunoglobulins, lactoferrin, which has antioxidant, anti-carcinogenic, and immunostimulating properties [9–11].

Camel shubat is a perishable product, because due to its high acidity and carbonation it turns sour after 4–7 days and becomes unusable, which makes it almost impossible to transport it over long distances.

Camel milk is also a quickly spoiling product, as it is highly acidic, which contributes to rapid acidification and unsuitability for reception, which complicated its delivery to remote areas. The specific method of preparation of shubat is also an obstacle to its distribution, as it is prepared in a natural environment. From this follows that it is possible to extend its shelf-life only under conditions of placing it in a temperature not higher than +6°C which requires refrigeration equipment.

It is also known that freezing as a method of preserving raw materials of animal origin is not only more cost-effective than heat treatment but also better preserves the consumer qualities of the product. The process of freezing dairy products is accompanied by phenomena caused by the complex physical state of milk as a solution containing substances of different degrees of dispersion.

According to the research [12], the properties of milk during freezing do not change much if the freezing is carried out to a temperature below -22°C by rapid sequential freezing in thin layers. Milk frozen this way remains unchanged for more than 6 months (at a temperature below -20°C) and does not precipitate after thawing.

Therefore, the prospects for long-term storage of fermented milk products of a medicinal nature dictate the need for research aimed at improving sterilization regimes, as well as developing a low-temperature storage technology with the condition of ensuring the initial quality characteristics.

Based on the above, the purpose of the research was to study various sterilization regimes and test the technology of low-temperature storage of shubat — fermented milk product from camel milk.

Materials and research methods

The objects of the study are fresh camel's milk, starter cultures for camel milk and shubat.

At the first stage, experiments were carried out in the laboratory to sterilize camel milk, taking into account the time and temperature conditions.

According to the set goal, a selection of high-quality leaven was carried out to obtain shubat, for which strains of cultures of lactic acid bacteria of bacterial leaven for the fermented milk product (*Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Torulopsis spherica*) were studied in an amount of at least $1,5 \times 10^9$ colony-forming units (CFU).

Complex studies of qualitative and quantitative parameters of the tested product were carried out on shubat prototypes: organoleptic, physical and chemical properties (a mass fraction of moisture, fat, protein, solids and titratable acidity), a microbiological assessment (total of mesophyll-aerobic and facultative-anaerobic microorganisms, coliform bacteria, pathogenic microorganisms, including salmonellas) and vitamin contents in testing laboratories of LP «Nutritest» and «Expert Test» at the Kazakh Academy of Nutrition of Ministry of health.

Conclusion and dispute

Nutritious properties of shubat, to a large extent, depend on the quality of the leaven. Fresh camel milk, after filtration, was sterilized according to the technological process by boiling at various temperatures and time intervals: at a temperature of 100–101⁰C lasting for 3–5 seconds; 102–103⁰C for 2–3 seconds; 104–105⁰C for 1–2 seconds. Sterilized milk was cooled to the temperature of + 25 °C, + 30 °C, then a bacterial starter containing pure bacterial cultures (*Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Torulopsis spherical*) was added and resuspended.

Further, the resulting raw material was incubated in a thermostat for 18–24 hours at a temperature of +25 °C for maturation. The resulting finished biostimulating shubat was cooled in a refrigerator to +4 °C–+6 °C. Subsequently, the product was packed into sealable plastic bottles.

Analyzing the obtained data, the technology of preparation of shubat with a long period of storage was developed. Also, we conducted experimental studies on the selection of high-quality leaven of shubat with a ratio of 25 %, 20 %, 15 %, with the sterilization of camel milk at a temperature of 100–101 °C lasting for 3–5 seconds; 102–103 °C for 2–3 seconds; 104–105 °C for 1–2 seconds and cooling to the temperature of +25 °C, with carrying out a tasting assessment of organoleptic indicators of prototypes of shubat with a long period of storage. The technological process of receiving bio-stimulating shubat is presented in Figure 1.

Experimental tests are made in 3 options:

1 — option: 750 ml of sterilized milk + 250 ml of leaven ;

2 — option: 800 ml of sterilized milk + 200 ml of leaven ;

3 — option: 850 ml of sterilized milk + 150 ml of leaven .

Leaven with a ratio of 25 %, 20 %, 15 % and traditional ferment (for the control experiment) were added to the sterilized camel milk (samples of 1 liter). After carefully mixing for 10 minutes, they were incubated in maturation at a temperature of +25 °C for 18–24 hours. After that the studied material was placed in the refrigerator at a temperature of +4 °C–+6 °C.

In 15 days a tasting assessment of organoleptic indicators of prototypes of shubat was carried out.

At a tasting assessment of the prepared shubat in various ratios of leaven, it was revealed that shubat of the 3rd sample is preferable.

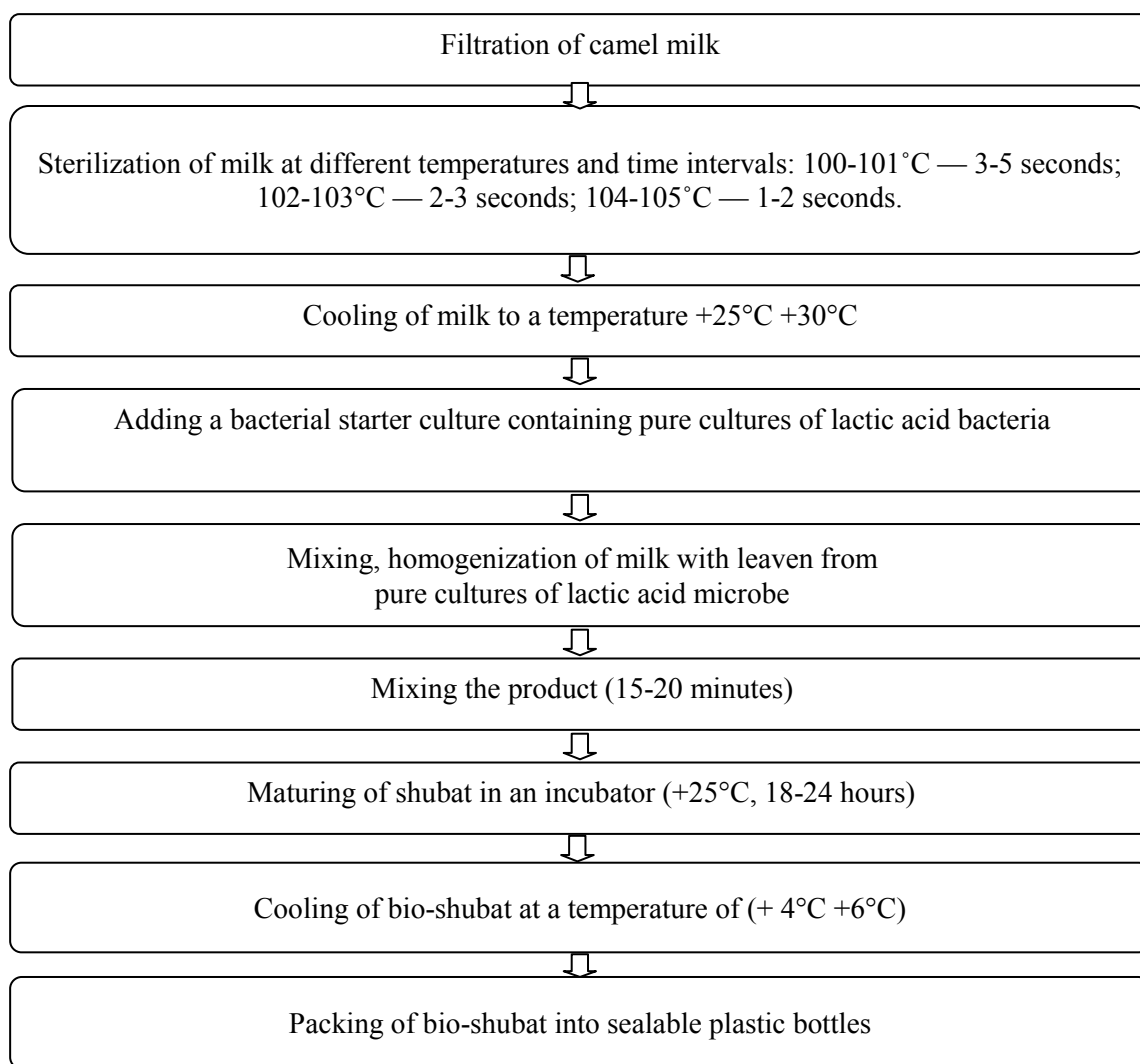


Figure 1. The technological process of obtaining bio-stimulating shubat

The results of research show that the sterilization of camel milk in 3–5 seconds at a temperature of 100–101 °C with further addition of sourdough of shubat of 15 % of the mass of sterilized milk results in shubat of a uniform consistency, with pleasant flavoring and without foreign smells. The received results are given in Table 1.

Table 1

Comparative characteristic of organoleptic indicators of shubat with various ratios of sourdough of shubat

№	The name of indicators	The sourdough of shubat with various ratios		
		250 ml (25 %)	200 ml (20 %)	150 ml (15 %)
1	Appearance and consistency	Uniform lightly carbonated liquid, foams at transfusion	Uniform lightly carbonated liquid, foams at transfusion	Uniform liquid, without flakes, foams at transfusion lightly
2	Taste and smell	With the pleasant smell and taste, no odor and aftertaste, with the sour taste	With the pleasant smell and taste, no odor and aftertaste, with lightly sour taste	With the pleasant smell and taste, no odor and aftertaste
3	Color	Milky-white	Milky-white	Milky-white

In order to improve the qualitative characteristics and to increase the duration of the period of storage of shubat experimental tests on the improvement of low-temperature storage of shubat were conducted. Shubat with a ratio of leaven of 15 %, which preserves in the refrigerator at a temperature of +4 °C, +6 °C for 15

days, was frozen in the freezer at a temperature of $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 12–16 hours. After that the produced shubat is put in the cooling chamber at a temperature of $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Then comprehensive qualitative research on the prototypes of shubat in testing laboratories of LP «Nutritest» and «Expert Test» at the Kazakh Academy of Nutrition of Ministry of health of the Republic of Kazakhstan was conducted: organoleptic, physical and chemical properties (a mass fraction of moisture, fat, protein, solids and titratable acidity), a microbiological assessment (total of mesophyll-aerobic and facultative-anaerobic microorganisms, coliform bacteria, pathogenic microorganisms, including salmonellas) and vitamin contents. With a ratio of leaven of 15 % and stored with a long period of storage of 15, 45 and 72 days the following results were received [13] (Tables 2).

Table 2

Microbiological indicators of shubat with a long period of storage received from the sterilized camel milk in the course of storage in the conditions of the refrigerator from $+4$ to $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (TORMENTS (MCI) 4,2–1847–04)

№	The name of indicators, units of measurement	Permissible limits of ND	The periodicity of control			ND designation for test methods
			15 days	45 days	72 days	
1	Lactic acid bacteria CFU/g/cm ³ , no less	1×10^7	1×10^8	1×10^7	1×10^7	GOST 10444.11–89
2	<i>E. coli</i> group bacteria (coliforms), in 1g.	not permitted	absent	absent	absent	GOST 31747–2012
3	<i>St. aureus</i> , in 1g (cm ³)	not permitted	absent	absent	absent	GOST 31747–2012
4	Pathogens, including salmonellasin 25g/cm ³	not permitted	absent	absent	absent	GOST 31659–2012
5	Mildew, CFU/g/cm ³ , no more	50	absent	absent	absent	GOST 10444.12–88
6	Yeast, CFU, g/cm ³ , no more	50	absent	absent	absent	GOST 10444.12–88

*ND — normative documents

Result of the microbiological research of shubat with a long period of storage of 15, 45 and 72 days showed that the existence of pathogenic microorganisms, including salmonellas, *E. coli* group bacteria (coliforms) isn't found.

The results of tests of a nutrition value and physical and chemical properties (mass fraction of moisture, fat, protein, solids and titratable acidity) of shubat with a long period of storage of 15, 45 and 72 days showed that the mass fraction of fat of no more than 4,87 %, the mass fraction of protein of no less than 3,73 %, the mass fraction of carbohydrates of no more than 3,22 %, the titratable acidity of 93–160°T (Tab. 3).

Table 3

Complex assessment of quality indicators of shubat with a long period of storage received from the sterilized camel milk in the course of storage in the conditions of the cooling chamber (from $+4$ to $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$) (TORMENTS 4,2–1847–04)

№	The name of indicators, units of measurement	Permissible limits of ND	The periodicity of control			ND designation for test methods
			15 days	45 days	72 days	
1	2	3	4	5	6	7
The nutritional value, g/100 g of product						
1	Protein	-	3.73 ± 0.37	4.12 ± 0.41	4.10 ± 0.41	GOST 23327–98 GOST 5867–90
	Fat	-	4.87 ± 0.49	4.5 ± 0.45	4.35 ± 0.43	ND 4.1.1672–2003, part III, point 4 GOST 3626–73 GOST 15113.8–77
	Carbohydrates	-	3.22 ± 0.32	3.21 ± 0.32	2.8 ± 0.28	
	Moisture	-	87.48 ± 8.75	87.40 ± 8.74	88.0 ± 8.8	
	Ash	-	0.70 ± 0.07	0.77 ± 0.08	0.75 ± 0.075	
2	Energy value, kilo Cal/kilo J/100g	—	71.63/300	69.8/292	66.75/279	I.M. Skurikhin, 1987

1	2	3	4	5	6	7
Physical and chemical indicators						
3	The mass fraction of moisture, %	-	87.5±8.75	87.4±8.74	88.0±8.8	GOST 3626–73
	The mass fraction of dry tings, %	-	12.5±1.25	12.6±1.26	12.0±1.20	GOST 3626–73
	The mass fraction of the titr. acidit, ⁰ T	-	93	121	160	GOST 3624–92
	Density, g/cm ³	-	1.023	1.026	1.023	GOST 3625–84
Organoleptic: the description						
4	Organoleptic: the description	-	Opaque, milky liquid with a pleasant smell and taste, no odor and aftertaste	Opaque, lightly carbonated milky liquid with a pleasant smell and taste, no odor and aftertaste	Opaque, milky liquid with a pleasant smell and taste	GOST 28283–89
Vitamin content, in 100 ml						
5	B ₃ , mg	-	0.123±0.012	0.131±0.013	0.120±0.012	GOST 30627.4–98
	C, mg	-	7.873±0.784	8.435±0.844	7.1±0.71	GOST 30627.2–98
6	E, mg	-	0.144±0.014	0.0399	0.138±0.013	GOST 30627.3–98
	β-carotene, mg	-	0.032±0.003	0.0033	0.03±0.003	GOST 7047–55, point 2

*ND — normative documents

The results of the study showed that the physical and chemical parameters such as the mass fraction of moisture and dry substances remained unchanged, and the mass fraction of titrated acidity ⁰T increased by 30–72 % depending on the storage period. The energy value of shubat decreased by 0,6 % for long storage periods of up to 72 days.

When studying the content of vitamins, it was found that the main mass is vitamin C (96,3 %), then vitamin E (1,8 %), vitamin B₃ (1,5 %), β-carotene (0.4 %).

Safety indicators of shubat with a long period of storage after 15, 45 and 72 days of storage: ions of heavy metals, radionuclides showed that lead and cesium are lower than allowable rate, other heavy metals aren't found. The received results are given in Table 4.

Table 4

The maintenance of ions of heavy metals and radionuclides in shubat prepared from the sterilized camel milk during storage in the conditions of the cooling chamber (from +4 to +6 °C) (TORMENTS 4,2–1847–04)

№	The name of indicators, units of measurement	Permissible limits of ND	The periodicity of control			ND designation for test methods
			15 days	45 days	72 days	
1	Toxic elements, mg/kg, no more:					
	Lead (Pb)	0.1	0.0007	0.010	0.023	GOST P 51301–99
	Cadmium (Cd)	0.03	absent	0.0005	0.00072	GOST P 51301–99
	Arsenic (As)	0.05	absent	0.0002	absent	GOST 26930–86
	Mercury (Hg)	0.005	absent	absent	absent	GOST 26927–86
2	Radionuclides, BC/kg, no more:					
	Cesium (Cs) — 137	100	1.08	1.29	1.27	GOST P 54016–2010
	Strontium (Sr) — 90	25	absent	absent	absent	GOST P 54017–2010

*ND — normative documents

Conclusion

Based on the above, it can be postulated that the shubat obtained by sterilizing fresh camel milk at a temperature of 100–101 °C and then refrigerating to +25,+30 °C, rapid chilling to a temperature of -18 °C for 12–16 hours, preserves its native properties and allows to expand the shelf life of the product to 72 or

more days at +4 °C, +6 °C in the refrigerator, which indicates an improvement in quality characteristics and prolongation of storage terms without any stabilizers and preservatives.

Therefore, it is possible to provide the population with the prepared high quality natural shubat with the established long periods of storage, and also on its basis it is possible to receive treatment and prophylactic dairy products, bio yoghurts and biological products in combination with extracts of medicinal plants that possess antioxidant, immunostimulating and hypoglycemic properties [14–17], which do not have analogs in the world dairy and pharmaceutical industry.

Acknowledgements

The study was carried out with the financial support of the «Science Foundation» of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (project No.0146–18-GC).

References

- 1 Сеитов З.С. Кумыс. Шубат / З.С. Сеитов. — Алматы, 2005. — 288 с.
- 2 Конуспаева Г. Получение лактоферрина из верблюжьего молока в Казахстане / Г. Конуспаева, А. Серикбаева // Материалы конф. «NATO Advanced Research Workshop on Desertification Combat and Food Safety». — Ашгабад, 2004. — Т. 362. — С. 158–167.
- 3 Aludatt M.H. Variations of some physical properties, chemical, minerals and vitamins composition of camel milk from eight locations in Jordan / M.H. Aludatt, K. Ereifej, A.M. Alothman, A. Almajwal, H. Alkhalidy, A.R. Al-Tawaha, I. Alli // Journal of food agriculture and environment. — 2010. — Vol. 8. — P.16–20.
- 4 El-Agamy EI. Camel milk / El. Al-Agamy // Handbook of milk of non-bovine mammals. — Blackwell Publishing; Iowa, USA: 2006. — P. 297–344.
- 5 Диханбаева Ф.Г. Исследование химического состава верблюжьего молока / Ф.Г. Диханбаева // Новости науки Казахстана. — 2010. — № 1. — С. 100–106.
- 6 Шуварикив А.С. Состав и технологические свойства верблюжьего, коровьего и козьего молока-сырья / А.С. Шуварикив, О.Н. Пастух // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Пенза, 2015. — С. 102–106.
- 7 Баймуканов А. Инновационный патент РК № 20927 // А. Баймуканов, Д.А. Баймуканов, М.Т. Тоханов, Б.М. Тоханов // Способ получения балкаймака и шалапа из верблюжьего молока. — Оpubл. 16.03.2009. — Бюлл. — № 3.
- 8 Черкашина К.С. Разработка рецептур кисломолочного мороженого с функциональными свойствами из верблюжьего молока «Ататла» / К.С. Черкашина, О.В. Удалова // Исследования молодых ученых — вклад в инновационное развитие России: регион. науч.-практ. конф. — Астрахань, 2011. — Вып. 2. — С. 92, 93.
- 9 Levy A. Camel Milk: Disease Control and Dietary Laws / A. Levy // Journal of health Science. — 2013. — № 1. — P. 48–53.
- 10 Abbas S. Physico-Chemical Analysis And Composition Of Camel Milk / A. Abbas // The International Research Journal. — 2013. — № 2 (2). — P.84–98.
- 11 Khaskheli M. Physico-chemical quality of camel milk / M. Khaskheli, M.A. Arain, S. Chaudhry, A. Soomro, T.A. Qureshi // Journal of Agriculture Society Science. — 2005. — № 2. — P. 164–166.
- 12 Сыдыкова Г.Е. Исследование процесса низкотемпературного хранения пастообразных продуктов из обезжиренного молока / Г.Е. Сыдыкова, Б.С. Турганова, З.Т. Смагулова, Б.Б. Искакова // Вестн. Семипалат. гос. ун-та им. Шакарима. — 2011. — № 3(55). — С. 7–10.
- 13 Методические указания 4.2.1847–04 — Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов.
- 14 Mona E. Biochemical Effects of Fermented Camel Milk on Diarrhea in Rats / E. Mona // New York Science Journal. — 2010. — № 3(5). — P. 106–111.
- 15 Al-Ayadhi L.Y. Camel Milk as a Potential Therapy as an Antioxidant in Autism Spectrum Disorder (ASD) / L.Y. Al-Aya // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. — 2013. — № 8. — Article ID: 602834.
- 16 Ehlayel M. Camel milk is a safer choice than goat milk for feeding children with cow milk allergy / M. Ehlayel // International Scholarly Research Network ISRN Allergy. — 2011. — № 5. — Article ID: 391641.
- 17 Тутельян В.А. Приоритеты в разработке специализированных продуктов питания оптимизированного состава для пациентов с сахарным диабетом 2 типа / В.А. Тутельян, Х.Х. Шарафетдинов, И.А. Лапик, И.С. Воробьева, Б.П. Суханов // Вопросы питания. — 2014. — № 83 (6). — С. 41–51.

У.А. Жумабаев, М.Б. Қыдыралиева, Р.С. Найманбаева, Н.А. Хужамшукуров, Т.С. Бигара

Түйе сүтінен сапалы шұбатты ұзақ сақтау мерзімімен алу технологиясы

Мақалада түйе сүтінің негізінде ұзақ сақтау мерзімі бар емдік-профилактикалық қышқылды сүт өнімдерін алу мақсатында, түйе сүтінің құрамындағы дәрумендер мен микроэлементтерін, физика-химиялық қасиеттерін және энергетикалық құндылығын барынша сақтай отырып, зертхана

жағдайында ұзақ сақтау мерзімі бар шұбатты алудағы түйе сүтін зарарсыздандырудың тиімді уақыты мен температурасын таңдауға және ашытқысын дайындауда жүргізілген тәжірибелік сынағалар сипатталған. Зерттеу нәтижелері бойынша, ұзақ сақтау мерзімді сапалы шұбатты алудағы зарарсыздандырылып алынған түйе сүтінің құрамын +25 °C-қа дейін салқындата отырып, 15 % ашытқысын қосу арқылы, зарарсыздандырудың оңтайлы тиімді 100–101 °C температурасы мен 3–5 секунд уақыт аралығы таңдалып алынды. Сонымен қатар сынақтан өткен жылдам мұздату технологиясы өзінің нативтік қасиеттерін сақтап, ұзақ сақтауға қабілетті биоөнімді алуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Кілт сөздер: түйе сүті, шұбат, зарарсыздандыру, ашытқы, технология, мұздату, емдік-профилактикалық қышқылды сүт өнімі.

У.А. Жумабаев, М.Б. Қыдыралиева, Р.С. Найманбаева, Н.А. Хужамшукуров, Т.С. Бигара

Технология получения качественного шубата из верблюжьего молока с длительным сроком хранения

В статье описаны экспериментальные опыты стерилизации оптимальных режимов для получения качественного шубата из верблюжьего молока с учетом времени и различных температурных режимов, с максимальным сохранением физико-химических, пищевых свойств и энергетической ценности витаминов, микроэлементов с длительным сроком хранения в лабораторных условиях с целью создания на его основе лечебно-профилактического кисломолочного продукта. По результатам исследования установлен наиболее оптимальный режим стерилизации свежесвыдоенного молока при температуре 100–101 °C в течение 3–5 с с последующим охлаждением до +25 °C и добавлением 15-процентной шубатной закваски от массы молока. Апробированная далее технология скоротечного замораживания позволила получить биопродукт, сохранивший свои нативные свойства и обладающий способностью к длительному хранению.

Ключевые слова: верблюжье молоко, шубат, стерилизация, закваска, технология, замораживание, лечебно-профилактический кисломолочный продукт.

References

- 1 Seitov, Z.S. (2005). *Kumys. Shubat [Kumys. Shubat]*. Almaty [in Russian].
- 2 Konuspayeva, G. & Serikbayeva, A. (2004). Poluchenie laktoferrina iz verblizhego moloka v Kazakhstane [Production of lactoferrin from camel milk in Kazakhstan]. *Materials of the conference «NATO Advanced Research Workshop on Desertification Combat and Food Safety»*. Ashgabat, 362; 158–167 [in Russian].
- 3 Aludatt, M. H., Ereifej, K., Alothman, A. M., Almajwal, H., Alkhalidy, H., Al-Tawaha, A. R. & Alli, I. (2010). Variations of some physical properties, chemical, minerals and vitamins composition of camel milk from eight locations in Jordan. *Journal of food agriculture and environment*, 8; 16–20.
- 4 El-Agamy, E.I. (2006). Camel milk. *Handbook of milk of non-bovine mammals*. Blackwell Publishing; Iowa, USA.
- 5 Dikhanbayeva, F.G. (2010). Issledovanie khimicheskogo sostava verblizhego moloka [Research of chemical composition of camel milk]. *Novosti nauki Kazakhstana — News of science of Kazakhstan*, 1, 100–106 [in Russian].
- 6 Shuvarikov, A. S. & Pastuh, O. N. (2015). Sostav i tekhnologicheskie svoistva verblizhego, korovego i kozego moloka-syria [Composition and technological properties of camel, cow and goat milk-raw materials]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii — Collection of articles of International scientific and practical conferences*. Penza [in Russian].
- 7 Baimukanov, A., Baimukanov, D.A., Tokhanov, M.T. & Tokhanov, B.M. (2009). Innovative patent of RK No. 20927. *Sposob polucheniia balkaimaka i shalapa iz verblizhego moloka [The method for producing of the balkaimak and shalap from camel milk]*. (Publ. 16.03.2009. Bulletin. No. 3) [in Russian].
- 8 Cherkashina, K.S. & Udalova, O.V. (2011). Razrabotka retseptur kislomolochnogo morozhenogo s funktsionalnymi svoistvami iz verblizhego moloka «Atalla» [Development of sour milk ice cream formulations with functional properties from camel milk «atalla»]. *Issledovaniia molodykh uchenykh — vklad v innovatsionnoe razvitiie Rossii: Regionalnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — Research of young scientists — contribution to the innovative development of Russia: Regional scientific and practical conference*, 2; 92–93 [in Russian].
- 9 Levy, A. (2013). Camel Milk: Disease Control and Dietary Laws. *Journal of Health Science*, 1; 48–53.
- 10 Abbas, S. (2013). Physico-Chemical Analysis and Composition of Camel Milk. *The International Research Journal*, 2(2); 84–98.
- 11 Khaskheli, M., Arain, M.A., Chaudhry, S., Soomro, A.H. & Qureshi, T.A. (2005). Physico-chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture Society Science*, 2; 164–166.
- 12 Sydykova, G.E., Turgunova, B.S., Smagulova, Z.T. & Iskakova, B.B. (2011). Issledovanie protsessa nizkotemperaturnogo khraneniia pastobraznykh produktov iz obezhirennogo moloka [The study of the process of low-temperature storage of paste-like products from skim milk]. *Vestnik Semipalatinskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima — Bulletin of the Shakarim after named Semipalatinsk State university*, 3(55); 7–10 [in Russian].

13 (2004). *Metodicheskie ukazaniia 4.2.1847–04 — Sanitarno-epidemiologicheskaiia otsenka obosnovaniia srokov godnosti i uslovii khraneniia pishchevykh produktov [Methodical instructions 4.2.1847–04 — Sanitary-epidemiological assessment of the justification of expiry dates and storage conditions of food products]* [in Russian].

14 Mona, E. (2010). Biochemical Effects of Fermented Camel Milk on Diarrhea in Rats. *New York Science Journal*, 3(5); 106–111.

15 Al-Ayadhi, L.Y. (2013). Camel Milk as a Potential Therapy as an Antioxidant in Autism Spectrum Disorder (ASD). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 8; Article ID: 602834.

16 Ehlayel, M. (2011). Camel milk is a safer choice than goat milk for feeding children with cow milk allergy. *International Scholarly Research Network ISRN Allergy*, 5; Article ID: 391641.

17 Tutel'yan, V.A., Sharafetdinov, H.H., Lapik, I.A., Vorob'eva, I.S. & Suhanov, B.P. (2014). Prioritety v razrabotke spetsializirovannykh produktov pitaniia optimizirovannogo sostava dlia patsientov s sakharnym diabetom 2 tipa [Priorities in the development of specialized food products of optimized composition for patients with type 2 diabetes]. *Voprosy pitaniia — Problems of Nutrition*, 83 (6); 41–51 [in Russian].

M. Yu. Ishmuratova*, A.N. Matveev, S.U. Tleukenova, A.G. Zhumina, R.T. Musina

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

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

Assessment of water-holding capacity of leaves of *Armeniaca vulgaris* Lam. in the conditions of the Zhezkazgan region (the Central Kazakstan)

The expansion of the existing range of tree crops for the greening of settlements is of practical and environmental importance. In the Zhezkazgan industrial region it is necessary to select plants that are resistant to heat, drought, low temperatures and atmospheric pollution, which limits the species composition. In present article studies are conducted to assess the water content in the leaves of *Armeniaca vulgaris* Lam. during the vegetation season under growing using traditional furrow watering and drip irrigation. The assessment of leaf water content showed maximum parameters in May, a decrease in June and July, and repeated increase in August of 2020–2021. Minimum indicators of water-holding capacity are noted in May, maximum — in June. Leaves of plants grown on drip irrigation had parameters of water-holding capacity 1.3–3.9 % higher than under the traditional irrigation method, which indicates a better moisture supply. In general, the water content of apricot leaves was above 50 %, which shows sufficient water supply. The results showed the resistance of *Armeniaca vulgaris* plants to heat and drought, so, this species is recommended for use in green construction of the Zhezkazgan industrial region.

Keywords: *Armeniaca vulgaris* Lam., Zhezkazgan city, industrial region, water-holding ability, resistant, traditional and drip irrigation.

Introduction

The formation of a modern green building assortment plays an important role in the urban environment, especially for settlements located in industrial contaminated centers and in arid conditions [1–3]. Zhezkazgan industrial region is characterized by extra-arid conditions, a lack of precipitation, high summer temperatures and low temperatures in winter. Therefore, trees and shrubs for introduction into landscaping in the urban environment should be characterized by heat resistance, winter resistance and resistance to industrial pollution [4, 5].

The assortment of green spaces of the Zhezkazgan and Balkhash industrial regions is represented by a small number of species: *Ulmus pumila*, *Ulmus pinato-ramosa*, *Acer negundo*, *Caragana arborescens*, *Ribes aureum*, *Malus baccata*, *Populus nigra*, *Populus pyramidalis*, *Elaeagnus oxycarpa*, *Syringa josikaea*, *Crataegus sanguine*, *Pinus sylvestris* and other [6, 7].

Among perspective species for future cultivation in Zhezkazgan and Balkhash cities is *Armeniaca vulgaris*, which features high decorative qualities, rapid growth, frost resistance, tolerance of high summer temperatures and air pollution [8–10].

An important condition for the heat resistance of plants under arid conditions is the water-retaining ability, that is, the ability of plants to retain moisture in the summer [11, 12]. One way to solve the problems of increasing resistance to arid conditions is to organize satisfactory irrigation [13, 14]. Therefore, studies are needed to assess the physiological indicators of trees against the background of different irrigation methods.

International experience shows the prospect of drip irrigation in the urban environment, which saves water and maintains the stability of the different crops [15–17].

The purpose of present study is to consider the water-holding capacity of leaves of *Armeniaca vulgaris* grown on traditional watering and drip irrigation in the conditions of the Zhezkazgan region.

Materials and methodology

Object of study is young plants of apricot (*Armeniaca vulgaris* Lam., or *Prunus armeniaca* L., *Rosaceae* family). Apricot is usually a small tree from 5 to 12 meters high, a large shrub is rare [18]. Vegetation duration is 50–100 years that depends on the climate and cultivation conditions. Shoots of apricot are red-brown or greenish-brown, glabrous, shiny, sometimes covered with gray film. The root system is deep. The buds are located on 2–3 pieces. The sheet is simple, oval, with an elongated pointed tip, 4–12 cm long,

with a serrated edge. The flower is large, white-pink, fragrant, blooms before the opening of leaves. The fruit is a drupe, yellow or orange, fleshy, semi-fleshy or dry, usually pubescent and velvety to the touch. Fruiting occurs from 3–5 years.

Leaves of *Armeniaca vulgaris* are taken from 2-year trees (a middle part of crown) growing at the nursery in Zhezkazgan in May-August 2020–2021 (Fig. 1); separately from plots with traditional (superficial by borowa) and drip irrigation (diameters of fleets 20 mm) [19]. The watering rate in both versions of the experience was 1.5 m³ per season with a number of waterings at least 10 [20].



Figure 1. Samples of *Armeniaca vulgaris* on traditional (A) and drip (B) irrigation (Zhezkazgan city)

Leaf sizes were evaluated during full deployment (June), leaf area is evaluated by weighted area methods. From May to August, the water retention capacity of the leaves was assessed by measuring weight after 1, 3, and 6 hours [9, 21, 22].

The results of 2-year observations are combined and processed statistically using online system www.medstatistic.ru.

Results and discussion

The growing season in Zhezkazgan is tense due to arid conditions, frequent dry winds and low relative humidity [23]. Tree-shrub plants experience the greatest moisture deficiency from the end of June to mid-August [24].

Visual observations of apricot leaves showed that the strongest negative effects are observed in July, 2021. Partial yellowing of the leaves of the upper part of crown, burns, single fall are observed. Leaves of the middle and lower part of the crown practically did not change in appearance.

Under different irrigation conditions, reliable differences in size and area of apricot sheet plates are observed (Fig. 2, Tab. 1).

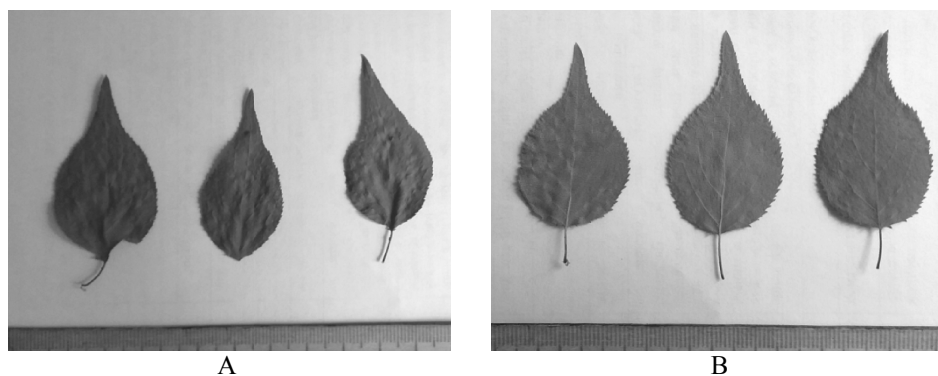


Figure 2. Internal view of leaves of *Armeniaca vulgaris* (middle part of crown):
A — traditional irrigation, B — drip irrigation

Table 1

The morphological parameters and square of leaf sheets of *Armeniaca vulgaris* depending on method of irrigation in the conditions of the Zhezkazgan region

Method of irrigation	Sheet length, cm	Sheet width, cm	Length of sheet petiole, cm	Square of sheet plate, cm ³
Traditional irrigation	5.3 ± 0.6	2.97 ± 0.29	1.18 ± 0.16	11.48 ± 1.61
	4.5 — 6.0	2.5 — 3.4	1.0 — 1.5	9.2 — 14.8
Drip irrigation	6.6 ± 0.5	4.07 ± 0.31	1.54 ± 0.10	20.40 ± 1.97
	6.0 — 7.4	3.5 — 4.7	1.4 — 1.7	18.0 — 25.1

*in a numerator — M±m;
in a denominator the maximum and minimum value of an indicator

So, in length, plant leaves on drip irrigation turned out to be by 1.3 cm bigger than with traditional irrigation; by the width of the sheet — by 1.1 cm, by the length of the petiole of the sheet — by 0.36 cm, by the area — by 8.92 cm³.

During the growing season the water content of apricot leaves ranged from 54.3 to 64.6 % by fresh weight (Tab. 2).

Table 2

The water-holding capacity of *Armeniaca vulgaris* leaves depending on method of irrigation in the conditions of the Zhezkazgan region

Method of irrigation	Month	Water content, %	Loss of moisture during jamming through, %		
			1 hour	3 hours	6 hours
Traditional irrigation	May	61.1±2.0	15.8±0.5	18.2±0.3	36.9±1.2
	June	59.6±2.2	7.5±0.4	20.5±0.7	28.3±0.8
	July	54.3±0.9	18.6±1.0	35.4±1.6	45.6±1.5
	August	58.9±1.6	9.4±0.4	20.8±0.8	32.4±1.4
Drip irrigation	May	64.5±0.6	12.6±0.6	16.2±0.4	33.5±1.6
	June	62.4±0.5	9.5±0.8	14.5±0.5	30.4±1.6
	July	58.8±1.1	14.8±1.2	24.6±0.6	36.5±1.3
	August	60.1±2.1	8.1±0.5	19.5±0.8	28.5±0.6

The reduced moisture content is noted in the traditional irrigation method, which indicates that moisture loss occurs. On drip watering, the plants received more water.

The water content and water-holding capacity of the leaves of *Armeniaca vulgaris* varied on different month. So, in May, the leaves had maximum humidity, which is due to the lower temperatures and higher relative humidity of the spring period [25]. However, water losses in apricot plants were higher in May than in June. This aspect is explained by the fact that the leaves are young, not adapted to drought. In June, the water content of the leaves was lower, but the mass when dried is less (Fig. 3). Apparently, adult apricot leaves more easily adapted to drought, better kept it in the flesh.

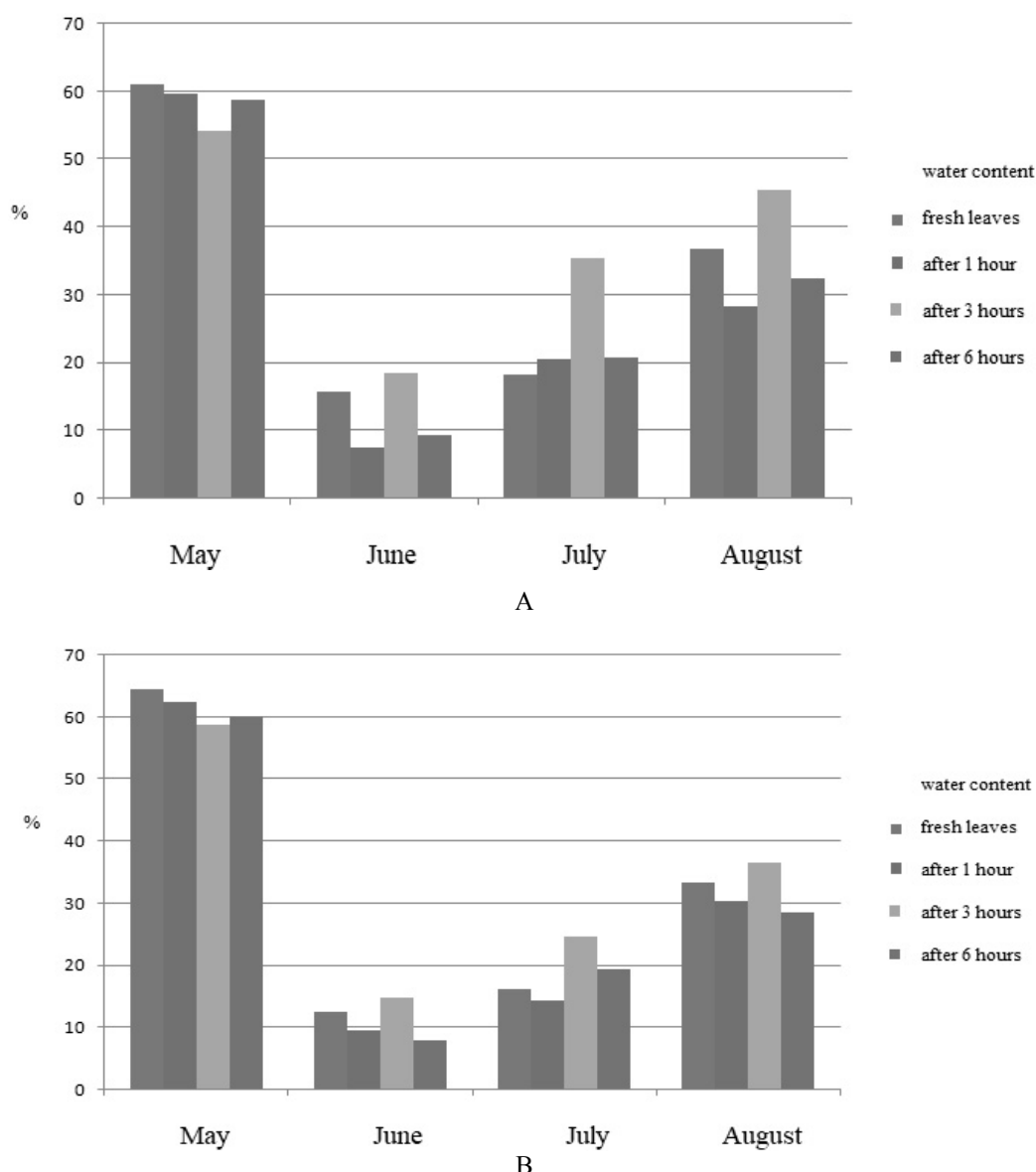


Figure 3. The water-holding capacity of *Armeniaca vulgaris* leaves by months under the Zhezkazgan city conditions: A — traditional irrigation, B — drip irrigation

The minimum moisture content of apricot leaves is noted in July, characterized by maximum temperatures and minimum relative humidity. This affects the water retention capacity, which was minimal for all types of irrigation and all test indicators by month.

In August the water content in the leaves was higher than in July due to a decrease in air temperature and precipitation. It was also recorded that the moisture loss during drying was minimal. A comparison of the results of the studies showed the adaptive reaction of apricot leaves in all variant of observation to prolonged dehydration.

In general, the moisture content of apricot leaves above 50 % indicates sufficient watering, although more moisture is obtained by drip irrigation of plants. The water content and weight loss during drying in plants on drip irrigation turned out to be higher than in plants on traditional watering. The monthly difference ranged from 1.3 to 3.9 % in favor of drip irrigation efficiency.

Thus, the indicators of water content and water retention ability indicate sufficient drought resistance of ordinary apricot in the conditions of Zhezkazgan, which allows us to recommend it for green construction.

Conclusion

A study of the water content and water retention of the leaves of *Armeniaca vulgaris* showed that in spring and late summer the moisture content was higher than in early and mid-summer. The water content of

the leaves during the studied vegetation season was higher than 50 %, which indicated a sufficient rate of watering.

In the process of vegetation, a change in the water retention ability is observed. Maximum indicators are noted in June, minimum — in May. The water content of apricot leaves was higher for plants grown on drip watering, and the leaves lost less moisture when dried. The obtained indicators signify positive effect of drip irrigation.

The obtained data on apricot show its good resistance to summer conditions in Zhezkazgan city, so this species should be recommended for introduction into green building.

Acknowledgement

The article is prepared accordance with Grant Project of Science Committee of the Ministry of Education and Science (AP09562730 «Development modern technology for growing nontraditional planting material in closed and open ground in arid conditions of the Karaganda region»).

References

- 1 Giyasov A. System of greening of urban spaces and its role in optimization of the micro- and bioclimate environment / A. Giyasov // Web of Conferences. — 2019. — Vol. 135. — Article ID. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913503060>
- 2 Sturiale L. The role of green infrastructures in urban planning for climate change adaptation / L. Sturiale, A. Scuderi // Climate. — 2019. — Vol. 7, Iss. 10. — P. 2–24. <https://doi.org/10.3390/cli7100119>
- 3 Alekseeva I. Greening as an element of sustainable urban development: valuation of economic feasibility, policy assessment and practical examples / I. Alekseeva, D. Menshikh, O.V. Kudryavtseva // Вестн. РУДН. Сер. агрономия и животноводство. — 2016. — № 4. — С. 51–62. <https://doi.org/10.22363–2312–797X-2016–4-51–62>
- 4 Байтулин И.О. Теоретические основы и методические подходы к интродукции растений в регионах с экстремальными климатическими условиями / И.О. Байтулин // Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2010. — № 2 (278). — С. 18–25.
- 5 Glibovytska N.I. Morphological and physiological parameters of woody plants under conditions of environmental oil pollution / N.I. Glibovytska, K.B. Karavanovych // Ukrainian Journal of Ecology. — 2018. — № 8 (3). — P. 322–327.
- 6 Ассортимент декоративных растений для озеленения Жезказганского промышленного района. — Алма-Ата, 1974. — 40 с.
- 7 Ахметов М.К. Оценка современного видового состава и состояния зеленых насаждений Жезказганского региона / М.К. Ахметов, Г.Т. Максутбекова // Интеграция науки. — 2017. — № 9 (13). — С. 111–115.
- 8 Markovskaya V. *Catalpa speciosa* (Warder ex Barney) Warder ex Engelm. and *Armeniaca vulgaris* Lam. in the space of vegetation indices CARI, CRI2, CSI5 / V. Markovskaya, P. Dmitriev, B. Kozlovsky, T. Varduny, D.P. Kupriushkin, V.A. Chokheli // Живые и биокосные системы. — 2019. — № 27. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-27/article-9>
- 9 Пилькевич Р.А. Особенности водного режима гибридов *Prunus brigantica* Vill. x *Armeniaca vulgaris* Lam. селекции Никитского ботанического сада / Р.А. Пилькевич // Тр. Никит. бот. сада. — 2008. — Т. 129. — С. 87–99.
- 10 Ибрагимова Э.Э. Влияние техногенного химического загрязнения на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Armeniaca vulgaris* Lam. / Э.Э. Ибрагимова // Ученые записки Таврич. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. биол., хим. — 2010. — Т. 23 (62). № 3. — С. 62–67.
- 11 Иманбаева А.А. Некоторые физиологические индикаторы устойчивости древесных растений в аридных условиях пустыни Мангистау / А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров // Садоводство и виноградарство. — 2019. — № 3. — С. 13–26. <https://doi.org/10.31676/0235–2591–2019–3-13–26>
- 12 Hinckley T.M. Current focuses in woody plants water relations and drought resistant / T.M. Hinckley, R. Ceulemans // Ann. Sci. For. — 1989. — Vol. 46, suppl. — P. 317–324.
- 13 Christen E. Technology and practice for irrigation in vegetable / E. Christen, J. Ayars, J. Hornbuckle, M. Hickey. — Yanco, Australis, 2006. — 63 p.
- 14 Chai Q. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review / Q. Chai, Y. Gan, C. Zhao, H. -I. Xu, R.M. Waskom, Y. Niu, K. H.M. Siddique // Agron. Sustain. Dev. — 2015. — Vol. 36, Iss. 1. — P. 1–22. <https://doi.org/1007/s13593–015–0338–6>
- 15 Capra A. Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation system / A. Capra, B. Scicolone // Journal of Cleaner Production. — 2006. — Vol. 15. — P. 1529–1534. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.032>
- 16 Ouedraogo S. K.L. Water dynamics under drip irrigation to proper manage water use in arid zone / S. K.L. Ouedraogo, M.B. Kebre, F. Zougmore // Journal of Agricultural Chemistry and Environment. — 2021. — Vol. 10. — P. 57–68. <https://doi.org/10.4236/jacen.2021.101004>
- 17 Usman K.H. Drip irrigation in Pakistan: status, challenges and future prospects / K.H. Usman, T. Muhammad, M. Majid, S.M. Ali, R. Shilan, M. Alireza, S. Plygun // Рос. журн. с.-х. и соц.-экон. наук. — 2016. — № 8 (56). — С. 114–126. <https://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016–08.15>
- 18 Авдеев В.И. Абрикосы Евразии: эволюция, генофонд, интродукция, селекция / В.И. Авдеев. — Оренбург: Оренбург. гос. аграр. ун-т, 2012. — 408 с.
- 19 Капельный полив. Продвижение агротехнологий, содействующих адаптации к изменению климата в условиях пустынной зоны Жезказганского региона. — Жезказган: The Small Grants Programme, 2020. — 6 с.

20 Максутбекова Г.Т. Рекомендации по созданию и уходу за зелеными насаждениями в условиях Жезказганского промышленного региона / Г.Т. Максутбекова, М.Ю. Ишмуратова, М.К. Ахматов. — Жезказган: ЖезУ, 2017. — 102 с.

21 Лишук А.И. Методика определения водоудерживающей способности к обезвоживанию листьев плодовых культур / А.И. Лишук // Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур: метод. реком. — М., 1991. — С. 33–36.

22 Лишук А.И. Полевой метод оценки устойчивости к засухе и высоким температурам / А.И. Лишук, Р.А. Пилькевич // Интенсификация селекции плодовых культур. — 1999. — Т. 118. — С. 113–116.

23 Урумов Т.М. Краткая географическая и климатологическая характеристика Жезказганского промышленного района / Т.М. Урумов // В кн. «Большой Жезказган». — Алматы: Полиграфкомбинат, 1994. — С. 14–16.

24 Ishmuratova M. Yu. Study of Water-holding Indicators of Various Environmental Groups of Trees and Shrubs under Zhezkazgan Region Conditions / M. Yu. Ishmuratova, S.U. Tleukenova, A. Sh. Dodonova, H.A. Gavrilkova // European Researcher. — 2013. — Vol. 49, № 5–2. — P. 1298–1303.

25 Кушниренко М.Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений / М.Д. Кушниренко. — Кишинев, 1967. — С. 14–16.

М.Ю. Ишмуратова, А.Н. Матвеев, С.У. Тлеукедова, А.Г. Жумина, Р.Т. Мусина

Жезказган аймағы жағдайында *Armeniaca vulgaris* Lam. жапырақтарының суұстау қабілетін бағалау (Орталық Қазақстан)

Елді мекендерді көгалдандыру үшін ағаш дақылдарының қолданыстағы ассортиментін кеңейту практикалық және экологиялық маңызды. Жезказган өнеркәсіптік аймағында ыстыққа, құрғақшылыққа, төмен температура мен атмосфералық ластануға төзімді өсімдіктерді таңдау қажет, бұл түрлердің құрамын шектейді. Мақалада вегетациялық кезеңде борозда дәстүрлі суару және тамшылатып суару арқылы өсіру кезіндегі *Armeniaca vulgaris* Lam. жапырақтарындағы судың мөлшерін бағалау бойынша зерттеулер нәтижесі берілген. Жапырақтардың құнарлылығын бағалау мамыр айында максималды мәндерді, маусым мен шілде айларында төмендеу, 2020–2021 тамыз айында қайта өсуді көрсетті. Тамшылатып суару кезінде өсірілетін өсімдіктердің жапырақтары дәстүрлі суару әдісіне қарағанда суды ұстап тұру қабілеті 1,3–3,9 %-ға жоғары болды, бұл ылғалдың жақсы қамтамасыз етілгендігін көрсетеді. Жалпы абрикос жапырақтары 50 %-дан жоғары болды, яғни сумен жеткілікті қамтамасыз етілді. Алынған нәтижелер *Armeniaca vulgaris* өсімдіктерінің жылу мен құрғақшылыққа төзімділігін көрсетті, сондықтан бұл түр Жезказган өнеркәсіптік аймағының жасыл құрылысында қолдану үшін ұсынылады.

Кілт сөздер: *Armeniaca vulgaris* Lam., Жезказган қаласы, өнеркәсіптік аймақ, суды ұстап тұру қабілеті, тұрақтылығы, дәстүрлі және тамшылатып суару.

М.Ю. Ишмуратова, А.Н. Матвеев, С.У. Тлеукедова, А.Г. Жумина, Р.Т. Мусина

Оценка водоудерживающей способности листьев *Armeniaca vulgaris* Lam. в условиях Жезказганского региона (Центральный Казахстан)

Расширение существующего ассортимента древесных культур для озеленения населенных пунктов имеет важное практическое и экологическое значение. В Жезказганском промышленном регионе необходимо подбирать растения, отличающиеся устойчивостью к жаре, засухе, низким температурам и атмосферному загрязнению, что ограничивает видовой состав. В статье приведены результаты исследования по оценке содержания воды в листьях *Armeniaca vulgaris* Lam. в течение вегетационного периода при выращивании с применением традиционного полива по бороздам и капельного орошения. Оценка оводненности листьев показала максимальные значения в мае, снижение в июне и июле, повторное повышение в августе 2020–2021 гг. Минимальные показатели водоудерживающей способности отмечены в мае месяце, максимальные — в июне. Листья растений, выращиваемых на капельном орошении, имели показатели водоудерживающей способности на 1,3–3,9 % выше, чем при традиционном методе полива, что свидетельствует о более лучшей обеспеченности влагой. В целом, оводненность листьев абрикоса была выше 50 %, то есть с достаточной обеспеченностью водой. Полученные результаты показали устойчивость растений *Armeniaca vulgaris* к жаре и засухе, поэтому данный вид рекомендуется для применения в зеленом строительстве Жезказганского промышленного региона.

Ключевые слова: *Armeniaca vulgaris* Lam., город Жезказган, промышленный регион, водоудерживающая способность, устойчивость, традиционное и капельное орошение.

References

- 1 Giyasov, A. (2019). System of greening of urban spaces and its role in optimization of the micro- and bioclimate environment. *Web of Conferences*, 135; Article ID. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913503060>
- 2 Sturiale, L. & Scuderi, A. (2019). The role of green infrastructures in urban planning for climate change adaptation. *Climate*, 7 (10); 2–24. <https://doi.org/10.3390/cli7100119>
- 3 Alekseeva, I., Menshikh, D. & Kudryavtseva, O. V. (2016). Greening as an element of sustainable urban development: valuation of economic feasibility, policy assessment and practical examples. *Vestnik RUDN. Seriya agronomiia i zhivotnovodstvo — Bulletin of Russian University of People Friendship. Series Agronomy and Animal Husbandry*, 4; 51–62. <https://doi.org/10.22363-2312-797X-2016-4-51-62>.
- 4 Baitulin, I.O. (2010). Teoreticheskie osnovy i metodicheskie podhody k introduktsii rastenii v regionakh s ekstremalnymi klimaticheskimi usloviiami [Theoretical foundations and methodological approaches to plant introduction in regions with extreme climatic conditions]. *Izvestiia NAN RK. Seriya biologicheskaiia i meditsinskaia — proceeding of National Academy of Science. Series biological and medical*, 2 (278); 18–25 [in Russian].
- 5 Glibovytska, N. I. & Karavanovych, K. B. (2018). Morphological and physiological parameters of woody plants under conditions of environmental oil pollution. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (3); 322–327.
- 6 (1974). *Assortiment dekorativnykh rastenii dlia ozeleneniia Zhezkazganskogo promyshlennogo raiona [Assortment of decorative plants for greening of Zhezkazgan industrial region]*. Alma-Ata [in Russian].
- 7 Akhmetov, M.K. & Maksutbekova, G.T. (2017). Otsenka sovremennogo vidovogo sostava i sostoianiia zelenykh nasazhdenii Zhezkazganskogo regiona [Assessment of the modern species composition and state of green spaces of the Zherkazgan region]. *Integratsiia nauki — Integration of science*, 9 (13); 111–115 [in Russian].
- 8 Markovskaya, V., Dmitriev, P., Kozlovsky, B., Varduny, T., Kupriushkin, D.P. & Chokheli, V.A. (2019). *Catalpa speciosa* (Warder ex Barney) Warder ex Engelm. and *Armeniaca vulgaris* Lam. in the space of vegetation indices CARI, CRI2, CSI5. *Zhivye i biokosnye sistemy — Living and Biocos Systems*, 27. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-27/article-9>
- 9 Pilkevich, R.A. (2008). Osobennosti vodnogo rezhima gibridov *Prunus brigantiatsa* Vill. x *Armeniaca vulgaris* Lam. selektsii Nikitskogo botanicheskogo sada [The peculiarities of water regime of hybrids *Prunus brigantiaca* Vill. x *Armeniaca vulgaris* Lam. of the selection of Nikitskii Botanical Garden]. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada — Proceedings of Nikitskii Botanical Garden*, 129; 87–99 [in Russian].
- 10 Ibragimova, E.E. (2010). Vliianie tekhnogenogo khimicheskogo zagriazneniia na velichinu fluktuiruiushchei asimmetrii listovoi plastinki *Armeniaca vulgaris* Lam. [Influence of technogenic chemical contamination on the fluctuating asymmetry of *Armeniaca vulgaris* Lam. leaf plate]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya biologiiia, khimiiia — Scientific notes of the Tauride National University named after V.I. Vernadsky. Biology, Chemistry Series*, 23 (62), 3; 62–67 [in Russian].
- 11 Imanbayeva, A.A. & Belozеров, I.F. (2019). Nekotorye fiziologicheskie indykatory ustoichivosti drevesnykh rastenii v aridnykh usloviiaakh pustyni Mangistau [Some physiological indicators of resistant of woody plants in the arid conditions of the Mangystau desert]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo — Gardening and viticulture*, 3; 13–26. Retrieved from <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-3-13-26> [in Russian].
- 12 Hinckley, T.M. & Ceulemans, R. (1989). Current focuses in woody plants water relations and drought resistant. *Ann. Sci. For.*, 46, suppl.; 317–324.
- 13 Christen, E., Ayars, J., Hornbuckle, J. & Hickey, M. (2006). *Technology and practice fir irrigation in vegetable*. Yanco, Australis.
- 14 Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H. -I., Waskom, R. M., Niu, Y. & Siddique, K. H. M. (2015). Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 36, 1; 1–22. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0338-6>
- 15 Capra, A. & Scicolone, B. (2006). Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation system. *Journal of Cleaner Production*, 15; 1529–1534. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.032>
- 16 Ouedraogo, S.K. L., Kebre, M.B. & Zougmore, F. (2021). Water dynamics under drip irrigation to proper manage water use in arid zone. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 10; 57–68. <https://doi.org/10.4236/jacen.2021.101004>
- 17 Usman, K.H., Muhammad, T., Majid, M., Ali, S. M., Shilan, R., Alireza, M. & Plygun, S. (2016). Drip irrigation in Pakistan: status, challenges and future prospects. *Rossiskii zhurnal selskokhoziaistvennykh i sotsialno-ekonomicheskikh nauk — Russian Journal of agricultural and social-economic sciences*, 8 (56); 114–126. <https://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016-08.15>
- 18 Avdeev, V.I. (2012). *Abrikosy Evrazii: evoliutsiia, genofond, introduktsiia, selektsiia [Apricots of Eurasia: evolution, genetic fund, introduction, select breeding]*. Orenburg: Orenburg State University [in Russian].
- 19 (2020). *Kapelnyi poliv. Prodvizhenie agrotekhnologii, sodeistvuiushchikh adaptatsii k izmeneniiu klimata v usloviiaakh pustynnoi zony Zhezkazganskogo regiona [Drip watering. Promoting agro-technologies that facilitate adaptation to climate change in the desert zone of the Zhezkazgan region]*. Zhezkazgan: The Small Grants Programme [in Russian].
- 20 Maksutbekova, G.T., Ishmuratova, M.Yu. & Akhmatov, M.K. (2017). *Rekomendatsii po sozdaniiu i ukhodu za zelenymi nasazhdeniiami v usloviiaakh Zhezkazganskogo promyshlennogo regiona [Recommendations for the creation and care of green spaces in the Zhezkazgan industrial region]*. Zhezkazgan: ZhezU [in Russian].
- 21 Lishchuk, A.I. (1991). Metodika opredeleniia vodouderzhivaiushchei sposobnosti k obezvozhivaniuu listev plodovykh kultur [Procedure for determination of water-retaining capacity for dehydration of fruit crop leaves]. *Fiziologicheskie i biofizicheskie metody v selektsii plodovykh kultur: Metodicheskie rekomendatsii — Physiological and biophysical methods in the selection of fruit crops. Methodological recommendations*. Moscow, 33–36 [in Russian].
- 22 Lishchuk, A.I. & Pil'kevich, R. A. (1999). Polevoi metod otsenki ustoichivosti k zasukhe i vysokim temperaturam [Field method for assessing resistance to drought and high temperatures]. *Intensifikatsiia selektsii plodovykh kultur — Intensification of select breeding of fruit cultures*, 118; 113–116 [in Russian].

23 Urumov, T.M. (1994). Kratkaia geograficheskaia i klimatologicheskaia kharakteristika Zhezkazganskogo promyshlennogo raiona [Brief geographical and climatological characteristics of the Zhezkazgan industrial region]. *V knige «Bolshoi Zhezkazgan» — In book Great Zhezkazgan*. Almaty: Poligraphkombinat, 14–16 [in Russian].

24 Ishmuratova, M.Yu., Tleukenova, S.U., Dodonova, A.Sh. & Gavrilkova, H.A. (2013). Study of Water-holding Indicators of Various Environmental Groups of Trees and Shrubs under Zhezkazgan Region Conditions. *European Researcher*, 49, 5–2, 1298–1303.

25 Kushnirenko, M.D. (1967). *Vodnyi rezhim i zasukhoustoichivost plodovykh rastenii [Water regime and drought-resistant of fruit plants]*. Kishinev [in Russian].

A.S. Kanayev, *R.K. Karipbayeva, A.N. Turlykozha

Scientific and Research Institute of Biological Diseases
of Dzhungarian University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan
*Corresponding author: rasima.24.02@mail.ru

Diversity of the genus *Rosa* L. in the conditions of the Dzungarian Alatau mountains

The article presents and describes the plants of the genus *Rosa* L. growing on the territory of the Dzungarian Alatau. As a result of the study of literature sources, it was found that out of 57 species of the *Rosaceae* family, growing in the territory of the CIS countries, there are 10 species of the genus *Rosa* L. (*R. beggeriana* Schrenk, *R. canina* L., *R. platyacantha* Schrenk, *R. laxa* Retz., *R. spinosissima* L., *R. alberti* Regel, *R. schrenkiana* Crep., *R. acicularis* Lindl., *R. majalis* Herrm, *R. nanothamnus* Bouleng.). The state of the vegetation cover of the Dzungarian Alatau for 2015, 2017 and 2020 was also studied using the program. The gradual degradation of the plant community of this mountain system is determined.

Keywords: genus *Rosa* L., diversity, medicinal plant, rosehip, Dzungarian Alatau.

Introduction

Rosehip is considered one of the plants with the best and most effective medicinal properties. This is due to its nature, because all parts of this plant, as well as the roots, are considered useful. Among the flowering plants the genus *Rosa* L., which belongs to the *Rosaceae* family, has a great variety of species. Plants of the genus *Rosa* L. are an important group used for medicinal and other economic purposes. The genus *Rosa* L. has about 200 species and 18 000 subspecies. The exact number of species is unknown, since there is no single criterion in the taxonomy of this genus by which it would be possible to determine, which group of plants is autonomous and which is not. Despite the species diversity, modern varieties are mainly considered interspecific hybrids descended from 10 species of wild rose (*R. canina*, *R. chinensis*, *H. foetida*, *R. gallica*, *R. gigantea*, *R. moschata*, *R. multiflora*, *R. phoenicea* and *R. rugosa* and *R. wichuraina*).

There are also several species in Dzungarian Alatau. The botanical and geographical elements of the Dzungarian Alatau have their own regional features. On the territory of Dzungarian Alatau a huge number of medicinal plants grows, the useful properties of which determine their use in folk medicine [1–3]. The genus includes widely distributed plant species with high decorative properties intended for gardening as valuable berry crops. Wild rosehip plants are of particular importance due to the rich biochemical composition of the fruits, which can be important sources of biologically active compounds for food fortification.

Often used by the local population in medicine, the prickly rose (*Rosa acicularis* Lindl) is quite widespread in the territory of the Dzungarian Alatau. The distribution area of *Rosa acicularis* Lindl. is the valleys of rivers and mountain rivers at different mountain heights. According to the research, the length and biomass of shrubs depend on external factors that dominate the plant habitat. Low-growing shrubs of the prickly rose reach a height of 30 to 60 cm and are more common in areas with dry soil. *Rosa acicularis* reaches a height of 3 m and even higher in areas with well-moistened soil and access to sufficient light, especially in the valleys of rivers and lakes. In addition, the fruiting of the shrub depends on the favorability of external factors.

Most often, rosehip fruits are used, as they contain a large amount of active substances. The major bioactive compounds within rosehips is ascorbic acid. The fruits of cultivated rosehip species are characterized by a high content of vitamins C and P, the content of vitamin C in the fruit pulp ranges from 684 to 4215 mg per 100 g, which is 10–15 times higher than that of black currant berries [4]. Vitamin C concentrates from it are more effective than synthetic ascorbic acid.

According to the researchers, the average content of vitamins in the fruit from the middle and northern regions is 5 times higher than of species from the southern regions (5029 mg/100 g and 1027 mg/100 g, respectively). One explanation is that for this variety-in the middle and northern regions grow species rich in vitamin C: *Rosa cinnamomea* L., *R. acicularis* L., etc., and in the southern — *R. canina* L., which are

significantly inferior to other species in this indicator. In addition, the fruits of *R. canina* L. taken from mountain regions are richer in vitamin C than samples taken off the coast [5–7]. The amount of ascorbic acid varies significantly between the types of rosehip and the different parts of the fruit (pulp and seeds). The content of ascorbic acid in fruits is never constant, the difference in vitamin C content in fruits may depend on the plant species, variety, environmental factors, and altitude [8, 9].

Due to the characteristic useful properties of rosehip, it is widely used in all types of industry.

Rosehip can be called one of the most popular natural components used in folk medicine independently and in combination with other components. In the XX century rosehip became a medicinal and technical raw material when the high multiculturalism of the plant was revealed [10].

In addition to its unique healing properties, rosehip itself is a very beautiful plant and many people successfully use it as a hedge in their garden. Also, the growing consumer demand for natural and delicious food has made rosehip plants a popular natural product in Europe. Rosehip in the food industry is mainly used as a liquid extract to enrich the compositions of new food products [11]. Fresh and dried rosehip fruits are used for the production of fortified juices, purees, multivitamin concentrates: extracts, syrups, dragees. Rosehip fruits are commonly used in some European countries, especially in Germany, Poland, Portugal, Finland, Romania and Sweden as components of traditional herbal teas, marmalades, jams, food additives, and nectar [12, 13]. In addition, the fruit is used as an ingredient in probiotic drinks and yogurts.

High cold resistance, unpretentiousness to the soil composition, the biochemical composition of berries makes rosehip plants a very attractive decorative and berry crop for enriching the natural flora and horticulture of Kazakhstan.

Despite the use of many medicinal plants of the Dzungarian Alatau, including wild rose hips, by local residents the number of works on the species composition and characteristics of rose hips populations is small. Rational use of wild rosehip as a wild rose, especially as vitamin rich and forest-reclamation plants, is possible only with scientific knowledge of their species composition, understanding of biological properties that differ in accordance with different natural conditions of their growth. Therefore, the study of the distribution of medicinal rosehip plants is of great importance for the conservation of biological diversity, as well as for the rational use of biological resources.

Materials and methods

Objects: plants of the genus *Rosa* L, growing on the territory of the Dzungarian Alatau.

The state of the natural mountain vegetation cover was assessed using the normalized relative vegetation cover index (NDVI) (normalized difference-vegetation cover). To study the total vegetation cover of the Dzungarian Alatau the product temporarily Smoothed NDVI, eMODIS NDVI C6 of the Early Warning and Environmental Monitoring Program (early Warning and environmental monitoring program) was used [14]. It is built according to the Aqua satellite, the MODIS radiometer, from 2002 to the present, has a 10-day accumulation period and a resolution of 250 m.

When determining and describing the diversity and distribution of medicinal and food plants of rosehip, to identify representatives of the genus *Rosa* keys books and publications that distinguish different plants, sometimes accompanied by images of morphological features of the identified plants were used [15–17].

The distribution of species on the territory of the Dzungarian Alatau is given in accordance with the zoning adopted in the work of V.P. Goloskokov (1984), and the general distribution is given in accordance with the areas adopted in the 9-volume edition of «Flora of Kazakhstan» (1956–1966) [16, 18].

Results and discussion

The product eMODIS NDVI C6, available on the website of the Early Warning and Environmental Monitoring Program, was used to monitor the state of natural mountain plants of the Dzungarian Alatau. As a characteristic of the state of vegetation cover, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) of the Dzungarian Alatau was used for the period of July 11–20 of 2015, 2017 and 2020, which is quite stable. However, over the past three years they were characterized by fairly low values of NDVI, which indicates a negative dynamics of the plant's condition (Figure 1).

Due to the gradual degradation of the vegetation cover of the Dzungarian Alatau, the study of the distribution of economically valuable plants, including rosehip plants great valuable for the food and pharmaceutical industries, is of great relevance.

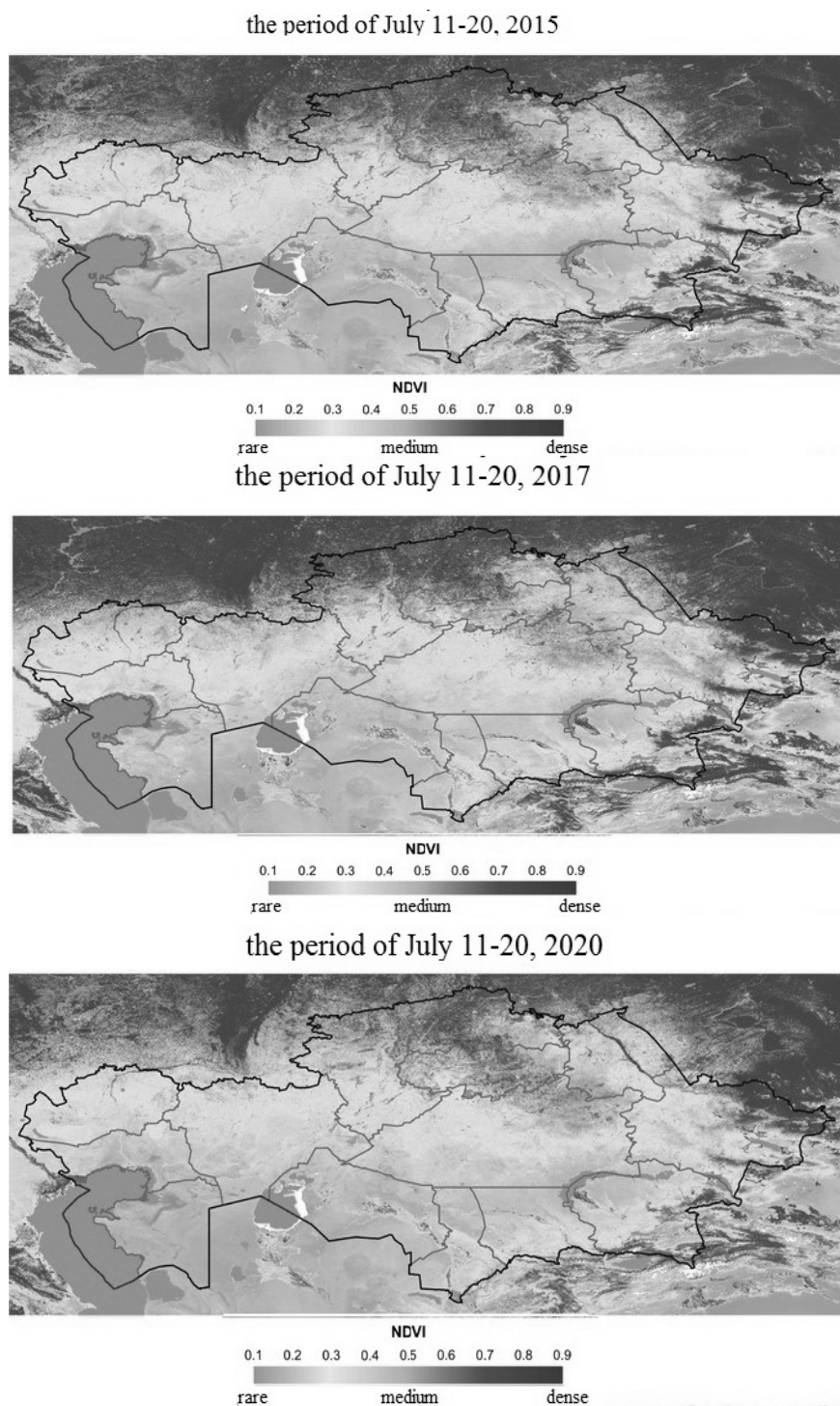


Figure 1. 2015–2020 development of mountainous areas of the Dzungarian Alatau. Dynamics of values of the NDVI growing index for the period of July (11–20 July)

Dzungarian Alatau is a mountain system, the flora of which has a mixed, transitional character. The place of this region in the botanical and geographical zoning is unclear. Various authors believe that the Tien Shan, Altai, and Dzungarian Alatau can be floristically independent mountain systems. The transitional nature of the flora of the Dzungarian Alatau indicates the presence of one type of vegetation with the southern and northern mountain systems of Central Asia, in particular with the Tarbagatai and Altai [7]. The natural forage resources of the Dzungarian Alatau are very rich, but they are not fully used and are often used irrationally. Large areas of natural landscapes, including Semirechye, are quickly developed for agricultural and industrial use. In these places the vegetation cover is sharply disturbed, and some rare

species can completely disappear. Therefore, it is necessary to develop recommendations that not only stop some negative phenomena in natural landscapes but also restore their original state.

Over the years of research, sharp fluctuations in temperature, humidity, and other climatic phenomena have been observed. Over the years of research the supply of plants with moisture during the growing season can be considered satisfactory.

At least 1,200 species belonging to 57 genera of the *Rosaceae* family are found in nature of the CIS countries.

As a result of the study of literature sources, it was found that out of 57 species of the *Rosaceae* family growing in the territory of the CIS countries, about 10 species of the genus *Rosa* L are found in the flora of the Dzungarian Alatau (Table 1):

1. *Rosa beggeriana* Schrenk.
2. *Rosa canina* L.
3. *Rosa platyacantha* Schrenk.
4. *Rosa laxa* Retz
5. *Rosa spinosissima* L.
6. *Rosa alberti* Regel
7. *Rosa schrenkiana* Crep.
8. *Rosa acicularis* Lindl.
9. *Rosa majalis* Herrm
10. *Rosa nanothamnus* Bouleng.

Table 1

Species of the genus *Rosa* L found in the flora of the Dzungarian Alatau

Species	Biological features
1	2
Steppe belt	
<i>Rosa platyacantha</i> Schrenk	Shrub up to 3 (4) m. The same large, small or hard sickle-shaped curved spikes; leaves 2–12 cm long, oval or round; fruits 0.5–1.4 cm long.
Shrubs and steppe belt	
<i>Rosa platyacantha</i> Schrenk	Shrub up to 3 (4) m. The same large, small or hard sickle-shaped curved spikes; leaves 2–12 cm long, oval or round; fruits 0.5–1.4 cm long.
<i>Rosa beggeriana</i> Schrenk.	The height is 1–2.5 m. the Thorns are bent. Young leaves are purple. The flowers are white, 30 pieces on the branches. The fruit is red, rounded, and resembles a pea about 1 cm in diameter.
<i>Rosa schrenkiana</i> Crep.	Shrub 1–1.5 m high, with branches with slightly curved bluish-green bark; spines thin, straight or slightly curved at the top, slightly flattened, oval; sepal very long, rises after flowering and remains when the fruit is ripe.
<i>Rosa acicularis</i> Lindley	Shrub up to 2 m, the bark of the trees is gray-brown; the stems and branches are straight, covered with rare slightly bent spines. Leaves up to 12 cm. hypanthia is elliptical, ovate or pear-shaped, rarely spherical, the sepal is directed upwards, the fruits are red
Shrubs belt	
<i>Rosa laxa</i> Retz	Shrub up to 2 m tall, bluish-green, with young thin and straight spines, on thick branches the spines are stiff, hook-shaped, low-curved or slightly upward; hypanthias are oval; fruits are rounded or elliptical, 12–18 mm in diameter
<i>R. spinosissima</i> L.	Bush height (30) 75 cm — 2 m. straight, thin, densely spiny branches; hypanthia rounded or slightly longer in width; fruits 6 — 14 mm., round, black in a ripe state
<i>Rosa nanothamnus</i> Bouleng.	Shrub height 1.5–2.5 m, spreading, prickly, very short branches; thorns straight, thin; leaves 1–5.5 cm long; flowers from 1 to 3, pink or white; fruits rounded or oval, sometimes glabrous, red.
<i>Rosa alberti</i> Regel	Shrub up to 1.5 m high, with long arched-pointed branches; spines are thin, straight; hypanthium is oval, elliptical or bottle-shaped; long, often smooth, individual leaf of the flower bowl, slightly expanded at the top; fruits are oval or elliptical, up to 1.5 cm long.
Spruce forest	
<i>Rosa beggeriana</i> Schrenk	The height is 1–2.5 m; the thorns are bent; young leaves are purple; the flowers are white, 30 pieces on the branches; the fruit is red, rounded, and resembles a pea about 1 cm in diameter.

1	2
Valley of mountain rivers	
<i>Rosa canina</i> L.	Shrub 1.5–2 m high, with arched branches covered with green or red-brown bark; spines small, hard, sickle-shaped, curved; 5–7 leaves, large, usually elliptical, up to 5 cm long, pointed, glabrous; fruits rounded or elongated-oval, bright or red.
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	Shrub is up to 2 m tall, with thin branches covered with brown-red bark, with a rare hard crescent-shaped crest; the leaves are complex, with a total length of up to 7 cm. The flowers are large, 3–7 cm in diameter; the sepal is whole, narrow, up to 3 cm long; the fruits are rounded, rarely oval or elliptical, orange or red in color

Among the species identified in the Dzungarian Alatau regions, *Rosa canina* L., *Rosa beggeriana* Schrenk., *R. acicularis* Lindl. and *Rosa majalis* Herrm species have an important economic significance and is distributed in the region, they are found in the wild in all administrative districts, among which people can choose promising productive forms with a complex of economically valuable features.

Conclusions

As a result of the study of literature sources, it was found that out of 57 species of the *Rosaceae* family growing in the territory of the CIS countries, about 10 species of the genus *Rosa* L. (*R. beggeriana*, *R. canina*, *R. platyacantha*, *R. laxa*, *R. spinosissima*, *R. alberti*, *R. schrenkiana*, *R. acicularis*, *Rosa nanothamnus*, *R. majalis*). According to the research results, the most suitable for breeding work are large-fruited, widespread and vitamin-rich plants. In Dzungarian Alatau the most common rosehip is considered to be the prickly rose.

References

- Potter D. Phylogeny and classification of Rosaceae / D. Potter, T. Eriksson, R.C. Evans, S. -H. Oh, J.E.E. Smedmark, D.R. Morgan, M. Kerr, K.R. Robertson, T.A. Dickinson, C.S. Campbell // Plant systematics and evolution. — 2007. — Vol. 266, № 1. — P. 5–43. <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-007-0539-9>
- Айдарбаева Д.К. Растительные ресурсы Казахстана и их рациональное использование: учеб. пос. / Д.К. Айдарбаева. — Караганда: Акнур, 2019. — 192 с.
- Baitasheva G.U. Drug types of *Rosaceae* in Kazakhstan / G.U. Baitasheva, Zh. B. Ashirova // Вестн. Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. — 2018. — Т. 3. № 4 (23). — С. 51–54.
- Ильин В.С. Шиповник, клюква и другие редкие культуры сада: моногр. / В.С. Ильин. — Челябинск: ЮУНИИСК, 2017. — 318 с.
- Najda A.B. Morphological and chemical characteristics of fruits of selected *Rosa* sp / A.B. Najda // Modern Phytomorphology. — 2013. — Vol. 3. — P. 99–103. <http://doi.org/10.5281/zenodo.161996>
- Elmastaş M. Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening / M. Elmastaş, A. Demira, N. Gença, U. Dölek, M. Güneşç // Food Chemistry. — 2017. — Vol. 235. — P. 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.004>
- Małgorzata M. Biochemical and morphometric analysis of *Rosa tomentosa* and *Rosa rubiginosa* during application of liquid culture systems for in vitro shoot production / M. Małgorzata, M. Warchoń, E. Kwaśniewska, B. Pawłowska // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. — 2017. — Vol. 92. — № 6. — P. 606–613. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1324744>
- Oprica L. Ascorbic acid content of Rosehip fruit depending on altitude / L. Oprica, C. Bucsa, M.M. Zamfirache // Iranian journal of public health. — 2015. — Vol. 44, № 1. — P. 138–139.
- Bilgin N. Fruit Pomological, Phytochemical Characteristic and Mineral Content of Rosehip Genotypes / N. Bilgin, A. Mısırlı, F. Şen, B. Türk // International Journal of Food Engineering. — 2020. — Vol. 6, № 1. — P. 18–23. <http://dx.doi.org/10.18178/ijfe.6.1.18-23>
- Kikuchi H. Rosehip inhibits xanthine oxidase activity and reduces serum urate levels in a mouse model of hyperuricemia / H. Kikuchi, S. Kogure, R. Arai, K. Saino, A. Ohkubo, T. Tsuda, K. Sunaga // Biomedical Reports. — 2017. — Vol. 6, № 5. — P. 539–544. <https://doi.org/10.3892/br.2017.888>
- Patel S. Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review / S. Patel // Trends in Food Science & Technology. — 2017. — Vol. 63. — P. 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.001>
- Nybmom H. Realizing the potential of health-promoting rosehips from dog roses (*Rosa* sect. *caninae*) / H. Nybmom, G. Werlemark // Current Bioactive Compounds. — 2017. — Vol. 13, № 1. — P. 3–17. <http://doi.org/10.2174/1573407212666160607090635>
- Polumackanycz M. Phenolic Composition and Biological Properties of Wild and Commercial Dog Rose Fruits and Leaves / M. Polumackanycz, M. Kaszuba, A. Konopacka, U. Marzec-Wroblewska, M. Wesolowski, K. Waleron, A. Bucinski, A. Viapiana // Molecules. — 2020. — Vol. 25, № 22. — P. 5272. <https://doi.org/10.3390/molecules25225272>
- Электронный ресурс. Режим доступа: <http://earlywarning.usgs.gov>

- 15 Байтенов М.С. Иллюстрированный определитель растений Казахстана / М.С. Байтенов, А.Н. Васильева, А.П. Гамаюнова. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1969. — С. 517–521.
- 16 Флора Казахстана. — Т. 1–9. — Алма-Ата: Наука, 1956–1966.
- 17 Байтенов М.С. Флора Казахстана. — Т. 2. Родовой комплекс флоры / М.С. Байтенов. — Алматы: Ғылым, 2001. — 280 с.
- 18 Голоскоков В.П. Флора Джунгарского Алатау (конспект и анализ) / В.П. Голоскоков. — Алма-Ата: Наука, 1984. — 222 с.

А.С. Канаев, Р.К. Карипбаева, А.Н. Турлыкожа

Жоңғар Алатауы жағдайындағы *Rosa L.* тұқымының әртүрлілігі

Мақалада Жоңғар Алатауы аумағында өсетін *Rosa L.* тектес өсімдіктер ұсынылған және сипатталған. Әдеби дереккөздерді зерттеу нәтижесінде ТМД елдерінде өсетін Rosaceae тұқымдасының 57 түрінің 10-ға жуық түрі *Rosa L.* (*R. beggeriana* Schrenk, *R. canina* L., *R. platyacantha* Schrenk, *R. laxa* Retz., *R. spinosissima* L., *R. alberti* Regel, *R. schrenkiana* Среп., *R. acicularis* Lindl., *R. majalis* Herrm, *R. nanothamnus* Bouleng) анықталған. Бағдарламаның көмегімен 2015, 2017 және 2020 жылдардағы Жоңғар Алатауының өсімдік жамылғысының жағдайы зерттелді. Бұл тау жүйесінің өсімдіктер қауымдастығының біртіндеп тозуы анықталды.

Кілт сөздер: *Rosa L.*, алуан түрлілік, дәрілік өсімдік, итмұрын, Жоңғар Алатауы.

А.С. Канаев, Р.К. Карипбаева, А.Н. Турлыкожа

Разнообразие рода *Rosa L.* в условиях Джунгарского Алатау

В статье представлены и описаны растения рода *Rosa L.*, произрастающие на территории Джунгарского Алатау. В результате изучения литературных источников было установлено, что из 57 видов семейства розоцветных, произрастающих на территории стран СНГ, около 10 видов рода *Rosa L.* (*R. beggeriana* Schrenk, *R. canina* L., *R. platyacantha* Schrenk, *R. laxa* Retz., *R. spinosissima* L., *R. alberti* Regel, *R. schrenkiana* Среп., *R. acicularis* Lindl., *R. majalis* Herrm, *R. nanothamnus* Bouleng). С помощью программы также было изучено состояние растительного покрова Джунгарского Алатау за 2015, 2017 и 2020 гг. Определена постепенная деградация растительного сообщества этой горной системы.

Ключевые слова: *Rosa L.*, разнообразие, лекарственное растение, шиповник, Джунгарский Алатау, растительный покров.

References

- 1 Potter, D., Eriksson, T., Evans, R.C., Oh, S. -H., Smedmark, J.E.E., Morgan, D.R. & et al. (2007). Phylogeny and classification of *Rosaceae*. *Plant systematics and evolution*, 266 (1); 5–43. <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-07-0539-9>
- 2 Aydarbayeva, D.K. (2019). *Rastitelnye resursy Kazakhstana i ikh ratsionalnoe ispolzovanie [Plant resources of Kazakhstan and their rational use]*. Karaganda: Aknur [in Russian].
- 3 Baitasheva, G.U. (2018). Drug types of *Rosaceae* in Kazakhstan. *Vestnik Soveta molodykh uchenykh i spetsialistov Cheliabinskoi oblasti [Bulletin of the Council of Young Scientists and Specialists of the Chelyabinsk Region]*, 3, 4 (23); 51–54 [in Russian].
- 4 Ilin, V.S. (2017). *Shipovnik, kliukva i drugie redkie kultury sada [Rosehip, cranberry and other rare garden crops]*. Cheliabinsk: UYNISK [in Russian].
- 5 Najda, A.B. (2013). Morphological and chemical characteristics of fruits of selected *Rosa* sp. *Modern Phytomorphology*, 3; 99–103.
- 6 Elmastaş, M., Demira, A., Gença, N., Dölek, Ü. & Güneş, M. (2017). Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening. *Food Chemistry*, 235; 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.004>
- 7 Małgorzata, M., Warchoń, M., Kwaśniewska, E. & Pawłowska, B. (2017). Biochemical and morphometric analysis of *Rosa tomentosa* and *Rosa rubiginosa* during application of liquid culture systems for in vitro shoot production. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92 (6); 606–613. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1324744>
- 8 Oprica, L., Bucsa, C. & Zamfirache, M. M. (2015). Ascorbic acid content of Rosehip fruit depending on altitude. *Iranian journal of public health*, 44, 1; 138–139.
- 9 Bilgin, N., Mısırlı, A., Şen, F. & Türk, B. (2020). Fruit Pomological, Phytochemical Characteristic and Mineral Content of Rosehip Genotypes. *International Journal of Food Engineering*, 6 (1); 18–23. <http://dx.doi.org/10.18178/ijfe.6.1.18–23>

- 10 Kikuchi, H., Kogure, S., Arai, R., Saino, K., Ohkubo, A., Tsuda, T. & et al. (2017). Rosehip inhibits xanthine oxidase activity and reduces serum urate levels in a mouse model of hyperuricemia. *Biomedical reports*, 6 (5); 539–544. <https://doi.org/10.3892/br.2017.888>
- 11 Patel, S. (2017). Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*, 63; 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.001>
- 12 Nybom, H. & Werlemark, G. (2017). Realizing the potential of health-promoting rosehips from dog roses (*Rosa* sect. *caninae*). *Current Bioactive Compounds*, 13 (1); 3–17. <http://doi.org/10.2174/1573407212666160607090635>
- 13 Polumackanycz, M., Kaszuba, M., Konopacka, A., Marzec-Wroblewska, U., Wesolowski, M., Waleron, K. & et al. (2020). Phenolic Composition and Biological Properties of Wild and Commercial Dog Rose Fruits and Leaves. *Molecules*, 25 (22); 5272. <https://doi.org/10.3390/molecules25225272>
- 14 Electronic resources. Regime of access: <http://earlywarning.usgs.gov>
- 15 Bajtenov, M.S., Vasil'eva, A.N. & Gamajunova, A.P. (1969). *Illiustrirovannyi opredelitel rastenii Kazakhstana [Illustrated plant Determinant of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 16 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1956–1966). Alma-Ata, 1–9 [in Russian].
- 17 Baitenov, M.S. (2001). *Flora Kazakhstana. T.2. Rodovoi kompleks flory [Flora of Kazakhstan. Vol. 2. The genus complex of flora]*. Almaty: Gylym [in Russian].
- 18 Goloskokov, V.P. (1984). *Flora Dzhungarskogo Alatau. (Konspekt i analiz) [Flora of the Dzhungarian Alatau: conspectus and analysis]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

К.Д. Кенжина*, А.К. Ауельбекова

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қазақстан

**Хат-хабарларға арналған автор: k29k29d13@mail.ru*

«Бұйратау» МҰТС сирек, жойылып бара жатқан және эндемик өсімдіктерінің биоэкологиялық ерекшеліктері мен шаруашылық маңызы

Мақалада Қазақстан Республикасында реттілігі бойынша ең соңғы ашылған «Бұйратау» Мемлекеттік ұлттық табиғи саябағының (МҰТС) түтікті өсімдіктерінің ерекше топтары: сирек, жойылып бара жатқан және эндемик өсімдіктерінің биоэкологиялық ерекшеліктері мен шаруашылық маңызына баға беруге арналған. Авторлар мақалада әртүрлі негізгі ғылыми әдістер арқылы анықталып, ғылыми әдебиет көздерінің ақпараттары негізінде жинақталған мәліметтерді жүйелеп, нақты зерттеулер құрастырған. Осы зерттеулер нәтижесі бойынша «Бұйратау» МҰТС сирек және жойылып бара жатқан 24 түрлі өсімдіктердің, Қызыл кітапқа енген 10 түрлі өсімдіктердің және эндемик 7 түрлі өсімдіктердің нақты биоэкологиялық, экономикалық сипаты берілген. Зерттеу нысанының соңғы жылдардағы зерттеу нәтижелеріне сәйкес, аумақта түтікті өсімдіктердің 75 тұқымдас пен 288 туысқа жататын 610 түрі анықталған. Осы аталғандардың ішінде эндемиктердің — 5 тұқымдасқа, 6 туысқа жататын 7 түрі таралған. Бұл жалпы Орталық Қазақстанда бар эндемик өсімдіктердің 1/4 бөлігі. Ал Қызыл кітапқа енген 387 түрдің 10-ы осы аумақта кездеседі. Сондай-ақ, бұл аумақта сирек кездесетін өсімдіктер саны бүгінде 24-ке жеткен. Бұлардың ішінде тек Қарағанды облысы ғана емес, жалпы Қазақстан бойынша сирек кездесетін түрлер де бар.

Кілт сөздер: эндемик, сирек кездесетін, жойылып бара жатқан, антропогендік фактор, биоэкологиялық, экономикалық бағалы.

Kipicne

Соңғы кезеңдердегі қоршаған ортаға антропогендік ықпалдың артуы, соның салдарынан экологиялық мәселелердің туындауы ғаламдық адамзатты айтпағанда, жергілікті халықтың жаппай алаңдатушылығын тудыруда. Осы тақырып шеңберіндегі әр ғылыми ізденіс жұмыстарының өзектілігі, мазмұны мен құндылығы күн санап артуда. Ерекше қорғауға алуды өсімдіктердің тек жекелеген түрлері ғана емес, сондай-ақ, өсімдіктер жамылғысының тұтас кешендері де қажет етеді. Табиғатқа антропогендік әсер, яғни, адамның саналы да, санасыз да қоршаған ортаға кері әсер етіп, және сол әрекеттер нәтижесінде қоршаған орта мен табиғи ландшафттардың өзгеруін тудыруы. Қарқынды түрде мал жаю, шөп шабу, жер жырту салдарынан табиғи кешендердің саны өте қатты қысқаруда. Ал аман қалғандары адам назарын аударып, әртүрлі мақсатта жаппай жинау әсерінен біртіндеп жойылуда [1].

«Бұйратау» МҰТС территориясында декоративті маңыздағы Қызыл кітапқа енген, сирек және жойылып бара жатқан түрлер мен эндемик өсімдіктер тобы өте көп. Олар ландшафттардың сәні, сондай-ақ, түтікті өсімдіктердің бай және бағалы генофондын сақтаудың ажырамас бөлігі болып табылады. Соңғы жылдары саябақ территориясына антропогендік фактордың әсерін әлсіз деуге де болады, себебі жергілікті, аймақтық халық тығыздығы мен шаруашылық әрекетін жүргізу белсенділігі төмендеген. Негізгі антропогендік жүктеме үй малын жаю негізінде түседі [2].

Соңғы кезеңдердегі зерттеулер нәтижесі бойынша территорияның көп бөлігінде антропогендік фактор әсерінен өсімдіктердің бұзылуының әлсіз және орташа деңгейі байқалған. Бүгінде өсімдіктер, соның ішінде эндемик түрлердің генофондын сақтау мен тиімді пайдалану мәселесі өзекті маңызға ие болды. Өсімдіктер ресурстарын пайдалану масштабының артуы жекелеген өсімдіктер қауымдастықтары мен олардың компоненттерінің өзгеріске ұшырауына, ал кейбір түрлердің жойылу қаупіне ұшырауына себеп болды. Бұл жағдайда әсіресе, жоғары декоративтік сапаға ие эндемик өсімдіктер осал болды. Жергілікті халықтың шаруашылық мақсатына, мысалы дәрілік шикізат, сабын тамырының сабын жасау үшін және т.б. пайдаланылатын кейбір эндемик түрлердің популяциялары қысқаруда [3].

Антропогендік фактор әсерінен эндемик түрлердің мекен ету ортасы жағдайының өзгеруі, ареалдың қысқаруына әкелуі мүмкін. Мұның салдарын елестету қиын және бұл саябақ территориясындағы түрлік қорғауды ұйымдастыруда қатты қиындықтар тудырады [4].

Сол себептен де біздің алдымызға қойған мақсатымыз «Бұйратау» МҰТС сирек, жойылып бара жатқан және эндемик өсімдіктерінің биоэкологиялық ерекшеліктері мен олардың шаруашылық маңызын зерттеу болып табылады.

Зерттеу жалпы қабылданған әдістер бойынша жүргізілді. Зерттеу жүргізген кезде, толық сенімді және салыстырмалы нәтижелер алуға мүмкіндік беретін жалпы қабылданған әдістер қолданылды. Экологиялық топтарға бөлу топырақ ылғалдылығына байланысты анықталды. Өмірлік формасының сараптамасы И.Г. Серебряковтың әдісі бойынша жүргізілді. Молдылық дәрежесін анықтау үшін шөптесін өсімдіктер жамылғысын көз мөлшермен анықтауға болатын О. Друде шкаласы пайдаланылды. Шаруашылықта бағалы түрлерді анықтау Н.В. Павловтың жұмысына сәйкес жүргізілді. Пайдалы өсімдіктердің флорасын сараптау кезінде келесідей топтар бөлінді: азықтық, тамақтық, сәнді, балды, эфир майлы және техникалық.

Қазіргі уақытта «Бұйратау» МҰТС түікті өсімдіктерінің таксономиялық тізімі 610 түрге жататын, 288 туысқа енген 75 тұқымдастан тұрады. Мұндағы басым болып, күрделігүлділер, қонақот, сабынкөк, бұршақ, қырыққабат және қалампыр тұқымдастары табылады. Басым туыстарға: жусан, тал, қазтабан, бөденешөп және жуа жатады [5].

Зерттеу нәтижесінде анықталғандай, Қазақстан Республикасында эндемик өсімдік түрлеріне 44 тұқымдас, 165 туысына жататын 677 түрі, Орталық Қазақстанда 21 тұқымдас, 57 туысына жататын 101 түрі және «Бұйратау» МҰТС эндемик өсімдік түрлерінен 5 тұқымдас, 6 туысына жататын 7 түрі бар. Олар төмендегі кестеде берілген (кесте 1).

Кесте 1

Эндемик өсімдік түрлеріне салыстырмалы сипаттама

Эндемик өсімдіктердің таралуы	Тұқымдас саны	Туыс саны	Түр саны
Қазақстан Республикасында	44	165	677
Орталық Қазақстанда	21	57	101
«Бұйратау» МҰТС	5	6	7

Өсімдіктердің эндемик түрлері флора компоненті болып табылады және әртүрлі экологиялық зерттеулерді жүргізгенде ескерілуі тиіс. Олардың көбісі әртүрлі аймақтардың Қызыл кітабына енген және ресми түрде заңмен қорғауға алынған (кесте 2) [6].

Кесте 2

«Бұйратау» МҰТС өсімдіктерінің эндемик түрлерінің құрамы

Тұқымдас	Туыс	Түр
Қайындар — <i>Betulaceae</i>	Қайың — <i>Betula</i>	Қызыл қайың
Сүттігендер — <i>Euphorbiaceae</i>	Сүттіген — <i>Euphorbia</i>	Ұсақ жемісті сүттіген
Шатыргүлдер — <i>Apiaceae</i>	Сілет — <i>Trinia</i>	Бұдырлы сілет
Ерінгүлдер — <i>Lamiaceae</i>	Жебір, жебіршөп (тасшөп) — <i>Thymus</i>	Жалаң жебіршөп
Ақкекіре, жұлдызгүл, қашқаргүлдер — <i>Asteraceae</i>	Түймебас — <i>Serratula</i> Алатұқым — <i>Phalacrachena</i>	Қырғыз түймебасы Тілімденген түймебас Тақыр алатұқым

Зерттеу нәтижесінде зерттеліп отырған дәрілік өсімдіктерді өмір сүру формасына қарай бөлген кезде: 1 — ағаш, 1 — жартылай бұташық, 4 — көп жылдық шөптесінді және 1 — екі жылдық болып есептелінді (кесте 3). Сонымен қатар осы кең таралған дәрілік өсімдіктердің суға байланысты экологиялық топтары жіктелді.

Зерттеу барысында кең таралған дәрілік өсімдіктердің ішінде экологиялық топтарға жіктеген кезде мезоксерофиттердің басымырақ кездескені байқалды, ол топырақтың бетіне жауын-шашынның түсуімен байланысты болды. Ал жіктеу барысында 1 — ксерофиттер, 1 — ксеромезофит, 2 — мезоксерофиттер және 3 — мезофиттер кездесті [7].

«Бұйратау» МҰТС эндемик өсімдіктерінің биоэкологиялық көрсеткіштері

№	Түр атауы	Тіршілік формасы	Молдылығы (Друде б/ша)	Ылғалдылығына байланысты	Жарыққа байланысты	Тұзды ортада мекен етушілер
1	Қызыл қайың <i>B.kirghisorum</i> Береза киргизская	Ағаш	Sp	Мезофит, ылғалсүйгіш		
2	Ұсақ жеміс сүттіген <i>Euphorbia microcarpa</i> Молочай мелкоплодный	Көпжылдық шөптесін	Sp	Ксеромезофит		
3	Бұдырлы сілет <i>Trinia muricata</i> Триния шершавая	Екіжылдық шөптесін	Sp	Мезофит		
4	Жалаң жебіршөп <i>Thymus rasitatus</i> Тимьян бритый	Жартылай бұташық	Sol	Ксерофит	Петрофит	
5	Қырғыз түймебасы <i>Serratula kirghisorum</i> Серпуха киргизская	Көпжылдық	Sol	Мезоксерофит		Сортаңдау, сазды-тасты далада өседі
6	Тілімденген түймебас <i>Serratula dissecta</i> Серпуха рассеченная	Көпжылдық	Sol	Мезофит, эфемероид		
7	Тақыр алатұқым <i>Phalacrachena calva</i> Лысосемянник лысый	Көпжылдық	Sol	Мезоксерофит		

Зерттелуші территорияда Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енген: 4 тұқымдастың, 7 туысына жататын 10 түрлі өсімдіктер өседі. Олардың тіршілік ету ортасы мен шаруашылық маңызы да анықталған [8]. Ерекше қорғауға алынған аумақ болғандықтан, ол түрлердің бүгінде көбеюі қатаң қадағаланып, бақылануда. Осы аталған өсімдіктердің түрлік құрамы төмендегі кестеде берілген (кесте 4).

«Бұйратау» МҰТС өсімдіктерінің Қызыл кітапқа енген түрлерінің құрамы

Тұқымдас	Туыс	Түр
1	2	3
Қайындар <i>Betulaceae</i>	Қандыағаш <i>Alnus</i>	Жабысқақ қандыағаш <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. Ольха клейкая
	Қайың <i>Betula</i>	Қызыл қайың <i>Betula Kirghisorum</i> Sav. — Rysz. Береза киргизская
Сарғалдақтар <i>Ranunculaceae</i>	Сарғалдақ <i>Adonis</i>	Еділ жанаргүлі <i>Adonis wolgensis</i> Stev. Адонис волжский
		Түкті (үлпілдек) жанаргүл <i>Adonis villosa</i> Lebed. Адонис пушистый
		Көктем жанаргүлі <i>Adonis vernalis</i> L. Адонис весенний
	Кестежусан <i>Pulsatilla</i>	Ашық кестежусан <i>Pulsatilla patens</i> Mill. Прострел раскрытый
Сарғылт кестежусан <i>Pulsatilla flavescens</i> (Zucc.) Juz. Прострел желтеющий (желтоватый)		

1	2	3
Лалагүлділер <i>Liliaceae, Melanthiaceae</i>	Қызғалдақ <i>Tulipa</i>	Жатаған қызғалдақ <i>Tulipa patens</i> Agardh. ex Schult. et Schult. fil. Тюльпан поникающий
	Қарғакез <i>Paris</i>	Кәдімгі қарғакез <i>Paris quadrifolia</i> L. Вороний глаз обыкновенный
Астық тұқымдастар <i>Poaceae</i>	Қау <i>Stipa</i>	Қауырсын қау <i>Stipa pennata</i> L. Ковыль перистый.

Жалпы зерттеліп отырған өсімдіктердің молдылығын зерттеу нәтижесінде өте көп кездескені — 1, көбірек кездескені — 1, аз кездескені — 8 болды (кесте 5).

Кесте 5

«Бұйратау» МҰТС Қызыл кітапқа енген өсімдіктерінің биоэкологиялық көрсеткіштері

№	Түр атауы (қазақша, латынша, орысша)	Тіршілік формасы, шаруашылық маңызы	Молдылығы (Друде б/ша)	Ылғалдылыққа байланысты тіршілік ортасы	Жарыққа байланысты, тіршілік ортасы	Тұзды ортада мекен етушілер	Ерекшелігі
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Жабысқақ қандыағаш <i>Alnus glutinosa</i> Ольха клейкая	<i>Ағаш, сирек түр;</i> Дәрілік, тері өндірісінде — тері илеу, бояу, ағаш өңдеу және т.б.	Сор ₂	<i>Ылғалсүйгіш, гигрофит;</i> ылғалдылығы мол ортада: батпақтанған ормандар, өзен алқабы, ойысты батпақтарда және т.б.	<i>Жарықсүйгіш,</i> көлеңкеге төзімді; орманды дала, дала зоналарына тән орман өсімдігі		80–100 жылға дейін өмір сүреді
2	Қызыл қайың <i>Betula kirghisorum</i> Береза киргизская	<i>Ағаш, эндемик,</i> дәрілік, халық медицинасында, тағамдық, эфир майлы	Sp	<i>Ылғалсүйгіш;</i> аралдық қарағай ормандары, далалық ойыстар	<i>Жарықсүйгіш,</i> микротерм, мезотроф		
3	<i>Еділ жанаргүлі</i> <i>Adonis wolgensis</i> Адонис волжский	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> дәрілік, декоративті	Sol	<i>Мезофит;</i> Шоқыаралы аңғарлар ойыстар, әртүрлі-бозды далалар	Орман жиегінде, құрғақ шалғындарда		
4	Түкті (үлпілдек) жанаргүл <i>Adonis villosa</i> Адонис пушистый	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> халық мед., балды	Sp	<i>Мезофит</i>	Төбелердің тасты беткейлері		
5	Көктем жанаргүлі <i>Adonis vernalis</i> Адонис весенний	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> дәрілік	Sp	<i>Мезофит</i>	Орман жиегінде, құрғақ шалғындарда		100 жылға дейін
6	Ашық кестежусан <i>Pulsatilla patens</i> Прострел раскрытый	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> халық мед., улы	Sp	<i>Мезоксерофит</i>	<i>Жарықсүйгіш,</i> қылқан жапырақты ормандар мен құрғақ беткейлер		
7	Сарғылт кестежусан <i>Pulsatilla flavescens</i> Прострел желтеющий (желтоватый)	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> декоративті, хал.мед., улы	Sp	<i>Мезоксерофит</i>	<i>Жарықсүйгіш,</i> тасты, құрғақ беткейлер		
8	Жатаған қызғалдақ <i>Tulipa patens</i> ex Schult. et Schult. fil.	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> декоративті	Sp	<i>Ксерофит</i>	<i>Жарықсүйгіш,</i> тасты дала-ларда, өзен	Сортаң топырақта жиі кездеседі	

1	2	3	4	5	6	7	8
	Тюльпан поникающий,				жағалауы бойндағы жалаңаш тастарда		
9	Кәдімгі қарғакөз <i>Paris quadrifolia</i> Вороний глаз обыкновенный	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> халық мед., улы	Sp	Орманның ылғалды топырақтары, бұталар мен өзен жағалауы	Жартылай көлеңкеде		
10	Қауырсын қау <i>Stipa pennata</i> Ковыль перистый	<i>Көпжылдық шөптесін,</i> декоративті, малазықтық	Sp	<i>Мезофит</i> Шалғынды-далалық жағдай индикаторы, шектен тыс ылғалдылыққа төзбейді	<i>Жарықсүйгіш,</i> күрғақ, тасты жерлер		75 жылға дейін

Бүгінде саябақ қызметкерлері территорияны зерттей келе Қызыл кітапқа енген өсімдіктердің 12 тұқымдасқа кіретін, 22 туысқа жататын 24 сирек және жойылып бара жатқан түрлерін анықтаған. Олардың түрлік құрамының тізімі төмендегі кестеде берілген (кесте 6).

Кесте 6

«Бұйратау» МҮТС өсімдіктерінің сирек және жойылып бара жатқан түрлерінің құрамы

Тұқымдас	Туыс	Түр
1	2	3
Қайыңдар <i>Betulaceae</i>	Қандыағаш — <i>Alnus</i>	Жабысқақ қандыағаш — <i>Alnus glutinosa</i> — Ольха клейкая
	Қайың — <i>Betula</i>	Қызыл қайың — <i>Betula kirghisorum</i> — Береза красная
Сарғалдақтар <i>Ranunculaceae</i>	Кестежусан — <i>Pulsatilla</i>	Ашық кестежусан — <i>Pulsatilla patens</i> — Прострел раскрытый
	Қалтагүл — <i>Caltha</i>	Батпақ қалтагүлі — <i>Caltha palustris</i> — Калужница болотная
Астық тұқымдастар <i>Poaceae</i>	Қау — <i>Stipa</i>	Қауырсын қау (жусан) — <i>Stipa pennata</i> — Ковыль перистый
	Қонакот — <i>Poa</i>	Селдір қоңырбас (қоңырот) — <i>Poa remota</i> — Мятлик расставленный
Лалагүлділер <i>Liliaceae</i>	Қызғалдақ — <i>Tulipa</i>	Жатаған қызғалдақ — <i>Tulipa patens</i> — Тюльпан поникающий
	Қарғакөз — <i>Paris</i>	Кәдімгі қарға көз — <i>Paris quadrifolia</i> — Вороний глаз
Раушан гүлділер <i>Rosaceae</i>	Алхоры — <i>Prunus</i>	Аласа бадам — <i>Amygdalus nana</i> — Миндаль низкий
Күрделі гүлділер <i>Asteraceae</i>	Жусан — <i>Artemisia</i>	Сұр жусан — <i>Artemisia glauca</i> — Полынь серая
		Жалпақ жапырақты жусан — <i>Artemisia latifolia</i> — Полынь широколистная
	Кәді — <i>Crepis</i>	Сібір кәді — <i>Crepis sibirica</i> — Скерда сибирская
Кіресгүлділер <i>Brassicaceae</i>	Қышабас — <i>Barbarea</i>	Имек қышабас — <i>Barbarea arcuata</i> — Сурепка изогнутая
	Баймана — <i>Cardamine</i>	Қысыңқы қышабас — <i>Barbarea stricta</i> — Сурепка сжатая
Қалампырлар <i>Caryophyllaceae</i>	Қалампыр — <i>Dianthus</i>	Тікенек қалампыр — <i>Dianthus acicularis</i> — Гвоздика колючая
	Аққаңбақ — <i>Gypsophila</i>	Тас аққаңбақ — <i>Gypsophila rupestris</i> — Качим скальный
	Байтүз — <i>Lychnis</i>	Байтүз — <i>Lychnis chalconica</i> — Зорька обыкновенная
	Ешкімия — <i>Silene</i>	Майысқан ешкімия — <i>Silene incurvifolia</i> — Смолёвка искривленная
Ерінгүлділер <i>Lamiaceae</i>	Жалбыз — <i>Glechoma</i>	Барқыт жалбыз (шырмауық будра) — <i>Glechoma hederacea</i> — Будра плющевидная
	Топырақбас — <i>Prunella</i>	Кәдімгі топырақбас — <i>Prunella vulgaris</i> — Черноголовка обыкновенная
Қыраноттар <i>Hypolepidaceae</i>	Қыранот — <i>Pteridium</i>	Қарағай қыраноты — <i>Pteridium pinetorum</i> — Орляк сосняковый

1	2	3
Сабынкөктер <i>Scrophulariaceae</i>	Сабынкөк — <i>Scrophularia</i>	Қанатты сабынкөк — <i>Scrophularia alata</i> — Норичник крылатый
Бұршақ тұқымдас <i>Fabaceae</i>	Айбатмия — <i>Sphaerophysa</i>	Сортаң айбатмия — <i>Sphaerophysa salsula</i> — Сферофиза солонцовая

«Бұйратау» МҰТС сирек және жойылып бара жатқан өсімдіктерінің биоэкологиялық көрсеткіштерін зерттей келе, 24 түрдің ішінде тіршілік формасына қарай көпжылдық өсімдіктер басымырақ кездесті және ылғалдылығына байланысты мезофиттер көп кездесті (кесте 7).

Кесте 7

«Бұйратау» МҰТС сирек және жойылып бара жатқан өсімдіктерінің биоэкологиялық көрсеткіштері

	Түр атауы	Тіршілік формасы	Молдылығы (Друде бойынша)	Ылғалдылығына байланысты	Жарыққа байланысты	Тұзды ортада мекен етушілер
1	2	3	4	5	6	7
1	Жабысқақ қандыағаш <i>Alnus glutinosa</i> Ольха клейкая	<i>Ағаш</i> , малазық, дәрілік, халық мед., декоративті, мелиорац.	Қандыағаш ассоциациясында — Сор ₂ Өртүрлі шөпті-қайың ассоциациясында — sol	<i>Ылғалсүйгіш, гигрофит мезофиттілігі басым</i>	<i>Жарықсүйгіш</i>	
2	Қызыл қайың <i>Betula kirghisorum</i> Береза красная	<i>Ағаш</i> , дәрілік, халық мед., тағамдық, эфир майлы	Sp	<i>Ылғалсүйгіш</i>	<i>Көлеңкеге төзімді</i>	
3	Ашық кестежусан <i>Pulsatilla patens</i> Прострел раскрытый	<i>Көпжылдық шөптесін, геофит</i> (улы), халық мед.	Sp	<i>Мезоксерофит, ылғалсүйгіш</i>	<i>Көлеңкеге төзімді</i>	
4	Қауырсын қау (жусан) <i>Stipa pennata</i> Ковыль перистый	<i>Көпжылдық шөптесін</i> , малазық	Sp	<i>Ксероморфты дақыл</i>		
5	Жатаған қызғалдақ <i>Tulipa patens</i> Тюльпан поникающий	<i>Көпжылдық шөптесін</i> , декоративті, тағамдық, дәрумен	Sp	Ылғалсүйгіш ксерофит, ксеропетрофит	Көлеңкеге төзімді	Сортаң жерде жиі кездеседі
6	Аласа бадам <i>Amygdalus nana</i> Миндаль низкий	<i>Бұта</i> , декоративті, майлы, дәрумен	Sp	<i>Ксерофит, құрғақшылыққа төзімді</i>	<i>Жарықсүйгіш, жартылай көлеңкеге төзімді</i>	
7	Сұр жусан <i>Artemisia glauca</i> Польнь серая	<i>Көпжылдық шөптесін</i> , эфир-майлы	Sp	<i>Мезофит, ылғалсүйгіш, өзеннің жарлауытты жағалауы</i>	<i>Ыстыққа, аязға төзімді</i>	Сортаңдау далалық шалғындар
8	Жалпақ жапырақты жусан <i>Artemisia latifolia</i> Польнь широколистная	<i>Көпжылдық шөптесін</i> , малазық, эфир майлы	Sp	<i>Мезофит</i>		
9	Кәдімгі қышабас сарыбас <i>Barbarea arcuate</i> Сурепка обыкновенная	<i>Көпжылдық шөптесін</i> , халық мед.	Sp	<i>Мезофит, мезотроф</i>	<i>Жартылай көлеңкеде өсе алады</i>	

1	2	3	4	5	6	7
10	Қысыңқы қышабас <i>Barbarea stricta</i> Сурепка сжатая	Екіжылдық шөптесін, малазық, дәрілік, балды, тағамдық	Sp	Гигрофит		
11	Батпақ қалтагүлі <i>Caltha palustris</i> Калужница болотная	Көпжылдық шөптесін (улы), халық мед.	Sp	Ылғалсүйгіш, гидрофит	Жарықсүйгіш, көлеңкеге төзімді	
12	Шыңкөтер баймана <i>Cardamine impatiens</i> Сердечник-недотрога	Екіжылдық шөптесін, дәрілік, балды, малазық, тағамдық	Sp	Ылғалсүйгіш, мезофит	Көлеңкеде өседі	
13	Сібір кәді <i>Crepis sibirica</i> Скерда сибирская	Көпжылдық шөптесін, балды, дәрілік, малазықтық	Sp	Мезофит	Жарықсүйгіш	
14	Тікенек қалампыр <i>Dianthus acicularis</i> Гвоздика колючая	Көпжылдық бұташық, декоративті, парфюмерия	Sol	Ксерофит	Құрғаққа төзімді	
15	Барқыт жалбыз (шырмауық будра) <i>Glechoma hederacea</i> Будра плющевидная	Көпжылдық шөптесін (улы), халық мед.	Cop ₂	Ылғалсүйгіш	Көлеңкеге төзімді	
16	Тас аққаңбақ ебеқаңбақ <i>Gypsophila rupestris</i> Качим скальный	Көпжылдық шөптесін, малазық, декоративті	Sol	Ксерофит, петрофит	Жарықсүйгіш	
17	Байтүз <i>Lychnis chalconica</i> Зорька обыкновенная	Көпжылдық шөптесін, техникалық дақыл, декоративті	Sp	Құрғаққатөзімді		
18	Кәдімгі қарға көз <i>Paris quadrifolia</i> Вороний глаз	Көпжылдық шөптесін (улы), дәрілік, декоративті	Sp	Мезофит, ылғалсүйгіш	Көлеңкеде өседі	
19	Селдір қоңырбас (көньрот) <i>Poa remota</i> Мятлик расставленный	Көпжылдық шөптесін, малазық	Sp	Ылғалсүйгіш	Жылусүйгіш	
20	Кәдімгі топырақбас <i>Prunella vulgaris</i> Черноголовка обыкновенная	Көпжылдық шөптесін (улы), дәрілік, халық мед., эфир-майлы, тағамдық, малазық	Sp	Мезофит, ылғалды топырақта өседі	Жарықсүйгіш, көлеңкеге төзімді	
21	Қарағай қыраноты <i>Pteridium pinetorum</i> Орляк сосняковый	Көпжылдық шөптесін папоротник, дәрілік, декоративті	Sp	Ылғалсүйгіш		
22	Қанатты сабынкөк <i>Scrophularia alata</i> Норичник крылатый	Көпжылдық шөптесін, балды, халық мед.	Sp	Ылғалсүйгіш		
23	Майысқан ешкі мия <i>Silene incurvifolia</i> Смолёвка искривленная	Көпжылдық шөптесін	Sp	Ксерофит, петрофит		
24	Сортаң айбатмия <i>Sphaerophysa salsula</i> Сферофиза солонцовая	Көпжылдық шөптесін (улы), дәрілік, малазық	Cop	Ылғалсүйгіш, ылғалды сортаң шалғындар, өзен жағалауы		Сортаң топырақта өседі

Зерттеу барысында кең таралған дәрілік өсімдіктердің ішінде экологиялық топтарға жіктеген кезде мезоксерофиттердің басымырақ кездескені байқалды, ол топырақтың бетіне жауын-шашынның түсуімен байланысты болды.

Қорыта келгенде, «Бұйратау» МҰТС эндемик өсімдік түрлерінің 5 тұқымдас, 6 туысқа жататын 7 түрі кездесті. Сонымен қатар, зерттеліп отырған дәрілік өсімдіктердің өмір сүру формасына қарай 4 — көп жылдық шөптесінді, 1 — аз ағаш, 1 — жартылай бұташық және 1 — екі жылдық болып келді. Ал ылғалдылығына байланысты жіктеу барысында 1 — ксерофиттер, 1 — ксеромезофит, 2 — мезоксерофиттер және 3 — мезофиттер кездесті. Зерттеу территориясында Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енген: 4 тұқымдастың, 7 туысқа жататын 10 түрлі өсімдіктер өсетіндігі анықталды [9].

Сондай-ақ, адамзат баласының тіршілік көзі болып есептелетін өсімдіктер дүниесін қорғау, оларға жанашырлықпен қарау республикамыздың әрбір тұрғындарының азаматтық борышы деп есептейміз.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Конвенция о сохранении биологического разнообразия. — Рио-де-Жанейро, 1992. — 54 с.
- 2 Ишмуратова М.Ю. Конспект флоры Государственного национального природного парка «Буйратау». Ч. 1. Хозяйственно-ценные растения: справоч. / М.Ю. Ишмуратова, Ф.М. Исмаилова, А.И. Минаков. — Караганда: Болашак-Баспа, 2015. — 58 с.
- 3 Куприянов А.Н. Конспект флоры Государственного национального парка «Буйратау» (горы Ерейментау, Центральный Казахстан) / А.Н. Куприянов, И.А. Хрусталева, Е.М. Габдуллин, Ф.М. Исмаилова // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2014. — Вып. 20. — С. 30–57.
- 4 Ишмуратова М.Ю. Эндемичные виды растений флоры Карагандинской области (Центральный Казахстан) / М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеукенова, А.Ш. Додонова, Е.А. Гаврилькова. — Караганда: Полиграфист, 2016. — 98 с.
- 5 Мукашева М.А. Оценка видового состава и современного состояния популяций лекарственных растений ГНПП «Буйратау». Отчет за 2018 / М.А. Мукашева, М.Ю. Ишмуратова. — Молодежный, 2019. — 49 с.
- 6 Минаков А.И. Флора и фауна Государственного национального природного парка «Буйратау» / А.И. Минаков, Ф.М. Исмаилова, И.А. Сағалиев, М.Ю. Ишмуратова, Г.К. Турлыбекова. — Караганда, 2019. — 152 с.
- 7 Айдарханова Г.С. Экологическая структура флоры ЦК мелкосопочника в пределах Буйратауского государственного национального природного парка / Г.С. Айдарханова, С.А. Кобланова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. — 2018. — № 17. — С. 5–7.
- 8 Хрусталева И.А. Новые и редкие растения для Центрального Казахстана / И.А. Хрусталева, А.Н. Куприянов // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. — 2014. — № 109. — С. 3–5.
- 9 Ишмуратова М.Ю. Отчет «Флора сосудистых растений ГНПП «Буйратау» / М.Ю. Ишмуратова, Ф.М. Исмаилова. — Молодежный, 2019. — 26 с.

К.Д. Кенжина, А.К. Ауельбекова

Биоэкологические особенности и хозяйственное значение редких, исчезающих и эндемичных видов растений ГНПП «Буйратау»

Статья посвящена оценке биоэкологических особенностей и хозяйственного значения редких, исчезающих и эндемичных растений, уникальных групп сосудистых растений Государственного национального природного парка «Буйратау» Республики Казахстан. Авторы на основе полученной информации из источников научной литературы систематизировали сведения, а также, используя определения различными основными ботаническими методами, составили настоящий научный конспект. По результатам данных исследований представлен фактически биоэкологический обзор, экономическая характеристика 24 видов редких и исчезающих растений ГНПП «Буйратау», из которых 10 видов растений занесены в Красную книгу и 7 видов эндемиков. Согласно результатам исследований, на территории выявлено 610 видов сосудистых растений, относящихся к 288 родам из 75 семейств. Среди названных эндемиков — 7 видов, относящихся к 5 семействам и 6 родам. Это 1/4 всего эндемичного растения, имеющегося в Центральном Казахстане. 10 из 387 видов, занесенных в Красную книгу, встречаются на этой территории. Кроме того, количество редких растений на этой территории сегодня достигло 24. Среди них редкие виды не только по Карагандинской области, но и по Казахстану в целом.

Ключевые слова: эндемик, редкие и исчезающие, антропогенный фактор, биоэкологический, экономически ценный.

Bioecological features and economic significance of rare, endangered and endemic plant species of the State Agricultural Enterprise “Buiratau”

The presented article is devoted to the assessment of the bioecological features and economic significance of rare, endangered and endemic plants, unique groups of vascular plants of the state National Nature Park «Buiratau», the Republic of Kazakhstan, opened relatively recently. The authors, systematized obtained from the sources of scientific literature, the information, as well as using the definitions of various basic scientific methods, have compiled this scientific work. Based on the results of these studies, an actual bioecological review and economic characteristics of 24 species of rare and endangered plants of the National Park «Buiratau», 10 species of plants listed in the Red Book and 7 species of endemics were compiled. According to the results of the research of the object and the research of recent years, 610 species of vascular plants belonging to 288 genera from 75 families were identified on the territory. Among the named endemics there are 7 species belonging to 5 families and 6 genera. This is 1/4 of the total endemic plant available in Central Kazakhstan. And 10 of the 387 species listed in the Red Book are found in this territory. Also, the number of rare plants in this area today has reached 24 species. Among them are species rare not only for Karaganda region but for whole Kazakhstan.

Keywords: endemic, rare and endangered, anthropogenic factor, bioecological, economically valuable.

References

- 1 Konventsiia o sokhraneniі biologicheskogo raznoobraziia [Convention on Biological Diversity]. (1992). Rio-de-Janeiro [in Russian].
- 2 Ishmuratova, M.Yu., & Ismailova, F.M. (2015). *Konspekt flory Gosudarstvennogo natsionalnogo prirodnogo parka «Buiratau». Chast. 1. Khoziaistvenno-tsennye rasteniia (spravochnik) [Conspectus of flora of State National Nature Park «Buiratau». Part 1. Practical-Useful plants (Guide)*. Karaganda: Bolashaq-Baspa [in Russian].
- 3 Kupriianov, A.N., Khrustaleva, I.A., Gabdullin, E.M. & Ismailova, F.M. (2014). *Konspekt flory Gosudarstvennogo natsionalnogo parka «Buiratau» (gory Ereimentau, Tsentralnyi Kazakhstan) [Conspectus of flora of State National park «Buiratau» (Mountains Buiratau, the Central Kazakhstan)]. *Botanicheskie issledovaniia Sibiri i Kazakhstana — Botanical study of Siberia and Kazakhstan*, 20; 30–57 [in Russian].*
- 4 Ishmuratova, M.Yu., Tleukenova, S.U., Dodonova, A.S. & Gavrilkova, E.A. (2016). *Endemichnye vidy rastenii flory Karagandinskoi oblasti (Tsentralnyi Kazakhstan) [Endemic plant species of the Karaganda regions' flora (the Central Kazakhstan)]*. Karaganda: Polygraphist [in Russian].
- 5 Murasheva, M.A. & Ishmuratova, M.Yu. (2019). *Otsenka vidovogo sostava i sovremennogo sostoianiia populiatsii lekarstvennykh rastenii GNPP «Buiratau». Otchet [Assessment of species composition and modern conditions of populations of medicinal plants of SNNP «Buiratau». Report for 2018]*. Molodezhnyi [in Russian].
- 6 Minakov, A.I., Ismailova, F.I., Sagaliyev, I.A., Ishmuratova, M.Yu. & Turlybekova, G.K. (2019). *Flora i fauna Gosudarstvennogo natsionalnogo prirodnogo parka «Buiratau» [Flora and fauna of state national park «Buiratau»]*. Karaganda [in Russian].
- 7 Aidarkhanova, G.S. & Koblanova, S.A. (2018). *Ekologicheskaiа struktura flory TsK melkosopohnika v predelakh Buiratauskogo gosudarstvennogo natsionalnogo prirodnogo parka [Ecological structure of flora of central-kazakhstanian lowland in the border of Buiratau state national natural park]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii — Problems of botany of southern Siberia and Mongolia*, 17; 5–7 [in Russian].*
- 8 Khrustaleyva, I.A. & Kupriianov, A. N. (2014). *Novye i redkie rasteniia dlia Tsentralnogo Kazakhstana [New and rare plants for the Central Kazakhstan]. *Sistematische zametki po materialam Gerbariia im. P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta — Systematic notes by materials of Herbarium named after P.N. Krylov of Tomsk state university*, 109; 3–5 [in Russian].*
- 9 Ishmuratova, M.Yu., & Ismailova, F.M. (2019). *Otchet «Flora sosudistykh rastenii GNPP «Buiratau» [Report «Flora of vascular plants of SNNP «Buiratau»]*. Molodezhnyi [in Russian].

Zh. Kozhabek^{1,2*}, M. Pang², Q. Zh. Zhao², J.Y. Yi², W.D. Huang²

¹*Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan;*

²*Reproductive medicine center, XinJiang JiaYin Hospital, Urumchi, China*

*Corresponding author: jaynahajabek@yahoo.com

Copy number variation in female infertility and candidate gene screening for common infertility-related diseases

To investigate the correlation between the gene copy number variation and female infertility we collected 3962 female infertility samples and analyzed copy number variation (CNV) using high-throughput sequencing technologies. In this study 269 CNVs were found in 246 samples, 17 of which were new CNVs. The occurrence of CNVs was mostly found in X chromosome, and some candidate genes related to female infertility were screened. We also found some high frequency CNVs, which contain important functional genes. This study filled the blank of CNV research on female infertility and discovered the characteristics of CNV (CNV preference, recurrent CNV), which provided genetic reference for female infertility.

Keywords: copy number variation, high-throughput sequencing technology, female infertility, candidate gene, sex chromosomes, gene screening.

Introduction

CNVs have been found to be responsible for a wide range of human diseases [1; 21], CNVs on sex chromosomes are more likely to play key roles in germ cell development [2]. In the past two decades male infertility caused by CNV has been continuously reported [3], especially the sex chromosome CNV (Y chromosomal micro-deletion) has been widely studied [4]. Compared with the male infertility-related CNV, the correlation between female infertility and CNV is rarely reported.

In recent years the next generation sequencing (NGS) has been widely applied in chromosome aneuploidy testing and CNV detection. NGS has unique advantages of low cost, short period, high resolution, high accuracy, etc. Wang et al. used high-throughput sequencing to analyze the CNVs in spontaneous abortion. The results showed that the sensitivity of high-throughput sequencing was consistent with the result of CGH [5].

This study mainly analyzed CNVs of 3962 female infertility patients using high-throughput sequencing technology, discovered the CNV characteristics of Chinese female infertility population, and provided genetic reference for the possible causes of female infertility.

Materials and Methods

Sample collection and DNA extraction

This study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of the Xin Jiang Jia Yin hospital (JY2017012). All patients signed written information consent before participation. 3962 blood samples of female infertility patients were collected from January 2017 to December 2018. DNA was extracted using TIANamp Genomic DNA Kit (Tiangen biochemical reagent co.).

Library construction and sequencing

After DNA fragmentation, 150–300 bp DNA was obtained, and then the library was constructed using Ion Xpress Plus Fragment Library Kit (Life Technologies). The library samples were quantitatively mixed into a chip for sequencing. The total data of each sample was about 2.5 M, and the average sequencing depth was 0.1X.

Data analysis

All sequencing reads were aligned to human genome reference sequences (version: NCBI Build 37/hg19) by TMAP software. Meanwhile, duplicate sequences were removed by Picard software. Then each chromosome was divided into 40 kb non-overlapping bins, and the number of reads mapping to each bin was calculated. We normalized the GC percentages in each bin by LOWESS regression.

Circular binary segmentation (CBS), a reliable algorithm that is widely used in the analysis of comparative genomic hybridization arrays, allowed us to precisely define the change points by partitioning chromo-

somes into regions of equal copy numbers. The CNVs obtained by analysis were compared to the DGV and other related databases, and the normal polymorphism CNVs were filtered out.

Results and Discussion

Classification statistics and clinical phenotypes of infertility

Among the 3962 infertile women, primary infertility identified in 1549 patients, the average age of infertility was 32.15 ± 4.54 , and the mean years of infertility were 4.35 ± 3.21 . 2413 patients with secondary infertility, the average age of infertility was 34.84 ± 5.70 , and the mean years of infertility were 3.46 ± 3.15 (Table 1). The clinical phenotypes of patients were as follows: Oviduct obstruction, adhesion, or hydrops; Endometritis; Uterine polyps; Pelvic inflammatory disease; Ovarian cyst; Fibroma; Premature ovarian failure; Polycystic ovary syndrome; Recurrent abortion; Reduced multivariable reserve; Hypogonadism; Hypothyroidism; Endometriosis; Uterine leiomyoma, etc. (Table 1).

Table 1

The characteristics of samples

Parameters	Primary infertility	Secondary infertility	P Value	Total
Number, pieces	1549	2413		3962
Mean age, years	32.15 ± 4.54	34.84 ± 5.70	3.7346E-07	33.76 ± 5.43
The mean years of infertility, pieces	4.35 ± 3.21	3.46 ± 3.15	4.9382E-03	3.9 ± 3.21
The number of CVN samples, pieces	121	148		269

The detection of CNV

After the DGV filtration, we detected 269 CNVs in 246 samples among 3962 female infertility patients. The detection rate of CNV in female infertility was 6.21%, NGS cannot detect chromosomal structural abnormalities, the detection rate of CNV may be lower than actual value. We report for the first time that CNVs in female infertility patients mostly occur on X chromosome (54 CNVs in 49 samples), followed by chromosome 16 (31 CNVs in 30 samples) (Figure 1).

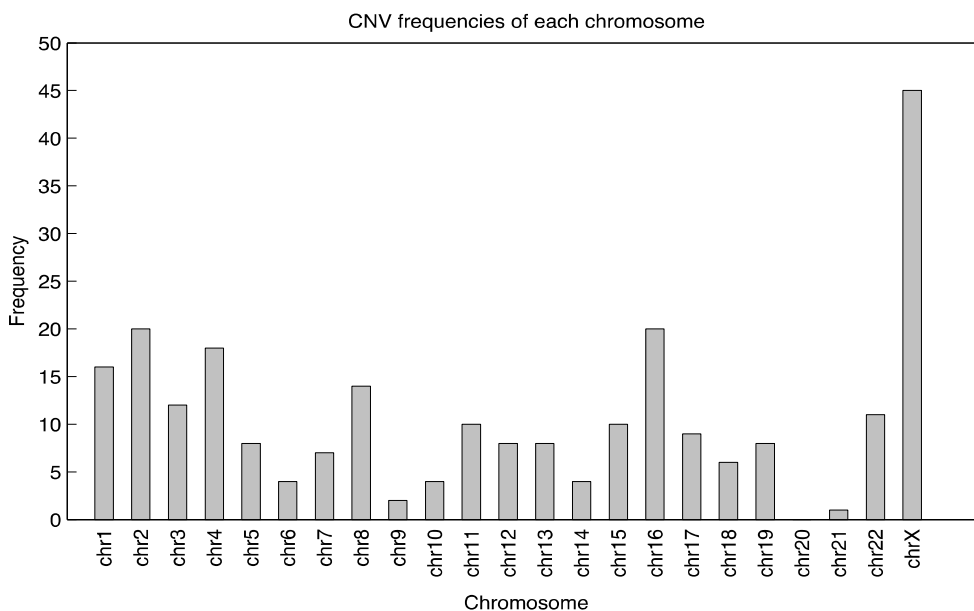


Figure 1. Frequencies of CNVs on different chromosomes

The frequency of micro-duplication was higher than micro-deletion, the average size of deleted fragments is larger than duplicated fragments (Reject outliers, $1.83M > 1.51M$). In this study 17 new CNVs were found. The new CNV means which is not recorded or overlapping region is less than 40% in available database such as DGV, ISCA, and DECIPHER.

Screening of candidate genes

Of 3962 patients, 133 patients affected by fibroids, 41 affected by premature ovarian failure, 92 affected by polycystic ovarian syndrome, and one affected by Ovarian dysgenesis (Table 2). Some of these patients can identify chromosomal rearrangement. According to previous reports [6, 7], we searched relevant databases and screened some candidate genes that might lead to these diseases (Table 2).

Table 2

Phenotypic distribution of infertility patients

Clinical phenotype	Number	CNV
Endometritis	1506	86
Metropolypus	734	41
No significant symptom, except infertility	461	24
Fibroids	375	21
Uterine hydrops and adhesions	344	15
Oviduct blocking	231	8
Endometriosis	119	8
Recurrent abortion	117	28
Polycystic ovarian syndrome	92	17
Diminished ovarian reserve	43	5
Premature ovarian failure	32	15
Hypothyroidism	32	4
Chocolate cyst of ovary	28	1
Oviduct absence	27	2
Hydatidiform mole	19	1
Unicornuate uterus	16	2
Mediastinal uterus	16	1
Incomplete mediastinal uterus	7	0
Hyperprolactinemia	3	0
Fertilization failure	3	0
Ovarian dysgenesis	1	1
Uterus duplex	1	0
White lesion of vulva	1	1
Without menstruation, with hormone maintenance	1	1

The preference of CNV in female infertility

Our result showed that CNVs are mostly detected in chromosome X (20.07%, 54/269) and chromosome 16 (11.52%, 31/269) in female infertility. X chromosome was the key of female sex organ development, and the long arm of X chromosome was important area of gonad development. When X chromosome was mutated, it is easy to cause gonad dysplasia and fertility decline [8]. The high frequency CNV on chromosome 16 is even more surprising. Studies have shown that the most chromosomal abnormalities in abortion tissue samples detected on chromosome 16 [9]. We believe that our results partly explain the reason why chromosome 16 abnormalities are frequently detected in abortion tissue samples (Table 3). The CNV of the female genome causes abnormal gamete formation or abnormal meiosis of the oocyte, thus leading to abortion.

Table 3 Candidate genes for infertility-related diseases

CNV type	Case ID	Region	Start-end position	Size	Disease-related gene in OMIM	Patient's phenotype
Del	Case 1	1q43	240400001–242960000	1.56Mb	<i>FMN2</i>	POF
Del	Case 2	1q32.2	212699171–212781031	0.12Mb	<i>ATF3</i>	Fibroids
Del	Case 3	2p11.2	84704631–85193625	0.26Mb	<i>DNAH6</i>	POF
Dup	Case 4, Case 5	3q22–q23	138659146..138666000	1.20Mb	<i>FOXL2</i>	Identified in 2 PCOS patients
Dup	Case 6	6q23.1	132268931–132269962	1.20 Mb	<i>CTGF</i>	Fibroids
Dup	Case 7	7p31.1	110411109–111216302	0.61Mb	<i>IMMP2L</i>	OD
Dup	Case 8	7p22.1	102436591–103012420	0.22Mb	<i>FBXL13, CRYZP1, ARMC10, RPL19P12, NAPEPLD</i>	POF
Dup	Case 9	9q33	120456128..120480000	1.02Mb	<i>TLR4</i>	endometriosis
Del	Case 10	12q24.32	125182036–125400631	0.76Mb	<i>SCARB1, UBC, MIR5188</i>	POF
Del	Case 11	15q25.1-q25.2	80760001–82520000	1.76Mb	<i>EFTUD1P1, C15orf26</i>	POF
Dup	Case 12	17q12	35960001–36120101	0.16Mb	<i>SYNRG, DDX52, HNF1B, DUSP14</i>	POF
Dup	Case 13	22q13.2	43072361–43490182	0.38 Mb	<i>MCAT, ARFGAP3, A4GALT, BIK, PACSIN2, TLL1</i>	POF
Del, Dup	Case 14, Case 15	Xp22.31	6609312–8102139	0.17 Mb	<i>PNPLA4, STS, HDHD1, VCX</i>	POF, PCOS
Dup	Case 16	Xq21.12	76617292–76987631	1.87Mb	<i>PGAM4, GLUD2a, ATP7A, COX7B, ATRX, FGF16</i>	POF
Dup	Case 17	Xq12	66710369–67539032	0.58Mb	<i>AR, OPHN1</i>	POF

New CNVs

17 new CNVs were detected in this study. Although these CNV-related diseases are included in OMIM, whether they are associated with female infertility has not yet been confirmed, but they can provide some genomics and genetics reference for female infertility.

Recurrently found CNVs

We identified several CNVs with high frequency. Xp22.31 was detected in 24 patients. The clinical phenotypes were salpingitis, uterine fibroids, endometritis, polycystic ovary syndrome, endometriosis, ovarian chocolate cyst, fibroids, recurrent abortion, abnormal tubal development, familial X-linked ichthyosis, white lesion of vulva, and decreased ovarian reserve function. The region including STS, VCX2, VCX, VCX3A, PNPLA4, HDHD1, etc. It was reported that the deletion, reduplication, and rearrangement of Xp22.31 can lead to X-linked ichthyosis. Li et al. believed that the Xp22.31 duplicated patients have large clinical differences and highly variable phenotypes [10]. Xq13–26 was a key area of ovarian development [8], so mutation of Xq13–26 will lead to abnormal expression of sex gene and sex hormone level, which may affect fertility. In 2010 Krause et al. found the Xp22.31 in two male infertility patients [11]. Xp22.31 may play an important role in female reproduction.

In 4 patients we detected chromosomal rearrangements affecting the TBX1, CDC45, COMT genes in 22q11.21. The clinical phenotypes of the patients were primary infertility (one of them fibroids, one was endometriosis and metropolypus, two were metropolypus). TBX1 gene encodes a T-box transcription factor, which regulates the transcription and expression of a series of genes, thus affecting the fertility. CDC45 is associated with DNA replication and the COMT gene encodes catechol-o-methyltransferase. 22q11.2 was found in two MRKH syndrome (Mayer-Rokitansky-kuster-hauser syndrome, congenital Vaginal Deletion) [12]. 22q11.2 micro-duplication syndrome has been extensively studied, especially in prenatal diagnosis. Low copy duplication in this region occurs in homologous recombination and mediates non-allele recombination, resulting in rearrangement of 22q11.2.

We detected rearrangements in 15q11.2 affecting GOLGA6L1, OR4M2, OR4N4, POTE, and POTE2 genes in 4 patients. The clinical phenotypes of this patients were endometritis (two cases) and fibroid. Abnormality of 15q11.2 was also found in normal people. Some research suggest that duplication of 15q11.2 is associated with male infertility [13]. Some studies report that POTE plays an important role in human sperm maturation [14]. Others believe that GOLGA8C replication affects male infertility.

Rearrangements in 16p13.11 were found in 14 patients, including primary infertility in 5 patients, secondary infertility in 9 patients. They affected by premature ovarian failure (2 cases), tubal obstruction, hypogonadism, and uterine polyp. The variant region is susceptible to neurocognitive impairment and contains 20 protein-coding genes, including KIAA0430, NDE1, and RRN3. KIAA0430 plays a key role in regulating oogenesis, inhibiting transposon translocation during female meiosis, which is related to reproductive system integrity. NDE1 protein is located at the poles of centrosome and mitotic spindle, which mainly interacts with LIS-1 protein and fibrin. NDE1-LIS1-fibrin complex participates in neurogenesis through mediating a series of intracytoplasmic activities. The proliferation of cells affects the development of cerebral cortex and nerve. RRN3 is associated with the initiation of effective transcription by RNA polymerase I. Different individuals have different clinical manifestations. Ullmann et al. reported for the first time in 2007 a significant association between 16p13.11 duplication and autism [15]. In Hannel's study of mental retardation and multiple congenital abnormalities (MR/MCA) 16p13.11 regions deletion was found to be a serious pathogen, and duplication leads to benign outcomes [16]. Ramalingam and Tropeano reported that 16p13.11 associated with copies of duplicated pathogens. The main clinical symptoms were associated with neurodevelopment [17]. Paciorkowski et al. showed that 16p13.11 micro-deletion was associated with fetal brain development [18].

The 17p12 region contains COX10 and PMP22 genes. COX10 is expressed in the heart, skeletal muscle, and testis, which has certain effect on male azoospermia [19]. PMP22 gene encodes a plasma membrane integration glycoprotein, which is related to the peripheral nervous system. In the study about azoospermic men, this site was detected in three patients.

Polycystic ovary syndrome, endometriosis, Premature Ovarian Failure, and fibroids are not simply caused by single gene mutation or chromosomal abnormality, but affected by the cumulative effect of multiple genes. They generally interact with environmental factors, and belong to polygenic hereditary diseases. Because there are hereditary factors in it, the disease tends to be familial; but it does not conform to Mendel's hereditary law. Based on previous studies [6, 7], we are screened several related genes, and the results are also a validation for these studies.

Conclusion

Female infertility is one of the main factors affecting reproductive health. The most common influencing factors are ovulation dysfunction, endometrial abnormalities, rearrangement in sex chromosomes, single gene mutations, and hypogonadism [20, 22]. Because of following factors: environmental factors, individual differences, lack of male phenotype, diversity of characteristic phenotype, bias of investigation, difference of research scale, and diversity of races and regions, it is difficult to obtain consistent clinical research results. But with the development of human genomic research the genetic reason of female infertility will be clearer. We try to exam the correlation between genetic disorder and female infertility. In conclusion, we found infertility related CNVs mostly occurred in X chromosome and high frequency CNVs which contained important functional genes. Also, some candidate genes that related to female infertility were screened. This study filled the blank of CNV research on female infertility and discovered the characteristics of CNV (CNV preference, recurrent CNV), which provided genetic reference for female infertility.

References

- 1 Stankiewicz, P. & Lupski, J.R. (2010). Structural variation in the human genome and its role in disease. *Annual Review of Medicine*, 61, 437–455.
- 2 Junhao, Y. et al. (2011). DYZ1 copy number variation, Y chromosome polymorphism and early recurrent spontaneous abortion/early embryo growth arrest. *European Journal of Obstetrics Gynecology & Reproductive Biology*, 159, 371–374.
- 3 Eggers, S. et al. (2015). Copy number variation associated with meiotic arrest in idiopathic male infertility. *Fertility & Sterility*, 103, 214–219.
- 4 Yang, Y. et al. (2003). Studies on molecular epidemiology of Y chromosome azoospermia factor micro-deletions in Chinese patients with idiopathic azoospermia or severe oligozoospermia. *Zhonghua Yi Xue Yi Chuan Xue Za Zhi*, 20, 385–389.

- 5 Wang, M. Z. et al. (2017). Semiconductor Sequencing Analysis of Chromosomal Copy Number Variations in Spontaneous Miscarriage. *Medical Science Monitor International Medical Journal of Experimental & Clinical Research*, 23, 5550–5557.
- 6 Ledig, S., Röpke, A. & Wieacker, P. (2010). Copy Number Variants in Premature Ovarian Failure and Ovarian Dysgenesis. *Sexual Development*, 4, 225–232.
- 7 Tšuiiko, O. et al. (2016). Copy number variation analysis detects novel candidate genes involved in follicular growth and oocyte maturation in a cohort of premature ovarian failure cases. *Human Reproduction*, 31, 1913–1925.
- 8 Gardner, R. J. M., Sutherland, G. R. & Shaffer, G. L. (1997). Chromosome Abnormalities and Genetic Counseling. *American Journal of Human Genetics*, 60, 1567.
- 9 Nicopoullou, J. D. M. et al. (2008). The role of sperm aneuploidy as a predictor of the success of intracytoplasmic sperm injection? *Human Reproduction*, 23, 240.
- 10 Li, F. et al. (2010). Interstitial micro-duplication of Xp22.31: Causative of intellectual disability or benign copy number variant? *European Journal of Medical Genetics*, 53, 93–99. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ejmg.2010.01.004>
- 11 Csilla, K. et al. (2012). High resolution X chromosome-specific array-CGH detects new CNVs in infertile males. *Plos One*, 7, e44887.
- 12 Cheroki, C. et al. (2010). Report of a del22q11 in a patient with Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser (MRKH) anomaly and exclusion of WNT-4, RAR-gamma, and RXR-alpha as major genes determining MRKH anomaly in a study of 25 affected women. *American Journal of Medical Genetics, Part A*, 140A, 1339–1342.
- 13 Céline, D. et al. (2015). Prenatal diagnosis of 24 cases of micro-duplication 22q11.2: an investigation of phenotype-genotype correlations. *Prenatal Diagnosis*, 35, 35–43.
- 14 Tomoko, I. et al. (2008). Expression of POTE protein in human testis detected by novel monoclonal antibodies. *Biochem Biophys Res Commun.*, 365, 603–608.
- 15 Reinhard, U. et al. (2010). Array CGH identifies reciprocal 16p13.1 duplications and deletions that predispose to autism and/or mental retardation. *Human Mutation*, 28, 674–682.
- 16 Hannes, F.D. et al. (2009). Recurrent reciprocal deletions and duplications of 16p13.11: the deletion is a risk factor for MR/MCA while the duplication may be a rare benign variant. *Journal of Medical Genetics*, 46, 223.
- 17 Ramalingam, A. et al. (2011). 16p13.11 duplication is a risk factor for a wide spectrum of neuropsychiatric disorders. *Journal of Human Genetics*, 56, 541, Retrieved from <https://doi.org/10.1038/jhg.2011.42>
- 18 Paciorowski, A. R. et al. (2013). Deletion 16p13.11 uncovers NDE1 mutations on the non-deleted homolog and extends the spectrum of severe microcephaly to include fetal brain disruption. *American Journal of Medical Genetics, Part A*, 161, 1523–1530.
- 19 Bo, Y. et al. (2009). Expression of COX10 in Human Non-Obstructive Azoospermia Testes. *National Journal of Andrology*, 15, 599.
- 20 Signore, F. et al. (2020). The Role of Number of Copies, Structure, Behavior and Copy Number Variations (CNV) of the Y Chromosome in Male Infertility. *Genes*, 11(1), 40.
- 21 Patel, B. et al. (2018). Comprehensive genetic testing for female and male infertility using next-generation sequencing. *J Assist Reprod Genet.*, 35 (8); 1489–1496.
- 22 Zhang, R. et al. (2019). Prevalence of chromosomal abnormalities identified by copy number variation sequencing in high-risk pregnancies, spontaneous abortions, and suspected genetic disorders. *J Int Med Res.*, 47 (3); 1169–1178.

Ж. Қожабек, М. Пан, Ч.Ж. Жау, Ж.Й. И., У.Д. Хуан

Әйелдер бедеулігіндегі геном көшірме нөмірінің өзгеруі және жалпы бедеулікке байланысты аурулар үшін кандидат гендер скринингі

Әйелдердің бедеулігі мен геном көшірме нөмірінің өзгеруі (copy number variation, CNV) арасындағы корреляцияны зерттеу үшін 3962 бедеу әйелдердің қан үлгілері жиналды және жаңа буынды жоғары өнімді секвенирлеу технологиясын (high-throughput sequencing technology) пайдаланып, геном көшірме нөмірлерінің өзгеруіне анализ жасалды. Осы зерттеуде 246 дана үлгі материалдан 269 дана CNV табылды. Олардың ішінде 17 дана жаңа CNV байқалды және CNV-дің пайда болуы көбінесе X хромосомасында кездеседі. Кейбір кандидат гендердің әйелдердің бедеулігіне қатысы бар екендігі анықталды. Сонымен қатар, кейбір жоғары жиілікті CNV-дің маңызды функционалды гендерді қамтитыны байқалды. Бұл зерттеу әйелдер бедеулігінің CNV зерттеуіндегі оққылықтың орнын толтырады, себебі әйелдерді бедеулікке кіріптар ететін генетикалық факторлар (болжамды, CNV, қайталанатын CNV) талданды.

Кілт сөздер: көшірме нөмірінің өзгеруі, жаңа буынды жоғары өнімді секвенирлеу технологиясы, әйелдер бедеулігі, кандидат гендер, жыныс хромосомасы, ген скринингі.

Ж. Кожабек, М. Пан, Ч.Ж. Жау, Ж. Й. И, У.Д. Хуан

Вариация числа копий при женском бесплодии и скрининг генов-кандидатов общих заболеваний, связанных с бесплодием

Чтобы исследовать корреляцию между вариацией числа копий генома и женским бесплодием, авторами собраны 3962 образца крови женщин, страдающих бесплодием, и проанализирована вариация чисел копий (CNV) с помощью технологий высокопроизводительного секвенирования. В этом исследовании 269 CNV были обнаружены в 246 образцах, 17 из которых были новыми CNV. Наличие CNV в основном обнаруживается в X-хромосоме, были проверены некоторые гены-кандидаты, связанные с женским бесплодием. Кроме того, обнаружено несколько высокочастотных CNV, содержащих важные функциональные гены. Это исследование заполнило пробел в исследовании CNV по женскому бесплодию и выявило характеристики CNV (предпочтительная, CNV, повторяющаяся CNV), которые обеспечивают генетический ориентир женского бесплодия.

Ключевые слова: вариация числа копий, технология высокопроизводительного секвенирования, женское бесплодие, ген-кандидат, половые хромосомы, генетический скрининг.

С.А. Кубентаев^{1*}, Ю.А. Котухов², К.С. Избастина¹,
А.К. Саркытбаева³, М.Ж. Жумагул³, С.К. Мухтубаева¹

¹Филиал РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции»
«Астанинский ботанический сад», Нур-Султан, Казахстан;

²РГП на ПХВ «Алтайский ботанический сад» КН МОН РК, Риддер, Казахстан;

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kubserik@mail.ru

Эколого-фитоценотическая приуроченность и сезонный ритм развития *Raeonia anomala* L. в Восточном Казахстане

В статье приведено описание эколого-биологических особенностей, фитоценотической структуры и сезонного ритма развития популяций *Raeonia anomala* L. на территории Казахстанского Алтая в Восточно-Казахстанской области. По результатам исследований выявлены закономерности приуроченности вида к экологическим и геоморфологическим условиям среды обитания, выявлены лимитирующие факторы, обуславливающие редкость вида, и даны рекомендации по сохранению естественных популяций вида. Установлено, что *P. anomala* в исследуемом регионе растет по крутым лесным и кустарниковым склонам северной экспозиции, зарастающим курумам, днищам межгорных логов, долинам рек в высотном диапазоне 700–1850 м над ур. м. Наиболее оптимальные условия обитания для *P. anomala* — кедрово-лиственничные разреженные леса. Возрастной спектр популяций пиона уклоняющегося характеризуется абсолютным максимумом генеративных особей. Популяции в загущенных лесных и кустарниковых местах обитания на юго-западных микросклонах находятся в неблагоприятных для вида экологических условиях. Лимитирующими факторами, обуславливающими редкость вида, являются сбор букетов, заготовка лекарственного сырья, выпас скота и низкая конкурентная способность семян на ранних этапах развития, а также массовое уничтожение семян грызунами. Для сохранения естественных популяций пиона уклоняющегося на Западном Алтае необходимы строгая охрана вида от обрывания на букеты, запрет на заготовки лекарственного сырья, а также разработка промышленных технологий выращивания вида в культуре.

Ключевые слова: пион уклоняющийся, фитоценоз, фенология, редкий вид, Казахстанский Алтай, Центральная Азия.

Введение

Род *Raeonia* L. — единственный род семейства *Raeoniaceae*, распространенный в основном в Азии, Европе и Западной Северной Америке, который насчитывает около 35 видов кустарниковых и многолетних трав [1, 2]. В Казахстане произрастают два вида *Raeonia* — *P. anomala* L. и *P. hybrida* Pall. [3]. Многие виды этого рода издревле использовались в традиционной народной медицине [4–6].

Raeonia anomala L. известен во всем мире как один из ценных растений из-за его декоративных и лечебных ценностей. Он входит в число важнейших лекарственных препаратов стран Евразии, включая Россию, Монголию и Китай. Однако биологические особенности и эколого-фитоценотическая приуроченность вида остаются слабо изученными. Большая часть проведенных исследований посвящены химическим компонентам и биоактивности корней видов *Raeonia*. Например, *Raeonia anomala* являются важным источником лекарств в традиционной китайской медицине для лечения центральной нервной системы [7–9], обладает противоопухолевой активностью [10–12], противовоспалительным эффектом [13] и антиоксидантной активностью [14].

Корни пиона используются в качестве противовоспалительного, болеутоляющего и седативного средства и лекарства от женских заболеваний [15–18]. Его применяют также при желудочных заболеваниях, кровотечениях, истощении и нарушении дыхательных путей, эпилепсии и кашле [19].

Согласно сведениям о фитохимической характеристике и биологической активности, видимо, и определяется лечебный эффект растения. Однако в результате чрезмерных сборов *P. anomala* дикие популяции подвергаются все большей угрозе и резко сокращаются. Вид является редким, интенсивно сокращающимся по площади и численности популяций, занесен Красную книгу Казахстана [20]. В настоящее время практически отсутствуют сведения об экологической приуроченности пиона ук-

лоняющегося, его биологических особенностях и сезонном ритме развития в исследуемом регионе. Проведенные ранее исследования естественных популяций вида носят преимущественно фрагментарный характер, что послужило основной причиной изучения современного состояния популяций вида в Восточном Казахстане.

Цель настоящей работы — изучение эколого-фитоценотической приуроченности и сезонного ритма развития *Paeonia anomala* L. в Восточном Казахстане.

Материалы и методики исследования

Казахстанский Алтай находится в юго-западной части Алтае-Саянской горной страны. Согласно физико-географическим условиям территория Казахстанского Алтая подразделена на три подрайона: Западный Алтай, Южный Алтай, Калбинское нагорье [21].

Исследования проводились на хребтах Ивановский, Коксинский и Линейский Западного Алтая. В административных границах исследуемый регион относится к Восточно-Казахстанской области. Объектом исследования являлись естественные популяции *P. anomala*. Исследования проводились рекогносцировочным методом [22]. Фитоценотическая структура популяций пиона уклоняющегося изучалась согласно методам Т.А. Работного [23] и О.В. Смирновой [24]. Биометрические параметры и онтогенетические спектры определяли по методам, разработанным В.Н. Голубевым и Е.Ф. Молчановым [25]. Урожайность вида изучали на конкретных зарослях с закладкой пробных площадей.

Результаты исследований

Фитоценотическая приуроченность вида

В Западном Алтае *Paeonia anomala* L. встречается в высотном диапазоне 700–1850 м над ур. м. по тенистым склонам, межгорным понижениям, опушкам лесных колос из березы и осины. В предгорье его местообитания приурочены к крутым лесным и кустарниковым склонам северной экспозиции, по незакрытым каменистым склонам. В высокогорье вид встречается на альпийских и субальпийских лугах, разреженных листовенничных (*Larix sibirica* Ledeb.) и кедровых (*Pinus sibirica* Du Tour) лесах. Особенно хорошо он чувствует себя на гарях и вырубках. В период цветения массово вырывается на букеты. Фитоценотический комплекс пиона уклоняющегося образует группы ассоциаций лесного, кустарникового и лугового типов растительности.

В луговой части ценокомплекса пиона уклоняющегося с наибольшим обилием отмечаются ценозы субальпийских высокотравных лугов с господством *P. anomala*. Здесь вид встречается единичными мощно развитыми кустами или группами, состоящими из 3–5 особей, по-видимому, клоновых. В таких сообществах преобладают мезофиты *Euphorbia pilosa* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Saussurea latifolia* Ledeb., *Geranium pseudosibiricum* J. Mayer, *Geranium albiflorum* Ledeb., *Delphinium elatum* L., *Crepis sibirica* L., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. Обширные гари и вырубки в горах Западного Алтая не редко заняты злаково-кипрейно-пионовыми лугами. Урожайность подземных органов в луговых сообществах составляет $860 \pm 5,6$ кг/га.

Кустарниковые ассоциации *P. anomala* выделены на юго-западных предгорьях хр. Ивановский, Убинский и Линейский. Ценозы с участием вида образованы из особей *Spiraea chamaedryfolia* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera altaica* Pall. В травостое доминируют *Iris ruthenica* Ker Gawl., *Thalictrum foetidum* L., *Carex macroura* Meinsh. и др. В таких фитоценозах *P. anomala* имеет более слабое развитие, кусты низкорослые — $61 \pm 3,6$ см. По площади размещены диффузно единичными особями.

P. anomala, произрастающая в межгорных понижениях, обычно входит в кустарниковые ценозы, образуемые *Padus avium* Mill., *Caragana arborescens* Lam., *Rosa spinosissima* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera tatarica* L. Вид встречается в виде небольших рыхлых пятен, в основном приурочен к опушкам зарослей кустарника. К кустарниковым ценозам следует отнести ценопопуляции пиона по долинам горных рек и ручьев. В данных сообществах доминируют *Spiraea media* Schmidt, *Salix viminalis* L., *Lonicera altaica* Pall и *Rubus idaeus* L., реже встречаются *Ribes nigrum* L., *R. atropurpureum* С.А. Мей., *Spiraea chamaedryfolia* L., *Sorbus sibirica* Hedl. В травостое доминируют *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Aconitum septentrionale* Koelle. Как правило, в таких сообществах особи пиона встречаются единично, в покрытии не превышают 5 %.

Высокогорно-кустарниковые сообщества пиона уклоняющегося образуют заросли из *Spiraea media* Schmidt с участием *Cotoneaster uniflorus* Bunge и *Spiraea chamaedryfolia* L. В травянистом покрове доминируют осока (*Carex macroura* Meinh.), злаки (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Calamagrostis obtusata* Trin., *Dactylis glomerata* L.) и виды разнотравья (*Crepis sibirica* L., *Lathyrus gmelinii* Fritsch, *Bupleurum longifolium ssp. aureum* (Fisch. ex Hoffm.), *Polemonium caeruleum* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Erythronium sibiricum* (Fisch. & С.А. Mey, Krylov и др.). В среднем, в кустарниковых сообществах урожайность подземных органов составляет $530 \pm 2,8$ кг/га.

На северо-востоке Западного Алтая вид встречается часто и на больших площадях в темнохвойных лесах из *Pinus sibirica* Du Tour, *Larix sibirica* Ledeb. и реже *Picea obovata* Ledeb. с господством в травостое лесного высокотравья. Нередко вид встречается в мягко-лиственных лесах с участием *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. В среднем, урожайность подземных органов в лесных сообществах составляет $340 \pm 3,7$ кг/га. Нами выделены три типа лесных сообществ с участием *P. anomala*:

1. Березово-ивово-таволговые (*Betula pendula* Roth — *Salix viminalis* L.+*Salix caprea* L.— *Spiraea media* Schmidt) сообщества по долинам лесных рек. В кустарниковом ярусе часто встречаются *Rubus idaeus* L., *Sorbus sibirica* Hedl., *Lonicera altaica* Pall., *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L., реже отмечаются *Spiraea chamaedryfolia* L., *Ribes atropurpureum* С.А. Mey. Травянистый ярус в таких сообществах, как правило, слабо сформирован, где наряду с *P. anomala* встречаются *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., *Rubus saxatilis* L., *Urtica dioica* L. и др. В таких сообществах особи пиона встречаются рассеяно, в виде единичных особей, размножение преимущественно вегетативное. Высота генеративных особей пиона уклоняющегося составляет $82,2 \pm 3,6$ см.

2. Пихтово-березовые (*Abies sibirica* Ledeb. — *Betula pendula* Roth) разреженные леса с участием *Picea obovata* Ledeb. и *Populus tremula* L. на северо-западных предгорьях хребтов в высотном пределе 1100–1700 м на ур. м. В подлеске часто встречаются *Salix caprea* L., *S. viminalis* L., *S. rorida* Laksch., *Sorbus sibirica* Hedl., *Rubus idaeus* L., *Ribes rubrum* L.

Травянистый ярус сложен лесным высокотравьем, где преобладают *Aconitum septentrionale* Koelle, *Veratrum lobelianum* Bernh., *Delphinium elatum* L., *P. anomala*, *Dactylis glomerata* L., *Angelica sylvestris* L. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Geranium collinum* Stephan ex Willd. и др. Общее проективное покрытие составляет 80–85 %. В покрытии на долю пиона приходится до 15 %. Высота генеративных особей пиона уклоняющегося равна $96,3 \pm 3,6$ см.

3. Кедрово-лиственничные (*Larix sibirica* Ledeb. — *Pinus sibirica* Du Tour) разреженные леса с участием *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh. в верхнем пределе леса на высоте 1600–1800 м над ур. м. в подлеске встречаются *Sorbus sibirica* Hedl., *Salix bebbiana* Sarg., *Lonicera altaica* Pall., *Spiraea media* Schmidt, *Ribes rubrum* L. В травянистом ярусе доминируют *Phlomis alpina* (Pall.) Adylov, Kamelin & Makhm., *Aquilegia glandulosa* Fisch. ex Link, *Geranium albiflorum* Ledeb., *Trollius altaicus* С.А. Mey., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Saussurea latifolia* Ledeb. Общее проективное покрытие составляет 100 %, на долю пиона уклоняющегося приходится около 12 %. Особи *P. anomala* хорошо развиты, высокорослые ($100,3 \pm 3,6$ см), кусты мощные многопобеговые ($18 \pm 1,3$ шт на особь). Данные популяции пиона отличаются наибольшим обилием биомассы подземных органов — $1200 \pm 8,9$ кг/га. В отдельных случаях наблюдается образование чистых зарослей, где масса подземных органов достигает до 1500 кг/га.

Зачастую пион уклоняющийся растет по открытым каменистым склонам древних морен. Здесь обычно растительные сообщества практически не сформированы. Растения очень хорошо развиты, однако биомасса подземных органов в таких сообществах незначительна ($11–270$ кг/га).

Возрастной спектр популяций пиона уклоняющегося, приуроченных к субальпийским лугам и разреженным лесным фитоценозам, характеризуется абсолютным максимумом генеративных особей на 10 м^2 : $5,6 \pm 0,22$ шт, вегетативных разновозрастных — $3,6 \pm 0,12$ шт, ювенильных — $4,3 \pm 0,28$, проростки — $8,9 \pm 0,36$ шт, сенильные — $1,3 \pm 0,06$ шт. Из возрастного спектра следует, что количество особей, отмирающих на ранних этапах развития, весьма низко. Большое количество генеративных особей объясняется значительной продолжительностью жизни растений.

Популяции в загущенных лесных и кустарниковых местах обитания на юго-западных микро-склонах находятся в неблагоприятных для вида экологических условиях, характеризуются минимальным возрастным спектром и продолжительностью жизни особей (35–40 лет). Возрастной спектр

на 10 м²: генеративные — 2,8±0,13 шт, вегетативные — 1,3±0,06 шт, ювенильные — 3,2±0,27 шт, проростки — 4,1±0,18 шт, сенильные — 1,7±0,04 шт.

Вид скотом не поедается, однако сильно страдает от выпаса, поскольку вид образует крупные, хрупкие почки возобновления до 6–7 см высоты, которые обламываются при вытаптывании скотом, что приводит к истощению вида и выпадению из состава фитоценоза.

Сезонный ритм развития

Осенью под снег растения уходят с поверхностным расположением почек возобновления. В зимы с глубоким снежным покровом наблюдается подснежный рост. В фазу вегетации он вступает очень рано в первой декаде апреля, при среднесуточных температурах 2,9°. В годы с малым снеговым покровом и сильным промерзанием почвы вегетация начинается в третьей декаде апреля — в первой декаде мая, когда отмечаются среднесуточные температуры -4,5–8,5°. Интенсивный рост пиона уклоняющегося приходится на май месяц, к моменту распускания бутонов рост прекращается полностью.

Цветение обычно протекает дружно, оно наступает в конце мая — в начале июня. Для вступления в фазу цветения вид нуждается в повышенных положительных температурах +19,2°. Цветение заканчивается в середине июня. Продолжительность цветения одного цветка 5–7 дней. Пион уклоняющийся обладает широким диапазоном раскрытия цветков с 10 до 15 ч, более интенсивное приходится на утренние часы. Вскрытие пыльников отмечается еще в бутонах, до физиологической зрелости геницея и частично после раскрытия бутонов. Реальная семенная продуктивность сравнительно высокая — 90–220 семян на куст.

Вегетируют растения до наступления сильных заморозков — до конца сентября. После заморозков листья подсыхают, и надземная часть полностью отмирает. На сезонный ритм развития влияют метеорологические условия, так как в годы с холодной весной цветение запаздывает. Поздневесенние заморозки мешают оплодотворению. Затяжная дождливая погода в период цветения препятствует завязыванию плодов и удлиняет период их созревания. Сезонный ритм развития высокогорных популяций пиона уклоняющегося идет с отставанием на 10–15 дней, что объясняется поздним сходом снегового покрова.

Семена созревают в первой половине августа и рассеиваются вблизи материнского растения. Семена имеют овальную форму с глянцевой текстурой, черного цвета, с коричневым рубцом. Длина составляет 8,72±0,41 мм, ширина семян — 4,89±0,23 мм. Масса 1000 семян равнялась 140,58 г. Грунтовая всхожесть составляет 68 %. Зацветают сеянцы на 4–6 год. В культуре самым эффективным способом размножения пиона является семенной, позволяющий получить нужное количество посадочного материала. Семена следует высевать свежесобранными семенами. Всходы появляются в мае следующего года.

Семенная продуктивность

В естественных местах обитания вид размножается семенами и вегетативно. В фитоценозах альпийских лугов и разреженных лесов реальное семеношение на одну особь составляет 43,2±3,6 семянки, потенциальное — 102,8±5,8, коэффициент семинификации — 61,8 %; в загущенных лесных и кустарниковых фитоценозах реальное семеношение — 31,3±4,41, потенциальное — 132,74±6,3; коэффициент семинификации — 31,6 %. Вегетативное размножение осуществляется в результате распада корневища и образования клонов, что ведет к образованию плотных гнезд.

Заключение

По результатам проведенных исследований установлено, что *P. anomala* в исследуемом регионе растет по крутым лесным и кустарниковым склонам северной экспозиции, зарастающим курумам, днищам межгорных логов, долинам рек в высотном диапазоне 700–1850 м над ур. м. В природных местообитаниях пион размножается семенным способом, о чем свидетельствует достаточно высокое содержание генеративных особей в обследованных популяциях, а также наличие проростков. Наиболее оптимальные условия обитания для *P. anomala* — кедрово-лиственничные разреженные леса, где высота особей составляет 100,3±3,6 см, а масса подземных органов достигает до 1500 кг/га. К экстремальным условиям обитания следует отнести популяции в кустарниковых сообществах с участием *Salix viminalis* L., *Spiraea chamaedryfolia* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera altaica* Pall. по долинам горных рек. Возрастной спектр популяций пиона уклоняющегося, приуроченных к субальпийским лугам и разреженным лесным фитоценозам, характеризуется абсолютным максимумом генеративных особей 5,6±0,22 шт на 10 м², что объясняется значительной продолжительностью жизни растений. Популяции в загущенных лесных и кустарниковых местах обитания на юго-западных мик-

росклонах находятся в неблагоприятных для вида экологических условиях, характеризуются минимальным возрастным спектром. Естественные популяции эксплуатируются во время сбора букетов и при заготовке лекарственного сырья. Одними из лимитирующих факторов редкости вида являются низкая конкурентная способность сеянцев на ранних этапах развития и массовое уничтожение семян грызунами (особенно бурундуками). Для сохранения естественных популяций пиона уклоняющегося на Западном Алтае необходимы строгая охрана вида от обрывания на букеты и запрет на заготовку сырья. Необходимо разработать промышленные технологии выращивания вида в культуре.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP09561639).

Список литературы

- 1 Шипчинский Н.В. Род 507. Пион — *Paeonia* / Н.В. Шипчинский, В.Л. Комаров // Флора СССР: [В 30-и т.] / Гл. ред. акад. В.Л. Комаров; ред. тома Б.К. Шишкин. — Т. VII. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. — С. 24–35.
- 2 Тахтаджян А.Л. Цветковые растения / А.Л. Тахтаджян. — Т. 5. Ч. 2. — М.: Просвещение, 1981. — 512 с.
- 3 Павлов Н.В. Род 306. Пион — *Paeonia* / Н.В. Павлов // Флора Казахстана. — Т. IV. — Алма-Ата: АН КазССР, 1961. — С. 12, 13.
- 4 Wu S.H. Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia* / S.H. Wu, D.G. Wu, Y.W. Chen // Chem. Biodivers. — 2010. — Vol. 41 (18). — P. 90 — 104.
- 5 Park S.G. Preventive effects of peony root extracts on oxidative stress, thrombosis and atherosclerosis / S.G. Park, M.J. Lee, H.J. Jung, H.S. Lee, H. Kim, S.T. Na, S.D. Park, W.H. Park // J Kor Oriental Med. — 2009. — Vol. 30(2). — P. 88 — 103.
- 6 He C.N. Phytochemical and biological studies of *Paeoniaceae* / C.N. He, Y. Peng, Y.C. Zhang, L.J. Xu, J. Gu, P.G. Xiao // Chemistry & Biodiversity. — 2010. — Vol. 7. — P. 805 — 838.
- 7 Wang D. Effects of paeoniflorin on neurobehavior, oxidative stress, brain insulin signaling, and synaptic alterations in intracerebroventricular streptozotocin-induced cognitive impairment in mice / D. Wang, L. Liu, S. Li, C. Wang // Physiol. Behav. — 2018. — Vol. 191. — P. 12–20.
- 8 Manayi A. Neuroprotective effects of paeoniflorin in neurodegenerative diseases of the central nervous system / A. Manayi, S. Omidpanah, D. Barreca, S. Ficarra, M. Daglia, S.F. Nabavi, S.M. Nabavi // Phytochem. Rev. — 2017. — Vol. 16 (6). — P. 1173–1181.
- 9 Qiu Z.K. Anxiolytic-like effects of paeoniflorin in an animal model of post traumatic stress disorder / Z.K. Qiu, J.L. He, X. Liu, J. Zeng, W. Xiao, Q.H. Fan, X.M. Chai, W.H. Ye, J.S. Chen // Metab. Brain Dis. — 2018. — Vol. 33 (4). — P. 1–11.
- 10 Ouyang J. Paeoniflorin exerts antitumor effects by inactivating s phase kinase-associated protein 2 in glioma cells / J. Ouyang, H. Xu, M. Li, X. Dai, F. Fu, X. Zhang, Q. Lan // Oncol. Rep. — 2018. — Vol. 39 (3). — P. 1052–1062.
- 11 Wang Z. Paeoniflorin inhibits migration and invasion of human glioblastoma cells via suppression transforming growth factor β -induced epithelial-mesenchymal transition / Z. Wang, Z. Liu, G. Yu, X. Nie, W. Jia, R.E. Liu, R. Xu // Neurochem. Res. — 2018. — Vol. 43 (3). — P. 760–774.
- 12 Yang J. Paeoniflorin inhibits the growth of bladder carcinoma via deactivation of STAT3 / J. Yang, Y. Ren, Z.G. Lou, X. Wan, G.B. Weng, D. Cen // Acta Pharm. — 2018. — Vol. 68 (2). — P. 211–222.
- 13 Xu H. Paeoniflorin ameliorates collagen-induced arthritis via suppressing nuclear factor- κ B signalling pathway in osteoclast differentiation / H. Xu, L. Cai, L. Zhang, G. Wang, R. Xie, Y. Jiang, H. Nie // Immunology. — 2018. — Vol. 154 (4). — P. 593–603.
- 14 Song S. Protective effects of Paeoniflorin against AOPP-induced oxidative injury in HUVECs by blocking the ROS-HIF-1 α /VEGF pathway / S. Song, X. Xiao, D. Guo, L. Mo, C. Bu, W. Ye, Q. Den, S. Liu, X. Yang // Phytomedicine — 2017. — Vol. 34. — P. 115–126.
- 15 Zapesochnaya G.G. A chemical study of the roots of *Paeonia anomala* / G.G. Zapesochnaya, V.A. Kurkin, E.V. Avdeeva, D.M. Popov, M.V. Kolpa Kova // Khimiya Prirodnykh Soedinenii. — 1992. — Vol. 1. — P. 55–59.
- 16 Li X. Chemical Constituents from *Paeonia anomala* / X. Li, S.H. Li, J.X. Pu, S.X. Huang, H.D. Sun // Acta Botanica Yunnanica. — 2007. — Vol. 28. — P. 259–262.
- 17 Liapina L.A. Comparative study of anticoagulants obtained from various extracts of *Paeonia anomala* / L.A. Liapina, M.V. Kondashevskaya, G.A. Ziadetdinova, M.S. Uspenskaia // Izvestiia Akademiinuk. Seriya biologicheskaya. — 2000. — № 3. — P. 345–349.
- 18 Ligaa U. Medicinal plants Q9 of Mongolia used in Western and Eastern medicine / U. Ligaa, B. Davaasuren, N. Ninjil. — Ulaanbaatar, 2006.
- 19 Ligaa U. Medicinal plants of Mongolia used in Western and Eastern medicine / U. Ligaa, B. Davaasuren, N. Ninjil. — Moscow: Rossel'hoz'akademii. — 2009. — 208 p.
- 20 Красная книга Казахстана. — 2-е изд., перераб. и доп. — Т. 2. Растения. — Астана: ТОО «Арт Print XXI», 2014. — 452 с.
- 21 Егорина А.В. Физическая география Восточного Казахстана / А.В. Егорина, Ю.К. Зинченко, Е.С. Зинченко. — Усть-Каменогорск: Альфа-Пресс, 2003. — 187 с.
- 22 Быков Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. — 287 с.

23 Работнов Т.А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе / Т.А. Работнов // Полевая геоботаника. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. — С. 132–145.

24 Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф / О.В. Смирнов // Ценопопуляция растений: Основные понятия и структура. — 1976. — С. 72–80.

25 Голубев В.Н. Методические указания к популяционно-количественному и эколого-биологическому изучению редких, исчезающих и эндемичных растений Крыма / В.Н. Голубев, Е.Ф. Молчанов. — Ялта: ВАСХНИЛ; Гос. Никит. бот. сад, 1978. — 41 с.

С.А. Кубентаев, Ю.А. Котухов, К.С. Избастина,
А.К. Саркытбаева, М.Ж. Жумагул, С.К. Мухтубаева

Шығыс Қазақстандағы *Paeonia anomala* L. экологиялық-фитоценотикалық орайластырылуы және дамуының маусымдық ырғағы

Мақалада Шығыс Қазақстан облысындағы Қазақстан Алтайы аумағында *Paeonia anomala* L. популяцияларының экологиялық-биологиялық ерекшеліктері, фитоценотикалық құрылымы және маусымдық даму ырғағы сипатталған. Зерттеу нәтижелері бойынша түрлердің тіршілік ету ортасының экологиялық және геоморфологиялық шарттарымен шектелу заңдылықтары, түрдің сирек кездесу себебін анықтайтын шектеуші факторлар анықталды және табиғи популяцияларды сақтау бойынша ұсыныстар берілді. Зерттелетін аймақтағы *P. anomala* теңіз деңгейінен 700–1850 м биіктікте солтүстік экспозицияның тік орманды және бұталы беткейлерінде, өсіп кеткен қорымдарда, тау аралық жыралардың түбінде, өзен аңғарларында өсетіні анықталды. *P. anomala* үшін ең оңтайлы тіршілік ету ортасы балқарағай-жапырақты сирек ормандары. Кәдімгі таушымылдық популяцияларының жас спектрі генеративтік дарактардың абсолютті максимумымен сипатталады. Оңтүстік-батыс шағын беткейлердегі қалың орман мен бұталы тіршілік ортасы популяцияларындағы түрлер үшін қолайсыз экологиялық жағдай болып табылады. Гүл шоқтары, дәрілік шикізат ретінде жинау, мал жаю және дамудың алғашқы кезеңінде өскіндердің бәсекеге қабілеттілігінің төмендігі, сондай-ақ тұқымдарды кеміргіштердің жаппай бұзуы түрдің сирек болуын анықтайтын шектеуші факторлар болып табылады. Батыс Алтайда кәдімгі таушымылдық табиғи популяциясын сақтау үшін, гүл шоқтарын кесіп алудан қатаң қорғау керек, дәрілік шикізатты дайындауға тыйым салу, сондай-ақ түрді мәдени жағдайда өсірудің өнеркәсіптік технологияларын дамыту қажет.

Кілт сөздер: кәдімгі таушымылдық, фитоценоз, фенология, сирек кездесетін түрлер, Қазақстан Алтайы, Орталық Азия.

S.A. Kubentayev, Yu. A. Kotukhov, K.S. Izbastina,
A.K. Sarkytbayeva, M. Zh. Zhumagul, S.K. Mukhtubayeva

Ecological-phytocenotic confinement and seasonal rhythm of development of *Paeonia anomala* L. in East Kazakhstan

The article describes the ecological and biological features, phytocenotic structure and seasonal rhythm of development of *Paeonia anomala* L. populations on the territory of Kazakhstan, Altai, in the East Kazakhstan region. According to the research results, the regularities of the species confinement to the ecological and geomorphological conditions of the habitat were revealed, the limiting factors determining the rarity of the species were identified and recommendations were given for the preservation of the natural populations of the species. It was found that *P. anomala* in the studied region grows on steep forest and shrub slopes of northern exposure, overgrown kurums, bottoms of inter-montane ravines, river valleys at an altitude range of 700–1850 m above sea level. The most optimal habitat conditions for *P. anomala* are cedar-larch sparse forests. The age spectrum of the *Paeonia anomala* populations is characterized by the absolute maximum of generative individuals. Populations in thickened forest and shrub habitats on the southwestern micro-slopes are in unfavorable ecological conditions for the species. The limiting factors that determine the rarity of seeing are the collection of bouquets, the procurement of medicinal raw materials, grazing and the low competitive ability of seedlings in the early stages of development, as well as the massive destruction of seeds by rodents. To preserve the natural populations of the peony evading in Western Altai, it is necessary to strictly protect the species from being cut into bouquets, prohibit the procurement of medicinal raw materials, as well as develop industrial technologies for growing the species in culture.

Keywords: Peony evading, phytocenosis, phenology, rare species, Kazakhstan Altai, Central Asia.

References

- 1 Shipchinsky, N.V. & Komarov, V.L. (1937). Rod 507. Pion — *Paeonia* [Genus 507. Peony — *Paeonia*]. *Flora SSSR — Flora of the USSR. Ch. ed. acad. V.L. Komarov; Ed. volumes by B.K. Shishkin*. Moscow–Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR [in Russian].
- 2 Takhtadzian, A.L. (1981). *Tsvetkovye rasteniia [Flowering plants]*. Moscow: Prosveshchenie [in Russian].
- 3 Pavlov, N.V. (1961) Rod 306. Pion *Paeonia* [Genus 306. *Paeonia*]. *Flora Kazakhstana — Flora of Kazakhstan*. Alma-Ata: AN KazSSR [in Russian].
- 4 Wu, S.H., Wu, D.G. & Chen Y.W. (2010). Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia*. *Chem. Biodivers.*, 41 (18); 90–104.
- 5 Park, S.G., Lee, M.J., Jung, H.J., Lee, H.S., Kim, H. & et al. (2009). Preventive effects of peony root extracts on oxidative stress, thrombosis and atherosclerosis. *J Kor Oriental Med.*, 30(2); 88–103.
- 6 He, C.N., Peng, Y., Zhang, Y.C., Xu, L.J., Gu, J. & Xiao, P.G. (2010). Phytochemical and biological studies of *Paeoniaceae*. *Chemistry & Biodiversity*, 7; 805–838.
- 7 Wang, D., Liu, L., Li, S. & Wang, C. (2018). Effects of paeoniflorin on neurobehavior, oxidative stress, brain insulin signaling, and synaptic alterations in intracerebroventricular streptozotocin-induced cognitive impairment in mice. *Physiol. Behav.*, 191; 12–20.
- 8 Manayi, A., Omidpanah, S., Barreca, D., Ficarra, S., Daglia, M., Nabavi, S.F. & et al. (2017). Neuroprotective effects of paeoniflorin in neurodegenerative diseases of the central nervous system. *Phytochem. Rev.*, 16 (6); 1173–1181.
- 9 Qiu, Z.K., He, J.L., Liu, X., Zeng, J., Xiao, W., Fan, Q.H. & et al. (2018). Anxiolytic-like effects of paeoniflorin in an animal model of post traumatic stress disorder. *Metab. Brain Dis.*, 33 (4); 1–11.
- 10 Ouyang, J., Xu, H., Li, M., Dai, X., Fu, F., Zhang, X. & et al. (2018). Paeoniflorin exerts antitumor effects by inactivating s phase kinase-associated protein 2 in glioma cells. *Oncol. Rep.*, 39 (3); 1052–1062.
- 11 Wang, Z., Liu, Z., Yu, G., Nie, X., Jia, W., Liu, R.E. & et al. (2018). Paeoniflorin inhibits migration and invasion of human glioblastoma cells via suppression transforming growth factor β -induced epithelial-mesenchymal transition. *Neurochem. Res.*, 43 (3); 760–774.
- 12 Yang, J., Ren, Y., Lou, Z.G., Wan, X., Weng, G.B. & Cen, D. (2018). Paeoniflorin inhibits the growth of bladder carcinoma via deactivation of STAT3. *Acta Pharm.*, 68 (2); 211–222.
- 13 Xu, H., Cai, L., Zhang, L., Wang, G., Xie, R., Jiang, Y. & et al. (2018). Paeoniflorin ameliorates collagen-induced arthritis via suppressing nuclear factor- κ B signalling pathway in osteoclast differentiation. *Immunology*, 154 (4); 593–603.
- 14 Song, S., Xiao, X., Guo, D., Mo, L., Bu, C., Ye, W. & et al. (2017). Protective effects of Paeoniflorin against AOPP-induced oxidative injury in HUVECs by blocking the ROS-HIF-1 α /VEGF pathway. *Phytomedicine*, 34; 115–126.
- 15 Zapesochnaya, G.G., Kurkin, V.A., Avdeeva, E.V., Popov, D.M. & Kolpa Kova, M.V. (1992). A chemical study of the roots of *Paeonia anomala*. *Khimiya Prirodnykh Soedinenii*, 1; 55–59.
- 16 Li, X., Li, S.H., Pu, J.X., Huang, S.X. & Sun, H.D. (2007). Chemical Constituents from *Paeonia anomala*. *Acta Botanica Yunnanica*, 28; 259–262.
- 17 Liapina, L.A., Kondashevskaya, M.V., Ziadetdinova, G.A. & Uspenskaia, M.S. (2000). Comparative study of anticoagulants obtained from various extracts of *Paeonia anomala*. *Izvestiia Akademii nauk. Seriya biologicheskaya. Rossiiskaia akademiia nauk*, 3, 345–349.
- 18 Ligaa, U., Davaasuren, B. & Ninjil, N. (2006). Medicinal plants Q9 of Mongolia used in Western and Eastern medicine. Ulaanbaatar.
- 19 Ligaa, U., Davaasuren, B. & Ninjil, N. (2009). Medicinal plants of Mongolia used in Western and Eastern medicine. Moscow: Rosselkhozakademiia.
- 20 (2014). *Krasnaia kniga Kazakhstana. Rasteniia [Red Book of the Republic of Kazakhstan. Plants]*. Astana: Ltd «Art Print XXI» [in Russian].
- 21 Egorina, A.V., Zinchenko, Yu. K. & Zinchenko, E. S. (2003). *Fizicheskaya geografiia Vostochnogo Kazakhstana [Physical geography of the Eastern Kazakhstan]*. Ust-Kamenogorsk: Alfa-Press [in Russian].
- 22 Bykov, B.A. (1957). *Geobotanika [Geobotany]*. Almaty: AN KazSSR [in Russian].
- 23 Rabotnov, T.A. (1964). Opredelenie vozrastnogo sostava populatsii vidov v soobshchestve [Definition of age structure of species populations in the community]. In book *Polevaia geobotanika [Field geobotany]*. Moscow–Leningrad: AN SSSR [In Russian].
- 24 Smirnova, O.V. (1976). Obem schetnoi edinitsy pri izuchenii tsenopopulatsii rastenii razlichnykh biomorf [Volume of the counting unit in the study of coenopopulations of plants of various biomorphes]. *Tsenopopulatsiia rastenii: Osnovnye poniatia i struktura — Coenopopulation of plants: Basic concepts and structure*. Moscow: Nauka, 72–80 [in Russian].
- 25 Golubev, V.N. & Molchanov, E.F. (1978). *Metodicheskie ukazaniia k populatsionno-kolichestvennomu i ekologo-biologicheskomu izucheniiu redkikh, ischezaiushchikh i endemichnykh rastenii Kryma [Guidelines for population-based quantitative and ecological and biological study of rare, endangered and endemic plants of the Crimea]*. Yalta: VASHNIL; Gosudarstvennyi Nikitinskii botanicheskii sad [in Russian].

Ә.Б. Құрманғазин^{*}, М.С. Курманбаева, Т.Қ. Қайырбеков

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

^{*}Хат-хабарға арналған автор: adil_06.1996@mail.ru

Шығыс Қазақстанның эндемигі *Hedysarum theinum* Krasnob. (*Fabaceae*) өсімдігінің экологиялық-морфологиялық ерекшеліктері

Қоршаған ортаны қорғаудың басым бағыттарын анықтауда биоалуантүрлілікті сақтау маңызды рөл атқарады. Табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, табиғи байлықтарды сақтауда өсімдіктердің жай-күйін бағалау мен проблемаларын шешуге бағытталған көптеген стратегияларды орындауды талап етеді. Биоалуантүрлілікті сақтауда емдік қасиеті бар *Hedysarum theinum* Krasnob. өсімдігінің Шығыс Қазақстанда кездесетін табиғи популяцияларынан жиналған дарактарының морфологиялық ерекшеліктерін зерттеу жұмыстың мақсаты болып табылады. 2020–2021 жылдары Қазақстан Алтайының Иванов жотасынан теңіз деңгейінен 1794 метр биіктікте, 50°19'5. 969 N; 83°52'44. 270 E GPS координаталарында кездескен эндемик шай тиынтақ өсімдігінің популяциялары барлаушылық-маршруттық зерттеу әдісімен жүзеге асырылды. *Hedysarum theinum* Krasnob. бұршақ (*Fabaceae*) тұқымдасына жататын көпжылдық, кіндік тамырлы, сабақтары түксіз, жапырақтары 4–8 жұп, күлтесі қызғылт-күлгін, тұқымдары жұмыртқа тәрізді болып келген Алтай, Орта Азия таулары мен Моңғолияның эндемигі. Шығыс Қазақстанның құнды дәрілік және эндемикалық өсімдіктері жеткілікті деңгейде зерттелмегендіктен, өсу ареалы қысқарған *Hedysarum theinum* Krasnob. түрін терең зерттеу қажеттілігі туындауда.

Кілт сөздер: *Hedysarum theinum* Krasnob., *Hedysarum neglectum* Ledeb., *Fabaceae*, биоалуантүрлілік, экология, популяция, морфология, ценопопуляция.

Kipicne

Биологиялық түрлілікті сақтауда жергілікті және аймақтық масштабтағы көп қырлы биоалуантүрлілікті терең түсінуді қажет. Биоалуантүрлілік адамның жер бетінде өмір сүруін қолдайтын құнды биоресурстарды қамтамасыз етеді. *Hedysarum theinum* Krasnob. шай тиынтағы сияқты құнды дәрілік қасиеті бар өсімдіктерді қолдану денсаулық сақтау үшін ерекше қызығушылық тудырады. Тиынтақтар халық медицинасында кеңінен қолданылады, фитохимиялық құрамының терең зерттелмеуіне орай, іс жүзінде ресми медицинада қолданылмайды. Дегенмен, қазіргі заманғы медицина бұл өсімдіктің көптеген ауруларға арналған емдік қасиеттері бар екенін мойындайды, себебі біріктірілген биологиялық белсенді қосылыстары маңызды [1]. Бүкіл әлемде биологиялық белсенді қосылыстар негізінде өсімдік тектес өнімдер емдік және профилактикалық мақсаттарда кеңінен қолданылады. Өсімдіктерден әзірленген құнды дәрі-дәрмектер химиялық синтезделген препараттарға қарағанда адам денсаулығына пайдалы екені белгілі. Өсімдік шикізатынан алынған дәрі-дәрмектер адам денсаулығына жанама әсер етпейді, сондықтан халық жоғары емдік қасиеті бар дәрілік өсімдіктерден алынған өнімдерді тұтынғанды жөн көреді. Осыған байланысты өте жоғары емдік қасиеттері бар өсімдіктерді зерттеу өте маңызды.

Алтай — Қазақстанның бай флоралық аймақтарының бірі. Мұнда жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің 2500-ден астам түрі өседі, бұл Қазақстан Республикасы флорасы түрлерінің жалпы санының 50 % құрайды. Флораның қанықтылығы аймақтағы климаттың ерекшелігімен байланысты, бұл шалғындар, батпақтар, шөлдер мен шөлейттермен әртүрлі экологиялық таушалардың пайда болуына ықпал етті. Қазақстандық Алтай — дәрілік өсімдіктердің қоймасы деп айтсақ болады. Алайда, бүгінгі күнге дейін дәрілік шикізатқа қызығушылықтың артуына қарамастан, осы аймақтың дәрілік флорасының түрлерінің әртүрлілігіне және оның ресурстық әлеуетіне қазіргі заманғы баға берілмеген.

Түр халықтық медицинада бүйрек қабынуы, жедел және созылмалы нефрологиялық аурулар үшін ауырсынуды басатын, қабынуға қарсы қолданылады. Сондай-ақ, энергияны толықтыру үшін өте маңызды рөл атқарады.

Табиғи популяцияда *H. theinum* морфологиялық жағынан *H. neglectum* түріне ұқсастығы ғалымдар арасында үлкен пікірталас тудырады. Бұл мәселені анықтау үшін өсімдіктердің табиғи өмір

сүру жағдайларын ескере отырып, кешенді морфологиялық, анатомиялық және генетикалық зерттеулер жүргізу қажет. Тиынтақтар химиялық және экологиялық тұрғыдан нашар зерттелген, ісік ауруларын емдеуге қабілетті осы өсімдіктің фитохимиялық құрамын терең зерттеу қажет [2].

Қазақстан аумағы ежелден дәстүрлі, халықтық медицинада кеңінен қолданылатын, бірақ ресми медицинаға еңбеген дәрілік өсімдіктердің үлкен қоры болып табылады. Осындай өсімдіктердің бірі Fabaceae тұқымдасынан шыққан шай тиынтағы (*H. theinum*) және ұмытылған тиынтақ (*H. neglectum*). Бұл өсімдіктерді Алтай тұрғындары халық медицинасында ғасырлар бойы адам ауруларының кең спектрін емдеу үшін қолданып келген [3].

Емдік және алдын алу мақсаттарымен дәрілік өсімдіктердегі биологиялық белсенді қосылыстар негізінде құрылатын тағамдық қоспа ретінде кеңінен пайдаланылады. Таулы Алтай — биологиялық белсенді қосылыстар құрамы бойынша жоғары әлеуетке ие өсімдік шикізатының сарқылмайтын көзі. Оның көптеген дәрілік өсімдіктері бірегей болып табылады, өйткені іс жүзінде Қазақстанның басқа өңірлерінде кездеспейді, ал биік таулы климаттың қысылтаяң жағдайларында өсетіндіктен, олар биологиялық белсенді қосылыстардың жоғары құрамымен сипатталады және өте жоғары әсерге ие. Соңғы уақытта биік таулы жерлердің экологиялық жағдайын зерттеуге деген қызығушылық артып келеді. Мұндай зерттеулер өсімдіктер жабынын зерттеу үшін маңызды орын алады [4].

Қазіргі таңда дәрілік өсімдіктерді зерттеу қарқыны артуда, соңғы кезеңде дәрілік өсімдіктерді зерттеу ғылымының дамуы, бұл зерттеулерді неғұрлым анықталған арналарға бағыттау, оларды мақсатты ету және медицина саласы мен жалпы денсаулық сақтаудың шұғыл қажеттіліктерін қанағаттандыруға бағытталған [5].

Шығыс Қазақстандағы Иванов жотасында *H. theinum* ценопопуляцияларының экологиялық, биологиялық және ресурстық қоры туралы зерттеулер жүргізілуде. Түрдің тіршілік ету ортасының фитоценодикалық сипаттамасы, өсімдік онтогенезі мен маусымдық ырғағы, зиянкестер мен қоздырғыштардың саны анықталған [6].

Қазақстан мен Алтай Республикасының субальпілік және альпілік аймақтарында кездесетін *H. theinum* ценопопуляцияларының жай-күйі кешенді бағаланған. Бұл түр үшін субальпілік белдеу ең қолайлы болып саналады [7, 8].

Жапырақ тақтасының анатомиялық ерекшеліктерін зерттеу қазақстандық Батыс Алтай таулы аймақтарының жағдайларына *H. theinum* өсімдігінің бейімделуін анықтайды. *H. theinum* жапырақ тақтасының анатомиялық ерекшеліктерін бағалау барысында, белгілердің жиынтық мәні субальпілік жерлерде ең жоғарғы көрсеткішке ие екендігі айқындалған [9, 10].

Hedysarum туысының түрлері дәстүрлі қытай медицинасында да қолданылады, олар дененің энергиясын арттыру үшін қолданылады.

Әдеби талдау көрсеткендей, Иванов жотасында шай тиынтағы айтарлықтай аумақты алып жатыр. Фитоценоздардағы тиынтақ доминант немесе субдоминант ретінде әрекет етеді. Иванов жотасының әртүрлі жерлерінен шыққан шай тиынтағы ценопопуляциясының жас құрылымы ұқсас, олардың жас спектрлері бірдей: абсолюттік максимумды барлық жағдайларда генеративті кезең дарақтарын көрсетеді.

Шай тиынтағы түрінің эко-морфологиялық ерекшеліктерінің зерттелмеуі ғылыми зерттеудің алғышарттары болып табылады, осыған байланысты кешенді зерттеу жүргізу өзекті мәселе.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеуге Fabaceae тұқымдасы, *Hedysarum L.* туысының, *Hedysarum theinum Krasnob.* түрі таңдалып алынды, зерттелген түр Шығыс Қазақстан өңірінен жиналды. Жыл сайынғы гүлдеу және жеміс беру ұзақтығы тіршілік ету ортасы мен ауа райына байланысты. Жерүсті бөліктері мен өсімдік жапырақтарының массасының жыл сайынғы өсімі де климатқа байланысты. Морфологиялық құрылысы жағынан *H. theinum* өсімдігі *H. neglectum Ledeb.* түріне өте ұқсас, тек тамырдың құрылымы мен химиялық құрамымен ерекшеленеді. Ол қысқа және тығыз көп қырлы гүлшоғырларға ие, сонымен қатар қысқа гүлтабандары, ұзын ілмешектері, гүл жапырақшалары, гүл тостағаншасының тісшелері бар, үлкен гүлдері қайықшамен ерекшеленеді [11]. А.В. Положий зерттеулеріне сәйкес шай тиынтағы — бұл Альпінің ежелгі бореалды орманынан оқшауланған мұз дәуірінің қалдықтары. Қазақстан аумағында оңтүстік-батыс және Оңтүстік Алтай жоталарында, Оңтүстік-Батыс Алтай: Иванов, Балтық жоталарында, Сауыр, Тарбағатай, Тянь-Шань, Жоңғар Алатауы жоталарында сирек кездеседі [12].

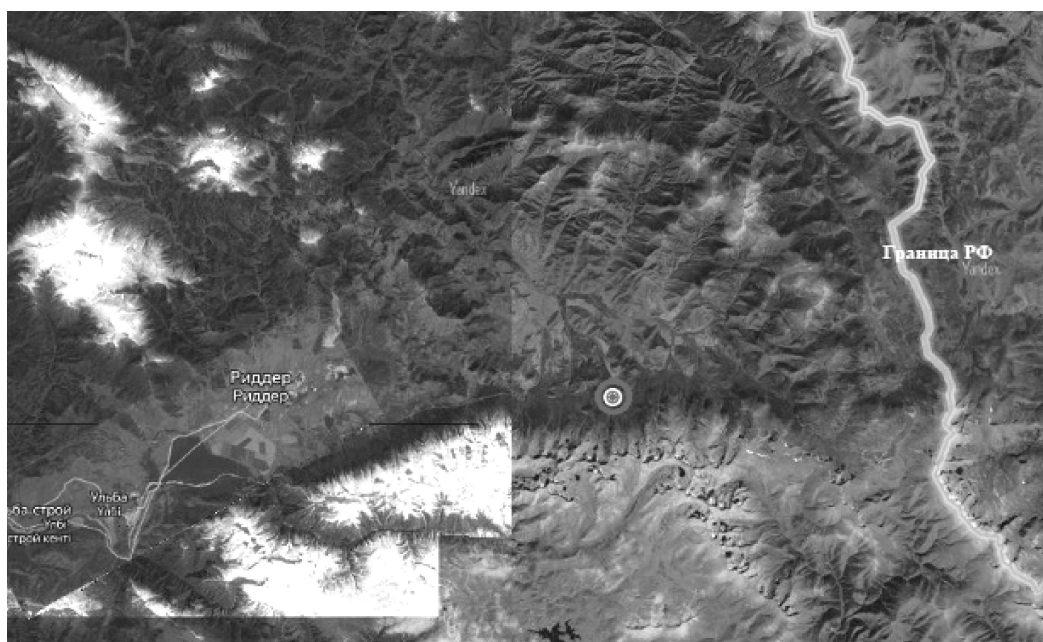
Зерттеу материалы *H. theinum* Риддер қаласының маңында, Үлкен Поперечка өзенінің бойында, Батыс Алтай аумағындағы субальпілік және альпілік биіктік белдеулерінде Иванов жотасынан

жиналды (1 кесте). Популяция аралас шөптесін қауымдастықтардың солтүстік-батыс беткейлерін алып жатыр (сур. 1).

Кесте 1

Жиналған материал жайлы ақпарат

Түр атауы	Координаттар [°]		Т.д.б. (м)	Аймақ	Жергілікті жердің атауы	Жиналған жыл
	Ендік	Бойлық				
<i>Hedysarum theinum</i> Krasnob	50°19'5.969 N	83°52'44.270 E	1794	ШҚО	Иванов жотасы	2020

Сурет 1. *H. theinum* жиналған аймақтың картасы

2020 жылы тамыз айында Шығыс Қазақстанда жиналған *H. theinum* түріне эко-морфологиялық зерттеулер жүргізілді. Барлаушылық-маршруттық экспедиция нәтижесінде Шығыс Қазақстанның Алтай тауларынан жиналған өсімдіктерге далалық және зертханалық өңдеу жүргізілді, жиналған өсімдіктердің систематикалық сипаттамасы жазылып, түрі анықталды, анықталған түрге гербарий жасалып, морфологиялық ерекшелігі бинокуляр көмегімен зерттелді (сур. 2).

Антропогендік факторлардың әсерінен қысқарып бара жатқан шай тиынтағының келесідей морфометрикалық көрсеткіштері өлшенді: өсімдік биіктігі, жапырақтың ені мен биіктігі, сабақтың диаметрі мен өсімдіктің жапырақ саны. *Hedysarum theinum* популяциясына сипаттама берілді.



Сурет 2. Морфометрикалық көрсеткіштерді өлшеу және гербарий әзірлеу барысы, 2020 ж.

Зерттеу нәтижелері және оны талқылау

H. theinum — Fabaceae тұқымдасына *Hedysarum* туысына жататын шай тиынтағы халық арасында қызыл тамыр деген атпен танымал, Алтай, Орта Азия таулары мен Моңғолияның эндемигі болып табылады, 2-санатқа, 2а-разрядқа жататын ареалы қысқарған түр. Қазақстаннан тыс жерде шай тиынтағы Батыс және Орталық Алтайдың Ресей бөлігінің аумағында және Батыс Моңғолияның таулы аймақтарында таралған. Шай тиынтағы экологиялық топ бойынша мезопсихрофиттерге жатады. Ол тау жүйелерінің гумидтік жағдайында тіршілік етеді, олар теңіз деңгейінен 1794 м биіктікте кездесті.

Популяция фитоценоздың 2 типімен ұсынылған: алуан шөпті (сур. 3) және тиынтақты-бұталы фитоценоз.

Жер бедері: күрделі, су режимі басым, орташа ылғалды, таулы-шалғынды топырақ, қарашіріктің мол қабаты бар.

1) Алуан шөпті фитоценоз. 1000 м², түрдің фитоценоз құрылымына қатысу үлесі 7–10 %.

Доминанттар:

Hedysarum theinum — cop1, *Rhodiola rosea*-cop1, *Aquilegia glandulosa*-sp, *Ligularia glauca*-sp, *Trollius altaicus*-sp.

Серіктес түрлер:

Pedicularis altaica — sol, *Geranium collinum* — sol, *Rumex acetosa* — sol, *Rumex acetosella* — sol, *Dracocephalum ruyschiana*-sol, *Carum carvi*-s, *Vaccinium myrtillus*-sp, *Festuca sulcata*-sol, *Alchemilla vulgaris*-sp, *Thalictrum simplex*-sol, *Sanguisorba alpina*- sp, *Plantago major*-s, *Doronicum altaicum*-sp, *Saussurea frolovii*-sol, *Chamerion angustifolium*-sol, *Phlomis alpina* — s, *Solidago virgaurea*-s, *Veratrum lobelianum* — s, *Plantago major* — s, *Bergenia crassifolia* — cop2.

2) Тиынтақты-бұталы фитоценоз. Түрдің фитоценоз құрылымына қатысу үлесі 10–15 %.

Доминанттар:

Hedysarum theinum — cop1, *Betula rotundifolia* — cop1, *Bergenia crassifolia* — cop2.

Серіктес түрлер:

Pinus sibirica — sol, *Larix sibirica* — sp, *Bergenia crassifolia*-cop2, *Spiraea trilobata*-sol, *Spiraea media* -sol, *Lonicera altaica* — sp, *Saussurea frolovii*-sol, *Doronicum altaicum*-sp, *Plantago major* — s.



Сурет 3. *Hedysarum theinum* ценопопуляциялары, 2020 ж.

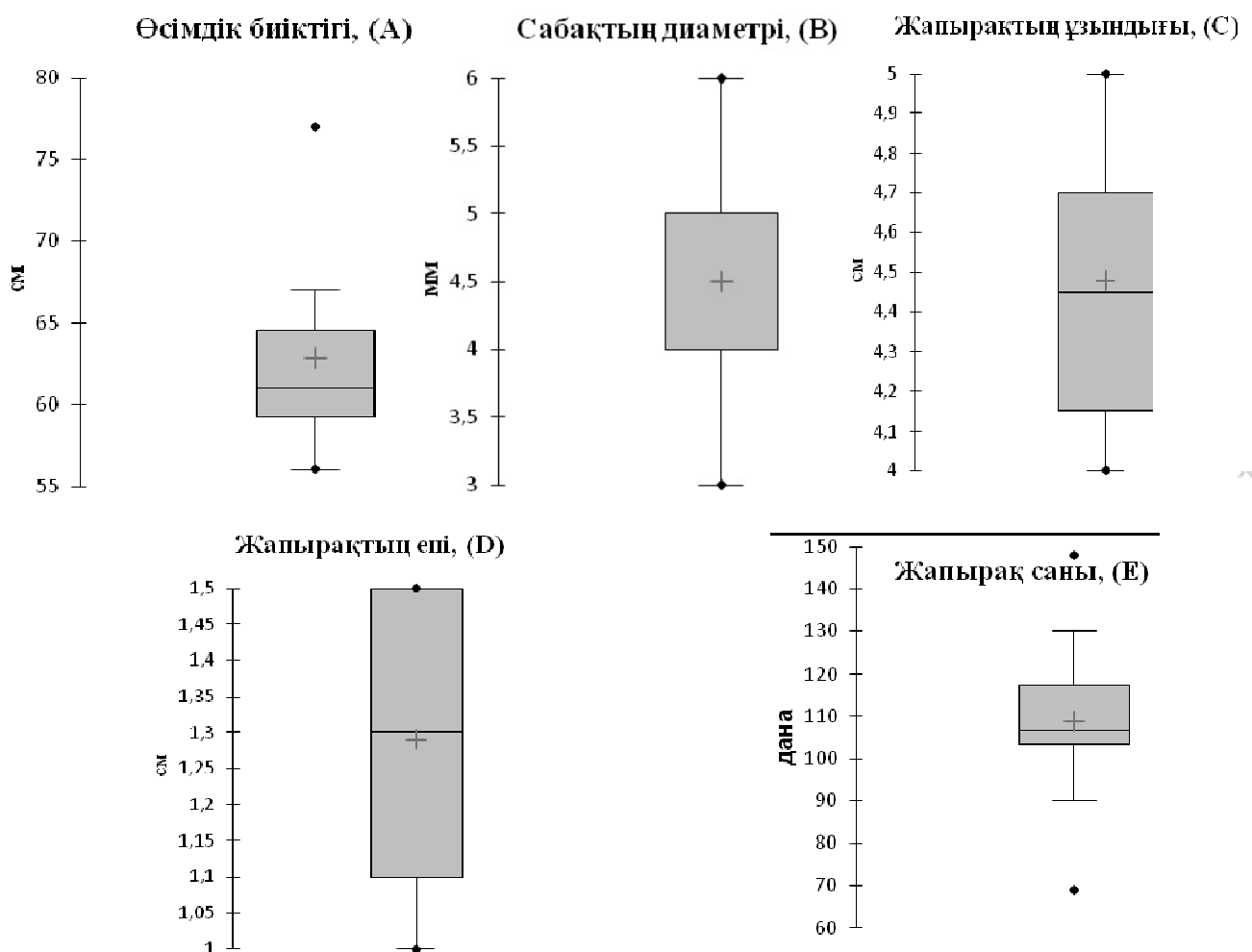
Өсімдік көпжылдық, тамырлары жуан, сабақтары түксіз, зерттеуге алынған өсімдіктерге статистикалық өңдеу жүргізуде 10 өсімдік мәліметтері камтылды. Жапырақтарының ұзындығының орташа мәні 4,1–5 см арасында ауытқыса, ені 1–1,5 см, эллипс тәрізді, 4–8 жұп болып келген. Күлтесі қызғылт-күлгін, тұқымдары жұмыртқа тәрізді (кесте 2).

Батыс Алтай өсімдіктері биіктіктерімен ерекшеленеді: сабақтарының биіктігі 45–70 см, жапырақтары да ұсақ: ұзындығы шамамен 2 см және ені 0,6–1,0 см, ал біздің зерттеуімізде Оңтүстік Алтайда олардың сабақтарының жуандығы Батыс Алтай түрлерімен салыстырғанда екі есе үлкен, $4,5 \pm 0,8$ см-ге дейін жетеді, жапырақтарының ұзындығы $4,5 \pm 0,3$ см және ені $1,3 \pm 0,2$ см болды.

Шай тиынтағының морфометрикалық көрсеткіштері

№	Өсімдік биіктігі, см	Жапырақтың ұзындығы, см	Жапырақтың ені, см	Сабақтың диаметрі, мм	Жапырақ саны, дана
1	65±2,2	4,5±0	1,5±0,2	4±0,5	130±21
2	77±14,2	4,7±0,2	1,5±0,2	6±1,5	105±4
3	67±4,2	5±0,5	1,1±0,2	4±0,5	69±40
4	59±3,8	5±0,5	1,5±0,2	5±0,5	148±39
5	62±0,8	4,3±0,2	1,3±0,2	5±0,5	90±19
6	60±2,8	4±0,5	1,5±0,2	3±1,5	103±6
7	59±3,8	4,7±0,2	1,1±0,2	4±0,5	120±11
8	56±6,8	4,1±0,4	1±0,3	6±1,5	105±4
9	63±0,2	4,4±0,1	1,3±0,2	4±0,5	108±1
10	60±2,8	4,1±0,4	1,1±0,2	4±0,5	110±1
Орташа мәні	62,8±4,2	4,5±0,3	1,3±0,2	4,5±0,8	109±14,6

4-ші суретте *H. theinum* өсімдігінің морфометрикалық көрсеткіштері берілген. Атап айтсақ, А — өсімдік биіктігі, В — сабақтың диаметрі, С — жапырақтың ұзындығы, D — жапырақтың ені, Е — жапырақ саны. Бұл талдау 10 дана өсімдікке жүргізілді.



Сурет 4. *H. theinum* морфометрикалық көрсеткіштері

Қорытынды

Шай тиынтағы перспективті өсімдік, халық медицинасында құндылығы ерекше бағаланады. Аталған өсімдікті Қызыл кітапқа енгізу туралы ұсыныс бар, себебі шай тиынтағы V категорияға жатқызылады. Шай тиынтағы орташа суық белдеуде өсетін мезопсихрофиттер экологиялық тобына жатады. Морфологиялық құрылысы қосжарнақты өсімдіктерге тән, кіндік тамырлы, жапырағы мол, сабағы тік, гүлі қызғылт-күлгін.

Зерттеу нәтижесінде, өсімдік биіктігі орташа есеппен $62,8 \pm 4,16$ см, жапырақтың ұзындығы $4,5 \pm 0,3$ см, жапырағының ені $1,3 \pm 0,28$ см, сабағының диаметрі $4,5 \pm 0,8$ мм және жапырағының саны $109 \pm 14,6$ болды. Алуан шөпті және тиынтақты-бұталы фитоценоздың доминантты және серіктес түрлері анықталды.

Антропогендік факторлардың әсерінен табиғатты қалпына келтіру ұзақ жылдарды қажет ететін процесс. Ол сирек кездесетін бағалы дәрілік өсімдіктер түрлердің жойылуына алып келеді. Бағалы түрлерді жоғалту табиғаттағы жалпы тепе-теңдіктің бұзылуына әкеп соғады. Сол себепті қазіргі кезде табиғатты қорғау мәселесі дүниежүзілік масштабта өзекті. Биоалуантүрлілікті сақтау тек бір ғана өсімдік түріне қатысты емес, толықтай табиғат кешеніне негізделеді.

Шығыс Қазақстаннан өсімдіктерді іздеу мен жинауды жүргізуге бағытталған зерттеулердің перспективалық рөлі басым, себебі жоспарланған эксперименттер өсімдіктердің фитохимиялық құрамын және анатомиялық құрылымын зерттеуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Федорова Ю.С. Особенности развития ботанических исследований растений рода *Hedysarum* / Ю.С. Федорова, П.В. Кузнецов, Т.Л. Черкасова // Медицина в Кузбассе. — 2003. — Т. 12. № 1. — С. 63–66.
- 2 Куприянов А.Н. Список высших растений Алтае-Саянского экорегиона / А.Н. Куприянов, С.А. Шереметов, К.С. Байков // Биологическое разнообразие Алтае-Саянского экорегиона. — Кемерево, 2003. — С. 30–126.
- 3 Свиридова Т.П. Перспективы выращивания *Hedysarum alpinum* L. и *Hedysarum theinum* Krasnob. в условиях Томской области / Т.П. Свиридова, Н.С. Зиннер // Вестн. Том. гос. ун-та. Сер. Биология. — 2008. — № 2 (3). — С. 5–11.
- 4 Терехин А.А. Технология возделывания лекарственных растений: учеб. пос. / А.А. Терехин, В.В. Вандышев. — М.: РУДН, 2008. — 201 с.
- 5 Котухов Ю.А. Редкие и исчезающие растения флоры Восточного Казахстана, рекомендованные для заповедной охраны / Ю.А. Котухов, А.Р. Ксембаев. — Алма-Ата, 1979. — С. 78, 79.
- 6 Котухов Ю.А. Современное состояние популяций редких и исчезающих растений Восточного Казахстана / Ю.А. Котухов, А.Н. Данилова, О.А. Ануфриева. — Алматы: Тезус, 2006. — 176 с.
- 7 Karnaukhova N. Assessment of *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae) population status in Altai / N. Karnaukhova, I. Selyutina // Contemporary Problems of Ecology. — 2013. — Vol. 6, Iss. 4. — P. 408–414. Doi: 10.1134/S1995425513040021
- 8 Dorogina O. Relationships between the Variability of Electrophoretic Profiles of Seed Polypeptides and Ecological-Geographic Conditions of the Habitats of Populations of *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae) / O. Dorogina, N. Karnaukhova, M. Agafonova // Contemporary Problems of Ecology. — 2009. — Vol. 2. — P. 506–509. Doi: 10.1134/S1995425509060022.
- 9 Karnaukhova N. Anatomico-morphological features of the leaves of *Hedysarum theinum* (Fabaceae) in Western Altai / N. Karnaukhova // Contemporary Problems of Ecology. — 2016. — Vol. 9. — P. 349–354. Doi: 10.1134/S1995425516030057.
- 10 Danilova A.N. Population Studies of *Hedysarum theinum* Krasnob. at the Ivanovsky Mountain Range of The Kazakh Altai Mountains / A.N. Danilova, Y.A. Kotukhov, O.A. Anufrieva, S.A. Kubentayev // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. — 2017. — Vol. 8 (1). — P. 2065–2077.
- 11 Красноборов И.М. Новый вид рода *Hedysarum* (Fabaceae) из Южной Сибири / И.М. Красноборов, Г.Р. Азовцев, В.П. Орлов // Бот. журн. — 1985. — Т. 70. № 7. — С. 968–973.
- 12 Положий А.В. К познанию истории и развития современных флор в Приенисейской Сибири / А.В. Положий // История и развитие флоры и растительности Евразии. — Л., 1972. — С. 136–144.

А.Б. Құсманғазин, М.С. Курманбаева, Т.Қ. Қайырбеков

Эколого-морфологические особенности эндемика Восточного Казахстана *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae)

Сохранение биоразнообразия играет важную роль в определении приоритетных направлений охраны окружающей среды. Эффективное использование природных ресурсов требует выполнения многих стратегий, направленных на оценку состояния и решение проблем растений в сохранении природных богатств. *Hedysarum theinum* Krasnob. обладает лечебными свойствами при сохранении

биоразнообразия. Целью работы является изучение морфологических особенностей особей, собранных из природных популяций растений, встречающихся в Восточном Казахстане. В 2020–2021 гг. методом маршрутно-рекогносцировочного исследования были осуществлены популяции эндемичного копечника чайного, растущих на высоте 1794 м над ур. м. в Ивановском хребте Казахстанского Алтая, в GPS координатах 50°19'5.969 N; 83°52'44.270 E. *H. theinum* — многолетник, относящийся к семейству бобовых (*Fabaceae*), с пуповинным корневищем, неопущенными стеблями, листьями 4–8 пар, пурпурно-розовыми, эндемик Алтая, Среднеазиатских гор и Монголии, семена которых имеют яйцевидную форму. Ценные лекарственные и эндемичные растения Восточного Казахстана недостаточно изучены, ареал роста сокращен *Hedysarum theinum* Krasnob., поэтому возникает необходимость углубленного изучения вида.

Ключевые слова: *Hedysarum theinum* Krasnob., *Hedysarum neglectum* Ledeb., *Fabaceae*, биоразнообразие, экология, популяция, морфология, ценопопуляция.

A.B. Kusmangazinov, M.S. Kurmanbayeva, T.K. Kaiyrbekov

Ecological-morphological features of the East Kazakhstan endemic *Hedysarum theinum* Krasnob. (*Fabaceae*)

Biodiversity plays a crucial role in the directions determination of environment conservation. It requires an execution of many application strategies of natural resources for plants' condition evaluation and solution of their problems. The study of morphological features of medicinal plant *Hedysarum theinum* Krasnob. distributed in East Kazakhstan is the aim of the research in conservation of biodiversity. The population has been investigated by route-observation research method, 1794 m above sea level at GPS coordinates 50°19'5.969N, 83°52'44.270E in Ivanov gorge of Altai Mountains (Kazakhstan). *H. theinum* Krasnob. is an endemic, perennial, main rooted species with 4–8 pairs of leaf, pink-purple corolla, egg shaped seeds in Altai, Central Asian mountains and Mongolia that represents *Fabaceae* family. There is a need in deep study of *H. theinum* Krasnob. because valuable medicinal plants found in Eastern Kazakhstan are not investigated sufficiently and growth area is reduced.

Keywords: *Hedysarum theinum* Krasnob., *Hedysarum neglectum* Ledeb., *Fabaceae*, biodiversity, ecology, population, morphology, coenopopulation.

References

- 1 Fedorova, Yu. S., Kuznetsov, P. V. & Cherkasova, T. L. (2013). Osobennosti razvitiia botanicheskikh issledovaniy rastenii roda *Hedysarum* [Features of the development of botanical research of plants of the genus *Hedysarum*]. *Meditsina v Kuzbasse — Medicine in Kuzbass*, 12 (1); 63–66 [in Russian].
- 2 Kupriyanov, A.N., Sheremetov, S.A. & Baykov, K.S. (2003). *Spisok vysshikh rastenii Altae-Saianskogo ekoregiona. Biologicheskoe raznoobrazie Altae-Saianskogo ekoregiona* [List of higher plants of the Altai-Sayan Ecoregion. Biological diversity of the Altai-Sayan Ecoregion]. Kemerovo [in Russian].
- 3 Sviridova, T.P. & Zinner, N.S. (2011). Perspektivy vyrashchivaniia *Hedysarum alpinum* L. i *Hedysarum theinum* Krasnob. v usloviakh Tomskoi oblasti [Prospects of cultivation of *Hedysarum alpinum* L. and *Hedysarum theinum* Krasnob. in the conditions of Tomsk region]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya — Bulletin of Tomsk State University. Biology*, 2(3); 5–11 [in Russian].
- 4 Terekhin, A. A. & Vandyshev, V. V. (2008). *Tekhnologiya vozdeleyvaniia lekarstvennykh rastenii* [Technology of cultivation of medicinal plants]. Moscow: RUDN [in Russian].
- 5 Kotukhov, Yu.A. & Ksembaev, A.R. (1979). *Redkie i ischezaiushchie rasteniia flory Vostochnogo Kazakhstana, rekomendovannye dlia zapovednoi okhrany* [Rare and endangered plants of the flora of East Kazakhstan, recommended for conservation protection]. Alma-Ata [in Russian].
- 6 Kotukhov, Yu.A., Danilova, A. N., & Anufrieva, O.A. (2006). *Sovremennoe sostoianie populiatsii redkikh i ischezaiushchikh rastenii Vostochnogo Kazakhstana* [Current state of populations of rare and endangered plants in East Kazakhstan]. Almaty: Tezus [in Russian].
- 7 Karnaukhova, N. & Selyutina, I. (2013). Assessment of *Hedysarum theinum* Krasnob. (*Fabaceae*) population status in Altai. *Contemporary Problems of Ecology*, 6; 408–414. Retrieved from doi: 10.1134/S1995425513040021.
- 8 Dorogina, O., Karnaukhova, N. & Agafonova, M. (2009). Relationships between the Variability of Electrophoretic Profiles of Seed Polypeptides and Ecological-Geographic Conditions of the Habitats of Populations of *Hedysarum theinum* Krasnob. (*Fabaceae*). *Contemporary Problems of Ecology*, 2; 506–509. Retrieved from doi: 10.1134/S1995425509060022.
- 9 Karnaukhovam N. (2016). Anatomico-morphological features of the leaves of *Hedysarum theinum* (*Fabaceae*) in Western Altai. *Contemporary Problems of Ecology*, 9; 349–354. Retrieved from doi: 10.1134/S1995425516030057.
- 10 Danilova, A.N., Kotukhov, Y.A., Anufrieva, O.A. & Kubentayev, S.A. (2017). Population Studies of *Hedysarum theinum* Krasnob. at the Ivanovsky Mountain Range of The Kazakh Altai Mountains, *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 8 (1); 2065–2077.

11 Krasnoborov, I. M., Azovtsev, G. R. & Orlov, V. P. (1985). Novyi vid roda *Hedysarum* (*Fabaceae*) iz Yuzhnoi Sibiri [A new species of the genus *Hedysarum* (*Fabaceae*) from southern Siberia]. *Botanicheski zhurnal — Botanical Journal*, 70 (7); 968–973 [in Russian].

12 Polozhiy, A.V. (1972). K poznaniyu istorii i razvitiia sovremennykh flor v Prieniseiskoi Sibiri [To the knowledge of the history of modern flora development in Yenisei Siberia]. *Istoriia i razvitiie flory i rastitelnosti Evrazii — History and development of flora and vegetation of Eurasia*. Leningrad [in Russian].

A.K. Ramazanov*, L.G. Babeshina

Scientific Center for Examination of Medical Devices of Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Assessment of the effect of long-term seed storage on the viability of *Matricaria chamomilla* seeds after cryopreservation

The article presents the study of influences of cryopreservation on seed germination of *Matricaria chamomilla*. Four varieties «Moscow Region», «Karagandinskaya», «Aibolit» and «Old Lekar» are used in the work. The seeds of the test species are cryopreserved in liquid nitrogen, followed by defrosting at room temperature and rapid defrosting in a water bath at temperature +40 °C. After cryopreservation the seeds are planted in Petri dishes and placed in a climate chamber for determination laboratory germination. It is noted that the best results are obtained in the defrosting variant at the room temperature. Therefore, the maximum germination rate for variety «Karagandinskaya» was 84.0%, energy of germination — 83.0%; for «Aibolit» variety was 82.0% and 81.0%, respectively; «Moscow Region» variety had a minimum germination rate — 13.0 % and energy of germination 10.0 %. While for the «Old Lekar» variety, the optimal thawing mode was rapid thawing in a water bath at the temperature +40°C; seed germination was 63.0%, energy of germination — 62.0%. Thus, it is necessary for receiving more viable seeds of varieties of *Matricaria chamomilla* after freezing in liquid nitrogen to apply the slow mode of thawing at the room temperature +24 °C.

Keywords: *Matricaria chamomilla*, cryopreservation, laboratorial germination, energy of germination, seed material.

Introduction

At present times, the conservation of the gene pool as one of the tasks in the conservation of nature is given great attention worldwide. This is due to the limited biological resources necessary for human existence and the threat of their depletion caused by the powerful technological impact of civilization on the environment, which sometimes affects plants. Many plant species are not yet well studied, but they are all genetic resources that a human can use. Therefore, the loss of any of them is an irreparable problem [1].

During the process of introducing wild medicinal plants, optimization of the storage conditions of the seed material plays an important role, as long as possible. Seed storage is a set of measures aimed at preserving the sown and varietal qualities of the seed fund. To preserve seeds work is carried out based on physical and physiological properties of studied seed mass [2].

The most important indicator of seeds in organizing storage activities is ensuring viability (germination rate and energy of germination). During long-term storage the germination of many crops varies greatly. Freshly harvested seeds do not always have good germination. For many seeds additional time is needed so that they end the processes of post-harvest maturation. It is noted that the seeds of some plants retain germination for years, others for decades [3].

Traditional methods of storage at the low positive temperatures and in the cabinet freezer are not able to provide high-quality storage, which is associated with drying up of plant material, damage by fungal and bacterial infections and pests. Therefore, one of the modern directions of preservation of seeds of wild and cultivated medicinal plants is freezing in liquid nitrogen at the extra low temperatures (-196 °C) [4, 5].

Seeds are the most optimal form of storage of genetic material, since samples require relatively little care and remain viable for a long period of time [6]. To this purpose in early 1970s the first centers for the long-term preservation of germ plasm were organized in a number of countries (Italy, Germany, USA, Japan). Since the life expectancy of seeds is very different: from several hours (in some tropical orchids) to tens and hundreds of years, one of the most important issues is their storage regime, which depends on species belonging, anatomical, physiological, biochemical, morphological features of seeds, has well as the conditions of their storage (temperature, humidity, composition of the gas composition, etc.) [7].

Cryopreservation of seeds and their isolated fragments is important for *ex situ* preservation as a reserved repository. Also, this method of storing seeds is financially inexpensive and convenient, despite the fact that effective protocols are not developed for all plant species. At the moment many scientists are conducting research in the field of resistance of seeds to cryopreservation, their behavior during storage. The benefits of

this direction related to cryopreservation can contribute to the management of seeds for reproduction and the conservation of their genetic resources [8–13]

In Central Kazakhstan the perspective species for cultivation and production of phytopreparations is *Matricaria chamomilla*. Chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert., or *Matricaria chamomilla* L., *M. recutita* L.) is annual herbal plant of *Asteraceae* family [14–16]. Chamomile is in Pharmacopoeia in more, than twenty countries. This is a valuable medicinal plant, inflorescences containing essential oil, which includes more than 40 components, serve as raw materials. The main therapeutic properties are attributed to chamazulene; its content in breeding varieties can reach 10 % or more.

Chamazulen has anti-inflammatory, sedative, anti-allergic and topically anesthetic properties, is able to activate the function of the immune system. Flavonoids, derivatives of apigenin, luteolin and quercetine, which have an anti-inflammatory effect, are found in the flowers of the chamomile. Beta-carotene, coumarins, sitosterol, antispasmodic glycoside, polysaccharides and organic acids are also found in raw materials [15, 17]. Aromatic and pleasant taste of chamomile lets to use it in various food products, confectionery, alcoholic/soft drinks, sweets and jelly [17]. The main suppliers of chamomile raw materials to the world market are Argentina, Bulgaria, Germany, Egypt, Slovakia, Czech Republic. Ready dosage forms: Romazulan, Alor, Arfazetin, Rotokan, Camiloside [15, 18, 19].

The aim of present work is the assessment of influences of long-term storage of seeds on viability of varieties of *Matricaria chamomilla* after cryopreservation in liquid nitrogen.

Materials and Methods

The objects of the study were the seeds of *Matricaria chamomilla* of the four varieties «Karagandinskaya», «Aibolit», «Old Lekar» and «Moscow Region». Cryoprocessing was carried out by direct immersion of seeds in plastic tubes in Dewar vessels with liquid nitrogen (-196 °C). The seed material is stored in a Dewar vessel for 6 months. Samples of seeds are defrosted at the room temperature (slow thawing +24 °C) and in a water bath +40 °C (fast thawing). The viability of the seed material is evaluated by laboratory germination [20].

The control seed is stored in dry place in paper bags. Germination is calculated as the ratio of the number of germinated seeds to the number of planted and expressed as a percentage. After thawing, all seeds are set for germination in 50 pieces of Petri dishes in 4-fold repetition on two-layer filter paper, previously wetted with distilled water (Fig. 1).

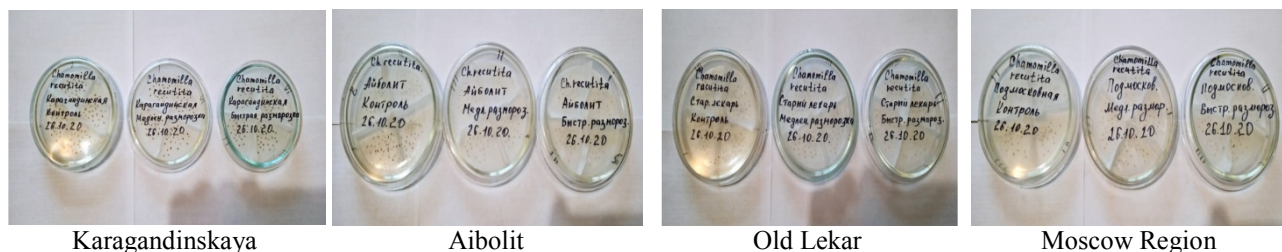


Figure 1. Determination of viability of seeds of varieties of *Matricaria chamomilla* in the laboratorial conditions

Petri dishes with seed material are placed in climate chamber Binder at the temperature +25 °C with constant illumination.

Results and Discussion

Analysis of germination rate and energy of germination of the seed material of *Matricaria chamomilla* varieties after cryopreservation for 6 months according to the test versions with different defrosting types showed that the best results are noted in the version with defrosting at room temperature. Accordingly, the maximum germination rate for «Karagandinskaya» variety was 84.0 %, energy of germination was 83.0 %; for «Aibolit» variety was 82.0 and 81.0 %, respectively. «Moscow Region» variety had the minimum germination rate 13.0 %, energy of germination 10.0 %. Whereas for «Old Lekar» variety the optimal thawing mode was rapid thawing in a water bath (+40°C), seed germination was 63.0 %, energy of germination was 62.0 % (Tab. 1).

Table 1

**Germination rate and energy of germination of seeds
of *Matricaria chamomilla* varieties after 6 months cryopreservation**

Name of variety	Variant of experience	Germination rate, %	Energy of germination, %
«Karagandinskaya» variety	Control	90.0±1.5	90.0±1.5
	Cryopreservation with slow defrosting	84.0±1.0	83.0±0.8
	Cryopreservation with fast defrosting	41.0±1.4	34.0±2.1
«Aibolit» variety	Control	71.0±1.7	70.0±1.5
	Cryopreservation with slow defrosting	82.0±1.6	81.0±1.6
	Cryopreservation with fast defrosting	73.0±3.6	70.0±4.9
«Old Lekar» variety	Control	44.0±3.0	40.0±3.6
	Cryopreservation with slow defrosting	41.0±0.8	38.0±1.1
	Cryopreservation with fast defrosting	63.0±2.8	62.0±3.0
«Moscow Region» variety	Control	24.0±1.4	18.0±0.8
	Cryopreservation with slow defrosting	13.0±1.9	10.0±1.6
	Cryopreservation with fast defrosting	9.0±1.3	6.0±0.5

After analyzing the obtained data, it is found that the seed material of «Karagandinskaya» variety showed maximum germination in the control group that amounted to 90.0%, while the germination of seeds after cryopreservation with slow defrosting was 84.0%, which is lower by 6.0% of the control samples. The minimum germination is demonstrated by seeds with rapid thawing: 41.0%. Energy of germination depending on the test variant changed in the same way as germination rate. So, the control group was 90.0%, while cryogenic storage with slow defrosting showed 83.0%, with fast defrosting — 34.0% (Fig. 2).

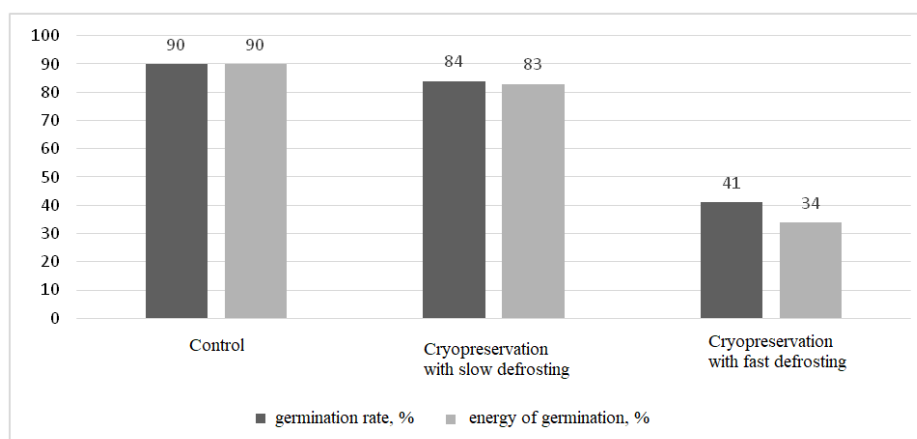


Figure 2. Determination of germination rate and energy of germination of seeds of *Matricaria chamomilla*, «Karagandinskaya» variety after long-term storage 6 months in liquid nitrogen

Different results are obtained for «Aibolit» variety. Compared to the control, the germination rate of seeds in the experimental group with slow defrosting and 2% with fast defrosting is increased by 11% (82.0 % and 73.0 %, respectively). The control group showed the lowest germination — 71.0%. Almost similar results were in the energy of germination: control — 70.0%, cryopreservation with slow defrosting — 81.0 % and cryopreservation with fast defrosting — 70.0% (Fig. 3). In this case extra-low temperatures had positive effect on the viability of the seeds of *Matricaria chamomilla*, «Aibolite» variety.

As follows from the data presented in Figure 4, cryopreservation had the best effect for «Old Lekar» variety during fast defrosting. So, the germination rate of seeds was 63.0%, energy of germination 62.0%. The minimum values of germination rate and energy of germination are shown by cryopreservation of seeds with slow defrosting — 41.0% and 38.0%, respectively. Control values were also low.

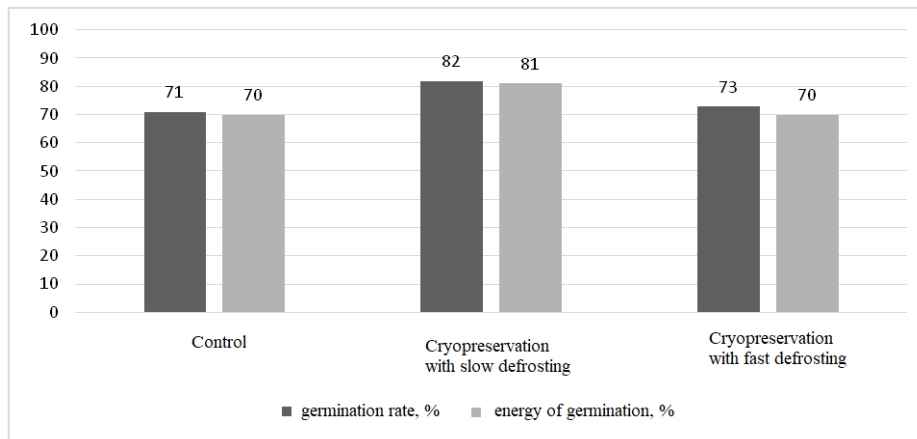


Figure 3. Determination of germination rate and energy of germination of seeds of *Matricaria chamomilla*, «Aibolit» variety after long-term storage 6 months in liquid nitrogen

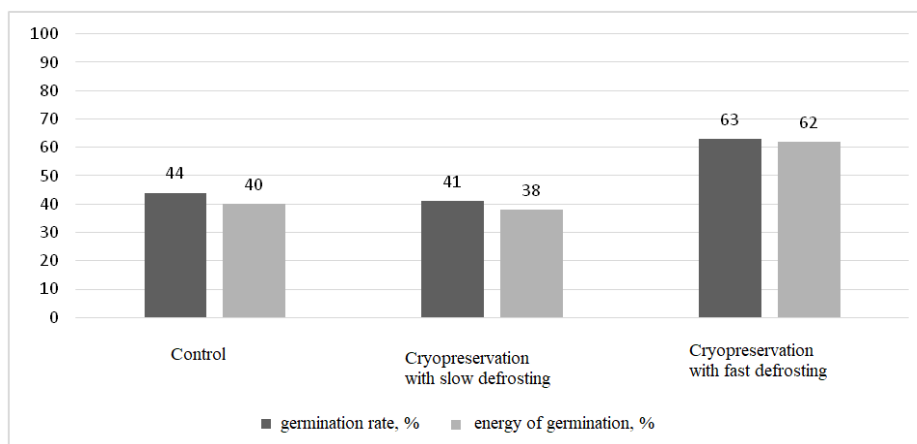


Figure 4. Determination of germination rate and energy of germination of seeds of *Matricaria chamomilla*, «Old Lekar» variety after long-term storage 6 months in liquid nitrogen

For «Moscow Region» variety, the viability of seeds, both in control and in experimental groups, turned out to be the lowest compared to the three previous varieties (Fig. 5). Perhaps, this is due to the fact that seeds of this variety were stored for more than one year before cryopreservation.

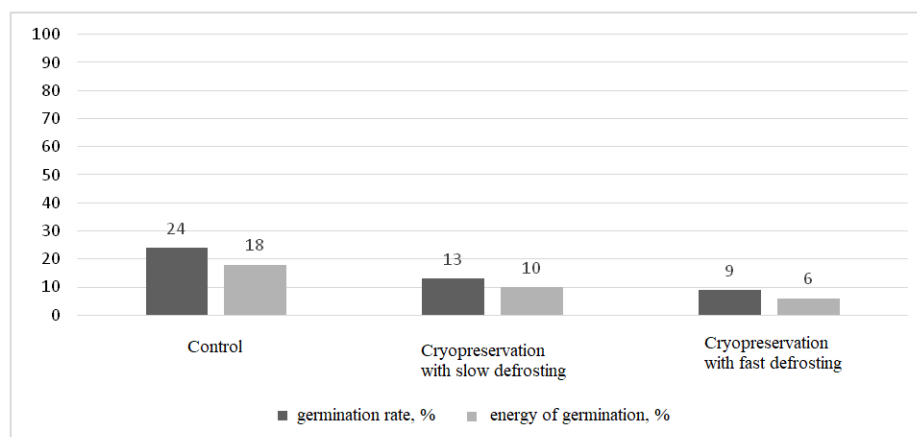


Figure 5. Determination of germination rate and energy of germination of seeds of *Matricaria chamomilla*, «Moscow Region» variety after long-term storage 6 months in liquid nitrogen

According to literary data, the maximum germination rate is noted for chamomile seeds storage 6–12 months, after which a gradual decrease in germination rate is observed [21]. Also, a number of authors [22] established important facts revealing some reasons for the low germination of seeds in plants by their storage: a decrease in breathing intensity, increasing free fatty acid content, reducing the content of vital substances; reducing sucrose content, action of pathogenic microflora. The cryopreservation of seeds in this case did not have any positive effect. Germination rate and energy of germination of the control group seeds were 24.0 and 18.0%, cryopreservation with slow thawing — 13.0 and 10.0%, cryopreservation with fast defrosting — 9.0% and 6.0%.

Conclusion

Thus, in order to obtain more viable seeds of chamomile varieties, when freezing in liquid nitrogen, a slow thawing regime should be used at room temperature +24°C; for long-term storage purposes the seed material should be cryopreserved using cryoprotective substances, since in some experimental groups the germination and germination energy of seeds were still lower than control values.

References

- 1 Жумагулова Ж.Б. Совершенствование биотехнологических методов сохранения генофонда груши: дис. ... д-ра филос. (PhD) / Ж.Ж. Жумагулова. — Алматы, 2014. — 87 с.
- 2 Тоцкая С.А. Особенности технологии возделывания ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L.) на семена / С.А. Тоцкая, Н.Т. Конан // Изв. ТСХА. — 2010. — Вып. 2. — С. 91–98.
- 3 Бессонова Л.В. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность и технологические качества пивоваренных сортов ячменя в Предуралье / Л.В. Бессонова // Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Смоленск, 1999. — С. 144, 145.
- 4 Reed B.M. The basics of *in vitro* storage and cryopreservation. — Corvallis: National Clonal Germplasm Repository, 2002. — P. 34–46.
- 5 Криохраниение семян: итоги и перспективы. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. — 110 с.
- 6 Свистунова Н.Ю. Изучение влияния продолжительности и режима хранения сортовых семян лекарственных растений на основные посевные качества и цитогенетические характеристики их проростков / Н.Ю. Свистунова // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф. — Минск, 2017. — С. 528.
- 7 Бутенко О.Ю. Влияние режимов замораживания и оттаивания на всхожесть семян сосны и ели / О.Ю. Бутенко, А.С. Бондаренко, Н.Н. Пелевина // Тр. СПб. науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства. — 2014. — № 1. — С. 38–46.
- 8 Rodrigo A.D. Storage, oil quality and cryopreservation of babassu palm seeds / A.D. Rodrigo, C. Silma, A.O. Neves, M.R. Leonardo, S. N.L. Paulo, O.S. Flaviano // Industrial Crops and Products. — 2016. — Vol. 91. — P. 332–339.
- 9 Sisunandar P.A.S. Dehydration improves cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.) / P.A.S. Sisunandar, Y. Samosir, A. Rival, S.W. Adkins // Cryobiology. — 2010. — Vol. 61. — P. 289–296.
- 10 Engelmann F. Plant cryopreservation: progress and prospects / F. Engelmann // In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. — 2004. — Vol. 40. — P. 427–433.
- 11 Wen B. Pretreatment incubation for culture and cryopreservation of *Sabal* embryos / B. Web, R. Wang // Plant Cell Tiss. Org. — 2010. — Vol. 102. — P. 237–243.
- 12 Dias D.S. Tolerance of desiccation and cryopreservation of *Butia capitata* palm seeds / D.S. Dias, P. S.N. Lopes, L.M. Ribeiro, L. A.A. Oliveira, E.V. Mendes, V.S. Carvalho // Seed Sci. Technol. — 2015. — Vol. 43. P. 90–100.
- 13 Ngobese N. Cryopreservation of the embryonic axes of *Phoenix reclinata*, a representative of the intermediate seeds category / N. Ngobese, Z. Serhsen, N.W. Pammenter, P. Berjak // Seed Sci. and Technol. — 2010. — Vol. 38. — P. 704–716.
- 14 Атлас лекарственных растений России. — М., 2006. — 350 с.
- 15 Тоцкая С.А. Ромашка аптечная (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — объект селекции / С.А. Тоцкая, М.Ю. Грязнов // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. — М., 2016. — С. 321–324.
- 16 Nektaria T. Phenotypic variation of wild Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) populations and their evaluation for medicinally important essential oil / T. Nektaria, S. Eirini, G. Katerina, P. Chrysanthi, K. Theodoros, Ch. Paschalina, M. Athanasios // Biochemical Systematic and Ecology. — 2018. — Vol. 80. — P. 21–28.
- 17 Aleksandra C. Subcritical water extraction as a cutting edge technology for the extraction of bioactive compounds from chamomile: Influence of pressure on chemical composition and bioactivity of extracts / C. Aleksandra, S. -G. Jaroslava, Z. Zoran, G. Uros, T. Zivoslav, Z. Gokhan, M. Pavle, F.M. Mohamad, D. Sasa // Food Chemistry. — 2018. — Vol. 266. — P. 389–396.
- 18 Фитопрепараты ВИЛАР: науч.-справоч. изд. — М.: Бюрос-пресс, 2009. — 256 с.
- 19 Регистр лекарственных средств России. — М.: Веданта, 2015. — 351 с.
- 20 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.

21 Тлеукенова С.У. Онтогенез ромашки аптечной сорта «Карагандинская» в условиях Центрального Казахстана / С.У. Тлеукенова, С.С. Айдосова, М.Ю. Ишмуратова // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. биол. — 2008. — № 3. — С. 13–15.

22 Губанов И.А. Лекарственные растения / И.А. Губанов. — М.: Московские университеты, 1993. — С. 8.

А.К. Рамазанов, Л.Г. Бабешина

Криоконсервациядан кейін *Matricaria chamomilla* сорты тұқымының өміршеңдігінің ұзақ мерзімді тұқым сақтау әсерінің бағалауы

Мақалада криоконсервацияның түймедақ тұқымдарының өнуіне әсері зерттелген. Авторлар «Подмосковная», «Карагандинская», «Айболит» және «Старый лекарь» деген төрт сортты қолданған. Зерттелген түрлердің тұқымдары сұйық азотта криоконсервацияланған, содан кейін бөлме температурасында және +40°C су моншасында тез еруіне ұшыраған. Криоконсервациядан кейін тұқымдар Петри табақшаларына отырғызылып, зертханалық өнгіштікті анықтау үшін климаттық камераға орналастырылды. Ең жақсы нәтиже бөлме температурасында еріту арқылы алынғандығы белгіленді. Сонымен, тұқымның максималды өнгіштігі «Карагандинская» сорты үшін 84,0 %, өну энергиясы 83,0 % «Айболит» сорты үшін сәйкесінше 82,0 % және 81,0 % құрады. «Подмосковная» сортының өну минимумы 13,0 % және өну энергиясы 10,0 %. «Старый лекарь» сорты үшін оңтайлы еріту режимі +40°C су моншасында тез жібіту болды, тұқым өнгіштігі 63,0 %, өну энергиясы 62,0 %. Осылайша, түймедақ сорттарының өміршең тұқымдарын алу үшін сұйық азотта мұздағанда бөлме температурасында +24 °C баяу еріту режимін қолдану қажет.

Кілт сөздер: *Matricaria chamomilla*, криоконсервация, зертханалық өнгіштік, өну энергиясы, тұқымдық материал.

А.К. Рамазанов, Л.Г. Бабешина

Оценка влияния долгосрочного хранения семян на жизнеспособность семян сортов *Matricaria chamomilla* после криоконсервации

В статье изучено влияние криоконсервации на всхожесть семян ромашки аптечной. Авторами были использованы четыре сорта «Подмосковная», «Карагандинская», «Айболит» и «Старый лекарь». Семена исследуемых видов подвергались криоконсервации в жидком азоте с последующим размораживанием при комнатной температуре и быстрым размораживанием на водяной бане при +40°C. После криоконсервации семена высаживали в чашках Петри и помещали в климатическую камеру для определения лабораторной всхожести. Было отмечено, что наилучшие результаты получены в варианте с размораживанием при комнатной температуре. Так, максимальная всхожесть семян для сорта «Карагандинская» составила 84,0 %, энергия прорастания 83,0 %, для сорта «Айболит» — 82,0 % и 81,0 %, соответственно, у сорта «Подмосковная» отмечена минимальная всхожесть 13,0 % и энергия прорастания 10,0 %. Тогда как для сорта «Старый лекарь» оптимальным режимом оттаивания являлось быстрое размораживание на водяной бане при +40°C, всхожесть семян составила 63,0 %, энергия прорастания 62,0 %. Таким образом, для получения более жизнеспособных семян сортов ромашки аптечной необходимо при замораживании в жидком азоте применять медленный режим оттаивания при комнатной температуре +24°C.

Ключевые слова: *Matricaria chamomilla*, криоконсервация, лабораторная всхожесть, энергия прорастания, семенной материал.

References

- 1 Zhumagulova, Zh.B. (2014). Sovershenstvovanie biotekhnologicheskikh metodov sokhraneniia genofonda grushi [Improving biotechnological methods for preserving the pear gene pool]. *Doctor's thesis*. Almaty [in Russian].
- 2 Totskaia, S.A., & Konon, N.T. (2010). Osobennosti tekhnologii vozdelevaniia romashki aptechnoi (*Matricaria chamomilla* L.) na semena [Features of the technology of cultivation of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) for seeds]. *Izvestiia TSKHA — Bulletin of TAGA*, 2, 91–98 [in Russian].
- 3 Bessonova, L.V. (1999). Vliianie srokov poseva i norm vyseva na urozhainost i tekhnologicheskie kachestva pivovarenykh sortov yachmenia v Predurale [Influence of sowing dates and seeding rates on the yield and technological qualities of brewing barley varieties in the Urals]. *Problems of agricultural production in changing economic and environmental conditions: materials of the international scientific-practical conference*. Smolensk [in Russian].
- 4 Reed, B.M. (2002). *The basics of in vitro storage and cryopreservation*. Corvallis: National Clonal Germplasm Repository.

- 5 (2014). *Kriokhranenie semian: itogi i perspektivy [Cryostorage of seeds: results and prospects]*. Novosibirsk: Izdatelstvo SO RAN [in Russian].
- 6 Svistunova, N.Yu. (2017). Izuchenie vliianiia prodolzhitel'nosti i rezhima khraneniia sortovykh semian lekarstvennykh rastenii na osnovnye posevnye kachestva i tsitogeneticheskie kharakteristiki ikh prorostkov [Study of the influence of the duration and storage regime of varietal seeds of medicinal plants on the main sowing qualities and cytogenetic characteristics of their seedlings]. *Materials of the International Scientific Conference dedicated to the 85th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus: The role of botanical gardens and arboreta in the conservation, study and sustainable use of flora diversity*. Minsk [in Russian].
- 7 Butenko, O. Yu., Bondarenko, A.S. & Pelevina, N.N. (2014). Vliianie rezhimov zamorazhivaniia i ottaivaniia na vskhozhest semian sosny i eli [Influence of freezing and thawing regimes on the germination of pine and spruce seeds]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khoziaistva — Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry, 1*; 38–46 [in Russian].
- 8 Rodrigo, A.D., Silma, C., Neves, A.O., Leonardo, M.R., Paulo, S.N.L. & Flaviano, O.S. (2016). Storage, oil quality and cryopreservation of babassu palm seeds. *Industrial Crops and Products, 91*; 332–339.
- 9 Sisunandar, P.A.S., Samosir, Y., Rival, A. & Adkins, S.W. (2010). Dehydration improves cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.). *Cryobiology, 61*; 289–296.
- 10 Engelmann, F. (2004). Plant cryopreservation: progress and prospects. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant, 40*; 427–433.
- 11 Wen, B. & Wang, R. (2010). Pretreatment incubation for culture and cryopreservation of *Sabal* embryos. *Plant Cell Tiss. Org., 102*; 237–243.
- 12 Dias, D.S., Lopes, P.S.N., Ribeiro, L.M., Oliveira, L.A.A., Mendes, E.V. & Carvalho, V.S. (2015). Tolerance of desiccation and cryopreservation of *Butia capitata* palm seeds. *Seed Sci. Technol., 43*; 90–100.
- 13 Ngobese, N., Seršen, Z., Pammenter, N.W. & Berjak, P. (2010). Cryopreservation of the embryonic axes of *Phoenix reclinata*, a representative of the intermediate seeds category. *Seed Sci. and Technol., 38*; 704–716.
- 14 Bykova, V.A. (2006). *Atlas lekarstvennykh rastenii Rossii [Atlas of medicinal herbs of Russia]*. Moscow [in Russian].
- 15 Totskaia, S.A. & Griaznov, M.Iu. (2016). Romashka aptechnaia (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — obekt selektsii [Pharmacy chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert.) — an object of selection]. *Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of VILAR: Biological characteristics of medicinal and aromatic herbs and their role in medicine*. Moscow [in Russian].
- 16 Nektaria, T., Eirini, S., Katerina, G., Chrysanthi, P., Theodoros, K., Paschalina, Ch. & et al. (2018). Phenotypic variation of wild Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) populations and their evaluation for medicinally important essential oil. *Biochemical Systematic and Ecology, 80*; 21–28.
- 17 Aleksandra, C., Jaroslava, S. -G., Zoran, Z., Uros, G., Zivoslav, T., Gokhan, Z. & et al. (2018). Subcritical water extraction as a cutting edge technology for the extraction of bioactive compounds from chamomile: Influence of pressure on chemical composition and bioactivity of extracts. *Food Chemistry, 266*; 389–396.
- 18 (2009). *Fitopreparaty VILAR: nauchno-spravocnoe izdanie [Phytopreparations VILAR: a scientific reference publication]*. Moscow: Borus-press [in Russian].
- 19 (2015). *Registr lekarstvennykh sredstv Rossii [Register of medical facilities of Russia]*. Moscow: Vedanta [in Russian].
- 20 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 issledovanii v Kazakhstane — Methodology of introduced study in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 21 Tleukenova, S.U., Aidosova, S.S. & Ishmuratova, M.Yu. (2008). Ontogenez romashki aptechnoi sorta «Karagandinskaia» v usloviakh Tsentralnogo Kazakhstana [Ontogenesis of *Chamomilla reticulata* sort «Karagandinskaya» in the conditions of the Central Kazakhstan]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Serii biologii — Bulletin of KazNU, biology series, 3*, 13–15 [in Russian].
- 22 Gubanov, I.A. (1993). *Lekarstvennye rasteniia [Medicinal herbs]*. Moscow: Moskovskie universitety [in Russian].

Н.В. Ромаданова*, С.В. Кушнаренко

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

*Автор для корреспонденции: nata_romadanova@mail.ru

Биотехнология получения безвирусных саженцев яблони

В обзорной статье подробно изложены последовательные этапы работы по получению оздоровленных саженцев яблони биотехнологическими методами. Представлены оптимизированные составы питательных сред для всех этапов криоконсервации (криотерапии), хемотерапии, идентификации вирусов, рекомендованы приемы введения в культуру *in vitro*, микроклонального размножения, укоренения в культуре *in vitro* и адаптации растительного материала к почвенному субстрату. В результате биотехнологическими методами создана безвирусная *in vitro* коллекция *Malus domestica* Borkh. и *M. sieversii* Ledeb. M. Roem., которая сохраняется при температурах (+23–25 °С) и (+ 4 °С). Криоконсервация апикальных меристем стародавних и коммерчески ценных сортов, клоновых подвоев, а также дикорастущих форм яблони в жидком азоте при -196 °С позволит долгосрочно сохранять этот ценный растительный материал, и, при необходимости, созданная криоколлекция может быть использована в селекционном процессе. Безвирусные подвои и сорта яблони могут выступать субъектами агропромышленного комплекса в области садоводства посадочным материалом класса супер-элиты, что, в целом, будет способствовать развитию местного питомниководства.

Ключевые слова: *Malus*, коллекция *in vitro*, крио- и хемотерапия, криобанк, суперэлитные саженцы, сорта яблук, охрана леса.

Введение

Многообразие природных зон Казахстана обусловило богатство и разнообразие его биологических ресурсов, необходимых для экономического и социального развития. Биологическое разнообразие ресурсов являются национальным достоянием огромной ценности для нынешнего и будущего поколений. На сегодняшний день площади дикорастущих яблоневых лесов составляют менее 20 % от объема, занимаемого ими в 60-х гг. XX века. Это приводит к нарушению стабильности биосферы, утрате многих ценных, редких, реликтовых и особенно эндемичных видов растений и животных. Ухудшение состояния биоразнообразия связано с хозяйственной деятельностью человека, загрязнением окружающей среды, стихийными бедствиями, а также незначительной площадью охраняемых территорий. Сложная ситуация складывается также в вопросах обеспечения охраны лесов от пожаров и незаконных рубок в Государственном лесном фонде. В особенной зоне риска находятся редкие дикорастущие яблони, занесенные в Красную книгу Казахстана [1]. Исчезновению подвержены теперь и перспективные сорта, и клоновые подвои яблони, которые подверглись атаке бактериального ожога, в особенной опасности сорта местной селекции, саженцы которых не были широко распространены в мировых масштабах [2].

Яблоня (лат. *Malus*) — род листопадных деревьев и кустарников семейства Розоцветные (*Rosaceae*), насчитывает 62 вида (2013) [3]. Плоды яблони используются в питании и лечении от различных заболеваний. Хорошими качествами обладает древесина яблони, многие виды выращивают в качестве декоративных растений, кроме того, они используются в полезном лесоразведении. Все виды — хорошие медоносы.

Наиболее распространенными являются яблоня домашняя, или культурная (*Malus domestica*), — это большинство возделываемых в мире сортов; яблоня сливолистная, китайская (*Malus prunifolia*), и яблоня низкая (*Malus pumila*) [4]. Родиной яблони является территория современного Южного Казахстана и Киргизии (предгорья Алатау), где до сих пор встречается в диком виде яблоня Сиверса (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.). Предположительно, из этого региона во времена Александра Македонского либо во время других миграций она была привезена в Европу и другие регионы. Также считается, что распространению диких плодов яблони Сиверса способствовал Великий Шелковый путь.

Яблоня Сиверса получила свое название в честь ботаника Иоганна Сиверса, который встретил яблоневый лес в долине реки Урджар в южной части горного хребта Тарбагатай. К яблоне Сиверса

близки два горных вида: яблоня киргизская (*Malus kirghisorum* Al.Fed. & Fed) и яблоня Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne), которые, наряду с яблоней Сиверса, также встречаются в Казахстане, образуя заросли в горах. Яблоня Недзвецкого, красивейшая (кора ствола, ветвей, бутоны, молодые листья, цветы, плоды всё окрашено в малиново-пурпурный цвет разных оттенков) и редкая яблоня так же, как и яблоня Сиверса, внесена в Красную книгу Казахстана как исчезающий вид [1]. Большинство дикорастущих яблонь произрастает в Жонгар-Алатауском национальном природном парке. Сегодня на территории парка находится пять генетических резерватов (охраняемые природные зоны) яблони. Площадь зарослей дикой яблони в горах Алатау, где сосредоточены самые крупные в мире ресурсы дикорастущих яблонь, составляет около 11 тысяч га. Яблоневые леса Заилийского и Джунгарского Алатау признаны генетическим центром происхождения дикорастущих яблонь планеты. Эта гипотеза, высказанная академиком Николаем Вавиловым еще в конце 20-х годов прошлого века, подтверждена современными результатами исследований мирового научного сообщества [5–7].

Растущие на крутых склонах деревья диких яблонь порой достигают 30-метровой высоты, сохранились исполины, возраст которых 130 лет. Дикие яблони хорошо переносят перепады температуры от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Эти деревья выдержали самые разные природные катаклизмы, нашествия вредителей и могут помочь людям в селекционном процессе в совершенствовании существующих сортов [8]. В результате отбора яблонь человеком из всего многообразия возникающих естественных изменений сохранились и постепенно усиливались ценные свойства. Некоторые сорта народной селекции имеют промышленное значение и по сей день, они пока составляют основу ассортимента. Сортные яблони наиболее сильно отличаются от своих диких прородительниц по признакам, которые более всего интересовали человека: вкус, величина и внешний вид плодов, тогда как цветки и листья существенно не изменились.

Яблони разводят в большинстве областей с умеренным климатом. Главные, основные мировые производители плодов — это Германия, Италия, Франция, Испания, Китай, Япония, США, Канада, Аргентина, Чили, Австралия, Новая Зеландия и ЮАР [9]. В Казахстане в среднем урожайность яблони составляет в пределах 4 т/га, тогда как урожайность яблони во многих странах — 50–60 т/га. Основной проблемой низких урожаев является отсутствие интенсивных технологий оздоровления и выращивания посадочного подвойного и привойного материала. Яблоневые сады поражены бактериальными, грибными и вирусными заболеваниями [10].

Вирусы являются возбудителями многих опасных заболеваний яблони. Проявляются вирусные болезни в виде хлоротической или антоциановой окраски листьев, новообразованиями на отдельных органах и тканях, аномальным пробуждением почек, задержкой роста. Распространяются вирусные заболевания с соком инфицированных растений, особенно во время обрезки и прививки, пылью, семенами, насекомыми и почвенными нематодами [11]. Инфицированное дерево остается больным в течение всей своей жизни, соответственно вирусные заболевания плодовых имеют хронический характер. Использование черенков с таких деревьев для прививки приводит к производству посадочного материала, пораженного вирусами, а также одновременно стимулирует дальнейшее распространение вирусных болезней. Возбудители вирусных болезней снижают устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессовым факторам, вызывают нарушения физиологических процессов и, как следствие, ухудшают вегетативную и генеративную продуктивность, укоренение, выход стандартных саженцев в маточниках, а также их приживаемость в питомнике [10–12]. Соответственно, вирусные болезни яблони широко распространены и наносят огромный экономический ущерб во всем мире, что обуславливает необходимость их раннего выявления [13, 14].

В публикации ученых из Научно-исследовательского института плодоводства и виноградарства говорится о том, что в плодовых насаждениях юга и юго-востока республики выявлено 7 вирусных заболеваний на яблоне, из которых наиболее опасными являются: хлоротическая пятнистость листьев яблони (*Apple chlorotic leafspot virus (ACLSV)*), вирус растрескивания ствола (*Apple stem pitting virus (ASPV)*) и вирус бороздчатости древесины (*Apple stem grooving virus (ASGV)*). Какие еще 4 вируса выявлены, не уточняется [12]. В других статьях казахстанских авторов, а также в публикациях исследователей смежных регионов, таких как Россия и Беларусь, среди вирусных заболеваний были выявлены только ACLSV, ASGV, ASPV [15–18]. Ученые Института биологии и биотехнологии растений (ИББР) в результате тестирования яблони обнаружили 4 вируса ACLSV, ASPV, ASGV и ApMV в различных сочетаниях [16, 19]. В последние годы в Казахстане также отмечено массовое распространение бактериального ожога, вызываемого бактерией (*Erwinia amylovora*), который приводит к гибели

урожая, а впоследствии и всего яблоневого сада [20]. Бактериальный ожог может привести к экологической катастрофе — в опасности окажутся парки и скверы городов, защитные лесополосы и т.п.

Природно-климатические условия юга и юго-востока Казахстана благоприятны для выращивания высококачественной яблоневой продукции, которая может быть использована в питании, служить сырьем для переработки в достаточных количествах для обеспечения внутреннего рынка и экспорта [10]. Тем не менее, в настоящее время в Казахстан значительная часть саженцев яблони завозится из зарубежных стран (более 55 %). Это связано с тем, что урожайность невысокая, саженцы местного производства низкого качества, плоды не выдерживают конкуренцию с зарубежной продукцией по товарным характеристикам [2, 10, 21].

На данный момент в Казахстане практически отсутствуют питомники, которые обеспечивают рынок отечественными оздоровленными саженцами. Высокий спрос оздоровленной продукции частично покрывается за счет импорта. В результате недостатки традиционных способов выращивания яблони обусловили необходимость разработки научных методов оздоровления генофонда, организации маточников с саженцами, размноженными в учреждениях, занимающихся производством оздоровленного посадочного материала. Биотехнологическими методами вегетативное *in vitro* потомство получают от единичного исходного растения, отобранного по сортовой (клоновой) типичности с гарантированной чистотой от различных инфекционных заболеваний [22, 23]. Для растений *in vitro* проводят подбор питательной среды, обеспечивающей высокий коэффициент размножения (КР) [11, 12, 24, 25]. Питательные среды оптимизируют эмпирическим способом и с использованием различных электронных программ, например, такой как *Designing expert systems* [26].

В лаборатории криосохранения гермоплазмы ИББР разработаны методы микроклонального размножения для многих плодовых и ягодных культур, в том числе для яблони [27–30]. Освобождение от бактериальной и грибной инфекции достигается на этапе введения растительного материала в культуру *in vitro*, однако оздоровить от вирусной инфекции такими способами практически невозможно. Известно несколько способов оздоровления пораженного вирусами растительного материала. Одним из методов является термотерапия [31, 32]. Методика заключается в суховоздушной обработке или в погружении растительного материала в горячую воду (38–55°C). Существуют различные гипотезы для объяснения механизма освобождения растений от вирусов в процессе термообработки. Например, длительная высокая температура может вызвать разрушение всех накопленных в клетках вирусных частиц и полное освобождение от вирусов целого растения. Однако чаще освобождаются от инфекции лишь отдельные части или органы растений, например, апикальные меристемы. В оставшихся тканях уменьшается концентрация вирусных частиц, которые не успевают перемещаться в быстрорастущие ткани.

Многие ученые считают, что получить свободный от вирусов материал можно путем размножения верхушечными меристемами. Авторы объясняют это наличием в меристемах больших концентраций ауксинов, препятствующих размножению вирусных частиц, а также предполагают, что физиологически мембраны меристематических клеток препятствуют проникновению и размножению вирусов. Метод верхушечных меристем был описан Белкен-Грен и Миллером, которые освободили от термостабильного вируса А 50 % растений *Fragaria vesca* [33]. В дальнейшем, этот метод стал использоваться на разных культурах во многих странах мира [34, 35]. Однако впоследствии ученые показали наличие остаточной инфекции в пораженных вирусами культурах. Поэтому вирусологи начали применять для оздоровления растений термотерапию в сочетании с другими методами [14, 30, 34–38].

Параллельно с описанными выше способами борьбы с вирусами ученые стали применять хемотерапию *in vivo* и *in vitro*. Для чего в питательные среды стали добавлять различные противовирусные препараты. М.Т. Упадышев рекомендует различные органические кислоты, которые обеспечивают оздоровление растений от 80 до 100 %. Им же проведено оздоровление малины от вирусов при помощи добавления в питательную среду препаратов Рибавирин, Кагоцел и Арбидол [39]. Трудность при подборе таких веществ заключается в том, что противовирусный препарат должен блокировать процесс размножения вируса, не повреждая при этом само растение. Кроме того, противовирусный препарат должен сохранять активность в течение достаточно длительного времени, так как частое его применение может быть губительным для растения.

Оздоровление от вирусов можно добиться также с помощью криотерапии, растения, выращенные из меристем после криоконсервации, являются безвирусными [19, 40]. Этот метод заключается в погружении инфицированных апикальных меристем в жидкий азот на непродолжительное время (20–

60 мин), что приводит к разрушению клеток, в которых обычно расположены вирусы. В результате это позволяет получить высокую частоту свободных от патогенов жизнеспособных растений [19]. Для криотерапии различных культур используют разные методы криоконсервации, те, которые более результативны для того или иного объекта [41, 42]. Криотерапию успешно применяют для освобождения от вирусов у картофеля, сладкого картофеля, винограда, банана, апельсина, мандарина, помело, лимона, в том числе и яблони [19, 43–50].

Процесс оздоровления зависит от чувствительности растений к вирусам и от самого штамма вируса, так как процент освобождения от вирусов у разных культур варьирует, к тому же для некоторых культур, таких как малина (*Rubus idaeus* L.), требуется комбинировать криотерапию с термотерапией [51]. Для повышения процента освобожденных от вирусов растений также подходит комбинирование криотерапии и хемотерапии, например, для получения 100 % безвирусного картофеля *Solanum tuberosum* L. [52]. Для получения оздоровленных пробирочных растений цветочных и декоративных культур О.В. Митрофанова сочетала три вида терапии — термотерапию, хемотерапию и культуру апикальных меристем [36].

Несмотря на достаточное количество информации о процессе оздоровления растительного материала, исследователи не пришли к единому мнению о необходимости использования того или иного вида терапии. Общеизвестно только то, что для каждого нового образца необходима отработка всех критериев и параметров оздоровления. Подбор и оптимизация эффективных способов оздоровления растений могут открыть новые перспективы как в вирусологических исследованиях, так и в технологии получения безвирусного посадочного материала. Следует отметить, что для получения безвирусных растений с помощью криотерапии и хемотерапии коллективом лаборатории криосохранения гермоплазмы ИББР достигнуты высокие результаты: картофель (80 %) и яблоня (37,5 %), при этом криотерапия яблони была проведена впервые в мире [19, 52]. Разработанная технология позволяет получать, тестировать и оздоравливать инфицированные *in vitro* растения с минимальными затратами в короткие сроки. Полученные оздоровленные саженцы класса суперэлита, как посадочный материал высокой категории чистоты, послужат для закладки элитных питомников [53, 54].

Учитывая глобальный характер проблемы утраты биоразнообразия, необходимо задействование научных подходов защиты, поддержания и размножения растительного материала. На современном уровне сохранение растений необходимо проводить с учетом применения всех наиболее прогрессивных технологий, в том числе и длительное консервирование генетического материала в криоколлекциях [55–57]. В США криоконсервация является основным способом сохранения генетических ресурсов плодовых, орехоплодных, ягодных культур и винограда с 1987 г. [55, 58]. Национальная система сохранения гермоплазмы растений также создана в большинстве стран Европы, в Китае, Японии, Корее, Перу и во многих других, наряду с обширными полевыми коллекциями имеются так же и криобанки тканей, семян, почек и других органов различных культур, в том числе и яблони [56, 57, 59, 60].

Особенности строения растительных клеток, отличающихся большими размерами, сильной вакуолизацией и, следовательно, большим содержанием воды, вызывают трудности их криоконсервации [49]. Оптимизация методов криосохранения, позволяющих избежать механического повреждения мембран кристаллами льда, вызывающего чрезмерное обезвоживание клеток, позволило разработать несколько эффективных способов криоконсервации растительных тканей. В результате для криоконсервации (криотерапии) яблони используют методы: витрификации, дроплет-витрификации, инкапсуляции-дегидратации, медленного программированного замораживания и др.

Для разработки метода инкапсуляции-дегидратации положила начало технология, используемая для получения искусственных семян. Растительные ткани, как в капсулу, заключают в альгинатный гель, тем самым обезвоживая и подсушивая ткани. Кроме того, внутри клеток предотвращается образование кристаллов льда. После частичного подсушивания (дегидратации) инкапсулированные в альгинат ткани быстро погружают в жидкий азот. Этот метод применим к различным эксплантам: апикальные меристемы, клеточные культуры, соматические зародыши, семена различных видов растений как умеренного климата, так и тропических широт [61, 62].

При проведении метода витрификации растительный материал предварительно обрабатывают высококонцентрированными растворами химических криопротекторов, после чего быстро замораживают [55, 63, 64]. В результате витрификации происходит затвердевание воды в аморфном состоянии, что предотвращает образование внутриклеточных кристаллов льда. Метод применяется для криосо-

хранения апикальных меристем, изолированных клеток и соматических зародышей многих видов растений.

Метод медленного программированного замораживания заключается в обработке меристем химическими криопротекторами так же, как и метод витрификации, особенностью его является охлаждение растительных тканей до определенной температуры в программируемом фризере, например, до -40°C , после чего ткани переносят в жидкий азот (-196°C). При постепенной медленной скорости охлаждения формирование льда начинается во внеклеточном пространстве, благодаря чему предотвращается кристаллизация воды внутри клеток, которые вызывают повреждение мембран и клеточных органелл. Клетки успевают потерять часть воды, компенсируя водный дефицит во внешнем растворе. Для каждого вида растений подбирается оптимальная скорость охлаждения (от 0,1 до $1,0^{\circ}\text{C}/\text{мин}$). Метод программированного замораживания является общепризнанным и наиболее широко распространенным, особенно эффективен для апикальных меристем и почек растений, а также для клеточных культур (суспензии клеток, каллусные ткани) [58].

В лаборатории криосохранения гермоплазмы были проведены эксперименты по криоконсервации методами: витрификации с 0,3М сахарозой, витрификации с 5 % ДМСО, инкапсуляции-дегидратации, медленного программированного замораживания и было выявлено, что для многих культур наиболее эффективным, малозатратным и упрощенным при выполнении является метод витрификации с 0,3М сахарозой, позволяющий получать от 60 до 80 % жизнеспособных апикальных меристем, после размораживания [42]. Этот метод применяется для криосохранения апикальных меристем различных видов растений во многих ведущих мировых лабораториях [55, 58]. Метод основан на предотвращении кристаллизации воды в растительных клетках с помощью обработки высококонцентрированными растворами криопротекторов, которые могут быть токсичными для клеток, поэтому для предотвращения повреждений и гибели клеток длительность обработки должна строго контролироваться для каждого образца [30; 41–43]. Сотрудниками ИББР этот метод оптимизирован для криоконсервации яблони, картофеля, барбариса, малины, груши, жимолости и других культур.

Хранение гермоплазмы растений в жидком азоте в небольших помещениях имеет социальный спрос и экономическую заинтересованность у государства, так как существенно снижает затраты на содержание коллекций в полевых условиях и обеспечивает возможность круглогодичного использования коллекционных образцов в научных исследованиях. Сохранение растительного материала в криобанке обеспечит долгосрочное хранение гермоплазмы экономически ценных образцов для использования в научных и практических целях, будет служить надежным хранилищем в экстремальных ситуациях. Образцы гермоплазмы яблони, сохранённые при сверхнизкой температуре, могут послужить основой для проведения широкого спектра биотехнологических исследований, в том числе и для разработки методологии сохранения генетических ресурсов других культур, особенно редких, исчезающих, эндемичных, реликтовых видов. Созданная криоколлекция может быть вовлечена в селекционный процесс, для закладки элитных питомников, а также для международного обмена генетическими ресурсами [41–43, 55–58, 60].

Производство оздоровленных саженцев влечет развитие местного плодоводства и сельского хозяйства в целом, является решением важных социально-экономических проблем. Учитывая высокое качество саженцев, полученных биотехнологическим путем, повысится урожайность и качество плодовой продукции. Круглогодичное массовое производство саженцев будет способствовать созданию новых рабочих мест на производстве и снизит их себестоимость. Качественная, конкурентно-способная продукция может реализовываться внутри страны и экспортироваться за рубеж, что повысит рейтинг сельского хозяйства Казахстана на мировом рынке.

*Введение растительного материала в культуру *in vitro* и получение асептических растений*

Для успешного проведения всех этапов производства оздоровленных саженцев требуется достаточное количество асептически чистого растительного материала *in vitro*. Поэтому на первом этапе основную роль играют отбор первичного экспланта, технология стерилизации, подбор оптимальных условий культивирования. Для введения в культуру *in vitro* используют: 1) зеленые побеги, отросшие в лабораторных условиях из срезанных в зимний период однолетних одревесневших черенков со спящими почками; 2) в весенне-летний период — зеленые побеги, срезанные с деревьев в полевых условиях; 3) побеги, проросшие из семян дикорастущих яблонь; 4) изолированные из семян зародышевые оси.

В период с января по март с деревьев яблони срезают однолетние побеги длиной 20–30 см, промывают в мыльном растворе и проточной водопроводной воде и стерилизуют в хлорсодержащих отбеливателях, например, в таких как «Белизна» (гипохлорит натрия (5–15 %), щелочные компоненты <5 %, вода) или «Доместос» (< 5 % гипохлорит натрия, анионные ПАВ, неионогенные ПАВ, мыло, отдушка). Обработанные черенки проращивают в воде либо добавляют в воду слабые концентрации макро-, микроэлементов и гормонов. Отросшие зеленые побеги в стерильных условиях ламинарного бокса вновь обрабатывают в хлорсодержащих веществах, в данном случае самым эффективным является 0,1 % раствор сулемы (HgCl_2) [27].

При введении в культуру *in vitro* зеленых побегов, отросших в полевых условиях, используется та же методика, что и для побегов, отросших в лабораторных условиях, только время экспозиции побегов в растворе хлорсодержащих веществ может быть более длительным, так как материал, собранный в полевых условиях, в отличие от побегов, проросших в лабораторных условиях, значительно сильнее поражен бактериальной и грибной инфекцией.

После стерилизации апексы побегов яблони, полученные всеми тремя способами, помещаются на жидкую питательную среду Мурасиге и Скуга (МС) для микроклонального размножения [29, 65]. Необходимость использования жидкой питательной среды (без добавления агара) связана с тем, что ткани яблони выделяют в питательный раствор фенольные соединения, повторное их поглощение приводит к гибели микрочеренков. Ежедневно побеги яблони переносят на свежую питательную среду для предотвращения некроза. Кроме того, в пробирки с жидкой средой помещают мостики из фильтровальной бумаги для удержания микропобегов на поверхности, чтобы они не утонули. Через 1,5–3 недели жизнеспособные асептические побеги яблони готовы для пересадки в пробирки в твердую питательную среду.

Микроклональное размножение асептического растительного материала

Для полученных пробирочных растений на первом этапе микроклонального размножения требуется проверка инфицированности эксплантов на специализированных питательных средах, так как инфекцию не всегда можно обнаружить визуально, и которая может проявиться при дальнейшем клонировании. В качестве специализированной питательной среды часто используют среду 523, в состав которой входят 10 г/л сахарозы, 8 г/л гидролизата казеина, 4 г/л дрожжевого экстракта, 2 г/л KH_2PO_4 , 0,15 г/л $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 6 г/л желатина, pH 6,9 [66]. Во время пересадки побегов *in vitro* в свежую среду срезают их основания и помещают в чашки Петри со средой 523, культивируют при естественном освещении в течение 1–2 недель. В случае отсутствия микрофлоры в эксплантах среда остается прозрачной, тогда как помутнение среды и рост колоний указывают на инфицированность микропобегов, которые следует сразу же отбраковывать. Дальнейшее микроклональное размножение проводят с проверенными асептическими растениями.

Не исключено повторное инфицирование растений в культуре *in vitro*, или внутренняя бактериальная флора может быть устойчива к стерилизующим компонентам. В таких случаях можно провести хемотерапию с антибиотическими веществами, такими как ампицилин, гентомицин, цефотаксим и др. Однако в культуре тканей поддерживается рост устойчивых к антибиотикам штаммов, что позволяет сохраняться инфекции на низком уровне. К тому же, согласно Thermo Fisher Scientific: «Антибиотики должны использоваться только в качестве крайней меры и только для краткосрочных применений, их необходимо в короткие сроки удалять из культуры тканей» [67]. «Plant Cell Technology» — производитель Plant Preservative Mixture (PPM) — питательной среды, которая предназначена для борьбы с бактериальной и грибной инфекциями сообщает, что PPM имеет широкий спектр действия и ингибирует множество ферментов, поэтому образование по отношению к нему устойчивых штаммов маловероятно [68]. В результате проведенных в лаборатории исследований отмечена эффективность влияния PPM для борьбы с патогенами в культуре *in vitro* для яблони, эксперименты продолжаются.

Диагностика наличия вирусов в растительных тканях

Для проверки на вирусы отбирают растения яблони в полевых условиях и в культуре *in vitro*. Из листьев выделяют тотальные препараты РНК [69]. Качество выделенной РНК определяют разными способами, например, по разделению на электрофореграмме двух рибосомальных РНК (28S и 18S) или с помощью контрольного гена глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназы (GAPDH), или с помощью специфичных праймеров для GAPDH [70].

Подбор специфических праймеров проводят, сравнивая известные нуклеотидные последовательности различных изолятов соответствующих вирусов, идентифицированных в базе данных National Center for Biotechnology Information (NCBI), с помощью программы BioEdit [71]. По результатам сравнительного анализа были выявлены наиболее консервативные участки геномов вирусов, к которым применяют дизайн праймеров. Количество РНК измеряют на спектрофотометре.

Обратную транскрипцию и полимеразно-цепную реакцию (ПЦР) проводят с реактивами, следуя рекомендациям производителя. Для получения ДНК вирусов используют обратный праймер, который является обратно-комплементарным к нужному участку РНК, для реакции ПЦР используют второй обратный праймер, тем самым увеличивая специфичность к вирусам. Температурный режим амплификатора для реакции ПЦР подбирают эмпирически в соответствии с температурой плавления праймеров. Продукты ПЦР анализируют после электрофореза.

Учеными ИББР на яблоне выявлены 4 вируса ACLSV, ASPV, ASGV и ApMV в различных сочетаниях [16, 19]. Установлено, что клоновые подвои в меньшей степени поражены вирусами (21,1 %), в отличие от сортов. Вероятнее всего, молодые, не подвергнутые прививке, еще не плодоносящие двухлетние растения без внешних повреждений, в отличие от многолетних сортов, не подвергались обрезке и не поражались насекомыми, грибами, нематодами и т.п. Установлено также, что дикорастущие формы вирусами не поражены, возможно, это связано с высоким иммунитетом, устойчивостью к различным заболеваниям дикорастущих плодовых. Только у формы «Ася», привезенной из ГБС, выявлен вирус ACLSV. Скорее всего этот образец в Ботаническом саду был инфицирован контактным способом от других плодовых деревьев.

Криотерапия инфицированных образцов

Криотерапию проводят для инфицированных образцов яблони, для чего можно использовать различные методы криоконсервации. В лаборатории криосохранения гермоплазмы для криотерапии оптимизирован метод витрификации с 0,3 М сахарозой [41], жизнеспособность апикальных меристем после криоконсервации (криотерапии) при использовании этого метода в среднем составляет 68,9 % [40, 41]. Метод проводится в несколько этапов:

1. Закаливание пробирочных растений в лабораторном инкубаторе при переменных в течение суток температурах (8 ч при 22°C, освещенность 10 мкмол·м⁻²·с⁻¹ / 16 ч в темноте при -1°C). Для яблони оптимальная длительность закаливания — 3–4 недели.

2. Изолирование апикальных меристем из асептических растений. Апексы изолируют размером 0,8–2,0 мм, состоящие из апикальной меристемы (4–5 слоев клеток) и 2–3 листовых примордиев. Изолирование проводят с использованием бинокулярного микроскопа в стерильных условиях на бумаге, смоченной стерильной дистиллированной водой, для предотвращения пересыхания растительных тканей.

3. Культивирование апикальных меристем на среде с 0,3 М сахарозой. Изолированные апикальные меристемы помещают в стерильные чашки Петри на среду МС с 0,3М сахарозой и культивируют в течение 2 суток также при переменных в течение суток температурах (8 ч при 22°C, освещенность 10 мкмол·м⁻²·с⁻¹ / 16 ч в темноте при -1°C).

4. Обработка апикальных меристем криопротектором. Меристемы помещают в криопробирки добавляют в них криопротектор *plant vitrification solution 2* (PVS2) (30 % глицерина, 15 % этиленгликоля, 15 % диметилсульфоксида (ДМСО) в жидкой среде МС с 0,4М сахарозой, pH 5,8, эксперимент проводят при 0 °С температуре, в связи с этим криопробирки помещают в замороженный во льду штатив [41, 58]. Длительность экспозиции в PVS2 – 80 мин.

5. Погружение апикальных меристем в жидкий азот. Криопробирки с опытными меристемами погружают в жидкий азот на 20–60 мин. Оттаивание проводят в водяной бане: 1 мин при 45 °С, затем 1 мин при 25 °С. Контрольные меристемы, которые не погружали в жидкий азот, и опытные после разморозки дважды промывают в среде МС с 1,2 М сахарозой и помещают на питательную среду для регенерации.

Жизнеспособность апикальных меристем после криотерапии оценивают еженедельно в течение 6 недель. Проводят учет выживших меристем (зеленая окраска) и регенерацию новых. Для криотерапии используют 20 апикальных меристем. Опыт выполняют в 3 повторностях (n= 60). Статистическую обработку экспериментальных данных проводят по общепринятым методикам, описанным в пособии Г.Ф. Лакина и в программном пакете SYSTAT [72, 73].

В результате в лаборатории криосохранения гермоплазмы установлено, что 77,8 % образцов яблони сорта «Апорт Александр» после криотерапии освобождается от ACLSV, от ASPV — 44,4 %, от АрMV — 88,9 %. В целом, 33,3 % тестированных образцов этого сорта после криотерапии наличие вирусов не показали [19]. У 66,7 % образцов сорта «Апорт Александр» форма 5 после криотерапии ACLSV не был обнаружен. У сорта «Восход» после криотерапии ACLSV не был идентифицирован, 50 % образцов были оздоровлены от вируса ASPV. Безвирусными у сорта «Синап Алматинский» после криотерапии было 25 % тестированного материала, от вируса ACLSV оздоровилость 75 % растений, а от вируса ASGV — 50 %. У клонового подвоя «Арм 18» форма 1 наличие вируса ACLSV после криотерапии не подтвердилось.

В целом, криотерапия — это эффективный подход для оздоровления растений яблони от вирусов. В среднем 37,5 % тестированного материала безвирусные. Криотерапия не оздоровила только сорт «Ренет Ландсбергский», а у сорта «Апорт кроваво-красный» форма 1 не удалось удалить вирус ACLSV. Эти результаты несколько ниже, чем у картофеля, батата, винограда, но выше чем у малины и хмеля *Humulus lupulus* [43, 45–47, 49]. В статье А. Nukari и других говорится, что не выявлена эффективность метода криотерапии меристемной культуры хмеля для детекции вируса АрMV, когда в экспериментах ученых ИББР 88,9 % побегов сорта «Апорт Александр» после криотерапии были освобождены от вируса АрMV. Возможно, процесс оздоровления зависит от чувствительности растений к вирусам и от самого штамма вируса, так как процент освобождения от вирусов у разных культур варьирует, к тому же для некоторых культур требуется комбинировать криотерапию с термотерапией и хемотерапией [41, 49].

Хемотерапия инфицированных образцов

Хемотерапию проводят для инфицированных вирусами растений яблони *in vitro*, культивируют по пять штук в культуральных сосудах на питательной среде для микрклонального размножения с добавлением противовирусных препаратов. В качестве противовирусного препарата многими исследователями используется рибавирин (1-бета-рибофуранозил-1Н-1,2,4-триазол-3-карбоксамид) — синтетический аналог гуанозина, являющийся ингибитором синтеза нуклеиновых кислот вирусов. Этот препарат проявляет свою активность и против РНК- и против ДНК-содержащих вирусов [45, 52, 74–76]. Рибавирин не влияет на синтез РНК в нормально функционирующих клетках растений, поскольку ингибирует селективно только синтез вирусной РНК. Тем не менее на развитие растений он оказывает угнетающее воздействие, которое возрастает с увеличением его концентрации в питательной среде. В изученной литературе авторы предлагают концентрацию рибавирина от 20 до 100 мг/л; чаще всего она составляет 30 мг/л [45, 74]. Наиболее высокая эффективность рибавирина была показана в отношении вирусов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) [52, 75].

Для яблони хемотерапию проводил F. Paprštejn, растения яблони *in vitro* сорта Fragrance культивировали на питательной среде МС с рибавирином в концентрации 20 мг/л и 100 мг по 4 недели для каждого варианта. Выявлено 76 % оздоровления от вирусов ASGV, ACLSV, ASPV [76]. Однако эксперименты, проведенные на единичных сортах или в ограниченном числе, не могут быть достоверными, так как эффективность оздоровления зависит от особенностей генотипов [45, 51, 75–77].

Сотрудниками ИББР также достигнуты положительные результаты по хемотерапии яблони — 100 % оздоровления в культуре *in vitro*, эксперимент проведен для 6 образцов, получен патент на изобретение [78]. В результате всех процедур оздоровления создана безвирусная *in vitro* коллекция, которую в дальнейшем использовали для создания криобанка и получения оздоровленных саженцев. На данный момент безвирусная коллекция апикальных меристем яблони в криобанке насчитывает 74 образца, включающих 54 сорта, 7 клоновых подвоев и 13 дикорастущих форм.

Укоренение в культуре in vitro безвирусных асептических образцов

Следующим этапом в процедуре получения оздоровленных саженцев является ризогенез в культуре *in vitro* — один из наиболее сложных процессов. Основные трудности этого процесса заключаются в том, что без использования фитогормонов группы ауксинов у побегов *in vitro* корни не образуются. В то же время гормоны, в составе питательной среды, могут вызвать, например, разрастание каллуса, что, в свою очередь, нежелательно для микрклонального размножения [79]. Кроме того, процесс ризогенеза зависит от генотипа растения, консистенции питательной среды, на которой идет процесс ризогенеза, ее минерального состава, концентрации в ней углеводов, вида и концентрации

ауксина, соотношения ауксинов с цитокининами, присутствия в питательной среде веществ фенольной природы, длительности субкультивирования, уровня освещенности, температуры и ряда других факторов. Наряду с фитогормонами, существенная роль в процессе ризогенеза принадлежит углеводам и, в частности, сахарозе, например, если сахарозу не добавлять в питательную среду, то даже под воздействием ИМК корни не закладываются. Канадские исследователи С. Chong и Е.-С. Pua показали, что оптимальной концентрацией сахарозы в питательной среде для ризогенеза клонового подвоя яблони Оттава-3 является 30 г/л [80]. Многие авторы, сообщая о положительном влиянии ИМК, ИУК и НУК для получения корней в культуре *in vitro*, рекомендуют 2–4-кратное разбавление основы питательной среды МС [81, 82].

В Лаборатории криосохранения гермоплазмы ИББР тестированы следующие варианты питательных сред для укоренения: 1) ½ МС, 1,25 г/л джелрайта, 4 г/л агара, рН 5,7 (вариант 1); 2) ½ МС, 1,25 г/л джелрайта, 4 г/л агара, рН 5,7 + предварительное выдерживание в растворе с 20 мг/л индолилуксусной кислоты (ИУК)(Sigma-Aldrich) в течение 16 ч (вариант 2); 3) ½ МС, 1,25 г/л джелрайта, 4 г/л агара, рН 5,7, + предварительное выдерживание в растворе с 20 мг/л ИМК в течение 16 ч (вариант 3); 4) ½ МС, 1,25 г/л джелрайта, 4 г/л агара, рН 5,7 + 0,25 мг/л ИУК (вариант 4); 5) ½ МС, 1,25 г/л джелрайта, 4 г/л агара, рН 5,7 + 0,25 мг/л ИМК (вариант 5) [54]. Установлено, что наиболее оптимальной (упрощенной в приготовлении) является питательная среда (вариант 5), питательные среды: варианты 2–4 также подходят для ризогенеза в качестве альтернативы.

*Перевод оздоровленных образцов яблони в почвенный субстрат,
адаптация полученных саженцев к тепличным условиям*

В производстве саженцев один из самых сложных этапов — это процесс переноса укорененных пробирочных растений из стерильных условий в почвенный субстрат. На адаптацию растений в почвенном субстрате влияют такие физические факторы, как рН, температура, влажность воздуха, освещение и другие, поэтому для каждой культуры оптимизацию приживаемости нужно проводить индивидуально. Обзор литературы выявил, что в качестве компонентов грунта используют различные субстраты: готовые смеси почв, чернозем, торф, перлит, вермикулит, песок, щебенка, опилки и т.п. в различных сочетаниях и пропорциях [18, 36]. В последнее время многие авторы рекомендуют использовать готовую почвенную смесь, в состав которой входят стерильный песок и биогумус, содержащую для жизнедеятельности растения все необходимые элементы. Положительным моментом является и то, что этот субстрат не требует дополнительной обработки, а это экономит время и средства [83].

В процессе адаптации к почвенному субстрату растения испытывают стресс, который проявляется в замедлении роста, потемнении, засыхании и сбрасывании листьев, в результате чего большинство растений часто погибает. При выяснении причин, вызывающих гибель растительного материала при пересадке в почву, выявлено, что у *in vitro* растений, выращенных внутри культуральных сосудов в условиях почти 100-процентной влажности воздуха, широко открыты устьица. В течение первых нескольких суток после пересадки растений происходит потеря большого количества воды в листьях, так как устьица так же остаются открытыми [84]. Кроме того, нарушено поглощение воды и минеральных солей из почвы, так как корни *in vitro* растений практически не имеют корневых волосков. Следовательно, при пересадке в почву низкая поглотительная способность корней и высокая транспирация листьев вызывает гибель растений.

Сотрудниками Лаборатории криосохранения гермоплазмы ИББР разработаны и оптимизированы биотехнологические приёмы переноса, адаптации и выращивания укоренённых регенерантов в почвенном субстрате [54]. В качестве грунта используются: 1) почвенный субстрат «Готовый грунт универсальный», содержащий стерильный песок и биогумус следующего состава: азот (NH_4+NO_3) 20–250; фосфор (P_2O_5) 100–500; калий (K_2O) 100–500; кальций (CaO) 1000–6000; магний (MgO) 500–3000; железо (Fe_2O_3) 50–250 и перлит (мг на 100 г сухого вещества) (вариант 1); 2) смесь стерильного чернозема с перлитом 20:1 (вариант 2); 3) в смесь 1/1 готового почвенного субстрата и стерильного чернозема (вариант 3); 4) смесь чернозема, торфа, перлита в процентном соотношении: 50:40:10 (вариант 4). В результате установлено, что самый высокий процент адаптации — 90 % был выявлен при использовании 4 варианта почвенного субстрата.

Для лучшей приживаемости растительного материала в грунте побеги помещают в полиэтиленовые контейнеры (250 мл) с почвенным субстратом в лунку с влажным стерильным перлитом и накрывают прозрачным пластиковым колпаком или в минипарник (парник, обтянутый полиэтиленом

50x150 см), чтобы остановить испарение влаги. Колпаки и пленку минипарника периодически открывают на 10–15 мин, чтобы проветривание препятствовало образованию плесени и загниванию корней. Первую неделю укорененные регенеранты адаптируют в светокультуральной комнате при $24 \pm 1^\circ\text{C}$, освещенность $40 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 16-часовой фотопериод. Далее саженцы переносят в теплицу, для дальнейшей адаптации при температуре от 15°C до 30°C , влажность 40 % при естественном освещении. Длительность адаптации составляет от 3 до 6 недель, после чего колпаки убирают совсем или контейнер с саженцем переносят из минипарника в теплицу.

После адаптации безвирусных саженцев к тепличным условиям биотехнологическая часть работ заканчивается. Наступает этап переноса и адаптации растительного материала к полевым условиям. Для этого адаптированные тепличные саженцы необходимо передать в крестьянские (фермерские) хозяйства. Клоновые подвои на данном этапе готовы к высадке в открытый грунт, для сортового материала сначала, по необходимости, должна быть проведена окулировка. По прошествии 2–3 лет интенсивный сад начнет плодоношение.

Заключение

Таким образом, в период с 2003 по 2021 гг. в Лаборатории криосохранения гермоплазмы проведены биотехнологические работы, в результате которых отработаны методики введения в культуру *in vitro* микроклонального размножения и криоконсервации различных плодовых, орехоплодных, ягодных, овощных и других культур. В том числе создана асептическая *in vitro* коллекция сортов, клоновых подвоев, дикорастущих форм яблони. Оптимизирован полный цикл получения безвирусных саженцев яблони, от введения в культуру *in vitro* до переноса саженцев в грунт. В дальнейшем, *in vitro* коллекция и полученные оздоровленные саженцы могут быть использованы в научных исследованиях для создания криобанка, а также для получения суперэлитного подвойного и привойного материала, который, в свою очередь, может применяться фермерскими хозяйствами для вовлечения в селекционный процесс по улучшению существующих и созданию новых сортов, а также для международного обмена генетическими ресурсами.

В статье изложена последовательность этапов по производству оздоровленных саженцев яблони. Полученные разработки могут решить проблему насыщенности рынка Республики Казахстан качественным отечественным безвирусным высокоурожайным посадочным материалом яблони. Продвижение реализации на рынке саженцев, полученных биотехнологическим путем, позволит обеспечить население страны экологически чистой отечественной плодовой продукцией с высокими товарными качествами.

Финансирование

Статья является результатом многолетних исследований, проводимых в ИББР при финансовой поддержке Республиканской научно-технической программы (2006–2008 гг.), Программы фундаментальных исследований РК (2003–2008 гг.), Международного научно-технического центра (2002–2008 гг.), Проекта грантового финансирования 0491/ГФЗ (2013–2015 гг.), Проекта гранта коммерциализации 0116–17-ГК (2017–2020 гг.). Проект гранта коммерциализации осуществляется в рамках реализации грантового финансирования коммерциализации РННТД, финансируемого за счет денежных средств ГУ Комитета науки Министерства образования и науки РК.

Список литературы

- 1 Красная книга Казахстана. — Т. 2. Растения. — 2-е изд. перераб. и доп. — Астана: ТОО «Арт Print XXI», 2014. — 452 с.
- 2 Избасаров Д.С. Рекомендации по определению вегетативно размножаемых подвоев яблони и груши (айвы), районированных и перспективных в Казахстане / Д.С. Избасаров, Э.Д. Маденов, К.Г. Карычев, А.И. Янкова, И.П. Савеко, М.В. Уразаева. — Алматы, 2011. — 58 с.
- 3 The Plant List. Version 1.1. (2013). <http://www.theplantlist.org/>
- 4 Сергиевская Е.В. Систематика высших растений. Практический курс / Е.В. Сергиевская. — СПб.: Лань, 2002. — 448 с.
- 5 Velasco R. The genome of the domesticated apple (*Malus domestica* Borkh.) / R. Velasco, A. Zharkikh, J. Affourtit, A. Dhirra, A. Cestaro et al. // Nature Genetics. — 2010. — Vol. 42, — N. 10. — P. 833.
- 6 Juniper B.E. The Story of the Apple / B.E. Juniper, D.J. Mabblerley. — Timber Press, 2009. — 240 p.

- 7 Вавилов Н.И. Дикie родичи плодовых деревьев Азиатской части СССР / Н.И. Вавилов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — Л., 1931. — Т. 16. — Вып. 3. — С. 120–136.
- 8 Аминов М.Х. Яблоня Сиверса (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) Джунгарского и Заилийского Алатау как исходный материал для селекции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М.Х. Аминов. — СПб., 1994. — 21 с.
- 9 Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (2013). <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2013/ru/>
- 10 Сальников Е.М. Перспективные сорта яблони для Юга и Юго-Востока Казахстана: пос. для фермеров и садоводов-любителей / Е.М. Сальников. — Алматы, 2010. — 80 с.
- 11 Матушкина О.В. Оптимизация процессов регенерации при размножении клоновых подвоев и сортов яблони и груши *in vitro*: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / О.В. Матушкина. — Мичуринск, 2008. — 23 с.
- 12 Долгих С.Г. Клональное микроразмножение и оздоровление сортов и подвоев яблони / С.Г. Долгих, К.Г. Карычев, Л.В. Остаркова // Научные достижения в биотехнологии, виноградарстве и ягодоводстве. — Алматы: НИЦ «Бастау», 1997. — С. 3–7.
- 13 H. Multiplex RT-PCR Assay for the Detection of *Apple stem grooving virus* and *Apple chlorotic leaf spot virus* in Infected Korean Apple Cultivars / H. Park, J. Yoon, H. Kim, K. Baek // Plant Pathol. — 2006. — J. 22(2). — P. 168–173.
- 14 R. Enhanced efficiency of virus eradication following thermotherapy of shoot-tip cultures of pear Plant Cell / R. Tan, L. Wang, N. Hong, G. Wang // Tissue and Organ Culture, 2010. — Vol. 101, — N. 2. — P. 229–235.
- 15 Бриндаров Д.Д. Диагностика вирусных болезней яблони: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Д.Д. Бриндаров. — М., 2005. — 20 с.
- 16 Омашева М.Е. Разработка диагностической тест-системы на основе мультиплекс-ОТ-ПЦР трех вирусов яблони ACLSV, ASGV, ASPV / М.Е. Омашева, З.С. Качиева, Д.А. Копытина, А.М. Касенова, К.П. Аубакирова, Д.А. Ережепов, Н.Н. Галиакбаров, Н.А. Рябушкина // Поиск. Сер. естеств. и техн. наук. — 2012. — № 2 (1). — С. 27–34.
- 17 Кухарчик Н.В. Вирусные и фитоплазменные болезни плодовых и ягодных культур в Беларуси / Н.В. Кухарчик. — Минск: Беларус. навука, 2012. — 209 с.
- 18 Сироткин Е.Н. Совершенствование системы производства сертифицированного посадочного материала яблони в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е.Н. Сироткин. — Мичуринск, 2008. — 23 с.
- 19 Romadanova N.V. Cryotherapy as a method for reducing the virus infection of apples (*Malus* sp.) / N.V. Romadanova, S.A. Mishustina, D.A. Gritsenko, M.Y. Omasheva, N.N. Galiakbarov, B.M. Reed, S.V. Kushnarenko // Cryo Letters. — 2016. — Vol. 37 (1). — P. 1–9.
- 20 Дренова Н.В. Бактериальный ожог плодовых культур в Республике Казахстан / Н.В. Дренова, М.М. Исин, А.А. Джаймурзина, Г.А. Жармухамедова, А.К. Айткулов // Карантин растений. Наука и практика. — 2013. — № 1. — С. 39–43.
- 21 Избасаров Д.С. Новые сорта плодовых культур — основа повышения конкурентоспособности плодоводства РК / Д.С. Избасаров, Н.Ю. Нургазина и др. // Рекомендации. АО «КазАгроИнновация»; ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоводства и виноградарства». — Алматы, 2012. — 22 с.
- 22 Kausal N. *In vitro* clonal multiplication of an apple rootstock by culture of shoot apices and axillary buds / N. Kausal, M. Modgil, M. Thakur, D.R. Sharma // Indian J. Exp. Biol. — 2005. — Vol. 43. — P. 561–565.
- 23 Трускинов Э.В. Культура *in vitro* как современный способ воспроизведения, сохранения и интродукции вегетативно размножаемых растений / Э.В. Трускинов // Биолог. разнообразие. Интродукция растений. — СПб., 2007. — С. 85, 86.
- 24 Dobránszki J. Micropropagation of apple — a review / J. Dobránszki, J.A. Teixeira da Silva // Biotechnology Advances. — 2010. — Vol. 28. — I. 4. — P. 462–488.
- 25 Teixeira da Silva J.A. *In vitro* tissue culture of apple and other *Malus* species: recent advances and applications / J.A. Teixeira da Silva, A. Gulyás, K. Magyar-Tábori, M.-R. Wang, Q.-C. Wang, J. Dobránszki // Planta. — 2019. — Vol. 249. — P. 975–1006.
- 26 Reed B.M. Designing a micropropagation system: Workshop presentations from the 1998 sibv congress on *in vitro* biology / B.M. Reed, M.A. Lila, B. McCown, R. Skirvin, R.H. Smith, W.A. Mackay // *In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant.* — 1999. — Vol. 35 (4). — P. 275–284.
- 27 Ромаданова Н.В. Микрклональное размножение некоторых сортов яблони: введение в культуру *in vitro* / Н.В. Ромаданова, С.В. Кушнаренко // Поиск. Сер. естеств. и техн. наук. — № 1. — 2006. — С. 54–58.
- 28 Ромаданова Н.В. Введение в культуру *in vitro* и микрклональное размножение перспективных сортов, клоновых подвоев и дикорастущих форм яблони / Н.В. Ромаданова, С.А. Мишустина, Г.Н. Матакова, И.Р. Рахимбаев, С.В. Кушнаренко // Исследования, результаты. — 2013. — № 3 (059). — С. 142–149.
- 29 Romadanova N.V. *In vitro* collection of *Malus* shoot cultures for cryogenic bank development in Kazakhstan / N.V. Romadanova, S.A. Mishustina, G.N. Matakova, S.V. Kuhsnarenko, I.R. Rakhimbaev, B.M. Reed // Acta Horticulturae. — 2016 — Vol. 1113. — P. 271–277.
- 30 Кушнаренко С.В. Криосохранение апикальных меристем плодовых и ягодных культур: метод. реком. / С.В. Кушнаренко, И.Ю. Ковальчук, Н.В. Ромаданова, Т.Т. Турдиев, Б.М. Рид. — Алматы, 2008. — 58 с.
- 31 Цуркан И.Г. Термическая терапия плодовых, ягодных культур и винограда, пораженных вирусами / И.Г. Цуркан // Вирусные болезни плодовых, ягодных культур и винограда в Молдавии. — 1973. — Вып. 2. — С. 68–124.
- 32 Kegler H. Die Viruses an Gemüsepflanzen, Obstgewachsen und Weinreben in Europe / H. Kegler, H. Kleinhempel, K. Schmelzer, P. Wolf, R. Gippert. — 1977. — Vol. 3 — 389 p.
- 33 Belkegren R.O. Culture of apical meristems of *Fragaria vesca* strawberry plants as a method of excluding latent A-virus / R.O. Belkegren // Plant Dis. Rep. — 1962. — Vol. 46. — P. 119–121.
- 34 Абраменко Н.М. Получение безвирусной суперэлиты земляники методом культуры верхушечных меристем / Н.М. Абраменко // Вирусные болезни плодово-ягодных культур и винограда в Молдавии. — 1973. — Вып. 2. — С. 26–50.

- 35 Лукичева Л.А. Оздоровление сортов вишни (*Prunus Cerasus* L.) и сливы (*Prunus domestica* L.) от вирусов с использованием биотехнологических приемов / Л.А. Лукичева, О.В. Митрофанова, Н.П. Лесникова-Седошенко // Тр. Никит. бот. сада. — 2007. — Т. 127. — С. 27–34.
- 36 Митрофанова О.В. Применение биотехнологических методов в оздоровлении растений и размножении безвирусного посадочного материала перспективных цветочно-декоративных культур: сб. науч. тр. ГНБС / О.В. Митрофанова, И.В. Митрофанова, Н.П. Лесникова-Седошенко, Н. Н.Иванова. — 2014. — Т. 138. — С. 5–56.
- 37 Иванова-Ханина Л.В. Оздоровление посадочного материала винограда от вируса мраморности винограда в культуре *in vitro* / Л.В. Иванова-Ханина // Вопросы современной науки и практики. — 2019. — № 1 (71). — С. 23–31.
- 38 Paprstein F. Results of *in vitro* thermotherapy of apple cultivars / F. Paprstein, J. Sedlak, J. Polak, L. Svobodova, M. Hassan, M. Bryxiova // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. — 2008. — Vol. 94. — Iss. 3. — P. 347–352.
- 39 Дорошенко Н.П. Применение антибиотика «Цефотаксим» при клональном микроразмножении винограда / Н.П. Дорошенко // Русский виноград. — 2015. — Т. 1. — С. 62–67.
- 40 Wang Q.C. Cryotherapy of the shoot tips: novel pathogen eradication method / Q.C. Wang, J. P.T. Valkonen // Trends in Plant Science. — 2009. — Vol. 14. — № 3. — P. 119–122.
- 41 Kushnarenko S. Cold acclimation improves regrowth of cryopreserved apple shoot tips / S. Kushnarenko, N. Romadanova, B. Reed // Cryo Letters. — 2009. — Vol. 30 (1). — P. 47–54.
- 42 Romadanova N. Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit / N. Romadanova, S. Kushnarenko, L. Karasholakova // In vitro Cellular & Developmental Biology. — 2017. — Vol. 53 (4). — P. 382–393.
- 43 Feng C.H. Production of pathogen-free horticultural crops by cryotherapy of *in vitro*-grown shoot tips / C.H. Feng, R. Wang, J. Li, B. Wang, Z. Yin, Z. Cui, B.Q. Li, W. Bi, Z. Zhang, M. Li, Q.C. Wang // Protocols for micropropagation of selected economically-important horticultural plants methods in molecular biology. — 2013. — Vol. 994. — P. 463–482.
- 44 Li B.Q. Shoot tip culture and cryopreservation for eradication of *Apple stem pitting virus* (ASPV) and *Apple stem grooving virus* (ASGV) from apple rootstocks 'M9' and 'M26' / B.Q. Li, C.H. Feng, L.Y. Hu, M.R. Wang, Q.C. Wang // An international journal of Annals of Applied Biology. — 2016. — Vol. 168. — Iss. 1. — P. 142–150.
- 45 Wang Q.C. Cryotherapy of potato shoot tips for efficient elimination of *Potato leafroll virus* (PLRV) and *Potato virus Y* (PVY) / Q.C. Wang, Y. Liu, Y. Xie, M. You // Potato Research. — 2006. — Vol. 49. — P. 119–129.
- 46 Wang Q.C. Elimination of *Grapevine virus A* (GVA) by cryopreservation of *in vitro*-grown shoot tips of *Vitis vinifera* L. / Q.C. Wang, M. Mawassi, P. Li, R. Gafny, I. Sela, E. Tanne // Plant Science. — 2003. — Vol. 165. — P. 321–327.
- 47 Wang Q.C. Elimination of two viruses which interact synergistically from sweetpotato using shoot tip culture and cryotherapy / Q.C. Wang, J. P.T. Valkonen // Journal of Virological Methods. — 2008. — Vol. 154. — P. 135–145.
- 48 Şekerz M.G. *In vitro* elimination of PPV from infected apricot shoot tips via chemotherapy and cryotherapy / M.G. Şekerz, V. Süzerer, I.O. Elibuyuk, Y.Ö. Çiftçi // International journal of agriculture & biology. — 2015. — Vol. 17. — Iss. 5. — P. 1066–1070.
- 49 Nukari A. Comparison of virus eradication of *Apple mosaic virus* from hop by encapsulation-dehydration cryotherapy and meristem culture methods / A. Nukari, J. Laamanen, M. Uosukainen, A. Lemmetty // Acta Horticulturae. — 2014. — Vol. 1039. — P. 113–119.
- 50 Wang Q.C. Cryotherapy of shoot tips: a technique for pathogen eradication to produce healthy planting material and for cryopreservation of healthy plant genetic resources / Q.C. Wang, P. Bart, F. Engelmann, M. Lambardi, J. P.T. Valkonen // Annals of Applied Biology. — 2009. — Vol. 154. — P. 351–363.
- 51 Wang Q. Combined thermotherapy and cryotherapy for virus eradication: relation of virus distribution, subcellular changes, cell survival and viral RNA degradation in shoot tips to efficient production of virus-free plants / Q.C. Wang, W.J. Cuellar, M. Rajamaki, Y. Hirata, J. P.T. Valkonen // Mol. Plant Pathol. — 2008. — Vol. 9. — P. 237–250.
- 52 Kushnarenko S.V. Combined ribavirin treatment and cryotherapy for efficient Potato virus M and Potato virus S eradication in potato (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro* shoots / S.V. Kushnarenko, N.V. Romadanova, M.M. Aralbayeva, S.Z. Zholamanova, A.M. Alexandrova, O. Karpova // In Vitro Cell.Dev.Biol. Plant. — 2017. — Vol. 53 (361). — P. 1–8.
- 53 Патент 001528 KZ, A01G 1/06. Способ получения оздоровленных саженцев яблони / Н.В. Ромаданова, С.В. Кушнаренко // Министерство юстиции Республики Казахстан. РГП на праве хоз. вед. «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК. № 1528; заявл.31.07.15/0244.2, опубл. 08.07.16. — Бюлл. № 8.
- 54 Ромаданова Н.В. Производство суперэлитных саженцев сортов и клоновых подвоев яблони / Н.В. Ромаданова, М.М. Нурманов, И.А. Махмутова, С.В. Кушнаренко // Вестн. науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. — 2018. — № 3 (98). — С. 4–13.
- 55 Reed B.M. The basics of *in vitro* storage and cryopreservation / B.M. Reed // National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, O.R. USA, 2002. — P. 34–46.
- 56 Lynch P.T. Climate change: the role of ex situ and cryo-conservation in the future security of economically important, vegetatively propagated plants / P.T. Lynch, E.E. Benson, K. Harding // J. Horticultural Science & Biotechnology. — 2007. — Vol. 82, № 2. — P. 157–160.
- 57 Wu V. Cryopreservation of apple shoot tips: Importance of cryopreservation technique and of conditioning of donor plants / V. Wu, F. Engelmann, Y. Zhao, M. Zhou, S. Chen // Cryo-Letters. — 1999. — Vol. 20. — № 2. — P. 121–130.
- 58 Reed B.M. Plant Cryopreservation. A Practical Guide / B.M. Reed. Springer Science + Business Media, 2008. — 513 p.
- 59 Popov A.S. Cryobank of plant genetic resources in Russian Academy of Sciences / A.S. Popov, E.V. Popova, T.V. Nikishina, O.N. Vysotskaya // International Journal of Refrigeration. — 2006. — Vol. 29, Iss. 3. — P. 403–410.
- 60 Kim H.H. Cryobanking of Korean Allium Germplasm Collections: Results from a 10 Year Experience / H.H. Kim, E. Popova, D.J. Shin, J.Y. Yi, C.H. Kim, J.S. Lee, M.K. Yoon, F. Engelmann // Cryo Letters. — 2012. — Vol. 33, № 1. — P. 45–57.

- 61 Dereuddre J. Resistance of alginate-coated axillary shoot tips of pear tree (*Pyrus communis* L. cv. Beurre Hardy) *in vitro* plantlets to dehydration and subsequent freezing in liquid nitrogen / J. Dereuddre, C. Scottez, Y. Arnaud, M. Duron // C.R. Acad. Sci. — 1990. — Vol. 3, № 10. — P. 317–323.
- 62 Plessis P. Cryopreservation of *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay shoot tips by encapsulation-dehydration: effects of pretreatment, cooling and postculture conditions / P. Plessis, C. Leddet, A. Collas, J. Dereuddre // Cryo-Letters. — 1993. — Vol. 14. — P. 309–320.
- 63 Sakai A. Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress / A. Sakai, W. Larcher. — Berlin etc.: Springer-Verlag, 1987. — P. 321.
- 64 Niino T. Cryopreservation of *in vitro*-grown shoot tips of mulberry by vitrification / T. Niino, A. Sakai, S. Enomoto, J. Magosi, S. Kato // Cryo-Letters. — 1992. — Vol. 13. — P. 303–312.
- 65 Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Skoog // Physiol Plant. — 1962. — Vol. 15. — P. 473–479.
- 66 Viss P. R. A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture / P.R. Viss, E.M. Brooks, J.A. Driver // *In Vitro* Cell. Dev. Biol. — 1991. — Vol. 27. — 42 p.
- 67 ThermoFisher Scientific. — [ЭП] <https://www.thermofisher.com/kz/en/home.html>
- 68 Plant Cell Technology. — [ЭП] <https://www.plantcelltechnology.com/our-story/>
- 69 Helliot B. Immunogold silver staining associated with epi-fluorescence for cucumber mosaic virus localisation on semi-thin sections of banana tissues / B. Helliot, B. Panis, J.P. Busogoro, S. Sobry, Y. Poumay, M. Raes, R. Swennen, P. Lepoivre // European Journal of Histochemistry. — 2007. — Vol. 51. — P. 153–158.
- 70 Походенко П.А. Эффективность серологических, молекулярных и индикаторных методов диагностики вирусов косточковых культур: автореф. ... канд. с.-х. наук / П.А. Походенко. — М., 2009. — 22 с.
- 71 Bio Edit is a biological sequence alignment editor [ЭП] <http://chemistry.umeche.maine.edu/CHY431/BioEdit.html>
- 72 Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пос. для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
- 73 1 3 SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc, San Jose, CA, pp. Statistics software.
- 74 Danci O. Influence of ribavirin on potato plants regeneration and virus eradication / O. Danci, L. Erdei, L. Vidacs, M. Danci, A. Baciú, I. David, F. Berbentea // J. Horticulture, Forestry and Biotechnology. — 2009. — Vol. 13. — P. 421–425.
- 75 Faccioli G. Control of potato viruses using meristem and stem-cutting cultures, thermotherapy and chemotherapy / G. Faccioli, G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt, R.H. Lawson // In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed Potatoes. — The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. — P. 65–390.
- 76 Paprštejn F. Results of *in vitro* chemotherapy of apple cv. Fragrance — Short communication / F. Paprštejn, J. Sedlák, L. Svobodová, J. Polák, S. Gadiou // Hort. Sci. (Prague). — 2013. — Vol. 40, № 4. — P. 186–190.
- 77 Ухатова Ю.В. Совершенствование методов криоконсервации и оздоровления от вирусных болезней образцов вегетативно размножаемых культур: автореф. ... дис. канд. биол. наук / Ю.В. Ухатова. — СПб., 2017. — 22 с.
- 78 Патент № 34902. Способ получения оздоровленных от вирусов саженцев яблони хемотерапией / Н.В. Ромаданова, М.М. Нурманов, С.В. Кушнаренко // Министерство юстиции Республики Казахстан. РГП на праве хоз. вед. «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК. — № 34902; заявл.31.01.2020/0056.1., опубл. 26.02.21.
- 79 Кривоко́ра Л.И. Применение биостимуляторов для укоренения и роста древесных растений / Л.И. Кривоко́ра, Н.М. Бакташева // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. — СПб., 2007. — С. 586–589.
- 80 Chong C. Carbon nutrition of Ottawa-3 apple rootstock during stages of *in vitro* propagation / C. Chong, E. -C. Pua // J. Hortic. Science. — 1985. — Vol. 60, № 3. — P. 285–290.
- 81 Fira A. *In vitro* rooting and *ex-vitro* acclimation in apple (*Malus domestica*) / A. Fira // Cluj Napoca: Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med. — 2010. — Vol. 67, № 1. — P. 480.
- 82 Sharma M. Successful propagation *in vitro* of apple rootstock MM106 and influence of phloroglucinol / M. Sharma, M. Modgil, D.R. Sharma // Indian. J. Exp. Biol. — 2000. — Vol. 38. — P. 1236–1240.
- 83 Жумабеков Е.Ж. Ускоренное выращивание сеянцев хвойных пород и оценка их адаптивных свойств в условиях закрытого грунта / Е.Ж. Жумабеков, А.А. Бегимбетов, Э. Шаденова, Д. Ларионова // Биотехнология в мире животных и растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Бишкек, 2005. — С. 278–285.
- 84 Клейн Р.М. Адаптация древесных растений *in vitro* в открытом грунте / Р.М. Клейн, Д.Т. Клейн // Методы исследования растений. — М., 1974. — С. 47–52.

Н.В. Ромаданова, С.В. Кушнаренко

Вируссыз алма көшеттерін алудың биотехнологиясы

Шолу мақалада биотехнологиялық әдістерді қолдана отырып, сау алма көшеттерін өндіру бойынша жұмыстардың кезекті кезеңдері анық көрсетілген. Криоконсервацияның (криотерепия), хемотерапия, вирустарды анықтаудың барлық кезеңдеріне арналған қоректік орталардың құрамы, *in vitro* культурасына енгізу әдістері, микрокларалды көбейту, *in vitro* жағдайында тамырландыру және өсімдік материалын топырақ субстратына бейімдеу ұсынылған. Нәтижесінде биотехнологиялық әдістерді қолдана отырып, вируссыз *in vitro* *Malus domestica* Borkh. мен *M. sieversii* Ledeb. M. Roem., коллекциясы құрылып (+ 23–25°C) және (+ 4 °C) температурада сақталынады. Ежелгі және тауарлық бағалы сорттардың, клонды телітушінің апикальды меристемаларын, сондай-ақ жабайы алма формаларын -196 °C сұйық азоттағы криоконсервациялау осы бағалы өсімдік материалын ұзақ уақыт

сактауға мүмкіндік бере отырып және қажет болған жағдайда құрылған криоколлекцияны селекция процесінде пайдалануға болады. Агроөнеркәсіптік кешен субъектілері вируссыз теліту және алма сорттарын суперэлиталық кластағы отырғызу материалымен қолдана алады, бұл жалпы жергілікті питомниктің дамуына үлес қосады.

Кілт сөздер: *Malus*, *in vitro* коллекциясы, крио және хемотерапия, криобанк, суперэлиталық көшеттер.

N.V. Romadanova, S.V. Kushnarenko

Biotechnology for obtaining virus-free apple planting stocks

The review describes the successive stages of work on the production of virus-free apple planting stocks using biotechnology methods. Compositions of nutrient media, duration and temperature regime of plant material treatment, and other details for all stages of cryopreservation (cryotherapy), chemotherapy, detection of viruses are presented, methods of *in vitro* initiation, micropropagation, *in vitro* rooting and adaptation of plant material to the soil substrate are discussed. Virus-free collection of *Malus domestica* Borkh. and *M. sieversii* Ledeb. M. Roem. is preserved by *in vitro* culture and cold storage (+4 °C). Cryopreservation of shoot tips of apple historic cultivars and wild forms in liquid nitrogen at -196° will preserve this valuable material for a long time and, if necessary, can be used in breeding. Virus-free apple rootstocks and cultivars will be available to provide planting material of a super-elite class for local nurseries and in general will promote the development of the domestic nursery.

Keywords: *Malus*, *in vitro* collection, cryo- and chemotherapy, cryobank, super-elite planting stocks.

References

- 1 Krasnaia kniga Kazakhstana. Rasteniia [The Red book of Kazakhstan. Plants] (2014). Vol. 2. Astana: LTD «Art Print XXI» [in Russian].
- 2 Izbasarov, D.S., Madenov, E.D., Karychev, K.G., Yankova, A.I., Saveko, I.P. & Urazaeva, M.V. (2011). *Rekomendatsii po opredeleniiu vegetativno-razmnozhaemykh podvoev yablони i grushi (aivy) raionirovannykh i perspektivnykh v Kazakhstane* [Recommendations for the determination of vegetatively propagated apple and pear (quince) stocks zoned and promising in Kazakhstan]. Almaty [in Russian].
- 3 The Plant List. Version 1.1. (2013). *theplantlist.org*. Retrieved from <http://www.theplantlist.org/>
- 4 Sergievskaya, E.V. (2002). *Sistematika vysshikh rastenii: Prakticheskii kurs* [Systematics of Higher Plants: A Practical Course]. Vol. 2. Saint Petersburg: Lan [in Russian].
- 5 Velasco, R., Zharkikh, A., & Affourtit, J. et. al. (2010). The genome of the domesticated apple (*Malus domestica* Borkh). *Nature Genetics*, 42, 10; 833.
- 6 Juniper, B. E. & Mabberley, D. J. (2009). *The Story of the Apple*. Timber Press, 240.
- 7 Vavilov, N.I. (1931). Dikie rodichi plodovykh derevев Aziatskoi chasti SSSR [Wild relatives of fruit trees in the Asian part of the USSR]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii — Works on applied botany, genetics and selection*, 16, 3 [in Russian].
- 8 Aminov, M.Kh. (1994). Yablonia Siversa (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) Dzhungarskogo i Zailiiskogo Alatau kak iskhodnyi material dlia seleksii [Malus sieversii (Ledeb.) M. Roem.) of the Dzungar and Zaili Alatau as a source material for breeding]. *Thesis PhD*. Saint Petersburg [in Russian].
- 9 Prodovolstvennaia i selskokhoziaistvennaia organizatsiia obiedinennykh natsii [Food and Agriculture Organization of the United Nations] (2013). *fao.org*. Retrieved from <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2013/ru/> [in Russian].
- 10 Salnikov, E.M. (2010). *Perspektivnye sorta yablони dlia Iuga i Iugo-Vostoka Kazakhstana* [Promising apple varieties for the South and South-East of Kazakhstan]. Almaty [in Russian].
- 11 Matushkina, O.V. (2008). Optimizatsiia protsessov regeneratsii pri razmnozhenii klonovykh podvoev i sortov yablони i grushi *in vitro* 2008. [Optimization processes of regeneration during the propagation of clonal rootstocks and varieties of apple and pear in vitro]. *Thesis PhD*. Michurinsk [in Russian].
- 12 Dolgikh, S.G., Karychev, K.G. & Ostarkova, L.V. (1997). Klonalnoe mikrorazmnozhenie i ozdorovlenie sortov i podvoev yablони [Micropropagation and recovery of apple varieties and rootstocks]. *Nauchnye dostizheniia v biotekhnologii, vinogradarstve i yagodovodstve — Scientific achievements in biotechnology, viticulture and berry growing*. Almaty: Scientific Research Center «Bastau», 3–7 [in Russian].
- 13 Park, H., Yoon, J., Kim, H. & Baek, K. (2006). Multiplex RT-PCR Assay for the Detection of Apple stem grooving virus and Apple chlorotic leaf spot virus in Infected Korean Apple Cultivars. *Plant Pathol.*, 22, 2, 168–173.
- 14 Tan, R., Wang, L., Hong, N. & Wang, G. (2010). Enhanced efficiency of virus eradication following thermotherapy of shoot-tip cultures of pear Plant Cell. *Tissue and Organ Culture*, 101, 2, 229–235.
- 15 Brindarov, D. D. (2005). Diagnostika virusnykh boleznei yablони [Diagnostics of apple viral diseases]. *Thesis PhD*. Moscow [in Russian].
- 16 Omasheva, M.E., Kachieva, Z.S., Kopytina, D.A., Kasenova, A.M., Aubakirova, K.P., Erezhepov, D.A., et al. (2012). Razrabotka diagnosticheskoi test-sistemy na osnove multipleks OT-PTsR trekh virusov yablони ACLSV, ASGV, ASPV [Develop-

ment of a diagnostic test system based on multiplex RT-PCR of three apple viruses ACLSV, ASGV, ASPV]. *Poisk. Seriya estestvennykh i tekhnicheskikh nauk — Find, series natural and technical science*, 2 (1); 27–34 [in Russian].

17 Kukharchik, N.V. (2012). *Virusnye i fitoplazmennye bolezni plodovykh i yagodnykh kultur v Belarusi [Viral and phytoplasmic diseases of fruit and berry crops in Belarus]*. Minsk: Belaruskaiia navuka [in Russian].

18 Sirotkin, E.N. (2008). Sovershenstvovanie sistemy proizvodstva sertifikirovannogo posadochnogo materiala yabloni v usloviakh TsChR [Improvement of the production system of certified apple planting material in the conditions of the Central Black Earth Region]. *Thesis PhD*. Michurinsk [in Russian].

19 Romadanova, N.V., Mishustina, S.A., Gritsenko, D.A., Omasheva, M.Y., Galiakparov, N.N., Reed, B.M. & Kushnarenko, S.V. (2016). Cryotherapy as a method for reducing the virus infection of apples (*Malus* sp.). *Cryo Letters*, 37, 1; 1–9.

20 Drenova, N.V., Isin, M.M., Dzhamurzina, A.A., Zharmukhamedova, G.A. & Aitkulov, A. K. (2013). Bakterialnyi ozhog plodovykh kultur v Respublike Kazakhstan [Bacterial burn of fruit crops in the Republic of Kazakhstan]. *Plant Quarantine. Karantin rastenii. Nauka i praktika — Plant quarantine. Science and practice*, 1; 39–43 [in Russian].

21 Izbasarov, D.S., Nurtazina, N.Yu. & et al. (2012). Novye sorta plodovykh kultur — osnova povysheniia konkurentosposobnosti plodovodstva RK [New varieties of fruit crops — the basis for increasing the competitiveness of fruit growing in the Republic of Kazakhstan]. *Rekomendatsii. AO «KazAgroInnovatsiia»; TOO «Kazakhskii nauchno-issledovatel'skii institut plodovodstva i vinogradarstva»*. Almaty [in Russian].

22 Kausal, N., Modgil, M., Thakur, M. & Sharma, D.R. (2005). In vitro clonal multiplication of an apple rootstock by culture of shoot apices and axillary buds. *Indian J. Exp. Biol.*, 43, 561–565.

23 Truskinov, E.V. (2007). Kultura *in vitro* kak sovremennyi sposob vosproizvedeniia, sokhraneniia i introduksii vegetativno razmnozhaemykh rastenii [In vitro culture as a modern way of propagation, preservation and introduction of vegetatively propagated plants]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduksiia rastenii — Biological Diversity. Plant Introduction*. Saint Petersburg [in Russian].

24 Dobránszki, J. & Teixeira da Silva, J.A. (2010). *Micropropagation of apple — a review*. *Biotechnology Advances*, 28, 4, 462–488.

25 Teixeira da Silva, J.A., Gulyás, A., Magyar-Tábori, K., Wang, M. -R., Wang, Q-C. & Dobránszki, J. (2019). In vitro tissue culture of apple and other *Malus* species: recent advances and applications. *Planta*, 249, 975–1006.

26 Reed, B.M., Lila, M.A. McCown, B., Skirvin, R., Smith, R.H. & Mackay, W.A. (1999). Designing a micropropagation system: Workshop presentations from the 1998 sibv congress on in vitro biology. *In Vitro Cellular & Developmental Biology — Plant*, 35, 4, 275–284.

27 Romadanova, N.V. & Kushnarenko, S.V. (2006). Mikroklonalnoe razmnozhenie nekotorykh sortov yabloni: vvedenie v kulturu *in vitro* [Micropropagation of some apple varieties: *in vitro* culture introduction]. *Poisk. Seriya estestvennykh i tekhnicheskikh nauk — Find. Seried natural and technical science*, 1; 54–58 [in Russian].

28 Romadanova, N.V., Mishustina, S.A., Matakova, G.N., Rakhimbaev, I.R. & Kushnarenko, S.V. (2013). Vvedenie v kulturu *in vitro* i mikroklonalnoe razmnozhenie perspektivnykh sortov, klonovykh podvoev i dikorastushchikh form yabloni [In vitro introduction and micropropagation of promising varieties, clonal rootstocks and wild apple forms]. *Issledovaniia, rezultaty — Find, results*, 3 (059); 142–149 [in Russian].

29 Romadanova, N.V., Mishustina, S.A., Matakova, G.N., Kuhsnarenko, S.V., Rakhimbaev, I.R. & Reed, B.M. (2016). In vitro collection of *Malus* shoot cultures for cryogenic bank development in Kazakhstan. *Acta Horticulturae*, 1113, 271–277.

30 Kushnarenko, S.V., Kovalchuk, I.Yu., Romadanova, N.V., Turdiev, T.T., Rid, B.M. & Rakhimbaev, I.R. (2008). *Kriosokhraneniie apikalnykh meristem plodovykh i yagodnykh kultur [Cryopreservation of fruit and berry shoot tips]*. Almaty [in Russian].

31 Tsurkan, I.G. (1973). Termicheskaia terapiia plodovykh, yagodnykh kultur i vinograda, porazhennykh virusami [Thermal therapy of fruit, berry crops and grapes affected by viruses]. *Virusnye bolezni plodovykh, yagodnykh kultur i vinograda v Moldavii — Viral diseases of fruit and berry crops and grapes in Moldova*, 2; 68–124 [in Russian].

32 Kegler, H., Kleinhempel, H., Schmelzer, K., Wolf, P. & Gippert, R. (1977). Die Viruses an Gemüsepflanzen, Obstgewachsen und Weinreben in Europe. *Pflanzliche Virology*, 3, 389.

33 Belkegren, R.O. (1962). Culture of apical meristems of *Fragaria vesca* strawberry plants as a method of excluding latent A-virus. *Plant Dis. Rep.*, 46, 119–121.

34 Abramenko, N.M. (1973). Poluchenie bezvirusnoi superelity zemlianiiki metodom kultury verkhushhechnykh meristem [Obtaining a virus-free superelite strawberry by the method of shoot tips culture]. *Virusnye bolezni plodovo-yagodnykh kultur i vinograda v Moldavii — Viral diseases of fruit and berry crops and grapes in Moldova*, 2; 26–50 [in Russian].

35 Lukicheva, L.A., Mitrofanova, O.V. & Lesnikova-Sedoshenko, N.P. (2007). Ozdorovlenie sortov vishni (*Prunus Serasus* L.) i slivy (*Prunus Domestica* L.) ot virusov s ispolzovaniem biotekhnologicheskikh priemov [Improvement of cherry (*Prunus Cerasus* L.) and plum (*Prunus Domestica* L.) varieties from viruses using biotechnological methods]. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada — Works of the Nikitkii Botanical Garden*, 127; 27–34 [in Russian].

36 Mitrofanova, O.V., Mitrofanova, I.V., Lesnikova-Sedoshenko, N.P. & Ivanova, N.N. (2014). Primeneniie biotekhnologicheskikh metodov v ozdorovlenii rastenii i razmnozhenii bezvirusnogo posadochnogo materiala perspektivnykh tsvetochno-dekorativnykh kultur [Application of biotechnological methods for plantshealth and virus-free planting material production promising flower and decorative crops]. *Sbornik nauchnykh trudov GNBS — Book of articles of Main Nikitskii Botanical Garden*, 138; 5–56 [in Russian].

37 Ivanova-Khanina, L.V. (2019). Ozdorovlenie posadochnogo materiala vinograda ot virusa mramornosti vinograda v kulture *in vitro* [Improvement of grape planting material from the *in vitro* grape marbling virus]. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki — Questions of modern Science and Practice*, 1 (71); 23–31 [in Russian].

38 Paprstein, F., Sedlak, J., Polak, J., Svobodova, L., Hassan, M. & Bryxiova, M. (2008). Results of in vitro thermotherapy of apple cultivars. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 94, 3, 347–352.

39 Doroshenko, N.P. (2015). Primeneniie antibiotika Tsefotaksim pri klonalnom mikrorazmnozhenii vinograda [The use of the antibiotic cefotaxime in micropropagation of grapes]. *Russkii vinograd — Russian Grape*, 1; 62–67 [in Russian].

- 40 Wang, Q.C. & Valkonen, J.P.T. (2009). Cryotherapy of the shoot tips: novel pathogen eradication method. *Trends in Plant Science*, 14, 3, 119–122.
- 41 Kushnarenko, S., Romadanova, N. & Reed, B. (2009). Cold acclimation improves regrowth of cryopreserved apple shoot tips. *Cryo Letters*, 30, 1, 47–54.
- 42 Romadanova, N., Kushnarenko, S., & Karasholakova, L. (2017). Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit. *In Vitro Cellular & Developmental Biology*, 53, 4, 382–393.
- 43 Feng, C.H., Wang, R., Li, J., Wang, B., Yin, Z., Cui, Z., et al. (2013). Production of pathogen-free horticultural crops by cryotherapy of in vitro-grown shoot tips. *Protocols for micropropagation of selected economically-important horticultural plants methods in molecular biology*, 994, 463–482.
- 44 Li, B.Q., Feng, C.H., Hu, L.Y., Wang, M.R. & Wang, Q.C. (2016). Shoot tip culture and cryopreservation for eradication of Apple stem pitting virus (ASPV) and Apple stem grooving virus (ASGV) from apple rootstocks 'M9' and 'M26'. *An international journal of Annals of Applied Biology*, 168, 1, 142–150.
- 45 Wang, Q.C., Liu, Y., Xie, Y. & You, M. (2006). Cryotherapy of potato shoot tips for efficient elimination of Potato leafroll virus (PLRV) and Potato virus Y (PVY). *Potato Research*, 49, 119–129.
- 46 Wang, Q.C., Mawassi, M., Li, P., Gafny, R., Sela, I. & Tanne, E. (2003). Elimination of Grapevine virus A (GVA) by cryopreservation of in vitro-grown shoot tips of *Vitis vinifera* L. *Plant Science*, 165, 321–327.
- 47 Wang, Q.C. & Valkonen, J.P.T. (2008). Elimination of two viruses which interact synergistically from sweetpotato using shoot tip culture and cryotherapy. *Journal of Virological Methods*, 154, 135–145.
- 48 Şekerz, M.G., Süzerer, V., Elibuyuk, I.O. & Çiftçi, Y.Ö. (2015). In vitro elimination of PPV from infected apricot shoot tips via chemotherapy and cryotherapy. *International journal of agriculture & biology*, 17, 5, 1066–1070.
- 49 Nukari, A., Laamanen, J., Uosukainen, M. & Lemmetty, A. (2014). Comparison of viruse eradication of Apple mosaic virus from hop by encapsulation-dehydration cryotherapy and meristem culture methods. *Acta Horticulturae*, 1039, 113–119.
- 50 Wang, Q.C., Bart, P., Engelmann, F., Lambardi, M. & Valkonen, J.P.T. (2009). Cryotherapy of shoot tips: a technique for pathogen eradication to produce healthy planting material and for cryopreservation of healthy plant genetic resources. *Annals of Applied Biology*, 154, 351–363.
- 51 Wang, Q., Cuellar, W.J., Rajamaki, M., Hirata, Y. & Valkonen, J.P.T. (2008). Combined thermotherapy and cryotherapy for virus eradication: relation of virus distribution, subcellular changes, cell survival and viral RNA degradation in shoot tips to efficient production of virus-free plants. *Mol. Plant Pathol*, 9, 237–250.
- 52 Kushnarenko, S.V., Romadanova, N.V., Aralbayeva, M.M., Zholamanova, S.Z., Alexandrova, A.M. & Karpova, O. (2017). Combined ribavirin treatment and cryotherapy for efficient Potato virus M and Potato virus S eradication in potato (*Solanum tuberosum* L.) in vitro shoots. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*, 53, 361, 1–8.
- 53 Romadanova, N.V. & Kushnarenko, S.V. (2016). Patent 001528 KZ, A01G 1/06. Sposob polucheniia ozdorovlennykh sazhentsev yabloni [Method of obtaining healthy apple planting stocks]. Ministerstvo uistitsii Respubliki Kazakhstan. RGP «Institut biologii i biotekhnologii rastenii» KN MON RK. № 1528; zaiavl.31.07.15/0244.2, opubl. 08.07.16. Builleten № 8 [in Russian].
- 54 Romadanova, N.V., Nurmanov, M.M., Makhmutova, I.A. & Kushnarenko, S.V. (2018). Proizvodstvo super-elitnykh sazhentsev sortov i klonovykh podvoev yabloni [Production of super-elite planting stocks of apple varieties and clonal rootstocks]. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Seifullina — Bulletin of Science of S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University*, 3 (98); 4–13 [in Russian].
- 55 Reed, B. M. (2002). The basics of in vitro storage and cryopreservation. National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, O.R. USA, 34–46.
- 56 Lynch, P.T., Benson, E.E. & Harding, K. (2007). Climate change: the role of ex situ and cryo-conservation in the future security of economically important, vegetatively propagated plants. *J. Horticultural Science & Biotechnology*, 82, 2, 157–160.
- 57 Wu, V., Engelmann, F., Zhao, Y., Zhou, M. & Chen, S. (1999). Cryopreservation of apple shoot tips: Importance of cryopreservation technique and of conditioning of donor plants. *Cryo-Letters*, 20, 2, 121–130.
- 58 Reed B.M. (2008). *Plant Cryopreservation. A Practical Guide*. Springer Science + Business Media, LLC, 513.
- 59 Popov, A.S., Popova, E.V., Nikishina, T.V. & Vysotskaya, O.N. (2006). Cryobank of plant genetic resources in Russian Academy of Sciences. *International Journal of Refrigeration*, 29, 3, 403–410.
- 60 Kim, H.H., Popova, E., Shin, D.J., Yi, J.Y., Kim, C.H., Lee, J.S., Yoon, M.K. & Engelmann, F. (2012). Cryobanking of Korean Allium Germplasm Collections: Results from a 10 Year Experience. *CryoLetters*, 33, 1, 45–57.
- 61 Dereuddre, J., Scottez, C., Arnaud, Y. & Duron, M. (1990). Resistance of alginate-coated axillary shoot tips of pear tree (*Pyrus communis* L. cv. Beurre Hardy) in vitro plantlets to dehydration and subsequent freezing in liquid nitrogen. *C.R. Acad. Sci.*, 3, 10, 317–323.
- 62 Plessis, P., Leddet, C., Collas, A. & Dereuddre, J. (1993). Cryopreservation of *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay shoot tips by encapsulation-dehydration: effects of pretreatment, cooling and postculture conditions. *Cryo-Letters*, 14, 309–320.
- 63 Sakai, A. & Larcher, W. (1987). *Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress*. Berlin etc.: Springer-Verlag, 321.
- 64 Niino, T., Sakai, A., Enomoto, S., Magosi, J. & Kato, S. (1992). Cryopreservation of in vitro-grown shoot tips of mulberry by vitrification. *Cryo-Letters*, 13, 303–312.
- 65 Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plant*, 15, 473–479.
- 66 Viss, P.R., Brooks, E.M. & Driver, J.A. (1991). A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture. *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, 27, 42.
- 67 Thermo Fisher Scientific. *thermofisher.com*. Retrieved from <https://www.thermofisher.com/kz/en/home.html/>
- 68 Plant Cell Technology. *plantcelltechnology.com*. Retrieved from <https://www.plantcelltechnology.com/our-story/>

- 69 Helliot, B., Panis, B., Busogoro, J.P., Sobry, S., Poumay, Y., Raes, M., Swennen, R. & Lepoivre, P. (2007). *European Journal of Histochemistry*, 51, 153–158.
- 70 Pokhodenko, P.A. (2009). Effektivnost serologicheskikh, molekuliarnykh i indikatornykh metodov diagnostiki virusov kostochkovykh kultur [The effectiveness of serological, molecular and indicator methods for the diagnosis of viruses in stone fruit crop]. *Thesis PhD*. Moscow [in Russian].
- 71 BioEdit is a biological sequence alignment editor. *chemistry.umeche*. Retrieved from <http://chemistry.umeche.maine.edu/CHY431/BioEdit.html>
- 72 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia [Biometrics]*. Moscow: Vysshaya shkola [in Russian].
- 73 SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc, San Jose, CA, pp. Statistics software.
- 74 Danci, O., Erdei, L., Vidacs, L., Danci, M., Baciú, A., David, I. & Berbentea, F. (2009). Influence of ribavirin on potato plants regeneration and virus eradication. *J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 13, 421–425.
- 75 Faccioli, G., Loebenstein, G., Berger, P.H., Brunt, A.A. & Lawson, R.H. eds. (2001). Control of potato viruses using meristem and stem-cutting cultures, thermotherapy and chemotherapy. In: *Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed Potatoes*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- 76 Paprštejn, F., Sedlák, J., Svobodová, L., Polák, J. & Gadiou, S. (2013). Results of in vitro chemotherapy of apple cv. *Frangrance* — *Short communication*. *Hort. Sci. (Prague)*, 40, 4, 186–190.
- 77 Ukhatova, Yu.V. (2017). Sovershenstvovanie metodov kriokonservatsii i ozdorovleniia ot virusnykh boleznei obratstv vegetativno-razmnozhaemykh kultur [Improvement of cryopreservation methods and eradication from viral diseases of vegetatively propagated crops]. *Thesis PhD in Biology*. Saint Petersburg [in Russian].
- 78 Romadanova, N.V., Nurmanov, M.M. & Kushnarenko, S.V. (2021). Patent № 34902. Sposob polucheniia ozdorovlennykh ot virusov sazhentsev yabloni khemoterapii [Method for obtaining apple planting stocks revitalized from viruses by chemotherapy]. Ministerstvo yustitsii Respubliki Kazakhstan. RGP ved. «Institut biologii i biotekhnologii rastenii» KN MON RK — N 34902; zaiavl.31.01.2020/0056.1., opubl. 26.02.21 [in Russian].
- 79 Krivokora, L.I. & Baktasheva, N.M. (2007). Primenenie biostimulatorov dlia ukoreneniia i rosta drevesnykh rastenii [Application of biostimulants for rooting and growth of woody plants]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiia rastenii — Biological Diversity. Plant Introduction*, 586–589 [in Russian].
- 80 Chong, C. & Pua, E.-C. (1985). Carbon nutrition of Ottawa-3 apple rootstock during stages of in vitro propagation. *J. Hortic. Science*, 60, 3, 285–290.
- 81 Fira, A., Clapa, D. & Plopa, C. (2010). In vitro rooting and ex-vitro acclimation in apple (*Malus domestica*). *Cluj Napoca: Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med*, 67, 1, 480.
- 82 Sharma, M., Modgil, M. & Sharma, D.R. (2000). Successful propagation in vitro of apple rootstock MM106 and influence of phloroglucinol. *Indian. J. Exp. Biol*, 38, 1236–1240.
- 83 Zhumabekov, E.Zh., Begimbetov, A.A., Shadenova, E., & Larionova, D. (2005). Uskorennoe vyrashchivanie seiantsv khvoinykh porod i otsenka ikh adaptivnykh svoistv v usloviakh zakrytogo grunta [Accelerated cultivation of coniferous seedlings and assessment of their adaptive properties in greenhouses]. *Biotehnologiya v mire zhivotnykh i rastenii: materialy Mezhdunarodnoi naucho prakticheskoi konferentsii — Biotechnology in world animals and plants: materials of sci-pract. conf.* (p. 278–285). Bishkek [in Russian].
- 84 Klein, R.M. & Klein, D.T. (1974). *Adaptatsiia drevesnykh rastenii in vitro v otkrytom grunte. Metody issledovaniia rastenii [Adaptation of woody in vitro plants in the open field. Methods of plant study]*. Moscow [in Russian].

M.S. Sagyndykova*, A.A. Imanbayeva, A.B. Lukmanov, G.G. Gassanova

Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau, Kazakhstan

**Corresponding author: m.sagyndykova@mail.ru*

Resources of *Rheum tataricum* on the territory of Atyrau region

Rheum tataricum is a valuable medicinal plant, the underground organs of which are used in folk medicine. This article is devoted to the study of the resources of *Rheum tataricum* in the previously unsearched Atyrau region. The article presents the results of field surveys of steppe and desert territories of the Atyrau region with the identification of typical communities with the participation of *Rheum tataricum* and the determination of industrially valuable thickets. According to the results of field work, 12 populations with the participation of the Tatar rhubarb were identified. 3 industrial sites with a total area of 4,006 hectares were identified. The yield of raw root materials ranged from 7,320 to 11,240 kg/hectare. The total operational reserve amounted to 36,592 tons, and the volume of possible collection of raw materials — 5,489 tons. The obtained data indicates the possibility of industrial procurement of raw materials for the production of medicinal products.

Keywords: *Rheum tataricum* L., medicinal plant, resource, population, raw material, harvest.

Introduction

The study of the plant resources is a topical task of modernity. Generally, more than 5500 species of vascular plants grow on the territory of Republic of Kazakhstan [1], among them 1000–1200 species with proven and potential medicinal properties [2].

Rheum tataricum L. (*Polygonaceae* family) is perennial herbal plant with early circle of vegetation (from March till May) [3]. It is endemic to desert and steppe zones of Central Asia, grows on steppe slopes of lowland [4], forming thickets on highly compacted and saline gray-brown and gray-earth soils.

The roots of *Rheum tataricum* include polysaccharides, organic acids, phenols, carotene, vitamin C, tannins, antrachinones, amines, fat oils with different biological activity [5, 6, 7]. Accordingly, in folk medicine decoction of the roots and fruits of *Rheum tataricum* is used as a hemostatic agent for internal bleeding, as an anti-fever agent, as an astringent or laxative in gastric diseases, and ash — for scarring wounds. It is potential source for preparation, antioxidant, antitumor and P-vitamin activity [8, 9].

Earlier the plant resources of *Rheum tataricum* are studied in Southern and South-Eastern Kazakhstan [4, 10], bit investigation of raw material in the Western Kazakhstan is not conducted.

The purpose of present study is to determine spreading and resources of underground parts of *Rheum tataricum* at the territory of Atyrau region.

Materials and methodology

Object of the study is natural populations of *Rheum tataricum* at the territory of Atyrau region. The rhizome is vertical, strong, with old dark brown, young darkish vaginas; stems are usually 2–3, strong, furrowed, glabrous, hollow, branching from the middle, with branches deviating initially at an angle of 40°, and subsequently downward; leaves up to 35 cm long and 50 cm wide, rounded, heart-shaped at the base, with 3 main prominent veins, below, together with the petiole, covered with small trichomes, glabrous above; inflorescence spherical-panicle; flowers with 5 identical perianth lobes, 3 mm long, yellowish, with 3–5 brown veins; fruits 10–12 mm long and 8–10 mm wide; nuts are back-narrow-ovate, at the apex island. Dark brown, 1–1.5 mm wide, dark red-brown, heart-shaped below, tapering upward, with a vein along the edge of the wing; perianth lobes pressed against the fruit (Fig. 1).

Field surveys covering the steppe and desert territories of the region are conducted in May 2021 (Tab. 1). On natural populations, the species composition of communities was described, the main dominants and components are determined; the phases of phenological development of individual species, their living conditions, abundance (according to the Drude scale) were determined [11–13].

Figure 1. Exterior of *Rheum tataricum*, phase beginning of fructification

Table 1

Survey points in the field of Atyrau region

№	Location	GPS-coordinates	
		north latitude	east longitude
1	15 km on west from settlement Mahambet, clay plain	47 ⁰ 45'243''	E 51 ⁰ 29'52''
2	Surroundings of wintering Bolek, plain	47 ⁰ 45'777''	51 ⁰ 25'608''
3	Northern coast of lake Inder, lowland	48 ⁰ 31'987''	51 ⁰ 57'393''
4	Western coast of lake Inder, lowland	48 ⁰ 31'449''	51 ⁰ 51'572''
5	30 km from lake Inder, plain	48 ⁰ 30'564''	52 ⁰ 2'733''
6	Otpan Mount, lowland	47 ⁰ 35'55''	54 ⁰ 35'475''
7	Plain between settlements Sagyz and Myaly	48 ⁰ 36'476''	54 ⁰ 13'547''
8	Hills Bekarys-Ata	47 ⁰ 23'152''	54 ⁰ 27'591''
9	Plain between settlements Makat and Mukur	47 ⁰ 43'305''	53 ⁰ 33'216''
10	Mount Imankara, plain	47 ⁰ 19'496''	54 ⁰ 22'121''
11	10 km on south from Mount Imankara, plain	47 ⁰ 21'244''	54 ⁰ 24'115''
12	20 km from settlement Dossor, steppe	47 ⁰ 29'335''	53 ⁰ 9'204'';

For industrial-valuable thickets, the area, yield of roots is estimated, on the basis of which the production reserve and the volume of possible raw material collection are calculated [14, 15].

The obtained data were processed statistically [16].

Results and discussion

The species is an ephemeroid, in the spring it forms extensive thickets in the Atyrau region, ending its growing season by mid-late May. Populations with the participation of the species are described at the following points: plains between the settlements Sagyz, Makat, Mukur and Myaly; Bekarys-Ata hills, 15 km on the west of the settlements Mahambet; Bolek, near lake Inder with adjacent clay plains; Mount Imankara with environs, single thickets between the sandy massifs of Arakum and the settlement Kulsary.

Numerous points of discovery of communities with the participation of the Tatar rhubarb in the Atyrau region were noted. Rhubarb is part of the following communities (populations):

-*Eremopyrum bonaepartis* — *Artemisia terra-albae* — *Herba xerophytica* 15 km on west from settlement Mahambet and in surrounding of Lake Inder as a component;

-*Poa bulbosa* — *Artemisia terrae-albae* — *Herba xerophytica* in surroundings of wintering Bolek as a component;

-*Rheum tataricum* — *Herba xerophytica* on clay plain 30 km from Lake Inder as a dominant;

-*Limonium suffruticosus* — *Atraphaxia spinosa* in surrounding of Mount Imankara as a component;

- Spiraea hypericifolia* — *Agropyron fragile* — *Herba xerophytica* 30 km from Mount Imankara as a component;
- Rumex crispus* — *Herba xerophytica* in hills Bekarys-Ata as a component;
- Artemisia terrae-albae* — *Ceratocarpus arenarius* in surroundings of Mount Otpan as a component;
- Anabasis aphylla* — *Ceratocarpus arenarius* in surroundings of Mount Otpan as a component;
- Medicago caerulea* — *Herba xerophytica* on the plain between settlements Sagyz and Myaly as a component;
- Calamagrostis epigeios* — *Alhagi pseudoalhagi* on the plain between settlements Makat and Mukur as a component;
- Poa bulbosa* — *Artemisia terrae-albae* — *Herba xerophytica* in surrounding of Lake Inder as a component;
- Artemisia terrae-albae* — *Tamarix elongata* on a plain 20 km from settlement Dossor.

Rheum tataricum forms significant thickets on a plain 30 km from Lake Inder as part of a diverse-rhubarb community. Longevity in the community is not expressed. Species composition not rich — 12–14 species, including *Artemisia terrae-albae* with abundance sol, *Eremopyrum triticeum* with abundance sol, *Lepidium perfoliatum* with abundance sol, *Descurainia sophia* with abundance sp-sol, *Agropyron desertorum* with abundance sol and other.

The territory is a plain with a slight difference in heights. Soils are dark brown, loamy. The mode of nutrition is atmospheric precipitation, groundwater; natural runoff of precipitation in decrease. The total projective cover in the community was 55–60 %. The territory is actively used for grazing livestock, as a result of overpopulation it causes a violation of the vegetation cover, expressed by 15–20 %. Rhubarb forms an abundance of cop2-cop3; the vitality of the species is 2–3 points.

The area of community thickets with the participation of *Rheum tataricum* is 1316 hectares with a total area of 2400 hectares (Tab. 2). The stock density was from 1.0 to 2.2 specimen/m². The yield was 11,240 kg/ha based on dry weight. The exploitation reserve is estimated at 14,792 tons, the volume of possible annual harvests of air-dry raw materials is 2,219 tons.

Table 2

Raw materials resources of *Rheum tataricum* on the territory of Atyrau region (on air-dry weight)

Place of thicket	Square, ha		Crop yield, kg/ha	Exploitation reserve, ton	Volume of possible annual harvests, ton
	total	With studied species			
Clay plain in 30 km from Lake Inder	2,400	1,316	11,240	14,792	2,219
The plain between settlements Makat and Mukur	1,540	0,950	9,540	9,063	1,360
The plain in surrounding of settlement Mahambet	3,120	1,740	7,320	12,737	1,910
Total:	7,060	4,006		36,592	5,489

The second industrial site is marked on the clay plain between the villages Makat and Mukur. The soils are brown, clay; the total projective cover is 50–55%; humidity is provided by precipitation and natural runoff. The species composition of the community is represented by 19–21 species, of which *Alhagi pseudoalhagi* dominant species with abundance cop1, *Calamagrostis epigeios* with abundance cop-sp, *Artemisia terrae-albae* with abundance — sp-cop, *Rheum tataricum* — sp-cop, *Poa bulbosa* with abundance sp-sol, *Lepidium perfoliatum* with abundance sol, *Descurainia sophia* with abundance sol, *Peganum harmala* with abundance sol and other.

Plants form 2 tiers of vegetation: the upper (up to 80–90 cm high) consists of *Calamagrostis epigeios*, *Artemisia scopaeformis*, *Alhagi pseudoalhagi*; the lower (up to 30–40 cm high) is represented by low grasses, among which *Rheum tataricum*, *Lepidium perfoliatum*, *Tanacetum santolina*, *Poa bulbosa*, *Artemisia terrae-albae*, *Peganum harmala* and others. The territory is used for grazing livestock, the degree of disturbance of the vegetation cover is 20–25%.

The total area of the thicket was 16540 hectares, of which 950 hectares are directly occupied by the *Rheum tataricum* (Tab. 2). The yield was 9,540 kg/hectare. The exploitation reserve is estimated at 9,063 tons, the volume of possible collection of raw materials is 1,360 tons.

A third industrial overgrowth was identified in the vicinity of settlement Mahambet. The territory is represented by a clay plain with an alternation of brown and light chestnut soils. The total projective cover was 30–40%, vegetation degradation was noted by 20–25% due to grazing.

20–25 species are identified in the vegetation cover, of which dominant species — *Artemisia terraealbae* with abundant — cop1-cop2, co-dominant — *Eremopyrum bonaepartis* with abundant — cop1. Other members of vegetation are: *Rheum tataricum* — sp, *Lepidium perfoliatum* with abundance sol, *Peganum harmala* with abundance sol, *Ferula nuda* — sol, *Camphorosma lessingii* — sol, *Lappula spinoseras* — sol, *Sisimbrium loeselii* — un-sol and others.

Tiers in this area are not expressed. The area of the thicket amounted to 3120 hectares, of which 1740 hectares are occupied by *Rheum tataricum*. Yield is estimated at 7320 kg/hectare. The operational reserve was estimated at 12737 tons, the volume of possible collection of raw materials is 1910 tons.

The total area of thickets with the participation of *Rheum tataricum* amounted to 4,006 hectares, the total exploitation reserve is determined in 36,592 tons, the volume of possible collection of raw materials — 5,489 tons.

The obtained data show sufficient potential of the given medicinal plant for organization of industrial collection for production of phytopreparations based on its raw material.

Conclusion

Thus, on the territory of the Atyrau region, 12 types of communities were identified with the participation of *Rheum tataricum*, confined to the steppe and desert sections of the region.

Three thickets have industrial potential for harvesting raw materials of underground organs of this type. It was determined that the total area of industrial thickets was 4,006 hectares, the total exploitation reserve is determined in 36,592 tons, the volume of possible collection of raw materials — 5,489 tons.

The results can be used to organize raw materials of a medicinal plant.

Acknowledgement

The article is prepared 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 Флора Казахстана. — Т. 1–9. — Алма-Ата: Наука, 1956–1966.
- 2 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — С. 111–115.
- 3 Грудзинская Л.М. Растения пустынных территорий Прибалхашья в коллекциях Главного ботанического сада / Л.М. Грудзинская // Успехи современного естествознания. — 2015. — № 5. — С. 160–166.
- 4 Кашкарова Н.Ф. Сырьевые запасы ревеня татарского в Прибалхашье / Н.Ф. Кашкарова // Тр. Ин-та ботаники АН КазССР. — 1965. — Т. 21. — С. 40–73.
- 5 Чумбалов Т.К. Флавоноиды *Rheum tataricum* L. / Т.К. Чумбалов, Г.М. Нургалиева // Химия природных соединений. — 1967. — № 5. — С. 345–346.
- 6 Гемеджиева Н.Г. К ботаническим и фитохимическим исследованиям *Rheum tataricum* L. из Южного Прибалхашья / Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Курбатова, Р.А. Музычкина, Д.Ю. Корулькин // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2017. — № 2 (86). — С. 40–47.
- 7 Каржаубекова Ж.Ж. Элементный, amino- и жирнокислотный состав *Rheum tataricum* L. из Южного Прибалхашья / Ж.Ж. Каржаубекова, Н.Г. Гемеджиева // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Химия. — 2016. — № 4 (84). — С. 21–26.
- 8 Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. — Л., 1984. — С. 275.
- 9 Жумашова Г.Т. Изучение некоторых технологических и некоторых фармакопейных характеристик лекарственного растительного сырья — корневищ ревеня татарского / Г.Т. Жумашова, Г.М. Саякова, Н.Г. Гемеджиева, Т.С. Бекежанова // Вестн. Казах. нац. мед. ун-та. — 2016. — № 1. — С. 531–535.
- 10 Гемеджиева Н.Г. Распространение и запасы *Rheum tataricum* L. в долине р. Или / Н.Г. Гемеджиева, К.Л. Мусаев, Ж.Ж. Каржаубекова, Ж.Т. Лесова, М.С. Рамазанова, В.А. Кириенко // Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2016. — № 2 (314). — С. 72–79.
- 11 Быков Б.А. Введение в фитоценологию. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1970. — 226 с.
- 12 Щербаков А.В. Полевое изучение флоры и гербаризация растений / А.В. Щербаков, А.В. Майоров. — М.: Изд-во МГУ, 2006. — 84 с.
- 13 Понятовская В.М. Учет обилия и характера размещения растений в сообществах / В.М. Понятовская // Тр. БИН. Сер. III. Геоботаника. — М.–Л., 1964. — Вып. 3. — С. 209–299.

14 Крылова И.Л. Методические указания по изучению запасов дикорастущих лекарственных растений / И.Л. Крылова, А.И. Шретер. — М.: ВИЛАР, 1971. — 31 с.

15 Верник Р.С. Некоторые методы изучения популяций сырьевых растений при маршрутных обследованиях / Р.С. Верник // Сб. науч. тр. «Рациональное использование растительных ресурсов Казахстана». — Алма-Ата, 1986. — С. 24–27.

16 Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов / Г.Н. Зайцев. — М.: Наука, 1973. — 256 с.

М.С. Сагындыкова, А.А. Иманбаева, А.Б. Лукманов, Г.Г. Гасанова

***Rheum tataricum* ресурстары Атырау облысы аумағында**

Татар қызғалдағының жерасты органдары халық медицинасында қолданылатын құнды дәрілік өсімдік болып табылады. Бұл зерттеу бұрын зерттелмеген өңірдегі — Атырау облысындағы татар қызғалдағының ресурстарын зерттеуге арналған. Мақалада Атырау облысының далалық және шөлейт аумақтарындағы далалық зерттеу нәтижелері келтірілген. Далалық жұмыстардың қорытындысы бойынша 12 таралымы анықталды. Жалпы ауданы 4006 гектар болатын 3 өнеркәсіптік учаске табылды. Тамыр шикізатының өнімділігі гектарына 7320-ден 11240 кг-ға дейін болды. Жалпы пайдалану қоры 36592 тоннаны, ал шикізатты жинау мүмкіндігі 5489 тоннаны құрады. Алынған деректер дәрілік препараттарды өндіру үшін шикізатты өнеркәсіптік дайындау мүмкіндігін көрсетеді.

Кілт сөздер: *Rheum tataricum* L., дәрілік өсімдік, ресурс, популяция, өсімдік шикізаты, өнім.

М.С. Сагындыкова, А.А. Иманбаева, А.Б. Лукманов, Г.Г. Гасанова

Ресурсы *Rheum tataricum* на территории Атырауской области

Ревень татарский является ценным лекарственным растением, подземные органы которого находят применение в народной медицине. Данное исследование посвящено изучению ресурсов ревеня татарского в ранее не обследованном регионе — Атырауской области. В статье приведены результаты полевых обследований степных и пустынных территорий Атырауской области с выявлением типичных сообществ с участием ревеня татарского и определения промышленно-ценных зарослей. По итогам полевых работ выявлены 12 популяций с участием ревеня татарского. Определены 3 промышленных участка с совокупной площадью 4006 га. Урожайность сырья корней колебалась от 7320 до 11240 кг/га. Общий эксплуатационный запас составил 36592 т, а объем возможного сбора сырья — 5489 т. Полученные данные свидетельствуют о возможности промышленной заготовки сырья для производства лекарственных препаратов.

Ключевые слова: *Rheum tataricum* L., лекарственное растение, ресурс, популяция, растительное сырье, урожай.

References

- 1 (1956–1966). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Vol. 1–9. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 2 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].
- 3 Grudzinskaya, L.N. (2015). Rasteniia pustynnykh territorii Pribalkhashia v kolleksiakh Glavnogo botanicheskogo sada [Plants of desert territories of Balkhash Region on collections of Main Botanical garden]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia — The successes of modern natural science*, 5; 160–166 [in Russian].
- 4 Kashkarova, N.F. (1965). Syrevye zapasy revenia tatarskogo v Pribalkhashe [Raw material resources of *Rheum tataricum* in Balkhash region]. *Trudy Instituta botaniki AN KazSSR — Proceeding of Institute of Botany of AS KazSSR*, 21; 40–73 [in Russian].
- 5 Chumbalov, T.K. & Nurgaliyeva, G. M. (1967). Flavonoidy *Rheum tataricum* L. [Flavonoids of *Rheum tataricum* L.]. *Khimiia prirodnykh soedinenii — Chemistry of Natural Compounds*, 5; 345–346 [in Russian].
- 6 Gemedzhieva, N.G., Kurbatova, N. V., Muzichkina, R. A & Korulkin, D. Yu. (2017). K botanicheskim i fitokhimicheskim issledovaniyam *Rheum tataricum* L. iz Yuzhnogo Pribalkhashia [At the botanical and phytochemical study of *Rheum tataricum* L. from the Southern Balkhash Region]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Biologiya. Meditsina. Geografiia — Bulletin of the Karaganda University, series biology, medicine, geography*, 2 (86); 40–47 [in Russian].
- 7 Karzhaubekova, Zh.Zh. & Gemedzhieva, N.G. (2016). Elementnyi, amino- i zhirmokislotnyi sostav *Rheum tataricum* L. iz Yuzhnogo Pribalkhashia [Elemental, amino and fatty acid composition of *Rheum tataricum* L. from the Southern Balkhash Region]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya khimiia — Bulletin of the Karaganda University, series chemistry*, 4 (84); 21–26 [in Russian].

- 8 (1984). Rastitelnye resursy SSSR: tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispolzovanie [Plant resources of USSR: flower plants, their chemical composition, using]. Leningrad [in Russian].
- 9 Zhumashova, G.T., Sayakova, G.M., Gemedzhieva, N.G. & Bekezhanova, T.S. (2016). Izuchenie nekotorykh tekhnologicheskikh i nekotorykh farmakopeinykh kharakteristik lekarstvennogo rastitelnogo syria — kornevishch reventia tatarskogo [Study of some technological and some pharmacopoeia characteristics of medicinal plant raw materials — rhizomes of Tatar rhu-barb]. *Vestnik KazNMU — Bulletin of KazMU*, 1; 531–535 [in Russian].
- 10 Gemedzhieva, N.G., Musayev, K. L., Karzhaubekova, Zh.Zh., Lesova, Zh. T., Ramasanova, M.S. & Kirienko, V.A. (2016). Rasprostranenie i zapasy *Rheum tataricum* L. v doline r. Ili [Spreading and resources of *Rheum tataricum* L. in Ili valley]. *Izvestiia NAN RK. Seriya biologii i meditsina — Proceeding of NAS RK, series boil and med*, № 2 (314); 72–79 [in Russian].
- 11 Bykov, B.A. (1970). *Vvedenie v fitotsenologiiu [Introduction into phytocenology]*. Alma-Ata: Publ. AS KazSSR [in Russian].
- 12 Shcherbakov, A.V. & Majorov, A.V. (2006). *Polevoe izuchenie flory i gerbarizatsiia rastenii [Field study and plant herbarization]*. Moscow: MSU [in Russian].
- 13 Ponyatovskaya, V.M. (1964). Uchet obilii i kharaktera razmeshcheniia rastenii v soobshchestvakh [Account the abundance and nature of plant placement in communities]. *Trudy BIN. Seriya III. Geobotanika — Works of Botanical Institute, Series III Geobotany. Moscow-Leningrad*, 3; 209–299 [in Russian].
- 14 Krylova, I.L. & Shreter, A.I. (1971). *Metodicheskie ukazaniia po izucheniiu zasobov dikorastushchikh lekarstvennykh rastenii [Methodological recommendation on study of resources of wild medicinal plants]*. Moscow: All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants [in Russian].
- 15 Vernik, R. S. (1986). Nekotorye metody izucheniia populiatsii syrevykh rastenii pri marshrutnykh obsledovaniakh [Some methods of studying populations of raw plants in route surveys]. *Sbornik nauchnykh trudov «Ratsionalnoe ispolzovanie rastitelnykh resursov Kazakhstana» — Book of abstracts The rational use of vegetative resources of Kazakhstan*. Alma-Ata, 24–27 [in Russian].
- 16 Zajcev, G.N. (1973). *Metodika biometricheskikh raschetov [Methodology of biometric account]*. Moscow: Nauka [in Russian].

Н.А. Сапарбаева*

ҚР БҒМ Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Қазақстан

*Хат-хабарларға арналған автор: nurzira2576@mail.ru

Кетпен тауындағы Виттрок рауғашының (*Rheum wittrockii*) биологиялық ерекшеліктері

Мақалада Кетпен тауындағы Виттрок рауғашының (*Rheum wittrockii*) биологиялық ерекшеліктері туралы мәліметтер келтірілген. Зерттеу мақсаты — Кетпен тауының солтүстік шатқалдарында және тау шалғындарының табиғи популяцияларында кездесетін Виттрок рауғашының (*Rh. wittrockii*) табиғи жағдайдағы биологиялық ерекшеліктерін анықтау. Зерттеу объектісі — Кетпен тауының табиғи популяцияларында кездесетін Виттрок рауғашы (*Rh. wittrockii*). 2015–2017 жылдың маусым–шілде айларында маршруттық-барлау әдісін қолдана отырып Алматы облысы Ұйғыр ауданына қарасты Кетпен тауының солтүстік шатқалдарында зерттеу жұмыстары жүргізілді. Өсімдік тұқымының морфологиялық ерекшеліктерін анықтау Н.Л. Удольскаяның (1976) әдістемелік нұсқауы бойынша жасалды. Үлкен даму циклындағы өсімдіктердің органдарының құрылымдық өзгеруін систематикалық бақылау, биологиялық ерекшеліктерін, құрылымын анықтау Л.А. Жукованың (2012) инструкциясымен және «Программа и методика...» (1986) деп аталатын әдістемелік нұсқаулық бойынша іске асырылды. Кетпен тауында Виттрок рауғашы теңіз деңгейінен (1900–3200 м) биіктіктерде кездесетіндігі анықталды. Өсуінің 1-ші жылында тек вегетативті органдары дамиды. Генеративті өркендердің дамуы өсімдіктің өсуінің 2–3-ші жылында басталады. Репродуктивті генеративті өркендердің қарқынды өсуі — вегетативті өркендерінің өсуімен қатар жүреді. Гүлдеу фазасы 7–10 күнге созылады. Бір дарағының гүлдеуі 3–5 күнді құрайды. Генеративті фаза 7–8 (10) жылға дейін созылады. Жемістену процесі шілде айының ортасынан бастап, тамыздың соңғы онкүндігіне дейін жалғасады. Жемістену фазасы 12–14 күн. Өсімдіктің вегетациялық кезеңі 60–75 күнді құрайды. Тұқымы — үшбұрышты жаңғақша. Өскіндердің өсуі жерасты. Өскін — екі нағыз жапырақтан тұрады. Жерасты өркендер жүйесі — көпжылдық өркендердің жерасты жүйесі негізгі жержатаған өркендердің апикальды бүршігі меристемасының белсенділігі есебінен шексіз ұзақ моноподиальды өсудің нәтижесінде пайда болған көпсалалы каудекстен тұрады. Виттрок рауғашының тамыры негізгі, жанама тамырлардан тұрады. Жер асты бөлігінде нәзік жас тамырлары топырақтың беткі горизонтында дамиды. Өскіннен бастап қартайған генеративті кезеңнің ұзақтығы 15–16 жылды құрайды.

Кілт сөздер: Виттрок рауғашы, каудекс, вегетациялық кезең, биологиялық ерекшеліктер, тұқым, жерасты өркендері.

Kipicne

Соңғы жылдары — көптеген ғалымдардың, зерттеушілердің, фармацевтердің дәрілік өсімдіктерге деген қызығушылықтары артуда. Химиялық-фармацевтикалық өнеркәсіп өндіретін жаңа дәрілер жасау үшін, елімізде жабайы өсетін дәрілік өсімдіктерден алынатын препараттар арзан, әрі өте тиімді болып отыр. Өйткені олар қолданылған кезде зияны аз және адам ағзасында жиналмайды, жанама әсерлерін қалдырмайды. Көптеген дәрілік өсімдіктердің терапиялық құндылығы ғылыми медицинада анықталған, олар медициналық және фармацевтикалық мекемелерде мұқият зерттелген. Қазіргі таңда дәрілік өсімдіктерден өндірілетін дәрілердің үлесі біздің дәріханаларда сатылатын барлық дәрілердің 35–40 % құрайды [1]. Себебі, бұл Қазақстан Республикасының өзінің қолайлы климаттық жағдайына байланысты және флораның түрлік құрамының едәуір алуан түрлілігіне ие. Әдеби дереккөздерге сәйкес республика аумағында жабайы дәрілік өсімдіктердің 500-ден астам түрі кең таралған, олар халықтық медицинада қолданылады, бірақ дәстүрлі медицинада тек 50 түрі қолданылады [2]. Халықтың дәрілік шикізатты шектен тыс бақылаусыз жинауы көптеген өсімдік түрлерінің табиғи ресурстарының жойылуына әкеліп соғуда. Осы жағдай Қазақстанның барлық аймақтарында байқалады және бұл проблеманы шешу республикалық деңгейде шешілуі қажет проблема болып отыр. Бұл бағыттағы мәселелерді шешу және экономикалық жағынан маңызы бар дәрілік өсімдіктерді зерттеу өзекті мәселелердің бірі. Сондай түрлердің қатарына Виттрок рауғашын (*Rheum wittrockii* Lundstr.) жатқызуға болады.

Зерттеу мақсаты — Кетпен тауының солтүстік шатқалдарында және тау шалғындарының табиғи популяцияларында кездесетін Виттрок рауғашының (*Rheum wittrockii* Lundstr.) табиғи жағдайдағы биологиялық ерекшеліктерін анықтау.

Зерттеу объектісі — Кетпен тауының солтүстік шатқалдарында (Солтүстік Тянь-Шань) және тау шалғындарының табиғи популяцияларында кездесетін Виттрок рауғашы (*Rheum wittrockii* Lundstr.).

Зерттеу материалы және әдістері

2015–2017 жылдың маусым–шілде айларында маршруттық-барлау әдісін қолдана отырып Алматы облысы Ұйғыр ауданына қарасты Кетпен тауының солтүстік шатқалдарында және тау шалғындарының табиғи популяцияларында кездесетін Виттрок рауғашының (*Rheum wittrockii* Lundstr.) қазіргі жағдайын бағалау үшін ресурстық зерттеу жұмыстары жүргізілді. Өсімдік тұқымының морфологиялық ерекшеліктерін анықтау Н.Л. Удольскаяның [3] әдістемелік нұсқауы бойынша орындалды. Үлкен даму циклындағы өсімдіктердің органдарының құрылымдық өзгеруін систематикалық бақылау, биологиялық ерекшеліктерін, құрылымын анықтау Л.А. Жукованың [4] инструкциясымен және «Программа и методика...» [5] атты әдістемелік нұсқаулық бойынша іске асырылды. Зерттеу жұмысы барысында Алматы облысының шағын масштабты (1: 1 000 000) әкімшілік картасы қолданылды. Виттрок рауғашының (*Rheum wittrockii*) табиғи популяцияларын, кең таралған нүктелерін және координатын анықтау үшін — GPS құрылғысы пайдаланылды. Зерттелген түрлердің қатысуымен негізгі өсімдік қауымдастығына сипаттама жасалынды. Өсімдіктердің қауымдастығына сипаттама жасау үшін геоботаникалық әдіс-тәсілдер қолданылды [6; 7]. Түрлерді анықтау «Қазақстан флорасы» және «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» нұсқаулықтары бойынша жүргізілді [8; 9].

Зерттеу нәтижелері

Виттрок рауғашы (*Rheum wittrockii* Lundstr.) — Тарандар (*Polygonaceae* Juss.) тұқымдасына жататын көпжылдық шөптесін өсімдік. Биіктігі 150–250 см. Сабағы түзу, аз жапырақты, іші қуыс, қызыл-қоңыр түсті. Жапырақтары тұтас, сопақша-үшбұрышты немесе сопақша-жұмыртқа тәрізді, жоғарғы беті жалаңаш, төменнен және шеттерінен жіңішке сызылған, сәл бүктелген және толқынды, негізі терең жүрек тәрізді. Сағактарының ұзындығы жапырақ тақтасымен бірдей, аздап иілген. Гүлшоғыры сирек кездесетін масақ гүл шоғыры, ұзын шоқтардан тұрады. Гүлдер ақ және қызғылт түсті, қысқа. Жемісі ұшқырлы жаңғақша. Ұзындығы 7–10 см, қоңыр-қызыл түсті, кең қанатты жаңғақша. Кейде жемістері ірі (13x15 мм), тұқымы — үлкен қызыл қанаттармен көмкерілген, қоңыр, ұсақ торлы [8].

Таралуы. Орталық және Шығыс Тянь-Шаньда, Жоңғар Алатауында, Памир-Алтайында (Алтай жотасы) кездеседі. Орта Азия мен Қазақстанда мәдени түрде өсіріледі.

Кетпен жотасы Іле Алатауынан шығысқа қарай орналасқан және ендік бағытта дерлік қазақ-қытай шекарасынан Темірліктің бастауына дейін созылып жатыр. Таудың шығыс бөлігі Қытайда орналасқан. Қазақстан аумағында Кетпен тауларының ұзындығы шамамен 300 км, ені 40–50 км, шығыс бөлігіндегі максималды биіктігі 3638 м (Небесная тауы), батысында Күнгей Алатауымен іргелес. Шығыс бөлігінде тауларды тау бөктерінен тік биіктік бөліп тұрады, олардың биіктігі жотаның солтүстік беткейінің эрозия қарқындылығын анықтайды. Кетпен және тау алқаптарындағы таулар мен кеңейіп жатқан өзен аңғарларының, тарылған және терең құрылымындағы айырмашылық. Жотаның солтүстік етектері солтүстікке қарай ақырын көтеріліп жатқан аңғарлар мен сайлармен қатты тілімделген. Жотаның оңтүстік беткейі Кетпен жотасымен Теріскей Алатауының шығыс шетінен бөліп жатқан ұлан-ғайыр тау аралық Кеген-Текес ойпатына ұласады.

Климаты шұғыл континенталды. Маусымдағы орташа айлық температура +21,1 + 22,4°C; қаңтар -6,6–12,7°C [10]. Жауын-шашынның жылдық мөлшері жотаның көп бөлігінде 330–430 мм аралығында. Жауын-шашынның максималды мөлшері мамыр-маусым айларына сәйкес келеді (жылдық норма 30–50 % жоғары). Қар жамылғысының ең ұзақ ұзақтығы шығысқа қарай ашық аңғарларда байқалады. Қар жамылғысы наурыз айының соңында, ал кейбір жылдары сәуірдің бірінші онкүндігінің аяғында ериді. Қардың құрамындағы су қоры жыл сайын жотаның тау бөктеріндегі аймақтарда өзгеріп отырады. Кетпен жотасында 19–90 мм-ге дейін, ал тауаралық аңғарларда 38–48 мм-ден 108–165 мм-ге дейін [10].

Аймақта қара каштан топырағы кең таралған. Кеген және Текес өзендерінің аңғарларында аллювиалды-пролювиалды орта мен ауыр саздақтардағы ылғалдың жоғарылауы шалғынды

өсімдіктері бар шалғынды-каштан топырақтардың дамуына әсер етеді. Текес өзені бойында және Тұзкөл көлінің бассейнінде саз және тұзды батпақтар кең таралған [11].

Кетпен жотасы мен оған іргелес аумақтардың флорасы мен өсімдік жамылғысының ерекшеліктерін Н.И. Рубцов [12], В.П. Голоскоков [13], Б.А. Быков [14], М.С. Байтенов [15] және т.б. ғалымдар зерттеген.

Медицинада қолданылуы. Виттрок рауғашы (*Rheum wittrockii*) — ресми және халықтық медицинада кеңінен қолданылатын дәрілік өсімдік. Жапырақ сағағы — тағам ретінде пайдаланылады. Тағамдық мақсатта сағағы, тамыры мен тамыршалары қолданылады. Тамаққа, кейде тамырларының қайнатпасын емдік мақсатта пайдаланылады. Медицинада *Rh. wittrockii* тамырынан алынған препараттар созылмалы асқазан-ішек аурулары кезінде қолданылады, әсіресе кәдімгі іш қату, ішек атониясы, метеоризм және т.б. *Rh. wittrockii*-тың терапиялық әсері ондағы танногликозидтер мен антрагликозидтердің құрамына байланысты. Аздаған дозаларды қабылдаған кезде тұтқыр әсер ететін тангликозидтердің басым әсері анықталады, сондықтан ішекке күшейтетін әсер етеді. Сонымен қатар, танногликозидтердің антисептикалық әсері бар. Үлкен дозаларды қабылдаған кезде антрагликозидтердің әсері тез байқалады, ішектің, әсіресе тоқ ішектің перистальтикасын күшейтеді және іш жүргізетін әсерін тудырады. Сәндік өсімдік ретінде де өсіріледі.

Rh. wittrockii-дың тамырлары мен тамыр сабақтарында екі түрлі топтағы гликозидтер бар: танногликозидтер (6,7–10,6 %) және антрагликозидтер (антрахинондардың туындылары) — 3,4–6 %. Танногликозидтердің құрамында глюкогаллин бар (галл қышқылы мен глюкозаға дейін ыдырайды), тетрарин (глюкоза, галл қышқылы, және альдегид реосмині). Сонымен қатар тамырлар мен тамыршалар құрамында таннагликозидтердің ыдырау өнімдері бар. Антрагликозидтерден хризофан қышқылы мен глюкозаға бөлінетін хризофан бөлініп алынады; реохризин, ол фисцион (реохризидин) және глюкозаға дейін ыдырайды. Антрагликозидтерден басқа олардың агликондары таза күйінде оқшауланған: реумэмодин (франгула-эмодин), реин, диреин, рабарберон (изоэмодин), хризофан қышқылы, фисцио және т.б. Тамырлардағы тотыққан антрацен туындыларының (антрахинондар) тотықсыздандырылған туындыларға (антранолдар) қатынасы жыл бойына бірдей болып қалады. Ең жас жапырақтарда антрацен туындылары болмайды, жапырақтары дамыған сайын олардың мөлшері көбейеді. Рутин мен органикалық қышқылдар жапырақтар мен гүлдерде кездеседі. Тамырдың құрамына төмендегідей элементтер кіреді: макроэлементтер (мг / г): К (19,0), Са (10,6), Mg (3,3), Fe (0,5); микроэлементтер (мкг / г): Mn (0,08), Cu (0,58), Zn (0,43), Co (0,16), Al (0,45), V (0,23), Se (3,0), Ni (0,28), Sr (0,39), Pb (0,07) [16].

Виттрок рауғашы (*Rh. wittrockii*) — бір каудексті кіндік тамырлы моноподиалды поликарпты өсімдік [8]. Генеративті өркендерінің биіктігі 60–150 см. Өсімдіктің 1000 тұқымының салмағы — 22,07 г.

Биологиялық ерекшеліктері. Өскін кезеңі. Өскіндердің өсуі жерасты. Өскін — екі нағыз жапырақтан тұрады. Алғашқы жапырағының пішіні — сопақша, бірқырлы, өскін жапырақшасының негізі — сына тәрізді. Тұқым жарнағының жапырақшалары түтік тәрізді болып, бүршіктің төменгі бөлігінде шоғырланып орналасқан. Өскіндердің гипокотилі ұлғайып өсіп, тамыры өсе келе жуандап, кіндік тамырға айналады. Тұқымы — үшбұрышты жаңғақша (кесте 1, сурет 1).

К е с т е 1

***Rh. wittrockii*-дің тұқымының морфологиялық ерекшеліктері**

Тұқымның ұзындығы, мм		Тұқымның ені, мм		1000 дана тұқымның массасы, г
M±m	Cv%	M±m	Cv%	
10,06±0,51	12,38	9,41±0,22	6,47	22,07

Біржылдық өсімдік. Біржылдық өркендерінде екі түрлі біржылдық өркендер дамиды: жержатаған өркендері мен мамандандырылған өркендер. Жержатаған өркендері вегетативті, полициклді, моноподиалды бұтақтану типті, өсімдікте екі түрлі жапырақтары дамиды: қабыршақты және ассимиляциялық. Мамандандырылған өркендер — жанама өркендер, монокарпты, моноподиалды бұтақтану типті, жапырақсыз. Мамандандырылған өркендердің жоғарғы бөлігінде ол пирамидалық масақ гүлшоғырын түзіп, тармақталады. Ұсақ гүлдері — ұзын масақ гүл шоғырында ұзын топ-топ болып орналасқан. *Rh. wittrockii* — өркендерінің жыл сайынғы қайтадан өсуі екі типтегі өркендер арқылы жүреді: вегетативті және аралас. Біріншісі конус тәрізді, екіншісі күмбез тәрізді.

Күзге қарай өркендері қақпақ тәрізді өркен қабыршықтарымен, сарғайған жапырақтардың қоңырау тәрізді шеттерімен көмкеріліп жабылады. Бүршіктердің жаңарып толық қалыптасуы бір жылға созылады. *Rh. wittrockii*-дің терминальды бүршіктерінен басқа қолтық асты бүршіктері дамиды. Әдетте, олар тыныштық күйде болады және терминальды бүршік зақымданған жағдайда ғана өсе бастайды. Бұл кезде тек вегетативті өркендері дами алатын — 2-ден 14-ке дейін қолтық асты бүршіктері оянады.



Сурет 1. *Rh. wittrockii* өскіндері

Rh. wittrockii-дің өсуінің 2-ші жылы. Бұл кезеңде екі қабыршақты жапырақпен бір нағыз жапырақтың пайда болуымен ерекшеленеді (кесте 2). Өсімдіктің жерасты бөлігі — түйнек тамыр секілді жуандап, кіндік тамырларында екінші қатарлы жанама тамырлар пайда болады. Бұл кезеңді имматурлы кезеңде жыл сайын 2–3 қабыршақты жапырақтар мен 1–2 ассимиляциялық жапырақтар жетілген вегетативті өркендер дамиды. Имматурлы кезеңнен бастап өсімдікте каудексті тамырлар пайда болып, терминальды бүршіктер және қолтық асты бүршіктер пайда болады. Түтікшелі тамырлар жуандап, өсіп, теріс конус тәрізді формаға ауысады. Негізгі тамырда екінші қатарлы тамырлармен қатар, үшінші қатарлы жанама тамырлар пайда болады.

Кесте 2

2 жылдық *Rh. wittrockii*-дің жапырағының морфологиялық ерекшеліктері

Имматурлы кезең	Жапырақ тақтасының ұзындығы, мм		Жапырақ тақтасының ені, мм		Сағағының ұзындығы, мм	
	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%
Im 1	29,39±33,09	29,76	30,57±3,83	30,69	31,34±4,74	37,03
Im 2	31,89±3,19	29,18	32,20±3,77	30,97	39,15±4,75	32,11

Өсімдіктің дамуының 3-ші жылында *Rh. wittrockii*-дің біржылдық өсімдігінде екі типті өркендер дамиды: вегетативті (жержатаған өркендері) және генеративті (репродуктивті). Бүршіктердің ашылуы және өскіндердің қарқынды өсуі қар жамылғысы ерігеннен кейін басталады. Алғашқы болып

өсетіндер — өсімдіктің жержатаған өркендері. Гүлдері — сопақша пішінді, гүлсеріктері — тостағанша тәрізді, қарапайым. Жемісі — үшбұрышты жаңғақша.

Өсімдіктің дамуының 4–5-ші жылында, вегетативті өркендермен қатар, генеративті өркендер қалыптасып, жеміс береді. Бұл кезеңде жыл сайын 3–4 қабыршақты жапырақтар мен 2–3 ассимиляциялық жапырақтар жетілген вегетативті өркендер дамиды. Негізгі тамырдың жуандауы байқалады, тамыр ұзарып, тереңге еніп және одан жанама тамырлар пайда болады. Генеративті өркендердің өсуі терминальді бүршіктерде жүреді. Және де олар өсе келе вегетативті-генеративті өркендерге айналады. Одан кейінгі жылдарда осы өркендерден жылда моноподиальды вегетативті өркендер өсіп отырады. Сонымен қатар, өсімдікте бір салалы тамыр каудексі қалыптасады.

Генеративті кезең үш жас кезеңін қамтиды: жас кезең, орта және қартайған кезең.

Жас кезең. Өсімдік өсуінің 7–16 жылдар аралығын қамтиды. Бұл кезеңде өсімдіктің гүлдеуі 7–8 жыл бойы байқалады. Табиғи жағдайда субальпілік шалғындарда және биік шөпті белдеулерде (1900–3200) және *Rheum wittrockii* кездесетін ең жоғарғы шекарасында 15–16-шы жылдары байқалады. Ерте көктемде 3 қабыршақты жапырақты, 2–3 ассимиляциялық жапырақтары бар вегетативті өркендері және бір-бірінен ерекшеленетін гүлшоғыры бар генеративті өркендері дамиды (сурет 2). Негізгі тамырда 2-ші реттік және 2–3 жуандап өсіп, жанама тамырлардан бірнеше түйнектік тәріздес қосалқы тамырлар қалыптасады.



Сурет 2. *Rh. wittrockii*-дің генеративті өркендері, гүлдеу фазасы

Орта кезең. Өсімдікте орта генеративті кезеңнің ұзақтығы 10 жыл және одан да көп уақытты қамтиды. Негізгі вегетативті өркендері бұрынғыша моноподиальды бұтақтанған. Өркендері 5 қабыршақты, 4–5 бүйрек тәрізді, ұзын сағақты ассимиляциялық жапырақтардан тұрады. Жапырақ тақтасының көлемі өте үлкен. Бұл кезеңде бір дарақта 2-ден 4-ке дейін қатты тармақталған гүлшоғыры бар генеративті өркендер өседі. Өсімдіктердің орта генеративті кезеңінде жерасты бөлігі мықты, біртұтас, бір каудексті болуымен сипатталады. Бұл кезеңде негізгі тамырда 5-тен 12-ге дейін жақсы дамыған жанама тамырлар қалыптасып, жуандаған II ретті қосалқы тамырлар дамып жетіледі. Гүлдейтін генеративті өркендері — ұзын, мықты. Репродуктивті генеративті өркендердің қарқынды өсуі — вегетативті өркендерінің өсуімен қатар бір мезгілде дерлік жүреді. Генеративті өркендердің қарқынды өсуі — яғни, тәулігіне 0,5–6,0 см-ге дейін өсуі сәуір айының аяғында басталады (сурет 2,

кесте 3). Өсімдіктің репродуктивті өркендері өсуінің максималды деңгейі — өсу басталғаннан бастап гүлдену кезеңінің 20–25-ші күні байқалады. Генеративті репродуктивті өркендердің өсуі және гүлшанақтану фазасы қатар жүреді. *Rh. wittrockii*-дің гүлдеуі 7–10 күнге созылады. Бір дарактың гүлдеуі 3–5 күнге созылады. Жеміс беру кезеңі гүлдеу фазасымен қатар жүріп, 25–35 күнге созылады. Сонымен қатар, оның жемісінің пісіп-жетілуі, сарғайған жапырақтары мен генеративті өркендерінің кеуіп кетуімен сәйкес келеді. Жемістердің толық пісіп-жетілуі және төгілуі маусым айының соңынан бастап байқалады, ол 12–14 күнге созылады. Өсімдіктің вегетациялық ұзақтығы 60–75 күнді құрайды.

К е с т е 3

Виттрок рауғашының (*Rh. wittrockii*) морфологиялық ерекшеліктері (1 дана өсімдік)

№ / рс	Өсімдіктер биіктігі	Өсімдіктің биіктігі, см	Өсімдік сағағының ұзындығы, см	1 өсімдіктегі генеративті өркендер саны	Өсімдік тамырының ұзындығы, см
1	2	3	4	5	6
1	Биік өсімдік	180	12	2	75
2	Орташа өсімдік	160	9	2	50
3	Қысқа өсімдік	74	8	1	25

Қартайған кезең. Өсімдіктің өсуінің 16–17 жылын қамтиды. Ұзақтығы 8–9 жылға созылады. Бұл кезеңде — өскінінің жыл сайынғы дамуы жалғасады. Өсімдіктің өсуі бұрынғыға қарағанда әлдеқайда баяу жүреді. Жапырақ тақтасының көлемі кіші. Бұл кезеңде бір даракта — жапырақ көлемі кіші 3 жүрек тәрізді және 2 (3) сопақша формалы жапырақтар қалыптасады. Олардың түсі қою жасыл, тығыз, 1–2 генеративті өркендер дамиды. Олар жас өсімдіктердің генеративті өсінділерінен бос гүлшоғырымен ерекшеленеді. Бұл кезеңде жас генеративті өсімдіктерге қарағанда айтарлықтай ерекшеліктер байқалады, қартайған өсімдіктің генеративті өркендері масақ гүлшоғырлары бос болады. Өсімдіктің жерасты тамыр жүйесінде каудекс көлемі ұлғайғанымен, тығыз емес, бұзылу процесі жылдан-жылға күшейіп, қуыс болып келеді. Өсімдіктің ескі тамыр жүйесі жуандап өскенімен, олардың ұштары айтарлықтай қурап қалған.

Тамыр жүйесі. Виттрок рауғашының — тамыры суккулентті, тармақталған тамырдан тұрады. Жерасты бөлігінде нәзік жас тамырлары топырақтың беткі горизонтында дамиды. Жерасты өркендер жүйесі — көпжылдық өркендердің жерасты жүйесі негізгі жержатаған өркендердің апикальды бүршігі меристемасының белсенділігі есебінен шексіз ұзақ моноподиальды өсудің нәтижесінде пайда болған көпсалалы каудекстен тұрады және негізгі өркеннің апикальды бүршігі өсуін тоқтатқан жағдайда бұйыққан бүршіктерден пайда болған бүйірлік өркендерінің апикальды бүршіктерінің сабақтастығы нәтижесінде қалыптасып, өсіп отырады.

Қорытынды

Кетпен тауында Виттрок рауғашы (*Rheum wittrockii* Lundstr.) табиғи жағдайда субальпілік шалғындар мен биікшөпті белдеулерде, яғни теңіз деңгейінен (1900–3200 м) биіктіктерде кездеседі.

Табиғи жағдайда рауғаштың гүлдеу фазасы — маусым айының 13-нен бастап гүлдеп, шілде айының 15-не дейін жалғасады.

Өсуінің 1-ші жылында тек вегетативті органдары дамиды. Біржылдық өсімдікте екі типті өркендер дамиды: вегетативті және жержатаған жапырағы.

Генеративті (репродуктивті) өркендердің дамуы өсімдіктің өсуінің 2–3-ші жылында басталады. Өркендерінің жыл сайынғы қайтадан өсуі екі типті: вегетативті және аралас.

Репродуктивті генеративті өркендердің қарқынды өсуі — вегетативті өркендерінің өсуімен қатар бір мезгілде жүреді. Өсімдіктің репродуктивті өркендері өсуінің максималды деңгейі — өсу басталғаннан бастап гүлдену кезеңінің 20–25-ші күні байқалады. Генеративті репродуктивті өркендердің өсуі және гүлшанақтану фазасы қатар жүреді. Гүлдеу фазасы 7–10 күнге созылады. Бір дарактың гүлдеуі 3–5 күнді құрайды. Жеміс беру кезеңі гүлдеу фазасымен қатар жүріп, 25–35 күнге созылады.

Генеративті фаза 7–8 (10) жылға дейін созылады. Бұл кезеңде жыл сайын 3–4 қабыршақты жапырақтар мен 2–3 ассимиляциялық жапырақтар жетілген вегетативті және генеративті өркендер дамиды. Негізгі тамырдың жуандауы байқалады.

Жемістену процесі шілде айының ортасынан бастап, тамыздың соңғы онкүндігіне дейін жалғасады. Жемістердің толық пісіп-жетілуі және төгілуі маусым айының соңынан бастап байқалады, ол 12–14 күнге созылады. Вегетациялық кезеңнің ұзақтығы 60–75 күнді құрайды.

Тұқымы — үшбұрышты жаңғақша. Өскіндердің өсуі жерасты. Өскін — екі нағыз жапырақтан тұрады. Алғашқы жапырағының пішіні — сопақша.

Жерасты өркендер жүйесі — көпжылдық өркендердің жерасты жүйесі негізгі жержатаған өркендердің апикальды бүршігі меристемасының белсенділігі есебінен шексіз ұзақ моноподиальды өсудің нәтижесінде пайда болған көпсалалы каудекстен тұрады.

Виттрок рауғашының тамыры негізгі, жанама тамырлардан тұрады. Жер асты бөлігінде нәзік жас тамырлары топырақтың беткі горизонтында дамиды. Өскіннен бастап қартайған генеративті кезеңнің ұзақтығы 15–16 жылды құрайды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Кукунов М.К. Рациональное использование лекарственных растений Казахстана / М.К. Кукунов // Изучение лекарственных растений Казахстана. — Алма-Ата, 1988. — С. 5–14.
- 2 Кукунов М.К. Ресурсы лекарственных растений гор юго-востока Казахстана / М.К. Кукунов // Лекарственные растения Казахстана. — Алматы, 1992. — С. 103–105.
- 3 Удольская Н.Л. Введение в биометрию / Н.Л. Удольская. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 72 с.
- 4 Жукова Л.А. Проблема сохранения биоразнообразия и роль популяционно-онтогенетического направления / Л.А. Жукова // Биоразнообразии: проблемы изучения и сохранения: материалы Междунар. науч. конф. — Тверь, 2012. — С. 31–35.
- 5 Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов Красной книги СССР. — М.: Наука, 1986. — 33 с.
- 6 Юрцев Б.А. Популяции растений как объект геоботаники, флористики, ботанической географии / Б.А. Юрцев // Ботан. журн. — 1987. — Т. 72, № 5. — С. 581–588.
- 7 Юрцев Б.А. Основные направления современной науки о растительном покрове / Б.А. Юрцев // Ботан. журн. — 1988. — Т. 73, № 10. — С. 1380–1395.
- 8 Флора Казахстана. — Алма-Ата: АН КазССР, 1960. — Т. 3. — С. 92–102.
- 9 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. — Т. 1–2. — Алма-Ата, 1969–1972.
- 10 Джумашева А.П. Опыт составления карты ландшафтно-генетических типов пустынь Средней Азии и Южного Казахстана / А.П. Джумашева // Проблемы освоения пустынь. — 1998. — № 6. — С. 24–30.
- 11 Джаналиева К.М. Физическая география Республики Казахстан / К.М. Джаналиева, Т.И. Будникова, И.Н. Виселов, К.К. Давлеткалиева, И.И. Давлятшин, М.Ж. Жапбасбаев, А.А. Науменко, В.Н. Уваров. — Алматы, 1998. — 266 с.
- 12 Рубцов Н.И. Северо-Тянь-Шанская геоботаническая провинция и ее растительные ресурсы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.И. Рубцов. — Л., 1953. — 38 с.
- 13 Голоскоков В.П. Флора Джунгарского Алатау / В.П. Голоскоков. — Алма-Ата, 1984. — 220 с.
- 14 Быков Б.А. Вводный очерк флоры и растительности Казахстана / Б.А. Быков // Растительный покров Казахстана. — 1966. — Т. 1. — С. 3–36.
- 15 Байтенов М.С. Высокогорная флора Северного Тянь-Шаня / М.С. Байтенов. — Алма-Ата: Наука, 1985. — 232 с.
- 16 Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. — Л.: Наука, 1990. — 328 с.

Н.А. Сапарбаева

Биологические особенности ревеня Виттрока (*Rheum wittrockii* Lundstr.) в природных популяциях хребта Кетпен

В статье представлены данные о биологических особенностях ревеня Виттрока (*Rheum wittrockii* Lundstr.) на хр. Кетпен. Цель исследования — изучение биологических особенностей естественного произрастания ревеня Виттрока (*Rheum wittrockii* Lundstr.). Объектами изучения выступили *Rh. wittrockii* в природных популяциях хр. Кетпен. В июне–июле 2015–2017 гг. маршрутно-рекогносцировочным методом исследования проводились в северных ущельях хр. Кетпен Уйгурского района Алматинской области. Определение морфологических признаков семян растений осуществлялось по методическим указаниям Н.Л. Удольской (1976). Систематический мониторинг структурных изменений органов растений в большом цикле развития, определение биологических особенностей и строения проводились в соответствии с инструкциями А. Жукова (2012b), Программой и методологией... (1986). В результате исследования выявлено, что в ущельях хр. Кетпен *Rh. wittrockii* встречается на высотах 1900–3200 м над уровнем моря. В первый год роста развиваются только

вегетативные органы. Развитие генеративных побегов начинается на 2–3-м году роста растения. Быстрый рост репродуктивных генеративных побегов сопровождается ростом вегетативных побегов. Фаза цветения продолжается 7–10 дней. Цветение одной особи длится 3–5 дней. Генеративная фаза равняется 7–8 (10) годам. Процесс плодоношения длится с середины июля до третьей декады августа. Фаза плодоношения — 12–14 дней. Вегетационный период растения — 60–75 дней. Семя представляет собой треугольной формы орешек. Прорастание подземное. Проростки имеют два настоящих листочка. Подземная система многолетних побегов состоит из мультидисциплинарного каудекса, образовавшегося в результате бесконечно длительного моноподиального роста за счет активности верхушечной почки основных подземных побегов. Корни *Rh. wittrockii* состоят из основных стержневых корней. В подземной части в поверхностном горизонте почвы развиваются нежные молодые корни. Продолжительность генеративного периода от всходов до старения составляет 15–16 лет.

Ключевые слова: ремень Виттрока, каудекс, вегетационный период, биологические особенности, семена, подземные побеги.

N.A. Saparbayeva

Biological features of *Rheum wittrockii* Lundstr. in the natural population of the Ketpen ridge

The article presents data on the biological characteristics of *Rheum wittrockii* Lundstr. on the Ketpen ridge. The aim of the study is to research the biological characteristics of the natural growth of *Rh. wittrockii*. *Rheum wittrockii*, in natural populations of the Ketpen Ridge, is the object of the study. In June–July 2015–2017 the route-reconnaissance method of research was carried out in the northern gorges of the Ketpen ridge of the Uygur district of the Almaty region. Determination of the morphological characteristics of plant seeds was carried out according to the methodological instructions of N.L. Udolskaya (1976). Systematic monitoring of structural changes in plant organs in a large development cycle, determination of biological characteristics and structure was carried out in accordance with the instructions of A. Zhukov (2012b), Program and methodology..., (1986). During the study, in the gorges Ketpen, *Rh. wittrockii* is found at altitudes above sea level (1900–3200 m). In the first year of growth, only vegetative organs develop. The development of generative shoots begins in the 2–3rd year of plant growth. The rapid growth of reproductive generative shoots is accompanied by the growth of vegetative shoots. The flowering phase lasts 7–10 days. Flowering of one individual lasts 3–5 days. The generative phase lasts 7–8 (10) years. The fruiting process lasts from mid-July to the third decade of August. The fruiting phase is 12–14 days. The growing season of the plant is 60–75 days. The seed is a triangular nutlet. Germination is underground. Sprouts have two true leaves. The underground perennial shoot system consists of a multidisciplinary caudex formed as a result of infinitely long monopodial growth due to the activity of the apical bud of the main underground shoots. Roots *Rh. wittrockii* are composed of basic taproots. In the underground part, tender young roots develop in the surface layer of the soil. The duration of the generative period from germination to aging is 15–16 years.

Keywords: *Rh. wittrockii*, caudex, vegetation period, biological characteristics, seeds, underground shoots.

References

- 1 Kukenov, M.K. (1988). Ratsionalnoe ispolzovanie lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [The rational use of medicinal plants of Kazakhstan]. *Izuchenie lekarstvennykh rastenii Kazakhstana — Study of the medicinal plants of Kazakhstan*. Alma-Ata [in Russian].
- 2 Kukenov, M.K. (1992). Resursy lekarstvennykh rastenii gor yugo-vostoka Kazakhstana [Resources of medicinal plants of mountains of the South-East of Kazakhstan]. *Lekarstvennye rasteniia Kazakhstana — Medicinal plants of Kazakhstan*. Almaty [in Russian].
- 3 Udolskaja, N.L. (1976). *Vvedenie v biometriu [Introduction into biometry]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 4 Zhukova, L. A. (2012). Problema sokhraneniia bioraznoobrazii i rol populiatsionno-ontogeneticheskogo napravleniia [Problems of storage of biodiversity and role of population and ontogenetic direction]. *Biodiversity: problems of study and storage: materialy Mezhdunarodnoi nauchoi konferentsii — Materials of Inter Conf.* Tver [in Russian].
- 5 (1986). *Programma i metodika nabludenii za tsenopopuliatitsiami vidov Krasnoi knigi SSSR [Program and methodology of observing for coevolution of species of Red Book of USSR]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 6 Jurcev, B.A. (1987). Populiatsii rastenii kak obekt geobotaniki, floristiki, botanicheskoi geografii [Plant populations as the object of geobotany, floristics, botanical geography]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 72; 5 [in Russian].
- 7 Jurcev, B.A. (1988). Osnovnye napravleniia sovremennoi nauki o rastitelnom pokrove [The basic directions of modern science about vegetation]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 73; 10 [in Russian].
- 8 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]* (1960). Alma-Ata: AN KazSSR, 3 [in Russian].

- 9 *Illustrirovannyi opreditel rastenii Kazakhstana [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan]*. Alma-Ata, 1, 2 [in Russian].
- 10 Dzhumasheva, A.P. (1998). Opyt sostavleniia karty landshaftno-geneticheskikh tipov pustyn Srednei Azii i Juzhnogo Kazakhstana [Experience of development of maps of landscape-genetic types of deserts of Middle Asia and Southern Kazakhstan]. *Problemy osvoeniia pustyn — Problems of using of deserts*, 6 [in Russian].
- 11 Dzhanalieva, K.M., Budnikova, T.I., Viselov, I.N., Davletkalieva, K.K., Davljatshin, I.I., Zhapbasbaev, M.Zh., Naumenko, A.A. & Uvarov, V.N. (1988). *Fizicheskaia geografiia Respubliki Kazakhstan [The physical geography of the Republic of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 12 Rubcov, N. I. (1953). *Severo-Tian-Shanskaia geobotanicheskaia provintsia i ee rastitelnye resursy [Northern-Tjan-Shan geobotanical province and its plant resources]*. Hesis of doctor of boil sci. Leningrad [in Russian].
- 13 Goloskokov, V.P. (1984). *Flora Dzhungarskogo Alatau [Flora of Dzhungarian Alatau]*. Alma-Ata [in Russian].
- 14 Bykov, B.A. (1966). Vvodnyi ocherk flory i rastitelnosti Kazakhstana [Introduction review of flora and vegetation of Kazakhstan]. *Rastitelnyi pokrov Kazakhstana — Vegetation cover of Kazakhstan*. Alma-Ata, 1, 3–36 [in Russian].
- 15 Bajtenov, M.S. (1985). *Vysokogornaia flora Severnogo Tian-Shania [High-mountain floras of Northern Tjan-Shan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 16 (1990). *Rastitelnye resursy SSSR: tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispolzovanie [Plant resources of USSR: Flower plants, their chemical composition, using]*. Leningrad: Nauka [in Russian].

A.A. Sumbembayev^{1,2} *, A.N. Danilova²¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;*²*Natural flora Laboratory, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan***Corresponding author: aydars@list.ru*

State of the relict species *Abies sibirica* Ledeb. in the natural monument «Sinegorskaya fir grove» (Koktau mountains)

The article presents the results of studies of Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) in the natural monument «Sinegorskaya fir grove». In order to study the current state and development of the relict population field expeditions were conducted. By route-reconnaissance method the main occupied areas of the population on Mountain Medvedka were observed: the eastern, northern and western slopes, as well as two peaks. The studied population is represented by all age groups. There are 3 main types of *A. sibirica* Ledeb. phytocenoses: birch-fir (*Betula pendula* Roth, *A. sibirica* Ledeb.), fir (*A. sibirica* Ledeb.) and fir-aspen (*Populus tremula* L., *A. sibirica* Ledeb.). Parameters such as the height of mature trees, annual growth, length of young needles and the amount of young undergrowth have been determined. It has been established that the regeneration of the species directly depends on the type of phytocenosis. Based on the results of observations of the state, renewal and dispersal of Siberian fir only birch-fir communities are characterized by optimal conditions. In communities with aspen the species is severely oppressed. Diseases and pests were found in clean plantations. The limiting factors for the species are xerophytization of the habitat and the lack of sufficient soil layer. As additional protection measures to increase regeneration artificial re-sowing of seeds and planting of fir seedlings were suggested. Constant monitoring of the state of the population was proposed.

Keywords: *Abies sibirica* Ledeb., Kalba ridge, Sinegorskaya fir grove, relict species, cenopopulation.

Introduction

Among the most widespread conifers in the Republic of Kazakhstan, the most interesting is the vulnerable relict species *Abies sibirica* Ledeb. Growing area is the East Kazakhstan region, in the mountain forests of Altai, Tarbagatai and Dzhungarskiy Alatau [1–2]. *A. sibirica* is one of the main forest-forming species of the dark coniferous taiga, but it is rarely able to form pure stands [3]. Individuals of Siberian fir should go through latent, virginal and reproductive periods in their ontogeny [4]. However, the stages of development change significantly due to anthropogenic load and climate change.

There is unique natural monument, the Sinegorskaya fir grove (Koktau mountains) on the Kalba highlands. The area of about 50 hectares on Mountain Medvedka is occupied only by fir population [5] (Fig. 1).

The relief of the Kalba ridge is distinguished by its complexity and diversity. The large geomorphological units determine the features of the relief. They differ both in orographic appearance and in the history of origin, development and geological structure [6–8]. There is a mixture of the flora of the steppe and mountain zones due to the intermediate location of the Kalba ridge at the junction of the Altai mountain system and the Kazakh hillock. Geographical location of the ridge determines the richness of its territory with unique natural objects [5]. There is nemoral relict complex on the slopes of Mountain Medvedka. It consists from the species *Polystichum braunii* (Spenn.) Fée, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Festuca altissima* All., *F. gigantea* (L.) Vill., *Daphne altaica* Pall., *Iris ludwigii* Maxim., *I. glaucescens* Bunge, *Spiraea trilobata* L., *Thalictrum foetidum* L., *T. isopyroides* C.A. Mey., *Agropyron tarbagataicum* N. Plotn., *Allium nutans* L., *Tulipa heteropetala* Ledeb., *Hedysarum songoricum* Bong., *Melica transsilvanica* Schur, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Betula reznitzenkoana* (Litv.) Schischk., *Allium hymenorhizum* Ledeb., *A. altaicum* Pall.

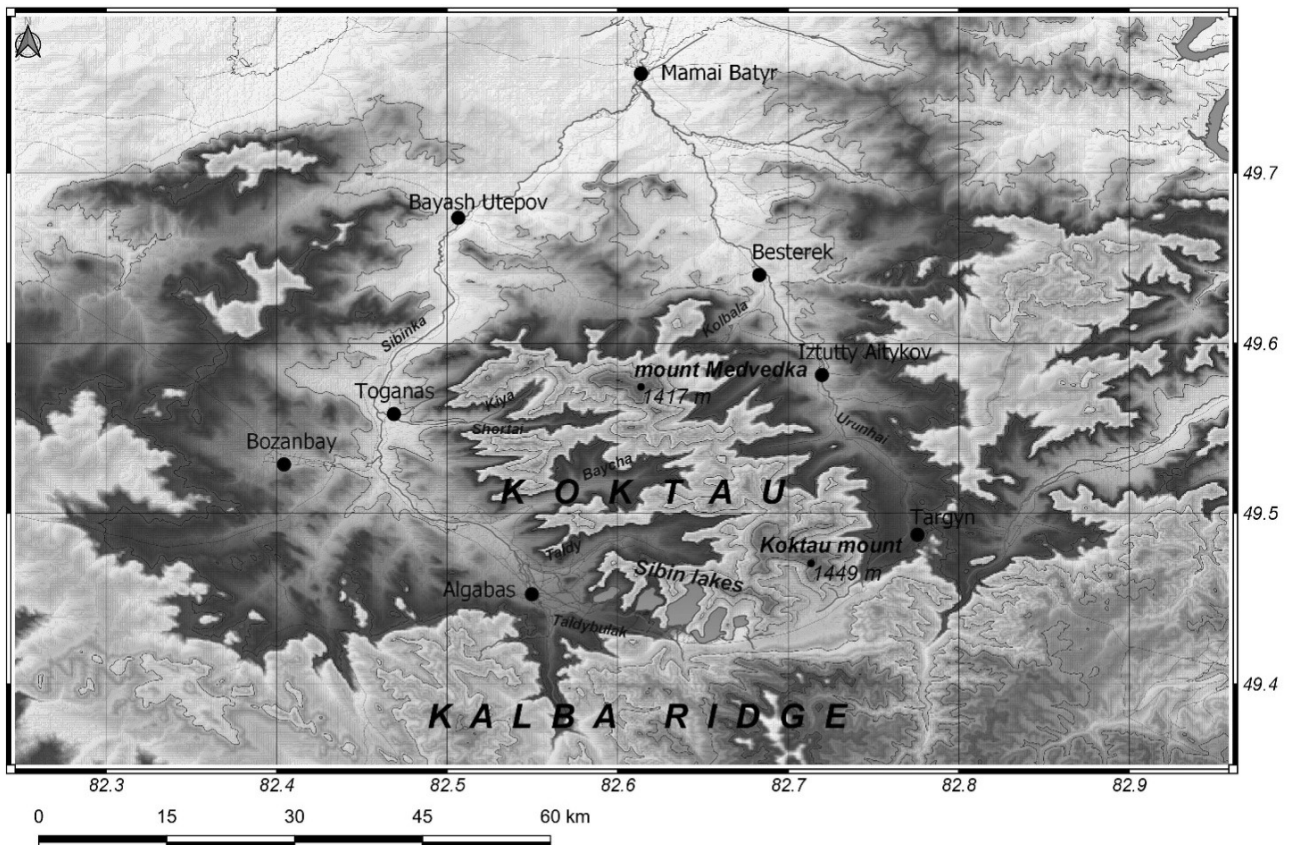


Figure 1. Location of the studied population on the Kalba ridge

There are few data on the biological characteristics of fir [9–12], especially regarding the state and development of Kazakhstan ecocentypes, it requires additional research.

The purpose of this study is defining the state of vitality and development of the Siberian fir population in the Sinegorskaya fir grove.

Materials and methods

Field expeditions were carried out in 2018–2019 years. The study of the state of *A. sibirica* cenopopulations was carried out on the territory of the Sinegorskaya fir grove on Mountain Medvedka, in the Koktau mountains.

The study of the current state of *A. sibirica* cenopopulations in natural habitats was carried out by the route-reconnaissance method [13] using the classical methods of V.N. Golubev, E.F. Molchanov [14], L.V. Denisova, S.V. Nikitina, L.B. Zaugolnova [15]. To compile the ecological and phytocenotic characteristics of cenopopulations and to study the morphology of plants the generally accepted geobotanical methods were used [16, 17]. The abundance of species is given according to G. Drude's scale. Latin names are verified according to the Plant List [18].

Results and its discussion

As a result of field research, it was established that Siberian fir occupies most of the Mountain Medvedka: the eastern, northern and western slopes, as well as two peaks (Fig. 2).

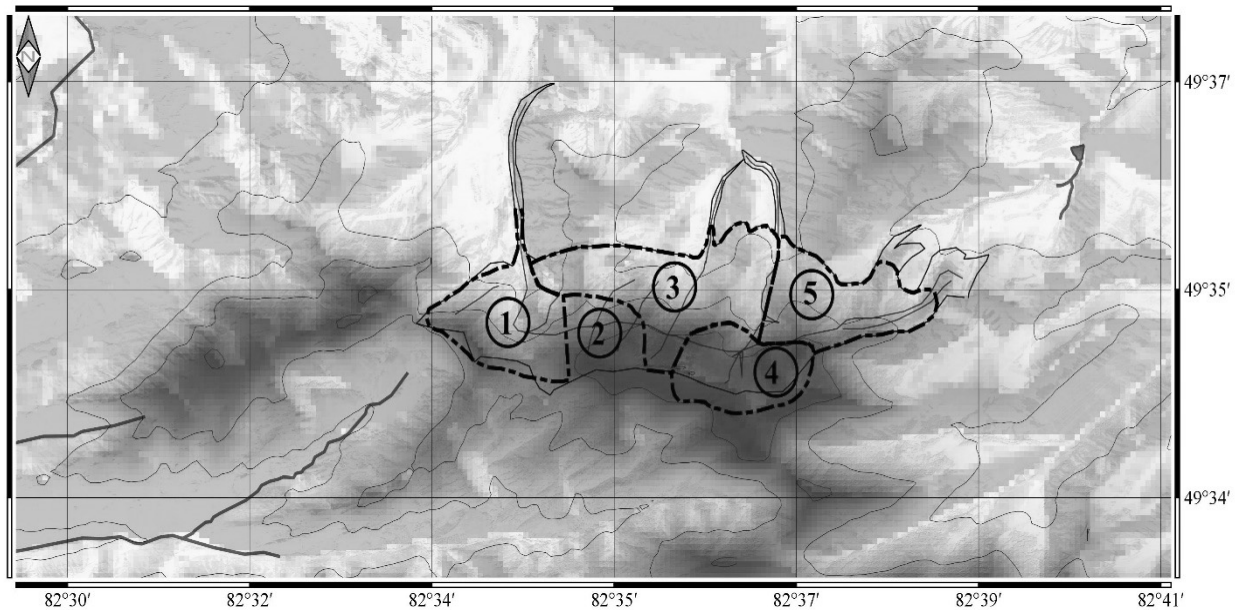


Figure 2. The slopes of Mountain Medvedka, occupied by fir:
1) western slope; 2) northwestern peak; 3) northern slopes; 4) southeastern peak; 5) eastern slope

The eastern slope is rather gentle, extensive, with large ledges and depressions. Location coordinates: 49° 34' 45" N, 82° 37' 15" E, 1314 m above sea level. The slope varies from 20 to 30–35°, in some places up to 40°. The relief is complex with numerous rock outcrops. It is composed of a large number of mattress granitoids of various sizes. The soil substrate is mountain chernozem (in places forest chernozem), abundantly humus. The soil horizon is impressive, reaching 60 cm in depressions. The soil accumulates only in crevices and depressions. Plant litter is 90–100 g/m². The plant litter is poorly expressed, in places it is completely absent. The water balance of the territory is limited, represented only by rare precipitation.

The main type of vegetation on the eastern slope is fir (*A. sibirica* Ledeb.) phytocenosis.

The dominants are *A. sibirica* — cop₃, *B. pendula* — sol. Under the canopy of the tree layer prevailing species are *Populus tremula* L. — sp, *Rosa pimpinellifolia* — sol, *Spirea media* Franz Schidt — sp, *Lonicera tatarica* L. — sp, *Sorbus sibirica* Hedl. — sol. Most shrubs are concentrated in depressions where humus and water accumulate. There are weakened shrubs with curved crowns, with unsatisfactory development.

The grass stand is sparse, almost not formed, represented by separate lawns from *Agrostis gigantea* Roth — cop₂, *Carex macroura* Meinsh. — cop₂ и *Galium boreale* L. — sol, less often with such species as: *Artemisia commutata* Bess., *Lupinaster pentaphyllus* Moench, *Galium verum* L., *Galatella punctata* (Waldst. & Kit.) Nees, *Sonchus arvensis* L., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Gypsophilla altissima* L., *Rubus idaeus* L., *Galium boreale* L., *Thalictrum flavum* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Woodsia ilvensis* (L.) R. Br., *Adenophora lilifolia* (L.) A. DC., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Woodsia alpina* (Bolt.) S.F. Gray, *Pleurospermum uralense* Hoffm., *Festuca altissima* All., *Veronica longifolia* L., *Rubus saxatilis* L., *Veronica pinnata* L., *Poa transbaicalica* Roshev., *Berberis sibirica* Pall., *Dianthus superbus* L., *Crepis sibirica* L.

Forb and forb-shrub communities (*Rosa pimpinellifolia* L., *Caragana arborescens* Lam., *Rosa acicularis* Lindl., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt) with rare single inclusions of Siberian fir prevail at the foot of the slope.

The ecological conditions for the growth of the species are extreme. There are lack of soil depth and the presence of rock outcrops. The state of *A. sibirica* is suppressed. A considerable absence of undergrowth is noticed. Mature forms are sick, weakened, affected by rust. The tops are dry, which is associated with pollution of the soil and air with toxic substances, primarily sulfur dioxide.

Windbreak and windfall trees are common. The crowns of mature trees are curved, asymmetrical, young individuals are one-sided. Skirt crowns are rare or not pronounced. The annual growth rate is 2–6 cm (3.55 ± 1, Cv = 37 %, Cv is hereinafter the coefficient of variation of the trait). The length of young needles varies within 1.2–1.5 cm (1.4 ± 0.27, Cv = 22 %). The height of mature trees ranges from 7 to 18 m (14.88 ± 4.01, Cv = 33 %).

Fir plants are located unevenly in small groups, sometimes in stripes.

The number of young undergrowth is up to 2–4 (1.4) self-sown plants per 100 m². Renewal is almost non-existent. There is a reaction to altitude change. The higher the place of growth on the slope, the more coniferous rust is presented. Frost cracks are quite rare and insignificant. The main limiting factors for the species are the ecological conditions of habitation and the lack of a sufficient soil layer. The relief is not suitable for the normal development of the species.

The southeastern peak of Mountain Medvedka is diverse in relief forms. In some places, there is an abundant outcrop of rocks. The soil layer is poorly formed, concentrated between rock crevices and in depressions. In some areas, the soil horizon is quite well developed, up to 50–60 cm deep. The litter is abundant, well overheated, up to 120–140 g/m². The water balance is at the optimal level due to good spring snow retention.

The stand is represented by fir-birch phytocenosis type (*Betula pendula* Roth, *A. sibirica* L.). Location coordinates: 49°34'35'', 82°37'04'', 1373 m above sea level.

The arboreal layer is of the same type, represented exclusively by two species: *B. pendula* — cop₁, *A. sibirica* — cop₁. The shrub layer is well developed under the canopy, which consists of *Salix viminalis* L. — sol, *Caragana arborescens* Lam. — sol, *Spiraea media* Franz Schmidt — sol, *Juniperus sibirica* Burgsd. — sp, *Sorbus sibirica* Hedl. — sol, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt — sol, *Populus tremula* L. — sp. The herbaceous layer is poor in terms of species. The layering of the herbage is not expressed due to the low dispersal density of herbaceous species. Common species for herbage are *Humulus lupulus* L. — sp, *Phleum phleoides* (L.) Karst. — sol, *Polygala comosa* Schkuhr — sol, *Artemisia sieversiana* Willd. — sol, *Sedum hybridum* L. — sp, *Bistorta major* S.F. Gray — sol, *Dianthus superbus* L. — sp, *Agrostis gigantea* Roth — sp, *Vicia cracca* L. — sol, *Atragea sibirica* L. — sol, *Lilium martagon* L. — sp, *Thalictrum flavum* L. — sol, *Trollius altaicus* C.A. Mey — sol, *Veratrum lobelianum* Bernh. — sol, *Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) — sol.

The condition of the individuals is good. The height of mature trees is 15–20 m. The crowns are symmetrical, regular in shape, often with skirt bases. Rare slabs strongly deform tree trunks. The annual growth is within 2–3 (2.35 ± 0.28 , Cv = 17 %) cm. The length of young needles is 1.5–2 (1.88 ± 0.14 , Cv = 11 %) cm.

The undergrowth of *A. sibirica* is rare or almost absent. The number of young undergrowth ranges from 2 to 6 (3.14 ± 1.26) per 100 m². The species renewal is weak. Senile individuals predominate in the age spectrum. Phytocenosis with a clear right-sided spectrum. Fruiting is weak. The state of the species directly depends on the depth of the soil cover and the absence of granitoid plates on the earth's surface. Dwarf forms are not rare. Needle rust is low. No pests were found. Frost cracks are rare and insignificant.

The northwestern peak of Mountain Medvedka is represented by fir-aspen type of phytocenoses (*A. sibirica* Ledeb., *Populus tremula* L., *B. pendula* Roth.). Location coordinates: 49 ° 34'37'', 82 ° 36'49'', 1296 m. The relief is not homogeneous, rather complex; often there is an outcrop of rocks. The slope is quite well moistened due to abundant snow retention.

The dominant species are *A. sibirica* Ledeb. — cop₂, *P. tremula* L. — cop₂. *B. pendula* Roth — sol is rare. Shrub layer is 1–1.5 m height and consists of *Caragana arborescens* Lam. — cop₁, *Sorbus sibirica* Hedl. — sol, *Spiraea media* Franz Schmidt — sol, *Rosa pimpinellifolia* L. — sol. Herbaceous layer characterized by low density and cover, species — poor. Rare individuals represent it: *Aconitum leucostomum* Worosch — sol, *Vicia pisiformis* L. — sol, *Thalictrum flavum* L. — sp, *Sausurea latifolia* Ledeb. — sp, *Poa nemoralis* L. — sol, *Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch ex Hoffm.) Soo — sol, *Atragea sibirica* L. — sol, *Galium verum* L. — sol, *Heracleum sibiricum* L. — sol, *Trollius altaicus* C.A. Mey. — sol, *Fragaria vesca* L. — sol.

A. sibirica Ledeb. well developed, well formed. Mature senile individuals predominate, 15–22 m in height. Young individuals are usually up to 1 m in height, abundant: 2–7 per 100 m². There are individuals of all age categories.

Rust on the needles is not observed. Drying of the tops of the trees is almost absent. Windfall and wind-break trees are extremely rare. The tree crowns of *A. sibirica* are regular, symmetrical. Frost cracks are not marked. In this community, the competition between woody plants did not reach visible rivalry, and *A. sibirica* is not clearly oppressed by *P. tremula*. The annual growth varies from 2.2 to 3 (2.67 ± 0.5 ; Cv = 25 %) cm. The length of young needles is 1 — 2.5 (1.85 ± 0.39 ; Cv = 28 %) cm.

This community is a typical mountain-forest formation for this slope. Due to the high level of overgrowth bedrock, granitoid slabs have almost no effect on the development of tree species.

The western slope of the mountain. There are two types of represented phytocenoses.

Aspen-fir (*P. tremula* L., *A. sibirica* Ledeb.) phytocenosis. Location coordinates: 49°35'01'' N, 82°36'34'' E, 1111 m above sea level. The density of individuals of the species is 01–02. Density of crowns is 01. Rare shrubs and young trees are represented under the canopy: *Sorbus sibirica* Hedl. — sol, *Ribes rubrum* L. — sol, *B. pendula* Roth — sol. The slope is quite steep. Steepness up to 50–55 % in some places, often with outcropping of rocks (granite slabs). The soils are mountain chernozems, the layer is thin, up to 40 cm, in depressions up to 50 cm, abundantly saturated with overheated humus. The herbaceous layer, with a fairly high density and coverage, is represented by turf grasses and sedges. *Thalictrum isopyroides* C.A. Mey. — sol-sp, *Veratrum nigrum* L. — sol, *Bupleurum multinerve* DC. — sol, *Hierochloe odorata* (L.) Beauv. — sol, *Galium verum* L. — sol, *Galium boreale* L. — sol, *Humulus lupulus* L. — sol, *Spirea media* Franz Schmidt — sp, in some places there are island lawns from *Sedum hybridum* L. — sp, *Spirea trilobata* L. — sol with the inclusion of *Lilium martagon* L. — sol, *Sedum hybridum* L. prevails on the rock outcrops.

A. sibirica Ledeb. at senile phase of growth is rather tall. It often curved at the base. The height of the trees reaches 15–17 m. Undergrowth is found only on the edges, where aspen root suckers are not developed. Young undergrowth is usually 2–3 vegetative individuals, rarely almost none. Aspen can presumably replace fir. Individuals with a skirted crown extensively cover the base of the trunks near the ground with creeping branches.

The crown is symmetrical, fairly aligned, sometimes one-sided (naked from the south-west). Mass diseases and pests were not found. No dry top was found. The annual growth varies from 2 to 2.8 (2.4 ± 0.3 ; Cv = 17 %) cm. The length of young needles is 1–1.8 (1.3 ± 0.2 ; Cv = 21 %) cm.

Birch-fir communities (*B. pendula* Roth, *A. sibirica* Ledeb.). Location coordinates 49°34'56'' N, 82°36'19'' E, 1235 m above sea level.

There are rather well developed communities, richer in species. The tree layer is of the same type, with a density of 07–08, consists of only 2 species: *B. pendula* Roth — cop₂, *A. sibirica* Ledeb — cop₂.

The relief of the slope is rather difficult. The underbrush is abundantly presented by *Sorbus sibirica* Hedl. — sp-cop₂, *Spirea media* Franz Schmidt. — sp-cop₁, *Rosa pimpinellifolia* L. — sol, *Spirea trilobata* L. — sol, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt — sol, *Ribes rubrum* L. — sol, *Caragana arborescens* Lam. — sp.

The herbaceous layer is well developed and rich in species. Layering in the herbage is not expressed. Typical species are *Bistorta major* S.F. Gray — sol, *Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch. ex Hoffm.) — sol, *Sedum hybridum* L. — sol, *Dactylis glomerata* L. — sol, *Thalictrum flavum* L. — sp, *Lamium album* L. — sol, *Hierocloeodorata* (L.) Beauv. — sol, *Veratrum nigrum* L. — sol, *Galium verum* L. — sol-sp, *Atragene sibirica* L. — sol, *Urticadioica* L. — sol-cop₂, *Phleum phleoides* (L.) Karst. — sol, *Artemisia sieversiana* Willd. — sp — cop₁, *Ferula songarica* Pall. ex Spreng. — sol, *Artemisia vulgaris* L. — sol, *Saussurea latifolia* Ledeb. — sol, *Elytrigia repens* (L.) Nevski — sol, *Dactylis glomerata* L. — sol.

The fir population is represented by all age groups. The plants are well developed. Undergrowth is abundant: young individuals up to 50 cm high — up to 15–20 pieces per 100 m², up to 1 m high — 7–10 pieces per 100 m². Annual growth varies from 2.5 to 3.8 (3.1 ± 0.4 ; Cv = 24 %) cm. The length of young needles is 1.3 — 2.2 (1.8 ± 0.2 ; Cv = 22 %) cm.

Young aspen is predominate along the north-western periphery.

The intermontane slope valley consists of *P. tremula* L. и *A. sibirica* Ledeb. Individuals of *A. sibirica* are tall, up to 17–18 m height. Aspen is the predominant species. *A. sibirica* Ledeb. located in small groups of 2–3 mature forms, less often in longitudinal stripes. The eastern spurs are characterized by small islets of *P. tremula*, about 100 m² each, arranged in longitudinal stripes. The undergrowth is dominated by: *Sorbus sibirica* Hedl., *Spirea media* Franz Schmidt, *Rosa pimpinellifolia* L.

The northern slopes are located in the foothill part of Mountain Medvedka. Location coordinates: 49 ° 34'44'' N, 82 ° 36'20'' E, 1289 m above sea level. Three types of communities represent the slope.

Cenopopulation of birch-fir (*B. pendula* Roth, *A. sibirica* Ledeb.) phytocenosis. The relief of the slope is leveled, with a steepness of 10–15 °, in some places up to 25 °. Most of the granitoid slabs are completely enclosed; it is very rare to find rock outcrops. The soils are well formed and very dense. Soil horizon is 40–45 cm deep, in depressions up to 50 cm. Vegetable litter is significant, well overheated, 100–120 g/m², consists of needles and dry foliage of cereals. The investigated area is heavily littered with felled and windblown trees, which in the future can be a source of wood pests. Shrub layer up to 150 cm tall, well-formed, has a density up to 05–06. Commonly seen species are: *Caragana arborescens* Lam. — sol-sp, *Spirea media* Franz Schmidt — sol, *Ribes rubrum* L., *Cotoneaster multiflorus* Bunge. In the herbage typical species are:

Caragana arborescens Lam. — sol-sp, *Spiraea media* Franz Schmidt — sol, *Ribes rubrum* L., *Cotoneaster multiflorus* Bunge. In herbage, common species are: *Agrostis gigantea* Roth, *Polemonium caeruleum* L., *Carex humilis* Leyss, *Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch. ex Hoffm.) Soo, *Viola hirta* L., *Saussurea latifolia* Ledeb., *Serratula coronata* L., *Cuscuta europaea* L., *Lathyrus gmelinii* Fritsch., *Silene graminifolia* Otth, *Galatella hauptii* (Ledeb.) Lindl., *Aconitum septentrionale* Koelle, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm.

The age composition of the studied species is represented by all age groups. Fir undergrowth is abundant in small illuminated glades under the canopy of herbage, in small dense groups of 10–20 plants in the stage of seedlings and juvenile phase. The annual growth is from 3.3 to 4.2 (3.8 ± 0.2 ; Cv = 22 %) cm. The length of young needles is 1.8 — 2.3 (2.1 ± 0.1 ; Cv = 15 %) cm.

Mature forms of *A. sibirica* Ledeb. are tall, up to 15–18 m height. The crowns of the trees are symmetrical, oblong-conical. Frost cracks on fir trunks are quite common.

Cenopopulation of fir (*A. sibirica* Ledeb.) phytocenosis is rare. It occupies gentle plains. The soils are well formed. The herbaceous layer is almost not pronounced and presented by: *Lythrus gmelinii* Fritsch — sol, *Veratrum nigrum* L. — sol-sp, *Thalictrum simplex* L. — sp, *Rubus idaeus* L. — sol, *Crepis sibirica* L. — sol, *Viola hirta* L. — sol, *Cirsium helenioides* (L.) Hill — sol, *Ribes rubrum* L. — sol, *Sorbus sibirica* Hedl. — sol. Other related species which should be distinguished: *Aconitum anthoroideum* DC., *Juniperus sabina* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Ribes nigrum* L., *Lonicera tatarica* L., *Chelidonium majus* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., *Stipa pennata* L., *Achillea millefolium* L., *Pinus sylvestris* L., *Erysium flavum* (Georgi) Bobr., *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Poa angustifolia* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Allium nutans* L., *Rheum compactum* L.

Individuals of *A. sibirica* are well formed and tall, up to 17–19 m height. Frost cracks are quite common; there are no diseases and pests. The lower branches are mostly bare. The annual growth is from 2.1 to 3.2 (2.7 ± 0.3 ; Cv = 25 %) cm. The length of young needles is 1.6 — 2.1 cm (1.8 ± 0.1 ; Cv = 19 %). Undergrowth is unsatisfactory, in the amount of 2–4 plants. Senile individuals prevail.

Cenopopulation of fir-aspen phytocenosis (*P. tremula* L., *A. sibirica* Ledeb.) usually occupies slopes with a high steepness of 25–35°. The soils are well formed. The soil horizon is 40–50 cm. The water balance is compiled by precipitation. There is no groundwater supply.

Tree layer is presented by *P. tremula* L. — sp-cop₁, *A. sibirica* Ledeb. — cop₁-cop₂, *B. pendula* Roth — sol. There are commonly located shrubs: *Spiraea media* Franz Schmidt — sol, *Caragana arborescens* Lam. — sol. The herbaceous layer is well formed, up to 100–120 cm in height. It is presented by: *Lathyrus gmelinii* Fritsch — cop₂, *Cirsium helenioides* (L.) Hill. — sol-cop₂, *Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch. ex Hoffm.) Soo — sol, *Paeonia anomala* L. — sol, *Thalictrum simplex* L. — sol, *Veratrum lobelianum* Bernh. — sol, *Hierocloë odorata* (L.) Beauv. — sol, *Urtica dioica* L. — sol, *Dactylis glomerata* L. — sol, *Delphinium elatum* L. — sol, *Artemisia dracunculus* L. — sol, *Poa nemoralis* L. — sol, *Viola hirta* L. — sol, *Saussurea latifolia* Ledeb. — cop₂, *Festuca altissima* All. — cop₁, *Crepis sibirica* L. — sol, *Bistorta mayor* S.F. Gray — sol, *Rubus saxatilis* L. — sol, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. — sol, *Artemisia sieversiana* Willd. — sol, *Serratula coronata* L. — sol, *Filipendula vulgaris* Moench — sol, *Trollius altaicus* C.A. Mey. — sol, *Geum aleppicum* Jacq. — sol, *Carex macroura* Meinsh. — sol, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott — sol, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. — sol.

A. sibirica Ledeb. is tall, 14–17 m in height. Cenopopulation with a left-sided spectrum is represented by all growth phases. The undergrowth is abundant, but sparse in this phase, 2–5 juveniles per 100 m². The annual growth is from 2 to 2.8 (2.3 ± 0.2 ; Cv = 28 %) cm. The length of young needles is 1.5–2 (1.7 ± 0.2 ; Cv = 23 %) cm. There are crowns of the correct form with a skirted base. It is rare to find trees with curved crowns. No diseases or pests were found. Frost cracks is commonly appearing.

Analysis of the data (Tab. 1) showed that the state of the species, the degree of regeneration and the amount of young fir undergrowth directly depends on the community and other species dominating in the tree layer. It was found that fir-birch phytocenoses are the most stable and productive. The species in such communities is characterized by high vitality and resistance to pests and diseases. As a rule, such communities are occupied by overgrown granitoid massifs. In aspen-fir phytocenoses a gradual suppression of *A. sibirica* Ledeb is observed. The *P. tremula* usually forms dense clonal groups and significantly limits the distribution of fir. In addition, the root-sprouting undergrowth of aspen displaces the fir undergrowth, and does not allow full development. Usually, this type of community is confined to flat areas.

Pure fir communities are quite rare. They occupy steep, flat slopes are vulnerable to diseases and pests.

Comparison of metric features of the studied cenopopulations

Community name	Annual growth rate, cm	The length of the annual growth of needles, cm	Height of mature trees, m	The number of young undergrowth per 100 m ²
East slope				
Fir phytocenosis (<i>A. sibirica</i> Ledeb.)	2–6 3,55±1; 37 %	1,2–1,5 1,4±0,27; 22 %	7–18	2–4
Southeastern peak				
Fir-birch phytocenosis (<i>B. pendula</i> Roth, <i>A. sibirica</i> L.)	2–3 2,35±0,28; 17 %	1,5 — 2 1,88±0,14; 11 %	15–20	2–6
Northwest peak				
Fir-aspen phytocenosis (<i>A. sibirica</i> Ledeb., <i>P. tremula</i> L., <i>B. pendula</i> Roth.)	2,2–3 2,67±0,5; 5 %	1–2,5 1,85±0,39; 28 %	15–22	2–7
Western slope of the mountain				
Aspen-fir phytocenosis (<i>P. tremula</i> L., <i>A. sibirica</i> Ledeb.)	2–2,8 2,4±0,3; 17 %	1–1,8 1,3±0,2; 21 %	15–17	2–3
Birch-fir communities (<i>B. pendula</i> Roth, <i>A. sibirica</i> Ledeb.)	2,5–3,8 3,1±0,4; 24 %	1,3–2,2 1,8±0,2; 22 %	17–18	7–10
Northern slopes of the foothill part				
Cenopopulation of birch-fir phytocenosis (<i>B. pendula</i> Roth, <i>A. sibirica</i> Ledeb.)	3,3–4,2 3,8±0,2; 22 %	1,8–2,3 2,1±0,1; 15 %	15–18	10–20
Cenopopulation of fir phytocenosis (<i>A. sibirica</i> Ledeb.)	2,1–3,2 2,7±0,3; 25 %	1,6–2,1 1,8±0,1; 19 %	17–19	2–4
Cenopopulation of fir-aspen phytocenosis (<i>P. tremula</i> L., <i>A. sibirica</i> Ledeb.)	2–2,8 2,3±0,2; 28 %	1,5–2 1,7±0,2; 23 %	14–17	2–5

Conclusion

Siberian fir occupies most on the the eastern, northern and western slopes of the Mountain Medvedka, as well as two peaks. The plants are well developed. The population is represented by all age groups. The species form 3 types of phytocenoses: birch-fir (*B. pendula* Roth, *A. sibirica* Ledeb), fir (*A. sibirica* Ledeb.) and fir-aspen (*P. tremula* L., *A. sibirica* Ledeb.).

The main task was to establish the state and degree of renewal of the endangered species. In this regard, such parameters as the height of mature trees, annual growth, length of young needles and the amount of young undergrowth were determined. It was found that the type of phytocenosis and the role it plays in the community, and other dominant species in the tree layer directly affect the regeneration, the state of the species and the amount of young fir undergrowth.

It was established that only birch-fir communities are characterized by optimal conditions. In communities with aspen the species is severely oppressed. Diseases and pests were found in clean plantations.

The main limiting factors for the species are an extreme ecological habitat conditions and the lack of an adequate soil layer.

Protection measures such as constant monitoring of the state of the population, artificial resewing of fir seeds and planting seedlings to increase regeneration were recommended.

Acknowledgements

The article was prepared with the financial support of Science Technical Program «Development of scientific-practical foundations and innovative approaches in plant introduction in natural zones of Western and Eastern-Kazakhstan for rational-effective use» of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2021–2022.

References

- 1 Voronchev V.T. Analysis of the structure and properties of nuclei with $A = 9$ (^9Be - ^9B) in the dynamic multicluster $2\alpha + N$ model / V.T. Voronchev, V.I. Kukulkin, V.N. Pomerantsev, Kh. D. Razikov, G.G. Ryzhikh // *Yad. Fiz.* — 1994. — Vol. 57. — P. 1964.
- 2 Буркова Н.А. Потенциальная теория кластерного фоторасщепления легких ядер / Н.А. Буркова, К.А. Жаксыбекова, М.А. Жусупов // *Физика элементарных частиц и атомного ядра.* — 2005. — Т. 36. Вып. 4. — С. 801–868.
- 3 Larionova A.Y. Genetic Diversity and Population Structure of Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) in Middle Siberia, Russia / A.Y. Larionova, A.K. Ekart, A.N. Kravchenko // *Eurasian Journal of Forest Research.* — 2007. — Vol. 10, Issue 2. — P. 185–192.
- 4 Нухимовская Ю.Д. Онтогенез пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) в условиях Подмосковья / Ю.Д. Нухимовская // *Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Отд. биол.* — 1971. — Т. LXXVI (2). — С. 105–112.
- 5 Егорина А.В. Барьерные ландшафты Калбинского нагорья / А.В. Егорина, А.Н. Логиновская // *ИнтерЭкспоГео-Сибирь.* — 2012. — Т. 2, № 3. — С. 153–156.
- 6 Егорина А. В. О формировании туристского кластера в Восточном Казахстане / А.В. Егорина // *Сервис и туризм: инновации, теория и практика: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф.* — Абакан: ХГУ, 2011. — С. 32–41.
- 7 Егорина А.В. Туристские объекты Калбинского Алтая и возможности их использования в рекреационных целях / А.В. Егорина, Ю.А. Теплова. — Барнаул: АлтГУ им. И. Ползунова, 2013. — С. 47–50.
- 8 Егорина А.В. Ландшафты Южного Алтая как объекты туризма / А.В. Егорина, Н.Ж. Женсикбаева // *Вестн. ВКГТУ им. Д. Серикбаева.* — 2011. — № 4. — С. 104–107.
- 9 Некрасова Т.П. Плодоношение пихты сибирской / Т.П. Некрасова, А.П. Рябинков. — Новосибирск: Наука, 1978. — 151 с.
- 10 Третьякова И.Н. Эмбриология хвойных: физиологические аспекты / И.Н. Третьякова. — Новосибирск: Наука, 1990. — 182 с.
- 11 Bazhina E.V. Seed Production and Quality of Siberian Fir in the Region affected by the Baikal Pulp-and-Paper Mill / E.V. Bazhina // *Лесоведение.* — 1998. — № 2. — С. 10–15.
- 12 Кокорин Д.В. Формовое разнообразие пихты сибирской в южных районах Средней Сибири / Д.В. Кокорин, Л.И. Милютин // *Лесоведение.* — 2003. — № 4. — С. 32–35.
- 13 Быков Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. — 381 с.
- 14 Голубев В.Н. Методические указания к популяционно-количественному и эколого-биологическому изучению редких, исчезающих и эндемичных растений Крыма / В.Н. Голубев, Е.Ф. Молчанов. — Ялта: Никитский ботанический сад, 1978. — 41 с.
- 15 Денисова Л.В. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов Красной книги СССР / Л.В. Денисова, С.В. Никитина, Л.Б. Заугольникова. — М.: Госагропром СССР; ВНИИ охраны природы и заповедного дела, 1986. — 125 с.
- 16 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений / И.Г. Серебряков. — М.: Высш. шк., 1962. — 378 с.
- 17 Быков Б.А. Введение в фитоценологию. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1970. — 226 с.
- 18 The Plant List. Version 1.1. Electronic resource: <http://www.theplantlist.org>

А.А. Сумбембаев, А.Н. Данилова

«Синегорск шыршалы тоғай» табиғи ескерткішіндегі (Көк таулары) *Abies sibirica* Ledeb. реликті түрінің жағдайы

Мақалада «Синегорск шыршалы тоғай» табиғи ескерткішіндегі Сібір шыршасын (*Abies sibirica* Ledeb.) зерттеудің нәтижелері келтірілген. Реликт популяциясының қазіргі жағдайымен дамуын зерттеу мақсатында далалық экспедициялар өткізілді. Маршруттық-барлау әдісі негізінде Медведка тауындағы популяцияның негізгі өсетін аймақтары: шығыс, солтүстік және батыс беткейлері, сондай-ақ екі шыңы зерттелді. Зерттелген популяция әрбір жас топтарымен ұсынылған. *A. sibirica* Ledeb. 3 негізгі фитоценоздардың түрін құрайды: қайың-шырша (*Betula pendula* Roth, *A. sibirica* Ledeb.), шырша (*A. sibirica* Ledeb.) және шырша-көктерек (*Populus tremula* L., *A. sibirica* Ledeb.). Жетілген ағаштардың биіктігі, жылдық өсуі, жас инелердің ұзындығы және жас өсімділердің мөлшері сияқты параметрлер анықталды. Түрдің регенерациясы фитоценоздың түріне тікелей байланысты екендігі айқындалды. Сібір шыршасының күйін, жаңаруын және таралуын бақылау нәтижелері бойынша тек қайың-шыршалар қауымдастығы оңтайлы жағдайлармен сипатталатындығы анықталды. Көктерек түрі қауымдастықтарда бұл қатты қысымға түседі. Таза отырғызылғандардан аурулармен зиянкестер табылды. Түрлер үшін шектеуші факторлар — тіршілік ету ортасының ксерофиттелуі және жеткілікті топырақ қабатының болмауы. Қосымша қорғаныс шаралары ретінде популяцияның жағдайын үнемі бақылау, регенерацияны арттыру үшін тұқымдарды жасанды қайта себу және шырша көшеттерін отырғызу ұсынылған.

Кілт сөздер: *Abies sibirica* Ledeb., Қалба жотасы, Синегорск шыршалы тоғайы, реликт түрлері, ценопопуляция.

A.A. Сумбембаев, А.Н. Данилова

Состояние реликтового вида *Abiessibirica* Ledeb. в памятнике природы «Синегорская пихтовая роща» (горы Коктау)

В статье изложены результаты исследований пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) в памятнике природы «Синегорская пихтовая роща». С целью изучения текущего состояния и развития реликтовой популяции проведены полевые экспедиционные выезды. На основе маршрутно-рекогносцировочного метода изучены основные занимаемые площади популяции на горе Медведка: восточный, северный и западный склоны, а также две вершины. Изучаемая популяция представлена всеми возрастными группами. *A. sibirica* Ledeb. образует 3 основных типа фитоценозов: березово-пихтовый (*Betula pendula* Roth, *A. sibirica* Ledeb.), пихтовый (*A. sibirica* Ledeb.) и пихтово-осиновый (*Populus tremula* L., *A. sibirica* Ledeb.). Определены такие параметры, как высота взрослых деревьев, годовой прирост, длина молодой хвои и количество молодого подроста. Установлено, что возобновление вида напрямую зависит от типа фитоценоза. По результатам наблюдений за состоянием, возобновлением и расселением пихты сибирской установлено, что оптимальными условиями характеризуются только березово-пихтовые сообщества. В сообществах с осиной вид испытывает сильное угнетение. В чистых насаждениях обнаружены болезни и вредители. Лимитирующими факторами для вида являются ксерофитизация условий обитания и отсутствие достаточного почвенного слоя. В качестве дополнительных мер охраны предложены постоянный контроль за состоянием популяции, искусственный подсев семян и посадка саженцев пихты для увеличения возобновления.

Ключевые слова: *Abies sibirica* Ledeb., Калбинский хребет, Синегорская пихтовая роща, реликтовый вид, ценопопуляция.

References

- 1 Voronchev, V.T., Kukulin, V. I., Pomerantsev, V. N., Razikov, Kh. D. & Ryzhikh, G.G. (1994). Analysis of the structure and properties of nuclei with $A = 9$ (9Be-9B) in the dynamic multicluster $2\alpha + N$ model. *Yad. Fiz.*, 57; 1964.
- 2 Burkova, N.A., Zhakysbekova, K.A. & Zhusupov, N.A. (2005). Potentsialnaia teoriia klasterного fotorasshchepeniia legkikh yader [Potential theory of cluster photodisintegration of light nuclei]. *Phys. Part. Nucl.*, 36, 4; 801–868 [in Russian].
- 3 Larionova, A.Y., Ekart, A.K. & Kravchenko, A.N. (2007). Genetic Diversity and Population Structure of Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) in Middle Siberia, Russia. *Eurasian Journal of Forest Research*, 10 (2); 185–192.
- 4 Nukhimovskaya, Yu. D. (1971). Ontogenez pikhty sibirskoi (*Abies sibirica* Ledeb.) v usloviakh Podmoskovia [Ontogenesis of spur sibirskiya (*Abies sibirica* Ledeb.) in the conditions of Moscow region]. *Bulleten Moskovskogo obshchestva ispytateli prirody. Otdelenie Biologiya — Bulletin of the M. island nature, Dept. Biology, LXXVI (2)*; 105–112 [in Russian].
- 5 Egorina, A.V. & Loginovskaya, A. N. (2012). Barernye landshafty Kalbinskogo nagoria [Barrier landscapes of the Kalba Upland]. *InterEkspoGeo-Sibir — Interexpo Geo-Siberia*, 2 (3); 153–156 [in Russian].
- 6 Egorina, A.V. (2011). O formirovaniі turistskogo klastera v Vostochnom Kazakhstane [On the formation of a tourist cluster in East Kazakhstan]. *Service and tourism: innovations, theory and practice: materialy XI Mezhdunarodnoi naucho-prakticheskoi konferentsii — materials of the XI Intern. scientific-practical conf.* Abakan: KSU [in Russian].
- 7 Egorina, A.V. & Teplova, Yu.A. (2013). *Turistskie obekty Kalbinskogo Altaia i vozmozhnosti ikh ispolzovaniia v rekreatsionnykh tseliakh [Tourist objects of Kalba Altai and the possibility of their use for recreational purposes]*. Barnaul: AltGU imeni I. Polzunova [in Russian].
- 8 Egorina, A.V. & Zhensikbaeva, N.Zh. (2011). Landshafty Yuzhnogo Altaia kak obekty turizma [Landscapes of the Southern Altai as objects of tourism]. *Vestnik VKGTU imeni D. Serikbaeva — Bulletin of Eastern-Kazakhstan State Technical University named D. Serikbaeva*, 4; 104–107 [in Russian].
- 9 Nekrasova, T. P. & Ryabinkov, A. P. (1978). *Plodonoshenie pikhty sibirskoi [Fruiting of Siberian Fir]*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
- 10 Tretyakova, I.N. (1990). *Embriologiya khvoynykh: fiziologicheskie aspekty [Coniferous Embryology: Physiological Aspects]*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
- 11 Bazhina, E.V. (1998). Seed Production and Quality of Siberian Fir in the Region Affected by the Baikal Pulp-and-Paper Mill. *Lesovedenie — Forest Study*, 2; 10–15.
- 12 Kokorin, D.V. & Milyutin, L.I. (2003). Formovoe raznoobrazie pikhty sibirskoi v yuzhnykh raionakh Srednei Sibiri [Form Variability of the Siberian Fir in Southern Taiga Regions of the Middle Siberia]. *Lesovedenie — Forest Study*, 3; 76–79 [in Russian].
- 13 Bykov, B.A. (1957). *Geobotanika [Geobotany]*. Alma-Ata: Izdatelstvo AN KazSSR [in Russian].
- 14 Golubyev, V. N. & Molchanov, E. F. (1978). *Metodicheskie ukazaniia k populiatsionno-kolichestvennomu i ekologo-biologicheskomu izucheniiu redkikh, ischezaiushchikh i endemichnykh rastenii Kryma [Guidelines for population-quantitative and ecological-biological study of rare, endangered and endemic plants of the Crimea]*. Yalta: Nikitskii botanicheskii sad [in Russian].
- 15 Denisova, L.V., Nikitina, S.V. & Zaugolnova, L.B. (1986). *Programma i metodika nabliudeniі za tsenopopulatsiiami vidov Krasnoi knigi SSSR [Program and methodology for observing cenopopulations of species in the Red Data Book of the USSR]*. Moscow: Gosagroprom of the USSR; All-Russian Research Institute of Nature Conservation and Reserve Management [in Russian].

16 Serebryakov, I.G. (1962). *Ekologicheskaia morfologiia rastenii [Ecological morphology of plants]*. Moscow: Vysshaia shkola [in Russian].

17 Bykov, B.A. (1970). *Vvedenie v fitotsenologiiu [Introduction to phytocenology]*. Alma-Ata: Izdatelstvo AN KazSSR [in Russian].

18 *The Plant List*. Version 1.1. Retrived from <http://www.theplantlist.org>

S.S. Tyrzhenova*, M.M. Silanteva

Altai State University, Barnaul, Russian Federation

*Автор для корреспонденции: tssaya@mail.ru

Study of ontogenesis of *Scabiosa ochroleuca* L. in the conditions of the Central Kazakhstan

The article presents the results of the *Scabiosa ochroleuca* ontogenesis study under the conditions of the nature of the Central Kazakhstan. The study of this species is due to the need to use it as a source of biologically active substances and to determine the potential of introduction. 4 periods (latent, virginal, generative and senile) and 7 age states (resting seeds, seedlings, juvenile, immature, adult vegetative, generative and senile) are revealed. Morphological features of each period and state, degree of development of above-ground and underground organs, alternation of vegetation phases are determined. The duration of the ontogenesis cycle of *Scabiosa ochroleuca* in nature was 2 years, of which in the 1st year the plants took place in 150–176 days with coverage of the conditions of seedlings, juvenile and immature plants. For the 2nd year, the life cycle covered 137–151 days, during which periods of adult vegetative, generative and senile plants pass. Potential of introduction of *Scabiosa ochroleuca* in Karaganda region is determined.

Keywords: *Scabiosa ochroleuca*, ontogenesis, age period, age state, duration, introduction.

Introduction

One way to manage and conserve the natural resources of rare, endangered and endemic plant species is to introduce them into the culture. The introduction of species of natural flora provides extensive material for scientific research, primarily in the field of rhythms of ontogenesis. In *ex situ* conditions the researcher gets the opportunity to observe the dynamics of the development of individuals in their entirety, fixing the change in age states, which is very difficult when conducting such studies in natural conditions. Ontogenesis study makes it possible to assess plant development in different age phases, to determine vegetation duration, to assess climate effects on development of above-ground and underground organs in process [1, 2].

The genus *Scabiosa* L. is a genus of herbaceous, or semi-shrub plants of *Dipsacaceae* family [3]. Representatives of this family are characterized by the presence of wrapper leaves, the cup is reduced to bristles.

There is practical interest for an introduction of *Scabiosa ochroleuca* L. Currently, the plant is used in folk medicine. Wound healing agents are made from it is used, in diseases such as hemorrhoids, skin rashes, warts, and female diseases [4]. There is potential application of herb of this species as anti-inflammatory, wound healing and antimicrobial agent [5–9].

Based on the above, the aim of the study was to investigate the stages of ontogenesis of *Scabiosa ochroleuca* in the conditions of the Central Kazakhstan.

Object and methodology

The object of the study was the seed material and *Scabiosa* plants from the natural populations.

Scabiosa ochroleuca is a biennial, less often perennial, herbaceous plants up to 50–75 cm tall, in culture they can reach a height of up to 130 cm. The rhizome is woolly, branchy, thickened in the neck. The stems are simple or branched at the top, pubescent with curly hairs in the upper and lower parts. Leaves of barren shoots on long petioles, whole, toothed, lyre-notched, lyre-pinnate-dissected. It blooms in July–October. It is frost-resistant, moderately drought-resistant [10].

The initial stages of the study were carried out at the research center of biotechnology and eco-monitoring of the Faculty of Biology and Geography of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov in 2019–2021. The remaining phases of ontogenesis were established on natural populations in Korneev forests (Bukhar-Zhyrau district of Karaganda region).

The seed material was divided into batches by size and weight (small, medium and large), measured with a ruler and germinated. Seed material was attracted from natural habitats: 1) Buiratau State National Natural Park, Karagash tract (Karaganda region); 2) vicinity of Karagaily village (Karkaraly district of Karaganda region); Karkaraly Mountains (Karkaraly District, Karaganda Region).

Periods of ontogenesis and determination of age states were carried out according to the methodological guidelines available in the literature [11–13]. Germination of seeds was determined according to the generally accepted method [14]. Experiments were laid in 4 times repetition, the germination energy was determined on the 6th day, germination — on the 30th day. Morphology of seeds and seedlings was examined on a binocular microscope MBS-1 in laboratory conditions with an increase of 40–80 times. The following parameters were measured: total height of plants, length of the epicotyls, length and width of the first leaf, length of the root system.

Results and discussion

In ontogenesis of *Scabiosa ochroleuca* is separated into 4 age periods and 7 age state (Table 1):

- i) Latent, represented by resting seeds;
- ii) Virgin, or pre-generative, period, in which the conditions of seedlings, juvenile, immature and adult vegetative plants are separated;
- iii) Generative period, represented by state of generative plants;
- iv) Senile period, represented by state of senile plants.

Latent period. *Scabiosa ochroleuca* seed with a pale yellow conical shape with a blunt nose and 6–8 clearly visible ribs (Fig. 1), 2.2–3.6 mm length and 1.5–2.1 mm wide; weight of 1000 seeds is 0.15–0.34 grams. On top, the seed is covered with a film coating forming a wavy crown with rigid bristles, the surface along the ribs is lowered by simple white trichomes.

The largest seeds are marked for the Karkaraly Mountains, the smallest — from the Buiratau National Park [15].



Figure 1. Internal view of *Scabiosa ochroleuca* seeds

This aspect can be explained by the fact that in the Karkaraly Mountains more mesophytic conditions are observed (more precipitation), which leads to a good development of plant morphology. In the Buiratau Mountains, the conditions are more xerophytic, so the size of the seeds is lower.

The germination rate of freshly harvested seeds ranged from 50.1 to 64.5 %, however, during storage, a gradual decrease was observed (Fig. 2). So, after 6 months of storage, there was a decrease in germination by 15 %, after 1 year — by 23 %, after 2 years — by 2.2 times. Total loss of germination is noted for seeds after 4 years of storage (Figure 2).

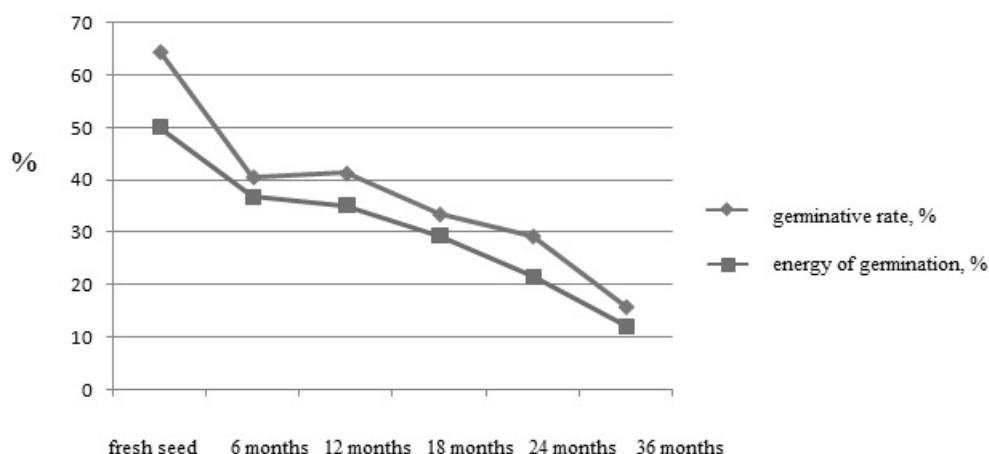


Figure 2. Germinative rate and energy of germination of *Scabiosa ochroleuca* seeds in process of storage

Table 1

Duration of major phases of *Scabiosa ochroleuca* ontogenesis in the Central Kazakhstan

№	Period	State	Duration of period / state
1	Latent	Resting seeds	From 6 months till 3.5 years
2	Virgin	Seedlings	30–35 days
3		Juvenile	35–40 days
4		Immature	85–92 days
5		Adult vegetative plants	42–46 days
6		Generative	Generative plants
7	Senile	Senile plants	20–25 days

Virgin period. State of seedlings. Seed germination begins on day 4–5 after planting on Petri dishes. When sowing in open ground, underground conditions, seedlings appear in the 1st — 2nd decades of May. The germ root appears first of the seed, 6–8 mm long and up to 0.5 mm in diameter. After one day, a hypocotyl appears, which makes a knee bend and carries out the cotyledons folded together. Cotyledon leaves open after 1–2 days. The prophet currently has a height of 1.5–1.8 cm, the root length is 2.5–4 cm; cotyledon leaves 1.4–1.8 cm long and up to 0.5–0.6 cm wide, narrowly elliptic in shape with a rounded base and a notched apex. After 14–20 days, the first pair of real leaves appears, obovate in shape, with a serrated edge.

Duration of state is 30–35 days.

Juvenile state. Plants pass into this age state after drying and dying of cotyledon leaves. As a result, a small rosette with 4–6 real leaves is formed (Fig. 3). The plant has a height of 2.5–3 cm, the length of the root system is 5.7 cm. Real leaves are sessile, up to 2.5 cm long and 1.5–1.8 cm wide.

Duration of state is 35–40 days.

Immature state. In immature plants, *Scabiosa ochroleuca* show the appearance in the rosette of leaves of lyre-cut leaves. The socket reaches a height of up to 4–5 cm, a diameter of 8–12 cm, a root system of the rod type, deepens by 14–18 cm, lateral roots of the 1st order appear. Leaf leaves up to 5–7 cm long and 2.5–3 cm wide, petiole 1.5–2 cm. In this phase, plants go under winter rest.

The duration of the state is 85–92 days.

Adult vegetative plants. Plant growth for the next year of vegetation begins in the 3rd decade of April — early May, depending on weather conditions. *Scabiosa* plants transition to an adult vegetative state. It is characterized by the formation of a basal rosette of leaves, consisting only of lyre-separate leaves, as well as the formation of a vertical shoot branching in the upper part. Leaves on the stem are lyre-dissected, opposite sessile, with thin linear lobes. The height of plants reaches 30–40 cm, diameter 8–15 cm, the number of real leaves exceeds 8–15. The root system is 23–30 cm deep, rod type; lateral roots of the 2nd order appear.

The duration of the age period is 42–46 days.



Figure 2. Internal view of seedlings of *Scabiosa ochroleuca*

Generative period. Generative state. In mid-June, the beginnings of head inflorescences begin to form on the tops of shoots, which marks the transition of the plant to the generative period. Simultaneously with the appearance of generative organs, further growth in heights and the formation of lateral shoots are observed (Fig. 3).

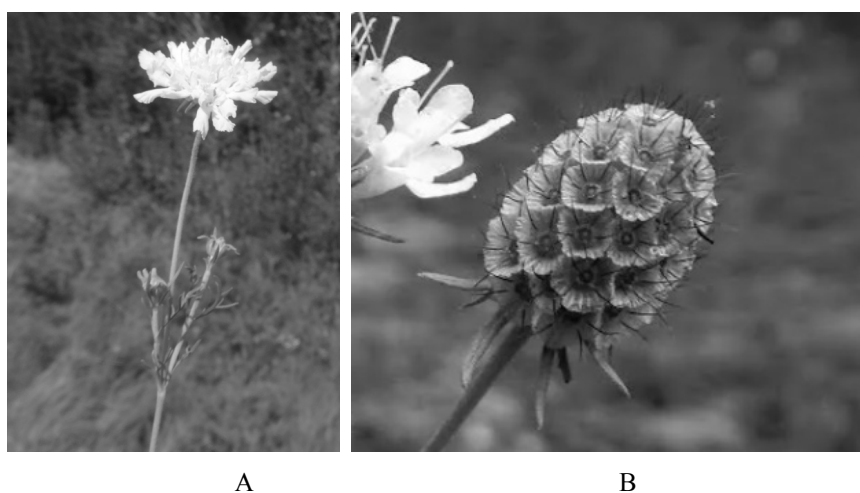


Figure 3. Internal view of *Scabiosa ochroleuca* in generative period: A — phase of flowering, B — phase of fruiting

The blossoming phase falls on the 2nd decade of June — the beginning of July, single flowering — at the end of June, mass — 2–3 decades of July. Individuals can bloom until the end of August, which depends on habitat conditions and weather factors. In August, individual inflorescences pass to the fruiting stage, the mass phase of which falls on the end of August — beginning of September. With the beginning of fruiting in individuals, yellowing and wilting of leaves in the basal rosette are observed; plant growth is completely stopped. The height of plants by the end of the period reaches 50–75 cm, the number of inflorescences per 1st individual from 1 to 5 (7) pieces. The length of the root reaches 30–35 cm, the roots of 1–2 orders are marked.

The phase duration is 75–80 days.

Senile perios. Senile plants. After ripening and scattering, the seeds of *Scabiosa ochroleuca* plant pass into the senile period. There is a browning of above-ground organs, twisting of stem leaves. Vertical shoots with remnants of underdeveloped seeds remain. Dying plants in this form go away in the winter.

The duration of the condition is 20–25 days.

Thus, *Scabiosa ochroleuca* plants in the Central Kazakhstan undergo a full cycle of ontogenesis in two years, with the duration of ontogenesis phases for the 1st year of vegetation being 150–167 days, for the 2nd year — 137–151 days, which fully corresponds to the duration of the growing period of the Karaganda region.

Conclusion

Based on the results of observations, the main periods and states of ontogenesis of *Scabiosa ochroleuca* in the conditions of the Central Kazakhstan are determined. There are 4 periods (latent, virginal, generative and senile) and 7 age states (resting seeds, seedlings, juvenile, immature, adult vegetative, generative and senile) that take place in the 2-year period. In the first year of vegetation, the initial phases of ontogenesis take place in 150–167 days, in the 2nd year for a period of 137–151 days. Observation of the phases of ontogenesis shows the prospect of introducing the studied species of plant into the introduction experiment.

Reference

- 1 Павлова М.А. Особенности онтогенеза *Carex divulsa* Stokes в условиях культуры на юго-востоке Украины / М.А. Павлова // Промышленная ботаника. — 2014. — Вып. 14. — С. 174–180.
- 2 Ткаченко К.Г. Взаимодополняющие методы изучения и сохранения редких и полезных растений в условиях *ex situ* и *in situ* / К.Г. Ткаченко // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. — 2010. — № 9 (80). — Вып. 11. — С. 25–32.
- 3 Бобров Е. Г. Род 1416. Скабиоза — *Scabiosa* L. / Е.Г. Бобров // Флора СССР. — М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1957. — Т. 24. — С. 56–91.
- 4 Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 5. Семейство *Asteraceae* (*Compositae*). — СПб. – М.: Товарищество научных изданий ММК, 2013. — 312 с.
- 5 Крупенникова В.Г. Фенолкарбоновые кислоты скабиозы венечной и скабиозы бледно-желтой / В.Г. Крупенникова, Г.М. Федосеева // Сиб. мед. журн. — 2007. — № 4. — С. 90–92.
- 6 Жунусова М.А. Фармацевтическая разработка лекарственных средств из растительного сырья *Scabiosa ochroleuca* L. и *Scabiosa isetensis* L.: дис. ... д-ра PhD / М.А. Жунусова. — Караганда, 2019. — 173 с.
- 7 Zhunusova M.A. Constituent composition and biological activity of CO₂-extracts of *Scabiosa isetensis* and *S.ochroleuca* / M.A. Zhunusova, E.M. Suleimen, Z.B. Iskakova, M. Yu. Ishmuratova, R.M. Abdullabekova // Chemistry of Natural compounds. - 2017. — Vol. 53, № 2. — P. 775–777. doi: 10.1007/s10600-017-2118-9
- 8 Kowalczyk A. Preliminary antifungal activity of some *Dipsacaceae* family plants / A. Kowalczyk, J. Krzyzanowska // Herba Polonica. — 1999. — № 45 (2). — P. 101–107.
- 9 Pinto D.C.G.A. *Scabiosa* genus: A rich source of Bioactive Metabolites / D.C.G.A. Pinto, N. Rahmouni, N. Beghidja, A.M. Silva // Medicines. — 2018. — Vol. 5. — Issue 4. — P. 110–120.
- 10 Флора Казахстана. — Т. 8. — Алма-Ата: Наука, 1965. — С. 271, 272.
- 11 Рекомендации по изучению онтогенеза интродуцированных растений в Ботанических садах СССР. — Киев, 1990. — 184 с.
- 12 Уранов А.А. Онтогенез и возрастной состав популяции / А.А. Уранов // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. — М., 1967. — С. 3–8.
- 13 Кирик А.И. Онтоморфология растений. Курс лекций / А.И. Кирик, Е.С. Гегучадзе. — Воронеж, 2001. — 32 с.
- 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 Ishmuratova M. Yu. Study of peculiarities of morphology and germination of seeds of *Scabiosa ochroleuca* from the Central Kazakhstan / M. Yu. Ishmuratova, S.S. Tyrzhanova // Bulletin of the Karaganda University, series biology, medicine, geography. — 2020. — № 3 (99). — P. 75–82 doi: 10.31489/2020BMG3/75-82

С.С. Тыржанова, М.М. Силантьева

Орталық Қазақстан жағдайында *Scabiosa ochroleuca* L. онтогенезін зерттеу

Мақалада Орталық Қазақстанның табиғаты жағдайында (*Scabiosa ochroleuca*) скабиозының онтогенезін зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл түрді зерттеу оны биологиялық белсенді заттардың көзі ретінде қолдану және енгізу әлеуетін анықтау қажеттілігімен байланысты. 4 кезең (жасырын, виргинильді, генеративті және сенильді) және 7 жас жағдайы (демалатын тұқымдар, көшеттер, ювенальды, иматуральды, ересек вегетативті, генеративті және сенильді) анықталды. Әр кезең мен жағдайдың морфологиялық ерекшеліктері, жерүсті және жерасты мүшелерінің даму дәрежесі, вегетация кезеңдерінің ауысуы анықталды. Табиғатта онтогенез циклінің ұзақтығы *Scabiosa ochroleuca* 2 жыл болды, оның ішінде 1-ші жылы өсімдіктер 150–176 күн ішінде өскіндер, балауса және иматуральдық өсімдіктер жағдайларын қамтыды. 2-ші жылы өмірлік цикл 137–151 күнді қамтиды, онда ересек вегетативті, генеративті және сенильді өсімдіктер кезеңдері өтеді. Қарағанды облысы жағдайында *Scabiosa ochroleuca*-ны жерсіндіруге енгізу әлеуеті анықталды.

Кілт сөздер: *Scabiosa ochroleuca*, онтогенез, жас кезеңі, жас жағдайы, ұзақтығы, интродукция.

С.С. Тыржанова, М.М. Силантьева

Изучение онтогенеза *Scabiosa ochroleuca* L. в условиях Центрального Казахстана

В статье представлены результаты исследования онтогенеза скабиозы (*Scabiosa ochroleuca*) в условиях природы Центрального Казахстана. Изучение данного вида обусловлено необходимостью его применения в качестве источника биологически активных веществ и определения потенциала интродукции. Выявлены 4 периода (латентный, виргинильный, генеративный и сенильный) и 7 возрастных состояний (покоящиеся семена, проростки, ювенильное, имматурное, взрослое вегетативное, генеративное и сенильное). Определены морфологические особенности каждого периода и состояния, степень развития надземных и подземных органов, чередование фаз вегетации. Продолжительность цикла онтогенеза в природе *Scabiosa ochroleuca* составила 2 года, из которых в 1-й год растения проходили за 150–176 дней с охватом состояний проростков, ювенильных и имматурных растений. На 2-й год жизненный цикл охватывает 137–151 суток, в которые проходят периоды взрослого вегетативного, генеративного и сенильного растения. Определен потенциал введения *Scabiosa ochroleuca* в интродукцию в условиях Карагандинской области.

Ключевые слова: *Scabiosa ochroleuca*, онтогенез, возрастной период, возрастное состояние, продолжительность, интродукция.

Reference

- 1 Pavlova, M.A. (2014). Osobennosti ontogeneza *Carex divulsa* Stokes v usloviakh kultury na yugo-vostoke Ukrainy [Peculiarities of ontogenesis of *Carex divulsa* Stokes in the conditions of culture on south-east of Ukraine]. *Promyshlennaia botanika — Industrial Botany*, 14; 174–180 [in Russian].
- 2 Tkachenko, K.G. (2010). Vzaimodopolniaiushchie metody izucheniia i sokhraneniia redkikh i poleznykh rastenii v usloviakh *ex situ* i *in situ* [Complementary methods of studying and preserving rare and useful plants in *ex situ* and *in situ* conditions]. *Nauchnye vedomosti. Seriya Estestvennye nauki — Scientific Statement, series natural science*, 9 (80), 11; 25–32 [in Russian].
- 3 Bobrov, E.G. (1957). Rod 1416. Skabioza — *Scabiosa* L. [Genus 1416. *Scabiosa* L.]. *Flora SSSR — Flora of USSR*. Moscow — Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR, 24; 56–91 [in Russian].
- 4 (2013). *Rastitelnye resursy Rossii: dikorastushchie tsvetkovye rasteniia, ikh komponentnyi sostav i biologicheskaia aktivnost. T. 5. Semeistvo Asteraceae (Compositae) [Plant resources of Russian: wild flowering plants, their component compositions and biological activity. Vol. 5. Family Asteraceae (Compositae)]*. Saint Petersburg–Moscow: KMK [in Russian].
- 5 Krupennikova, V.G. & Fedoseeva, G.M. (2007). Fenolkarbonovye kisloty skabiozy venechnoi i skabiozy bledno-zheltoi [Phenolcarbonic acids of *Scabiosa comosa* and *Scabiosa ochroleuca*]. *Sibirskii meditsinskii zhurnal — Siberian Medicinal Journal*, 4; 90–92 [in Russian].
- 6 Zhunusova, M. A. (2019). Farmatsevticheskaia razrabotka lekarstvennykh sredstv iz rastitelnogo syria *Scabiosa ochroleuca* L. i *Scabiosa isetensis* L. [Pharmaceutical development of herbal drugs *Scabiosa ochroleuca* L. and *Scabiosa isetensis* L.]. Thesis PhD. Karaganda [in Russian].
- 7 Zhunusova, M. A., Suleimen, E. M., Iskakova, Z. B., Ishmuratova, M. Yu. & Abdullabekova, R.M. (2017). Constituent composition and biological activity of CO₂-extracts of *Scabiosa isetensis* and *S.ochroleuca*. *Chemistry of Natural compounds*, 53, 2; 775–777. doi: 10.1007/s10600–017–2118–9
- 8 Kowalczyk, A. & Krzyzanowska, J. (1999). Preliminary antifungal activity of some *Dipsacaceae* family plants. *Herba Polonica*, 45 (2); 101–107.
- 9 Pinto, D.C.G.A., Rahmouni, N., Beghidja, N. & Silva, A. M. (2018). *Scabiosa* genus: A rich source of Bioactive Metabolites. *Medicines*, 5 (4); 110–120.
- 10 (1965). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Vol. 8. Alma-Ata [in Russian].
- 11 (1990). *Rekomendatsii po izucheniiu ontogeneza introdutsirovannykh rastenii v botanicheskikh sadakh SSSR [Recommendation for study of ontogenesis of introduced plants in botanical gardens of USSR]*. Kiev [in Russian].
- 12 Uranov, A.A. (1967). Ontogenez i vozrastnoi sostav populiatsii [Ontogenesis and age composition of populations]. *Ontogenez i vozrastnoi sostav populiatsii tsvetkovykh rastenii — Ontogenesis and age composition of populations of flower plants*, Moscow [in Russian].
- 13 Kirik, A.I. & Geguchadze, E.S. (2001). *Ontomorfologiya rastenii. Kurs lektsii [The Plant Ontovorphology. Courses of lectures]*. Voronezh [in Russian].
- 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 introdutsionnykh issledovaniy v Kazakhstane — Methodology of introduction research in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 15 Ishmuratova, M. Yu. & Tyrzhanova, S. S. (2020). Study of peculiarities of morphology and germination of seeds of *Scabiosa ochroleuca* from the Central Kazakhstan. *Bulletin of the Karaganda University, series biology, medicine, geography*, 3 (99); 75–82 doi: 10.31489/2020BMG3/75–82

A.K. Shokan^{1,2*}, I.B. Ginayatova¹, D.M. Yergozova¹, N.O. Kudrina^{1,2}, D.Y. Korulkin^{1,2},
N.V. Terletskaia^{1,2}, N.K. Korbozova^{1,2}

¹*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;*

²*Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan*

*Corresponding author: aksholpan.shokan@gmail.com

Effects of *Rumex tianschanicus* Losinsk extract on hematological indicators in experimental gastritis

Gastritis is the most common gastrointestinal disease, with peptic ulcer disease accounting for 30 % of all cases, affecting about 10 % of the global population. According to 2020 statistics, 50,8 % of the population in developing countries suffers from gastritis and this number increasing annually. This study examined the medical effects of *Rumex tianschanicus* root extract on aspirin induced gastritis in rats. Forty five rats, 250±50 g were grouped into two: control group rats received placebo and experimental groups received acetylsalicylic acid 160 mg/kg, orally once daily for 5 consecutive days to induce acute experimental gastritis. Following gastritis registration, rats were grouped into three groups and treated with *Rumex tianschanicus* L. extract. The first group was given 100 mg/kg orally once a day for ten days. The second group received 50 mg/kg orally once a day for ten days. The third group did not receive the medication. At the end of the study, all the animals were Killed to determine cytological, histological changes and hematological indices. The result showed statistically significant differences ($p \leq 0,001$) of total number of leukocytes, total number of erythrocytes, hemoglobin level and content of platelets but they were all within the physiological norm. As a result of the study the *Rumex tianschanicus* extract pharmacological properties were evaluated and its potential effect on the hematological parameters of rats during the treatment of experimental gastritis accessed. It was discovered that the *Rumex tianschanicus* extract has no pathological effect on peripheral blood and hemopoiesis during the period of its use. In this regard, the extract of *Rumex tianschanicus* is recommended for further in-depth research in experimental conditions, followed by a transition to clinical trials.

Keywords: gastritis, rats, *Rumex tianschanicus*, hematology parameters, blood, plant extract.

Introduction

The problem of gastritis and diseases of gastrointestinal tract has not lost relevance today due to the high prevalence of the disease.

Diseases of the gastrointestinal tract are among the five most common diseases in the world. And out of the total number of gastrointestinal diseases the most common are gastritis and 30 % is due to peptic ulcer disease, this is approximately 10 % of the total population of the globe [1]. Gastritis is thought to affect about half of people worldwide. The incidence rate increases with age [2]. In 2013, about 90 million new cases were reported [3]. And statistics of 2020 shows that globally, 50.8 % of the populations in developing countries suffer from gastritis [4, 5]. It means that the numbers are increases every year.

The main surface injuries of the mucous membrane are erosions, which have the form of spot hemorrhages [6].

Gastritis, despite the apparent «simplicity» of the disease, continues to create difficulties for clinicians in diagnosis and treatment. Almost half of the global population suffers from diseases of the gastrointestinal tract. Statistics clearly show that in the structure of gastrointestinal diseases, more than 80 % is gastritis [7]. Today, this serious disease affects not only adults, but also school-age children.

Therefore, the treatment of gastritis is relevant, and we propose treatment with sorrel extract, which has low toxicity and is obtained from plant raw materials that grow in our country.

In the Republic of Kazakhstan there is a species of Tien Shan sorrel *Rumex tianschanicus*, a relative of *Rumex*. According to G.T. Sitpaeva (2019), *Rumex tianschanicus* is among the wild varieties of agricultural crops in the Tien Shan of Kazakhstan, which, in addition to other species, are recommended for harvesting as industrial crops. In addition, these studies have revealed that the species *Rumex tianschanicus* is found in the Kungei Alatau range in the Almaty region, in the Big bare gorge (Bolshoi Zhalanash gorge). They were also found in the Ile-Alatau National Park, also near the Nurly Tau and Tau-Samal microdistricts [8].

Currently, one of the potential ways to improve the efficacy of different disease treatments is to use medicines derived from medicinal plant raw materials. Based on quantitative phytochemical and qualitative

component analyses, the leaves, stems and roots of *Rumex tianschanicus* Losinsk contain anthocyanin, anthraquinone, coumarin and flavonoid metabolites [9].

Rumex tianschanicus Losinsk is a medicinal plant that used in folk medicine for diseases of the gastrointestinal tract, liver and many skin pathologies. It contains anthracene derivatives, tannins, flavonoids, naphthols, macro — and microelements, catechins, saponins, alkaloids, polysaccharides, which are responsible for a wide range of therapeutic activity [10].

As Fedulova et al. (2015) noted in their work, it has changes in the hematological blood value of rats taking aspirin are observed.

Material and Methodology

The material of the study was non-steroidal anti-inflammatory drug aspirin (acetylsalicylic acid, ASA), used to induce gastritis for the subsequent study of the drug based on *Rumex tianschanicus*. Aspirin causes inflammation on the stomach lining [11].

The object of the study was three-month-old white laboratory rats (n = 45, 22 females and 23 males). They were placed in different cages to avoid accidental mating. They had a well-balanced diet with vitamins and clean running water before and during the experiments. All experimental studies were carried out in accordance with the rules set out in the manual «Rules for conducting preclinical studies, biomedical and clinical trials in the Republic of Kazakhstan» (dated July 25, 2007 № 442). During the experiment, the behavior and well-being of the animals of the experimental groups was monitored and compared with the behavior and well-being of the control animals.

The experiment consists of two main groups: intact: 15 rats were given placebo, and experiment groups 30 rats were given the aspirin.

The experimental groups of murine were treated with aspirin 160 mg/kg, orally once daily for 5 consecutive days to induce acute inflammation gastritis [12].

After registration of gastritis rats were grouped into 3 to be treated with medication based on *Rumex tianschanicus*. First group took 100 mg/kg for 10 days, orally, once a day. Second group took 50 mg/kg for 10 days, orally, once a day. Third group did not get the medication.

At the end of the research, animals had been killed under anesthesia [13].

For hematological studies, the blood of rats was collected by cardiac puncture in two separate vial with K3 EDTA and gel with activator. Hematological analyses were performed using Sysmex XS 550-i automatic hematological analyzer (Japan).

The organs of GI tract such as esophagus, stomach, intestine, liver, kidneys and heart was collected for histological preparations in order to determine the effect of the drug in experimental groups of animals. They were weighed and macro photography was taken.

Stomach was dissected out and opened along the greater curvature. The inner surface was rinsed with normal saline to remove food leftovers and blood contaminant, if present. The stomach print was done for cytological examination. Also, it was sent for histological examination in 10 % formalin [14].

The aspirin group's GI tract was carefully studied for the presence of erosions proving the manifestation of acute gastritis. In the rats tested, the erosion of the mucous membrane of stomach and the hyperemia were identified.

A condition in which there is an excess of blood in the vessels of a body organ or tissue is known as hyperemia [15]. As more blood enters the body, the mucous membrane becomes redder (hyperemia) and swells. After that we study the effects of drug based on *Rumex tianschanicus* at rats which showed signs of stomach inflammation.

From that point, the action of the drug based on *Rumex tianschanicus* on rats with signs of gastritis was investigated. The gastrointestinal tracts of rats were studied 10 days after the drug was administered.

Macro-images of experimental rats after drug administration revealed that the mucous membrane of the stomach was not exposed to erosion, and thus inflammation was reduced.

The obtained data was statistically processed using standard methods in the program «Statistica-6.0». The Student's t-test was used to determine the significance of the differences in the arithmetic mean. Statistically significant differences were defined as $p < 0,001$.

Results and Discussion

According to Muzychkina et al. [9], the root of *Rumex tianschanicus* contains anthracene derivatives-3-methyl-1,8,9,10-tetraoxide dihydroanthracene-9,10 (1,8-dioxy-3-methylanthranol-9,10). The presence of anthracene-derived substances has a positive effect on the gastrointestinal tract of the body [10].

During the experiment, we measured the rats and analyzed their data. Initial weight is 250 ± 50 g. When taking aspirin, the rat's weight is significantly reduced to 13 ± 2 grams. According to our data, due to inflammation of the mucous membranes of the stomach rats could not eat normally. Then after treatment with the drug there is a slight increase in weight up to 8 ± 3 grams.

During the period of studies in rats of experimental and control groups, it was noted that the administration of extract did not have visible deviations in the condition of the animals. Before rats took aspirin, they were quite active, mobile, and good at eating food and taking water. During the establishment of gastritis, the activity decreased, the food was eaten poorly, the defecation has changed, and it was liquid. But as soon as they started to ingest the extract, their condition improved. In the following days, the feed intake and water intake significantly increased. They also started to gain weight. The feces were fully formed, acquired a dense consistency. The condition of the animals has stabilized. On the 5th day after applying the extract, their condition improved and there was no gastritis. Our extract also had a good effect on hematopoiesis, erythropoiesis. No side effects of the extract were observed in animals.

Inflammation of the mucous membrane of the stomach, caused by aspirin, is characterized by small erosions (1–5 mm). As a result, rats eat less or less on an acute basis and weigh less than before. The color of the stomach mucous membrane returned to normal on the fifth day of treatment.

The results of this research of the comparative assessment of the hematological parameters of the observed groups are presented in Table.

Table

Hematological parameters of blood from rats in the intact group, with gastritis and experimental treatment with *Rumex tianschanicus*

Indicator name, unit of measurement	International abbreviation	Control group (intact)	Acute experimental gastritis	Drug treatment with <i>Rumex tianschanicus</i> extract
The total number of leukocytes, $10^9/L$	WBC	6.66 ± 0.28	$8.94 \pm 0.38^*$	$8.37 \pm 0.36^*$
Total red blood cell count, $10^{12}/L$	RBC	6.31 ± 0.97	7.06 ± 1.08	6.50 ± 1.02
Hemoglobin level, g/L	HGB	136.60 ± 6.23	$153.70 \pm 6.01^*$	$153.61 \pm 6.14^*$
Total platelet count, $10^9/L$	PLT	413.40 ± 23.00	363.79 ± 17.80	390.95 ± 22.70
Absolute neutrophil count, $10^9/L$	Neut	3.03 ± 0.18	$3.92 \pm 0.60^*$	$3.68 \pm 0.45^*/**$
Absolute lymphocyte count, $10^9/L$	Lymph	3.00 ± 0.23	$4.33 \pm 0.39^*$	$4.11 \pm 0.27^*/**$
Absolute content of monocytes, $10^9/L$	Mono	0.44 ± 0.10	0.50 ± 0.17	0.47 ± 0.11
Absolute eosinophil content, $10^9/L$	Eos	0.16 ± 0.05	0.17 ± 0.10	0.06 ± 0.02
The absolute content of basophils, $10^9/L$	Baso	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.005	0.04 ± 0.01
The relative content of neutrophils, %	Neut	45.33 ± 5.53	43.86 ± 8.67	43.77 ± 5.09
The relative content of lymphocytes, %	Lymph	45.04 ± 3.86	48.45 ± 8.63	49.20 ± 3.27
The relative content of monocytes, %	Mono	6.84 ± 1.97	5.56 ± 1.97	5.76 ± 1.67
The relative content of eosinophils, %	Eos	2.55 ± 0.16	1.99 ± 0.13	$0.80 \pm 0.14^*/**$
The relative content of basophils, %	Baso	0.14 ± 0.03	0.15 ± 0.01	0.17 ± 0.09
* — statistically significant differences in relation to the control group ($p \leq 0,001$)				
** — statistically significant differences in relation to the group with experimental gastritis ($p \leq 0,001$)				

As shown in the table, there were statistically significant variations ($p \leq 0,001$) between the hematological parameters of experimental animals, including the total number of leukocytes, total number of erythrocytes, hemoglobin level and content of platelets, as shown in the Table, but they were all within the physiological norm. When calculating the number of erythrocytes $7.06 \pm 1.08 \times 10^{12}/L$ in animals of the second group with experimental gastritis, it was discovered that the arithmetic mean values of the amount of these elements are normal and do not differ significantly from the indicators of clinically healthy animals from the

first $6.31 \pm 0.97 \times 10^{12}/L$ control group. The statistically significant ($p \leq 0,001$) total number of leukocytes with experimental gastritis was $8.94 \pm 0.38 \times 10^9/L$ in comparison with $6.66 \pm 0.8 \times 10^9/L$ in the intact group which indicates the inflammation process. The hemoglobin content in animals with experimental gastritis 13.60 ± 6.23 g/L was significantly different ($p \leq 0,001$) in relation to the control group 153.70 ± 6.01 g/L. Here we see minor relative changes. Small relative changes were also observed only in the content of platelets in animals of the second group with experimental gastritis $363.79 \pm 17.80 \times 10^9/L$ versus $413.40 \pm 23.00 \times 10^9/L$ of the control group. We assume it is related to aspirin consumption and the thinning effect of aspirin on the blood [16].

The relative content of different types of leukocytes in animals of the second group did not significantly change in relation to the leukogram of control animals.

At the second stage of the study, after applying the correcting gastritis extract of *Rumex tianschanicus* the following picture was observed: the level of hemoglobin in the third group showed significant ($p \leq 0,001$) changes 153.61 ± 6.14 in relation to control group. In contrast to the control group, the number of leukocytes in the third group increased significantly to $8.37 \pm 0.36 \times 10^9/L$. The number of erythrocytes was without significant changes $6.50 \pm 1.02 \times 10^9/L$. There are no significant changes in number of platelets in the third group $390.95 \pm 22.70 \times 10^9/L$.

Also, we observed the significant difference between absolute neutrophil count $3.68 \pm 0.45 \times 10^9/L$ and absolute lymphocyte count $4.11 \pm 0.27 \times 10^9/L$ of third group in relation to second group and first group. The relative content of different types of leukocytes in the third group of animals did not differ significantly from the leukogram of the other groups of animals, with the exception of a significant ($p \leq 0,001$) change in the relative content of eosinophils of 0.80 ± 0.14 % compared to the experimental and intact groups.

Thus, as a result of a comparative analysis of the hematological parameters of three groups: intact, experimental with aspirin only and aspirin with *Rumex tianschanicus* extract treatment, statistically significant ($p \leq 0,001$) changes were revealed, but they were all within the physiological norm.

The food consumption and body weight gain or loss was according to A. Modinat et al (2017). They state that nutrient digestion and absorption by the direct effect on gastric and intestinal mucosal cells have decreased by non-steroidal anti-inflammation drugs (NSAIDs).

According to other [17] researchers investigating the blood parameters in experimental chronic gastritis the content of erythrocytes, hemoglobin in erythrocytes and platelets varied to a low degree in comparison to intact animals indices, in line with the findings of our research. In 27 % of animals an increase leukocytes and monocytes number in the blood, along with increase of all forms of granulocytes in the blood composition: basophilic, neutrophilic, and eosinophilic, indicates the onset of an inflammatory process.

Similar studies [17] have revealed thrombocytopenia associated with a decrease in platelet formation, indicating the presence of acetylsalicylic acid intoxication, which is consistent with our findings. According to other studies [13], aspirin treated groups had lowered RBC and hemoglobin concentration when compared with phytopreparation treated groups.

The established gastroprotective effect of the extract of *rumex tianschanicus* is due to the synergism of the action of biologically active substances contained in the herbal remedy (flavonoids, tannins, vitamins, organic acids, etc.) [18].

Herbal medicinal products have 5 times less frequent adverse reactions compared for other medications. There is a relatively low toxicity of phytopreparations. It is easy to use them either orally or externally with the procedure used to apply phytopreparations [19].

Phytopreparations are well compatible with synthetic drugs and can greatly improve the therapeutic effects with their appropriate combination. Unlike the synthetic drugs, the phytopreparations have a minimal, medium and normal impact on the body; have a therapeutic effect that develops steadily, but gradually [20].

Similar studies [13] used the *Vernonia amygdalina* (del.) leaf methanol extract to measure the impact on the stomach ulcer. The therapeutic effect is demonstrated by the presence of alkaloids, flavonoids, tannins, cardiac glycosides and terpenoids.

Phytopreparations are increasingly favored in modern medical practice because of their many beneficial features. They include low-toxicity at optimal effectiveness, a wide variety of treatment effects, a broad organo-protective impact, harmonizing effects on all bodies and processes in the body, minimal side effects and relatively low prices compared to synthetic medicine.

Conclusion

There were no deterioration or side effects observed in the rats during the experimental intake of the extract. The rats' condition has stabilized as a result of the treatment.

In this study administration of *Rumex tianschanicus* extract reduced aspirin-induced gastritis and normalized hematological parameters of rats. Overall, the findings supported the beneficial and non-toxic effects of *Rumex tianschanicus* extract in preventing gastric ulcer development in experimental acute gastritis rats suggesting the possibility of an alternative gastritis treatment. In addition, the data obtained from experiment indicates there are no toxic and damaging effects of activation and inhibition on hematopoiesis when the extract is administered enterally to rats. Our study found that *Rumex tianschanicus* root extract with high anthraquinone content has a significant therapeutic effect in the experimental treatment of gastritis.

As a result of the research carried out to evaluate the pharmacological properties of the *Rumex tianschanicus* extract and its potential effect on the hematological parameters of rats during the treatment of experimental gastritis, it was discovered that the *Rumex tianschanicus* extract has no pathological effect on peripheral blood and hemopoiesis during the period of its use. In this regard, the extract of *Rumex tianschanicus* is recommended for further in-depth research in experimental conditions, followed by a transition to clinical trials.

References

- 1 Snowden F.M. Emerging and reemerging diseases: a historical perspective / F.M. Snowden // *Immunol.* — 2008. — Vol. 225 (1). — P. 9–26.
- 2 Ferri F.F. Ferri's Clinical Advisor 2013, 5 Books in 1, Expert Consult — Online and Print / F.F. Ferri // Elsevier Health Sciences. — 2012. — P. 165–178.
- 3 Vos T. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013 / T. Vos, C. Allen, M. Arora, et al. // *The Lancet.* — 2015. — Vol. 386, Iss. 10053. — P. 1545–1602.
- 4 Evelyn P.T. Epidemiological and clinical-pathological aspects of helicobacter pylori infection in brazilian children and adults / P.T. Evelyn, F.M. Fernanda, P.D. Mayra, O.M. Luiz, A.P. Marcela, S.B. Viviane, et al. // *Gastroenterology Research & Practice.* — 2018. — Vol. 2018. — P. 8–16.
- 5 Marcis L. Epidemiology of Helicobacter Pylori Infection / L. Marcis, S. Olga, P. Jelizaveta, N. Yaron // *Wiley Helicobacter.* — 2018. — Vol. 23(1). — e12514.
- 6 Brooks F.P. The pathophysiology of peptic ulcer disease / F.P. Brooks // *Digestive Diseases and Sciences.* — 1985. — Vol. 11(30). — P. 15–29.
- 7 Blaser M.J. Who are we? Indigenous microbes and the ecology of human diseases / M.J. Blaser // *EMBO Reports.* — 2006. — Vol. 7 (10). — P. 956–960.
- 8 Sitpayeva G.T. Crop wild relatives of Kazakhstani Tien Shan: Flora, vegetation, resources / G.T. Sitpayeva, G.M. Kudabayeva, L.A. Dimeyeva, N.G. Gemejiyeva, P.V. Vesselova // *Plant Diversity.* — 2020. — Vol. 42, Iss. 1. — P. 19–32.
- 9 Музычкина П.А. Компонентный состав и биологическая активность полифенольных метаболитов *Rumex tianschanicus* Los. / П.А. Музычкина, Н.В. Курбатова, Д.Ю. Корулькин // *Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. биол.* — 2016. — № 4 (69). — P. 22–31.
- 10 Литвиненко Ю.А. Гепатопротекторная активность фитопрепаратов некоторых казахстанских видов щавелей / Ю.А. Литвиненко, Д.А. Бегимбетова, Т.М. Шалахметова, П.А. Музычкина // *Изв. НАН Республики Казахстан. Сер. хим.* — 2007. — № 2. — С. 26–28.
- 11 Vane J.R. The mechanism of action of aspirin / J.R. Vane, R.M. Botting // *Thrombosis Research.* — 2003. — Vol. 110, Iss. 5–6. — P. 255–258.
- 12 Tantcheva L. Influence of hydrocortisone on the analgesic effect, toxicity and metabolism of aspirin in mice / L. Tantcheva, T. Stoytchev, D. Rangelova // *General Pharmacology: The Vascular System.* — 1997. — Vol. 28(1). — P. 123–128.
- 13 Adefisayo M.A. Gastro-protective effect of methanol extract of Vernonia amygdalina (del.) leaf on aspirin-induced gastric ulcer in Wistar rats / M.A. Adefisayo, R.O. Akomolafe, S.O. Akinsomisoye, Q.K. Alabi, O.L. Ogundipe, J.G. Omole, K.P. Olamilosoye // *Toxicology Reports.* — 2017. — Vol. 4. — P. 625–633.
- 14 Blackler R. Gastrointestinal-Sparing Effects of Novel NSAIDs in Rats with Compromised Mucosal Defence / R. Blackler, S. Syer, M. Bolla, E. Ongini, J.L. Wallace // *PLOS ONE.* — 2012. — Vol. 7(4). — e35196.
- 15 Larauche M. Effect of dietary nitric oxide on gastric mucosal mast cells in absence or presence of an experimental gastritis in rats / M. Larauche, L. Buéno, J. Fioramonti // *Life Sciences.* — 2003. — Vol. 73, Iss. 12. — P. 1505–1516.
- 16 Lee J. Recovery time of platelet function after aspirin withdrawal / J. Lee, J.K. Kim, J.H. Kim, T. Dunuu, S.H. Park, S.J. Park, J.Y. Kang, R.K. Choi, M.S. Hyon // *Current therapeutic research, clinical and experimental.* — 2014. — Vol. 7. — P. 26–31.
- 17 Федулова Л.В. Взаимосвязь экспериментального гастрита с гематологическими показателями крови / Л.В. Федулова, А.А. Сорокина // *Евразийский союз ученых. Биологические науки.* — 2015. — № 7 (16). — С. 117–120.

18 Поветьева Т.Н. Особенности адаптогенного действия лекарственных растений: учеб. / Т.Н. Поветьева, В.Г. Пашинский. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005. — 172 с.

19 Николаева И.Г. Разработка и стандартизация средств растительного происхождения, обладающих адаптогенной активностью: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / И.Г. Николаева. — Улан-Удэ, 2012. — 48 с.

20 Кривошеева Е.М. Спектр фармакологической активности растительных адаптогенов / Е.М. Кривошеева, Е.В. Фефелова, С.Т. Кохан // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 6. — С. 85–88.

А.К. Шоқан, И.Б. Гинаятова, Д.М. Ергозова, Н.О. Кудрина,
Д.Ю. Корулькин, Н.В. Терлецкая, Н.К. Корбозова

***Rumex tianschanicus* Losinsk сығындысының тәжірибелік гастрит кезіндегі гематологиялық көрсеткіштерге әсері**

Гастрит — бұл асқазан-ішек жолдарының ең көп таралған ауруы, асқазан жарасы ауруы барлық жағдайлардың 30 %-ын құрайды, әлем халқының шамамен 10 % -ына әсер етеді. 2020 жылғы статистикаға сәйкес дамушы елдер тұрғындарының 50,8 % -ы гастритпен ауырады және бұл сан жыл сайын артып келеді. Бұл зерттеуде *Rumex tianschanicus* тамырынан алынған сығындыны егеуқұйрықтарға аспирина беру арқылы туындаған гастритке медициналық әсері зерттелді. Салмағы 250 ± 50 г болатын қырық бес егеуқұйрық алынып, екі топқа бөлінді: 1-топтың егеуқұйрықтары (бақылау) плацебо алды, ал 2-топ жедел тәжірибелік гастрит индукциясы үшін күніне бір рет 160 мг/кг ацетилсалицил қышқылын пероральді қабылдады. Гастрит тіркелгеннен кейін егеуқұйрықтар үш топқа бөлініп, *Rumex tianschanicus* L. сығындысын қабылдады, бірінші топқа күніне бір рет он күн бойы 100 мг/кг пероральді берілді. Ал екінші топ он күн бойы күніне бір рет 50 мг/кг пероральді қабылдады. Үшінші топ *Rumex tianschanicus* L. сығындысын қабылдаған жоқ. Зерттеу соңында барлық жануарлар цитологиялық, гистологиялық өзгерістер мен гематологиялық көрсеткіштерді анықтау үшін ұйықтатылды. Нәтижеде лейкоциттердің және эритроциттердің жалпы санының, гемоглобин деңгейінің және тромбоциттер құрамының статистикалық маңызды айырмашылықтарын көрсетті ($p \leq 0,001$), бірақ олардың барлығы физиологиялық норманың шегінде болды. *Rumex tianschanicus* сығындысының фармакологиялық қасиеттерін және оның тәжірибелік гастритті емдеу кезінде егеуқұйрықтардың гематологиялық параметрлеріне ықтимал әсерін бағалау үшін жүргізілген зерттеу нәтижесі *Rumex tianschanicus* сығындысы перифериялық қан мен гемопозге (қан түзілу) патологиялық әсер етпейтіні анықталды. Осыған байланысты *Rumex tianschanicus* сығындысы клиникалық сынақтарды тәжірибелік жағдайда одан әрі тереңірек зерттеу үшін ұсынылған.

Кілт сөздер: гастрит, егеуқұйрықтар, *Rumex tianschanicus*, гематологиялық көрсеткіштер, қан, өсімдік сығындысы.

А.К. Шоқан, И.Б. Гинаятова, Д.М. Ергозова, Н.О. Кудрина,
Д.Ю. Корулькин, Н.В. Терлецкая, Н.К. Корбозова

Влияние экстракта *Rumex tianschanicus* Losinsk на гематологические показатели при экспериментальном гастрите

Гастрит — наиболее распространенное заболевание желудочно-кишечного тракта, при этом язвенная болезнь составляет 30 % всех случаев, поражая примерно 10 % населения мира. Согласно статистике за 2020 год, 50,8 % населения развивающихся стран страдает гастритом, и это число ежегодно увеличивается. В статье изучены медицинские эффекты экстракта корня *Rumex tianschanicus* на индуцированный аспирином гастрит у крыс. Сорок пять крыс весом 250 ± 50 г были разделены на две группы: крысы группы 1 (контроль) получали плацебо, а группа 2 получала ацетилсалициловую кислоту 160 мг/кг перорально один раз в день в течение 5 дней подряд для индукции острого экспериментального гастрита. После регистрации гастрита крысы были разделены на три группы и получали экстракт *Rumex tianschanicus* L. Первой группе давали 100 мг/кг перорально один раз в день в течение десяти дней. Вторая группа получала 50 мг/кг перорально один раз в день в течение десяти дней. Третья группа не получала лекарства. В конце исследования всех животных умерщвляли для определения цитологических, гистологических изменений и гематологических показателей. Результат показал статистически значимые различия ($p \leq 0,001$) общего количества лейкоцитов, общего количества эритроцитов, уровня гемоглобина и содержания тромбоцитов, но все они были в пределах физиологической нормы. В результате исследования, проведенного для оценки фармакологических свойств экстракта *Rumex tianschanicus* и его потенциального влияния на гематологические параметры крыс во время лечения экспериментального гастрита, было обнаружено, что экстракт *Rumex tianschanicus* не оказывает патологического действия на периферическую кровь и кроветворение в период его использования. В

связи с этим экстракт *Rumex tianschanicus* рекомендован для дальнейшего углубленного исследования в экспериментальных условиях с последующим переходом к клиническим испытаниям.

Ключевые слова: гастрит, крысы, *Rumex tianschanicus*, гематологические показатели, кровь, растительный экстракт.

References

- 1 Snowden, F.M. (2008). Emerging and reemerging diseases: a historical perspective. *Immunol.*, 225 (1); 9–26.
- 2 Ferri, F.F. (2012). *Ferri's Clinical Advisor 2013, 5 Books in 1, Expert Consult — Online and Print*. Elsevier Health Sciences.
- 3 Vos, T., Allen, C., Arora, M. & al. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 386 (10053); 1545–1602.
- 4 Evelyn, P.T., Fernanda, F.M., Mayra, P.D., Luiz, O.M., Marcela, A.P., Viviane, S.B. & al. (2018). Epidemiological and clinical-pathological aspects of helicobacter pylori infection in brazilian children and adults. *Gastroenterology Research & Practice*, 2018; 8–16.
- 5 Marcis, L., Olga, S., Jelizaveta, P., Yaron, N. (2018). Epidemiology of Helicobacter Pylori Infection. Wiley *Helicobacter*, 23(1); e12514.
- 6 Brooks, F.P. (1985). The pathophysiology of peptic ulcer disease. *Digestive Diseases and Sciences*, 11(30); 15–29.
- 7 Blaser, M. J. (2006). Who are we? Indigenous microbes and the ecology of human diseases. *EMBO Reports*, 7 (10); 956–960.
- 8 Sitpayeva, G.T., Kudabayeva, G.M., Dimeyeva, L.A., Gemejiyeva, N.G. & Vesselova, P. V. (2020). Crop wild relatives of Kazakhstani Tien Shan: Flora, vegetation, resources. *Plant Diversity*, 42, 1; 19–32.
- 9 Muzychkina, R.A., Kurbatova, N.V. & Korulkin, D. (2016). Komponentnyi sostav i biologicheskaya aktivnost polifenolnykh metabolitov *Rumex tianschanicus* A. Los. [Component composition and biological activity of polyphenolic metabolites of *Rumex tianschanicus* A. Los.]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Seriya biologicheskaya — Bulletin of KazNU, series biological*, 4(69); 22–31 [in Russian].
- 10 Litvinenko, Yu.A., Begimbetova, D.A., Shalahmetova, T.M. & Muzychkina, R.A. (2007). Gepatoprotektsionnaya aktivnost fitopreparatov nekotorykh kazakhstanskikh vidov shchhavelei [Hepatoprotective activity of phytopreparations of some species of Rumex]. *Ivestiia Natsionalnoi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya khimicheskaya — New of National Academy of Science, series chemical*, 2; 26–28 [in Russian].
- 11 Vane, J.R. & Botting, R.M. (2003). The mechanism of action of aspirin. *Thrombosis Research*, 110, 5–6; 255–258.
- 12 Tantcheva, L., Stoytchev, T. & Rangelova, D. (1997). Influence of hydrocortisone on the analgesic effect, toxicity and metabolism of aspirin in mice. *General Pharmacology: The Vascular System*, 28(1); 123–128.
- 13 Adefisayo, M.A., Akomolafe, R.O., Akinsomisoye, S.O., Alabi, Q.K., Ogundipe, O.L., Omole, J.G. et al. (2017). Gastroprotective effect of methanol extract of *Vernonia amygdalina* (del.) leaf on aspirin-induced gastric ulcer in Wistar rats. *Toxicology Reports*, 4; 625–633.
- 14 Blackler, R., Syer, S., Bolla, M., Ongini, E. & Wallace, J.L. (2012). Gastrointestinal-Sparing Effects of Novel NSAIDs in Rats with Compromised Mucosal Defence. *PLOS ONE*, 7(4); e35196.
- 15 Larauche, M., Buéno, L. & Fioramonti, J. (2003). Effect of dietary nitric oxide on gastric mucosal mast cells in absence or presence of an experimental gastritis in rats. *Life Sciences*, 73, 12; 1505–1516.
- 16 Lee, J., Kim, J.K., Kim, J.H., Dunuu, T., Park, S.H., Park, S.J., et al. (2014). Recovery time of platelet function after aspirin withdrawal. *Current therapeutic research, clinical and experimental*, 7; 26–31.
- 17 Fedulova, L.V. & Sorokina, A.A. (2015). Vzaimosvaz eksperimentalnogo gastrita s gematologicheskimi pokazateliami krovi [Relationship of experimental gastritis to blood hematology]. *Evrasiiskii soiuz uchenykh. Biologicheskie nauki — Eurasian Unit of scientists, series biology*, 7 (16); 117–120 [in Russian].
- 18 Poveteva, T.N. & Paşinskii, V.G. (2005). *Osobennosti adaptogennogo deistviia lekarstvennykh rastenii [Features of adaptogenic action of medicinal plants]*. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo pedagogicheskogo universiteta [in Russian].
- 19 Nikolaeva, I.G. (2012). Razrabotka i standartizatsiya sredstv rastitelnogo proishozhdeniia, obladaiushchikh adaptogennoi aktivnostiu [Development and standardization of plant-based agents with adaptogenic activity]. *Thesis PhD*. Ulan-Ude [in Russian].
- 20 Krivosheeva, E.M., Fefelova, E.V. & Kohan, S.T. (2011). Spekr farmakologicheskoi aktivnosti rastitelnykh adaptogenov [Spectrum of pharmacological activity of plant adaptogens]. *Fundamentalnye issledovanie — Fundamental research*, 6; 85–88 [in Russian].

Ж.Т. Суюндикова^{1*}, Д.Т. Конысбаева², Г.К. Баубекова¹

¹Ө. Сұлтангазин атындағы Қостанай мемлекеттік педагогикалық университеті, Қазақстан

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

*Хат-хабарларға арналған автор: forwork.zhanar@mail.ru

Студенттердің физикалық дамуының индекстік бағасы

Мақалада екі этностық топ, яғни студент қыздардың физикалық дамуын индекстер арқылы бағалаудың салыстырмалы зерттеу материалдары берілген. Физикалық даму тек жас ұрпақтың ғана емес, сонымен қатар жалпы халықтың денсаулығының маңызды индикаторларының бірі болып табылады. Физикалық даму индекстері — жеке антропометриялық белгілердің арақатынасын көрсетеді, бұл оларды халықты жаппай зерттеу кезінде физикалық дамуды шамамен бағалау үшін, сондай-ақ әртүрлі қоршаған орта факторларының ағзаға әсерін талдау үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Зерттеуге Қостанай мемлекеттік педагогикалық университетінде оқитын 17–20 жас аралығындағы 336 студент-қыздар қатысты. Зерттеулер негізгі биоэтикалық ережелерге сәйкес жүргізілді. Барлық зерттеулер сессия аралық кезеңде өткізілді. Күннің бірінші жартысында орындалды. Зерттелушілер ұлтына байланысты екі топқа бөлінді: бірінші топта қазақ ұлтының, екінші топта — славян ұлтының студент қыздары. Зерттелген топтарда негізгі антропометриялық (дене ұзындығы, салмағы, кеуде қуысының шеңбері), физиометриялық параметрлер (өкпенің тіршілік сыйымдылығы, қолдың күші, қан қысымы), антропометрлік (Кетле, Пинье, Мануврие) және функционалдық индекстері (Робинсон, Скибинский, өмірлік және динамометриялық индекстер) анықталды. Зерттелген екі топтың арасында негізгі антропометриялық көрсеткіштерде, Мануврие индексі мен өмірлік индексі бойынша айқын айырмашылықтар байқалды. Анықталған екінші топтағы студент қыздардың орташа топтық көрсеткіштерінің жоғары болуы — ағзаның морфофункционалды ерекшеліктерінің генетикалық бейімділігіне байланысты болды.

Кілт сөздер: студент-қыздар, физикалық даму, этностық топ, антропометрлік көрсеткіштер, функционалдық параметрлер, денсаулық индикаторы, Мануврие индексі, өмірлік индек.

Kipicne

Адам денсаулығының маңызды көрсеткіштерінің бірі физикалық даму болып табылады. Физикалық денсаулық — студенттердің үйлесімді дамуын анықтайтын жетекші фактор. Ол өмір сүру ортасының түрлі факторларына бейімделу мүмкіндіктерімен ғана емес, сонымен қатар физикалық даму деңгейімен де сипатталады. Сондықтан денсаулық — олардың мамандық игеруіне, болашақ кәсіби қызметінің жемісті болуына және студенттердің жалпы өмір сүру әл-ауқатына әсерін тигізеді.

Жоғарыда айтылғанды ескере отырып, физикалық дамудың индекстік бағасын анықтау неғұрлым өзекті болып табылады. Ал бір экологиялық аймақта тұратын адамдар тобының морфофункционалды параметрлерінің этносаралық айырмашылықтары генотиптік белгілердің бар екені туралы айтуға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты: студенттердің физикалық дамуының индекстік бағасының топаралық айырмашылықтарын анықтау.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу Қостанай мемлекеттік педагогикалық университетінде жүргізілді. Зерттеуге 17–20 жас аралығындағы әртүрлі мамандықтардың 1–3 курстың студенттер-қыздары қатысты. Зерттелгендердің жалпы саны 336 адам.

Зерттелушілер ұлтына байланысты екі топқа бөлінді: бірінші топта (I топ) қазақ ұлтының студенттері, екінші топта (II топ) — славян ұлтының студенттері. Зерттеулер негізгі биоэтикалық ережелерге сәйкес, күннің бірінші жартысында жүргізілді. Барлық зерттеулер сессияаралық кезеңде өткізілді. Қойылған мақсатқа жету үшін мына зерттеу әдістері қолданылды: антропометриялық көрсеткіштер (дене ұзындығы, дене салмағы, кеуде қуысының шеңбері), физиометриялық параметрлер (өкпенің тіршілік сыйымдылығы (ӨТС), динамометрия, жүрек соғысының жиілігі (ЖСЖ), артериалдық қысым (АҚ) және индекстер әдісі арқылы анықталды [1]. Зерттеу нәтижелері Microsoft Excel 7.0 және Statistica v. 6.0. статистикалық бағдарламасы арқылы өңдеуден өтті. Алынған мәліметтерге сипаттау статистикасының әдістерін пайдалана отырып, талдау жүргізілді. Әрбір зерттелген белгі үшін: орташа арифметикалық (M), орташа арифметикалық қате (m) есептелінді. $p \leq 0,05$ кезінде зерттелген мәндердің айырмашылықтарының дұрыстығы анықталады.

Нәтижелер мен талқылаулар

Зерттелген студенттер контингентінің физикалық даму ерекшеліктерін зерттеу мақсатында, екі зерттелген топқа антропометриялық зерттеу жүргізілді, оның нәтижесі 1-ші кестеде көрсетілген.

1 кесте

Зерттелген студенттердің физикалық дамуының антропометриялық көрсеткіштері, ($M \pm m$)

Көрсеткіштер	n	Дене ұзындығы, см	Дене салмағы, кг	КҚШ (кеуде қуысының шеңбері), см
I топ	191	161,2±0,4*	55,2±0,6*	83,6±0,4*
II топ	145	164,6±0,5	58,2±0,7	85,3±0,5

*Ескерту: * — зерттелген топтар арасындағы көрсеткіштердің нақты айырмашылықтары ($p \leq 0,05$ кезінде)*

I топтағы зерттелген қыздардың физикалық дамуының орташа топтық антропометриялық көрсеткіштерінің абсолюттік мәндері II топтағы студенттерге қарағанда ($p \leq 0,05$) төмен екені анықталды (1-ші кесте).

I топтағы қыздардың дене салмағы II топтағы қыздарға қарағанда төмен болды.

Кеуде қуысы шеңберінің мәндерін талдау II топтағы қыздармен салыстырғанда, I топтағы студенттерде диагностикаланатын параметрдің аз мәнін көрсетті. Жалпы алғанда, қазақ қыздарының денесі статистикалық жағынан едәуір өлшемдері аз екені нақты анықталған, аймақтың ерекше климатографиялық жағдайларында экологиялық бейімделуі салдарынан ұлты қазақ адамдардың конституциялық ерекшеліктерінің пайда болуы генетикалық детерминантылығын куәландырады. Алынған нәтижелер басқа авторлардың жұмыстарымен сәйкес келеді [2; 3; 4].

Антропометриялық көрсеткіштерінің абсолюттік мәндері студенттердің морфологиялық мәртебесінің ұлтаралық айырмашылықтың болуын толық көлемде көрсете алмайды. Сол себептен физикалық дамуды қосымша бағалау үшін сандық индекстер пайдаланылды.

Физикалық даму индекстері жеке антропометриялық белгілердің арақатынасын білдіреді, бұл халықты жаппай зерттеу барысында физикалық дамуды шамамен бағалау үшін, сондай-ақ түрлі орта факторлардың ағзаға әсерін талдау үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Антропометриялық көрсеткіштерді сапалы бағалау Кетле, Пинье, Мануврие және Эрисман индекстерінің негізінде берілген.

Индекстер әдісіне негізделген соматотипологиялық ерекшеліктердің сандық бағалау нәтижелері 2-ші кестеде көрсетілген.

Зерттелген студенттердің антропометриялық индекстері, (M±m)

Көрсеткіш	n	Кетле индексі, ш.б.	Пинье индексі, ш.б.	Мануврие индексі, ш.б.	Эрисман индексі, ш.б.
I топ	191	21,2±0,2	23,4±0,9	85,2±0,7	3,0±0,4
II топ	145	23,3±1,2	20,2±1,6	89,6±1,3*	3,1±0,5

*Ескерту: * — орташа топтық көрсеткіштердің нақты айырмашылықтары ($p \leq 0,05$ кезінде)*

Зерттелген студенттердің салыстырмалы антропометрикалық сипаттамаларын талдай отырып, сандық антропометриялық белгілердің орташа топтық көрсеткіштері қалыпты шамалар диапазонында және анық айырмашылықтары жоқ екені анықталды. Тек, Мануврие индексі бойынша зерттелген екі топ арасында анық айырмашылықтар байқалды. Дене бітімінің үйлесімділігінің орташа топтық көрсеткіші I топ студенттерінің II топ студенттерімен салыстырғанда нақты кіші топтық мәндерін көрсетті және II топта брахискелия белгілері бар студенттердің басым көпшілігі екені анықталды (аяқтың денеден қысқа болуы).

Кетле индексі (КИ) мәндерінің пайыздық бөлінуі 3-кестеде берілген. Кетле индексінің көрсеткіштері бойынша зерттелген қыздар 39–51 %-ы «қалыпқа сай» болды (3 кесте).

Студенттердің Кетле индексі бойынша жіктелуі, %

Көрсеткіш	n	д.м. айқын дефициті	дене м. жеткіліксіздігі	Қалыпты дене массасы	д.м. артуы	I-ші дәрежелі семіздік	II-ші дәрежелі семіздік	III-ші дәрежелі семіздік
I топ	191	15,5 %	16,25 %	50,63 %	14,5 %	2,13 %	-	1 %
II топ	145	18,75 %	13 %	39,25 %	22,25 %	3,5 %	2,5 %	0,75 %

Кетле индексінің жеке көрсеткіштерін талдай отырып (3 кесте), зерттелген екі топтағы қыздардың басым бөлігінде дене салмағы қалыпқа сай келді. Екінші топтың қыздарына қарағанда I топтың қыздарында дене дамуының үйлесімдігі 10 %-ға жоғары болды. Зерттелген екі топта да бірдей, яғни 31,75 %-да дене салмағының тапшылығы анықталды. Екінші топтағы сыналушыларда бірінші топпен салыстырғанда артық дене салмағы бар студенттер 10 % -ға артық болды. Зерттелген топтарда семіздік белгілері аз байқалады. Қалыптыдан ауытқу белгілері бар студенттер үшін соматикалық денсаулықты бағалаудың объективті әдістеріне, студент ағзасының бейімсіздік жағдайын түзетуге негізделген денсаулық сақтау принциптерін іске асыру қажет. Мұндай нәтижелерді уақытылы тамақтанбаумен, төмен қозғалыс белсенділігімен және зат алмасу үдерісінің әртүрлі деңгейімен түсіндіруге болады [5].

Дененің пропорциясын анықтау үшін, дененің аяқтың ұзындығына қатынасын есептеуге және «аяқтың қысқа болуын», «аяқтың орташа ұзындығын», «аяқтың ұзын болуын» анықтауға мүмкіндік беретін Мануврие индексіні қолданады.

Зерттеу нәтижесіне сәйкес 4-ші кестеде көрсетілгендей, II топ қыздарына қарағанда, I топ арасында брахискелия белгілері жоғары болды.

Студенттердің Мануврие индексі бойынша жіктелуі, %

	n	Брахискелия	Мезоскелия	Макроскелия
I топ	191	52 %	30,9 %	17,1 %
II топ	145	24,7 %	37,2 %	38,1 %

Мануврие индексіні анықтау барысында қазақ қыздарына брахискелия тән болса, ал славян ұлтының қыздарының көпшілігіне мезоскелия мен макроскелия белгілері анықталды.

Дене бітімін анықтау үшін, студенттердің конституциялық ерекшеліктерін көрсететін Пинье индексі қолданылды. Қазіргі уақытта көптеген авторлар конституцияны тұтас ағзаның іргелі және интегралдық сипаттамасы ретінде қарастырады. Сондықтан да конституция тұжырымдамасы — адам туралы ғылым аясындағы жүйені құраушы өзегі болып табылады [6].

Конституция түсінігі тұқым қуалаған және жүре пайда болған, біршама уақыт бойынша тұрақты, ағзаның реактивтілігі мен жеке даму бейінін анықтайтын морфологиялық және функционалдық белгілердің бірлігі [6].

Пинье индексі бойынша, орташа топтық мәндері екі ұлттың көрсеткіштері нормостеникалық дене типіне сәйкес келетінін көрсетті. Ұлттар арасында анық айырмашылықтар байқалған жоқ.

Екі топтың студенттерінде дене бітімінің нормостениялық типі басым болды (5-кесте). Зерттелген топтарда дене бітімінің гиперстениялық типі аз кездесті (9,7 % бірінші топта және 17,8 % екінші топтағы қыздарда). Дегенмен, дене бітімінің бұл типі бірінші топтағы қыздарға қарағанда, екінші топтағы қыздарда екі есе көп байқалды. Зерттелген топтар арасында дене бітіміне астеникалық типіне сәйкес келетін қыздар бірінші топта 35,7 %, екінші топта — 37,6 % анықталды. Пинье индексі бойынша этносаралық айырмашылықтар анықталған жоқ.

5 кесте

Студенттердің Пинье индексі бойынша жіктелуі, %

	n	Астеникалық тип	Нормостеникалық тип	Гиперстеникалық тип
I топ	191	35,7 %	54,6 %	9,7 %
II топ	145	37,6 %	44,6 %	17,8 %

Бұлшық ет жүйесінің функционалдық жағдайы қол күші арқылы анықталды. Қол динамометриясы — нейромоторлық функциялардың, қозғалыс аппаратының даму дәрежесін және жеке тұлғаның статикалық тұрақтылығын көрсетеді [7].

Қол динамометриясының көрсеткіші бойынша, зерттелген екі топта қол бұлшық ет күшінің орташа топтық мәндері жасқа сай физиологиялық нормаға сәйкес келеді.

Қол бұлшық ет күшінің дене массасына ара қатынасының көрсеткіштері екі ұлттың арасында нақты айырмашылықтар жоқ екенін көрсетті. Зерттелген студенттердің қол бұлшық ет күшінің индексі бойынша орташа топтық мәндері (52,51±10,15; 53,97±10,68) «қанағаттанарлық» болып бағаланды (6 кесте).

6 кесте

Студенттердің физикалық дамуының индекстері, M±m

Көрсеткіштер	n	ӨИ, мл/кг	Робинсон индексі, ш.б.	Скибинский индексі, ш.б.
I топ	102	67,97±1,02	85,37±1,32	22,65±0,67
II топ	85	74,54±1,01*	87,35±1,37	26,67±0,73*

*Ескерту: * — зерттелген топтардың көрсеткіштері арасындағы анық айырмашылықтар (p<0,05 кезінде)*

Сыртқы тыныс алу жүйесінің жұмыс істеуінің маңызды интегралды көрсеткішінің бірі өмірлік индекс (ӨИ) болып табылады. ӨИ көрсеткіштері зерттелген популяциялардың орташа топтық тыныс алу аппаратының функционалдық мүмкіндіктерін сипаттайды, олар орташа топтық мәндерден 26 %-ға (I топ.) және 33 %-ға (II топ.) асады. Сонымен қатар екінші топта ӨИ көрсеткішінің орташа топтық мәні нақты белгіленген (6 кесте). Алынған нәтижелер бойынша студенттердің ағзасы оттегімен тиімді қамтамасыз етілгендігін көрсетеді.

Тыныс алу және қан айналым мүшелерінің функционалдық мүмкіндіктерін анықтау үшін Скибинский индексі қолданылды. Тыныс алу және жүрек-қан тамырларының резервтік мүмкіндіктерін анықтау үшін жүргізілген сынамалар талдауы, екі топтағы студенттердің едәуір бөлігінің жақсы (I топта -14 %, II топта — 27 %) және қанағаттанарлық (I топта 73 %, II топта — 85 %) нәтижесін көрсетті. Тек бірінші топтағы 1 % қанағаттанарлықсыз нәтиже көрсетті (7 кесте).

Жүрек қан тамырлар жүйесіне гемодинамикалық жүктеме деңгейін көрсететін және жүрек бұлшық етінің жұмысын сипаттайтын Робинсон индексі (РИ) қан айналым жүйесінің маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Зерттелген студенттердің РИ көрсеткішінің жеке нәтижелері 7-кестеде көрсетілген.

Робинсон индексінің көрсеткіштері бойынша студенттерді бөлу, %

	n	Жоғары	Орташадан жоғары	Орташа	Орташадан төмен	Төмен
I топ	102	11 %	32,8 %	24,2 %	19,9 %	12,1 %
II топ	85	9,6 %	30 %	23,8 %	26,1 %	10,5 %

Көрсеткіштердің орташа топтық нәтижелерінің талдауы мәндердің орташа деңгейін сипаттайды. 7-ші кесте бойынша, екі топтағы қыздардың деңгейі «орташадан жоғары» болып саналады.

Зерттеу бойынша I топтағы студенттердің көрсеткіштері жоғары болды, бұл олардың жүрек қан тамыр жүйесінің жақсы аэроботы мүмкіндіктері бар және жүрек соғысының үнемділігін көрсетеді. Робинсон индексі бойынша, II топтағы студенттердің көрсеткіші «орташадан төмен» екені анықталды. Зерттелген топтардың 10,5 % және 12,1 % Робинсон индексінің төмен мәндерін көрсетті, бұл жүрек қан-тамыр жүйесінің функционалдық мүмкіндіктерінің жеткіліксіздігін көрсетеді.

Қорытынды

Қорыта келе, қазақ қыздарына тән морфологиялық ерекшеліктері анықталды. Қазақ қыздарының негізгі дене өлшемдері славян ұлтының қыздарымен салыстырғанда төмен және брахискелия белгілерінің басымдылығы анықталды. Антропометриялық көрсеткіштердің төмен болып келуі генетикалық факторлармен және сыртқы ортаның әсерімен айқындалған этностық ерекшеліктерді көрсетеді.

Барлық зерттелушілердің функционалдық жағдайын көрсететін физиологиялық көрсеткіштер мен сандық индекстер жас ерекшеліктеріне сәйкес келеді. Анықталған славян ұлтының сыртқы тыныс алудың орташа топтық көрсеткіштерінің артуы қазақ қыздарымен салыстырғанда ағзаның морфологиялық ерекшеліктеріне байланысты. Қан айналым жүйесінің қызметінің салыстырмалы талдауы екі топ арасында айқын этносаралық ерекшеліктерінің жоқтығын көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Рохлов В.С. Практикум по анатомии и физиологии человека / В.С. Рохлов. — М.: Изд. центр «Академия», 1999. — 160 с.
- 2 Айзман Р.И. Морфофункциональные показатели коренных жителей Горного Алтая / Р.И. Айзман, Е.А. Чанчаева // Вестн. ЧГПУ. — 2012. — № 1 — С. 323–335.
- 3 Базарбаева С.М. Сравнительная оценка физического здоровья казахских и русских студентов первого курса вузов / С.М. Базарбаева, А.С. Динмухамедова, А.В. Лебедев, Р.И. Айзман // Вестн. Новосиб. гос. пед. ун-та. — 2017. — Т. 7. — № 3. — С. 241–248.
- 4 Бурханов А.И. Физическое развитие и состояние здоровья студентов младших курсов / А.И. Бурханов, Л.И. Носова, В.И. Маловичко, Ж.Б. Байгутанов, А.М. Филатов // Гигиена и санитария. — 1991. — № 12. — С. 45–48.
- 5 Литовченко О.Г. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития уроженцев Среднего Приобья в возрасте 7–20 лет: дис. ... д-ра биол. наук / О.Г. Литовченко. — Челябинск, 2009. — 285 с.
- 6 Никитюк Б.А. Конституция человека / Б.И. Никитюк // Итоги науки и техники. Сер. Антропология. — 1991. — № 4. — С. 3–149.
- 7 Будук-оол Л.К. Особенности морфофункционального статуса студентов тувинской национальности / Л.К. Будук-оол // Фундаментальные исследования. — 2007. — № 7 — С. 17–20.

Ж.Т. Суюндикова, Д.Т. Конысбаева, Г.К. Баубекова

Индексная оценка физического развития студентов

В статье отображены материалы сравнительного исследования индексных оценок физического развития студентов двух этнических групп. Физическое развитие является одним из важнейших индикаторов здоровья не только молодого поколения, но и населения в целом. Индексы физического развития представляют собой соотношения отдельных антропометрических признаков, что позволяет использовать их для ориентировочной оценки физического развития в ходе массовых обследований населения, а также для анализа влияния различных средовых факторов на организм. В обследовании приняли участие 336 девушек-студенток в возрасте от 17 до 20 лет, обучающихся в Костанайском го-

сударственном педагогическом университете. Исследования проводились в соответствии с биоэтическими правилами. Все обследования выполнялись в межсессионный период, в первой половине дня. В зависимости от национальности респонденты разделились на две группы: первую группу составили студентки казахской национальности, вторую — студентки славянской. В обследуемых группах определены основные антропометрические (длина, масса тела, окружность грудной клетки), физиометрические параметры (жизненная емкость легких, сила кисти, артериальное давление), антропометрические (Кетле, Пинья, Мануврие) и функциональные индексы (индексы Робинсона, Скибинского, жизненный и динамометрический). В исследуемых группах выявлены значимые различия между основными антропометрическими показателями, характеристиками индекса Мануврие, жизненного индекса. Выявленное превышение средних групповых показателей студентов второй группы обусловлено генетической предрасположенностью морфофункциональных особенностей организма.

Ключевые слова: студентки, физическое развитие, этнические группы, антропометрические показатели, функциональные параметры, индикатор здоровья, индекс Мануврие, жизненный индекс.

Zh.T. Suyundikova, D.T. Konysbaeva, G.K. Baubekova

Index evaluation of physical development of students

The article presents materials of a comparative study between index estimates of the physical development of students between two ethnic groups. Physical development is one of the most important indicators of the health not only for the young generation, but also for the whole population. The indices of physical development represent the ratios of individual anthropometric characteristics, which allows them to be used for a rough assessment of physical development in the course of mass surveys of the population, as well as for analyzing the influence of various environmental factors on the body. During the study 336 girls, aged 17 to 20 years, studying at Kostanay State Pedagogical University, are participated. The studies were conducted in accordance with bioethical rules. All studies were conducted in inter-sessional period, in the first half of the day. Depending on nationality, the respondents were divided into two groups: the first group — students of Kazakh nationality, the second group — students of Slavic nationalities. The studied groups identified the main anthropometric (height, body weight, chest circumference), physiometric parameters (vital capacity of the lungs, hand strength, blood pressure), anthropometric (Quetelet, Pigne, Manouvrier) and functional indices (Robinson, Skibinsky, life and dynamometric indices). In the studied groups, significant differences were revealed in the main anthropometric indicators, the characteristics of the Manouvrier index, and the index of life. The revealed excess of the average group indicators of the girl students of the second group is due to the genetic predisposition of the morphological and functional characteristics of the organism.

Keywords: students, physical development, ethnic groups, anthropometric indicators, Manouvrier index, the index of life.

References

- 1 Rokhlov, V.S. (1999). *Praktikum po anatomii i fiziologii cheloveka [Workshop on Human Anatomy and Physiology]*. Moscow: Izdatelskii tsentr «Akademiiia» [in Russian].
- 2 Aizman, R.I. & Chanchaeva, E.A. (2012). Morfofunktsionalnye pokazateli korennykh zhitel'ei Gornogo Altaia [Morphological and functional indicators of the indigenous inhabitants of Gorny Altai]. *Vestnik CHGPU — Bulletin of the ChSPU*, 1, 323–335 [in Russian].
- 3 Bazarbayeva, S.M., Dinmukhamedova, A.S., Lebedev, A.V. & Aizman, R.I. (2017). Sravnitel'naya otsenka fizicheskogo zdorovia kazakhskikh i russkikh studentov pervogo kursa vuzov [Comparative assessment of physical health of Kazakh and Russian first-year students of universities]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta — Bulletin of Novosibirsk State Pedagogical University*, 7 (3), 241–248 [in Russian].
- 4 Burkhanov, A.I., Nosova, L.I., Malovichko, V.I., Baigutanov, Zh.B. & Filatov, A.M. (1991). Fizicheskoe razvitiie i sostoianie zdorovia studentov mladshikh kursov [Physical development and health status of junior students]. *Gigiiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 12, 45–48 [in Russian].
- 5 Litovchenko, O.G. (2009). *Osobennosti morfofunktsionalnogo i psikhofiziologicheskogo razvitiia urozhen'tsev Srednego Priobia v vozraste 7–20 let [Features of morphofunctional and psychophysiological development of the natives of the Middle Ob region at the age of 7–20 years]*. Doctor's thesis. Cheliabinsk [in Russian].
- 6 Nikityuk, B.A. (1991). Konstitutsiia cheloveka [Human Constitution]. *Itogi nauki i tekhniki. Seriia Antropologiya — Results of Science and Technology. Ser. Anthropology*, 4, 3–149 [in Russian].
- 7 Buduk-ool, L.K. (2007). Osobennosti morfofunktsionalnogo statusa studentov tuvinskoj natsionalnosti [Features of the morphofunctional status of students of Tuvan nationality]. *Fundamentalnye issledovaniia — Fundamental research*, 7; 17–20 [in Russian].

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Aidarkhanova Gulnar Sabitovna** — Doctor of biological sciences, Associate Professor of department of Biology Sciences, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan; exbio@yandex.ru
- Auelbekova Almagul Kaliyevna** — Candidate of biological science, Head of botany department of Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Kazakhstan; a-aelbekova@mail.ru
- Akhmetova Saule** — Professor of the Department Biomedicine Karaganda medical university, Kazakhstan; e-mail: akhmetova_sb@mail.ru
- Akhmetova Meruyert Zhanatovna** — doctoral student, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Kazakhstan; meruzhan2@mail.ru
- Amirkhanova Zhanerke** — PhD 3rd year student by specialty “6D060700 - Biology”, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karagandy, Kazakhstan; e-mail: janerkeamir@mail.ru
- Baubekova Gaukhar Konyspaevna** — Master of Pedagogical Education, Senior Lecturer of the Department of Biology and Chemistry, Kostanay State Pedagogical University named after O. Sultangazin, Kostanay, Kazakhstan; e-mail: baubekova1973@mail.ru
- Babeshina Larisa Gennadevna** — Doctor of biological science, docent, Head of the approbation department for draft general pharmacopoeial articles and pharmacopoeial articles, Moscow FSBI «Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products» of the Ministry of Health of the Russian Federation; e-mail: Babeshina@expmed.ru
- Bodeeva Rakhat** — Associate Professor of the Department Physiology, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karagandy, Kazakhstan; e-mail: rahat-karaganda@mail.ru
- Bigara Tore Seidulauly** — Candidate of agricultural sciences, Associate Professor of the department of Biotechnology of M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan; e-mail: tore.bigara@bk.ru
- Danilova Alevtina Nikolaevna** — Candidate of biological science, leading researcher of Natural flora Lab., Altai Botanic Garden, Ridder, Kazakhstan; e-mail: a-n-danilova@yandex.ru
- Gassanova Gulnara Gidoyatovna** — PhD student, scientific secretary of the Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Kazakhstan; e-mail: ggg_lilu7@mail.ru
- Gavrilkova Helena Anatol'evna** — Master of biology, senior lecturer of botany department, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Kazakhstan; e-mail: elena_2809@mail.ru
- Imanbayeva Akzhunis Altayevna** — Candidate of biological science, General Director of the Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Kazakhstan; e-mail: imangarden@mail.ru
- Ginayatova Islana Beibitkyzy** — Bachelor student, Al-Farabi Kazakh National University, Biodiversity and Bioresources Department, Almaty, Kazakhstan; e-mail: iginayat1@gmail.com
- Huang Weidong** — Doctor of biological sciences, Senior Researcher of Reproductive medicine center, XinJiang JiaYin Hospital, Urumchi, China; e-mail: 1272153743@qq.com
- Imasheva Bagdat Sakenovna** — Doctor of Biological Sciences, Professor, National Center of Public Health of the Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan; e-mail: bagdat_imasheva@mail.ru

-
- Ishmuratova Margarita Yulaevna** — Candidate of biological science, Associated Professor, Professor of botany department, Karaganda University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; e-mail: margarita.ishmur@mail.ru
- Izbastina Klara Serzhankyzy** — PhD, Astana Botanical Garden, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: izbastina.k@gmail.com
- Kanaev Ashimkhan Toktasynovich** – Doctor of bio. sciences, Professor, Director of the Research Institute of Biotechnology Problems, Zhetysu University named after I.Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; e-mail: ashim1959@mail.ru
- Karipbayeva Rassima Kurmanaliyevna** – Master of ped. sciences, Head of laboratory of Bioresources, Research Institute of Biotechnology Problems, Zhetysu University named after I.Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; e-mail: rasima.24.02@mail.ru
- Kaiyrbekov Tursynbek Kaiyrbekuly** — Laboratory Assistant of the department of biodiversity and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: t.kaiyrbekov2@gmail.com
- Kenzhina Kulpash Dakenovna** — Master of Natural Sciences, Senior Lecturer, Karaganda University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; e-mail: k29k29d13@mail.ru
- Konysbaeva Damilya Turemuratovna** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Protection and Quarantine, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: Damilya_konysbaeva@mail.ru
- Korulkin Dmitriy Yur'yevich** — Doctor of chemical sciences, Professor of Al-Farabi Kazakh National University, Chemistry and Technology of natural substances, compounds and polymers department, Almaty, Kazakhstan; e-mail: physcion@rambler.ru
- Korbozova Nazym Kurmanbaevna** — 2nd year PhD student of Al-Farabi Kazakh National University, Junior Researcher of Institute of General Genetics and Physiology of SC MES, Almaty, Kazakhstan; e-mail: naz-ik@mail.ru
- Kotukhov Yuri Andreevich** — Candidate of biological sciences, Altai Botanic Garden, Ridder, Kazakhstan нет ЭА.
- Kubentayev Serik Argynbekovich** — PhD, Candidate of biological sciences, Astana Botanical Garden, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: kubserik@mail.ru
- Kudrina Natalya Olegovna** – c.b.s., Associate Professor of the department of Biodiversity and Bioresources Al-Farabi Kazakh National University, Leading Researcher, Institute of General Genetics and Physiology of SC MES RK, Assistant Professor of biological sciences; e-mail: kudrina_nat@mail.ru
- Kudabayeva Gulmira Mauletovna** — Candidate of biology science, Leading Researcher, laboratory of Flora of higher plants, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; e-mail: kgm_anita@mail.ru
- Kushugulova Almagul** — Professor, Head of the Laboratory of human microbiome and longevity, Center for Life Sciences, «National Laboratory Astana» PI, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: akushugulova@nu.edu.kz
- Kushnarenko Svetlana Veniaminovna** — Associate Professor, PhD, Head of the Laboratory of Germplasm Cryopreservation at the Institute of Plant Biology and Biotechnology Committee of Science Ministry of Education and Science, Almaty, Kazakhstan; e-mail: svetlana_bio@mail.ru
- Kusmangazinov Adil Bolatuly** — PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: adil_06.1996@mail.ru
- Kurmanbayeva Meruyert Sakenovna** — Doctor of biological sciences, Associate Professor, Head of the department of biodiversity and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com
- Kydyralieva Mereke Bazarbekyzy** — PhD doctoral student, Department of Biotechnology of M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan; e-mail: merekekzt@mail.ru

-
- Khujamshukurov Nortoji Abdikholikovich** — Doctor of biological sciences, Professor, Dean of the faculty of wine technology and industrial viticulture of the Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan; e-mail: nkujamshukurov@mail.ru
- Lukmanov Akimzhan Bauirzhanovich** — engineer of Mangyshlak Experimental Botanical Garden, master-student, e-mail: imangarden@mail.ru
- Matveyeva Ekaterina Vladimirovna** — Junior Researcher, Altai Botanic Garden, Ridder, Kazakhstan, e-mail: matveyeva77@gmail.com
- Matveev Andrey Nikolaevich** — Engineer of Research Park of Biotechnology and Eco Monitoring, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: ecoplus_ecoplus@mail.ru
- Mindubayeva Farida Anvarovna** — Doctor of medical sciences, Professor, Department of morphology and physiology, Karaganda Medical University, Kazakhstan; e-mail: 7554422@mail.ru
- Mukhtubaeva Saule Kakimzhanovna** — Candidate of biological sciences, Astana Botanical Garden, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: mukhtubaeva@mail.ru
- Musina Rosa Tletayevna** — Senior Lecturer, Botany Department, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: rosanna@mail.ru
- Naimanbayeva Raushan Sadvakhosovna** — Project Manager 0146–18-GC of the Joint Stock Company Science Fund for projects for commercializing the results of scientific and scientific-technical activities, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan; e-mail: naimanbayeva_raushan@mail.ru
- Nigmatullina Razina Ramazanovna** — Doctor of biological sciences, Professor, Department of normal physiology, Kazan State Medical University, Russia; e-mail: razinar@mail.ru
- Osmonali Bektemir Birimkululy** — PhD student, Junior Researcher, laboratory of Flora of higher plants, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; e-mail: be96ka_kz@mail.ru
- Pang Min** — Master of biological sciences, Senior Researcher, Reproductive medicine center, XinJiang JiaYin Hospital, Urumchi, China; e-mail: 932215648@qq.com
- Premina Natalya Victorovna** — Researcher, Department of science and ecology, West Altai State Natural Reserve, Kazakhstan, Ridder; e-mail: premanav@mail.ru
- Ramazanov Alibek Kairidenovich** — PhD student, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: kairidenovich_rak@mail.ru
- Romadanova Natalya Vladimirovna** — Associate Professor, PhD, Leading Researcher, Laboratory of Germplasm Cryopreservation, Institute of Plant Biology and Biotechnology Committee of Science Ministry of Education and Science, Almaty, Kazakhstan; e-mail: nata_romadanova@mail.ru
- Saparbayeva Nurzipa Abubakirovna** — Candidate of Biological Sciences, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; e-mail: nurzipa2576@mail.ru
- Sagyndykova Meruert Serikovna** — PhD, Leading Researcher of Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau, Kazakhstan; e-mail: m.sagyndykova@mail.ru
- Samat Kozhakhmetov** — Professor, Laboratory of human microbiome and longevity, Center for Life Sciences, «National Laboratory Astana» PI, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: skozhakhmetov@nu.edu.kz
- Sarkytbayeva Aisulu Karimkazhyevna** — PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: sarkytbaeva.aisulu@gmail.com
- Silanteva Marina Mikhailovna** — Doctor of biological science, Professor, Dean of biological faculty of Altai State University, Barnaul, Russia; Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: msilan@mail.ru
- Sumbembayev Aidar Aitkazyevich** — PhD student, Senior Researcher, Natural flora Lab, Altai Botanic Garden, Ridder, Kazakhstan; e-mail: aydars@list.ru
- Suyundikova Zhanar Tuleutaevna** — Master of Biology, Senior Lecturer of the Department of Biology and Chemistry, Kostanay State Pedagogical University named after O. Sultangazin, Kazakhstan; e-mail: forwork.zhanar@mail.ru

-
- Shokan Aksholpan Kanatkyzy** — 1st year PhD student of Al-Farabi Kazakh National University, Laboratory Assistant, Institute of General Genetics and Physiology of SC MES, Almaty, Kazakhstan; e-mail: aksholpan.shokan@gmail.com
- Terletskaya Nina Vladimirovna** — c.b.s., Associate Professor, Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Head laboratory for Ecological Plant Physiology of Institute of General Genetics and Physiology of SC MES RK, Assistant Professor of biological sciences; e-mail: teni02@mail.ru
- Tleukenova Saltanat Ushkempirovna** — Candidate of biological science, docent, Botany Department of Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Kazakhstan; e-mail: damir—6@mail.ru
- Turlykozha Ademi Naimanhankyzy** — Master of ped. sciences, Junior Researcher, Laboratory of Bioresources, Research Institute of Biotechnology Problems, Zhetysu University named after I.Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; e-mail: adema.turlykoja@mail.ru
- Tuyakova Altnay** — Research Associate, Laboratory of human microbiome and longevity, Center for Life Sciences, «National Laboratory Astana» PI, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: altnay_79@mail.ru
- Tykezhanova Gulmyra Mengaliyevna** — Candidate of biological sciences, Associate Professor, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Kazakhstan; e-mail: gulmyra.tykezhanova@mail.ru
- Tyrzhanova Sayagul Serikovna** — PhD student, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: tssaya@mail.ru
- Vesselova Polina Vasilevna** — Candidate of biology science, Leading Researcher, laboratory of Flora of higher plants, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; e-mail: pol_ves@mail.ru
- Yergozova Diana Maratkyzy** — 1st year Master student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: diko_99.2012@mail.ru
- Yi Jiangyan** – Master of biological sciences, Junior Researcher, Reproductive medicine center, XinJiang JiaYin Hospital, Urumchi, China; e-mail: 631028230@qq.com
- Zhainagul Kozhabek** — Master of biological sciences, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: jaynahojabek@yahoo.com
- Zhao Qiongzhen** – Master of biological sciences, Junior Researcher, Reproductive medicine center, XinJiang JiaYin Hospital, Urumchi, China; e-mail: 1179232265@qq.com
- Zhumabayev Ualikhan Agabekovich** — Doctor of biological sciences, Professor, department of General surgery, instrumental diagnostics and pharmacology, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan; e-mail: zhumabaev_ualikhan@mail.ru
- Zhumina Assel Galimovna** — PhD, docent, botany department, Karaganda University of the name of academician E.A.Buketov, e-mail: asbiol@list.ru
- Zhumagul Moldir Zhakypzhanovna** — PhD student, Kazakh National University al-Farabi, Almaty, Kazakhstan; e-mail: mzhakypzhan@mail.ru