



ISSN 2518-7201 (Print)

ISSN 2663-5003 (Online)

BULLETIN

OF THE KARAGANDA UNIVERSITY

**BIOLOGY.
MEDICINE.
GEOGRAPHY**
Series

№ 2(110)/2023

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

№ 2(110)/2023

Сәуір–мамыр–маусым

30 маусым 2023 ж.

Апрель–май–июнь

30 июня 2023 г.

April–May–June

June 30th, 2023

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, 2023

Караганда, 2023

Karaganda, 2023

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

Жауапты хатшы
биол. ғыл. канд.
С.У. Глеукенова

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 Мәскеу 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, Мәскеу (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/>

Атқарушы редактор
PhD д-ры **Г.Б. Саржанова**

Редакторлары
Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, И.Н. Муртазина

Компьютерде беттеген
В.В. Бутяйкин

**Қарағанды университетінің хабаршысы. «Биология. Медицина. География» сериясы.
ISSN-L 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

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

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

Басуға 29.06.2023 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 26,25 б.т. Таралымы 200 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 59.

«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, 2023

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

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

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. Кушнаренко,	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>

Исполнительный редактор
д-р PhD **Г.Б. Саржанова**

Редакторы
Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, И.Н. Муртазина

Компьютерная верстка
В.В. Бутяйкин

Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География».
ISSN-L 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).

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

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

Подписано в печать 29.06.2023 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 26,25 п.л. Тираж 200 экз.
Цена договорная. Заказ № 59.

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, 2023**

Chief 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. Oganesyanyan, | PhD, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA (USA); |
| K.-D. Kohnert, | MD, 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 Evolution, 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>

Executive Editor

PhD **G.B. Sarzhanova**

Editors

Zh.T. Nurmukhanova, S.S. Balkeyeva, I.N. Murtazina

Computer layout

V.V. Butyaikin

Bulletin of the Karaganda University. "Biology. Medicine. Geography" Series.

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

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

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

Signed in print 29.06.2023. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 26,25 p.sh. Circulation 200 copies. Price upon request. Order № 59.

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

МАЗМҰНЫ — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENT

БИОЛОГИЯ BIOLOGY

Абай Г.Қ., Чоманов У.Ч. Лактобактерияларды дақылдауда қолданылатын қолайлы коректік орта түрін анықтау.....	7
Abdikarimova P.U., Atikeeva S.N. Anatomic features of <i>Juniperus sabina</i> growing in the Central Kazakhstan	15
Beisembay A.Zh., Ospanova A.K., Kali A., Eken C. Phytopathogenic fungi of <i>Caragana arborescens</i> Lam., growing in the city Karaganda	22
Бегілов Т.З., Грачев Ю.А., Есжанов Б.Е. Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің соңғы 40 жылдағы санының динамикасы және оған әсер етуші факторлар	28
Galymbek K., Madenova A.K., Bakirov S.B., Kabylbekova B.Zh., Irkitbay A., Aytimbet Zh., Kaldybayeva D.I., Abdikarimova R., Bolat M. Monitoring the distribution and development of apple scab (<i>Venturia inaequalis</i>) and powdery mildew (<i>Podosphaera leucotricha</i>) disease in the southern and southeast regions of Kazakhstan	38
Дакиева К.Ж., Садыканова Г.Е., Цыганов А.П., Бейсембаева Р.С., Женсикбаева Н.Ж., Кумарбекулы С., Калелова Г.Ж. Титан-магний комбинатының негізгі цехтары жұмысшыларының ағзасының минералдық статусын зерттеу.....	46
Златанов Б.В. Новый вид рода <i>Eumerus</i> Meigen, 1822 (Diptera, Syrphidae) из Восточного Казахстана	54
Толенова А.Д., Иващенко А.А., Алехин А.А., Алехина Н.Н., Орлова Т.Г., Попова И.В. Морфологическая изменчивость <i>Tulipa tarda</i> Stapf в интродукционных популяциях различных природных зон	59
Калдыбаева Ж.Б., Курманбаева М.С. <i>Paulownia</i> Siebold & Zucc түрлері жапырақтарының салыстырмалы морфологиялық-анатомиялық ерекшеліктері.....	68
Кушнарченко С.В., Манаканова У.А., Рымханова Н.К., Турдиев Т.Т., Жумабаева Б.А., Аубакирова К.П., Галиакпаров Н.Н. Разработка <i>in vitro</i> технологии для элиминации вируса кустистой карликовости малины.....	76
Мамырова С.А., Ishmuratova M.Yu. The genus <i>Rhaponticum</i> in Kazakhstan: species diversity, distribution and prospects for practical use. Review.....	85
Мусина Р.Т., Зейниденов А.К., Силантьева М.М. Лазерная биостимуляция семенного материала <i>Lychnis chalconica</i>	94
Olzhabayeva Zh., Abdullaeva B., Zharkova I., Tukpetova A. Study of changes in the histological structure of the gills of carp and zander living in lake Balkhash.....	100
Пережогин Ю.В., Бородулина О.В., Ерохин Н.Г., Кубентаев С.А. Новые местонахождения видов рода <i>Astragalus</i> L. в Казахстане.....	107
Sadyrova G.A., Bazarbaeva T.A., Mukanova G.A., Jamilova S.M. Assessment of the ecological state of green spaces of Almaty city on the example of Bostandyk district.....	113
Серікбай А.Т., Агеев Д.В., Айтқұлов А.М. Анатомические показатели проростков <i>Pisum sativum</i> при воздействии макро- и наночастиц цинка	124
Тагаев Д.А., Жапарова А.Т. Морфологическая характеристика речной абботины <i>Abbottina rivularis</i> (Gobioninae) из р. Каратал (Балхашский бассейн).....	130
Тленищева А.М., Шалахметова Т.М. рН және температураның <i>Stenopharyngodon idella</i> эмбриологиялық дамуына оптималдық әсерін анықтау	139
Tursynbay A., Karzhaubekova Zh.Zh., Gemejiyeva N.G. To a phytochemical study of Kazakhstani species <i>Fritillaria karelinii</i> (Fisch. ex D. Don) Baker.....	145
Утеулин К.Р. Казахстанские популяции одуванчика кок-сагыз (<i>Taraxacum kok-saghyz</i> L.E. Rodin).....	151

**МЕДИЦИНА
MEDICINE**

<i>Тлеубаева М.И., Омарбаева А.Н.</i> Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы	162
<i>Chesca A., Sandle T., Abdulina G.A., Anamaria P.</i> Structural aspects on tonsillitis vs normal	168

**ГЕОГРАФИЯ
GEOGRAPHY**

<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдешев К.Б., Турсынбаев Н.А.</i> Гидрологический профиль реки на водосборной территории бассейна Асса-Талас с учетом техноприродных процессов	174
<i>Смагулов Н.К., Конкабаева А.Е., Садыкова А.Ж., Мукашева Г.Ж., Серік А.Т.</i> Ретроспективная оценка погодных условий в городах Петропавловске и Караганде за 11-летний период (2010–2020 годы)	189
<i>Han F., Adai A., Zhandilla B.D.</i> Application of GIS technology in cross-border tourism cooperation planning. Taking the analysis of the spatial pattern of cross-border eco-tourism cooperation in the Altai Mountains region as an example	199

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION ABOUT AUTHORS	206
--	-----

Г.Қ. Абай^{1*}, У.Ч. Чоманов²

¹Алматы Технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

Хат-хабарларға арналған автор: abay.gk@mail.ru

Лактобактерияларды дақылдауда қолданылатын қолайлы қоректік орта түрін анықтау

Мақалада табиғи сүт өнімдерінен бөлініп алынған сүтқышқылды микроорганизмдердің дақылдануы үшін қолайлы, оңтайлы қоректік орта түрін анықтауға байланысты жүргізілген зерттеу жұмыстары берілген. Зерттеу объектілері ретінде лактобактериялардың таза белсенді дақылдары таңдап алынды. Қолайлы қоректік орта түрін анықтау мақсатында 5 түрлі стандартты және дифференциацияланған қоректік орта түрлері зерттелді. Олар MRS (de Man, Rogosa and Sharpe) қоректік ортасы, борлы агар, Эйкман сүтті агары, орамжапырақ агары, А.И. Нетрусов бойынша сүтқышқылды бактерияларға арналған сәбіз агары қоректік орталары. Зерттеу жұмысы үш түрлі қайталаным арқылы жүргізілді, нәтижесінде А.И. Нетрусов әдістемесі бойынша дайындалған сәбіз агары қатты қоректік ортасы бетінде өсіп шыққан сүтқышқылды микроорганизмдер саны $3,3 \cdot 10^7$ КТБ, $3,21 \cdot 10^7$ КТБ, $3,05 \cdot 10^7$ КТБ құрап, биомасса жинақтау қарқындылығы жоғары екендігі белгілі болды. Қырыққабат агары және стандартты MRS қоректік орталарында да лактобактериялар салыстырмалы түрде жоғары өсу белсенділігін көрсетті. Ал борлы агар мен Эйкман сүтті агары қоректік орталарында биомасса жинақталу деңгейі басқа қоректік орталармен салыстырмалы түрде төмен екендігі анықталды. Сонымен қатар лактобактериялардың таза дақылдары аталған түрлі қоректік орталарда әр түрлі өсу ерекшелігін көрсетіп — тұнба түзу, қатты қоректік орта бетінде майда ақ түсті колониялар түзу, колония айналасында мөлдірлену зонасын түзу арқылы өсетіндігі белгілі болды. Мұндай ерекшеліктер қоректік орта құрамына және лактобактерия штаммының физиологиялық ерекшеліктеріне байланысты.

Кілт сөздер: лактобактериялар, қоректік орталар, MRS, борлы агар, Эйкман сүтті агары, орамжапырақ агары, А.И. Нетрусов бойынша сүтқышқылды бактерияларға арналған сәбіз агары, дақылдау.

Kipicne

Лактобактериялар көптеген аминқышқылдар, пуриндар мен пиримидиндер қатары, дәрумендер тобы бойынша ауқотрофты микроорганизмдерге жататындықтан жасанды қоректік орталарға қатысты талаптары жоғары. Тіршілік процесі үшін бұл ағзалар қоректік орта құрамында бактериалдық клетканың құрылуы үшін қажетті заттар мен энергия көздері субстраттарының болуын қажет етеді. Сүтқышқылды микроорганизмдер өсуі үшін қоректік орталарға ашытқы экстракты, твин-80, ашытқы автолизаты секілді құрамында белоктың еритін құнды формалары бар қоспалар қосылуы шарт [1]. Бірқатар зерттеу нәтижелері бойынша кейбір пептидтер мен аминқышқылдар (тұзқышқылды L-аргинин, тұзқышқылды цистеин) сүтқышқылды бактериялардың өсуін жоғарылататындығы белгілі болған [2]. Лактобактериялар клеткаларының дұрыс қалыптасуы үшін белоктың қолжетімді формасының (пептидтер, аминқышқылдар) болуы маңызды, бұл мақсатта түрлі протеолитикалық ферменттер қолданылады. Белоктың гидролиздену өнімдерінен бөлек нативті белоктың өзі клетка дақылдарының құрылуына қызмет жасайды [3].

Лактобактериялардың көптеген түрлерінің дамуында дәрумендер басты қызмет атқарады. Бұл жасанды қоректік орталар құрамына түрлі экстракттар (ашытқы, жүгері, картоп, сәбіз экстракттары) мен басқа да қосындылар енгізгеннен кейінгі клеткалар өсімінің жоғарылуымен түсіндіріледі. Ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша болгар таяқшасының өсуі үшін никотин қышқылы (B5), пантотенат (B3) және рибофлавин (B2), яғни В тобының дәрумендері қажет екендігі нақтыланған. Орта құрамында микромагний мен марганецтің болуы клеткалар өсіміне оң әсер етеді делінген. Марганец клеткалардың автолизденуін тежейді және қалыпты май алмасу процестері үшін қажетті. Қоректік орта құрамында жеткілікті мөлшерде темір тұздарының болуы сүтқышқылды микроорганизмдер клеткаларының қалыпты дамуы үшін маңызды екендігі анықталған. Бірқатар еңбектерде марганец және/немесе темір қосындыларының болмауы салдарынан лактобактериялар клеткалары мүлдем өспей қалатындығы дәлелденген. Сондықтан лактобактериялар дақылдарының қалыпты өсуі үшін қоректік орта энергия көздерімен және конструктивті метаболизмге қажетті барлық құрамбөліктермен қамтамасыз етуі шарт [4].

Лактобактериялардың дақылдануында пайдаланылатын қоректік орталардың бірқатар тізімі белгілі, алайда жасанды қоректік орталардың барлығы дерлік лактобактериялардың қоректік қажеттіліктерін орындай алмайды. Сүтқышқылды микроорганизмдерді дақылдау барысында қолданылатын қоректік орталардың ішінде ең оңтайлысы болып микроорганизм клеткасына оңай сіңірілетін формадағы, тағамдық құндылығы жоғары, өсуді стимулдейтін заттармен қамтамасыз етілетін, азоттық, көмірсулық және дәрумендік құрамы бойынша теңгерілген қоректік орта есептеледі.

Lactobacillus туысының өкілдері үшін қоректік орта құрамында өздері синтездей алмайтын пептидтер көзі болып табылатын азоттың күрделі органикалық формаларының болуы маңызды. Себебі пептидтер бос аминқышқылдарына қарағанда клетка өсуін эффективті стимулдейді. Пептидтер аминқышқылдарын бактерия клеткасына оңай сіңірілетін және зақымдалудан сақталған формада жеткізіп отырады. Органикалық азот жетіспеген жағдайда органикалық қосылыстарды синтездеу үшін лактобактериялар азоттың минералды қосылыстарын тұтынады. Құрамы бойынша күрделі қоректік орталарда кейбір сүтқышқылды бактериялар өсуін аммоний тұздары стимулдейтіндігі белгілі [5-7].

Сүтқышқылды бактериялар үшін маңызды энергия көзі ретінде моно- және дисахаридтер — глюкоза, лактоза, сахароза, мальтоза қызмет атқарады. Сонымен қатар клетканың тіршілік процесі үшін аргинин, цистеин, глутамин қышқылы, лейцин, фенилаланин, триптофан, тирозин, валин секілді аминқышқылдардың орындайтын функциясы ерекше.

Дәстүрлі жағдайда сүтқышқылды микроорганизмдер майсыздандырылған стерильді сүтте дақылданып, сақталатындығы белгілі, дегенмен құрғақ бактериалдық концентраттар жасау барысында дақылдау ортасы ретінде майсыздандырылған стерильді сүтті пайдалану технологиялық тұрғыда қолайсыз.

Арнайы қоректік орталардың ішінде кең қолданысқа ие болған түрі — MRS қоректік ортасы. Қоректік орта тағамдық құндылығы жоғары құрам-бөліктеріне және өсу факторларына бай, лактобактериялардың зат алмасуына қажетті ашытқы және ет экстракттарынан, пептон, натрий ацетаты, аммоний цитраты, май қышқылдарының көзі — твин-80 және глюкозадан құралған. Орта қышқылдылығы — 6,2-6,4. MRS қоректік ортасы пробиотикалық лактобактериялармен жұмыс үшін және тағам өнімдері мен табиғи биотоптардан бұл микроорганизм түрлерін бөліп алу мақсатында да пайдаланылады [8-11].

Сонымен қатар лактобактерияларды дақылдауға арналған, биомасса жинақтау көрсеткіші жоғары бірқатар қоректік орталар түрі белгілі. Олар — гидролизденген сүт, борлы агар, Эйкман сүтті агары, орамжапырақ немесе сәбіз экстрактында дайындалған қоректік агарлы орта, Сабуро, сүтқышқылды микроорганизмдерді дақылдауға арналған арнайы дифференсацияланған қоректік орталар және т.б. [12-14].

Қазіргі таңда сүтқышқылды микроорганизмдерді өсіру үшін қажетті қоректік орталарды арнайы шолуға, салыстырмалы талдауға бағытталған ғылыми жұмыстар шеңбері күн санап арту үстінде. Себебі элективті қоректік орталардың кейбір түрлерінде басқа қоректік орталарда болмайтын немесе аз кездесетін құрам-бөліктер бар болса, кейбіреулерінде керісінше болады. Бірқатар зерттеушілердің жұмысы арнайы қоректік орта түрін ойлап табуға немесе осы уақытқа дейін белгілі қоректік ортаның кейбір құрам-бөліктерін модификациялау арқылы өзгерістер ендіруге бағытталған. Бұл мәліметтердің барлығы сүтқышқылды микроорганизмдердің адам организмі үшін маңызды қызмет атқаратындығына байланысты өзектілігі жоғалмайды. Сүтқышқылды бактериялар адамның асқазан-ішек жолының

маңызды қалыпты микробиота өкілдері. Организмнің асқазан-ішек жолында лактобактериялардың клетка санының азаюы немесе болмауы күрделі дисфункциялық жағдайларға алып келуі мүмкін.

Жұмыстың мақсаты — лактобактериялардың таза дақылдарының тіршілік процесіне қолайлы қоректік орта түрін таңдау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Жұмыстың зерттеу объектілері ретінде лактобактериялардың таза дақылдары таңдап алынды.

Лактобактерия дақылдарының әр түрлі қоректік орталарда өсу ерекшеліктерін анықтау мақсатында клеткаларды бірнеше қоректік орталарға егіп, өсіру көзделді:

- майсыздандырылған стерильді сүт;
- MRS қоректік ортасы;
- гидролизденген сүт — майсыздандырылған сүт пен құбыр суының қоспасына панкреатин немесе ұйқы безінің ұнтағын қосу арқылы дайындалатын орта. Біршама уақыттан соң қоспаға хлороформ енгізіледі;

- борлы агар — қоректік агарға бор (CaCO_3) қосу арқылы дайындалатын қоректік орта;
- Эйкман сүтті агарлы ортасы — лактобактериялардың протеолитикалық белсенділігін зерттеу мақсатында қоректік агарға стерильді майсыздандырылған сүт қосу арқылы дайындалатын орта;
- қырыққабат агары — қырыққабат қайнатпасына пептон, глюкоза, CaCO_3 және агар қосылып дайындалатын қатты қоректік орта;

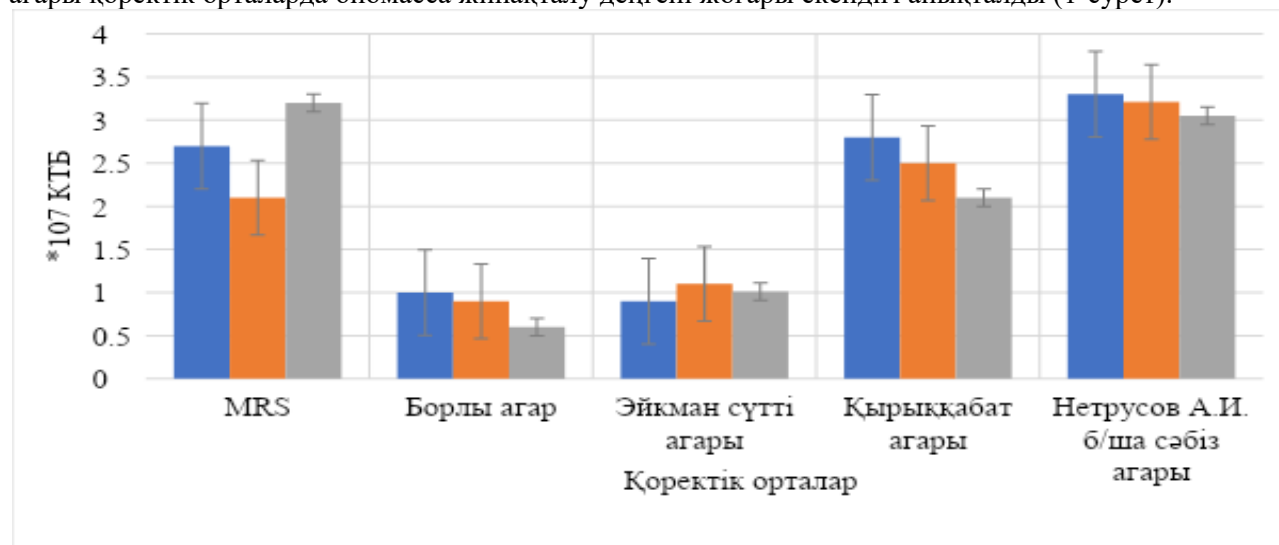
- А.И. Нетрусов әдістемесі бойынша сәбіз немесе қырыққабат қайнатпасына ашытқы автолизаты, пептон, глюкоза, CaCO_3 және агар қосылып дайындалатын қатты қоректік орта.

Сүтқышқылды микроорганизмдер 37°C -та 24-36 сағат бойы дақылданды. Зерттеу нәтижелері сырт көзбен және микроскопиялық әдістер арқылы анықталды. Стерильділікті тексеру мақсатында ЕПА (ет-пептонды агар) және ЕПС (ет-пептонды сорпа) қоректік орталары қолданылды. Дайын қоректік орталар автоклавта 30 минут бойы 1,5А қысымда стерилизацияланды. Лактобактерия клеткаларын егу және қайта егу жұмыстары дәстүрлі микробиологиялық әдістердің көмегімен жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оны талдау

Сүтқышқылды микроорганизмдер дақылдарының әр түрлі қоректік орталарда өсу ерекшелігін зертеу мақсатында бес түрлі қатты қоректік орталар таңдап алынды: MRS, борлы агар, Эйкман сүтті агары, орамжапырақ агары, А.И. Нетрусов бойынша сүтқышқылды бактерияларға арналған сәбіз агары қоректік ортасы. Оңтайлы қоректі орта Петри табақшасындағы агарлы ортаның бетіне лактобактерия колонияларының өсу көрсеткішінің жоғары болуымен анықталды.

Зерттеу жұмысының аралық қорытындысы бойынша борлы агар мен Эйкман сүтті агарлы қоректік орталарында басқа орталармен салыстырғанда биомасса жинақталуы аз екендігі белгілі болды. Ал MRS, қырыққабат агары, А.И. Нетрусов бойынша сүтқышқылды бактерияларға арналған сәбіз агары қоректік орталарда биомасса жинақталу деңгейі жоғары екендігі анықталды (1-сурет).

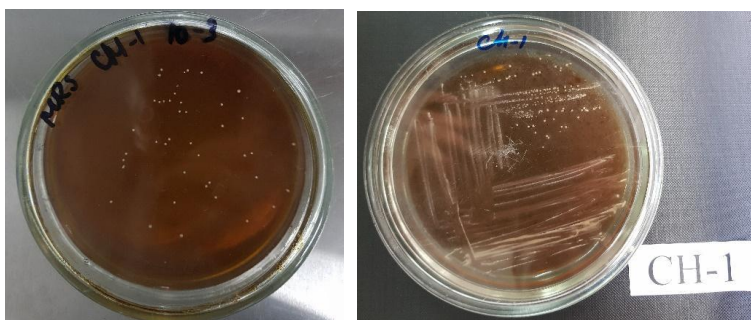


1-сурет. СҚБ түрлі қоректік орталарда биомасса жинақтау белсенділігі

Суретте сүтқышқылды бактериялардың түрлі қоректік орталарда өсу белсенділігі колония түзу бірлігімен көрсетілген. Сандық мәндер бойынша жоғары өсім көрсеткіші А.И. Нетрусов бойынша сәбіз агары қоректік ортасында екендігі анықталды. Үш түрлі қайталаным арқылы жасалған зерттеу жұмысында А.И. Нетрусов әдістемесі бойынша дайындалған сәбіз агары қатты қоректік ортасы бетінде өсіп шыққан лактобактериялар саны $3,3 \cdot 10^7$ КТБ, $3,21 \cdot 10^7$ КТБ, $3,05 \cdot 10^7$ КТБ құрап, жоғары көрсеткіш көрсеткендігі белгілі болды. Қырыққабат агары және стандартты MRS қоректік орталарында да лактобактериялар салыстырмалы түрде жоғары өсу белсенділігін көрсетті.

Сүтқышқылды микроорганизмдердің түрлі қоректік орталарда өсу ерекшеліктері әр алуан. Кейбір қоректік орталарда ақ майда тегіс колониялар түзіп өсетін болса, тағы бір түрлерінде қоректік орта түрін, түсін өзгерте отырып колониялар түзеді. Бұл қасиеттері қоректік орта құрам-бөліктері мен лактобактериялардың физиологиялық-биохимиялық ерекшеліктерімен тікелей байланысты.

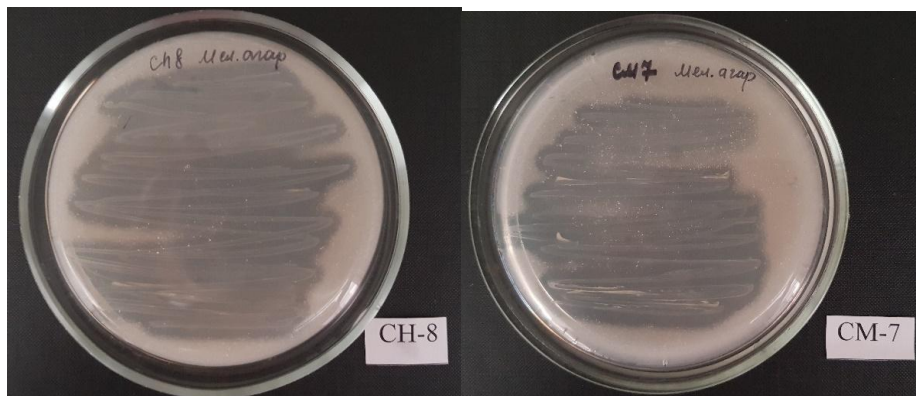
Лактобактериялардың қоректік орталарда өсу ерекшеліктерін анықтау мақсатында жоғарыда аталған қоректік орталар қолданылды. MRS қоректік ортасында лактобактерия дақылдары ақ-ақшыл мөлдір түсті, беті тегіс, кейде дөңес келетін, шеттері тегіс, кей жағдайда иректеліп келетін, жылтыр емес немесе жылтыр болатын майда, ұсақ колониялар түзеді (2-сурет).



2-сурет. Сүтқышқылды бактериялардың MRS қоректік ортасында өсу ерекшеліктері

2-суретте лактобактериялар колонияларының физиологиялық ерекшеліктері айқын бейнеленген. MRS стандартты қоректік ортасы лактобактерияларды дақылдау жұмыстарында кеңінен қолданылады. Қоректік орта қатты, жартылай қатты және сұйық түрде қолданылады. Қатты қоректік ортада колониялар агар бетінде өсетін болса, жартылай қатты MRS қоректік ортасы көп жағдайда тек пробиркаларға құйылады. Дақылдау укол әдісімен жүргізіледі. Клеткалардың өсуі пробирка бойымен бақыланады. Қоректік ортаның бұл түрі көп жағдайда дақылды сақтау мақсатында пайдаланылады. Сұйық қоректік ортада дақылдың өскендігі тұнбалану деңгейі арқылы анықталады.

Борлы агар қоректік ортасының құрамына глюкоза, ашытқы экстракты, CaCO_3 , агар кіреді. Қоректік ортаны дайындау үшін аталған құрам-бөліктер дистилденген сумен араластырылады. Қатты қоректік ортаның бетіне лактобактериялар егіліп, дақылданады. 3-суретте борлы агар қоректік ортасында өсіп шыққан сүтқышқылды бактериялар дақылдарының өсу ерекшеліктері бейнеленген. Лактобактериялар дақылдарының айналасында мөлдірлену зонасының болғандығын байқауға болады (3-сурет).



3-сурет. Сүтқышқылды бактериялардың борлы агар қоректік ортасында өсу ерекшеліктері

Келесі зерттелетін қоректік орта — Эйкман сүтті агары. Эйкман сүтті агарының құрамында пептон, натрий хлориді, глюкоза және агар бар. Аталған құрам-бөліктерді дистилденген сумен араластырып, стерилдеп болған соң қоспаға асептика заңдылықтарын сақтай отырып, майсыздандырылған стерилді сүтті қосып араластырады. Сүтті агарлы орта қатқан соң егу жұмыстары жүргізіледі (4-сурет).



4-сурет. Сүтқышқылды бактериялардың Эйкман сүтті агарлы қоректік ортасында өсу ерекшеліктері

4-суретте Эйкман сүтті агарлы қоректік ортасында өсіп шыққан лактобактериялардың өсу ерекшелігі көрсетілген. Қоректік орта лактобактерия дақылдарының протеолитикалық белсенділігін анықтау мақсатында қолданылады. Сүт казеинінің пептонизациялану белсенділігі өсіп шыққан колония айналасындағы мөлдірлену зонасының болуымен түсіндіріледі.

Қырыққабат агары және А.И. Нетрусов бойынша сәбіз агары қоректік орталары лактобактерияларды дақылдау барысында жоғары нәтиже көрсетті. Қоректік орталарда СҚМ дақылдарының биомасса жинақтау қабілеттілігінің жоғары екендігі анықталды. Бұл қоректік орта құрамы компоненттерінің лактобактериялар клеткалары үшін тағамдық құндылығының жоғарылығымен түсіндіріледі. Бұл орталар құрамына пептон, глюкоза, ашытқы экстракты, агар түрлі қатынаста берілген. Аталған қоректік орталарда лактобактериялардың өсу ерекшеліктері келесі суретте бейнеленген (5-сурет).



5-сурет. Сүтқышқылды бактериялардың қырыққабат агары және А.И. Нетрусов бойынша сәбіз агары қоректік орталарында қоректік ортасында өсу ерекшеліктері

Қырыққабат агары мен А.И. Нетрусов бойынша сәбіз агары қоректік орталарында сүтқышқылды бактериялар колонияларының айналасында айқын мөлдірлену зонасы болады, бұл ерекшелік ерітілмеген кальций көміртегінің еріген кальций лактатына айналуына байланысты деп түсіндіріледі.

Қорытынды

Зерттеу жұмысы барысында сүтқышқылды микроорганизмдердің бес түрлі қоректік орталарда дақылдану, өсу ерекшеліктері, әр қоректік орталарда биомасса жинақтау қабілетіліктері зерттелді. Зерттеу нәтижесі бойынша лактобактериялар дақылдары үшін қолайлы қоректік орта болып MRS, қырыққабат ағары, А.И. Нетрусов бойынша сүтқышқылды бактерияларға арналған сәбіз ағары қоректік орталары танылды. Ең жоғары көрсеткішті А.И. Нетрусов әдістемесі бойынша дайындалған сәбіз ағары қатты қоректік ортасы көрсетті, ағар бетінде өсіп шыққан лактобактериялар саны $3,3 \cdot 10^7$ КТБ, $3,21 \cdot 10^7$ КТБ, $3,05 \cdot 10^7$ КТБ құрады.

Жұмыс барысында аталған қоректік орта бетінде лактобактерия штамдарының дақылдану ерекшеліктері зерттелді. Сүтқышқылды бактериялар ортада тұнба түзу, қатты қоректік орта бетінде майда ақ түсті колониялар түзу, колония айналасында мөлдірлену зонасын түзу арқылы өсетіндігі белгілі болды. Бұл қасиет қоректік орта құрамына және лактобактерия штамының физиологиялық ерекшеліктеріне тікелей байланысты екендігі белгілі.

Зерттеу жұмысының нәтижесінде алынған мәліметтер лактобактериялардың консорциумы негізінде функционалды бағыттағы сүт өнімін алу мақсатында СҚБ клеткаларын дақылдауда ескеріледі және қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Степаненко П.П. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко. — М., 2005. — 653 с.
- 2 Практикум по микробиологии: учеб. пос. для студ. высш. учеб. завед. — М.: Изд. центр «Академия», 2005. — 608 с.
- 3 Дзержинская И.С. Питательные среды для выделения и культивирования микроорганизмов: учеб. пос. / И.С. Дзержинская. — Астрахань: Изд-во Алтай. гос. ун-та, 2008. — 348 с.
- 4 Конькова Н.К. Пути усовершенствования питательных сред, используемых в технологии производства медицинских и ветеринарных пробиотиков: автореф. дис. ... канд. биол. наук. 030007 — «Микробиология» / Н.К. Конькова. — Н. Новгород, 2002. — 21 с.
- 5 Jeong E. Development of cabbage juice medium for industrial production of *Leuconostoc mesenteroides* starter / E. Jeong, D. Moon, O.J. Suk, J.S. Moon, H. Seong, K.K. Yup, S.H. Nam // *Food Microbiology and Biotechnology*. — 2017. — Vol. 27. — P. 2112-2118. <https://doi.org/10.4014/jmb.1708.08050>.
- 6 Berecka M.P. Optimization of medium composition for enhancing growth of *Lactobacillus rhamnosus* PEN using response surface methodology / M.P. Berecka, A. Wasko, M. Wiater, M. Podlesny, Z. Targonski, A. Kubik-Komar // *Polish Journal of Microbiology*. — 2010. — Vol. 59. — P. 113-118.
- 7 Li C. Optimization of a cultural medium for bacteriocin production by *Lactococcus lactis* using response surface methodology / C. Li, J. Bai, Z. Cai, F. Ouyang // *Journal of Biotechnology*. — 2002. — Vol. 93. — P. 27-34. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(01\)00377-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(01)00377-7).
- 8 Renschler M.A. Using nitrous acid-modified de Man, Rogosa, and Sharpe medium to selectively isolate and culture lactic acid bacteria from dairy foods / M.A. Renschler, A. Wyatt, N. Anene, R. Robinson-Hill, E.S. Pickerill, N.E. Fox, J.A. Griffith, J.L. McKillip // *Journal of dairy science*. — 2020. — Vol. 103 (2). — P. 1215-1222. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17041>.
- 9 Meng H.Y. Formation of 3-Methylbutanal and 3-Methylbutan-1-ol Recognized as Malty during Fermentation in Swiss Raclette-Type Cheese, Reconstituted Milk, and de Man, Rogosa, and Sharpe Broth / H.Y. Meng, M. Piccand, P. Fuchsman, S. Dubois, A. Baumeier, M. Stern, A. von Ueli // *Journal of agricultural and food chemistry*. — 2021. — Vol. 69 (2). — P. 717-729. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06570>
- 10 Pyar H. Cost effectiveness of cryoprotective agents and modified De-man Rogosa Sharpe medium on growth of *Lactobacillus acidophilus* / H. Pyar, K. Peh // *Pakistan journal of biological sciences*. — 2014. — Vol. 17(4). — P. 462-471. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.462.471>
- 11 Bove C.G. Metabolic and proteomic adaptation of *Lactobacillus rhamnosus* strains during growth under cheese-like environmental conditions compared to de Man, Rogosa, and Sharpe medium / C.G. Bove, M. De Angelis, M. Gatti, M. Calasso, E. Neviani, M. Gobbetti // *Proteomics*. — 2012. — Vol. 12(21). — P. 3206-3218. <https://doi.org/10.1002/pmic.201200157>
- 12 Oyeniran A. A modified reinforced clostridial medium for the isolation and enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* in a mixed culture / A. Oyeniran, S.A. Ibrahim, R. Gyawali, R. Tahergorabi, T. Zimmerman, A. Krastanov // *Journal of dairy science*. — 2020. — Vol. 103(6). — P. 5030-5042. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17894>
- 13 Gardner N.J. Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures / N.J. Gardner, T. Savard, P. Obermeier, G. Caldwell, C.P. Champagne // *International journal of food microbiology*. — 2001. — Vol. 64(3). — P. 261-275. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00461-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00461-X)
- 14 Nwamaioha N.O. A selective medium for the enumeration and differentiation of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* / N.O. Nwamaioha, S.A. Ibrahim // *Journal of dairy science*. — 2018. — Vol. 101(6). — P. 4953-4961. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14155>

Г.Қ. Абай, У.Ч. Чоманов

Определение оптимальной питательной среды для культивирования лактобактерий

В статье приведены результаты исследования по определению оптимальной питательной среды для культивирования лактобактерий. Объектами исследования выбраны чистые, активные штаммы молочнокислых микроорганизмов. С целью определения оптимальной питательной среды штаммов лактобактерий были изучены пять разных стандартных и дифференцированных питательных сред: среда MRS, меловой агар, молочный агар Эйкмана, капустный агар, морковный агар для культивирования лактобактерий по А.И. Нетрусову. В результате исследований на морковном агаре для культивирования лактобактерий по А.И. Нетрусову рост молочнокислых бактерий составил $3,3 \cdot 10^7$ КТБ; $3,21 \cdot 10^7$ КТБ; $3,05 \cdot 10^7$ КОЕ; тем самым показал высокий результат. Выявлено, что на капустном агаре и среде MRS штаммы молочнокислых бактерий растут хорошо, наименьший рост наблюдался на меловом агаре и молочном агаре Эйкмана. Кроме того, исследованы особенности роста культур лактобактерий на данных средах, определено, что при росте на разных средах культуры лактобактерий образуют муть и заметны зоны просветления вокруг колонии. Данные особенности связаны с составом питательной среды и физиологическим характером штамма.

Ключевые слова: лактобактерия, питательные среды, MRS, меловой агар, молочный агар Эйкмана, капустный агар, морковный агар для культивирования лактобактерий по А.И. Нетрусову, культивирование.

G.K. Abay, U.Ch. Chomanov

Determination of the optimal nutrient medium for the cultivation of lactobacteria strains

This article presents the results of a study to determine the optimal nutrient medium for the cultivation of lactobacteria. The objects of the study were selected pure, active strains of lactic acid microorganisms. In order to determine the optimal nutrient medium of lactobacillus strains, 5 different standard and differentiated nutrient media were studied – MRS medium, chalk agar, Eikman milk agar, cabbage agar, carrot agar for the cultivation of lactobacteria according to A.I. Netrusov. As a result of studies on carrot agar for the cultivation of lactobacteria according to A.I. Netrusov, the growth of lactic acid bacteria was $3.3 \cdot 10^7$ CFU, $3.21 \cdot 10^7$ CFU, $3.05 \cdot 10^7$ CFU, thereby showing a high result. It was revealed that strains of lactic acid bacteria grow well on cabbage agar and MRS medium, the smallest growth was on chalk agar and Eikman milk agar. The peculiarities of the growth of lactobacillus cultures on these media were also investigated, it was revealed that when lactobacillus cultures grow on these media, they form turbidity and enlightenment zones around the colony are observed. These features are related to the composition of the nutrient medium and the physiological nature of the strain.

Keywords: lactobacillus, nutrient media, MRS, chalk agar, Eikman milk agar, cabbage agar, carrot agar for the cultivation of lactobacteria according to A.I. Netrusov, cultivation.

References

- 1 Stepanenko, P.P. (2005). Rukovodstvo k laboratornym zaniatiim po mikrobiologii moloka i molochnykh produktov [Guide to laboratory studies on the microbiology of milk and dairy products]. Moscow [in Russian].
- 2 (2005). Praktikum po mikrobiologii. Uchebnoe posobie dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii [Workshop on Microbiology. Guide for students of higher institutions]. Moscow: Izdatelskii tsentr «Akademiia» [in Russian].
- 3 Dzerzhinskaia, I.S. (2008). Pitatelnye sredy dlia vydeleniia i kultivirovaniia mikroorganizmov: uchebnoe posobie [Nutrient media for the isolation and cultivation of microorganisms: textbook]. Astrakhan: Izdatelstvo Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [in Russian].
- 4 Konkova, N.K. (2002). Puti usovershenstvovaniia pitatelnykh sred, ispolzuemykh v tekhnologii proizvodstva meditsinskikh i veterinarnykh probiotikov [Ways to improve nutrient media used in the production technology of medical and veterinary probiotics]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Nizhnii Novgorod [in Russian].
- 5 Jeong, E., Moon, D., Suk, O.J., Moon, J.S., Seong, H., Yup, K.K. & Nam, S.H. (2017). Development of cabbage juice medium for industrial production of *Leuconostoc mesenteroides* starter. *Food Microbiology and Biotechnology*, 27; 2112-2118. <https://doi.org/10.4014/jmb.1708.08050>.

- 6 Berecka, M.P., Wasko, A., Wiater, M., Podlesny, M., Targonski, Z. & Kubik-Komar, A. (2010). Optimization of medium composition for enhancing growth of *Lactobacillus rhamnosus* PEN using response surface methodology. *Polish Journal of Microbiology*, 59, 113-118.
- 7 Li, C., Bai, J., Cai, Z. & Ouyang, F. (2002). Optimization of a cultural medium for bacteriocin production by *Lactococcus lactis* using response surface methodology. *Journal of Biotechnology*, 93, 27-34. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(01\)00377-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(01)00377-7).
- 8 Renschler, M.A., Wyatt, A., Anene, N., Robinson-Hill, R., Pickerill, E. S., Fox, N. E., Griffith, J.A. & McKillip, J.L. (2020). Using nitrous acid-modified de Man, Rogosa, and Sharpe medium to selectively isolate and culture lactic acid bacteria from dairy foods. *Journal of dairy science*, 103(2), 1215-1222. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17041>.
- 9 Meng, H.Y., Piccand, M., Fuchsmann, P., Dubois, S., Baumeyer, A., Stern, M. & von Ueli, A. (2021). Formation of 3-Methylbutanal and 3-Methylbutan-1-ol Recognized as Malty during Fermentation in Swiss Raclette-Type Cheese, Reconstituted Milk, and de Man, Rogosa, and Sharpe Broth. *Journal of agricultural and food chemistry*, 69(2); 717-729. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06570>.
- 10 Pyar, H. & Peh, K. (2014). Cost effectiveness of cryoprotective agents and modified De-man Rogosa Sharpe medium on growth of *Lactobacillus acidophilus*. *Pakistan journal of biological sciences*, 17(4), 462-471. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.462.471>.
- 11 Bove, C.G., De Angelis, M., Gatti, M., Calasso, M., Neviani, E. & Gobetti, M. (2012). Metabolic and proteomic adaptation of *Lactobacillus rhamnosus* strains during growth under cheese-like environmental conditions compared to de Man, Rogosa, and Sharpe medium. *Proteomics*, 12 (21), 3206-3218. <https://doi.org/10.1002/pmic.201200157>.
- 12 Oyeniran, A., Ibrahim, S.A., Gyawali, R., Tahergorabi, R., Zimmerman, T. & Krastanov, A. (2020). A modified reinforced clostridial medium for the isolation and enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* in a mixed culture. *Journal of dairy science*, 103(6), 5030-5042. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17894>.
- 13 Gardner, N.J., Savard, T., Obermeier, P., Caldwell, G. & Champagne, C.P. (2001). Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures. *International journal of food microbiology*, 64(3), 261-275. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00461-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00461-X).
- 14 Nwamaioha, N.O. & Ibrahim, S.A. (2018). A selective medium for the enumeration and differentiation of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*. *Journal of dairy science*, 101(6); 4953-4961. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14155>.

P.U. Abdikarimova^{1*}, S.N. Atikeeva²

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

² University Turan-Astana, Kazakhstan

*Corresponding author: pikon_04_93@mail.ru

Anatomic features of *Juniperus sabina* growing in the Central Kazakhstan

Anatomical parameters of the needles of the Cossack juniper growing in different geographical regions (the city of Karaganda, Karkaraly, Zhanaarka and Ulytau districts) were studied. During the research work of *Juniperus sabina* in the populations of Ulytau and Karkaraly districts, the development of hypoderma is not so great, and in the populations of *Juniperus sabina* of Zhanaarka district, good development of hypoderma, cuticle and epidermis can be observed. This in turn reflects the adaptation of plants to the harsh growing conditions in such regions. Descriptive statistics were arithmetic averages, standard deviations, coefficients of variation, according to the data of each geographic region, each population.

Keywords: coefficient of variation, cossack juniper, anatomy, transverse incision, size of the conducting beam, epidermis, cuticle, hypoderm.

Introduction

Cossack juniper (*Juniperus sabina* L., family *Cupressaceae*) is a shrub, rare species that forms small scattered populations. Plants quickly grow in width, forming dense thickets (Fig. 1).



Figure 1. *Juniperus sabina* in Karlaraly Mountains

Shrubs die when shaded by taller tree species, such as spruce. The dryness of the climate during the bora period could have contributed to the wide distribution of the species. In nature, small trees with curved trunks are rarely found. The bark is red-brown, flaky. The shoots contain an essential oil and are poisonous. The needles are of two types: in young plants and on shady branches, needle-shaped, straight, pointed, 4-6 mm long, bluish-green above, soft, with a pronounced middle root; in adult plants, the needles are scaly, lamellar. A characteristic feature of the species is a pungent odor [1, 2].

It is drought-resistant, photophilous, unpretentious to soils, resistant to smoke and gas, has protective properties in relation to soils. Shoots are rich in glycosides, saponins and flavonoids [3-5]. Juniper has a healing effect on the forest environment, releasing more phytoncides than other conifers. It also contributes to the natural regeneration of coniferous trees on clearing sites.

According to Perezhugin Yu.V., *J. sabina* is a type of rocky habitats associated within its main range with subarid and arid regions of the Palearctic and refers them to Pliocene relics [6].

J. sabina, despite its wide distribution in the forests of Kazakhstan, remains one of the least studied conifers. Detailed studies on the study of form diversity, biometric and morphometric variability of the *J. sabina*, the features of their renewal in the Karaganda region were not carried out.

Therefore, it is necessary to consider the issue of factors leading to changes in the environmental conditions of its growth over the past decades. *J. sabina* has a healing effect in the forest environment, produces more phytoncides than other conifers, forms the microclimate of the surface layer of the atmosphere and promotes the natural renewal of coniferous woody plants [7, 8].

The purpose of this study is to study the anatomical features of the vegetative organs of the Cossack juniper (*J. sabina*) growing in the territories of Karaganda (Karaganda city, Karkaraly and Zhanaarka districts) and Ulytau regions (Ulytau district).

Experimental

The object of this study is aboveground parts of *J. sabina*. Samples were collected from the following geographic regions: Karaganda city, Zhanaarka, Karkaraly and Ulytau districts (Fig. 2). The sample from each population consisted of 5-7 individuals, depending on the size of the population.

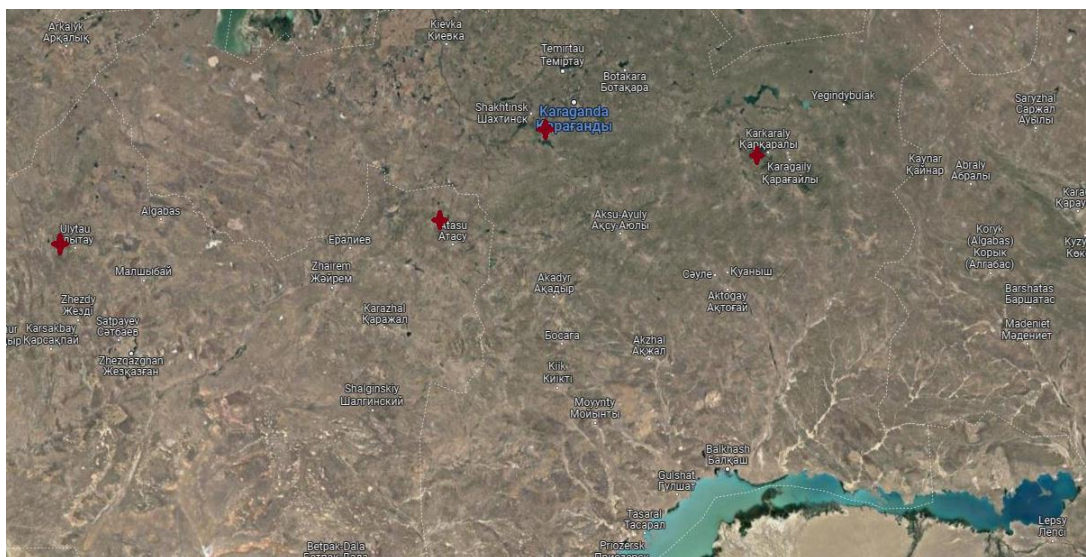


Figure 2. Place of samples collection of *Juniperus sabina*

In field research, specimens of *J. sabina* were collected from four research zones (Karaganda, Zhanaarka district, Karkaraly district, Ulytau district). At least five objects were obtained from each study area. In the course of the research work, an anatomical study of *J. sabina* was carried out for the following indicators: the average diameter of the receptacle, the width of the epidermis; the size of the conducting beam [9, 10]. *J. sabina* was stored in ethyl alcohol for at least a day (50 %), after which a cross section was made.

Surface preparations and sections were made manually using a razor blade. The resulting sections were placed in a drop of glycerin and photographed. Microscopic photographs of cross sections of aboveground organs were obtained using an Altami A2098 microscope with a digital camera Altami UCMOS03100KPA, recorded by the Altami Studio program. The photos were processed in the Paint application 11.2208.6.0.

All research work was carried out on the base of research park of biotechnology and ecomonitoring, the Karaganda University named after E.A. Buketov.

All data were processed statistically using the computer program Microsoft Office Excel, and the reliability criterion was calculated according to Mann-Whitney [11].

Results and Discussion

In the course of the research work, an analysis of the vegetative organ of *J. sabina* was carried out. Such indicators of a coniferous plant as the thickness of the epidermis, hypodermis and the diameter of the receptacles were studied, as well as a cross section was made and a study was conducted. The width of the epidermis does not depend on the age of the coniferous juniper. But the area of the cross section and the area of the conducting beam tend to increase (Fig. 3). These features were observed in populations in all regions of the study. The cuticle of a young juniper thickens, resulting in a larger cross section.

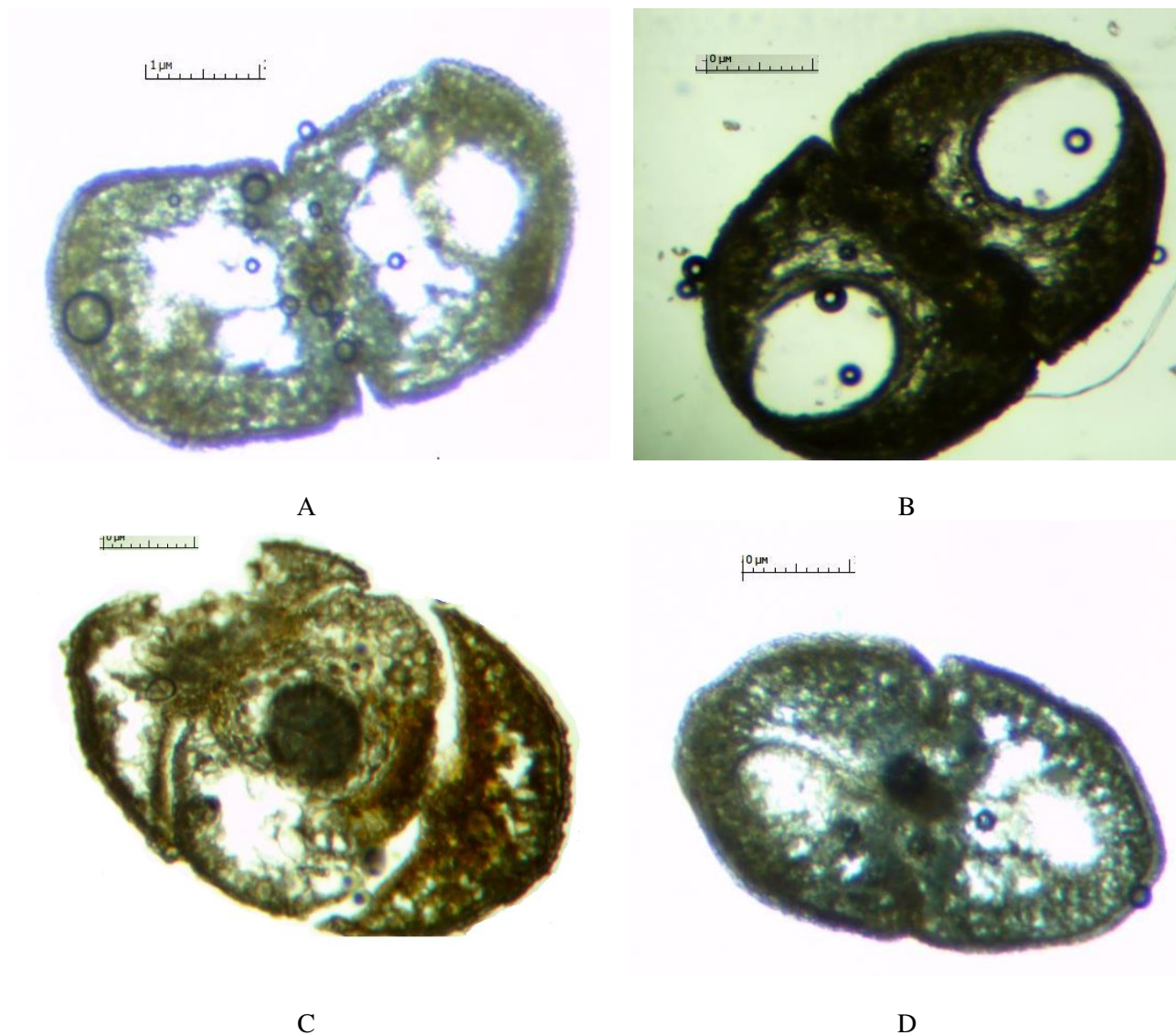


Figure 3. Cross section of *Juniperus sabina*: A — sample from Karaganda city; B — sample from Zhanaarka district; C — sample from Karkaraly Mountains; D — sample from Ulytau Mountains

The anatomical features have less variability and therefore belong to low or very low variability. The medium and high levels of variation are characterized by the dimensions of the conducting beam [12]. If we dwell on the anatomical indicators of *J. sabina*, which grows in arid conditions in the studied regions (Table 1), then in all regions the epidermis of *J. sabina* has a width of one size, and the size of the conductive bundles in the Karkaraly, Zhanaarka and Ulytau regions is 1.5- 1.7 μm , then the size of the conductive beams of the assembled object was 2.5 μm .

Anatomical indicators of *Juniperus sabina* growing in dry conditions

Field of study	Average diameter of the receptacles, mm	Width of the epidermis, μm	Conductive bundle size, μm
Karkaraly Mountains	1.5 \pm 0.2	0.5 \pm 0.1	1.7 \pm 0.5
Zhanaarka district	1.8 \pm 0.6	0.6 \pm 0.5	1.5 \pm 0.6
Ulytau Mountains	1.5 \pm 0.4	0.5 \pm 0.3	1.7 \pm 0.5
City of Karaganda	1.9 \pm 0.8	0.5 \pm 0.2	2.5 \pm 0.9

J. sabina experiences large anthropogenic loads in urban conditions (Table 2). The results obtained above on the coefficients of variation of traits show that the Cossack juniper has a low level of variability of the anatomical features of the vegetative organs. According to the results, the calculated values of the Student's t-test are much higher than the tabular ones. The arithmetic mean values are quite reliable (Fig. 4).

The values of the signs of the needles of *Juniperus sabina*

Parameters	Sign of leaves			
	Length, μm	Width, μm	Receptacle diameter, μm	Epidermis width, μm
Karkaraly Mountains				
Size of the attribute	5.32 \pm 0.75	3.8 \pm 0.41	1.5 \pm 0.05	0.52 \pm 0.02
The coefficient of variation, %	10.9	8.1	8.2	8.6
Average sampling error	0.26	0.14	0.05	0.02
Zhanaarka district				
Size of the attribute	5.54 \pm 0.61	4.08 \pm 0.18	1.82 \pm 0.02	0.54 \pm 0.01
The coefficient of variation, %	2.1	2.7	4.6	10.1
Average sampling error	0.05	0.05	0.04	0.02
Ulytau Mountains				
Size of the attribute	4.68 \pm 0.37	3.46 \pm 0.39	1.5 \pm 0.05	0.49 \pm 0.06
The coefficient of variation, %	10.8	27.7	12.5	4.6
Average sampling error	0.23	0.43	0.08	0.01
City of Karaganda				
Size of the attribute	5.1 \pm 0.11	3.82 \pm 0.63	1.76 \pm 0.04	0.52 \pm 0.03
The coefficient of variation, %	10.19	17.79	30.49	8.6
Average sampling error	0.23	0.3	0.24	0.02

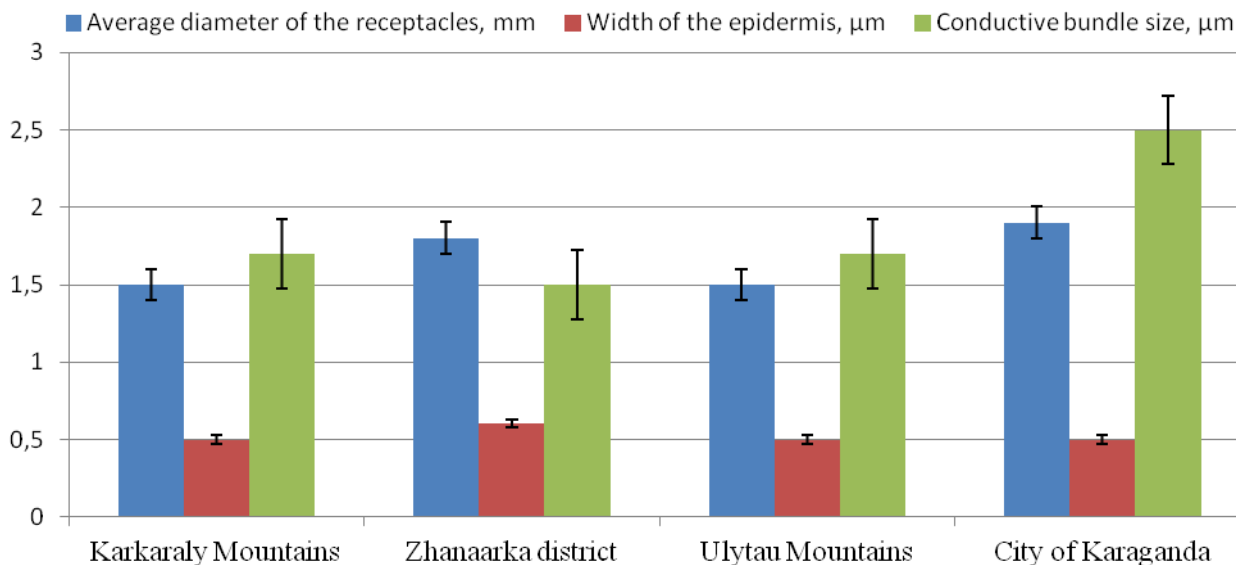


Figure 4. The thickness of the surface tissues of *Juniperus sabina* in natural populations

In the course of the research work, one can observe a good development of the hypodermis in the populations of *J. sabina* from Zhanaarka district, and in the populations from Ulytau and Karkaraly Mountains, the development of the hypodermis is not so great.

The epidermis of *J. sabina* of Ulytau Mountains is better developed than other regional objects. It gives coniferous plants a protective ability in the event of adverse conditions.

Conclusion

According to the results obtained, *J. sabina* experiences large anthropogenic loads in urban conditions. The anatomical parameters of the needles of *J. sabina*, which grows in different geographical regions (the city of Karaganda, Karkaraly, Zhanaarka and Ulytau regions), were also studied. The results obtained above on the coefficients of variation of traits show that *J. sabina* has a low level of variability of the anatomical features of the vegetative organs. According to the results, the calculated values of the Student's t-test are much higher than the tabular ones. According to the data obtained, the arithmetic mean values are quite reliable.

In the course of the research work of *J. sabina* in the populations of the Ulytau and Karkaraly regions, the development of the hypodermis is not so great, and in the populations of *J. sabina* of the Zhanaarka region, one can observe a good development of the hypodermis, cuticle and epidermis. This, in turn, reflects the adaptation of plants to the harsh growing conditions in such regions. All significant changes in the structure are associated with the natural and climatic conditions in which certain individuals grow.

References

- 1 Mazur M. Weak geographical structure of *Juniperus sabina* (Cupressaceae) morphologist despite its discontinuous range and genetic differentiation / M. Mazur, A. Botarynski, K. Botarynska, K. Maecysiak // Diversity. — 2021. — Vol. 13 (10). — Article ID 470. <https://doi.org/10.3390/d13100470>
- 2 Maksutbekova G.T. Study of resistant peculiarities of *Juniperus sabina* and *Juniperus communis* in the conditions of Zhezkazgan industrial region / G.T. Maksutbekova // Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography. — 2019. — № 4(96). — P. 27-32.
- 3 Asili J. Chemical and antimicrobial studies of *Juniperus sabina* L. and *Juniperus foetidissima* Willd. essential oil / J. Asili, A. Emami, M. Rahimizadeh, B.S. Fazly-Bazzaz, M.K. Hassanzadeh // Journal of essential oil-bearing plants. — 2013. — Vol. 13(10). — P. 25-36. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643787>
- 4 Xu F. Study of chemical constituents from twig and leaf of *Juniperus sabina* / F. Xu, J. Zhao, F. Xu, T. Ji, L. Ma // Zhong Yao Cai. — 2013. — Vol. 36 (12). — P. 1957-1959.

- 5 Сулеймен Е.М. Комплексное фитохимическое исследование *Juniperus sabina* L. из Казахстана / Е.М. Сулеймен, М.Ю. Ишмуратова, Ж.Б. Исакова // Естественные и математические науки в современном мире. — 2013. — № 12. — С. 185–195.
- 6 Пережогин Ю.В. Реликты во флоре Костанайской области / Ю.В. Пережогин // Вестн. Омск. гос. ун-та. — 2008. — № 85. — С. 130–132.
- 7 Потемкина О.В. Морфологический полиморфизм *Juniperus sabina* L. Южной Сибири / О.В. Потемкина // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. ст. по материалам XVI Междунар. науч.-практ. конф. — Барнаул: Алтай. гос. ун-т, 2017. — С. 154–156.
- 8 Потемкина О.В. Морфологическая изменчивость *Juniperus sabina* L. (*Cupressaceae*) юга Западной Сибири / О.В. Потемкина // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. — 2015. — № 14. — С. 105–109.
- 9 Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселова, А.Г. Девятков, Х.Х. Джалилова, Г.М. Ильина, Н.В. Чубатова. — М.: Моск. гос. ун-т, 2004. — 312 с.
- 10 Rudall P.J. Anatomy of flowering plants / P.J. Rudall. — Cambridge: Cambridge University Press, 2007. — 159 p.
- 11 Табачник Б.Г. Использование многомерной статистики / Б.Г. Табачник, Л.С. Фиделл. — Бостон: Pearson Education, 2007. — 250 с.
- 12 Hamidipour A. Leaf anatomical investigation of Cupressaceae and Taxaceae in Iran / A. Hamidipour, T. Radjabian, D.A. Charlet, M. Zarrei // Wulfenia. — 2011. — Vol. 18. — P. 95–111.

П.У. Абдикаримова, С.Н. Атикеева

Орталық Қазақстанда өсетін *Juniperus sabina* анатомиялық ерекшеліктері

Мақалада әр түрлі географиялық аймақтарда (Қарағанды қаласы, Қарқаралы, Жаңаарқа және Ұлытау ауданы) өсетін *Juniperus sabina* иелерінің анатомиялық параметрлері зерттелген. *Juniperus sabina*-ны зерттеу жұмысы барысында Ұлытау және Қарқаралы аудандарындағы популяцияларында гиподерманың дамуы соншалықты үлкен емес, ал Жаңаарқа ауданының *Juniperus sabina* популяцияларында гиподерманың, кутикуланың және эпидерманың жақсы дамығанын байқауға болады. Бұл өз кезегінде өсімдіктердің осындай аймақтардағы катал өсу жағдайларына бейімделуін көрсетеді. Сипаттамалық статистика орташа арифметикалық мәліметтермен, стандартты ауытқулармен, әр географиялық аймақтың, әр популяцияның мәліметтері бойынша вариация коэффициентімен ұсынылған.

Кілт сөздер: вариация коэффициенті, казак аршасы, анатомия, көлденең кима, өткізгіш сәуленің мөлшері, эпидермис, кутикула, гиподерма.

П.У. Абдикаримова, С.Н. Атикеева

Анатомические особенности *Juniperus sabina*, произрастающей в Центральном Казахстане

В статье изучены анатомические параметры хвои *Juniperus sabina*, произрастающей в разных географических регионах (город Караганда, Карқаралинский, Жаңаарқинский и Улытауский районы) на такие показатели, как средний диаметр места вместилища, ширина эпидермиса, размер проводящего пучка. Дана краткая характеристика исследуемого объекта. Были изучены следующие показатели хвойного растения: толщина эпидермиса, гиподерма и диаметр вместилищ; а также сделан поперечный срез и проведено исследование. Описательная статистика представлена средними арифметическими данными, стандартными отклонениями, коэффициентом вариации по данным каждого географического региона и популяции.

Ключевые слова: коэффициент вариации, можжевельник казахский, анатомия, поперечный срез, размер проводящего пучка, эпидермис, кутикула, гиподерма.

References

- 1 Mazur, M., Botarynski, A., Botarynska, K. & Maecysiak, K. (2021). Weak geographical structure of *Juniperus sabina* (Cupressaceae) morphologist despite its discontinuous range and genetic differentiation. *Diversity*, 13 (10); Article ID 470. <https://doi.org/10.3390/d13100470>.
- 2 Maksutbekova, G.T. (2019). Study of resistant peculiarities of *Juniperus sabina* and *Juniperus communis* in the conditions of Zhezkazgan industrial region. *Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 4(96), 27–32.

- 3 Asili, J., Emami, A., Rahimizadeh, M., Fazly-Bazzaz, B.S. & Hassanzadeh, M.K. (2013). Chemical and antimicrobial studies of *Juniperus sabina* L. and *Juniperus foetidissima* Willd. essential oil. *Journal of essential oil-bearing plants*, 13(10), 25-36. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643787>.
- 4 Xu, F., Zhao, J., Xu, F., Ji, T. & Ma, L. (2013). Study of chemical constituents from twig and leaf of *Juniperus sabina*. *Zhong Yao Cai*, 36 (12), 1957-1959.
- 5 Suleimen, E.M., Ishmuratova, M.Yu. & Iskakova, Zh.B. (2013). Kompleksnoe fitokhimicheskoe issledovanie *Juniperus sabina* L. iz Kazakhstana [Complex phytochemical study *Juniperus sabina* L. from Kazakhstan]. *Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire — Natural and mathematic sciences in modern world*, 12, 185–195 [in Russian].
- 6 Perezhogin, Yu.V. (2008). Relikty vo flore Kostanaiskoi oblasti [Relicts in flora of Kostanay region]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Omsk State University*, 85, 130–132 [in Russian].
- 7 Potemkina, O.V. (2017). Morfologicheskii polimorfizm *Juniperus sabina* L. Yuzhnoi Sibiri [Morphological polymorphism of *Juniperus sabina* L. from Southern Siberia]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii: Sbornik nauchnykh statei po materialam XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii — Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia: book and abstract of XVI International scientific-practical Conference*. Barnaul: Altaiskii gosudarstvennyi universitet, 154–156 [in Russian].
- 8 Potemkina, O.V. (2015). Morfologicheskaya izmenchivost *Juniperus sabina* L. (*Cupressaceae*) yuga Zapadnoi Sibiri [Morphological variability of *Juniperus sabina* L. (*Cupressaceae*) of southern Western Siberia]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii — Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia*, 14, 105–109 [in Russian].
- 9 Barykina, R.P., Veselova, T.D., Deviatov, A.G., Dzhililova, Kh.Kh., Ilina, G.M. & Chubatova, N.V. (2004). Spravochnik po botanicheskoi mikrotekhnike. Osnovy i metody [Handbook of Botanical Microtechnics. Basics and Methods]. Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi universitet [in Russian].
- 10 Rudall, P.J. (2007). *Anatomy of flowering plants*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 11 Tabachnik, B.G. & Fidell, L.S. (2007). *Ispolzovanie mnogomernoi statistiki [Use of multidimensional statistics]*. Boston: Pearson Education [in Russian].
- 12 Hamidipour, A., Radjabian, T., Charlet, D.A. & Zarrei, M. (2011). Leaf anatomical investigation of *Cupressaceae* and *Taxaceae* in Iran. *Wulfenia*, 18, 95-111.

A.Zh. Beisembay^{1*}, A.K. Ospanova², A. Kali³, C. Eken⁴

^{1,3}Karaganda University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan;

²Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan;

⁴Aydin Adnan Menderes University, Aydin, Turkey

*Corresponding author: aigera9522@mail.ru

Phytopathogenic fungi of *Caragana arborescens* Lam., growing in the city Karaganda

The article presents the results of the determination of powdery-mildews fungi and rust fungi of shrub plantings growing on the streets, squares and parks of the city of Karaganda. The article presents data on the species composition of phytopathogenic fungi, where the host-plant is the *Caragana arborescens* Lam., growing in the city of Karaganda. Theoretical and practical information on methods for determining phytopathogenic fungi by fruit bodies, appendages, asci and ascospores has been collected by us. Phytopathogenic fungi are directly dependent on their host-plant, the conditions of development and the duration of the period of vegetation. Timely study of the condition of the plants used for greening the city, identification of diseases, level of their development, distribution, biology in accordance with the climatic conditions of the region is the basis for preventing the spread of these harmful organisms, carrying out effective control measures against them. For the first time in this region, the shrub *Caragana arborescens* Lam. is a host-plant for such species of phytopathogenic fungi as: powdery-mildews fungi *Microsphaera caraganae* L., rust fungi *Uromyces cytisi* J. Schröt.

Keywords: industrial city, shrub plantings, *Caragana arborescens* Lam., phytopathogenic fungi, powdery-mildews fungi, rust fungi, *Microsphaera caraganae* L., *Uromyces cytisi* J. Schröt.

Introduction

Karaganda region is the largest area in terms of territory and industrial potential, which is rich in minerals and raw materials, and up to 30 % of the entire mining industry of the country is concentrated on its territory. Karaganda is one of the largest industrial, economic, scientific and cultural cities of Kazakhstan. There are many factories operating here and the largest coal production enterprises are concentrated: Agat-Service LLP, Kazakhstan Invest Comir JSC, Kazakhmys Corporation LLP, MMC Kazpolymetal LLP, Complect Karaganda LLP. Metallurgical, mining, chemical industrial enterprises are located in Karaganda [1].

Currently, in cities it is necessary not only to take care of green plantations, but also to protect them from various diseases. Microscopic pathogenic fungi predominate among them, and these harmful organisms not only reduce the pigmentation of green plantations, but also worsen the operational capabilities of growing trees and shrubs, shorten their age, and reduce resistance to adverse environmental conditions. They are also harmful to ecosystems in immediate proximity of industrial centers. Among the pathogenic micromycetes affecting the leaves of trees and shrubs used in urban landscaping, powdery mildew and rust fungi account for a significant proportion [2].

The purpose of the scientific article is to determine and analyze the species composition of phytopathogenic fungi of the *Caragana arborescens* Lam. species growing in the city of Karaganda.

The composition of phytopathogenic fungi is analyzed, the microflora of green plantations of the city of Karaganda is comparatively studied.

C. arborescens is a small tree or shrub, 3 to 7 meters high, trunks can reach up to 18 cm in diameter. In our country, it grows mainly in Eastern and Central Kazakhstan. The leaves consist of 4-7 pairs, large and long, which reach 10 cm, inverse-ovoid, petioles densely covered with hairs. The leaves change color during the vegetative period, in spring — bright green, in autumn — a richer green and yellow colors appear. Blooms after full leafing. The flowers are yellow, assembled in bunches of 2-5, *C. arborescens* blooms from May to June, for two weeks. The fruits are brown, narrow, linear-cylindrical beans [3].

Powdery-mildews fungi are a class of fungi of the *Ascomycetes* phylum, which includes 13 genera, about 500 species. These are obligate parasites of plants that cause the disease — powdery mildew. Their mycelium grows on the surface of leaves, stems and fruits in the form of a white coating. At the time of the vegetation period, new plants are infected by conidia, of which several generations are formed only during the summer. They get on the leaves or other organs of susceptible plants, germinate and cause their infection.

A mycelium develops on the surface of infected organs, and on it — conidiophores with conidia (usually several pieces) arranged in chains. At the end of the growing season, the marsupial stage of closed spherical fruit bodies (chasmotecia) with a diameter of up to 1,5 mm with appendages develops. After overwintering on fallen leaves, the spores in the ascospores of chasmotecia ripen and provide primary infection of plants. Overwintering with mycelium is possible when it penetrates into dormant buds. In the spring, the shell is torn and asci with ascospores are poured out, which infect plants [4].

Rust fungi are an order of fungi included in the phylum Basidiomycetes, which unites species of obligate fungi that parasitize higher plants. It has 1800 species of fungi. The species can be: multi-host (they develop on different feeding plants), single-host (the development cycle takes place on one plant). Causes infection in plants — in the form of spots and lines of rusty color. The spore-bearing stage of rust fungi development occurs on the leaves and stems of plants. Rusty-brown spots form on infected areas, which ripen and dry out over the summer, after which cracks form on them, through which spores (uredospores) poured out and then easily spread to neighboring plants with the help of wind. Uredospores, penetrating into another plant, germinate and form mycelium. In autumn, instead of rusty-yellow spots, darker spots appear — these are winter spores of teleitospores, which will protect the spores in winter [5].

Experimental

To determine and identify the family, genus, species and conduct a systematic analysis of phytopathogenic fungi, the finder-reference book “Flora of spore plants of Kazakhstan”, Vol. 1 “Rust fungi”, Volume 3 “Powdery Mildew fungi” was used by us [6, 7].

The objects of research are parks, squares, streets of the city of Karaganda. The research material were chosen leaves of the *Caragana arborescens* Lam. with plaques, pustules, spots.

Collection of material (herbarium of leaves) for research, which was carried out during the vegetation period (May-July, September-October) of shrubby plants in the city of Karaganda in parks (Central Park, Ethnopark named after the 10th Anniversary of Independence of Kazakhstan, Victory Park), squares (along Stroiteley Avenue), along Nazarbayev, University and others streets.

The primary work was carried out in the Biotechnology laboratory of the Innovative Eurasian University, where work was carried out on visual examination and identification of fungal species on a binocular microscope. At this stage, host-plants and some types of powdery mildew fungi were identified. To determine powdery mildew fungi, preparations were made and looked under a microscope according to the method of I.I. Zhuravlev (1979) — determination of phytopathogenic fungi by fruit bodies, appendages, ascospores and spores.

Further more detailed work was carried out in Turkey, Aydin Adnan Menderes University in the Laboratory of Microbial Biotechnology, where looked under the SopTop binocular microscope. And in the Tarbyomer laboratory, where images from the Olympus DP72 microscope were displayed on a computer using the LabSens program, photographs of fungi that affected the leaves were taken.

To determine rust fungi, used the following method:

- Breeding ground based on Potato Dextrose agar (PDA) and water agar were prepared for the cultivation of underdeveloped fungi. For this:
 - Cut out pieces of leaves with a scalpel from damaged places on herbariums of leaves and place them in bulbs;
 - Pour 20 ml of NaCl₂ solution into each bulb and wait for 2 minutes, then cover the flask with gauze and pour out the solution;
 - Pour distilled water into each bulb and wait for 2 minutes;
 - Sterilized pieces of herbariums then laid out on filter paper with tweezers. The tweezers must be sterilized on an alcohol lamp every time;
 - Then we plant the herbarium pieces on breeding ground, we had PDA (Potato dextrose agar) and water agar. We put 5-6 pieces in each Petri dish.
 - We are waiting for 3-4 days of crop growth.
 - Then we prepare the samples and look under the microscope and determine the species by the method of I.I. Zhuravlev (1979) (by chasmotecia, appendages, ascospores and spores).

Results and discussion

According to the results of the research, the affected plants are new host-plants for this region.

The composition of species of phytopathogenic fungi of shrub plantations planted in the city of Karaganda is as follows:

1. *Microsphaera caraganae* L.

Order: Erysiphales

Family: Erysiphaceae

Genus: *Microsphaera* Lévl.

Species: *Microsphaera caraganae* L.

Host-plant: found on the leaves of *Caragana arborescens* Lam.

Located in Kazakhstan:

Karaganda c., the square on Nazarbayev Avenue. GPS-coordinates: N 49,81364; E 73,08816, altitude is 566 m above sea level;

Karaganda c., Ethnopark named after 10th anniversary of Independence of Kazakhstan. GPS-coordinates: N 49, 776648; E 73,125413, altitude is 566 m above sea level;

Date of finding: 26.09.–30.09.2020 y.

Morphology: chasmotecia are arranged in groups, spherical, large, 85-95 µm in size, the number of appendages is also large. Asci 4-5, size 34.5-50.5 µm. Spores 5-6, size 19.5-20.5 x 12.5-15.5 µm.

Biological features and pathogenesis of the fungi: Leaf lesions during the collection of herbariums in the *C. arborescens* in the form of a white spot on the leaves, which appeared first in the form of individual spots, then on the entire surface of the leaf. Some of the leaves curled and fell off. The appearance of chasmotecia was noted. On all the studied leaves, the marsupial stage of pathogens developed with the formation of chasmotecia (Fig. 1). Well-defined large chasmotecia formed in large numbers on the leaves [8].



Figure 1. A — leaves of *Caragana arborescens*, affected by pathogenic fungi *Microsphaera caraganae* L.; B — *Microsphaera caraganae* L. under the microscope—20x (asci, ascospores, appendages, chasmotecia)

2. *Uromyces cytisi* J. Schröt

Order: Pucciniales

Family: Pucciniaceae

Genus: *Uromyces*

Species: *Uromyces cytisi* J. Schröt

Host-plant: found on the leaves of *Caragana arborescens* Lam.

Located in Kazakhstan:

Karaganda c., Central park. GPS-coordinates: N 49, 80191, E 73,07779, altitude is 566 m above sea level;

Alley of Family. GPS-coordinates: N 49,808313, E 73,081252, altitude is 566 m above sea level;

Alley of Love. GPS-coordinates: 49,808872 n.l., 73,080893 e.l., altitude is 566 m

Date and time of location: 20.09.2020 y., 11:15

Morphology: teleitospores are unicellular, on legs. Teleitospores are represented by velvety dark pads on the leaves of the affected plant. Urediniospores are rusty-brown, on legs, the shell is covered with spikes.

Biological features and pathogenesis of the fungi: The leaves of the plant are damaged. In our research, uredo and teliospores were encountered (Fig. 2). The urediniospores are spherical, measuring 14.5-22.5 x 12-15. 25 μm . Teliospores are light brown, rounded, ovoid in size 17.75-25 x 12.5-15.5 μm . 05.08.1956, for the first time N.A. Gamalitska found on plants *C. arborescens* [9].



Figure 2. A — leaves of *Caragana arborescens*, affected by pathogenic fungi *Uromyces cytisi*; B — *Uromyces cytisi* J. Schröt (20x) under the microscope (ascospores)

Conclusions

According to the results of our research in the city of Karaganda, 1 species of powdery mildew fungi *Microsphaera caraganae* L. and 1 species of rust fungi *Uromyces cytisi* J. Schrötwere identified in the shrub *Caragana arborescens* Lam.

According to the results of the conducted studies, it was revealed that rust fungi cause *Caragana arborescens* Lam. the disease “rust”, which leads the plant to premature drying, lagging in growth and then to death. On our studied samples of leaves affected by rust, the stage of development of urediniospores was found, which are scattered along the underside of the leaf with sparsely spaced spiny warts. Teleitospores are represented by an ellipsoid or inversely ovoid shape, the shell is light brown.

Powdery mildew fungi cause *C. arborescens* the disease is “powdery mildew”, which affects the leaves and manifests itself as a white spot. In our studies, the marsupial stage of development of the fungi *Microsphaera caraganae* L. was found.

References

- 1 Заводы и промышленные предприятия Караганды [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://manufacturers.ru/enterprises/kz-karaganda>
- 2 Гаврицкова Н.Н. Изучение фитофильных микромицетов на древесных растениях в городских зеленых насаждениях / Н.Н. Гаврицкова, И.П. Курненкова, А.В. Мичесва // Материалы XI Межд. научн.-практ. конф. Новые достижения европейской науки — 2017. Т. 11. — София: «БялГРАД–БГ» ООД, 2017. — С. 19-21.
- 3 *Caragana arborescens* Lam. The Plant List. [Electronic resource]. — Access mode: <http://www.theplantlist.org/tp11.1/record/ild-8707>
- 4 Васягина М.П. Флора споровых растений Казахстана. Т. 3 (Мучнисто-росяные грибы) / М.П. Васягина, М.Н. Кузнецова, Н.Ф. Писарева, С.Р. Шварцман. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. — 460 с.
- 5 Васягина М.П. Флора споровых растений Казахстана. Т. 1 (Ржавчинные грибы) / М.П. Васягина, М.Н. Кузнецова, Н.Ф. Писарева, С.Р. Шварцман. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956. — 432 с.

6 Ospanova A. Fungal pathogens of shrubs in industrial cities / A. Ospanova, L. Anuarova, A. Spanbayev, A. Sharipova, B. Gabdulkhayeva, B. Zhumabekova, G. Darzhuman, Z. Tulegenova, S. Kabieva, K. Bairmurat // Journal of Plant Diseases and Protection. — 2018. — Vol. 125. — P. 86-88. <https://doi.org/10.1007/c41348-017-0094-8>

7 Abasova L. Notes on powdery mildews of the genus *Erysiphe* from Azerbaijan / L. Abasova, D. Aghayeva, S. Takamatsu // CREAM. — 2018. — Vol. 8 (1). — P. 30-53. <https://doi.org/10.5943/cream/8/1/3>

8 Рахимова Е.В. Ключ для определения видов мучнисторосяных грибов Казахстана по семействам и родам питающих растений / Е.В. Рахимова, Г.А. Нам, Б.Д. Ермекова // Turczaninowia. — 2015. — Вып. 16 (1). — С. 186–188.

9 Мустафаев И.М. Первая находка и новый хозяин ржавчинного гриба *Uromyces helichrysi* из Узбекистана / И.М. Мустафаев, А.Н. Хужанов // Новости систематики низших растений. — 2020. — № 54(2). — С. 381–385.

А.Ж. Бейсембай, А.К. Оспанова, А. Кали, С. Экен

Қарағанды қаласында өсетін ағаш қараған *Caragana arborescens* Lam. фитопатогенді саңырауқұлақтары

Мақалада Қарағанды қаласының көшелерінде, скверлерінде және саябақтарында өсетін бұталы өсімдіктердің ұнтақты және тат саңырауқұлақтарын анықтау нәтижелері берілген. Сонымен қатар иелік-өсімдігі ағаш қараған (*Caragana arborescens* Lam.) болатын фитопатогенді саңырауқұлақтардың түрлік құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Фитопатогендік саңырауқұлақтарды жемісті денелері, өсінділері, қалталары мен споралары арқылы анықтау әдістері туралы тәжірибелік ақпарат берілген. Фитопатогендік саңырауқұлақтар олардың иелік-өсімдіктеріне, даму жағдайларына және өсіп-өну мерзіміне тікелей байланысты. Қаланы көгалдандыру үшін пайдаланылатын өсімдіктердің жағдайын уақтылы зерттеу, белгілі бір аймақтың климаттық жағдайларына сәйкес ауруларды, олардың даму деңгейін, таралуын, биологиясын анықтау осы зиянды организмдердің таралуын болдырмауға, олармен тиімді күрес шараларын жүргізуге негіз болып табылады. Бұл аймақ үшін алғаш рет ағаш қараған бұтасы (*Caragana arborescens* Lam.) келесі фитопатогендік саңырауқұлақтардың түрлеріне, атап айтсақ: *Microsphaera caraganae* L. ақұнтақ саңырауқұлағына, *Uromyces cytisi* J. Schröt тат саңырауқұлағына иелік-өсімдік болып саналады.

Кілт сөздер: өнеркәсіптік қала, бұталы көшеттер, ағаш қараған (*Caragana arborescens* Lam.), фитопатогендік саңырауқұлақтар, ақұнтақ саңырауқұлақтары, тат саңырауқұлақтары, *Microsphaera caraganae* L., *Uromyces cytisi* J. Schröt.

А.Ж. Бейсембай, А.К. Оспанова, А.К. Кали, С. Экен

Фитопатогенные грибы Караганы древовидной *Caragana arborescens* Lam., произрастающей в городе Караганде

В статье приведены результаты определения мучнисто-росяных и ржавчинных грибов кустарниковых растений, произрастающих на улицах, скверах и парках города Караганды, а также данные о видовом составе фитопатогенных грибов, где растением-хозяином является карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), произрастающая в указанной местности. Дана практическая информация о методах определения фитопатогенных грибов по плодовым телам, придаткам, сумкам и спорам. Фитопатогенные грибы напрямую зависят от растения-хозяина, условий развития и срока продолжения вегетации. Своевременное изучение состояния растений, используемых для озеленения города, выявление болезней, уровня их развития, распространения, биологии в соответствии с климатическими условиями данного региона являются основой для предотвращения распространения этих вредных организмов, проведения с ними эффективных мер борьбы. Впервые для этого региона кустарник *Caragana arborescens* Lam. является растением-хозяином для таких видов фитопатогенных грибов, как мучнисто-росяной гриб *Microsphaera caraganae* L., ржавчинный гриб *Uromyces cytisi* J. Schröt.

Ключевые слова: промышленный город, кустарниковые насаждения, карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), фитопатогенные грибы, мучнисто-росяные грибы, ржавчинные грибы, *Microsphaera caraganae* L., *Uromyces cytisi* J. Schröt.

References

1 Zavody i promyshlennye predpriiatiia Karagandy [Factories and industrial enterprises of Karaganda]. Retrieved from <https://manufacturers.ru/enterprises/kz-karaganda> [in Russian].

- 2 Gavritskova, N.N., Kurnenkova, I.P. & Micheeva, A.V. (2017). Izuchenie fitofilnykh mikromitsetov na drevesnykh rasteniiakh v gorodskikh zelenykh nasazhdeniiakh [Study of phytophilic micromycetes on woody plants in urban green spaces]. *Materialy XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Novye dostizheniia evropeiskoi nauki — Materials of XI International Scientific-Practical Conference. The new achievements of European science*, 11, 19–21. Sphiia: «BialGRAD –BG» OOD [in Russian].
- 3 *Caragana arborescens* Lam. The Plant List. Retrieved from <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/ild-8707>
- 4 Vasiagina, M.P., Kuznetsova, M.N., Pisareva, N.F. & Shvartsman, S.R. (1961). Flora sporovykh rastenii Kazakhstana. (Muchnisto-rosianye griby) [Flora of spore plants of Kazakhstan. Vol. 3 (Mild powdery Mushrooms)]. Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk Kazakhskoi SSR, 3 [in Russian].
- 5 Vasiagina, M.P., Kuznetsova, M.N., Pisareva, N.F. & Shvartsman, S.R. (1956). Flora sporovykh rastenii Kazakhstana. (Rzhavchinnye griby) [Flora of spore plants of Kazakhstan. Vol. 1 (Rust Mushrooms)]. Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk Kazakhskoi SSR, 1 [in Russian].
- 6 Ospanova, A., Anuarova, L., Spanbayev, A., Sharipova, A., Gabdulkhayeva, B., Zhumabekova, B., Darzhuman, G., Tulegenova, Z., Kabieva, S. & Bairmurat, K. (2018). Fungal pathogens of shrubs in industrial cities. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125; 86-88. <https://doi.org/10.1007/c41348-017-0094-8>
- 7 Abasova, L., Aghayeva, D. & Takamatsu, S. (2018). Notes on powdery mildews of the genus *Erysiphe* from Azerbaijan. *CREAM*, 8(1), 30-53. <https://doi.org/10.5943/cream/8/1/3>
- 8 Rakhimova, E.V., Nam, G.A. & Ermekova, B.D. (2015). Kliuch dlia opredeleniia vidov muchnistorosiansykh gribov Kazakhstana po semeistvam i rodam pitaiushchikh rastenii [Key for determining the species of flour-and-vegetable fungi of Kazakhstan by families and genera of feeding plants]. *Turczaninowia*, 16 (1), 186–188 [in Russian].
- 9 Mustafae, I.M. & Khuzhanov, A.N. (2020). Pervaia nakhodka i novyi khoziain rzhavchinnogo griba *Uromyces helichrysi* iz Uzbekistana [The first find and new host of the rust fungus *Uromyces helichrysi* from Uzbekistan]. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii — News of systematic of lower plants*, 54 (2), 381–385 [in Russian].

Т.З. Бегілов^{1*}, Ю.А. Грачев², Б.Е. Есжанов¹¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;²Зоология институты, Алматы, Қазақстан

*Хат-хабарларға арналған автор: talgat.begilov@mail.ru

Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің соңғы 40 жылдағы санының динамикасы және оған әсер етуші факторлар

Мақалада тарихи мәліметтердің, әдеби көздердің және авторлардың жеке зерттеулерінің негізінде киіктердің Еділ-Жайық популяциясын жалпы Қазақстан Республикасындағы басқа да киік популяцияларымен салыстыра отырып, территорияларды шаруашылық игерумен байланысты соңғы 40 жылдағы киік санының динамикасына талдау жасалып, олардың санына әсер ететін антропогендік, биотикалық, генетикалық, экологиялық факторлардың сипаты қарастырылған. Осы қарастырылып отырған уақыт аралығында киіктер популяциясы бірнеше рет эпизотиялардың салдарынан жаппай қырылуға ұшыраса, XX ғасырдың 90 жылдарының ортасынан бастап 2000 жылдардың ортасына дейін саны күрт азайып, қауіпті деңгейге дейін төмендеді және бұл құбылыс Қазақстандағы киіктердің үш популяциясына да тән болды. Киік жойылып кету қаупі бар жануарға айналды. Халықаралық, республикалық табиғат қорғау ұйымдарының дабыл қағуы, республика үкіметінің киіктерді қорғауға бағытталған шараларды қолға алуының арқасында соңғы жылдары киік саны біршама артты, әсіресе Еділ-Жайық популяциясы қалпына келді. 2000 жылдардағы киік санының күрт төмендеуіне рұқсатсыз аң аулаудың, пастереллез эпизотияларының тигізген әсері талданды. Соңғы бір-екі жылдағы Еділ-Жайық популяциясы саны артуының салдарынан киіктердің ауыл-шаруашылығымен күшті бәсекелестікке түсіп отырғаны және жайылымдарда үй жануарларымен (малмен) араласуы олардың бір-біріне түрлі ауруларды тарату мүмкіндігін тудыратыны қарастырылған. XX ғасырдың 60-90 жылдары аралығында киіктерді кәсіптік аулау жүргізіліп, санын реттеп отырған кезде Қазақстандағы киіктердің үш популяциясының да саны ұзақ жылдар бойы тұрақты болып келді. Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің санының артуы олардың популяциясын реттеп отырудың қажет екенін көрсетіп отыр.

Кілт сөздер: киік, популяция, эпизоотия, пастереллез қоздырғышы, тіршілік ету ареалы, инфекциялар, браконерлік, миграция, резерват.

Kіріспе

Киік Евразияның шөлейт және шөл зонасының үйірімен көшіп жүретін ғажайып тұяқты жануары. Мамонт пен жүндес мүйізтұмсықтың замандасы бола отырып, олар 20 мың жыл бұрын мұз дәуірін басынан өткерген. Қазақстандағы жабайы тұяқты жануарлардың ішінде саны жөнінен ең үлкені киіктер — *Saiga tatarica* L. болып табылады [1].

Дүние жүзіндегі киіктердің тіршілік ету ареалының 80-85 % Қазақстанның территориясында. Мұнда бір-бірінен оқшау киіктердің үш популяциясы тіршілік етеді: Бетпақдала популяциясы (Балқаш көлі мен Арал теңіздерінің аралығында), Үстірт популяциясы (Арал және Каспий теңіздерінің аралығында) және Жайық популяциясы (Еділ және Жайық өзендерінің аралығында). Олар жыл сайын жыл маусымдарына, жауын-шашындар мен жердің отына қарай оңтүстіктен солтүстікке қарай және керісінше миграция жасайды [2].

XX ғасырдың соңына дейін киіктер кәсіптік аң түрі ретінде кеңінен қолданылды. Киік еті халықтың үлкен сұранысына ие болды, терісінен жоғары сапалы елтірі дайындалды. 1981-1985 жылдар аралығындағы бес жылда Қазақстанда 900 мың бас киік ауланып, олардан 14 мың тонна ет алынған. Киік өнімдерінің құны (ет пен мүйіз экспортын қоса есептегенде) 19 млн сомды құраған, ал таза пайда 10 млн сом болған. Киіктерді атуға республиканың арнайы маманданған үш мемлекеттік аңшылық өндірістік шаруашылығы рұқсат алған. Олар ет, тері, мүйіз сияқты әртүрлі өнімдерді дайындап отырған [1].

Республика территориясында 2000 жылдары киік саны қауіпті деңгейге дейін азайып кетті. Оны салыстырмалы түрде талдау үшін соңғы 41 жылда жүргізілген санақ жұмыстарының нәтижесі кесте күйінде берілген (1-кесте). Кестеге қарай отырып, киік санының ең төмен деңгейі 2003 жылға келгенін көреміз. Одан кейінгі жылдарда киікті толық құрып кетуден сақтап қалу мақсатында алынған шаралардың арқасында олардың саны жайлап көбейе бастады [3].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны шөлейтті далалардың тұяқты жануары киік (*Saiga tatarica* L.) және киіктің Қазақстандағы Еділ-Жайық популяциясы. Зерттеу материалдары авторлардың көпжылдық зерттеулері, Зоология институтының жыл сайынғы киік санақтарының нәтижелері, далалық экспедициялар барысында жинақталды. Зерттеу нәтижелері статистикалық мәліметтерді талдау және өзіндік мониторинг жасау мәліметтеріне негізделген.

Зерттеудің теориялық-әдістемелік негізін жалпы ғылыми әдістер: сипаттау, салыстыру, статистикалық, жүйелік талдау әдістері құрайды. Зерттеудің әдіснамасы кешенділік, кіріктірушілік, жүйелік, экологиялық, географиялық сияқты жалпы ұстанымдар мен тәсілдерге негізделген.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Қазақстанда киік антропогендік және экологиялық факторлардың әсерінен екі рет жойылып кету қаупіне ұшыраған. Бірінші рет XX ғасырдың 20-жылдары бұл жануардың жүздеген ғана дарасы Бетпақдаланың, Үстірттің және Еділ-Жайық өзендері аралығының ең алыс түкпірлерінде сақталып қалды. Осыған байланысты 1919 жылдың өзінде киіктерді аулауға толықтай тыйым салынды. Ол сирек кездесетін, жойылып бара жатқан түр ретінде қорғауға алынды. XX ғасырдың 40-жылдары Орталық Қазақстанда бірнеше жүз дарадан тұратын киік үйірлері кездескен. Саны мыңнан асатын тек бір ғана үйірдің кездескені атап көрсетілген. Бұл уақыттарды республикада 2-3 мың ғана киік тіршілік еткен [4, 5].

Киіктерді қорғау үшін қолға алынған шаралардың арқасында өткен ғасырдың 50-жылдардың аяғына қарай киік қайтадан кәсіптік аңшылық нысанына айналды. Яғни қырық жыл бойы (1958-1998 жылдар) бұл тұяқты жануар ең саны көп аңшылық-кәсіптік түр болды. Ол жылдары Қазақстанда 1 миллиондай киік тіршілік етті және ол елдің экономикасы үшін миллиондаған сомдық табыс көзі болды. Осы жылдардың ішінде барлығы 5,5 млн бас киік ауланған, 90 мың тонна ет, 1,7 млн м² бағалы терілік шикізат, тек экспорттық өнім болып табылатын 250 тонна мүйіз өндірілген (1-кесте). Киіктерден өндірілген өнімдерді сатудан түскен пайда жыл сайын шамамен 3 млн АҚШ долларын құраған [1, 6].

1 - кесте

Қазақстандағы киік популяциялары санының динамикасы

Жылдар	Популяциялар			Қазақстан бойынша барлығы
	Бетпақдала популяциясы	Үстірт популяциясы	Жайық популяциясы	
1981	470 000	190 000	160 000	820 000
1982	480 000	190 000	180 000	850 000
1983	440 000	180 000	150 000	770 000
1984	340 000	190 000	40 000	570 000
1985	400 000	190 000	50 000	640 000
1986	250 000	150 000	70 000	470 000
1987	300 000	140 000	100 000	540 000
1988	368 000	207 000	90 000	665 000
1989	323 000	265 000	135 000	723 000
1990	361 000	202 000	138 000	701 000
1991	357 000	232 000	236 000	825 000
1992	375 000	254 000	298 000	927 000
1993	510 000	216 000	250 000	976 000
1994	282 000	254 000	274 000	810 000
1995	212 000	-	-	-
1996	248 000	107 000	-	-
1997	-	-	-	-
1998	60 000	246 000	104 000	410 000
1999	64 000	200 000	84 000	348 000
2000	15 000	116 000	17 500	148 500

1 кестенің жалғасы				
2001	12 000	58 000	9 400	79 400
2002	4 000	19 100	6 800	29 900
2003	1 800	12 900	6 500	21 200
2004	6 900	15 000	8 800	30 700
2005	9 900	19 600	10 000	39 600
2006	16 800	17 800	12 800	47 400
2007	22 800	16 400	15 600	54 800
2008	32 300	10 400	18 300	61 000
2009	45 200	9 200	26 600	81 000
2010	53 400	4 900	31 300	89 600
2011	78 000	6 100	17 900	102 000
2012	109 200	8 300	20 000	137 500
2013	155 200	5 400	26 400	187 000
2014	215 000	2 200	39 500	256 700
2015	242 500	1 270	51 700	295 470
2016	36 200	1 900	70 200	108 300
2017	51 700	2 700	98 200	152 600
2018	76 400	3 700	135 000	215 100
2019	111 500	5 900	217 000	334 400
2020	-	-	-	-
2021	285 000	12 000	545 000	842 000
2022	489 000	28 000	801 000	1 318 000

Ескерту. Киіктердің санағы 1995, 1996, жылдары қаржы тапшылығына байланысты кейбір популяцияларда, ал 1997 жылы мүлде жүргізілмеген. 2020 жылы COVID-19 пандемиясына байланысты санақ жүргізілмеді

1984, 1988 жылдары Бетпақдала және Еділ-Жайық популяцияларында киіктердің қырылуы орын алған (1-кесте), соған сәйкес 1-кестеде осы жылдардағы санақ қорытындысы бойынша да киік санының төмендеуін көруге болады.

Киік санының күрт азаюы 1994 жылдан басталған, ал 1995–1996 жылдары қаржы жетіспеушілігіне байланысты жартылай, ал 1997 жылы толықтай санақ жұмыстары жүргізілмеген. Киік санының ең төмен деңгейі 2003 жылға келеді, бұл жылы Еділ-Жайық популяциясының саны 6500 бас болса, ал Қазақстандағы үш популяциядағы киіктердің жалпы саны 21 200 басқа дейін азайып ең қауіпті деңгейге түсті [7].

1-кестеге қарай отырып, 2003 жылдан бастап Еділ-Жайық популяциясындағы киік саны 2010 жылға дейін біртіндеп өсіп, 31 300 басқа жеткенін, ал бірақ 2011 жылы 17 900 басқа дейін азайып кеткенін көруге болады. Мұның себебі киіктердің санағы сәуір айында жүргізіледі де, 2010 жылы киік саны 31 300 бас болса, сол жылы мамыр айында бұл популяцияда 12 120 бас киік қырылды (1-кесте). Осының салдарынан келесі жылғы санақта, яғни 2011 жылы 17 900 бас киік саналған. 2011 жылы да бұл популяцияда 541 бас киік өлген (1-кесте) [8].

Соңғы 25-30 жылдың ішінде Қазақстандағы киіктер популяциясының саны қалыпты деңгейден қауіпті деңгейге дейін төмендеп, киіктерді қорғау бойынша қолға алынған бірқатар шаралардың арқасында олардың саны біраз өсті, әсіресе Жайық популяциясы қалпына келді. 2022 жылғы санақ қорытындысы бойынша Жайық популяциясы киіктерінің саны 801 мың болды, бұл 1981 жылдан бері жүргізілген санақ бойынша 41 жылдың ішіндегі рекордтық көрсеткіш. Айта кететін жағдай санақ киіктердің төлдеу уақытынан бұрын жүргізілді, яғни санақ қорытындысына биылғы төлдер кірген жоқ.

Еділ-Жайық популяциясында 2003 жылмен салыстырғанда 2004 жылы киік саны 35,3 %-ға өссе, 2021 жылмен салыстырғанда 2022 жылы киік саны 48,8 %-ға өскен. Киіктердің санының артуына қорек және су ресурстарының болуы да әсер еткен болуы керек [9].

Киік санының динамикасына әсер ететін факторларды үш топқа бөлуге болады: абиотикалық, биотикалық, антропогендік. Абиотикалық факторларға климаттық факторлар жатады. Кейбір жылдары қыстың қатты болып, қардың қалың болуы, киіктердің қыстан әлсіреп шығуына және әртүрлі ауруларға қарсы иммунитетінің төмендеуіне әкеледі [10]. Ал қуаңшылықты жаздар киіктер үшін қоректің жетіспеушілігін, дала өрттерінің шығуына, су айдындарының кеуіп қалып, суаттардың азаюын тудырады. 2020-2021 жылдары Батыс Қазақстан облысында қуаңшылықты болды, оның

үстіне киіктер санының да өсуі ауыл-шаруашылығымен қатаң бәсекелестік тудырды. Шаруа қожалықтары жайылым, шабындық жерлеріндегі өзі аз шөпке киіктердің келіп ортақтасуына байланысты көптеген шағымдар айтып, соңғы жылдары үлкен дау туып отыр.

Биотикалық факторларға — инфекциялар (оба, туляремия, пастереллез, лептоспироз, листериоз және т.б.); инвазиялар (гельминтоздар, пироплазмидоздар); зооноздардың таратушылары мен резервуарлары болып табылатын қансорғыш буынаяқтылар (кенелер, гнус); жыртқыштық, популяцияның генетикалық алуантүрлілігінің кедейленуі мен бейімделушілік қабілетінің төмендеуі жатады.

Батыс Қазақстан облысының территориясы оба ауруы бойынша энзоотикалық (*zona pestica*), яғни обаның табиғи ошақтары басқа да зооноздық инфекциялардың ошақтарымен қабаттасып жатыр және мұнда Жайық популяциясы киіктерінің негізгі бөлігі тіршілік етеді. Жайық популяциясында ірі эпизоотиялар 1981, 1984, 1988 жылдары байқалған (2-кесте). Бұл эпизоотиялар кезінде биоматериалдарды Орал обаға қарсы станциясының және Орта Азиялық обаға қарсы ғылыми-зерттеу институтының лабораториялары жүргізген. Өлген киіктерден пастереллездің *Pasteurella haemolytica* қоздырғышы штамы бөлініп алынған [2].

2 - кесте

Еділ-Жайық және Бетпақдала популяцияларындағы киіктердің жаппай қырылуы туралы мәліметтер (1981-2015 жж.)

№	Жылдар	Өлген киіктердің саны (бас)	Өлім себебі
1	1981	100 000 Жайық, Бетпақдала популяциялары	<i>Pasteurella haemolytica</i>
2	1984	250 000 Жайық, Бетпақдала популяциялары	<i>Pasteurella haemolytica</i>
3	1988	434 000 Жайық, Бетпақдала популяциялары	<i>Pasteurella haemolytica</i>
4	2010	12 120 Жайық популяциясы	<i>Pasteurella multocida</i> , тимпания
5	2011	541 Жайық популяциясы	<i>Pasteurella multocida</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
6	2012	1 000 Бетпақдала популяциясы	<i>Pasteurella</i> , <i>Theileria annulata</i> , тимпания
7	2013	800 Бетпақдала популяциясы	<i>Pasteurella</i> , <i>T. annulata</i> , тимпания
8	2015	150 000 Бетпақдала популяциясы	<i>Pasteurella</i> , <i>T. annulata</i> , тимпания

Пастереллез туыстас бактериялар үй және жабайы жануарлар мен құстардың эндемикалық эпидемиялық жұқпалы ауруларын туғызуы мүмкін. Оның ішінде жануарлар үшін неғұрлым қауіпті түрлері *Mannheimia haemolytica* (*M. haemolytica*), *Pasteurella multocida* (*P. multocida*) және *Pasteurella trehalosi* (*Bibersteinia*) болып табылады. Бұлардың арасында *Pasteurella multocida* (*P. multocida*) мүйізді ірі қара мен тұяқты жануарлардың респираторлық ауруларын туғызатын жиі кездесетін патоген болып табылады [11].

1981, 1984, 1988 жылдары Қазақстанда орын алған киіктердің жаппай қырылуы пастереллез ауруынан деп танылды, алайда аурудың кеңейтілген диагностикасы аяқталмаған және оның гемарогиялық септицемия ма, пастереллездің өкпелік түрі ме немесе аурудың басқа да қоздырғыштарының қатысымен болғандығы анықталмады [11].

22 жыл үзілістен кейін 2010-2011 жылдары Батыс Қазақстан облысының Жәнібек ауданы территориясында екі жылда да бір аймақта киіктердің жаппай қырылуы тіркелді. 2010 жылдың 18-28 мамыр аралығында Еділ-Жайық популяциясы киіктері аналықтарының негізгі массасы төлдеуге шоғырланған аймақта киіктердің жаппай қырылуы анықталды және бұл кезде 12 мыңнан астам киіктер өлген. Олардың 8 мыңдайы аналық, 4 мыңдайы сол жылғы жас төлдер және 345-і аталықтар [12-14].

Бұл кезде биоматериалдарды зерттеуді төрт лаборатория жүргізген: Орал обаға қарсы станциясының, Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университетінің, Мемлекеттік эпидқадағалау департаментінің және Облыстық ветеринарлық инспекцияның лабораториялары. Киіктерден пастереллез қоздырғышының (геморрагическая септицемия) *Pasteurella multocida* және клостридиоз қоздырғышының (инфекциялық энтеротоксемия) *Clostridium perfringens* штамдары бөлініп алынған. Киіктер өлімі анаэробты клостридиозды табиғаты бар жергілікті топырақ инфекциясы ошағынан деп болжанған, сол аймаққа үйренген субпопуляцияда байқалған. Киіктер өлімі тіркелген жерден қашықта миграция жасап жүрген өзге субпопуляцияларда қандай да бір ауру белгілері байқалмаған. Токсикологиялық және геоботаникалық зерттеулер техногендік және өсімдік текті уланудың, ал өсімдіктердің түрлік құрамын зерттеу жұқпалы емес этиологияның болуын жоққа шығарды [15].

Барлық киіктер өлгендері де, тірілері де эктопаразиттерге (бүргелер, кенелер) тексерілген, бірақ олардан эктопаразиттер табылмаған. Жануарлардың өлу уақытында эпизоотия тудыратындай қансорғыш насекомдардың өте көп мөлшері байқалмады. Батыс Қазақстан облысындағы киіктердің тіршілік ету аймағында ластану, кенелердің таралуы бойынша арнайы есеп жұмыстары жүргізілмейді [12, 13].

Батыс Қазақстандағы 2010 жылғы киіктердің өлімінен кейін халықаралық зерттеу тобы киіктердің ауруларына жыл сайын мониторинг жүргізіп, эпидемиологиялық қадағалау жүргізген [16].

2015 жылдың мамыр айында Бетпақдала популяциясында киіктердің қырылуы орын алды. Бұл уақытта 150 мыңнан астам киік өлген, бұл дүние жүзіндегі барлық киік санының 60%-ы еді. Жануарлардың қырылу себебі геморрагиялық септицемия деп танылды. Геморрагиялық септицемия климаттық аномалиямен байланысты пастереллездің бір түрі [15-18]. Бетпақдала популяциясындағы осы ірі эпизоотиядан соң Еділ-Жайық популяциясы саны бойынша ең үлкен популяцияға айналды.

Киіктердің өлімінің сапасыз азықтан болуы мүмкін деген тағы бір нұсқасы айтылды. Жыл өткен сайын далалық жайылымдардағы өсімдіктер қауымдастығында астық тұқымдастардың үлесі артуда. Ал киіктердің қорегінің құрамында астық тұқымдастары 30%-дан аспауы керек. Егер бұл көрсеткіш осы деңгейден жоғары болатын болса, жайылымдар көбею кезеңінде киіктерді қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ете алмайды. Жайылымдардың мұндай жағдайы киіктерді қажетті қорекпен қамтамасыз ете алмай, буаз киіктердің әлсіреп, инфекциялық септицемияны белсендіріп, екі фактордың бірлесе әсер етуінен өлімге алып келген болуы мүмкін [19, 20].

Көптеген зерттеушілер киіктердің үй жануарларымен қоректік бәсекелестікке түсетінін көрсеткен. Мысалы, В.В. Джапова, О.Г. Бембеева, Е.Ч. Аушевтар бірнеше өсімдік түрлерін киіктердің де, қойлардың да қорек ететінін көрсеткен [21].

Ал киіктердің жайылымдарда мүйізді ірі қара малмен араласуы оларда болатын гельминттердің жалпы құрамының ортақтығын көрсеткен. Киіктер күйіс қайыратын үй жануарларына түсіп отыратын гельминттердің табиғи резервуары және тұрақты көзі болып табылады. Батыс Қазақстан облысында мүйізді ірі қарадан гельминттердің тоғыз түрі, ал Еділ-Жайық популяциясы киіктерінен он төрт түрі табылған [22-24].

Жыртқыштық негізінен қасқырлардың тарапынан, киіктер популяциясының санына елеулі әсерін тигізбейді. Қасқырлар негізінен киіктердің өлекселерін, қартайған, ауру, жараланған, дараларын ғана жеп, популяцияны тазарту міндетін атқарады. Бұл фактордан жыл бойына популяцияның 1-2 % ғана жойылады.

Антропогендік факторлар — пестицидтермен улану, әскери полигондардан ракеталар ұшырған кезде қолданылатын гептил және басқа да улы заттардың қоршаған ортаға шығарылуы, браконерлік болып табылады. Батыс Қазақстан облысының территориясында әскери полигондар жоқ, алайда көршілес Атырау облысының, Ресей Федерациясының Астрахан, Волгоград облыстарының территориясында мұндай полигондар бар. Киіктердің жаппай қырылуы болған жылдары техногендік оқиғалар және миграция жолдарын кесіп өтетін газ құбырларында өндірістік апаттар тіркелмеген. Киіктер өлген жердің топырақ, су сынамаларына токсикологиялық зерттеулер ондағы ауыр металдардың мөлшері шекті концентрациядан аспағанын көрсеткен. Тоқсан көлінің (киіктердің суаты) суында қорғасынның, кадмий мен хромның мөлшері шекті концентрациядан асқаны анықталған. Сол жылдарда шегірткеге қарсы пестицидтерді қолдану оқиғалары болған, бірақ ол киіктердің қырылуын тудыратындай емес, өте шектеулі көлемде болған.

Батыс Қазақстан облысында браконерлік үнемі, жыл бойы киіктерді таңдап (мақсатты түрде мүйізді аталықтарын) аулау, генетикалық қорына нұқсан келтіру сипатына ие. Жүздеп қозғалған қылмыстық істер мен айыппұлдарға қарамастан браконерлердің бұл кәсібі соңғы жылдарға дейін толастаған жоқ. Мысалы, киіктерді заңсыз аулаудың ірі оқиғасы ретінде 2016 жылы Бөкей ордасы, Жаңақала аудандарының территориясында, Аралсор көлінің маңында Охотзоопром инспекторларымен браконерлерден киіктердің 60 төшкесі тәркіленгенін айтуға болады. Охотзоопромның Батыс аймақтық филиалының инспекторларымен әңгімелесу барысында COVID-19 пандемиясына байланысты шекаралардың жабылуы, осы себепті киік мүйіздеріне деген сұраныстың азаюы, мүйіз бағасының да төмендеуіне байланысты соңғы екі жылда браконерлік оқиғалары салыстырмалы түрде азайғаны белгілі болды. Бұл жағдай да киіктер санының өсуіне белгілі бір дәрежеде ықпал етеді.

Киік санының қалпына келуіне олардың тез көбейгіштігі де әсер етеді. Аналықтары 7-8 айлығында толық физиологиялық жетілмей тұрып жыныстық жетіледі, ал жас жарымнан асқан аналықтардың көпшілігі (кейде туатын аналықтардың 80 %-нан астамы) егізден туады. Аналықтардың

көбейгіштігі бірқатар факторларға, ең бірінші кезекте климаттық факторларға байланысты кей жылдары өзгеріп отыруы мүмкін [25].

Популяция тығыздығы артқан кезде популяцияның өзін-өзі реттеу механизмдерінің бірі миграция екені белгілі. Киіктердің Ресей Федерациясының аумағына қоныс аударуы орын алып тұрады, алайда соңғы жылдары мұндай миграция өте аз, мұның себебі Қазақстан аумағымен салыстырғанда Ресей Федерациясының аумағында бос территориялардың аздығы және екі елдің арасына жүргізілген шекара да кедергі келтіреді [26].

Көнекөз адамдардың айтуына қарағанда киіктердің Жайық өзенінен өткен кездері болған, алайда соңғы жылдары Жайық популяциясы киіктері санының рекордтық өсу көрсеткішіне қарамастан киіктердің Жайық өзенінің сол жағалауына өтуі байқалмай отыр (анықталған жоқ).

Қорытынды

Жалпы 1960-1990 жылдар аралығында, яғни отыз жылдан астам уақыт киіктерді кәсіптік аулап, санын реттеп отырған кезде Қазақстандағы үш популяцияның саны ұзақ жылдар бойы тұрақты болып келді. Бұл киіктердің санын тұрақты деңгейде ұстап тұру үшін популяцияны реттеп отыру қажет екендігін көрсетеді. Ол үшін киік популяцияларының қазіргі таңдағы жағдайын жан-жақты зерттеп, олардың биологиялық негіздемесін жасау қажет.

Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің мекендеу аумағын сақтау мақсатында көп жылдардан бері айтылып келе жатқан «Бөкейорда» Мемлекеттік табиғи резерваты және «Ащыөзек» Мемлекеттік табиғи қамалы 2022 жылдың 1-шілдесінде құрылған. «Ащыөзек» Мемлекеттік табиғи қамалының ауданы 314504,1 гектарды, «Бөкейорда» Мемлекеттік табиғи резерватының ауданы 343040,1 гектарды құрайды, жалпы қорғалатын аумақтың ауданы 657544,2 гектар. Аталған ерекше қорғалатын табиғи аумақтар Батыс Қазақстан облысының Бөкейордасы, Жәнібек, Қазталов, Жаңақала аудандарының аумағында орналасқан. Сондай-ақ, Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитеті, Қазақстандық биоалуантүрлілікті сақтау қауымдастығы және Ұлыбритания құстарды қорғау корольдік қоғамы (RSPB) арасында келісімге қол қойылды. Осы келісім аясында резерват қызметіне қаржылық қолдау және ғылыми сүйемелдеу көрсетілетін болады [27]. Бұл аймақ бүгінгі таңдағы дүние жүзіндегі киіктердің ең үлкен популяциясы мекендейтін аймақ болып отыр.

Қазақстанда киікті кәсіптік аулау және оны саудалаудың инфрақұрылымы болды және ол бірнеше ондаған жыл бойы жемісті жұмыс жасады. Алайда, бұл инфрақұрылым тәуелсіздіктің алғашқы жылдарында жойылып кетті деуге болады. Киік санын тұрақты деңгейде ұстап тұру үшін оның санын реттеп отыруға арналған қазіргі заманғы инфрақұрылымдарды жасап киіктердің санын реттеп отыру қажет.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Нурушев М.Ж. Проблемы и методы спасения сайгака (*Saiga tatarica*) в Казахстане / М.Ж. Нурушев, О.А. Байтанаев // Бюлл. Оренбург. науч. центра УрО РАН. — 2018. — № 1 — С. 52–73. <https://doi.org/10.24411/2304-9081-2018-11005>
- 2 Майканов Н.С. Факторы, лимитирующие численность степной антилопы (*Saiga tatarica*) Волго-Уральской популяции / Н.С. Майканов, Е.Р. Максотов, М.Ж. Берденов, А.А. Габбасов, Т.К. Жолдасбаева // Степи Северной Евразии: материалы IX Междунар. симпози. — Оренбург, 2021. — С. 517–520. <https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-517-520>
- 3 Karimova T.Yu. Saiga Populations of Russia and Kazakhstan: Current Status and Retrospective Analysis of Some Biological Parameters / T.Yu. Karimova, A.A. Lushchekina, V.M. Neronov // Arid Ecosystems. — 2021. — Vol. 2(87). — P. 164-172. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2021-10151>
- 4 Нурушев М.Ж. Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия фауны копытных млекопитающих степей Казахстана / М.Ж. Нурушев, О.А. Байтанаев, А.Т. Серикбаева, Д.М. Нуртазин, А.Н. Хабиболла // Бюлл. Оренбург. науч. центра УрО РАН. — 2018. — № 2. — С. 17–31. <https://doi.org/10.24411/2304-9081-2018-12002>
- 5 Kamp J. Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts / J. Kamp, M. Koshkin, T.M. Bragina, T. Katzner, E.J. Milner-Gulland, D. Schreiber, R.D. Sheldon, A. Koshkina, I.E. Shmalenko, J. Terraube, R. Urzaliyev // Biodiversity and Conservation. — 2016. — Vol. 25 (12). — P. 2521-2541. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1083-0>
- 6 Салихов Т.К. Современное состояние Уральской популяции сайгаков на территории проектируемого государственного природного резервата «Бөкейорда» Западно-Казахстанской области / Т.К. Салихов // Гидрометеорология и экология. — 2016. — № 4. — С. 147–156.
- 7 Каримова Т.Ю. Биологические особенности популяции сайгака северо-западного Прикаспия в периоды разной численности / Т.Ю. Каримова, А.А. Луцкекина, В.М. Неронов, Н.Ю. Пюрвеннова, Ю.Н. Арылов // Аридные экосистемы. — 2020. — Т. 26. № 4 (85). — С. 51–58. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2020-10118>

- 8 Габбасов А.А. Инфекционные болезни — биотический фактор, влияющий на состояние численности популяции сайги Волго-Уральского междуречья / А.А. Габбасов, Н.С. Майканов, С.И. Рамазанова и др. // Опасные инфекции: новые вызовы — взгляд в будущее: материалы Междунар. науч. конф. — Алматы: Қазақ университеті, 2019. — С. 92–95.
- 9 Sapanov M.K. The Influence of Natural and Climatic Factors on the Number of Saiga (*Saiga tatarica* Pall.) (*Bovidae, Artiodactyla*) between the Volga and Ural Rivers / M.K. Sapanov // Povolzhskiy Journal of Ecology. — 2016. — Vol. 15 (4). — P. 445-454. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-4-445-454>
- 10 Ubushaev B.S. Ecological potential of pasture ecosystems of desolate steppes in the conservation of the saiga population of the North Western Caspian Sea / B.S. Ubushaev, A.K. Natyrov, Yu.N. Arylov, N.N. Moroz, S.A. Slizskaya, A.I. Khakhlinov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2022. — Vol. 981 (3). — Article ID 032045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/3/032045>
- 11 Orynbayev M. Biological characterization of *Pasteurella multocida* present in the Saiga population / M. Orynbayev, K. Sultankulova, A. Sansyzbay, R. Rystayeva, K. Shorayeva, A. Namet, S. Fereidouni, G. Igekbayeva, K. Barakbayev, S. Kopeyev // BMC Microbiology. — 2019. — Vol. 19 (1). — P. 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1407-9>
- 12 Абсатиров Г.Г. Почему и как погибали сайгаки в Западном Казахстане? / Г.Г. Абсатиров, К.Ж. Кушалиев, У.Б. Таубаев и др. // Ветеринария. — 2011. — № 5. — С. 14–19.
- 13 Аязбаев Т.З. Лабораторные исследования павших сайгаков (*Saiga tatarica*) Волго-Уральской популяции / Т.З. Аязбаев, Н.С. Майканов, С.И. Рамазанова и др. // Экология носителей и переносчиков. Биологическая безопасность: тез. Западно-Казахстан. регион. конф. — Уральск, 2016. — С. 84, 85.
- 14 Абсатиров Г.Г. Некоторые результаты влияния антропо- и техногенных факторов на популяцию сайгаков в Казахстане / Г.Г. Абсатиров, А.С. Монтаева, Н.С. Монтаева // Междунар. науч. вестн. — 2016. — № 4-3. — С. 317–321.
- 15 Khanyari M. Investigating parasite dynamics of migratory ungulates for sustaining healthy populations: Application to critically endangered saiga antelopes *Saiga tatarica* / M. Khanyari, E.J. Milner-Gulland, R. Oyanedel, H.R. Vineer, N.J. Singh, S. Robinson, A. Salemgareyev, E.R. Morgan // Biol Cons. — 2022. — Vol. 266 (1500). — Article ID 109465. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109465>
- 16 Fereidouni S. Mass die-off of saiga antelopes, Kazakhstan, 2015 / S. Fereidouni, G.L. Freimanis, M. Orunbayev, P. Ribeca, J. Flannery, D.P. King, S. Zuther, M. Beer, D. Höper, A. Kydyrmanov, K. Karamendin, R. Kock // Emerging Infectious Diseases. — 2019. — Vol. 25(6). — P. 1169-1176. <https://doi.org/10.3201/eid2506.180990>
- 17 Kock R.A. Saigas on the brink: Multidisciplinary analysis of the factors influencing mass mortality events / R.A. Kock, M. Orynbayev, S. Robinson, S. Zuther, N.J. Singh, W. Beauvais, E.R. Morgan, A. Kerimbayev, S. Khomenko, H.M. Martineau, R. Rystaeva, Z. Omarova // Science Advances. — 2018. — Vol. 4 (1). — Article ID ea02314. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao2314>
- 18 Таубаев У.Б. Изучение пастереллоносительства у сайгаков в Западно-Казахстанской области / У.Б. Таубаев, Ж.С. Киркимбаева, Г.Г. Абсатиров, К.Е. Мурзабаев, А.С. Ищанова // Уч. зап. Казан. гос. акад. ветеринар. мед. им. Н.Э. Баумана. — 2016. — Т. 226. № 1. — С. 151–154.
- 19 Abaturov B.D. Features of fodder vegetation as a possible cause of saiga die-offs on steppe pastures / B.D. Abaturov, S.S. Gorbunov, A.I. Koshkina // Arid Ecosystems. — 2021. — Vol. 11(4). — P. 399-405. <https://doi.org/10.1134/S2079096121040028>
- 20 Abaturov B.D. Forage availability to saigas (*Saiga tatarica*) and their state on steppe pastures with a different ratio of graminoid plants and forbs / B.D. Abaturov, R.R. Dzapova // Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Series Biological. — 2015. — Vol. 2. — P. 207-214.
- 21 Dzhapova V.V. Summer diet of domestic sheep and saiga in the Caspian lowland pastures / V.V. Dzhapova, O.G. Bembeeva, E.Ch. Ayusheva, R.R. Dzhapova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2021. — Vol. 848 (1). — Article ID 012143. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012143>
- 22 Karamaliyev R. Helminthofauna of the digestive tract of cattle and saiga in West Kazakhstan / R. Karamaliyev, Zh. Ussenov, B. Sidikhov, B. Aituganov, B. Yertleuova, D. Gabdullin // Int J Eng & Adv Techn. — 2019. — Vol. 9 (1). — P. 2600-2604. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A9377.109119>
- 23 Khanvari M. Identifying relationships between multi-scale social-ecological factors to explore ungulate health in a Western Kazakhstan rangeland / M. Khanvari, S. Robinson, E.R. Morgan, A. Salemgareyev, E.J. Milner-Gulland // People and Nature. — 2022. — Vol. 4(1500). — P. 382-399. <https://doi.org/10.1002/pan3.10289>
- 24 Orynbayev M.B. Seroprevalence of infectious diseases in saiga antelope (*Saiga tatarica tatarica*) in Kazakhstan 2012-2014 / M.B. Orynbayev, W. Beauvais, A.B. Sansyzbay, R.A. Rystaeva, K.T. Sultankulova, A.A. Kerimbaev, M.N. Kospanova, R.A. Kock // Preventive Veterinary Medicine. — 2016. — Vol. 127. — P. 100-104. <https://doi.org/10.1016/j.prevermed.2016.03.016>
- 25 Сидихов Б.М. Анализ судебно-ветеринарных экспертиз диких животных по Западно-Казахстанской области / Б.М. Сидихов, М.М. Саденов, Н.С. Хаберова // Евразийский союз ученых. — 2019. — № 11 (68). — С. 4–7. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.68.423>
- 26 Миноранский В.А. Сайгак (*Saiga Tatarica* L.) — исчезающий в России вид / В.А. Миноранский, В.И. Даньков // Юг России: Экология, Развитие. — 2016. — Т. 11. № 1. — С. 88–103. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2016-1-88-103>
- 27 Конкретные шаги по регулированию численности сайги выработают в Западном Казахстане. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kazpravda.kz/n/konkretnye-shagi-po-regulirovaniyu-chislennosti-saygi>.

Т.З. Бегілов, Ю.А. Грачев, Б.Е. Есжанов

Динамика численности сайгаков Волго-Уральской популяции за последние 40 лет и влияющие на нее факторы

В статье проанализирована динамика Волго-Уральской популяции сайгаков за последние 40 лет, связанная с экономическим развитием территории, проведено сравнение популяции сайгаков с другими популяциями сайгаков в Республике Казахстан, основанное на исторических данных, литературных источниках и индивидуальных исследованиях авторов, а также выявлен характер антропогенных, биотических, генетических, экологических факторов, влияющих на их численность. За указанный период популяция сайгаков неоднократно подвергалась повсеместному уничтожению из-за эпизоотии, а с середины 90-х гг. XX века до середины 2000-х гг. их численность резко сократилась до опасного уровня, и это явление было характерно для всех трех популяций сайгаков в Казахстане. Сайгак стал потенциально исчезающим видом. Благодаря тревоге международных, республиканских природоохранных организаций и принятию мер со стороны правительства республики по охране сайгака, численность сайгаков значительно возросла за последние годы, особенно Волго-Уральской популяции. Проанализировано влияние несанкционированной охоты в 2000-х гг. и эпизоотии пастереллеза. Предусмотрено, что в связи с увеличением численности Волго-Уральской популяции за последние два года сайгак находится в сильной конкуренции с сельским хозяйством и перемещение домашних животных (скота) с сайгаками на пастбищах создает возможность распространения различных заболеваний друг на друга. В период с 60–90-х гг. XX века, когда проводилась промысловая охота на сайгаков, численность всех трех популяций сайгаков в Казахстане оставалась стабильной на протяжении многих лет. Увеличение численности сайгаков Волго-Уральской популяции показывает, что необходимо регулировать их популяцию.

Ключевые слова: сайгак, популяция, эпизоотия, возбудитель пастереллеза, ареал обитания, инфекции, браконьерство, миграция, резерват.

T.Z. Begilov, Yu.A. Grachev, B.Ye. Yeszhanov

Dynamics of the number of saigas of the Volga-Ural population over the past 40 years and factors affecting it

In this article, on the basis of historical data, literary sources and personal research of the authors, comparing the Volga-Zhaik saiga population with other saiga populations in the Republic of Kazakhstan, the dynamics of the saiga population in the last 40 years related to the economic development of the territories is analyzed, and the nature of anthropogenic, biotic, genetic, environmental factors is considered. During this period of time, the population of saiga suffered mass extinction due to epizootics several times, from the mid-90s of the 20th century to the mid-2000s, the number decreased sharply and decreased to a dangerous level, and this phenomenon was characteristic of all three populations of saiga in Kazakhstan. The saiga has become an endangered species. Thanks to the alarming of international and republican nature protection organizations and the taking of measures aimed at the protection of saiga by the government of the republic, the number of saiga has increased in recent years, especially the Volga-Zhaik population has recovered. The impact of illegal hunting and pasteurellosis epizootics on the sharp decline of the saiga population in the 2000s was analyzed. It is considered that due to the increase in the population of Volga-Zhaik in the last one or two years, saiga is in strong competition with agriculture and mixing with domestic animals (cattle) in pastures creates the possibility of them spreading various diseases to each other. During the 60s and 90s of the 20th century, when saiga was hunted professionally and their numbers were regulated, the number of all three populations of saiga in Kazakhstan remained stable for many years. The increase in the population of Volga-Zhaik saiga indicates the need to regulate their population.

Keywords: saiga, population, epizootic, pasteurellosis pathogen, habitat, infections, poaching, migration, reserve.

References

- 1 Nurushev, M.Zh. & Baitanaev, O.A. (2018). Problemy i metody spaseniia saigaka (*Saiga tatarica*) v Kazakhstane [Problems and methods of saving the saiga (*Saiga tatarica*) in Kazakhstan]. *Biulleten Orenburgskogo nauchnogo tsentra Uralskogo otdeleniia Rossisskoi akademii nauk — Bulletin of Orenburg scientific center of Ural Department of RAS*, 1, 52–73. <https://doi.org/10.24411/2304-9081-2018-11005> [in Russian].
- 2 Maikanov, N.S., Maksotov, E.R., Berdenov, M.Zh., Gabbasov, A.A. & Zholdasbaeva, T.K. (2021). Faktory, limitiruiushchie chislennost stepnoi antilopy (*Saiga tatarica*) Volgo-Uralskoi populiatsii [Factors limiting the number of steppe antelope (*Saiga tatarica*) of the Volga-Ural population]. *Stepi Severnoi Evrazii: materialy IX Mezhdunarodnogo simpoziuma — Steppes of Northern*

Eurasia: materials of the IX international symposium. Orenburg, 517-520. <https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-517-520> [in Russian].

3 Karimova, T.Yu., Lushchekina, A.A. & Neronov, V.M. (2021). Saiga Populations of Russia and Kazakhstan: Current Status and Retrospective Analysis of Some Biological Parameters. *Arid Ecosystems*, 2(87), 164-172. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2021-10151>.

4 Nurushev, M.Zh., Baitanaev, O.A., Serikbaeva, A.T., Nurtazin, D.M. & Khabibolla, A.N. (2018). Aktualnye problemy sokhraneniia bioraznoobraziia fauny kopytnykh mlekopitaiushchikh stepei Kazakhstana [Actual problems of conservation of biodiversity of fauna of ungulates mammals of steppes of Kazakhstan]. *Biulleten Orenburgskogo nauchnogo tsentra Uralskogo otdeleniia Rossiiskoi akademii nauk — Bulletin of Orenburg scientific center of Ural Department of RAS*, 2, 17–31. <https://doi.org/10.24411/2304-9081-2018-12002> [in Russian].

5 Kamp, J., Koshkin, M., Bragina, T.M., Katzner, T., Milner-Gulland, E.J., Schreiber, D., Sheldon, R.D., Koshkina, A., Shmalenko, I. E., Terraube, J. & Urazaliev, R. (2016). Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts. *Biodiversity and Conservation*, 25(12), 2521-2541. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1083-0>.

6 Salikhov, T.K. (2016). Sovremennoe sostoianie Uralskoi populiatsii saigakov na territorii proektiruemogo gosudarstvennogo prirodnogo rezervata «Bokeiorda» Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti [The current state of the Ural population of saigas in the territory of the designed state natural wildlife reserve of Bokeyord of the West Kazakhstan region]. *Gidrometeorologiya i ekologiya — Hydrometeorology and Ecology*, 4, 147–156 [in Russian].

7 Karimova, T.Yu., Lushchekina, A.A., Neronov, V.M., Piurvenova, N.Yu. & Arylov, Yu.N. (2020). Biologicheskie osobennosti populiatsii saigaka severo-zapadnogo Prikaspiia v periody raznoi chislennosti [Biological Features of the North-West Caspian Saiga Population During Periods of Varying Abundance]. *Aridnye ekosistemy — Arid Ecosystems*, 26 (85), 51–58. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2020-10118> [in Russian].

8 Gabbasov, A.A., Maikanov, N.S., & Ramazanova, S.I. et al. (2019). Infektsionnye bolezni — bioticheskii faktor, vliiaushchii na sostoianie chislennosti populiatsii saigi Volgo-Uralskogo mezhdurechia [Infectious diseases — a biotic factor affecting the state of the population of the saiga of the Volga-Ural interfluve]. *Opasnye infektsii: novye vyzovy: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii — Dangerous infections: new calls: materials of International Scientific Conference*. Almaty: Qazaq universiteti, 92–95 [in Russian].

9 Sapanov, M.K. (2016). The Influence of Natural and Climatic Factors on the Number of Saiga (*Saiga tatarica* Pall.) (*Bovidae, Artiodactyla*) between the Volga and Ural Rivers. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 15(4), 445-454. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-4-445-454>.

10 Ubushaev, B.S., Natyrov, A.K., Arylov, Yu.N., Moroz, N.N., Slizskaya, S.A. & Khakhlinov, A.I. (2022). Ecological potential of pasture ecosystems of desolate steppes in the conservation of the saiga population of the North Western Caspian Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 981(3), 032045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/3/032045>.

11 Orynbayev, M., Sultankulova, K., Sansyzbay, A., Rystayeva, R., Shorayeva, K., Namet, A., Fereidouni, S., Igekbayeva, G., Barakbayev, K. & Kopeyev, S. (2019). Biological characterization of *Pasteurella multocida* present in the Saiga population. *BMC Microbiology*, 19(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1407-9>.

12 Absatirov, G.G., Kushaliev, K.Zh., & Taubaev, U.B. et al. (2011). Pochemu i kak pogibali saigaki v Zapadnom Kazakhstane? [Why and how did saigas perish in the Western Kazakhstan?]. *Veterinariia — Veterinary Medicine*, 5, 14–19 [in Russian].

13 Aiazbaev, T.Z., Maikanov, N.S., & Ramazanova, S.I. et al. (2016). Laboratornye issledovaniia pavshikh saigakov (*Saiga tatarica*) Volgo-Uralskoi populiatsii [Laboratory researches of the fallen saigas (*Saiga tatarica*) of the Volga-Ural population]. *Ekologiya nositelei i perenoschikov. Biologicheskaiia bezopasnost: tezisy Zapadno-Kazakhstanskoi regionalnoi konferentsii — Carrier and vector ecology. Biological safety: abstracts of the West Kazakhstan Regional Conference*. Uralsk, 84, 85 [in Russian].

14 Absatirov, G.G., Montaeva, A.S. & Montaeva, N.S. (2016). Nekotorye rezultaty vliianiia antropo- i tekhnogennykh faktorov na populiatsii saigakov v Kazakhstane [Some results of the influence of anthropo- and technogenic factors on the saiga population in Kazakhstan]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi vestnik — International scientific bulletin*, 4–3, 317–321 [in Russian].

15 Khanyari, M., Milner-Gulland, E.J., Oyanedel, R., Vineer, H.R., Singh, N.J., Robinson, S., Salemgareyev, A. & Morgan, E.R. (2022). Investigating parasite dynamics of migratory ungulates for sustaining healthy populations: Application to critically endangered saiga antelopes *Saiga tatarica*. *Biol. Cons.*, 266(1500), 109465. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109465>.

16 Fereidouni, S., Freimanis, G.L., Orunbayev, M., Ribeca, P., Flannery, J., King, D.P., Zuther, S., Beer, M., Höper, D., Kydyrmanov, A., Karamendin, K. & Kock, R. (2019). Mass die-off of saiga antelopes, Kazakhstan, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 25(6), 1169-1176. <https://doi.org/10.3201/eid2506.180990>.

17 Kock, R.A., Orynbayev, M., Robinson, S., Zuther, S., Singh, N.J., Beauvais, W., Morgan, E.R., Kerimbayev, A., Khomenko, S., Martineau, H.M., Rystayeva, R. & Omarova, Z. (2018). Saigas on the brink: Multidisciplinary analysis of the factors influencing mass mortality events. *Science Advances*, 4(1), eaao2314. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao2314>.

18 Taubaev, U.B., Kirkimbaeva, Zh.S., Absatirov, G.G., Murzabaev, K.E. & Ishchanova, A.S. (2016). Izuchenie pasterellonositelstva u saigakov v Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti [Study of pastoral carriage at saigas in West Kazakhstan region]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N.E. Bauman — Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*, 226 (1), 151–154 [in Russian].

19 Abaturov, B.D., Gorbunov, S.S. & Koshkina, A.I. (2021). Features of fodder vegetation as a possible cause of saiga die-offs on steppe pastures. *Arid Ecosystems*, 11(4), 399-405. <https://doi.org/10.1134/S2079096121040028>.

20 Abaturov, B.D. & Dzapova, R.R. (2015). Forage availability to saigas (*Saiga tatarica*) and their state on steppe pastures with a different ratio of graminoid plants and forbs. *Izvestiia Akademii Nauk SSSR. Series Biological — Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR*, 2, 207-214.

- 21 Dzhapova, V.V., Bembeeva, O.G., Ayusheva, E.Ch. & Dzhapova, R.R. (2021). Summer diet of domestic sheep and saiga in the Caspian lowland pastures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 848(1), 012143. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012143>.
- 22 Karamaliyev, R., Ussenov, Zh., Sidikhov, B., Aituganov, B., Yertleuova, B. & Gabdullin, D. (2019). Helminthofauna of the digestive tract of cattle and saiga in West Kazakhstan. *Int J Eng & Adv Techn.*, 9(1), 2600-2604. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A9377.109119>.
- 23 Khanvari, M., Robinson, S., Morgan, E.R., Salemgareyev, A. & Milner-Gulland, E.J. (2022). Identifying relationships between multi-scale social-ecological factors to explore ungulate health in a Western Kazakhstan rangeland. *People and Nature*, 4(1500), 382-399. <https://doi.org/10.1002/pan3.10289>.
- 24 Orynbayev, M.B., Beauvais, W., Sansyzbay, A.B., Rystaeva, R.A., Sultankulova, K.T., Kerimbaev, A.A., Kospanova, M.N. & Kock R.A. (2016). Seroprevalence of infectious diseases in saiga antelope (*Saiga tatarica tatarica*) in Kazakhstan 2012-2014. *Preventive Veterinary Medicine*, 127, 100-104. <https://doi.org/10.1016/j.prevermed.2016.03.016>.
- 25 Sidikhov, B.M., Sadenov, M.M. & Khaberova, N.S. (2019). Analiz sudebno-veterinarnykh ekspertiz dikikh zhivotnykh po Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti [Analysis of forensic veterinary examinations of wild animals in the West Kazakhstan region]. *Evraziiskii soiuz uchenykh — Eurasian Unit of Researchers*, 11 (68), 4–7. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.68.423> [in Russian].
- 26 Minoranskii, V.A. & Dankov, V.I. (2016). Saigak (*Saiga Tatarica* L.) — ischezaiushchii v Rossii vid (*Saiga Tatarica* L.) is an endangered species in Russia]. *Yug Rossii: Ekologiya. Razvitiye — South of Russia: ecology, development*, 11 (1), 88–103. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2016-1-88-103> [in Russian].
- 27 Konkretnye shagi po regulirovaniu chislennosti saigi vyrabotaiut v Zapadnom Kazakhstane [Concrete steps to regulate the number of saiga will be worked out in Western Kazakhstan]. Retrieved from: <https://kazpravda.kz/n/konkretnye-shagi-po-regulirovaniyu-chislennosti-saygi> [in Russian].

K. Galymbek¹, A.K. Madenova^{2*}, S.B. Bakirov³, B.Zh. Kabyzbekova⁴, A. Irkitbay⁵,
Zh. Aitymbet⁶, D.I. Kaldybayeva⁷, R. Abdikarimova⁸, Bolat Munira⁹

^{1,3}Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

^{2,5,6,7}Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan;

⁴Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, Almaty, Kazakhstan;

⁸Almaty Regional Quarantine Laboratory — branch of Republican Plant Quarantine Center, Almaty, Kazakhstan;

⁹al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: Ahzhan247@gmail.com

Monitoring the distribution and development of apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) disease in the southern and southeast regions of Kazakhstan

Apple (*Malus domestica*) is a very important fruit tree that is widely cultivated in different climatic regions of the world. Scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G.) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) are common fungal diseases in apple orchards. The harmful impact of these disease results in poor fruit size and quality, premature fruit fall, peeling, less fruit bud development in the next year's fruit buds. When the pathogen is present under favorable environmental conditions, disease develops highly, and the crop losses of up to 70 %. Phytosanitary monitoring for the spread and development of the scab and powdery mildew pathogen was carried out the main fruit tree-growing regions of Kazakhstan, namely, Almaty, Turkestan and Zhambyl regions apple-growing farms in 2022. Research was conducted on apple orchards on the territory of 14 ha in Almaty region, 288 ha in Turkestan region and 40 ha in Zhambyl region. We carried out a phytopathological assessment of fungal disease for following commercial varieties Starkgrimson, Zolotoy presvesov, Aidaret, Americanka, Samured, Gala, Fuji and Golden Delicious grown in these regions. According to the results of the study, there were no symptoms of powdery mildew in Almaty and Zhambyl regions. Furthermore, powdery mildew distribution was 18.05 % in the Aidaret, while its development was at a lower level of 3.06 % in the apple orchards where Tulkibas district of Turkestan region. Scab pathogen is present in all orchards of the studied regions. The pathogen *Venturia inaequalis* was spread at an average level with 23-31 % in Starkgrimson, Zolotoy presvesov and Aidaret varieties, while its development was at a low level with 1-2.84 % in the Almaty region. The disease distribution is with 30-37 % of orchards where Starcrimson, Golden Delicious and Red Delicious varieties are grown in the Zhambyl region. As well as the development of the disease was 2-4.12 %. In the Turkestan region, in Samured and Starkrimson varieties, scab distribution was at a low level with 3-3.71 %, while the development of the disease was with 0.50-0.81 %. In Idared and Gala varieties, the disease distribution in the range about 16-17 %, while the development developed at a lower level with 0.13-1.25 %. The Fuji was recognized as resistant variety to scab, for the reason of no disease symptoms.

Keywords: apple tree, phytopathology, powdery mildew, scab, fungus, resistant, pathogen, breeding.

Introduction

In many parts of the world, one of the most important fruit crop in Kazakhstan is the apple tree. According to the information of agriculture, Kazakhstan people consume 344.3 thousand tons of apples annually, 144 thousand tons of which are imported. Providing the domestic market is expected due to the construction of new intensive gardens covering an area of 6.6 thousand hectares. The main fruit-producing areas of Kazakhstan are the southern regions — South Kazakhstan — 18,024.6 ha, Almaty region — 16,180.7 ha and Zhambyl region — 5,794.7 ha. The natural and climatic conditions of these regions are suitable for growing high-quality fruits that can compete with foreign products [1]. Kazakhstan plans to supply the entire country with apple production by 2024 [2].

Venturia inaequalis (Cooke) G. Winter, the apple scab pathogen, causes significant damage to fruit production, lossing level of product quality and yield up to 70 %. For developing of apple scab, favorable conditions are abundant rainfall in the last month of spring and early summer [3]. The main economic impact is due to the reduction in both size and marketable quality of the fruit, as well as decreasing the vitamin level [4]. Studies conducted by domestic and foreign scientists show the wide intraspecies heterogeneity of the fungi, which ensure its survival [5]. Powdery mildew is a fungal disease that spreads by spores in summer and affects most garden crops. The disease overwinters in plant buds. The growth of shoots infected with powdery mildew are damaged, dried up, leaves curl and fall down. It is difficult to fight this disease, so it is

easier to prevent by planting apple varieties resistant to this disease in the garden. Scab is one of the most harmful diseases, develops rapidly in moderately warm and humid weather, and is actively manifested in densely planted and frequently watered gardens. The causative agent of the disease overwinters in fallen leaves and bark of infected plants. In the spring, spores of the fungus multiply and then spread with the help of raindrops, insects and wind, damaging young leaves and shoots. Only varieties resistant to this disease should be planted in wet weather regions [6].

The main task of the modern breeding of fruit crops is to create varieties with economic valuable traits, resistant to important diseases. Scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) are the most harmful fungi of apple trees [7]. Apple breeding has the same difficulties as other fruit crops, such as the length of the ontogenetic development period, the presence of heterozygous varieties and forms at a high level under the influence of cross-pollination [8]. In the biology of fruit crops, time is spent on its reproduction and cultivation. Thus, it takes at least 8-10 years to obtain one adult fruit-bearing generation of an apple tree, even using vegetative forms, which limits not only the first hybrid generation needed as starting material, but also the second and third generation in genetic research by traditional methods. The fight against scab and powdery mildew disease is carried out mainly by phytopathological monitoring and maintaining the agrotechnology of growing fruit crops, as well as creating varieties resistant scab [9]. There is a need to develop new tools and methods for protecting plants from diseases, to optimize measures to combat scab and powdery mildew using modern approaches [10]. The purpose of the research: to carry out phytosanitary monitoring of the distribution and development of scab and powdery mildew diseases in apple orchards of the southern and southeastern regions of Kazakhstan and to identify disease-resistant apple varieties.

Experimental

The distribution and development degree of scab and powdery mildew were determined in the main apple-growing regions orchards of Almaty, Zhambyl and Turkestan regions. Phytopathological evaluation of varieties Starkgrimson, Zolotoy preoshesod, Aidaret, Americanka, Samured, Gala, Fuji and Golden Delicious for fungal disease. According to the phytopathological method, the distribution and development degree of the disease was determined [11].

The distribution of diseases was determined by the percentage of counted infected plants and the total number of registered plants. Calculation was conducted by using formula 1 below:

$$P = n * 100/N \quad (1)$$

Here: P — the distribution of the disease (%),

n — the number of infected plants,

N — the number of total registered plants.

During the phytopathological assessment, 25 leaves are evaluated from 4 sides of one tree, as a result, 100 leaves are taken into account [12].

The degree of developed disease was accounted by the scale:

Here: 0 — no visible symptom;

1 score — single spots, 10 % of the leaf surface was damaged;

2 score — spots occurred from 10 to 30 % of the leaf surface;

3 score — spots occurred from 30 to 50 % of the leaf surface;

4 score — over 50 % of leaf surfaces covered by spots.

Calculation of disease development degree was carried out by the formula 2:

$$R = \Sigma (a \cdot b) + (a \cdot b) \dots * 100/ NK \quad (2)$$

Here: R — the degree of development of the disease, %;

Σ — the sum of the products of a and b;

a — the number of leaves, fruits or trees with the same signs of disease development;

b — the score of the lesion corresponding to this sign;

N — the number of accounted leaves, fruits or trees;

K — the heavy infection score.

MM 106 and M 9 trees were used as a rootstock for varieties grown in orchards. The rootstock MM 106 is the most popular and deeply studied clone rootstock not only in European countries, but also in Russia and the CIS countries. This rootstock of apple trees is not only popular among professional gardeners, but also among amateur gardeners. The meaning of the MM series in the breeder means that it was obtained by the joint efforts of British breeders of the Merton Institute and the Mollinsk Experimental Station by crossing the M1 variety with the Northern variety. The dwarf MM 106 belongs to the group of semi-dwarf and medium-sized dwarfs. And M9 is the most common dwarf rootstock for apple trees. The height of the trees in this rootstock depends on the growth strength of the variety, but in any case it does not exceed 2.5-2.7 m. Life expectancy of rootstock M9 trees is 30-40 years. It takes three to four years to bear fruit [13].

Results and discussion

In the autumn-winter period, the overwintering state of scab pathogen is determined. At the beginning of summer, ascospores are detected in the “Green tip” and “Tight cluster” phases, and the damaging level by fungal diseases is assessed. Further, monitoring is carried out 2-3 weeks after flowering at the beginning of fruit ripening to evaluate the effectiveness of the protection scheme. The flight of scab ascospores is considered in dynamics in laboratory conditions, the infection degree of new leaves and fruits are directly registered in the garden. Phytosanitary monitoring was conducted from June 10 to July 30, 2022 in order to determine the distribution and development of apple scab and powdery mildew diseases. The research was carried out in orchards of apple-growing farms of Almaty, Zhambyl and Turkestan regions. The main cultivated apple varieties in these regions are Starkgrimson, Zolotoy prevoskhod, Aydaret, Americanka, Samured, Gala, Fuji and Golden Delicious. M9 and MM 106 were used as rootstock varieties of these varieties (Table 1).

Table 1

Distribution and development of scab and powdery mildew disease in apple orchards in Almaty region

Rural district, farm	Varieties	Root stock varieties	Field area, ha	Disease development index, %				Coordinates
				Scab		Powdery mildew		
				P	R	P	R	
Region: Almaty. District: Enbekshikazak — 2022								
Baydibekbi farm “Akkazy”	Stark Grimson	M 9	4	28,33	2,84	0	0	N 43°39'.930" E 77°86'.171"
Baydibekbi farm “Akkazy”	Zolotoy prevoskhod	MM 106	4	31,31	2,76	0	0	N 43°39'.930" E 77°86'.171"
Baydibekbi farm “Akkazy”	Aydaret	M 9	4	23,33	1,108	0	0	N 43°39'.930" E 77°86'.171"
Baydibekbi farm “ErmeK”	Amerikanka	MM 106	2	0	0	0	0	N 43°32'49.344" E 77° 52' 3.468"
Baydibekbi farm “ErmeK”	Aydaret	MM 106	2	0	0	0	0	N 43°32' 49.344" E 77° 52' 3.468"

Note — P — distribution, R — development.

During the research, infected leaves and fruits' samples were collected from gardens in different regions, and a herbarium was created.

Monitoring was carried out in the apple orchards of Akkazinsky and Yermek farms with an area of 14 hectares in the Enbekshikazakh District of Almaty region. These gardens are located at the foot of the Zailiyskiy Alatau. There were no signs of powdery mildew in the Almaty region, while scab disease distribution was about 23-31 % in the Starkgrimson, Golden prevoskhod and Aidaret varieties, the development was low with 1-2.84 %. The Americanka and Aidaret varieties showed no signs of disease.

At the next stage of the research, monitoring of apple orchards in the Turkestan region was carried out. The monitored total area was 288 hectares. There were no signs of the spread and development of powdery mildew disease in the Kazygurt District of Turkestan region. In the Samurai and Starkrimson varieties, distribution of scab was low approximately 3-3.71 %, the development of the disease was 0.50-0.81 %. The disease distribution was from 16 to 17 % in Aydaret and Gala varieties, the development was a lower level

with 0.13-1.25 % (Table 2). The Fuji variety was recognized as resistant to scab, no signs of the disease were observed.

Table 2

The distribution and development of scab and powdery mildew disease in apple orchards of the Turkestan region

Rural district, farm	Varieties	Root stock varieties	Field area, ha	Disease development index, %				Coordinate
				Scab		Powdery mildew		
				P	R	P	R	
Region: Turkestan District: Kazygurt — 2022.								
Kazygurt LLP “AknietAgro”	Samured	MM 106	33	3,7	0,51	0	0	N 41°36'7.637" E 69°22'2.022"
Kazygurt LLP “AknietAgro”	Stark Grimson	MM 106	33	3,71	0,81	0	0	N 41°36'7.637" E 69°22'2.022"
Kazygurt LLP “AknietAgro”	Idared	MM 106	33	16,64	1,25	0	0	N 41°36'7.637" E 69°22'2.022"
Kazygurt LLP “AknietAgro”	Gala	MM 106	33	16,66	0,13	0	0	N 41°36'7.637" E 69°22'2.022"
Kazygurt LLP “AknietAgro”	Fuji	MM 106	33	0	0	0	0	N 41°36'7.637" E 69°22'2.022"
Region: Turkestan District: Tulkibas — 2022.								
Tulkibas, Farm “Koktal”	Aydaret	MM 106	41	0	0	18,05	3,06	N 42°33'32.288" E 70°24'2.687"
Tulkibas, Farm “Koktal”	Golden Delicious	MM 106	41	0	0	0	0	N 42°33'32.288" E 70°24'2.687"
Tulkibas, Farm “Koktal”	Stark Grimson	MM 106	41	0	0	0	0	N 42°33'32.288" E 70°24'2.687"
Note: P — distribution, R — development; LLC — Private farm, SSC — Experimental-production farm.								

A Phytopathological assessment of powdery mildew and scab of Aidaret, Golden Delicious and Stark Grimson varieties grown on an area of 123 hectares was carried out in Tulkubas District of Turkestan region (Fig. 1). These apple orchards showed no signs of scab disease. And the powdery mildew disease distribution was with 18.05 % in the Aydaret Variety, the development was at a low level with 3.06 %. There were no disease signs in The Golden Delicious and Stark Grimson varieties with powdery mildew.

Phytopathological monitoring for the distribution of powdery mildew and scab was conducted in the apple orchards of Zhambyl region. LLP “Tosh Merkensky”, located in the Merke district, showed no signs of powdery mildew disease from the leaves and fruits in the apple orchards of the Merke district (Table 3). Scab distribution was at an average level of 30-37 % in gardens where the varieties Starkrimson, Golden Delicious and Red Delicious and the development of the disease was 2-4.12 %.

Among the fungal diseases of apples, powdery mildew and scab are pathogens that directly affect the loss of yield and quality. Fruit trees are widely grown in Almaty, Zhambyl and Turkestan regions of the country. During the fruiting period of apple trees, phytopathological monitoring for distribution and development of fungal disease was carried out in the apple orchards (Fig. 2).



Figure 1. Leaf infection with powdery mildew and scab scored with 4

Table 3

Distribution and development of scab and powdery mildew disease in apple orchards of Zhambyl region

Rural district, farm	Varieties	Root stock varieties	Field area, ha	Disease development index, %				Coordinates
				Scab		Powdery mildew		
				P	R	P	R	
Region: Zhambyl region District: Merke — 2022.								
LLP “TOSH Merkensky”	Stark Grimson	MM 106	13	31,48	2,27	0	0	N 42°48'.584" E 73°10'.387"
LLP “TOSH Merkensky”	Golden Delicious	MM 106	14	33,33	2,97	0	0	N 42°48'.584" E 73°10'.387"
LLP “TOSH Merkensky”	Red Delicious	MM 106	13	36,87	4,12	0	0	N 42°48'.584" E 73°10'.387"

Note: P — distribution, R — development; LLC — Private farm.

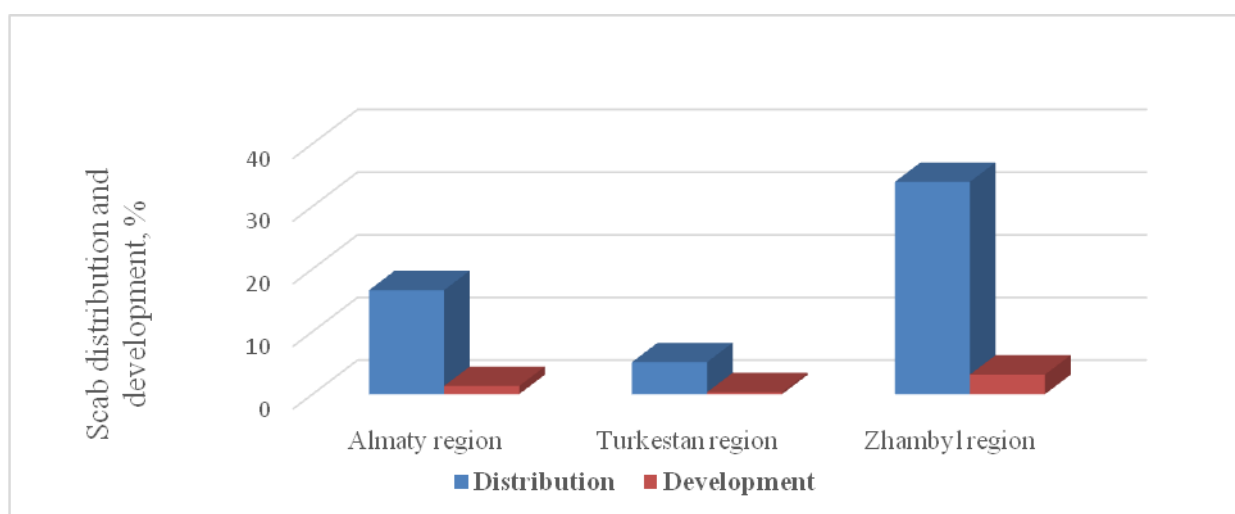


Figure 2. Distribution and development of scab in apple orchards of Almaty, Turkestan and Zhambyl regions, 2022

Powdery mildew was found only in Tulkibas district of Turkestan region among the regions that conducted a survey, in the Aydaret variety, the powdery mildew distribution was at the level of 18.05 %, and the development rate was at a low level with 3.06 %. Based on the results, scab distributed moderately in Zhambyl region among the regions that conducted the study. The highest distribution rate of the disease was 37 %, the development rate was 4.12 %.

Conclusion

In May and July 2022, phytosanitary monitoring of the distribution and development of scab and powdery mildew was carried out in apple orchards. The directions of the route study included peasant farms of Almaty, Zhambyl and Turkestan regions where the main apple-growing regions of the country. In apple orchards of the Almaty region, scab disease distributed in the average range of 23-31 % in the varieties Stark Grimson, Zolotoy prevoskhod and Aidaret, the development was in the lower range of 1-2.84 %. Phytopathological assessment of scab in apple orchards was carried out in the Turkestan region. In Kazygurt district, the spread of the pathogen was observed in the Samured and Stark Grimson varieties at a lower level of 3-3.71 %, and the development of the disease was with 0.50-0.81 %.

At the same time, in the Aydaret and Gala varieties, the disease distribution was in the range of 16-17 %, the development showed a lower level with 0.13-1.25 %. The leaves and fruits of the Fuji variety, grown in the apple orchards of this region, have been found to be resistant to the disease due to the fact that they do not show signs of scab. As a result of a route study in the apple orchards of Zhambyl region, the causative agent of *Venturia inaequalis* was distributed at an average level of 30-37 % by the varieties Starkrimson, Golden Delicious and Red Delicious. And the development of the disease was with 2-4.12 %. In the apple orchards of Almaty and Zhambyl regions, there were no signs of powdery mildew disease. And in the koktal farm in Tulkubas District of Turkestan region, the spread of powdery mildew in the Aydaret variety was with 18.05 %, the development showed a low level of 3.06 %.

References

- 1 Portal of the UNEP-GEF Biodiversity International project "In situ / on farm conservation of agrobiodiversity of fruit crops and their wild relatives in Central Asia". [Electronic resource]. — Access mode: <http://centralasia.bioiversity.asia/>
- 2 Рабочий план «Плодоводство» программы развития агроиндустриального комплекса в Республике Казахстан на 2013–2020 гг. «Агробизнес–2020». — Астана: Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, 2013. — 16 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.min.agri.gov.kz.
- 3 Карбозова Р.Д. Фитопатология / Р.Д. Карбозова, К.Н. Тулегенова. — Алматы: ТОО «Даур», 2014. — 312 с.
- 4 Dragavtseva I.A. Adaptation of pear culture to growing conditions in the south of Russia / I.A. Dragavtseva, I.Yu. Savin, V.V. Domozhirova // Gardening and viticulture. — 2014. — No. 1. — P. 39-44.
- 5 Nasonov A.I. Features of the morphotypic composition of the population of *Venturiainaequalis* (Cooke) G. Winter on apple varieties susceptible to scab / A.I. Nasonov, G.V. Yakuba, E.V. Lobodina // Fruit production and fruit production Russia. — 2019. — Vol. 58. — P. 151-157.
- 6 Новиченкова Е.Ю. Яблони в вашем саду. — М., 2015. — С.124–127.
- 7 Томашевич Н.С. Разработка технологии защиты яблони от возбудителей парши и мучнистой росы с использованием новых биофунгицидов в интегрированной системе защиты растений и органическом земледелии / Н.С. Томашевич, А.М. Асатурова, Н.М. Сидоров, А.И. Хомяк, А.Е. Козицын, Т.М. Сидорова // Сб. науч. тр. Плодоводство и ягодоводство России. — Т. 56. — 2019. — С. 112–117.
- 8 Migicovsky Z. Genome to phenome mapping in apple using historical data / Z. Migicovsky, K.M. Gardner, D. Money, J. Sawler, J.S. Bloom, P. Moffett, S. Myles // The Plant Genome. — 9(2). — 2016.
- 9 Козловская З.А. Селекция яблони в Беларуси / З.А. Козловская. — Минск: Беларус. навука, 2015. — 457 с.
- 10 Kanat G. Fungal diseases of apple trees in Kazakhstan / G. Kanat, G. Suleimanova, A. Irkitbay, A. Madenova, Z. Aitymbet // The XIII International Science Conference "Perspectives of development of science and practice", December 14–17, 2021, Prague, Czech Republic. — 626 p. (P. 20).
- 11 Agrios, G.N. Plant Pathology Academic Press / G.N. Agrios. — San Diego, USA. — 2005.
- 12 Sagi S. Physiological and phyto-pathological assessment scion-rootstock combinations for apple cv. Apport and M. sieversii. S. Sagi, D. Svetlana, Z. Moldir, M. Aigul, I. Zhanna, K. Balnur // Research on Crops. — 2022. — No 23(4). — P. 795-800.
- 13 Dwarf rootstock for apple M9, rootstock for apple-tree MM 106 [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.xn--b1adqrcc.com/podvoy-mm-106>.

Қ. Ғалымбек, А.К. Маденова, С.Б. Бакиров, Б.Ж. Кабылбекова, А. Іркітбай,
Ж. Айтымбет, Д.И. Калдыбаева, Р. Әбдікәрімова, Болат Мунира

Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарында алманың таз қотыры (*Venturia inaequalis*) және ақ ұнтақ (*Podosphaera leucotricha*) ауруының таралуы мен дамуына мониторинг

Алма (*Malus domestica*) — әлемнің әртүрлі климаттық аймақтарында кеңінен өсірілетін өте маңызды жеміс ағашы. Таз қотыр (*Venturia inaequalis* (Cooke) G.) және ақ ұнтақ (*Podosphaera leucotricha*) алма бақтарында кең таралған саңырауқұлақ аурулары. Қоздырғыш салдары жемістердің көлемі мен сапасының төмендеуіне, жемістердің мерзімінен бұрын түсуіне, қабыршақтануына, келесі жылғы жеміс бүршіктерінің нашар дамуына алып келеді. Ауруға қолайлы жағдай болған жылдары патоген жоғары деңгейде дамып, өнім 70 %-ға дейін жоғалуы мүмкін. 2022 жылы Қазақстанның негізгі жеміс ағаштарын өсіретін аймақтары Алматы, Түркістан және Жамбыл облыстарының алма өсіретін шаруа қожалықтарында таз қотыр мен ақ ұнтақ патогенінің таралуы мен дамуына фитосанитарлық мониторинг жүргізілді. Алматы облысында 14 га, Түркістан облысында 288 га, Жамбыл облысында 40 га аумақтағы алма бақтарына маршруттық зерттеу жасалды. Бұл аймақтарда өсірілетін «Старкгримсон», «Золотой превосход», «Айдарет», «Американка», «Самуред», «Гала», «Фуджи» және «Голден Делишес» сияқты коммерциялық сорттарының саңырауқұлақ ауруына фитопатологиялық бағалау жүргізілген. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей Алматы және Жамбыл облыстарында ақ ұнтақ ауруының белгілері байқалмады. Ал Түркістан облысының Түлкібас ауданының алма бақтарында ақ ұнтақ ауруы «Айдарет» сортында 18,05 % деңгейде таралса, дамуы 3,06 % төменгі деңгейде залалданған. Таз қотыр патогені зерттеу жүргізілген аймақтардың барлық бақтарында кездесті. Алматы облысында *Venturia inaequalis* қоздырғышы «Старкгримсон», «Золотой превосход» және «Айдарет» сорттарында 23-31 % аралығында орташа деңгейде таралса, дамуы 1-2,84 % аралығында төменгі деңгейде болды. Жамбыл облысында ауру «Старкгримсон», «Голден Делишес» және «Ред Делишес» сорттары өсірілетін бақтарда 30-37 % орташа деңгейде таралған. Ал аурудың дамуы 2-4,12 % құрады. Түркістан облысында «Самуред» және «Старкгримсон» сорттарында таз қотыр 3-3,71 % төменгі деңгейде таралса, аурудың дамуы 0,50-0,81 %-ды құрады. «Айдаред» және «Гала» сорттарында ауру 16-17 % аралығында таралса, дамуы 0,13-1,25 % төменгі деңгейде дамыды. Таз қотырға «Фуджи» сорты төзімді деп танылды, аурудың белгілері байқалмады.

Кілт сөздер: алмалар, фитопатология, ақ ұнтақ, таз қотыр, саңырауқұлақ, төзімділік, патоген, селекция.

Қ. Ғалымбек, А.К. Маденова, С.Б. Бакиров, Б.Ж. Кабылбекова, А. Іркітбай,
Ж. Айтымбет, Д.И. Калдыбаева, Р. Әбдікәрімова, Болат Мунира

Мониторинг распространения и развития болезней яблоневой парши (*Venturia inaequalis*) и мучнистой росы (*Podosphaera leucotricha*) в южных и юго-восточных регионах Казахстана

Яблоня (*Malus domestica*) — очень важное фруктовое дерево, широко выращиваемое в различных климатических зонах во всем мире. В яблоневых садах распространенными грибковыми заболеваниями являются парша (*Venturia inaequalis* (Cooke) G.) и мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha*). Вредные последствия этих болезней приводят к снижению размеров и качества плодов, преждевременному их опаданию, шелушению, плохому развитию плодовых почек следующего года. В те годы, когда условия благоприятны для заболевания, патоген развивается очень сильно и урожай может быть потерян до 70 %. В 2022 г. был проведен фитосанитарный мониторинг распространения и развития патогенов парши и мучнистой росы в хозяйствах, выращивающих яблони, основных регионов Казахстана — Алматинской, Туркестанской и Жамбылской областей. В Алматинской области маршрутное обследование яблоневых садов проводилось на площади 14 га, в Туркестанской — на 288, в Жамбылской — на 40 га. Осуществлена фитопатологическая оценка грибковых заболеваний коммерческих сортов «Старкгримсон», «Золотой превосходный», «Айдаред», «Американка», «Самуред», «Гала», «Фуджи» и «Голден Делишес», выращиваемых в этих регионах. Результаты исследований показали, что в Алматинской и Жамбылской областях признаков болезни мучнистой росы не наблюдалось. В яблоневых садах Тюлькубасского района Туркестанской области мучнистая роса была распространена у сорта «Айдаред» на 18,05 %, а ее развитие было на низком уровне — 3,06 %. Возбудитель парши отмечался во всех садах регионов, где проводились исследования. В Алматинской области возбудитель *Venturia inaequalis* был распространен в средней степени в пределах 23–31 % у сортов «Старкгримсон», «Золотой превосходный» и «Айдаред», а его развитие было на низком уровне 1,0–2,84 %. В Жамбылской

области распространение болезни приходится на 30–37 % садов, где выращиваются сорта «Старкримсон», «Голден Делишес» и «Ред Делишес». А развитие болезни достигало 2,0–4,12 %. В Туркестанской области у сортов «Самуред» и «Старкримсон» распространение парши установлено на низком уровне 3,0–3,71 %, а показатель развития болезни составил 0,50–0,81 %. У сортов «Айдаред» и «Гала» заболевание распространилось в пределах 16–17 %, а развитие было в низкой степени 0,13–1,25 %. Сорт «Фуджи» признан устойчивым к парше из-за отсутствия признаков болезни.

Ключевые слова: яблоня, фитопатология, мучнистая роса, парша, грибок, устойчивый, патоген, селекция, снижение размера и качества плодов.

References

- 1 Portal of the UNEP-GEF Biodiversity International project “In situ / on farm conservation of agrobiodiversity of fruit crops and their wild relatives in Central Asia”. Retrieved from <http://centralasia.bioversity.asia/>.
- 2 (2013). Rabochii plan “Plodovodstvo” programmy razvitiia agroindustrialnogo kompleksa v Respublike Kazakhstan na 2013-2020 “Agrobiznes-2020” [Master plan “Orcharding” of the program for the development of the agroindustrial complex in the Republic of Kazakhstan for 2013-2020 “Agribusiness-2020”]. Astana: Ministerstvo selskogo khoziaistva Respubliki Kazakhstan, P. 16. Retrieved from www.min.agri.gov.kz [in Russian].
- 3 Karbozova, R.D. & Tulegenova, K.N. (2014). Phytopathologia. Almaty LLP RPBK “Daur” [in Russian].
- 4 Dragavtseva, I.A., Savin, I.Yu. & Domozhirova, V.V. (2014). Adaptation of pear culture to growing conditions in the south of Russia. *Gardening and viticulture, 1*, 39-44.
- 5 Nasonov, A.I., Yakuba, G.V. & Lobodina, E.V. (2019). Features of the morphotypic composition of the population of *Venturia naealis* (Cooke) G. Winter on apple varieties susceptible to scab. *Fruit production and fruit production Russia, 58*, 151-157.
- 6 Novichenkova, Ye.Yu. (2015). Yabloni v vashem sadu [Apple trees in your garden]. Moscow, P. 124-127 [in Russian].
- 7 Tomashevich, N.S., Asaturova, A.M., Sidorov, N.M., Homyak, A.I., Kozitsyn, A.E., & Sidorova, T.M. (2019). Razrabotka tekhnologii zashchity yabloni ot vozbuditelei parshi i muchnistoi rosy s ispolzovaniem novykh biofungitsidov v integrirovannoi sisteme zashchity rastenii i organicheskom zemledelii [Development of a technology for protecting apple trees from scab and powdery mildew pathogens using new biofungicides in an integrated plant protection system and organic farming]. *Sbornik nauchnykh rabot plodovodstvo i yagodovodstvo Rossi — Collection of scientific papers Fruit growing and berry growing in Russia, Vol. 56*, P. 112-117 [in Russian].
- 8 Migicovsky, Z., Gardner, K.M., Money, D., Sawler, J., Bloom, J.S., Moffett, P. & Myles, S. (2016). Genome to phenome mapping in apple using historical data. *The Plant Genome, 9*(2).
- 9 Kozlovskaya, Z.A. (2015). Seleksiia yabloni v Belarusi [Apple breeding in Belarus]. Minsk: Belaruskaia navuka.
- 10 Kanat, G., Suleimanova, G., Irkitbay, A., Madenova, A., & Aitymbet, Z. (2021, December). Fungal diseases of apple trees in Kazakhstan. *The XIII International Science Conference “Perspectives of development of science and practice”*, December 14–17, 2021, Prague, Czech Republic. 626 p. (p. 20).
- 11 Agrios, G.N. (2005). Plant Pathology Academic Press. San Diego, USA.
- 12 Sagi, S., Svetlana, D., Moldir, Z., Aigul, M., Zhanna, I. & Balnur, K. (2022). Physiological and phyto-pathological assessment scion-rootstock combinations for apple cv. Aport and M. sieversii. *Research on Crops, 23*(4), 795-800.
- 13 Dwarf rootstock for apple M9, rootstock for apple-tree MM 106. Retrieved from <https://www.xn—b1adqrcc.com/podvoy-mm-106>.

К.Ж. Дакиева, Г.Е. Садыканова*, А.П. Цыганов, Р.С. Бейсембаева,
Н.Ж. Женсикбаева, С. Кумарбекулы, Г.Ж. Калелова

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен, Қазақстан

**Хат-хабарларға арналған автор: gulnaz.sadykanova@mail.ru*

Титан-магний комбинатының негізгі цехтары жұмысшыларының ағзасының минералдық статусын зерттеу

Металлургияның бір саласы болып табылатын титан-магний өндірісінің бірқатар технологиялық кезеңдері айтарлықтай жылу шығарумен сипатталады. Көптеген зерттеулер микроклиматтың адам ағзасына жағымсыз әсерін көрсетеді. Жоғары ауа температурасы және қарқынды сәулелену термореттелудің, орталық жүйке жүйесінің және жүйке-бұлшықет аппаратының едәуір кернеуін тудырады. Қыздырушы микроклимат әсіресе қарқынды бұлшықет жұмысы мен жүйке-эмоциялық стресс кезінде өндірістік шудың ғана емес, сонымен қатар ауадағы зиянды газдар мен улы заттардың теріс әсерін күшейтеді. Титан-магний өндірісінде еңбек іс-әрекеттері жоғары температура, жылу, шаң және газ бөлу жағдайларында іске асырылады. Бір ауысымда жұмысшылар уақыттың 70% еңбек операцияларын іске асыруға жұмсайды. Электролизерлерге карналлиттің сусыз құймасы құйылады. Мұнда электролизшілер-реттегіштер, электролизшілер-вакуумшылар, анодшылар, хлорлаушылар жұмыс істейді, олар құйманы құю барысында 1,5-2,0 метр қашықтықта тұрғанымен, сәулелі жылудың, магний аэрозольдерінің, оның оксидтерінің, магний хлоридінің әсеріне ұшырайды. Операция айтарлықтай физикалық күш жігерді қажет етеді. Титан-магний өндірісінің негізгі цехтарындағы ауа ортасын гигиеналық зерттеу негізгі цехтардың жұмыс аймақтарының ауасында күкірт газы, сутегі хлориді, магний хлориді сияқты улы химиялық заттардың бар екені белгілі болды. Аталмыш заттардың концентрациясы рұқсат етілген деңгейден ондаған есе көп. Әдебиет көздерінде магний мен титан өндірісінің зиянды компоненттерінің және олардың қосылыстарының ағзаға әсері туралы еңбектер санаулы. Титан мен магний өндірісіндегі еңбек жағдайлары жұмысшылардың денсаулығына теріс әсер етеді. Жетекші кәсіп жұмысшыларында тыныс алу мүшелерінде (созылмалы уытты бронхит, созылмалы шаңды бронхит, пневмокониоз, бронхиолит, уытты бронхопневмосклероз), сондай-ақ жүйке жүйесінде (астеновегетивті синдром, дисциркуляторлық энцефалопатия), сүйек-бұлшықет жүйесінде (мойын және бел остеохондрозы, артроз және т.б.) кәсіби сипаттағы өзгерістер дамиды. Жұмысшыларда тұмау, жоғарғы тыныс жолдарының жедел қатаралды ауруы, баспа, жедел және созылмалы сипаттағы асқазан мен ішек аурулары, невралгия, радикулит, артрит, фурункулдар, карбункулалар, экзема, дерматит, миозит сияқты спецификалық емес аурулар жиі кездеседі.

Кілт сөздер: негізгі цехтардың жұмысшылары, минералдық алмасу көрсеткіштері.

Кіріспе

Төрт хлорлы титан өндіру технологиясы өндірістік үй-жайлардың жұмыс аймағының ауасына тыныс алған кезде жұмысшылардың денсаулығына әсер ететін улы газдар, атап айтқанда хлорлы сутек, хлор бөлінетін бірқатар операциялардан тұрады [1-2]. Хлорлы сутек — түссіз, тұншықтырғыш газ, суды қарқынды сіңіру нәтижесінде тұз қышқылына айналады. Хлорлы сутек хлордың ауадағы су буымен әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын тұман түрінде жиі кездеседі. Тыныс алу жолдарына әсер етеді: тамақтың жыбырлауын, қырылдауын, жөтелді және т.б. тудырады [3-4].

Хлор — өткір тұншықтырғыш иісті сарғыш-жасыл түсті газ, суда оңай ериді. Тыныс алу жолдарына, шырышты қабықшаларға әсер етеді. Улану кезінде қатты жөтел, дыбыс саңылауының спазмы, кейде қан араласқан қақырық, ентігу, мұрынның бітелуі, көзден жастың ағуы және т.б. белгілер пайда болады. Ректификациялық бағаналарда мезгілдік немесе бірнеше рет қайталанатын булану және конденсация процестерінің көмегімен бастапқы қоспа оңай қайнайтын хлоридтер — төрт хлорлы кремнийден, төрт хлорлы көміртектен, хлордан және фосгеннен тазартылады. Қоспаның буы бағананың жоғарғы жағына көтерілгенде сұйық қабат арқылы өтіп, сұйық және бу фазалар арасындағы масса алмасу нәтижесінде титан тетрахлориді сияқты жоғары температурада қайнайтын компоненттермен байытылады. Титан тетрахлориді келесі меже — дистилляция учаскесінде процестен үздіксіз шығарылады, ал оңай қайнайтын қоспалармен байытылған бу конденсатор-дефлегматорға түсіп, онда олардың конденсациясы жүреді [5-7].

Төрт хлорлы титан қатты хлоридтерден табақшалы бағанада бір реттік дистилляция әдісімен тазартылады. Бағанда өнім қайнау температурасына дейін қыздырылып, айдалады, ал титан оксихлориді мен басқа да элементтер хлоридтерінің қатты тұнбасы дистилляциялық текшелерде қалып, сол жерден мезгіл-мезгіл шығарылып отырылады. Барлық қоспалардан тазартылған төрт хлорлы титан қайта қалпына келтіру бөлімшесіне беріледі [8-10]. Қайта қалпына келтіру процесі электр пешіне орнатылатын герметикалық болат құрылғыларда іске асырылады. Содан кейін вакуумдық дистилляция жүреді, нәтижесінде реакция массасынан магний мен магний хлоридінің артық мөлшерде алынады. Титан губкасы бар реторта қағымдау бөліміне түседі. Әрі қарай титан блогы алдын-ала ұсақтағыш қондырғысында сынап және диск тәрізді пышақтарымен ұнтақтағыштарда ұсақталып, фракцияларға бөлінеді [11-13].

Өндіріс процесінде текше түрінде пайда болатын технологиялық қалдықтар ілеспелі элементтерді алуға, тіпті үйіндіге жіберіледі. Сарқынды су жергілікті алдын-ала тазарту мен залалсыздандырудан кейін жалпы зауыттық сарқынды сулар құрылғыларына төгіледі. Барлық осы технологиялық процестерге хлорды айдау аппаратшылары, хлорлаушы-жұмысшылар, электролиздеушілер, титан өндірісіндегі аппаратшылар, бөлгіштер, диірмен машинистері, пешшілер және басқа да кәсіп жұмысшылары жұмылдырылады.

Жабық, нашар желдетілетін үй-жайларда слесарьлар мен электр дәнекерлеушілердің бірлескен жұмысы кезінде факторлардың жиынтық әсері үшін жағдайлар жасалды [14-16]. Мұндай өндірістік жағдайларда жұмысшыларда өткір респираторлық инфекциялар, созылмалы бронхит және т.б. жиі тіркелді [17]. Құрамында хлор анионы бар қосылыстардың (хлор, хлорлы сутек, титан тетрахлориді, фосген, магний хлориді) кідіріс дәрежесі салыстырмалы түрде жоғары болды және 39-85% аралығында ауытқыды. Сонымен қатар барлық негізгі цехтарда кідіріс деңгейінің жоғары көрсеткіштері, әдетте, газ тәрізді заттар (хлор, сутегі хлориді, фосген) үшін байқалды, бұл олардың жақсы ерігіштігімен түсіндіріледі. Хлордың, хлорлы сутектің және төрт хлорлы титанның неғұрлым жоғары орташа айлық концентрациясы хлорлау бөлімшесінде байқалды. Сәйкесінше Өскемен титан-магний комбинатының хлорлау, сондай-ақ қайта қалпына келтіру және ректификациялау бөлімшесінің жұмысшыларының қаны мен зәрінде хлордың неғұрлым жоғары деңгейі байқалды.

Минералдық заттар жасушалар мен ұлпалардың құрылымдық элементтерінің құрамына кіреді, зат алмасу процестеріне қатысады, активатор және ингибитор ферменттердің қызметін атқарады, ағзаның реттеуші және үйлестіруші жүйелеріне белсенді әсер етеді.

Титан кәсіпорындарының жетекші кәсіп жұмысшыларының денсаулық жағдайын зерделеу жеткілікті түрде жүргізілмегендіктен, ал Қазақстанда мұндай зерттеулер өткен ғасырдың 70-жылдарында жүргізілгенін ескере отырып, осы жұмыстың мақсаты аталмыш өндірістегі титан-магний өндірісінің негізгі цехтары жұмысшыларының жұмыс өтіліне және кәсіби тиесілігіне қарай минералдық алмасу күйін зерттеу болды.

Зерттеу материалдары мен әдістері

«Өскемен титан-магний комбинаты» АҚ-ның негізгі цехтарының 112 жұмысшысы тексерілді. Олар: хлорлаушылар, электролизшілер, титан өндірісіндегі аппаратшылар, балқытушылар, бөлгіштер, диірмен машинистері, пешшілер, хлор айдау аппаратшылары. Аталмыш жұмысшылар магний өндіру (1-цех), титан тетрахлоридін өндіру (2-цех) және титан губкасын өндіру (3-цех) цехтарының жұмысшылары.

Еңбек өтілі бойынша жұмысшылар төрт топқа бөлінді: жұмыс өтілі 3 жылға дейінгі топ (жұмысшылардың 30% құрады); еңбек өтілі 3-5 жыл (жұмысшылардың 34% осы топқа кірді); еңбек өтілі 6-10 жыл (жұмысшылардың 25%); еңбек өтілі 10 жылдан көп (жұмысшылардың 23%).

Бақылау тобын аталмыш комбинаттың әкімшілік-шаруашылық бөлімінің 109 қызметкері құрады, олардың өндірістік қызметі кәсіптік зияндармен байланысты емес, сондай-ақ еңбек өтілі бойынша топтарға бөлінген.

Қан сарысуындағы кальцийдің (Ca) мөлшері А.С. Канторович пен Л.А. Белинская модификациясындағы Уилкинсон әдісі бойынша анықталды. Әдіс комплексон ретінде Б трилонын, индикатор ретінде мурексидті қолдануға негізделген. Мурексид рН 11,0-ден жоғары болған кезде бос түрде күлгін түске боялады, ал кальциймен кешені қызыл тоқ сары түске боялады. Эквиваленттік нүктеде қызыл тоқ сарыдан көкшіл күлгін түске ауысуы фотометриялық титрлеумен тіркеледі.

Қан сарысуындағы магнийдің (Mg) мөлшері «Лахема» фирмасының реагенттер жиынтығын қолдана отырып, атомдық-абсорбциялық спектрофотометрде титан сары түсті реакция бойынша анық-

талды. Бұл әдістің басты артықшылығы — жоғары сезімталдық және орындаудың қарапайымдылығы. Әдістің принципі: сілтілі ортада магний титан сарымен реакцияға түсіп, қарқындылығы талданып сұйықтықтағы магний концентрациясына пропорционал болатын қосылыс түзеді.

Қан сарысуындағы жасушадан тыс анион — хлоридионы (Cl) О.Г. Архипова әдісі бойынша СФ-46-да анықталды. Әдіс принципі хлор иондарының хлоранилді қышқыл сынаптан хлоранил қышқылын сынамадағы хлоридтер мөлшеріне пропорционалды мөлшерде босату қабілетіне негізделген.

Қан сарысуындағы фосфор (P) О.Г. Архипова ұсынған әдіс бойынша анықталды. Әдістеме Лахема реактивтерінің жиынтығымен орындалды.

Қан сарысуындағы темір (Fe) В.Г. Колб пен оның әріптестері ұсынған әдіс көмегімен анықталды. Анықтау жұмыстары толқын ұзындығы 535 нм болатын атомдық-абсорбциялық спектрофотометрде жүргізілді. Бұл әдіс қан сарысуындағы темірді ақуыз кешенінен босатуға және кейіннен батофенантролинмен түсті реакция жүргізуге негізделген.

Алынған деректерге О.Ю. Реброва әдісі бойынша статистикалық талдау жүргізілді. Зерттелетін шамалар арасындағы айырмашылықтардың маңыздылығы Стьюденттің t критерийі бойынша 1-формуламен анықталды:

$$t = - \frac{M_{\text{зерт.}} - M_{\text{бақыл.}}}{\sqrt{m^2_{\text{зерт.}} + m^2_{\text{бақыл.}}}} \quad (1)$$

мұндағы M зерт.-мах (зерттелген топтың вариациялық қатарындағы ең көп сан);

M бақыл.-мах (бақылау тобының вариациялық қатарындағы ең көп сан);

$m_{\text{зерт.}}$ – орташа қате-зерттелген топтың орташа мәнінің тербеліс өлшемі;

$m_{\text{бақыл.}}$ - орташа қате-бақылау тобының орташа мәнінің тербеліс өлшемі.

Бұл шамалар 2-формуламен анықталады:

$$m = \frac{G}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

мұндағы G-орташа квадраттық ауытқу-вариация қатарының тербеліс өлшемі (3);

n-зерттелушілер саны.

$$G = \frac{M_{\text{max}} - M_{\text{min}}}{\text{Ермолаев коэф.}} \quad (3)$$

коэффициентті Ермолаевтың жалпыға мәлім кестесі бойынша табамыз.

$$M = \frac{Z(\text{вариациялық қатардың жиынтығы})}{n(\text{зерттелушілер саны})}, \quad (4)$$

егер $t \leq 1,96$ болса, $p > 0,05$; $t \geq 1,96$ болса, $p < 0,05$; $t > 2,06-3,0$ болса, $p < 0,01$; $t > 3,0$ болса, $p < 0,001$.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

«Өскемен титан-магний комбинаты» АҚ-ның тексерілген барлық жұмысшыларында бақылау тобымен салыстырғанда $p < 0,05$ және $p < 0,01$ сенімділігімен кальцийдің мөлшері 8%-ға, магний-24%-ға, хлор ионы-7%-ға, бейорганикалық фосфор — 11%-ға және темірдің мөлшері 6%-ға артқаны анықталды (1-2 кестелер).

1 – кесте

Еңбек өтіліне бойынша «ӨТМК» АҚ жетекші кәсіп жұмысшыларының қанындағы минералдық заттардың мөлшері

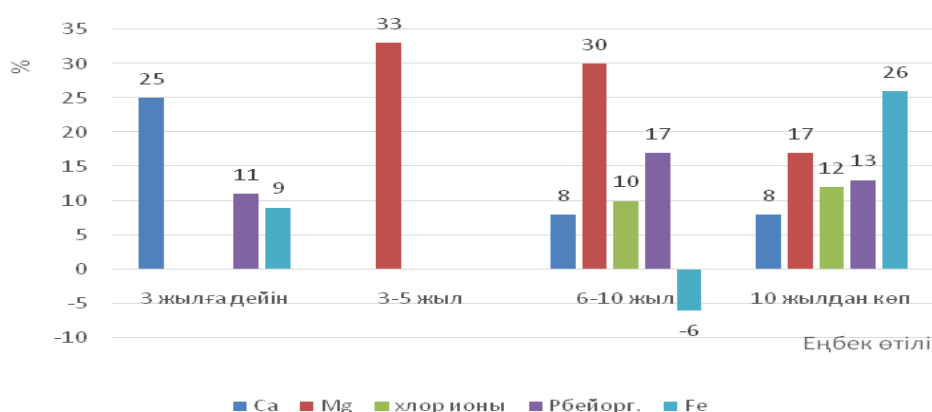
№	Еңбек өтілі	n	Ca	Mg	хлорионы	P _{бейорг.}	Fe
			мМ/л				мкКАТ/л
1	3 жылға дейін	30	2,6±0,04	1,0±0,01 ^{xx}	99,2±3,0	1,0±0,01 ^x	12,1±0,01 ^{xxx}
2	3-5 жыл	34	2,6±0,02	1,2±0,01 ^{xx}	102,0±2,5	0,98±0,02	13,8±0,02 ^{xx}
3	6-10 жыл	25	2,8±0,01 ^x	1,3±0,01 ^{xxx}	110,0±1,5 ^x	1,19±0,01 ^{xx}	16,05±0,02 ^x
4	10 жылдан көп	23	2,9±0,02 ^x	1,4±0,02 ^{xx}	121,0±1,5 ^{xx000}	1,36±0,01 ^{xx000}	19,1±0,02 ^{xx}
	Барлығы, M±m	112	2,7±0,02 ^x	1,2±0,01 ^x	108,0±2,1 ^{xx}	1,13±0,01 ^x	15,2±0,02 ^{xx}

Ескерту: ^x – $p < 0,05$; ^{xx} – $p < 0,01$; ^{xxx} – $p < 0,001$ бақылау тобымен салыстырғанда;
⁰⁰⁰ – $p < 0,001$ өзара салыстырғанда

Еңбек өтілі бойынша бақылау тобының жұмысшыларының қанындағы минералдық заттардың мөлшері

№ п/п	Еңбек өтілі	n	Ca	Mg	хлорионы	Рбейорг.	Fe
			мм/л				мкКАТ/л
1	3 жылға дейін	32	2,4±0,08	0,8±0,02	96±2,0	0,90±0,06	11,1±0,04
2	3-5 жыл	28	2,6±0,06	0,9±0,01	98±1,5	0,96±0,08	13,4±0,02
3	6-10 жыл	26	2,6±0,03	1,0±0,03	100±2,0	1,02±0,01	15,16±0,01
4	10 жылдан көп	23	2,7±0,02	1,2±0,02	108±1,8	1,2±0,02	18,2±0,05
Барлығы, М±m		109	2,5±0,05	0,97±0,02	100,5±1,8	1,02±0,04	14,4±0,03

Еңбек өтілі бойынша минералдық алмасу көрсеткіштерін талдау еңбек өтілі 3 жылға дейінгі жұмысшылар тобында бақылау тобымен салыстырғанда магнийдің мөлшері 25%-ға, бейорганикалық фосфор – 11%-ға және темірдің мөлшері 9%-ға көп екендігі белгілі болды (1-сурет).



1-сурет. Жұмыс өтіліне байланысты «ӨТМК» АҚ жұмысшыларының қанындағы минералдық заттар мөлшерінің өзгерісі (+, -)

Еңбек өтілі 3-5 жылдық тәжірибе тобында магний мөлшері 33%-ға көп болса, ал қалған элементтердің (кальцийдің, хлор ионының, бейорганикалық фосфор мен темірдің) сенімсіз төмендеу тенденциясын көрсетті.

Еңбек өтілі 6-10 жылдық тәжірибе тобында бақылау тобымен салыстырғанда магнийдің мөлшері 30% ($p < 0,001$), бейорганикалық фосфор 17%, хлор ионы 10%, кальций 8% артық. Қан сарысуындағы темір деңгейі өз деңгейінен 6%-ға сенімді төменде тенденциясын көрсетті ($p < 0,05$).

Комбинаттағы еңбек өтілі 10 жылдан астам тәжірибе тобында бақылау тобымен салыстырғанда темір мөлшері 26%-ға, магний — 17%-ға, хлор ионы — 12%-ға және кальций — 8%-ға, бейорганикалық фосфор — 13%-ға сенімді артқаны анықталды.

Цехтар бойынша негізгі кәсіп жұмысшыларының қанындағы минералды заттарды талдау кезінде бақылау тобымен салыстырғанда олардың өзгеруінің әртүрлі динамикасын анықталды (3-кесте).

Цехтар бойынша «ӨТМК» АҚ негізгі кәсіп жұмысшыларының қанындағы минералдық заттардың мөлшері

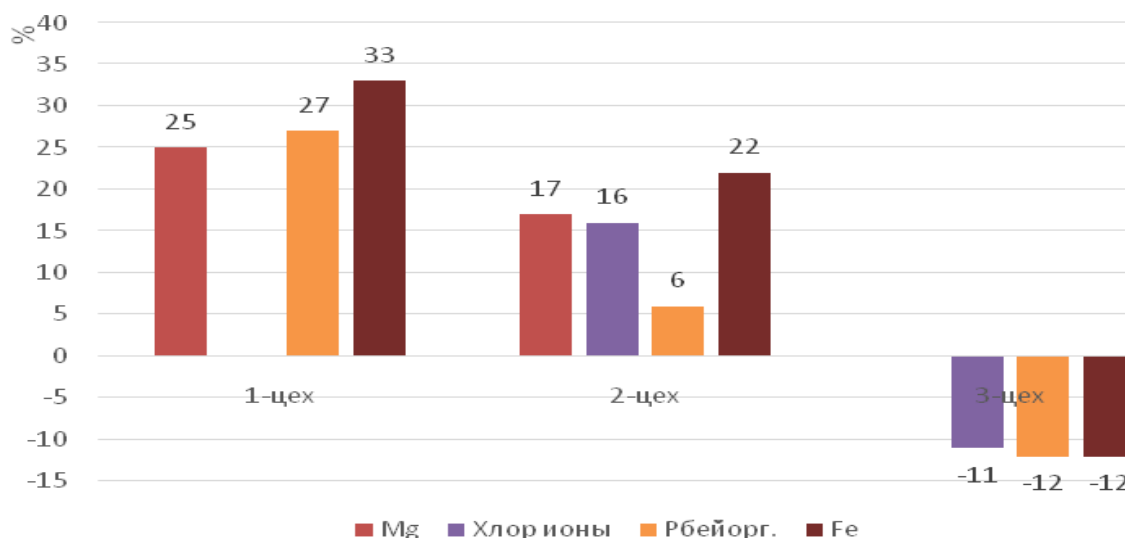
№	Зерттелушілер	n	Ca	Mg	хлор ионы	Рбейорг.	Fe
			мм/л				мкКАТ/л
1	1-цех	48	3,2±0,02**	1,54±0,01***	119,8±1,1***	1,46±0,01***	20,4±0,02***
2	2-цех	63	2,7±0,02 ^{ooo}	1,43±0,02***	124,8±1,0***	1,21±0,01 ^{ooo}	18,0±0,03***
3	3-цех	68	2,6±0,01	1,2±0,01	96,6±2,0**	1,04±0,01	13,0±0,02***
4	Бақылау тобы	120	2,68±0,02	1,22±0,01	107,9±2,1	1,14±0,01	15,0±0,02

Ескерту: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ бақылау тобымен салыстырғанда;
^{ooo} – $p < 0,001$ өзара салыстырғанда

Ең үлкен өзгерістер магний өндіретін 1-цехта анықталды, онда бақылау тобымен салыстырғанда темірдің 33%-ға, бейорганикалық фосфордың 27%-ға, магнийдің 25%-ға ($p < 0,001$) ұлғаюы анықталды.

Титан тетрахлоридін өндіретін 2-цехта жұмыс істейтін жұмысшылардың қанында бақылаумен салыстырғанда темірдің 22%-ға, магнийдің 17%-ға, хлор ионының 16%-ға және бейорганикалық фосфордың 6% -ға сенімді артқаны белгілі болды.

Минералдық заттардың қалыпты өзгерістері титан губкасын өндіретін 3-цех жұмысшыларының қанында анықталды, оларда бақылау тобымен салыстырғанда темір мен бейорганикалық фосфордың 12%-ға, хлор ионының 11% -ға төмендегені анықталды (2-сурет). Қандағы кальций деңгейі төмендеу тенденциясын көрсетсе, ал магний мөлшері қалыпты мәндер шеңберінде болды.



2-сурет. Цехтар бойынша «ӨТМК» АҚ-ның негізгі кәсіп жұмысшыларының қанындағы минералдық заттардың өзгерісі (+, -)

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде анықталған «ӨТМК» АҚ-ның негізгі кәсіп жұмысшыларының минералдық мәртебесінің өзгерістері шаң мен химиялық заттардың ішкі мүшелерге, жасуша мембранасы мен жасушаішілік құрылымдарға уытты әсерінен болуы мүмкін. Жоғарыда сипатталған минералдық заттардың өзгерістері минералдардың гомеостазға, адаптация мен компенсация үрдістеріне белсенді түрде қатысатындығын дәлелдейді. Себебі, кальций вегетативті жүйке жүйесі мен қалқанша маңы бездерінің жұмысына реттеуші әсер ететіні белгілі. Титан-магний комбинацияның өндірістік факторларының кешені аталмыш құрылымдарға стрестік әсері кальцийдің судың ұлпалық коллоидтармен байланысуын, жасуша мембраналарының өткізгіштігін және қанның ұю жүйесіне қатысуын реттеу қабілетін өзгерте отырып, қандағы кальций деңгейіне ықпал етеді. Ал қан сарысуындағы бейорганикалық фосфор кальций алмасуымен тығыз байланысты, D дәруменімен, гормондармен және қышқылдық-негіздік жағдаймен реттеледі. Аталмыш көрсеткіш қарқынды дене еңбегі кезінде, қан қысымы артқанда, қандағы CO_2 мөлшері көбейгенде ұлғаюы мүмкін. Қан сарысуындағы катиондар түріндегі магний мөлшері жүйке жүйесінің күйімен тығыз байланысты, көптеген ферменттердің активаторы болып табылады. Гипоксия кезінде ферменттердің белсенділігі тежелгенде босауы мүмкін.

Темір каталазалар, пероксидазалар, цитохромдар сияқты құрамында темір бар ферменттердің құрамына кіреді. Бауырда, сүйектерде жинақталып, гипоксияның әсерінен босатылуы мүмкін. Аскорбин қышқылы, фруктоза темірдің сіңуін арттырады. Ақуыз бен майдың көп мөлшері және антибиотиктер темірдің мөлшерін азайтады. Темір жетіспеушілігінен қаназдық ауруы туындайды.

Хлор ионы қан сарысуында Na, Ca, K, Mg және т.б. элементтердің тұздары түрінде кездеседі. Қышқылдық-негіздік күйдің қалыптасуында, осмотық тепе-теңдікте маңызды рөл атқарады. Қоршаған ортаның температурасы көтерілген кезде ағзадағы су балансын реттейді, гипоксия кезінде артады.

Қорытынды

Біз жүргізген зерттеулер нәтижесінде титан-магний комбинатының негізгі цехтарының жұмысшыларында осы кәсіпорындағы еңбек өтіліне және кәсіби тиесілігіне байланысты ағзаның минералдық мәртебесіндегі өзгерістер анықталды.

Зиянды өндірістік факторлардың жұмысшылар организмнің гомеостазына, атап айтқанда минералдық алмасуға әсерін зерттеу осы уақытқа дейін зерттелмеген аса маңызды мәселе болып табылады. Аталмыш зерттеулер өндірістік факторлардың жиынтығына ұшыраған жұмысшылардың еңбек жағдайлары мен денсаулығын жақсарту жөніндегі шараларды әзірлеу үшін қажет.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Адилбекова А.А. Состояние микроэлементного обмена у работающих в условиях неблагоприятных факторов химической и физической природы / А.А. Адилбекова // Актуальные вопросы профпатологии в Казахстане. — 2013. — № 3. — С. 285–288.
- 2 Боев В.Н. Дисбаланс микроэлементов как фактор экологически обусловленных заболеваний / В.Н. Боев, В.В. Утенин, В.В. Быстрых // Гигиена и санитария. — 2001. — № 5. — С. 68.
- 3 Ахметжанова У.А. Динамика микроэлементного обмена в организме при воздействии на него максимальной физической нагрузки / У.А. Ахметжанова // Астана мед. журн. — 2005. — № 2. — С. 172–174.
- 4 Власов В.В. Реакции организма на внешние воздействия: общие закономерности развития и методические проблемы исследования / В.В. Власов. — Иркутск, 1994. — 140 с.
- 5 Дюсембаева Н.К. Гигиеническое значение оценки мутагенных эффектов химических факторов окружающей и производственной среды (обзор) / Н.К. Дюсембаева, М.Ф. Баянова // Гигиена труда и медицинская экология. — 2006. — № 1 (10). — С. 24–34.
- 6 Будкарь Л.Н. Математический анализ влияния факторов риска на развитие профессиональных заболеваний органов дыхания / Л.Н. Будкарь, И.В. Бугаева, Т.Ю. Обухова и др. // Медицина труда и промышленная экология. — 2014. — № 2. — С. 9–12.
- 7 Гоженко А.И. Возрастные особенности регуляции минерального обмена у человека / А.И. Гоженко, Л.П. Зубкова, С.И. Долوماتов // Нефрология. — 2012. — № 3. — С. 60–63.
- 8 Закурдаев В.В. Новый подход к решению проблемы донозологической диагностики: концепция и метод / В.В. Закурдаев, Ю.В. Лизин, В.В. Закурдаев, В.Г. Козлов // Гигиена и санитария. — 2004. — № 6. — С. 66–69.
- 9 Измеров Н.Ф. Концептуальные подходы к сохранению и укреплению здоровья работающего населения России / Н.Ф. Измеров // Бюлл. Науч. совета. Медико-экологические проблемы работающих. — 2003. — № 4. — С. 47–49.
- 10 Кузьмин С.В. Региональная «Система медицины труда» — эффективная модель оценки и управления профессиональными рисками / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, В.Г. Климин, О.Ф. Рослый и др. // Медицина труда и промышленная экология. — 2010. — № 2. — С. 2–4.
- 11 Измеров Н.Ф. Методология оценки профессионального риска в медицине труда / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов, Н.Н. Молодкина, Т.К. Радионова // Медицина труда и промышленная экология. — 2001. — № 12. — С. 1–7.
- 12 Ильясова Б.И. Биохимические механизмы активации функциональных систем / Б.И. Ильясова, А.Е. Конкабаева, Д.М. Джангозина // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология, медицина, география. — 2004. — № 3 (35). — С. 62–64.
- 13 Кацнельсон Б.А. Гигиеническая регламентация содержания сварочных аэрозолей в воздухе рабочей зоны и пневмокониоз электросварщиков / Б.А. Кацнельсон, Т.А. Новоселова, Е.П. Жовтяк // Медицина труда и промышленная экология. — 2001. — № 4. — С. 24–27.
- 14 Dakieva K.Z. Studying the benefits of green work place environment on health promotion in sympathoadrenal and Kallikrein-Kinin systems / K.Z. Dakieva, Z.B. Tusupova, S.B. Zhautikova, I.V. Loseva, D.N. Dzhangozina, R.S. Beysembaeva, Z.K. Idrisheva, M.K. Zhamanbaeva // Ecology. — 2018. — Vol. 27 (106). — P. 1087-1097.
- 15 Dakieva K.Z. The effect of work environment on the biochemical profile of workers operating at the Ust-Kamenogorsk Titanium and Magnesium Plant / K.Z. Dakieva, A.P. Tsyganov, A.V. Egorina, A.S. Sharipkhanova, V.A. Sedelev, G.E. Sadykanova, A.S. Chursin // Toxicology and Industrial Health. — 2020. — Vol. 36. — P. 591-603. <https://doi.org/10.1177/0748233720941731>
- 16 Dembe A.E. Nonstandard shift schedules and the risk of job-related injuries / A.E. Dembe, J.B. Erickson, R.G. Delbos, S.M. Banks // Scand J Work Environ and Health. — 2006. — Vol. 32. — № 3. — P. 232-240. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1004>.
- 17 Eriksen W. Work factors as predictors of persistent fatigue: a prospective study of nurses' aides / W. Eriksen // Occup Environ Med. — 2006. — Vol. 63. — No 6. — P. 428-434. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.019729>

К.Ж. Дакиева, Г.Е. Садыканова, А.П. Цыганов, Р.С. Бейсембаева,
Н.Ж. Женсикбаева, С. Кумарбекулы, Г.Ж. Калелова

Изучение минерального статуса организма рабочих основных цехов титано-магниевого комбината

Титано-магниевое производство как часть металлургии характеризуется значительным выделением тепла, причем на всех этапах технологического процесса. Многие исследователи выявили негативное влияние микроклимата на функциональное состояние органов и систем организма человека. Высокая температура воздуха в рабочих помещениях нарушает терморегуляцию организма человека, состояние центральной нервной системы, вызывает значительное напряжение нервно-мышечного аппарата. Нагревательный микроклимат усиливает негативное воздействие не только трудового шума, но и вредных газов, токсичных веществ в воздухе, особенно при интенсивной мышечной работе, нервном и эмоциональном напряжении. Вся работа на комбинате выполняется в условиях высокой температуры, теплового излучения, пылегазовыделения. Кроме того, для работы требуется физическая сила, например для очистки смесителя от шлака и удаления осадка из плавильной печи. На выполнение трудовых заданий работники тратят 70 % времени в смену. Безводный раствор карналлита заливают в электролизные устройства. Здесь работают электролизеры, которые слив карналлита проводят на расстоянии 1,5–2,0 м от технологических процессов и подвергаются воздействию комплекса токсических веществ. Проведение этих работ сопровождается значительными физическими нагрузками. Гигиеническое обследование воздуха в основных отделениях производства титана и магния выявило целый комплекс газообразных веществ, причем концентрация их превышает ПДК в десятки раз. В литературе количество работ о влиянии вредных компонентов производства магния и титана и их соединений на организм небольшое. Существующие условия труда на производстве титана и магния отрицательно сказываются на здоровье работников. У работников ведущих специальностей этого производства часто повреждаются органы дыхания, наблюдаются изменения в нервной и костной системах. У работающих чаще встречаются неспецифические заболевания, такие как грипп, острые заболевания верхних дыхательных путей, заболевания желудочно-кишечного тракта, опорно-двигательного аппарата и кожи.

Ключевые слова: рабочие основных цехов, показатели минерального обмена, вредные компоненты производства, здоровье рабочих.

K.Zh. Dakieva, G.E. Sadykanova, A.P. Tsyganov, R.S. Beisembayeva, N.Zh. Zhensikbayeva,
S. Kumarbekuly, G.Zh. Kalelova

Study of the mineral status of the organism of the workers of the main workshops of the titanium-magnesium combine

Titanium-magnesium production, being a sub-branch of metallurgy, is characterized by significant heat emissions at a number of technological stages. Numerous studies indicate the adverse effect of the microclimate on the human body. High air temperature and intense radiation cause a significant strain of thermoregulation, the state of the central nervous system, neuromuscular apparatus. The heating microclimate aggravates the negative impact of not only industrial noise, but also harmful gases, toxic substances contained in the air, especially when performing intensive muscle work, nervous and emotional stress. Labor operations are carried out in conditions of high temperature, heat emission, dust and gas emission. In addition, the work requires physical efforts to clean the mixer from slag and extract sludge from the melting furnace. In a shift, workers spend 70% of their time performing labor operations. Anhydrous carnallite melt is poured into the electrolyzes. Here work electrolysis adjusters, electrolysis vacuum cleaners, anodizes, chlorinators, who during the discharge of the melt are 1.5-2.0 meters from the open surface and are exposed to radiant heat, aerosols of magnesium, its oxides, magnesium chloride. The operation requires considerable physical effort. Hygienic studies of the air environment in the main workshops of titanium - magnesium production have shown that toxic chemicals are contained in the air of the working areas of the main workshops: sulfur dioxide, hydrogen chloride, magnesium chloride. The concentration of these substances often exceeds the permissible level by several dozen times. There are few works in the literature on the effect on the body of harmful components of the production of magnesium and titanium and their compounds. The existing working conditions adversely affect the health of workers. Workers in the leading specialties of this production often have respiratory organs damaged, and changes in the nervous and skeletal systems are observed. Nonspecific diseases are more common, such as influenza, acute diseases of the upper respiratory tract, diseases of the gastrointestinal tract, musculoskeletal system and skin.

Keywords: titanium workers of the main workshops, indicators of mineral metabolism.

References

- 1 Adilbekova, A.A. (2013). Sostoianie mikroelementnogo obmena u rabotaiushchikh v usloviakh neblagopriiatnykh faktorov khimicheskoi i fizicheskoi prirody [The state of microelement metabolism in workers in conditions of adverse factors of chemical and physical nature]. *Aktualnye voprosy profpatologii v Kazakhstane — Current issues of occupational pathology in Kazakhstan*, 3, 285–288 [in Russian].
- 2 Boev, V.N., Utenin, V.V. & Bystrykh, V.V. (2001). Disbalans mikroelementov kak faktor ekologicheskii obuslovlennykh zabolevaniy [Imbalance of microelements as a factor of ecologically caused diseases in humans]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 5, 68 [in Russian].
- 3 Akhmetzhanova, U.A. (2005). Dinamika mikroelementnogo obmena v organizme pri vozdeistvii na nego maksimalnoi fizicheskoi nagruzki [Dynamics of microelement metabolism in the body under the influence of maximum physical activity]. *Astana meditsinalyq zhurnaly — Astana medical journal*, 2, 172–174 [in Russian].
- 4 Vlasov, V.V. (1994). Reaktsii organizma na vneshnie vozdeistviia: obshchie zakonomernosti razvitiia i metodicheskie problemy issledovaniia [Reactions of the body to external influences: general patterns of development and methodological problems of research]. Irkutsk [in Russian].
- 5 Diusembaeva, N.K. & Baianova, M.F. (2006). Gigienicheskoe znachenie otsenki mutagennykh effektov khimicheskikh faktorov okruzhaiushchei i proizvodstvennoi sredy (obzor) [Hygienic significance of the assessment of mutagenic effects of chemical factors of the environment and the production environment (review)]. *Gigiena truda i meditsinskaia ekologiia — Occupational health and medical ecology*, 1 (10), 24–34 [in Russian].
- 6 Budkar, L.N., Bugaeva, I.V., & Obukhova, T.Yu. et al. (2014). Matematicheskii analiz vliianiia faktorov riska na razvitie professionalnykh zabolevaniy organov dykhanii [Mathematical analysis of the influence of risk factors on the development of occupational respiratory diseases]. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia — Occupational health and industrial ecology*, 2, 9–12 [in Russian].
- 7 Gozhenko, A.I., Zubkova, L.P. & Dolomatov, S.I. (2012). Vozrastnye osobennosti reguliatsii mineralnogo obmena u cheloveka [Age features of the regulation of mineral metabolism in humans]. *Nefrologiia — Nephrology*, 3, 60–63 [in Russian].
- 8 Zakurdaev, V.V., Lizinov, Yu.V., Zakurdaev, V.V. & Kozlov, V.G. (2004). Novyi podkhod k resheniiu problemy donozologicheskoi diagnostiki: kontseptsii i metod [A new approach to solving the problem of prenosological diagnostics: concept and method]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 6, 66–69 [in Russian].
- 9 Izmerov, N.F. (2003). Kontseptualnye podkhody k sokhraneniui i ukrepleniui zdorovia rabotaiushchego naseleniia Rossii [Conceptual approaches to preserving and strengthening the health of the working population of Russia]. *Biulleten Nauchnogo soveta. Mediko-ekologicheskii problemi rabotaiushchikh — Scientific Council Bulletin. Medico-ecological problems of workers*, 4, 47–49 [in Russian].
- 10 Kuzmin, S.V., Gurvich, V.B., Klimin, V.G., & Roslyi, O.F. et al. (2010). Regionalnaia «Sistema meditsiny truda» — effektivnaia model otsenki i upravleniia professionalnymi riskami [Regional “System of occupational medicine” – an effective model for assessing and managing occupational risks]. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia — Occupational health and industrial ecology*, 2, 2–4 [in Russian].
- 11 Izmerov, N.F., Denisov, E.I., Molodkina, N.N. & Radionova, T.K. (2001). Metodologiia otsenki professionalnogo riska v meditsine truda [Occupational risk assessment methodology in occupational medicine]. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia — Occupational health and industrial ecology*, 12, 1–7 [in Russian].
- 12 Iliasova, B.I., Konkabaeva, A.E. & Dzhangozina, D.M. (2004). Biokhimicheskie mekhanizmy aktivatsii funktsionalnykh sistem [Biochemical mechanisms of activation of functional systems]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Serii Biologiia, meditsina, geografiia — Bulletin of the Karaganda University. Series Biology, medicine, geography*, 3 (35), 62–64 [in Russian].
- 13 Katsnelson, B.A., Novoselova, T.A. & Zhovtiak, E.P. (2001). Gigienicheskaia reglamentatsiia sodержaniia svarochnykh aerозolei v vozdukhе rabochei zony i pnevmokonioz elektrosvarshchikov [Hygienic regulation of the content of welding aerosols in the air of the working area and pneumoconiosis of electric welders]. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia — Occupational health and industrial ecology*, 4, 24–27 [in Russian].
- 14 Dakieva, K.Z., Tusupova, Z.B., Zhautikova, S.B., Loseva, I.V., Dzhangozina, D.N., Beysembaeva, R.S., Idrisheva, Z.K. & Zhamanbaeva, M.K. (2018). Studying the benefits of green workplace environment on health promotion in sympathoadrenal and Kallikrein-Kinin systems. *Ecology*, 27, 1087-1097.
- 15 Dakieva, K.Z., Tsyganov, A.P., Egorina, A.V., Sharipkhanova, A.S., Sedelev, V.A., Sadykanova, G.E. & Chursin, A.S. (2020). The effect of work environment on the biochemical profile of workers operating at the Ust-Kamenogorsk Titanium and Magnesium Plant. *Toxicology and Industrial Health*, 36, 591-603. <https://doi.org/10.1177/0748233720941731>
- 16 Dembe, A.E., Erickson J.B., Delbos, R.G. & Banks, S.M. (2006). Nonstandard shift schedules and the risk of job-related injuries. *Scand J Work Environ and Health*, 32(3), 232-240. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1004>
- 17 Eriksen, W. (2006). Work factors as predictors of persistent fatigue: a prospective study of nurses' aides. *Occup EnvironMed.*, 63(6), 428-434.

Б.В. Златанов*

Институт зоологии Комитета науки Министерства науки и высшего образования РК, Алматы, Казахстан
*Автор для корреспонденции: bor.zlat@mail.ru

Новый вид рода *Eumerus* Meigen, 1822, (Diptera, Syrphidae) из Восточного Казахстана

В 2021 г. в ходе работы по изучению энтомофауны Государственного национального природного парка «Тарбагатай» в южном отроге хребта Тарбагатай в горах Карабас был обнаружен в паучьей сети самец мухи-журчалки (Syrphidae) рода *Eumerus*, который в настоящей работе описан как новый вид *E. kolovi* sp. n. Самец описываемого вида близок самцу *E. longitarsis* Peck, 1979, от которого отличается расположением глаз и глазков, формой усиков и наличием продольных полос налет на среднеспинке.

Ключевые слова: *Eumerus*, Syrphidae, новый вид, Восточный Казахстан, Тарбагатай, Карабас, энтомофауна.

Введение

Мухи-журчалки (Diptera, Syrphidae) — одна из самых многочисленных в видовом отношении групп из семейств двукрылых; распространены всесветно. В мировой фауне описано более 6000 видов, в Палеарктике — более 1500. Мухи маленьких и крупных размеров (от 3 до 25 мм), тело чаще черное или черное с желтыми пятнами или полосами, многие напоминают по внешнему виду пчел, шмелей, ос. Имаго обычно встречаются на цветущих растениях, питаются нектаром и пыльцой, являются опылителями. Обладают маневренным полетом, часто зависают в воздухе. Питание личинок очень разнообразно: многие виды хищные, уничтожающие мелких вредных насекомых; имеются фитофаги, вредящие луковичным культурам. Другие виды развиваются в навозе, в гниющей древесине и трухе дупел деревьев, в пасеке; в гнездах ос и пчел, в муравейниках и т.д. [1].

Большого биологического прогресса в Палеарктике достигли сирфиды, личинки которых обитают внутри листьев, стеблей, корней и лукович травянистых растений [2]. К таким фитофагам относится один из самых больших по числу видов род — *Eumerus* Meigen, 1822. В Палеарктике в 1988 г. было отмечено 140 видов рода [3]. С тех пор число описанных видов значительно увеличилось. Только в пределах Центральной Азии (Киргизии, Таджикистана, Туркмении и южной части Казахстана) известно 54 вида [2].

Описываемый в данной работе новый вид относится к подгруппе видов *Eumerus binominatus* Hervé-Bazin, 1923, [4] и является третьим для Центральной Азии после описанных А.А. Штакельбергом [5] и Л.В. Пэк [6] из этой подгруппы.

Eumerus kolovi Zlatanov sp. n.

Материал. Голотип: ♂, 22.05.2021, Восточный Казахстан, хр. Тарбагатай, горы Карабас, 46°49'36.6"N, 82°42'20.2"E, 749 м над ур. м. (сборщик С. Колов). Типовой экземпляр хранится в коллекции Института зоологии КН МННВО РК, г. Алматы.

Описание. Самец. **Голова.** Глаза в густых длинных серебристо-белых волосках, разделены промежутком чуть больше диаметра глазка (рис. 1). Лицо, лоб, теменной треугольник и затылок черные, в мелкой пунктировке, слабо блестящие, без налета, в густых относительно длинных волосках, переходящих за теменным треугольником в светло-серые. Затылок также в серых волосках. Лицо под усиками не расширяющееся книзу, края глаз параллельные. Все членики усиков черные. 3-й членик относительно небольшой, параллельно-сторонний, несколько удлинённый, с тупым закругленным верхним и приостренным нижним углами; фоссета занимает около 1/5 его площади (рис. 2). 2-й членик с бурым передним краем с внутренней стороны. Его вентральные волоски не длиннее высоты членика. Наружно-латеральные волоски 1-го членика несколько длиннее его ширины. Волоски черные. Глазки расположены в виде равнобедренного треугольника, расстояние между задним и перед-

ним глазком чуть меньше или равно расстоянию между задним глазком и ближайшим к нему верхним углом глаза (рис. 1).

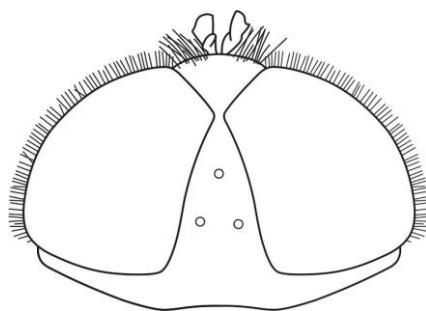


Рисунок 1. *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n. Голова самца, вид сверху

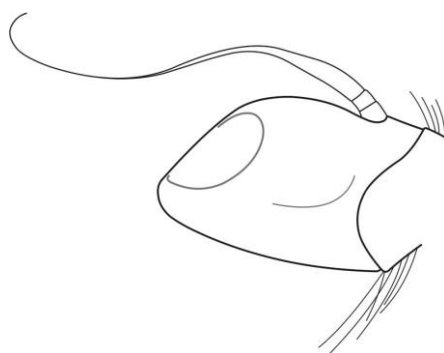


Рисунок 2. *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n. 3-й членик левого усика самца, вид сбоку

Грудь. Черная, относительно слабо блестящая, густо пунктированная. Среднеспинка медиально с двумя слабо заметными относительно узкими продольными полосами тускло-серого налета, почти достигающими до середины расстояния между поперечным швом и щитком (экземпляр «несвежий»: в умерщвленном состоянии некоторое время находился в неблагоприятных условиях. Поэтому в реальности, вероятно, полосы на переднеспинке более четкие, налет светлый); в густых длинных светло-серых волосках. Щиток с расположенным вдоль заднего края гребнем со слегка загнутой вверх кромкой, в длинных светло-серых волосках, по бокам — в черных. Плевры в черных стоячих волосках. Мезоплевры в верхней части кзади и птероплевры по верхне-заднему краю в светло-серых волосках.

Крылья. Прозрачные, птеростигма желтоватая. Жилки темно-бурые, светлеющие к основанию крыла. Жилка R_{4+5} умеренно изогнута (рис. 3). Крыло полностью покрыто микротрихиями. Костальные щетинки черные. Закрыловые чешуйки желтовато-белые, с белесыми ресничками. Жужжальца светло-бурые.

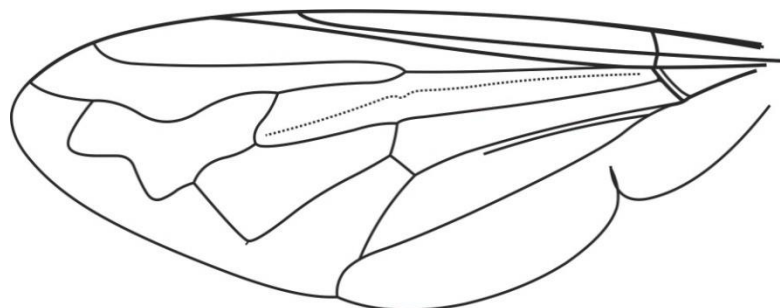


Рисунок 3. *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n. Крыло самца

Ноги. Бедра всех пар ног черные с желтовато-бурой вершиной. Передние и средние бедра в коротких черных прилегающих волосках спереди, с бахромой длинных, превышающих ширину бедер, стоячих черных волосков сзади. На передних бедрах эти волоски с загнутыми кпереди концами, на средних — в основной половине с извитыми, ближе к вершине с загнутыми кпереди концами. Задние

бедра длинные тонкие, с расширением в основной трети, в коротких прилегающих светлых волосках. Вершинная половина задних бедер с редкими короткими черными шипиками с нижней стороны.

Передние и средние голени бурые — в основной, черные в вершинной половине, вершины бурые. Покрываются полуприлегающими волосками, светлыми на бурой поверхности, черными на черной. Задние голени длинные, с относительно резким изгибом в вершинной трети; буровато-желтые с черным полукольцом в вершинной половине, охватывающем голень снизу и простирающимся от места начала изгиба до середины расстояния между ним и вершиной голени.

Передние и средние лапки черные, их 1-е членики в основании бурые; покрыты короткими черными прилегающими волосками, на нижней поверхности — полуприлегающими бурыми. Основные членики задних лапок темно-бурые, почти черные, вершинные — черные. Задние лапки тонкие и длинные, их длина значительно превышает длину голени: их соотношение примерно 1:1,4 (рис. 4).

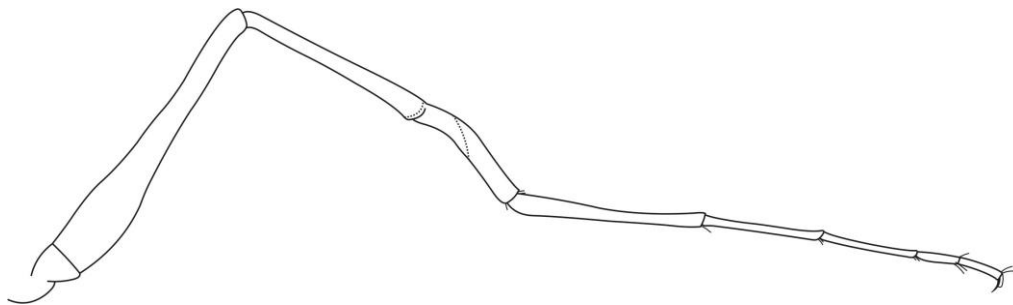


Рисунок 4. *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n. Задняя левая нога самца, вид сбоку

Брюшко. Удлиненное, сужающееся к вершине, черное, блестящее, густо пунктированное. 2-й, 4-й тергиты с полулунными пятнами белого налета. 2-й тергит латерально в длинных стоячих светлосерых волосках; волоски на тергитах полуприжатые, на пятнах налета светлые, на остальной поверхности — черные. Стерниты полностью в черных волосках. Задний край 4-го стернита с дуговидной вырезкой (рис. 5). 8-й стернит черный, блестящий, в длинных стоячих черных волосках. Гипопигий как на рисунке 6.

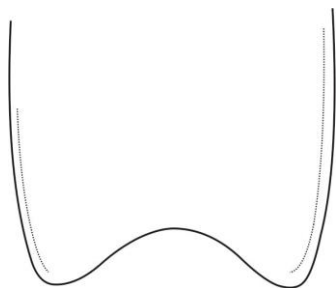


Рисунок 5. *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n. 4-й стернит самца



Рисунок 6. *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n. Гипопигий, вид сбоку

Длина тела 11,5 мм.
Самка не известна.

Обсуждение

Данный вид близок *Eumerus longitarsis* Peck, 1979. Для удобства сравнения важнейших признаков этого вида с описанным ранее они сведены в таблицу.

Т а б л и ц а

**Основные различия между самцами *Eumerus longitarsis* Peck, 1979,
и *Eumerus kolovi* Zlatanov sp. n.**

<i>Eumerus longitarsis</i> Peck, 1979	<i>Eumerus kolovi</i> sp. n.
Глаза соприкасаются в одной точке	Глаза разделены промежутком чуть больше диаметра глазка
Глазки расположены в виде равностороннего треугольника	Глазки расположены в виде равнобедренного треугольника
3-й членик усиков с тупым верхним и острым нижним углами, длина его почти равна ширине (см. Пэк, 1979 (рис. 2))	3-й членик усиков параллельносторонний, несколько удлинённый, с тупым закругленным верхним и приостренным нижним углами; фоссета занимает около 1/5 его площади
Среднеспинка без продольных полос белого налета	Среднеспинка медиально с двумя слабо заметными относительно узкими продольными полосами тускло-серого налета, почти доходящими до середины расстояния между поперечным швом и щитком

Этимология. Вид назван именем известного казахстанского энтомолога Сергея Владимировича Колова, обнаружившего насекомое.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (тема АРО9259987 «Оценка разнообразия фауны насекомых государственного национального природного парка «Тарбагатай», ее мониторинг, сохранение и устойчивое использование»).

Список литературы

- 1 Нарчук Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России и сопредельных стран / Э.П. Нарчук // Тр. ЗИН РАН. — 2003. — Т. 294. — 251 с.
- 2 Баркалов А.В. Новый вид рода *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) из высокогорий Таджикистана / А.В. Баркалов // Зоол. журн. — 2020. — Т. 22. Вып. 2. — С. 229–233. <https://doi.org/10.25221/fee.417.1>
- 3 Peck L.V. Family Syrphidae. Catalogue of Palaearctic Diptera / L.V. Peck / Editor Á. Soós. Budapest. — 1988. — Vol. 8. — P. 11–230.
- 4 Grkovic A. Two new European long-legged hoverfly species of the *Eumerus binominatus* species subgroup (Diptera, Syrphidae) / A. Grkovic, J. Smit, S. Radenkovic, A. Vujic, J. van Steenis // ZooKeys. — 2019. — Vol. 858. — P. 91–108. <https://doi.org/10.3897/zookeys.858.34663>
- 5 Штакельберг А.А. Краткий обзор палеарктических видов рода *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) / А.А. Штакельберг // Труды Всесоюзного энтомологического общества. — 1961. — Т. 48. — С. 181–229.
- 6 Пэк Л.В. Новый вид рода *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) из Средней Азии / Л.В. Пэк // Труды Всесоюзного энтомологического общества. — 1979. — Т. 61. — С. 191–194.

Б.В. Златанов

Шығыс Қазақстанның *Eumerus* Meigen, 1822 (Diptera, Syrphidae) тұқымдасының жаңа түрі

Мақалада 2021 жылы «Тарбағатай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің энтомофаунасын зерттеу барысында Тарбағатай жотасының оңтүстік сілемдеріндегі Қарабас тауында, өрмекшінің торынан табылған ызыңдауық шыбынның (Syrphidae) *Eumerus* тұқымдасының аталығы жаңа түр ретінде *E. kolovi* sp. n. сипатталды. Сипатталған түрдің аталығы *E. longitarsis* Peck, 1979 түріне ұқсас, бұл түрден айырмашылығы көзі мен көзшелерінің орналасуында, мұртшаларының пішінінде және ортаңғы арқасындағы бойлық жолағында дақтың бар болуында.

Кілт сөздер: *Eumerus*, Syrphidae, жаңа түр, Шығыс Қазақстан, Тарбағатай, Қарабас.

B.V. Zlatanov

New species of genus *Eumerus* Meigen, 1822 (Diptera, Syrphidae) from Eastern Kazakhstan

In 2021, in the course of work on the study of the entomofauna of the Tarbagatai State National Natural Park in the southern spur of the Tarbagatai Ridge in the Karabas Mountains, a male of hoverfly fly (Syrphidae) of the genus *Eumerus* was found in the spider web, which is described in this paper as a new species *E. kolovi* sp. n. The male of the described species is close to the male of *E. longitarsis* Peck, 1979, from which it differs in the location of the eyes and ocelli, the shape of the antennae, and the presence of longitudinal plaque stripes on the mesonotum.

Keywords: *Eumerus*, Syrphidae, new species, East Kazakhstan, Tarbagatai, Karabas.

References

- 1 Narchuk, E.P. (2003). Opredelitel semeistv dvukrylykh nasekomykh fauny Rossii i sopredelnykh stran [Key to Diptera families of the fauna of Russia and neighboring countries]. *Trudy Zoologicheskogo instituta Rossiiskoi akademii nauk — Proceedings of Zoological Institute of RAS*, 294, 251 [in Russian].
- 2 Barkalov, A.V. (2020). Novyi vid roda *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) iz vysokogorii Tadzhikestana [A new species of the genus *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) from the highlands of Tajikistan]. *Zoologicheskii zhurnal — Zoological Journal*, 22(2), 229-233. <https://doi.org/10.25221/fee.417.1> [in Russian].
- 3 Peck, L.V. (1988). Family Syrphidae. Catalogue of Palaearctic Diptera. Editor Á. Soós. Budapest, 8, 11–230.
- 4 Grkovic, A., Smit, J., Radenkovic, S., Vujic, A. & van Steenis, J. (2019). Two new European long-legged hoverfly species of the *Eumerus binominatus* species subgroup (Diptera, Syrphidae). *ZooKeys*, 858, 91-108. <https://doi.org/10.3897/zookeys.858.34663>
- 5 Shtakelberg, A.A. (1961). Kratkii obzor palearkticheskikh vidov roda *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) [Brief review of Palearctic species of the genus *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae)]. *Trudy Vsesoiuznogo entomologicheskogo obshchestva — Proceedings of All-Russian Entomological Society*, 48, 181–229 [in Russian].
- 6 Pek, L.V. (1979). Novyi vid roda *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) iz Srednei Azii [A new species of the genus *Eumerus* Mg. (Diptera, Syrphidae) from Middle Asia]. *Trudy Vsesoiuznogo entomologicheskogo obshchestva — Proceedings of All-Russian Entomological Society*, 61, 191–194 [in Russian].

А.Д. Толенова^{1*}, А.А. Иващенко², А.А. Алехин³, Н.Н. Алехина³, Т.Г. Орлова³, И.В. Попова⁴

¹ *Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан;*

² *Институт зоологии Комитета науки Министерства науки и высшего образования РК, Алматы, Казахстан;*

³ *Ботанический сад Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина, Харьков, Украина;*

⁴ *Ботанический сад имени Э. Гареева, Бишкек, Кыргызстан*

*Автор для корреспонденции: ayagoz.danyarkyzy@mail.ru

Морфологическая изменчивость *Tulipa tarda* Stapf в интродукционных популяциях различных природных зон

Рассмотрены результаты морфологической изменчивости *Tulipa tarda* Stapf в интродукционных популяциях ботанических садов трех стран: Казахстана (г. Алматы), Кыргызстана (г. Бишкек) и Украины (г. Харьков). На основании многолетних наблюдений доказано, что он является наиболее перспективным представителем дикорастущих тюльпанов Казахстана для культивирования в различных зонах Северного полушария. Выявлено, что морфологические параметры генеративных особей зависят от географического положения местности, климатических условий и типа почв. Достоверность результатов подтверждается тем, что наблюдения проводились в один и тот же год по единой методике и на достаточном для сравнения количестве материала. Наиболее оригинальные данные получены в Ботаническом саду Харьковского университета, где под наблюдением находятся три популяции разного происхождения, отличающиеся условиями выращивания. По количеству цветков и листьев генеративных особей самое мощное развитие отмечено в популяции с периодическим выкапыванием луков и стабильным агротехническим уходом. Здесь же на заброшенном участке те же морфологические показатели сходны с таковыми в коллекциях гг. Алматы и Бишкека. Установлено, что исследуемый вид отличается высоким уровнем адаптации, успешно натурализуется, образует самосевные популяции на газонах путем самопроизвольного заноса семян. Доказано, что температура, влажность воздуха, сумма осадков и долгота дня в разных регионах выращивания меньше влияют на морфологию вида, чем периодическое выкапывание и агротехнический уход.

Ключевые слова: *Tulipa tarda*, интродукция, ботанический сад, морфология, генеративная особь, популяция.

Введение

Одним из важнейших методов сохранения генетического разнообразия растений, особенно редких видов, является культивирование их в ботанических садах. Исследование растений в условиях интродукции дает возможность выяснить детали их биологии, в частности, способов и интенсивности размножения с целью последующего тиражирования для практического использования (озеленение, расширение коллекционных фондов, создание демонстрационных участков), а главное — возможной ре-интродукции, возвращения в места, где они ранее произрастали.

Первоочередными объектами подобных исследований должны быть редкие, сокращающиеся в численности и эндемичные виды. Среди представителей среднеазиатской флоры наиболее интересными и ценными являются дикорастущие тюльпаны (*Tulipa* L., сем. *Liliaceae*), для которых Южный Казахстан и прилегающие регионы Средней Азии являются центром происхождения и видового разнообразия [1]. Самым популярным и широко распространенным в культуре по всему миру из 42 казахстанских представителей данного рода является *Tulipa tarda* Stapf, который высоко ценится благодаря раннему цветению, исключительной декоративности и высокому коэффициенту вегетативного размножения [2, 3].

Этот вид отличается высокой пластичностью и адаптационными возможностями при выращивании в культуре, поэтому представляет интерес изучение его морфологической изменчивости в различных регионах и условиях культивирования. К тому же необходимость охраны этого вида, занесенного в Красную книгу Казахстана [4], не позволяет изучать в природе детали онтогенеза и влияние отчуждения генеративных побегов на состояние популяции в последующие годы. Многие из этих вопросов удастся разрешить на основе изучения вида в коллекциях.

Методы и материалы

Наши многолетние исследования проводились в интродукционных популяциях коллекций ботанических садов трех стран:

1. Казахстана (г. Алматы, Институт ботаники и фитоинтродукции; натурализовавшаяся популяция на заброшенном участке редких растений посадки и посева; А.А. Иващенко, 1988–1989 гг.);
2. Кыргызской Республики (г. Бишкек, НИИ Ботанический сад им. Э. Гареева НАН КР; коллекция И.В. Поповой);
3. Украины (Харьков, Ботанический сад Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина; коллекция Н.Н. Алехиной и А.А. Алехина).

Географическое положение точек исследования на фоне интродукционного ареала *T. tarda*, составленного нами ранее на основе литературных сведений и данных сайтов [5], представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. Точки исследований авторов (отмечены красным) на фоне интродукционного ареала *T. tarda*

В Ботаническом саду г. Харькова, старейшем в Украине (основан в 1804 г.), в отделе цветочно-декоративных растений создана и самая крупная коллекция родового комплекса *Tulipa* из 48 видов и 330 сортов [6]. В Ботанических садах гг. Алматы и Бишкека, учрежденных в 30-е гг. прошлого века, на сегодняшний день коллекция тюльпанов представлена всего 15–20 видами и 40 сортами [7–11]. Ранее в Казахстане прошли первичные испытания 30 казахстанских и более 10 инорайонных видов — в Главном ботаническом саду АН Каз ССР (г. Алматы) в 1989–1991 гг. разрабатывалась отдельная тема по изучению дикорастущих тюльпанов Казахстана с привлечением сотрудников периферийных ботанических садов — Алтайского, Жезказганского и Карагандинского [12, 13]. Были созданы интродукционные популяции, в том числе и семенного происхождения, из которых в г. Алматы на заброшенном с 2000 г. участке сохранила натурализовавшаяся популяция наиболее устойчивого *T. tarda*. Это позволяет до сих пор продолжать наблюдения по данному виду и сравнивать наши результаты с аналогичными данными коллег из других регионов.

Выращивание, как правило, проводилось в условиях естественного фона без искусственного полива, применения удобрений и химической обработки от вредителей и болезней, а также без выкапывания особей. В Ботаническом саду г. Алматы в 90-е гг. прошлого века на коллекции дикорастущих тюльпанов проводились мероприятия по механическому отлову слепушонки (*Eulobiust alpinus*), повреждающей луковицы. В Ботаническом саду Харьковского университета на коллекционном участке применяли метод улучшения почвы (добавление чернозема), а также практикуется регулярные выкапывание луковиц раз в 3–4 года. Именно здесь сохраняется не только самая богатая коллекция видовых и сортовых тюльпанов, но и самая многочисленная интродукционная популяция исследуемого вида. Причем существует она в трех различных вариантах. Кроме упомянутой выше (далее обозначаем ее как П/3), с улучшенным вариантом почвы, регулярном уходе и периодическим выкапыванием луковиц, другая (обозначаем как П/2) сохранилась от старых посадок на заброшенном участке, как и в Алматы, а еще одна (П/1) появилась самопроизвольно, на газоне среди древесных посадок из семян, случайно занесенных ветром из двух других популяций. Поэтому именно коллекция Ботанического сада Харьковского университета представляет сегодня самый богатый материал для настоящей статьи.

При исследовании морфологической изменчивости генеративных особей все авторы использовали общепринятые методики учета, измерения и фенологических наблюдений [14]. Морфологические показатели обрабатывались статистически [15] с использованием программы MS Excel–2007.

Количество обследованных генеративных особей в трех интродукционных центрах составило от 188 (г. Бишкек) до 215 (г. Алматы) и 278 (г. Харьков).

Результаты и их обсуждение

Tulipa tarda Stapf — северо-тяньшанский эндемик, произрастающий в западной части хребта Заилийский Алатау и прилегающих районах Северного Кыргызстана — долины рек Чу, Чон Кемин с прилегающими северными склонами Киргизского хребта и Кунгей Алатау [16]. Описан Стапфом (Stapf) в 1935 г. Место произрастания типовых образцов указано расплывчато, «вероятно, Туркестан». Возможно, описание было сделано по растениям, выращенным в культуре, так как в странах Западной Европы он был известен уже с 1905 г. под названием *T. dasystemon* hort., то есть *тюльпан волосистотычиночный* «садовый» [17–19].

Некоторые авторы [20–22] не признают самостоятельности вида, относя его в синонимы иранского эндемика *T. urumiensis* Stapf. В одной из прежних номенклатурных сводок [23] оба эти вида считаются принятыми. По данным изучения обоих видов в интродукции [18; 24–26], *T. urumiensis* отличается от *T. tarda* не только исключительно желтой окраской цветков, но и меньшими размерами — высотой до 8 см (а не 15–26 см), длиной нижнего листа — до 10–12,8 см (а не 20–26 см), высотой цветка — до 5 см (а не 3–4 см); меньшим количеством листьев (2–4, а не 3–7) и цветков (1–2, а не 1–6 (13) и более низким коэффициентом вегетативного размножения — 2,1 против 2,9. К тому же в этих описаниях указано, что пыльники у *T. urumiensis* желтые, а у *T. tarda* они по всей длине окаймлены четкой темно-серой полосой. Последний признак характерен для всех обследованных нами особей, как в природных популяциях, так и в культуре.

Общеизвестно, что морфологические параметры растений зависят, в первую очередь, от экологических условий произрастания вида, поэтому мы приводим сравнительную характеристику климата, почв и местоположения всех трех интродукционных центров, в которых изучался *T. tarda* (табл. 1), составленную нами на основе литературных сведений [27–29], а также данных сайта по климату за период 1991–2020 гг. [30].

Т а б л и ц а 1

Средние климатические и географические показатели районов интродукции *T. tarda*

Показатели	Город интродукции		
	Алматы	Бишкек	Харьков
Годовая температура, °С	6,5	9,8	8,8
Температура самого жаркого месяца, °С	18,9 (июль)	22,8 (июль)	22,2 (июль)
Температура самого холодного месяца, °С	-6,0 (январь)	-3,9 (январь)	-4,9 (январь)
Сумма осадков за год, мм	891	682	610
Мин. за месяц, мм	32 (январь)	22 (август)	42 (февраль)
Макс. за месяц, мм	150 (май)	126 (апрель)	66 (июль)
Макс. относит. влажность, %	69 (май)	63 (апрель)	85 (январь)
Мин. относит. влажность, %	53 (январь)	43 (август)	56 (август)
Солнечное сияние, ч (за год)	3399,8	3577,3	2565,0
Высота над ур. моря, м	890	780	143
Координаты	N 43°15.402', E 76°55.716'	N 42°52.2', E 74°35.4'	N 43°56' E 036°17'
Тип почвы	предгорные темно-каштановые	светлые сероземы	темно-серые

Как видно из данных таблицы 1, самые контрастные температурные показатели в Ботанических садах г. Алматы (самый холодный) и г. Бишкеке (самый теплый), а по влажности — г. Алматы (максимум осадков) и г. Харькове (минимум осадков). Хотя по типу в двух последних случаях климат классифицируется как умеренно-холодный, а в г. Бишкеке близок к умеренно-холодному [30].

В таблице 2 представлены средние и предельные показатели количества цветков и листьев генеративных особей исследуемого вида в различных точках интродукции в 2022 г. Как видно, самое мощное развитие *T. tarda* отмечено на участке с улучшенной почвой и максимальным уходом (П/3) в Ботаническом саду Харьковского университета, самые мелкие — здесь же, на заброшенном участке (П/2), который по условиям (без агротехнического ухода и выкапывания) идентичен коллекциям г. Алматы и Бишкека. В двух последних случаях морфологические показатели достаточно близки. Больше всего выбиваются из общей картины по числу листьев растения из Харьковской популяции (П/3). Возможно, что, кроме агротехнического ухода и периодического выкапывания особей, на это влияют и другие причины.

Т а б л и ц а 2

Количественные показатели генеративных особей *T. tarda* в различных точках интродукции

Показатели	Город интродукции, к-во особей				
	Алматы n=215	Бишкек n=188	Харьков		
			П/1(n=50)	П/2 (n=50)	П/3 (n=178)
К-во цветков, средн. min-max	1,34±0,03 1-3	1,39±0,04 1-3	1,22±0,06 1-3	1,08±0,04 1-2	2,06±0,8 1-5
К-во листьев, средн. min-max	5,02±0,09 3-8	4,56±0,07 2-7	4,65±0,16 3-7	4,49±0,13 3-7	6,71±0,08 5-9

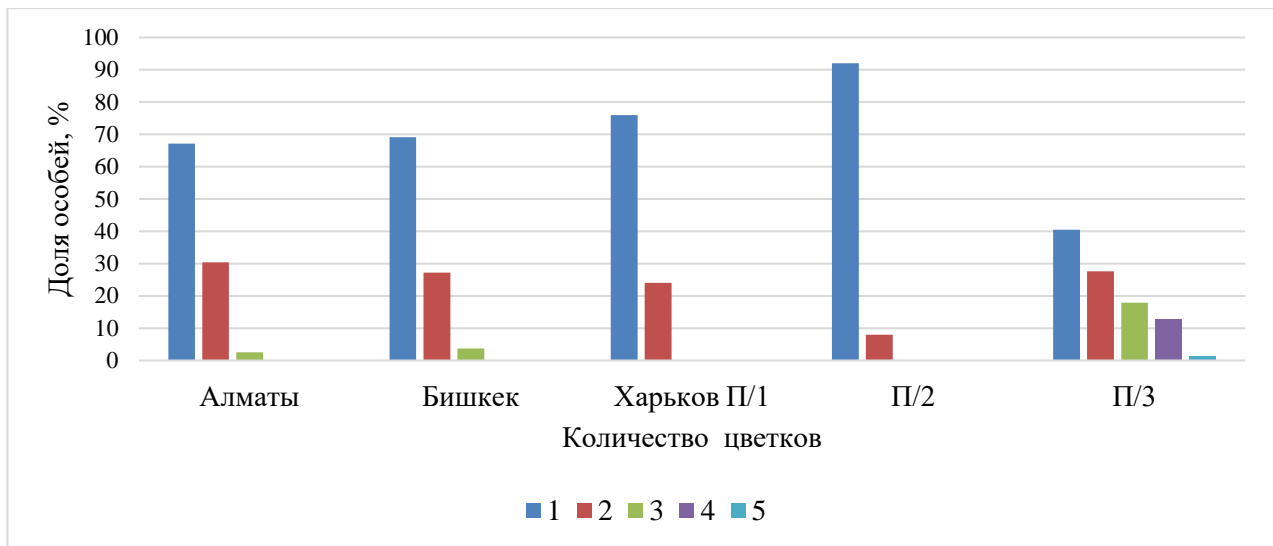
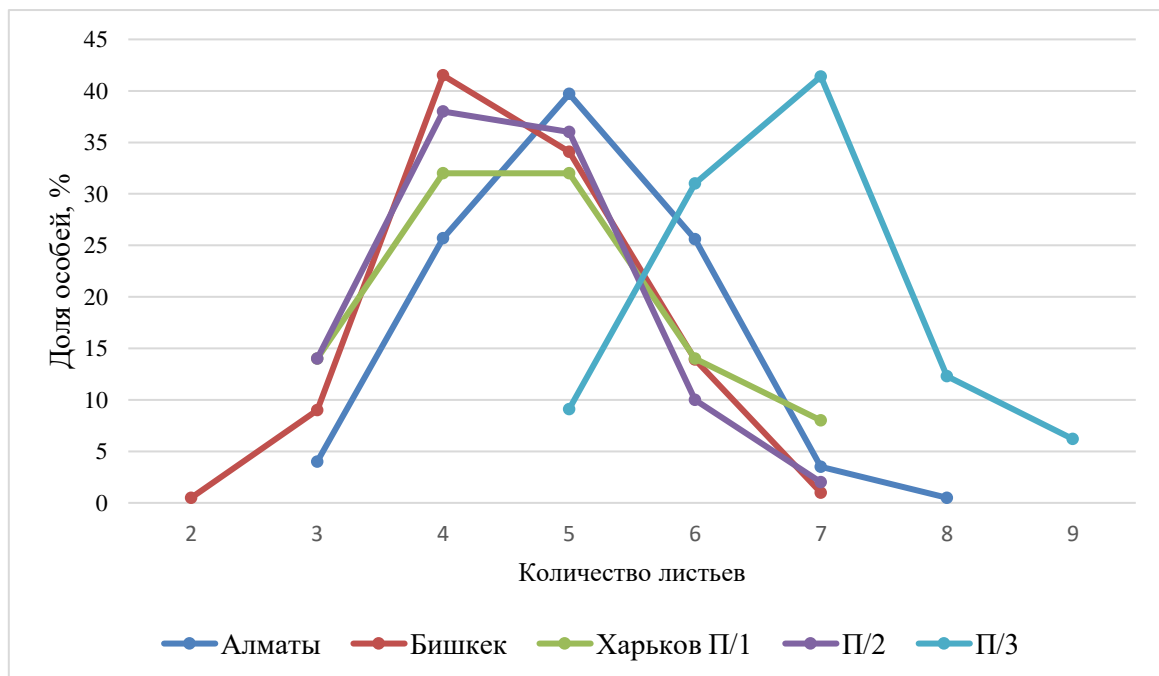
Так, исследованиями Л.В. Герасимович [26] установлено, что количество листьев отрицательно коррелирует с числом солнечных дней в апреле–мае года, предшествующего цветению. Не имея возможности сравнить данные по годичной динамике, ориентируясь только на среднегодовые показатели [30], подчеркиваем, что именно в Харькове число солнечных дней за эти два месяца минимально — всего 25 против 38 и 40 в Бишкеке и Алматы соответственно. Таким образом, можно в определенной степени подтвердить выводы Л.В. Герасимович [26].

Более наглядно разницу в мощности развития генеративной и вегетативной сферы *T. tarda* в трех регионах наблюдений демонстрируют таблица 3 и рисунки 2, 3, в которых представлены данные по долевого участию особей с различным количеством цветков и листьев в обследованных в 2022 г. интродукционных популяциях.

Т а б л и ц а 3

Распределение генеративных особей *T. tarda* в соответствии с количеством цветков и листьев в гг. Алматы, Бишкеке и Харькове

Город, № популяции	К-во цветков	Распределение особей по количеству листьев, %								Доля, %
		2	3	4	5	6	7	8	9	
Алматы	1	-	4,0	25,2	33,2	4,2	0,5	-	-	67,1
	2	-	-	0,5	6,5	20,9	2,0	0,5	-	30,4
	3	-	-	-	-	1,5	1,0	-	-	2,5
	Доля, %		4,0	25,7	39,7	25,6	3,5	0,5		
Бишкек	1	0,5	9,0	38,3	17,6	3,2	0,5	-	-	69,1
	2	-	-	3,2	16,0	7,5	0,5	-	-	27,2
	3	-	-	-	0,5	3,2	-	-	-	3,7
	Доля, %	0,5	9,0	41,5	34,1	13,9	1,0	-	-	
Харьков П/1	1	-	14,0	32,0	26,0	4,0	-	-	-	76,0
	2	-	-	-	6,0	10,0	8,0	-	-	24,0
	Доля, %	-	14,0	32,0	32,0	14,0	8,0	-	-	
П/2	1	-	14,0	38,0	30,0	8,0	2,0	-	-	92,0
	2	-	-	-	6,0	2,0	-	-	-	8,0
	Доля, %	-	14,0	38,0	36,0	10,0	2,0	-	-	
П/3	1	-	-	-	7,3	22,0	11,2	-	-	40,5
	2	-	-	-	1,2	6,7	17,4	2,3	-	27,6
	3	-	-	-	0,6	2,3	6,1	5,6	3,3	17,9
	4	-	-	-	-	-	6,7	3,8	2,3	12,8
	5	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	1,2
	Доля, %	-	-	-	9,1	31,0	41,4	12,3	6,2	

Рисунок 2. Распределение генеративных особей *T. tarda* в разных точках интродукции по количеству цветковРисунок 3. Распределение генеративных особей *T. tarda* в разных точках интродукции по количеству листьев

Во всех обследованных популяциях, как видим, максимально доля одноцветковых особей, хотя соотношение ее с другими группами различно. Наиболее близки показатели в условиях Алматы и Бишкека, наиболее контрастны — в трех популяциях Харькова, различающихся по происхождению и режиму ухода.

По максимальной доле участия четырехлистных особей, как видим, наиболее сходны интродукционные популяции Бишкека и две натурализовавшиеся в условиях г. Харькова.

Такая же популяция в условиях г. Алматы по числу листьев, как по среднему показателю, так и по доле участия отдельных особей (максимум — 39,7 % приходится на пятилистные особи) несколько ближе к интродукционной популяции № 3 г. Харькова, где максимальная доля (41,4 %) семилистных особей. Этот факт, по нашему мнению, свидетельствует о том, что условия выращивания (агротехнический уход и регулярное выкапывание) больше влияют на мощность развития исследуемого вида, чем географическое положение и климатические условия в регионе интродукции.

Это подтверждается и другими морфометрическими показателями генеративных особей (высота стебля, размеры листьев и цветков), которые представлены в таблице 4.

Средние морфологические показатели генеративных особей *T. tarda* в условиях гг. Алматы и Харькова

Точка исследования	Год	Высота стебля, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Высота цветка, см
Алматы	2013	16,7±0,74	15,4±0,69	1,7±0,05	3,1±0,06
Харьков	2011	15,3±2,70	27,2±2,3	2,2±0,3	3,9±0,02

К сожалению, мы не имеем аналогичных данных по исследуемому виду в условиях г. Бишкека, но планируем восполнить этот пробел в ходе дальнейшего творческого сотрудничества, начатого в 2022 г. Аналогичный интерес представляет и изучение интенсивности плодоношения и семенной продуктивности. Известно, что в регионах с более холодным климатом и повышенной влажностью *T. tarda* устойчив в культуре, благодаря интенсивному вегетативному размножению, обильно цветет, но почти не плодоносит или только в отдельные годы образует плоды с недоразвитыми или деформированными семенами.

Так ведет себя *T. tarda* при интродукции на Алтае, в гг. Новосибирске и Сыктывкаре [26, 31, 32]. При интродукции в Алматы этот вид, как установлено ранее, отличается высокой потенциальной и реальной семенной продуктивностью, особенно в популяциях семенного происхождения. Уже в первый год плодоношения они практически не уступают особям пятого года культивирования, привлеченных ранее луковичами из мест естественного произрастания.

Заключение

Таким образом, на данном этапе исследований *T. tarda* — самый перспективный представитель дикорастущих тюльпанов для выращивания в различных природных зонах Северного полушария. По данным наших исследований, по интродукции *T. tarda* в условиях степной зоны (г. Харьков) и в зоне предгорных пустынь (гг. Алматы и Бишкек) установлено, что он отличается высоким уровнем адаптации в различных условиях, натурализуется, как на заброшенных участках, так, и образуя самосевные интродукционные популяции, на газонных участках путем самопроизвольного заноса семян.

Выявлено, что в трех регионах наблюдений он отличается высокой мощностью развития и пластичностью генеративной и вегетативной сфер и высшим показателем успешности интродукции. Доказано, что природные условия региона выращивания (температура, влажность воздуха, сумма осадков, долгота дня) оказывают существенное влияние на морфологию вида, но в большей степени положительно влияют на мощность развития его особей условия выращивания (агротехнический уход, периодическое выкапывание особей).

Список литературы

- 1 Botschantzeva Z.P. Tulips: taxonomy, morphology, cytology, phytogeography and physiology / Z.P. Botschantzeva. — Rotterdam: CRC Press, 1982. — 640 p.
- 2 Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. — М., 1983. — 302 с.
- 3 Ivaschenko A.A. Kazakhstan is the birthplace of tulips / A.A. Ivaschenko, O.V. Belyalov. — Almaty, 2019. — 120 p.
- 4 Красная книга Казахстана. — Т.2, Ч. 2. Растения. — Астана: LTD Art-PrintXXI, 2014. — 452 с.
- 5 Tolénova A.D. Plant communities with the participation of *Tulipa tarda* Stapf in Kazakhstan: floristic composition and analysis / A.D. Tolénova, A.A. Ivashchenko, I.I. Moysiienko // KazNU Bulletin. Ecological series. — 2021. — Vol. 66 (1). — P. 61-74. <https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v66.i1.06>
- 6 Альохін О.О. Історія створення та сучасний стан колекцій ботанічного саду Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна / О.О. Альохін, Т.Г. Орлова, Н.М. Альохіна // Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи: Матеріали міжнародної наукової конференції. — Харків: Колегіум, 2019. — С. 11-20.
- 7 Ассорина И.А. Растения природной флоры Киргизии для оформления открытых горок / И.А. Ассорина, И.П. Растряева // Интродукция цветочно-декоративных растений и зеленое строительство. — Фрунзе, 1983. — С. 3–15.
- 8 Попова И.В. Тюльпаны в коллекции Ботанического сада им. Э. Гарева НАН КР / И.В. Попова // Материалы заочной Междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию проф. В.И. Ткаченко и 100-летию канд. биол. наук Л.С. Кривошеевой. — Бишкек, 2014. — С. 144–147.
- 9 Каталог коллекционного фонда живых растений Астанинского ботанического сада ИБФ КЛХЖМ МЭГПР РК. — Алматы, 2021. — 38 с.

- 10 Каталог коллекционного фонда живых растений Главного ботанического сада ИБФ КЛХЖМ МЭГПР РК. — Алматы, 2021. — 116 с.
- 11 Каталог коллекционного фонда живых растений Жезказганского ботанического сада ИБФ КЛХЖМ МЭГПР РК. — Алматы, 2021. — 50 с.
- 12 Растения природной флоры Казахстана в интродукции: Справоч; отв. ред. д-р биол. наук В.Г. Рубаник. — Алма-Ата: Ғылым, 1990. — 288 с.
- 13 Ivaschenko A.A. Genetic Resources of Kazakhstan Flora: Experience, Basic Targets and Methods for Conservation of Flowering Plants / A.A. Ivaschenko, L.M. Grudzinskaya, N.G. Gemedzhieva, J.A. Teixeira da Silva, N.A. Ryabushkina // Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology, Global. — UK: Science Books, 2006. — P. 584-588.
- 14 Методики интродукционных исследований в Казахстане. — Алма-Ата: ГБС, 1987. — 136 с.
- 15 Удольская Н.Л. Введение в биометрию / Н.Л. Удольская. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 84 с.
- 16 Поляков П.П. Род *Tulipa* L. — Тюльпан / П.П. Поляков // Флора Казахстана. — Т.2. — Алма-Ата, 1958. — С. 198–217.
- 17 Полетико О.М. Декоративные травянистые растения открытого грунта: Справочник по номенклатуре родов и видов / О.М. Полетико, А.П. Мищенко. — Л.: Наука, 1967. — 208 с.
- 18 Силина З.М. Род *Tulipa* L. — Тюльпан / З.М. Силина // Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. — Т. 2. — Л., 1977. — С. 128–130.
- 19 Wilford R. Tulips, Species and Hybrids for the Gardener / R. Wilford. — Portland: Timber Press, 2006. — 211 p.
- 20 Christenhusz M. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (*Liliaceae*) / M. Christenhusz, R. Govaerts, J. David, T. Hall, K. Borland, P.S. Roberts, A. Tuomisto, S. Buerki, M.W. Chase, M.F. Fay // Bot. Journal Linn. Soc. — 2013. — Vol. 172 (3). — P. 280-328. <https://doi.org/10.1111/boj.12061>.
- 21 Everett D. The genus *Tulipa*: tulips of the world / D. Everett. — Kew, 2013. — 380 p.
- 22 Global Biodiversity Information Facility. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gbif.org>
- 23 Plants of the World Online. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://powo.science.kew.org>.
- 24 Stork A.L. Tulipes sauvages et cultivees / A.L. Stork. — Geneve, 1984. — 360 p.
- 25 Кудрявцева В.М. Тюльпаны: Справоч. пос. / В. М. Кудрявцева. — Минск: Полымя, 1987. — 240 с.
- 26 Герасимович Л.В. Фенологические и морфологические особенности *Tulipa tarda* Stapf в условиях лесостепного Приобья / Л.В. Герасимович // Социально-экологические технологии. — 2021. — Т. 11, № 2. — С. 184–203.
- 27 Ботанический сад Академии наук Киргизской ССР. — Фрунзе, 1988. — 37 с.
- 28 Алехин А.А. Ботанический сад Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. История и современность / А.А. Алехин // Ботан. вестн. — 2004. — Т. 8, № 1. — С. 3–7.
- 29 Климатические данные городов по всему миру [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.climate-data.org>.
- 30 Иващенко А.А. Интродукция казахстанских видов тюльпанов на Южном Алтае / А.А. Иващенко, Ю.А. Котухов // Роль ботанических садов в охране и обогащении растительного мира: тез. докл. Респ. науч. конф., посвящ. 150-летию Бот. сада им. акад. А.В. Фомина. — Киев, 1988. — Т. 2. — С. 48, 49.
- 31 Волкова Г.А. Итоги интродукции тюльпанов (*Tulipa* L.) на Европейском Северо-Востоке / Г.А. Волкова // Актуальные вопросы сохранения биологического разнообразия. Интродукция растений: III Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Алтайского сада. — Риддер, 2015. — С. 92–96.
- 32 Ivashchenko A. Morphological variability of generative individuals of rare decorative ephemeroïds of the Northern Tien Shan as an evidence of their adaptive potential / A. Ivashchenko, A. Tolenova, D. Abidkulova, K. Abidkulova // Acta Agrobotanica. — 2021. — Vol. 74. — Article ID 7420. <https://doi.org/10.5586/aa.7420>.

А.Д. Толенова, А.А. Иващенко, А.А. Алехин, Н.Н. Алехина, Т.Г. Орлова, И.В. Попова

Әр түрлі табиғи зоналардың интродукциялық популяцияларындағы *Tulipa tarda* Stapf морфологиялық өзгеріштігі

Мақалада Қазақстан (Алматы қ.), Қырғыз Республикасы (Бішкек қ.), Украина (Харьков қ.) мемлекеттерінің ботаникалық бақтарындағы интродукциялық популяцияларда *Tulipa tarda* Stapf өсімдігінің морфологиялық өзгеріштігінің нәтижелері қарастырылған. Көпжылдық бақылаулар негізінде ол Қазақстанның жабайы өсетін қызғалдақтарының ішінде солтүстік жарты шардың әртүрлі зоналарында өсіруде біршама перспективті өкілі екендігі дәлелденді. Генеративті дарактардың морфологиялық көрсеткіштері жердің географиялық орналасуына, климаттық жағдайына және топырақ типіне байланысты екені анықталды. Бақылаулардың бір жылда бірдей әдістермен және салыстыруға жеткілікті материалдармен жүргізілуі нәтижелердің сенімділігін дәлелдейді. Біршама ерекше мәліметтер Харьков университетінің ботаникалық бағынан алынды, онда шығу тегі әр түрлі және өсіру жағдайларында әр түрлі үш популяция бақлануда. Генеративті дарактардың гүлдері мен жапырақтарының саны бо-

йынша ең күшті даму пиязшықтары мерзіммен қазылатын және тұрақты агротехникалық күтімдегі популяцияда байқалды. Мұндағы қараусыз учасоктегі популяцияның морфологиялық көрсеткіштері Алматы және Бішкек қалаларындағы коллекцияларға ұқсас. Зерттелетін түрдің бейімделуі жоғары деңгейімен ерекшеленетіні, сәтті натуралданатыны, өздігінен тұқым себу арқылы көгалдарда өздігінен себілетін популяциялар түзетіні анықталды. Өртүрлі өсетін аймақтардағы температура, ауа ылғалдылығы, жауын-шашын мөлшері және күн ұзақтығы мезгілдік қазу мен агротехникалық күтімге қарағанда түрдің морфологиясына аз әсер ететіні дәлелденген.

Кілт сөздер: *Tulipa tarda*, интродукция, ботаникалық бақ, морфология, генеративті дарак, популяция.

A.D. Tolonova, A.A. Ivaschenko, A.A. Alekhin, N.N. Alekhina, T.G. Orlova, I.V. Popova

Morphological variability of *Tulipa tarda* Stapf in introductory populations of different natural zones

The results of morphological variability of *Tulipa tarda* Stapf in introductory populations of botanical gardens of three countries – Kazakhstan (Almaty), Kyrgyz Republic (Bishkek) and Ukraine (Kharkov) are considered. Based on long-term observations, it has been proven that it is the most promising representative of wild-growing tulips in Kazakhstan for cultivation in various zones of the Northern Hemisphere. It was revealed that the morphological parameters of generative individuals depend on the geographical location of the area, climatic conditions and soil type. The reliability of the results is confirmed by the fact that the observations were carried out in the same year according to a single method and on a sufficient amount of material for comparison. The most original data were obtained in the botanical garden of Kharkiv University, where three populations of different origin and growing conditions are under observation. In terms of the number of flowers and leaves of generative individuals, the most powerful development was noted in a population with periodic digging of bulbs and stable agrotechnical care. Here, on an abandoned site, the same morphological parameters are similar to those in the collections of Almaty and Bishkek. It has been established that the studied species has a high level of adaptation, successfully naturalizes, forms self-sowing populations on lawns by spontaneous seed drift. It has been proven that temperature, air humidity, amount of precipitation and day length in different growing regions have less effect on the morphology of the species than periodic digging and agrotechnical care.

Keywords: *Tulipa tarda*, introduction, botanical garden, morphology, generative individual, population.

References

- 1 Botschantzeva, Z.P. (1982). Tulips: taxonomy, morphology, cytology, phytogeography and physiology. CRC Press. ISBN: 90-6191-029-3.
- 2 (1983). Redkie i ischezaiushchie vidy prirodnoi flory SSSR, kultiviruemye v botanicheskikh sadakh i drugikh introduktsionnykh tsentrakh strany [Rare and endangered species of the natural flora of the USSR, cultivated in botanical gardens and other introduction centers of the country]. Moscow [in Russian].
- 3 Ivaschenko, A.A., & Belyalov, O.V. (2019). Kazakhstan is the birthplace of tulips. Almaty.
- 4 (2014). Krasnaia kniga Kazakhstana [The Red data book of Kazakhstan]. Vol. 2. Part 2. Plants. Astana [in Russian].
- 5 Tolonova, A.D., Ivashchenko, A.A., & Moysiyenko, I.I. (2021). Plant communities with the participation of *Tulipa tarda* Stapf in Kazakhstan: floristic composition and analysis. *Vestnik Kazakhskogo Natsionalnogo Universiteta. Seriya ekologicheskaya – Bulletin of Kazakh National University. Ecological series*, 66(1), 61-74. <https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v66.i1.06>
- 6 Aloxhin, O.O., Orlova, T.G. & Aloxhina, N.M. (2019). Istorii stvorennia ta suchasni stan kolektsii botanichnogo sadu Kharkivskogo natsionalnogo universitetu imeni V.N. Karazina [The history of creation and development of collections of botanical garden of Kharkov National University named after V.N. Karazin]. *Introduktsiia roslin: suchasni stan, problemi ta perspektivi: Materiali mizhnarodnoi naukovoï konferentsii – Plant introduction: current state, problems and prospects: Materials of international scientific conference*. Kharkov: Collegiums, 11-20 [in Ukraine].
- 7 Assorina, I.A., & Rasterjaeva, I.P. (1983). Rasteniia prirodnoi flory Kirgizii dlia oformleniia otkrytykh gorok [Plants of natural flora of Kyrgyzstan for outdoor slides]. *Introduktsiia tsvetochno-dekorativnykh rastenii i zelenoe stroitelstvo — Introduction of flower-ornamental plants and green building*. Frunze, 3–15 [in Russian].
- 8 Popova, I.V. (2014). Tiulpany v kolektsii Botanicheskogo sada imeni E. Gareeva NAN KR [Tulips in the collection of E. Gareev]. *Materialy zaочноi Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posviashchennoi 95-letiiu professora V.I. Tkachenko i 100-letiiu kandidata biologicheskikh nauk L.C. Krivosheevoi — Materials of the correspondence international scientific conference dedicated to the 95th anniversary of prof. Tkachenko V.I. and the 100th anniversary of candidate of biological sciences Krivosheeva L.S.* Bishkek, 144–147 [In Russian].
- 9 (2021). *Katalog kollektsionnogo fonda zhivykh rastenii Astaninskogo botanicheskogo sada IBF KLKhZhM MEGPR RK [Checklist of the collection fund of living plants of the Astana Botanical Garden]*. Almaty [in Russian].

- 10 (2021). *Katalog kollektsionnogo fonda zhivyykh rastenii Glavnogo botanicheskogo sada [Checklist of the collection fund of living plants of the Main Botanical Garden]*. Almaty [in Russian].
- 11 (2021). *Katalog kollektsionnogo fonda zhivyykh rastenii Zhezkazganskogo botanicheskogo sada IBF KLKhZhM MEGPR RK [Checklist of the collection fund of living plants of the Zhezkazgan Botanical Garden]*. Almaty [in Russian].
- 12 (1990). *Rastenii prirodnoi flory Kazakhstana v introduktsii: Spravochnik [Plants in the natural flora of Kazakhstan in introduction: Handbook]* [in Russian].
- 13 Ivaschenko, A.A., Grudzinskaya, L.M., Gemedzhieva, N.G., Teixeira da Silva, J.A. & Ryabushkina, N.A. (2006). Genetic Resources of Kazakhstan Flora: Experience, Basic Targets and Methods for Conservation of Flowering Plants. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*. Global Science Books, UK.
- 14 (1987). *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane [Methods of introductory research in Kazakhstan]* Almaty [in Russian].
- 15 Udolskaia, N.L. (1976). *Vvedenie v biometriyu [Introduction of biometrics]*. Almaty [in Russian].
- 16 Poliakov, P.P. (1958). Rod *Tulipa* L. – *Tiulpan* [Genus of *Tulipa* L. – *Tulipa*]. *Flora Kazakhstana – Flora of Kazakhstan*, Vol. 2. Almaty, 198-217 [in Russian].
- 17 Poletiko, O.M. & Mishenkova, A.P. (1967). Dekorativnye travianistye rasteniya otkrytogo grunta. Spravochnik po nomenklature rodov i vidov [Decorative herbaceous plants in open ground. Reference book on the nomenclature of genus and species]. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 18 Silina, Z. (1977). Rod *Tulipa* L. – *Tiulpan* [Genus *Tulipa* L. – *Tulipa*]. *Dekorativnye travianistye rasteniia dlia otkrytogo grunta SSSR - Decorative herbaceous plants for open ground of the USSR, Vol. 2, Part 2*. Leningrad, 128-130 [in Russian].
- 19 Wilford R. (2006). *Tulips, Species and Hybrids for the Gardener*. — Portland.
- 20 Christenhusz, M.J.M., Govaerts, R., David, J.C., Hall, T., Borland, K., Roberts, P.S., Tuomisto, A., Buerki, S., Chase, M.W., Fay, M.F. Tiptoe through the tulips — cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (*Liliaceae*). *Bot. Journ. Linn.*, 172(3), 280-328.
- 21 Everett D. (2013). The genus *Tulipa*: tulips of the world. Kewp.
- 22 Global Biodiversity Information Facility: Retrieved from <https://www.gbif.org>.
- 23 Plants of the World Online. Retrieved from <https://powo.science.kew.org>.
- 24 Stork, A. L. (1984). *Tulipes sauvages et cultivees*. Geneve.
- 25 Kudryavtseva, V. (1987) *Tiulpany: Spravochnoe posobie [The Tulips: a reference guide]*. Minsk: Polymya [in Russian].
- 26 Gerasimovich, L.V. (2021). Fenologicheskie i morfologicheskie osobennosti *Tulipa tarda* Stapf v usloviakh lesostepnogo Priobia [Fenological and morphological features of *Tulipa tarda* Stapf in the conditions of the forest steppe Ob region]. *Sotsialno-ekologicheskie tekhnologii - Socio-ecological technologies*, 11 (2); 184-203 [in Russian].
- 27 (1988). *Botanicheskii sad Akademii nauk Kirgizskoi SSR [Botanical Garden of the Academy of Sciences of Kirghiz SSR]*. Frunze [in Russian].
- 28 Alekhin, A.A. (2004). *Botanicheskii sad Harkovskogo natsionalnogo universiteta im. V.N. Karazina. Istoria i sovremennost [Botanical garden of Kharkiv National University of V.N. Karazin. History and modernity]*. *Botanicheskii vestnik - Botanical Bulletin*, 8(1); 3-7 [in Ukraine].
- 29 *Klimaticheskie dannye gorodov po vsemu miru [Climatic data of cities by all world]*. Retrieved from <https://ru.climate-data.org> [in Russian]
- 30 Ivashchenko, A.A. & Kotuhov, Iu.A. (1988). *Introduktsiia kazahstanskikh vidov tiulpanov na Yuzhnom Altae [Introduction of Kazakh species of tulips on Southern Altai]*. *Rol botanicheskikh sadov v ohrane i obogashhenii rastitelnogo mira – Role of Botanical gardens in storage and enrichment of vegetation world*. Kiev, 2; 48-49 [in Russian].
- 31 Volkova, G.A. (2015). *Itogi introduktsii tiulpanov (Tulipa L.) na Evropeiskom Severo-Vostoke [Results of the introduction of tulips (Tulipa L.) in the European North-East]*. *Aktualnie voprosy sokhraneniia biologicheskogo raznoobraziia. Introduktsiia rastenii - Actual issues of biological diversity conservation. Plant introduction*. Ridder, 92-96 [in Russian].
- 32 Ivashchenko, A., Tolenova, A., Abidkulova, D. & Abidkulova, K. (2021). Morphological variability of generative individuals of rare decorative ephemeroïds of the Northern Tien Shan as an evidence of their adaptive potential. *Acta Agrobotanica*, 74; 7420. <https://doi.org/10.5586/aa.7420>.

Ж.Б. Калдыбаева^{1*}, М.С. Курманбаева²¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*Хат-хабарларға арналған автор: zhanar_161081@mail.ru

***Paulownia Siebold & Zucc* түрлері жапырақтарының салыстырмалы морфологиялық-анатомиялық ерекшеліктері**

Мақалада Алматы қаласы жағдайында өсірілген *Paulownia Siebold & Zucc* түрлерінің гибридтері Shan Tong және FTE жапырақтарының морфологиялық және анатомиялық құрылысының ерекшеліктері алғаш рет сипатталды. Бұл ағаш түрі Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінде табиғи жағдайда кеңінен тараған. Қазіргі уақытта көптеген елдерде өсіріліп, жерсіндірілуде. Жұмыстың өзектілігі: *Paulownia* ағашын орман өнеркәсібінде, биоотын және биогаз алу мақсатында, биоремедиант ретінде және медицинада емдік қасиеттерін кеңінен қолданады. Қазақстан жағдайында жанадан өсіріліп, жерсіндірілуде, сол себептен жергілікті экологиялық жағдайда *Paulownia* түрлері гибридтеріне биологиялық-экологиялық зерттеулер жүргізілмеген. Практикалық маңыздылығын ескерсек, орманға тапшы еліміз үшін бұл ағаштың мүмкіндіктерін пайдалану аса қажет. Жұмыстың мақсат-міндеттері: *Paulownia* өсімдігінің Shan Tong және FTE гибридтер жапырақтарының морфологиялық-анатомиялық ерекшеліктерін зерттеп, салыстыру. Зерттеу әдістері: морфометриялық көрсеткіштері мен мүшелерінің морфологиялық құрылымы жалпы қабылданған әдістеме бойынша жүргізілді. Микроскопиялық талдау үшін фиксация Страсбургер-Флемминг әдісімен жасалды. Нәтижесі: Shan Tong және FTE жапырақтарының анатомиялық құрылысының диагностикалық белгілерін анықтауда биологиялық активті заттардың шоғырлану орындары белгіленді, сондай-ақ, гликозидтер бағаналы және борпылдақ мезофилде шоғырланғандығы айқындалды. Микроскопиялық кесінділерден жапырақтың анатомиялық құрылысында қарапайым көп клеткалы бір ядролы трихомалар, бір клеткалы безді түктер, құмыра тәрізді тармақталмаған, көп клеткалы, бір ядролы ірі трихомалар кездесетіндігі анықталды. Салыстыру барысында FTE гибридті жапырағының морфометрикалық көрсеткіштері Shan Tong гибридті жапырағының морфометрикалық көрсеткіштеріне қарағанда жоғары екендігі белгілі болды, айырмашылық тек бағаналы мезофилдің қалыңдығында байқалды. Алынған нәтижелер *Paulownia* туысы түрлері жапырағының анатомиялық ерекшелігін айқындап, деректерді растауға, нақтылауға және толықтыруға мүмкіндік береді. Алынған мәліметтерді *Paulownia* туысы түрлерін практикалық қолданыста жүйелі зерттеулер үшін қолдануға болады.

Кілт сөздер: морфология, микроскопия, анатомиялық-диагностикалық белгілер, *Paulownia* Shan Tong, *Paulownia* FTE.

Kipicne

Мақалада қарастырылатын Павловния өсімдігі *Paulownia Siebold & Zucc* туысы — павловниялар (*Paulowniaceae*) тұқымдасына жатады, оған 9 түр кіреді, сондай-ақ бірнеше гибрид түрлері бар [1]. Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінде (Қытай, Корея, Жапония т.б.) табиғи жағдайда кеңінен тараған. Қазіргі уақытта АҚШ, Еуропа және ТМД-ның оңтүстік аумақтарында да дақыл ретінде және жапырақты ағаш қазіргі уақытта әлемнің көптеген аумақтарында, көгалдандыру-декоративтік және ағаш алу мақсатында өсіріледі [2].

Paulownia — жапырақты жылдам өсетін биік ағаш, жылына 2-4 м өсіп, 18-25 м биіктікке жетеді. Жапырақтары мамыр айында жайқалып және алғашқы аяздың басталуымен түседі. Жапырақтары өте үлкен, кең жүрек тәрізді, бір-біріне қарама-қарсы орналасқан. Көктемнің сәуір-мамыр айларында гүлдейді, гүлдері күлгін-қызғылт түсті. Көктемде жапырақтары бүршік жармас бұрын гүлдейді, гүлдері хош иісті, түтікшелі-қоңырау тәрізді, диаметрі 5-6 см [3]. Көбеюі, табиғи жағдайда ұсақ қанатты тұқымдары желмен таралады, ал вегетациялық көбейту тұқым, атпа тамырлары және бұталарын қалемшелеу арқылы жүзеге асады. Гүлдеп болған соң жеміс салады. Жемісі қосжақтаулы ұзынша келген қорапша тәрізді болады, оның ішінде көптеген тұқым болады. Өсімдікті 1835 жылы неміс биологтары Д. Цуккарини мен Ф. Зибольд ашты. Халық арасында көптеген атауға ие: Адам ағашы, ханшайым ағашы, айдаһар ағашы, император ағашы, феникс ағашы [4].

Paulownia-ның практикалық маңыздылығы өте жоғары, ол орман шаруашылығында, әсіресе ағаш алу мақсатында, биоэтанол және биоотын өндірісінде, дәрілік шикізат алуда және басқа да көп мақсатты түрде қолданыс тапқан перспективалы ағаш түрі. *Paulownia*-ның ағаш-сүрегі, жапырақтары,

гүлдері, тамыры және тұқымы барлығы дерлік пайдаға жарамды болып келеді [5,6]. *Paulownia*-ның жапырақтары мал азығы ретінде өте құнды, протеин мөлшері жоғары болғандықтан құнарлы болып табылады [7, 8]. Жапырық құрамында алкалоидтар, альдегидтер, органикалық қышқылдар, флавоноидтар, полифенолдар, эфир майлары бар [9, 10]. Өсімдіктің антидиоксантик, қабынуға, микробтар мен вирусқа қарсы, түрлі қоздырғыштарға қарсы және косметологиялық зерттеулерде биологиялық белсенділігі анықталған [11]. *Paulownia* жапырақтары аяқтың жаралары мен үсікті емдеуде жараны емдейтін сипаттамаларға ие болуы мүмкін [12]. Сонымен қатар, *Paulownia* жапырақтары микробқа қарсы әсерге ие. Жапырақтарының су сығындылары алтын түстес стафилококк [13], ішек сальмонелласы, көк ірің таяқшасы, *Raenibacillus*, *Pyogenes* стрептококк және *Candida albicans*-қа қатысты микробқа қарсы әсерге ие [14]. *Paulownia* жапырақтарының ингибиторлық әсері граммтеріс бактерияларға қарсы бола алатындығы дәлелденді [15, 16]. *Paulownia* жапырақтарының жаңа сығындыларындағы тролох балама антиоксиданттық қабілеті бұл өсімдіктің жаңа дәрілік мақсатта қолдануға мүмкіндігі бар екенін көрсетеді [17-19].

Paulownia өсімдігінің жаңадан жиналған жапырақтарының физика-химиялық құрамы және элементтік талдау нәтижесі биогаз өндіру үшін тиімді екендігін анықтайды. Ағаш биомассасы өндірісінде өсімдік жапырақтары көміртегін азайтуға және жаңартылатын энергия мен тыңайтқыштың қосымша көзі болып табылады [20]. *Paulownia tomentosa* жапырақтарынан жаңа нанотыңайтқыш синтезделіп, оның *Ocimum basilicum*-дағы құрғақшылық стресімен күресудегі тиімділігі айқындалған. Нәтижесінде, *Paulownia* жапырақтарынан биосинтезделген нанотыңайтқыш экономикалық және экологиялық пайдалы [21].

Жапырақтың биологиялық белсенді заттарын анықтауда фитохимиялық зерттеу мен талдаулардан басқа микроскопиялық зерттеулер арқылы анатомиялық талдаулар жасалынады. Мақалада қарастырылып отырған өз зерттеулерімізде *Paulownia* жапырақтарына анатомиялық талдаулар жасалды.

Жұмыстың мақсаты — *Paulownia* өсімдігінің Shan Tong және FTE гибридтер жапырақтарының морфологиялық-анатомиялық ерекшеліктерін зерттеп, салыстыру.

Paulownia-ның вегетативті және генеративті органдарына әртүрлі мақсатта зерттеулер, соның ішінде оның анатомиясына, яғни құрылысына — тамырына, діңіне, сабақтарына, тұқымына, гүліне және жапырақтарына анатомиялық зерттеулер жүргізілген. Өсімдіктің жапырақтарына анатомиялық зерттеулер фармацевтика-медициналық, фиторемедиациялық бағытта және қоршаған ортаның сыртқы, яғни экологиялық факторлардың әсер етуі және оған өсімдіктің жауап беру реакциясын анықтау үшін жасалынған. Скопус базасына кіретін журналдарда жарияланған ғылыми мақалаларға әдеби шолу жасалып, *Paulownia*-ның мүшелеріне анатомиялық зерттеулер жүргізілген жұмыстар талданды. Көбіне анатомиялық ғылыми-зерттеу жұмыстары өсімдіктің биологиялық-белсенді заттарын анықтауда, ағаш-сүрек алу мақсатында физикалық-механикалық қасиеттерін анықтауда және абиотикалық-антропогендік факторлардың әсер ету дәрежесін және өсімдік органдарының жауап беру реакциясын анықтауда жүргізіледі.

Өсімдікке абиотикалық-антропогендік факторлардың әсер ету дәрежесін және өсімдік органдарының жауап беру реакциясын анықтауда өсімдіктің жапырақтарына, гүліне, тұқымына және тамыр мүшелеріне анатомиялық және фитохимиялық және басқа да зерттеулер жүргізілген. Miladinova-Georgieva және Ivanova т.б. өз зерттеулерінде өнеркәсіптік ластанған топыраққа EDTA және цитрат берудің ауыр металдардың *Paulownia*-ның екі гибрид түрлерінің фитоэкстракциясына, жапырақ анатомиясына және газ алмасу параметрлеріне әсерін бағалады. Осы зерттеулердегі *Paulownia* жапырақтары бифазалық және амфистоматикалық құрылымға ие екенін, адаксиалды және абаксиалды эпидермисі жақсы дамыған және бағаналы мезофилдің екі-үш қабатынан тұратынын анықталған. Абаксиалды эпидермистің үстінде үлкен жасушааралық кеңістіктерді қоршап тұрған түкті жасушалардың екі-үш қабатынан тұратын борпылдық мезофилл орналасқандығы белгілі болды [22].

Жапырақтың анатомиялық құрылысын зерттеуде келесідей жұмыста *Paulownia*-ның (*P. tomentosa*) — *in vitro* жағдайында өсірілген көшеттері натрий хлоридінің (NaCl) әртүрлі концентрациясы (50, 100 және 150 mM) бар MS ортасында өсірілген. Тұзды стреске ұшырамаған *Paulownia* көшеттері жапырағының анатомиясы симметриялы және гетерогенді құрылымға ие. Сонымен қатар, жапырақтардың жартылай кесінділері эпидермистің тығыз оралған ұзартылған жасушалардың бір қабатынан тұратынын көрсетеді. Кутикуласы жұқа. Стома ашық және қорғаныс жасушаларымен қоршалған. Мезофилдің қалыңдығы бағаналы паренхиманың ұзартылған жасушаларынан тұрады, ал борпылдық тәрізді паренхиманың жасушалары созылмаған және тұрақты пішінді. Бағаналы паренхимасы да, борпылдық паренхимасы да көптеген хлоропластарды қамтиды. Жасушааралық кеңістік-

тері үлкен. Тамырлы байламдар паренхималық жасушалармен қоршалған, ал тамырлы байламдардағы ксилема кішірек. Флоэма жасушалары үлкен. Трихомалар және олардың белгілері өсімдіктерді анықтау үшін маңызды ақпарат көзі және таксономиялық құрал болуы мүмкін. Стреске ұшырамаған көшеттердің трихомалары эпидермистің шаш тәрізді немесе қабыршақты кеңеюінен тұрды. Сканерлейтін электронды микроскопия кесінділерінде көрсетілгендей *Paulownia* жапырақтарының трихомаларының құрылымы капителді, түзу, тармақталмаған, бір жасушалы басы бар безді. Бір жасушалы негіз эпидермис жасушаларынан пайда болады. Трихомалардың үш ұзын жасушадан тұратын ұзын аяғы болды. Капитулярлы безді трихомаларда әдетте дөңгелек немесе алмұрт тәрізді бастары бар екенін анықтады [23].

Материалдар мен зерттеу әдістері

Зерттеу нысандары Алматы қаласының әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Алма бақ телімінде 2022 жылдың тамыз айында жиналған екі жылдық *Paulownia Shan Tong* (*tomentosa+fortunei*) және *Paulownia FTE* (*fortunei+ tomentosa+elongata*) гибридтері жапырақтары. Ағаштардың өсу биіктігі 4-4,5 м. Өсімдіктің жапырақтары жеткілікті дамыған, сағақсыз жиналды. Жапырақтары өте үлкен, жүрек тәрізді, бір-біріне қарама-қарсы орналасқан. Жиналған жапырақтардың ені 60-70 см, ұзындығы 75-80 см.

Вегетативті және генеративті тіршілік формасының сипаты, морфометриялық көрсеткіштері мен мүшелерінің морфологиялық құрылымы жалпы қабылданған әдістеме бойынша жүргізілді.

Микроскопиялық талдау үшін жаңа алынған өсімдік жапырағы Страсбургер-Флемминг әдісімен этил спирті, глицерин және су қоспасында 1:1:1 қатынасында бекітіліп, көлеңкелі жерде бір апта ұсталды. Бекітілген фиксациядан жасалған анатомиялық кесінділер MZP-01 микротомында қолмен жасалды. Өлшемдер мен микрографиялар MSX100 Micros (Austria) бейнемикроскопының 519 CU5.0M CMOS камерасымен түсірілді. Барлық деректер статистикалық түрде өңделді, кестеде орташа мәндер, орташа мәннен стандартты ауытқулар және көрсеткіштердің пайыздық арақатынасы көрсетілді. Көрсеткіштер арасындағы айырмашылықтардың сенімділігі $\geq 0,05$ маңыздылық деңгейінде Стьюденттің критерийі арқылы анықталды.

Нәтижесі мен талқылау

Жапырақ, жоғары сатыдағы өсімдіктердің бүйірлік органы, фотосинтез және транспирация, сондай-ақ ауа ортасымен газ алмасуды қамтамасыз етеді және өсімдік өмірінің басқа да маңызды процестеріне қатысады. *Paulownia Shan Tong* және *FTE* гибридтерінің жапырақтары морфологиялық тұрғыдан симметриялы және гетерогенді құрылыммен ерекшеленеді. Жапырақтары сағақты, қарапайым, ірі.

Paulownia Shan Tong және *FTE* гибридтері жапырақтарының морфологиялық белгілерінің салыстырмалы сипатында біраз айырмашылықтары анықталды. Атап, айтсақ жапырақ тақтасының өлшемдерінде *Shan Tong* жапырақтары *FTE*-мен салыстырғанда көлемінің үлкендігі, екіншіден, тақтасы пішінінің айырмасы *Shan Tong* жапырағы жүрек тәрізді, ал *FTE* жапырағы кең жұмыртқа тәрізді болатындығы, үшіншіден жапырақ тақтасының жүйкелену түрі *Paulownia Shan Tong* — бес жүйкелі, қарама-қарсы орналасқан, ал *FTE* — үш-бес жүйкелі, қарама-қарсы орналасып, өте түкті болатындығы белгілі болды (1-кесте, 1-сурет).

1 - к е с т е

***Paulownia Shan Tong* және *Paulownia FTE* гибридтері жапырақтарының морфологиялық белгілерінің салыстырмалы сипаттамасы**

№	Белгілері	<i>Paulownia Shan Tong</i>	<i>Paulownia FTE</i>
1	Жапырақ тақтасының өлшемдері:		
2	Ұзындығы, см/ Ені, см	60-70/ 75-80	50-55/ 45-55
3	Жапырақ тақтасының пішіні	жүрек тәрізді	кең жұмыртқа тәрізді
4	Жапырақ тақтасының жиегінің пішіні	тегіс	тегіс
5	Жапырақ тақтасының ұшы	үшкір	үшкір
6	Жүйкелену түрі	саусақ салалы	саусақ салалы
7	Жапырақ тақтасының жүйкелену түрі	5 жүйкелі, қарама-қарсы орналасқан	3-5 жүйкелі, түкті, қарама-қарсы орналасқан



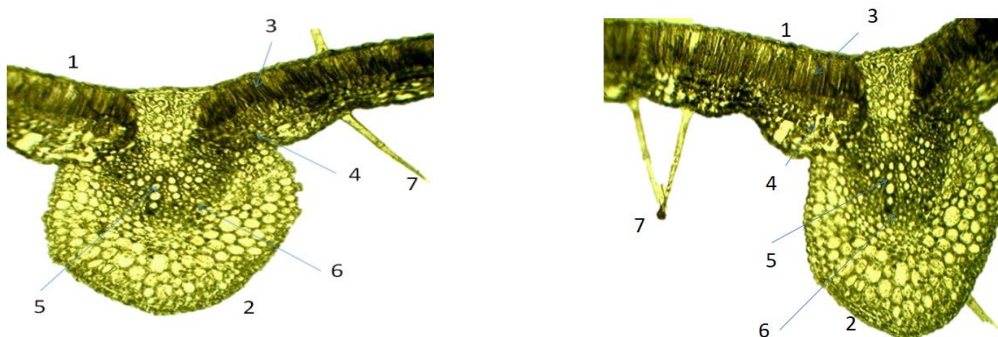
A



B

1-сурет. А — *FTE* гибриді, В — *Shan Tong* гибриді жапырақтарының морфологиялық көрінісі

Paulownia түрлерінің гибридтерінде жапырақ анатомиясы мен орнографиясында ұқсастықтар бар, бірақ морфометриялық көрсеткіштерінде біраз айырмашылықтар анықталды. *Paulownia FTE* гибридінің жоғарғы және төменгі эпидермисі клеткаларының сыртқа бағытталған қабырғасы кутинденген. Жоғары және төменгі эпидермисте де трихомалар өте жақсы дамыған. Безді түктер де анық байқалады. Бағаналы мезофилл жақсы дамыған, 2-3 қатар орналасқан баған тәрізді клеткалардан тұрады. Байқалған өзгеріс екі қатар бағаналы клеткалар жақсы дамығандығы және үшінші қатар қалыптасып жатқандығы нақты байқалды. Борпылдақ мезофилде ауалық қуыстар басым. Орталық өткізгіш шоқта ксилема түтіктері сәулеленіп жақсы дамыған. Флоэма элементтері төменгі эпидермиске бағытталған. *Paulownia FTE* гибридінде морфометриялық көрсеткіштер *Shan Tong* гибридігімен салыстырғанда жоғары болатындығы белгілі болды (2-кесте, 2-сурет).



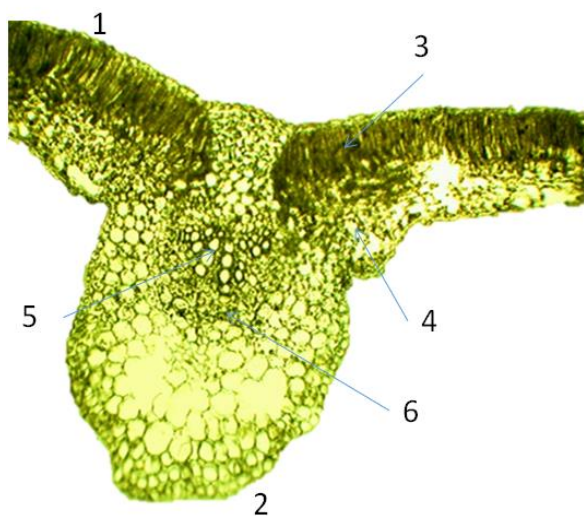
1 – жоғарғы эпидермис, 2 – төменгі эпидермис, 3 – бағаналы мезофилл, 4 – борпылдақ мезофилл, 5 – ксилема, 6 – флоэма, 7 – қарапайым көп клеткалы бір ядролы трихома

2-сурет. *Paulownia FTE* гибриді жапырағының анатомиялық құрылысы

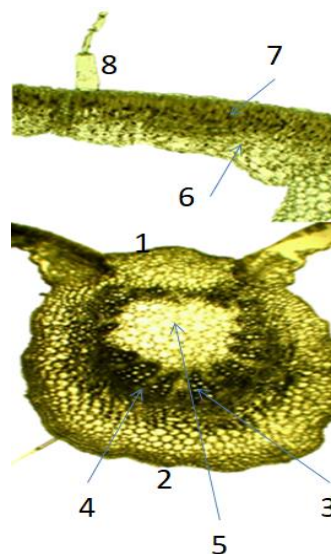
***Paulownia* гибридтерінің салыстырмалы морфометриялық мәліметтері, ұлғайтылуы x 100 есе**

№	Көрсеткіштер, мкм	<i>Paulownia Shan Tong</i>	<i>Paulownia FTE</i>
1	Жапырақ қалыңдығы	1700,8±0,2872	1740,7 ± 0,25472
2	Жоғарғы эпидермис қалыңдығы	54,4±0,0388	59,5±0,0254
3	Төменгі эпидермис қалыңдығы	43,8±0,0496	57,3±0,0244
4	Бағаналы мезофилл	984,82±0,17576	957,3± 0,2604
5	Борпылдақ мезофил	730,18±0,15136	894,1±0,21528
6	Өткізгіш шоқ диаметрі, мм ²	20929	24522

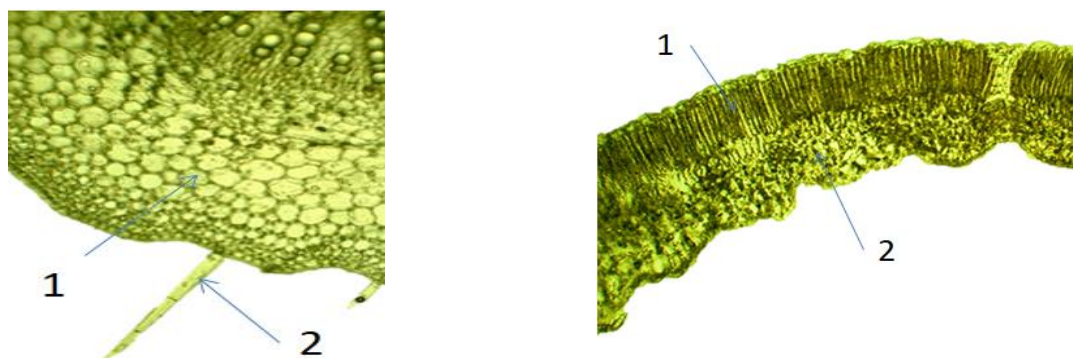
Paulownia Shan Tong гибриді жапырағының анатомиялық құрылысын зерттеу барысында жапырағының көлденең кесіндісі қосжарнақты өсімдіктер құрылымына сәйкес екендігі нақтыланды. Жоғарғы эпидермис клеткалары әртүрлі көлемді клеткаларды қамтыған, ерекше ірілеу дөңгелек пішінді моторлы клеткаларға ұқсас клеткалар айқындалды. Құмыра пішіндес көп клеткалы ірі трихома анықталды. Төменгі эпидермисте де ірі клеткалар оқшауланды. Мезофилл бағаналы және борпылдақ болып келген. Бағаналы мезофилл екі қатардан тұратын ұзын жіңішке баған тәрізді орналасқан клеткалардан тұрады. Бағаналы мезофилде гликозидтер өте жиі шоғырланғандығы байқалды. Биологиялық активті заттардың, яғни гликозидтердің орны жапырақта алғаш рет анықталды. Борпылдақ мезофилде де гликозидтер кездеседі, бірақ шашыраңқы орналасқан. Борпылдақ мезофилде клеткааралық бос қуыстар басым. Ортаңғы жүйкеде негізгі өткізгіш шоқ орналасқан. Негізгі жүйкенің жоғарғы бөлігінде склеренхималық клеткалар дамыған. Жоғары эпидермиске бағытталған ксилеманың 7-9 сәулелері, төменгі эпидермиске бағытталған флоэма элементтері айқын көрінеді. Флоэманың төменгі бөлігінде негізгі паренхима клеткалары орналасқан (3-сурет).



1 – жоғарғы эпидермис, 2 – төменгі эпидермис,
3 – бағаналы мезофилл, 4 – борпылдақ мезофилл,
5 – ксилема, 6 – флоэма



1 – жоғарғы эпидермис, 2 – төменгі эпидермис,
3 – ксилема, 4 – флоэма, 5 – паренхима, 6 – бағаналы
мезофилл, 7 – борпылдақ мезофилл, 8 – құмыра тә-
різді тармақталмаған, көп клеткалы, бір ядролы,
безді ірі трихома



1 – паренхима, 2 – қарапайым көп клеткалы бір ядролы трихома

1 – бағаналы мезофилл, 2 – борпылдақ мезофилл

3-сурет. *Paulownia Shan Tong* гибриді жапырағының анатомиялық құрылысы

Екі гибрид жапырақтарының талдау нәтижесіндегі морфометриялық көрсеткіштерін салыстыру барысында *FTE* гибридіде жапырақ көрсеткіштері *Shan Tong* гибриді жапырағы көрсеткіштеріне карағанда жоғары екендігі анықталды. Айырмашылық бағаналы мезофилде байқалды, бағаналы мезофилл *Shan Tong* жапырағында қалың екендігі байқалды (2-кесте). Трихомалар жоғарғы және төменгі мезофилде кездесті, әсіресе *FTE* гибриді жапырағы өте түкті екендігі айқындалды. Трихомалардың үш түрі анықталды: құмыра тәрізді тармақталмаған, көп клеткалы, бір ядролы, безді ірі трихома; қарапайым көп клеткалы бір ядролы трихома; бір клеткалы безді түк. Сонымен қатар, жапырақ қалыңдығы *FTE* гибридіде қалыңдау екені және өткізгіш шоқ диаметрі үлкен екені белгілі болды.

Қорытынды

Осылайша, бұл өсімдіктерді диагностикалауға мүмкіндік беретін *Paulownia* түрлерінің *Shan Tong* және *FTE* гибридтері жапырақтарына салыстырмалы зерттеу жүргізілді. Жапырақтардың негізгі анатомиялық ерекшеліктері — трихомалар, эпидермис клеткаларының пішіні, бағаналы және борпылдақ мезофилл қатынасы айқындалды. *Paulownia Shan Tong* және *Paulownia FTE* гибридтері жапырақтарының анықталған салыстырмалы морфологиялық-анатомиялық айырмашылықтары: *FTE* гибридіде морфометриялық көрсеткіштер жоғары; *FTE* гибриді жапырағы түкті, трихомалары жиі; *FTE* гибридіде жапырақ қалыңдығы қалың; *FTE* гибридіде өткізгіш шоқ диаметрі үлкен, ал *Shan Tong* жапырағында тек бағаналы мезофилл қалың болды.

Алматы қаласы жағдайында өсірілген *Paulownia* түрлерінің *Shan Tong* және *FTE* гибридтері жапырақтарының анатомиялық құрылысынан алғаш рет гликозидтердің шоғырлану орны айқындалды. Анықталған биологиялық активті заттардың диагностикалық белгілері болашақта өсімдік шикізатына құжаттама дайындау кезінде нормативтік құқықтық актілерде қолдануға болады.

References

- 1 Yadav, N.K., Vaidya, B.N., Henderson, K., Lee, J.F., Stewart, W.M., Dhekney, S.A. & Joshee, N. (2013). A review of Paulownia biotechnology: A short rotation, fast growing multipurpose bioenergy tree. *American Journal of Plant Sciences*, 4(11), 2070–2082. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.411259>.
- 2 Jakubowski, M. (2022). Cultivation potential and uses of Paulownia wood: A review. *Forests*, 13(5), 668. <https://doi.org/10.3390/f13050668>.
- 3 Cheng, C.L., Jia, X.H., Xiao, C.M., & Tang, W.Z. (2019). Paulownia C-geranylated flavonoids: Their structural variety, biological activity and application prospects. *Phytochemistry reviews*, 18(3), 549-570. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09614-2>.
- 4 Janus Bojesen Jensen, B.B.A. (2016). An investigation into the suitability of Paulownia as an agroforestry species for UK & NW European farming systems. Submitted to the Department of Agriculture & Business Management, SRUC, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science SRUC, B.B.A. (Beirut) <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31955.78882>.
- 5 López, F., Pérez, A., Zamudio, M.A., De Alva, H.E. & García, J.C. (2012). Paulownia as raw material for solid biofuel and cellulose pulp. *Biomass and Bioenergy*, 45, 77-86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.05.010>.

- 6 Barbu, M.C., Buresova, K., Tudor, E.M. & Petutschnigg, A. (2022). Physical and Mechanical Properties of Paulownia tomentosa x elongata Sawn Wood from Spanish, Bulgarian and Serbian Plantations. *Forests*, 13(10), 1543. <https://doi.org/10.3390/f13101543>.
- 7 Al-Sagheer, A.A., Abd El-Hack, M.E., Alagawany, M., Naiel, M.A., Mahgoub, S.A., Badr, M.M. & Swelum, A.A. (2019). Paulownia leaves as a new feed resource: Chemical composition and effects on growth, carcasses, digestibility, blood biochemistry, and intestinal bacterial populations of growing rabbits. *Animals*, 9(3), 95. <https://doi.org/10.3390/ani9030095>.
- 8 Alagawany, M., Farag, M.R., Sahfi, M.E., Elnesr, S.S., Alqaisi, O., El-Kassas, S. & Abd E-Hack, M.E. (2022). Phytochemical characteristics of Paulownia trees wastes and its use as unconventional feedstuff in animal feed. *Animal Biotechnology*, 33(3), 586-593. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1806074>.
- 9 Molčanová, L., Treml, J., Brezáni, V., Maršík, P., Kurhan, S., Trávníček, Z., & Šmejkal, K. (2022). C-geranylated flavonoids from Paulownia tomentosa Steud. Fruit as potential anti-inflammatory agents. *Journal of Ethnopharmacology*, 296, 115509. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115509>.
- 10 Kaldybayeva, Zh., Kurmanbayeva M., Alimov, K., Bakirova, K. (2022). Phytochemical analysis of the plant Paulownia Siebold & Zucc, grown in the conditions of Almaty region. *Pharmacy of Kazakhstan*, 6 (245), 140-147. <https://doi.org/10.53511/PHARMKAZ.2022.53.47.023>.
- 11 Erbar, C. & Gülden, C. (2011). Ontogeny of the flowers in Paulownia tomentosa – A contribution to the recognition of the resurrected monogeneric family Paulowniaceae. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(3), 205-218. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.05.003>.
- 12 Džugan, M., Miłek, M., Grabek-Lejko, D., Heçlik, J., Jacek, B. & Litwińczuk, W. (2021). Antioxidant activity, polyphenolic profiles and antibacterial properties of leaf extract of various Paulownia spp. clones. *Agronomy*, 11(10), 2001. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102001>.
- 13 Navrátilová, A., Nešuta, O., Vančatová, I., Čížek, A., Varela-M, R.E., López-Abán, J. & Šmejkal, K. (2016). C-Geranylated flavonoids from Paulownia tomentosa fruits with antimicrobial potential and synergistic activity with antibiotics. *Pharmaceutical Biology*, 54(8), 1398-1407. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1103755>.
- 14 Móczis, Á.M., Ott, P.G., Knaš, M., Długosz, E., Krüzselyi, D., Kowalska, T. & Sajewicz, M. (2019). Antibacterial potential of the phenolics extracted from the Paulownia tomentosa L. leaves as studied with use of high-performance thin-layer chromatography combined with direct bioautography. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 42(9-10), 282-289. <https://doi.org/10.1080/10826076.2019.1585604>.
- 15 Popova, T.P. & Baykov, B.D. (2013). Antimicrobial activity of aqueous extracts of leaves and silage from Paulownia elongata. *Am. J. Biol. Chem. Pharm. Sci*, 1(2), 8-15.
- 16 Özge, U.Ğ.U.Z. & Yeşim, K.A.R.A. (2019). Determination of Antioxidant Potential in the Leaf and Flower of Paulownia tomentosa. *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(2), 106-112. <https://dx.doi.org/10.21448/ijsm.537166>.
- 17 He, T., Vaidya, B.N., Perry, Z.D., Parajuli, P. & Joshee, N. (2016). Paulownia as a medicinal tree: Traditional uses and current advances. *European journal of medicinal plants*, 14(1). 1–15. <https://dx.doi.org/10.9734/EJMP/2016/25170>.
- 18 Rodríguez-Seoane, P., Díaz-Reinoso, B. & Domínguez, H. (2022). Supercritical CO₂ extraction of antioxidants from Paulownia elongata x fortunei leaves. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-9; 3985-3993. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-01022-3>.
- 19 Pontaza-Licona, Y.S., Ramos-Jacques, A.L., Cervantes-Chavez, J.A., López-Miranda, J.L., de Jesús Ruíz-Baltazar, Á., Maya-Cornejo, J. & Hernandez-Martínez, A.R. (2019). Alcoholic extracts from Paulownia tomentosa leaves for silver nanoparticles synthesis. *Results in physics*, 12, 1670-1679. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.01.082>.
- 20 Mazurkiewicz, J. (2022). The Biogas Potential of Oxytree Leaves. *Energies*, 15(23), 8872. <https://doi.org/10.3390/en15238872>.
- 21 Sohrabi, Y., Sharifi Kalyani, F., Heydari, M., Yazdani, M., Omer, K.M. & Yousefi, A.R. (2022). Plant-based nano-fertilizer prepared from Paulownia Tomentosa: fabrication, characterization, and application on Ocimum basilicum. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00352-w>.
- 22 Miladinova-Georgieva, K., Ivanova, K., Georgieva, T., Geneva, M., Petrov, P., Stancheva, I. & Markovska, Y. (2018). EDTA and citrate impact on heavy metals phytoremediation using paulownia hybrids. *International Journal of Environment and Pollution*, 63(1-2), 31-46. <https://doi.org/10.1504/IJEP.2018.092985>.
- 23 Salah, A. (2022). Anatomical alterations of in vitro grown Paulownia (Paulownia tomentosa) undersalt stress. *Egyptian Journal of Desert Research*, 72(1), 121-137. <https://doi.org/10.21608/ejdr.2022.134845.1103>.

Ж.Б. Калдыбаева, М.С. Курманбаева

Сравнительные морфологические и анатомические особенности листьев видов *Paulownia Siebold & Zucc.*

В статье впервые описаны особенности морфологического и анатомического строения листьев *Shan Tong* и *FTE* гибридов видов *Paulownia Siebold & Zucc.*, выращенных в условиях г. Алматы. Этот вид деревьев широко распространен в естественных условиях в странах Юго-Восточной Азии. В настоящее время культивируется во многих странах. Древесина *Paulownia* широко используется в лесной промышленности, в целях получения биотоплива и биогаза, в качестве биоремедианта и в медицине. В условиях Казахстана культивируется впервые и поэтому биолого-экологические исследования гибридов видов *Paulownia* в местных экологических условиях не проводились. Учитывая его практическую значимость для нашей страны, которая испытывает нехватку леса, крайне необходимо использовать возможности этого дерева. Цели статьи — изучить и сравнить морфолого-анатомические особенности листьев гибридов *Shan Tong* и *FTE* вида *Paulownia*. Авторами использованы следующие методы исследования: морфометрические показатели и морфологическая структура органов. Для микроскопического анализа фиксация производилась методом Страсбургера–Флемминга. В результате установлены места концентрации биологически активных веществ при выявлении диагностических признаков анатомического строения листьев *Shan Tong* и *FTE*, а также доказано, что гликозиды концентрируются в столбчатом и рыхлом мезофиллах. Из микроскопических срезов установлено, что в анатомическом строении листа встречаются простые многоклеточные одноядерные трихомы, одноклеточные железистые волоски, не разветвленные кувшинообразные, многоклеточные, одноядерные крупные трихомы. При сравнении выяснилось, что морфометрические показатели листа гибрида *FTE* выше, чем морфометрические показатели листа гибрида *Shan Tong*, разница наблюдалась только в толщине столбчатого мезофилла. Полученные результаты позволяют выявить анатомические особенности листьев родственных видов *Paulownia*, а также подтвердить, уточнить и дополнить данные. Показатели исследования могут быть применены при систематическом изучении родственных видов *Paulownia* в практическом использовании.

Ключевые слова: морфология, микроскопия, анатомо-диагностические признаки, *Paulownia Shan Tong*, *Paulownia FTE*.

Zh.B. Kaldybayeva, M.S. Kurmanbayeva

Comparative morphological and anatomical features of the leaves of the species *Paulownia Siebold & Zucc*

The article describes for the first time the features of the morphological and anatomical structure of the leaves of the hybrids *Shan Tong* and *FTE* of the species *Paulownia Siebold & Zucc.*, grown in the conditions of Almaty. This type of tree is widely distributed in natural conditions in the countries of Southeast Asia. It is currently cultivated in many countries. *Relevance of the work:* Paulownia wood is widely used in the forestry industry, for the production of biofuels and biogas, as a bioremediant and in medicine. It is cultivated in Kazakhstan for the first time, and therefore biological and ecological studies of *Paulownia* hybrids have not been carried out in local environmental conditions. Given its practical significance, it is extremely necessary for our country, which is experiencing a shortage of forest, to use the capabilities of this tree. *Aims and objectives of the work:* to study and compare the morphological and anatomical features of the leaves of the *Shan Tong* and *FTE* hybrids of the *Paulownia* species. *Research methods:* morphometric indicators and morphological structure of organs were carried out according to the generally accepted methodology. For microscopic analysis, fixation was performed by the Strasburger-Flemming method. *Result:* the concentration sites of biologically active substances were established when identifying diagnostic signs of the anatomical structure of the leaves of *Shan Tong* and *FTE*, and it was also found that glycosides are concentrated in columnar and loose mesophyll. Microscopic sections revealed that in the anatomical structure of the leaf there are simple multicellular mononuclear trichomes, unicellular glandular hairs, unbranched pitcher-shaped, multicellular, mononuclear large trichomes. The comparison revealed that the morphometric parameters of the *FTE* hybrid leaf are higher than the morphometric parameters of the *Shan Tong* hybrid leaf, the difference was observed only in the thickness of the columnar mesophyll. The obtained results make it possible to identify the anatomical features of the leaves of related Paulownia species, as well as to confirm, clarify and supplement the data. The data obtained can be used for systematic studies of related species of Paulownia in practical use.

Keywords: morphology, microscopy, anatomical and diagnostic signs, *Paulownia Shan Tong*, *Paulownia FTE*.

С.В. Кушнарченко^{1*}, У.А. Манапканова^{1,2}, Н.К. Рымханова¹, Т.Т. Турдиев¹,
Б.А. Жумабаева², К.П. Аубакирова³, Н.Н. Галиакпаров³

¹Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

³Институт молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: svetlana_bio@mail.ru

Разработка *in vitro* технологии для элиминации вируса кустистой карликовости малины

Вирус кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*) (RBDV) — один из наиболее распространенных и вредоносных патогенов малины, значительно снижающий урожайность этой культуры и качество ягодной продукции. Проведено сравнение эффективности различных способов оздоровления растений малины сорта «Малиновая гряда» от вируса RBDV в условиях *in vitro*. Для элиминации вируса RBDV были испытаны термотерапия, химиотерапия и криотерапия, а также сочетание этих методов. Термотерапию аseptических растений проводили в термокамере при переменных температурах (16 ч, 38°C, освещенность 25 мкмол•м⁻²•с⁻¹; 8 ч, 24–26°C, темнота) в течение двух недель. Химиотерапия заключалась в культивировании растений *in vitro* в течение 4 недель на среде Мурашиге–Скуга с добавлением 30 мг/л противовирусного препарата рибавирина. Для криотерапии апикальных меристем использовали метод PVS2-витрификации. Тестирование растений *in vitro* на наличие вирусов проводили методом мультиплекс ТаqManреал-тайм ПЦР. Установлено, что проведенные по отдельности термотерапия и химиотерапия, а также сочетание этих обработок с криотерапией не приводили к элиминации вируса RBDV. Только в случае применения химиотерапии в сочетании с термотерапией у 37,5 % растений *in vitro* вирус не обнаруживался. Наиболее высокий выход освобожденных от вируса RBDV растений был получен при использовании комбинированного способа: химиотерапия + термотерапия + криотерапия, при этом у 66,7 % растений сорта «Малиновая гряда» подтвердилась элиминация от вируса RBDV.

Ключевые слова: *Rubus*, *Raspberry bushy dwarf virus*, химиотерапия, термотерапия, криотерапия, рибавирин, растения *in vitro*, вирусы.

Введение

Ягодководство в настоящее время представляет собой одну из наиболее быстро развивающихся отраслей сельскохозяйственного производства. Лимитирующим фактором развития этой отрасли в Казахстане является нехватка качественного посадочного материала, который завозится из-за рубежа, в основном из стран Европейского союза, России и Китая.

Малина — одна из наиболее популярных ягодных культур в странах умеренного климата, в том числе и в Казахстане. Согласно данным Комитета по статистике РК, в 2019 году малина в Казахстане выращивалась на площади 1121,2 га, в том числе в крестьянских и фермерских хозяйствах — 48,4 га; в сельскохозяйственных предприятиях — 40,2; в хозяйствах населения — 1032,6 га. Известно, что саженцы ягодных культур, размножаемые вегетативно, поражаются различными инфекциями, в том числе такими опасными внутриклеточными патогенами, как вирусы, что отрицательно сказывается на урожайности и качестве ягодной продукции. Для малины наиболее вредоносным считается переносимый с пыльцой вирус кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*) (RBDV), приводящий к формированию рассыпчатых ягод [1]. Этот патоген широко распространен во многих областях возделывания малины [2]. Так, было выявлено, что в Центральном регионе России от 27 до 46 % растений малины поражены вирусом RBDV, что приводит к значительному снижению продуктивности у различных сортов на 21–71 % [3].

Оздоровленный посадочный материал является одним из значимых факторов получения высокого урожая ягодных культур. Традиционно для оздоровления растений от вирусов применяется культура верхушечных (апикальных) меристем [4]. Апикальные меристемы размером 0,2–0,3 мм, свободные от вирусных частиц, вычлениают из растений *in vitro* и регенерируют на питательной среде в безвирусные растеньица. В связи с трудностью механического изолирования и низкой регенерационной способностью меристем такого размера часто этот метод сочетают с термо- и химиотерапией.

Как было показано в публикациях последних лет, криотерапия зарекомендовала себя в качестве нового эффективного биотехнологического метода оздоровления растительного материала от вирусных инфекций [5–7]. Метод криотерапии основан на использовании криоконсервации апикальных меристем. Протоколы криоконсервации разработаны к настоящему времени для большого числа видов растений, в том числе и для ягодных культур. В процессе криотерапии апикальные меристемы, изолированные из растений *in vitro*, погружают в жидкий азот (–196°C). Под действием сверхнизкой температуры инфицированные клетки (обычно это клетки вакуолизованные и дифференцированные) погибают, а из выживших свободных от патогенов меристематических клеток регенерируют оздоровленные растеньица. К настоящему времени продемонстрирована эффективность криотерапии для многих видов растений и различных вирусов: яблони (вирусы: хлоротическая пятнистость листьев яблони (*Apple chlorotic leaf spot virus*), вирус растрескивания ствола (*Apple stem pitting virus*) и вирус бороздчатости древесины (*Apple stem grooving virus*) [6, 8]; винограда (вирусы скручивания листьев винограда) [9]; картофель (вирус скручивания листьев картофеля (*Potato leaf roll virus*), вирус картофеля Y (*Potato virus Y*), вирус картофеля M (*Potato virus M*) [10, 11].

Однако для некоторых видов растений невозможно добиться освобождения от вирусов с использованием только одного метода. Многие исследователи, занимающиеся вопросами оздоровления малины, отмечают, что культура апикальных меристем, традиционно используемая для этих целей, не приводит к элиминации наиболее вредоносного вируса RBDV [2, 9, 12–14]. Как полагают, это связано с тем, что вирус RBDV локализуется не только в стеблях и листьях малины, но также поражает большую часть меристематических тканей, что было продемонстрировано с помощью иммуногистологического исследования [2]. Также не было достигнуто положительных результатов в оздоровлении малины методом химиотерапии с применением противовирусного препарата рибавирина, а также комбинирование метода апикальных меристем с химиотерапией [15, 16]. RBDV относится к термолabile вирусам, поэтому термотерапия инфицированных растений могла бы дать положительный эффект. Однако сообщается, что термотерапия (38°C/26°C) в течение 3–5 недель в сочетании с культурой апикальных меристем также были безуспешными для элиминации RBDV [2]. После многих попыток найти эффективный способ освобождения от вирусов малины, исследователи сошлись во мнении, что для таких сложных рекальцитратных культур, как малина, наиболее действенным способом оздоровления может стать криотерапия в сочетании с термо- и/или химиотерапией [2, 7].

Целью настоящего исследования являлось сравнение эффективности различных методов оздоровления (химиотерапии, термотерапии и криотерапии), а также их сочетания, для элиминации вируса RBDV у растений малины *in vitro*.

Материалы и методы исследований

Объекты исследования и условия культивирования растений in vitro. Объектами исследования являлись растения *in vitro* трех сортов малины: *Геркулес*, *Солоха* и *Малиновая гряда*, размноженные на среде Мурасиге–Скуга (МС) [12, 13], с добавлением фитогормонов: 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП) и 0,1 мг/л индолилмасляной кислоты (ИМК), 30 г/л сахарозы, рН 5,8. Асептические растения культивировали в светокультуральной комнате при температуре 24°C, освещенности 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 16-часовом фотопериоде с пассированием на свежие питательные среды каждые 4 недели.

Элиминация вируса RBDV из растений малины in vitro. Для элиминации вируса RBDV из растений *in vitro* были использованы следующие обработки:

- I способ — термотерапия растений *in vitro*;
- II — термотерапия растений *in vitro* + криотерапия апикальных меристем;
- III — химиотерапия растений *in vitro*;
- IV — химиотерапия растений *in vitro* + криотерапия апикальных меристем;
- V — химиотерапия + термотерапия растений *in vitro*;
- VI способ — химиотерапия + термотерапия + криотерапия апикальных меристем.

Химиотерапия растений in vitro. Химиотерапия заключалась в культивировании растений *in vitro* в течение 4-недельной среды МС с добавлением различных концентраций рибавирина (0, 20, 30, 40 мг/л). При определении влияния рибавирина учитывали состояние и количество побегов. Коэффициент размножения высчитывали по формуле

$$Kp = a/b \cdot c,$$

где *a* — количество вновь образовавшихся побегов; *b* — количество побегов высаженных для размножения; *c* — количество пассажей.

Термотерапия растений in vitro. Термотерапию асептических растений проводили при переменных температурах (16 ч, 38°C, при освещенности 25 мкмол•м⁻²•с⁻¹; 8 ч, 24–26°C, в темноте) в течение двух недель.

Криотерапия апикальных меристем. Для криотерапии апикальных меристем использовали метод PVS2-витрификации, разработанный ранее для криоконсервации малины, с небольшими модификациями [13]. Апикальные меристемы размером 0,8–1,0 мм выделяли из асептических растений *in vitro*, прошедших закаливание в климакамере при переменных температурах (16 ч –1°C, освещенность 10 мкмол•м⁻²•с⁻¹; 8 ч, темнота, 22°C) в течение 1 недели. Изолированные меристемы предварительно культивировали на среде МС с добавлением 0,3 М сахарозы в течение 2 суток в условиях закаливания, затем помещали в криопробирки с жидкой средой МС с 0,4 М сахарозой и 2 М глицерином, затем переносили в раствор криопротектора PVS2 (глицерин 30 %, этиленгликоль 15 %, диметилсульфоксид (ДМСО) 15%) на 80 мин на льду (0°C) и погружали в сосуд Дьюара с жидким азотом на 15–20 мин. Размораживание криопробирок с меристемами проводили в водяной бане при температуре 45°C в течение 1 мин, затем при 25°C, 1 мин. После промывания средой МС с 1,2 М сахарозой, меристемы переносили на среду МС для размножения, состав которой указан выше.

После каждой проведенной обработки (I–VI) растения *in vitro* были протестированы на присутствие вирусной инфекции.

Тестирование растений малины invitro на вирусы. Тестирование на вирусы проводили методом мультиплекс TaqMan реал-тайм ПЦР. Определяли четыре вируса: вирус кольцевой пятнистости малины (*Raspberry ringspot virus* (RRV)), вирус крапчатости листьев малины (*Raspberry leaf mottle virus* (RLMV)), вирус размытых пятен листьев малины (*Raspberry leaf blotch virus* (RLBV)) и вирус кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV)). Выделение тотальной РНК проводили с использованием модифицированного СТАВ метода (16): 50–100 мг листьев, отобранных из растений *in vitro*, гомогенизировали в 1 мл буфера (100 мМ Трис-НСl рН 8,0; 20 мМ ЭДТА рН 8,0; 1,4 М NaCl; 2% СТАВ; 2% PVP и 0,2% 2-меркаптоэтанола). Гомогенат инкубировали при 65°C в течение 30 мин и затем экстрагировали равным объемом хлороформа. К водной фазе добавляли 2 объема 96 % этанола. Смесь инкубировали при 20°C 15–20 мин, центрифугировали 15 мин при 13000 g. Осадок РНК промывали 70 % этанолом и растворяли в 70 мкл воды. Качество образцов проверяли по наличию 28S и 18S рибосомальных РНК с помощью электрофореза в 1,5 % агарозном геле.

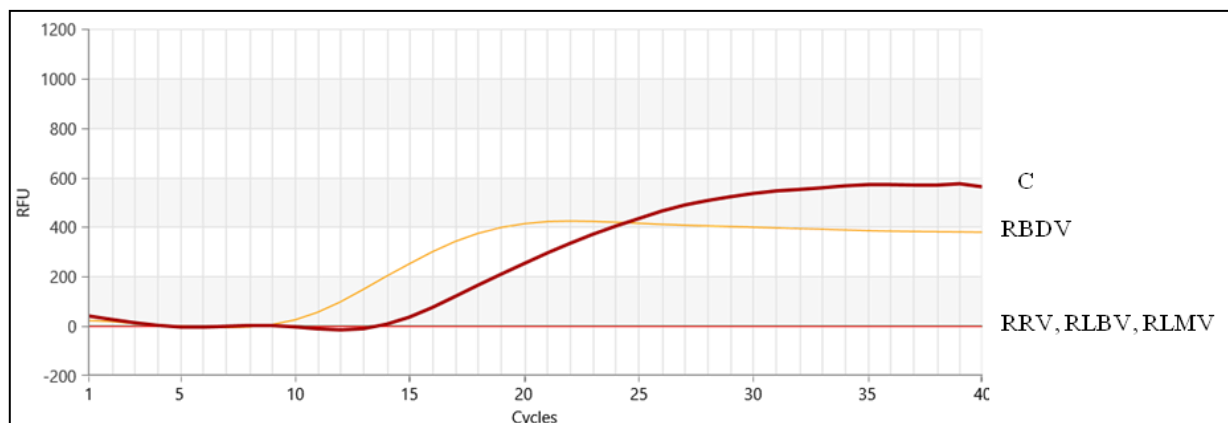
Реакция обратной транскрипции: 3 мкл тотальной РНК денатурировали при 72°C в течение 10 мин в присутствии 1 мкл 10 мМ обратного праймера для каждого вируса и внутреннего контроля в общем объеме 14,5 мкл, с последующей инкубацией во льду в течение 5 мин. Затем к РНК добавляли 4,5 мкл 5х буфера обратной транскриптазы, 0,2 мМ дезоксирибонуклеотидтрифосфатов и 200 ед. обратной транскриптазы М-MLV (QuantumScript). Реакционную смесь инкубировали в термоблоке при 42°C в течение 1 ч.

Мультиплекс Real-Time ПЦР проводили в объеме 25 мкл, содержащем 2,5 мкл 10X Таq буфера, 2,5 мкл 25 мМ MgCl₂, 0,2 мМ дезоксирибонуклеотид трифосфатов, 0,2 мкМ обратного и прямого праймера для каждого вируса и внутреннего контроля, 0,2 мкМ ТаqMan зондов для каждого вируса и внутреннего контроля, 0,5 ед. Таq ДНК полимеразы и 2 мкл кДНК. Амплификацию проводили на ПЦР машине Gentier 96E по следующей программе: один цикл 94°C — 5 мин ; 40 циклов, состоящих из следующих ступеней: при 94°C — 30 с, отжиг при 55°C — 30 с и синтез при 72°C — 60 с; окончательная элонгация при 72°C в течение 10 мин. Считывание флуоресценции проводили после каждого цикла. Анализ результатов проводили на программном обеспечении ПЦР машины: Real-time PCR system version 1.

Эксперименты проводили в 3-х повторностях. Статистический анализ осуществляли по общепринятым методикам [17].

Результаты и их обсуждение

Растения *in vitro* трех сортов малины: *Геркулес*, *Малиновая гряда* и *Солоха* были протестированы на наличие четырех вирусов (RBDV, RLBV, RLMV и RRV), и было подтверждено присутствие вируса RBDV в растениях сорта *Малиновая гряда* (рис. 1). Значения порогового цикла (Ct) и стандартные кривые ПЦР в реальном времени были автоматически сгенерированы с помощью программного обеспечения Gentier Real-Time PCR System v1 (Xi'an TianLong Science and Technology Co., LTD). Пороговые циклы (Ct) для RBDV и внутреннего контроля составили 11 и 12, соответственно. За отрицательный результат принимались значения Ct свыше 35.

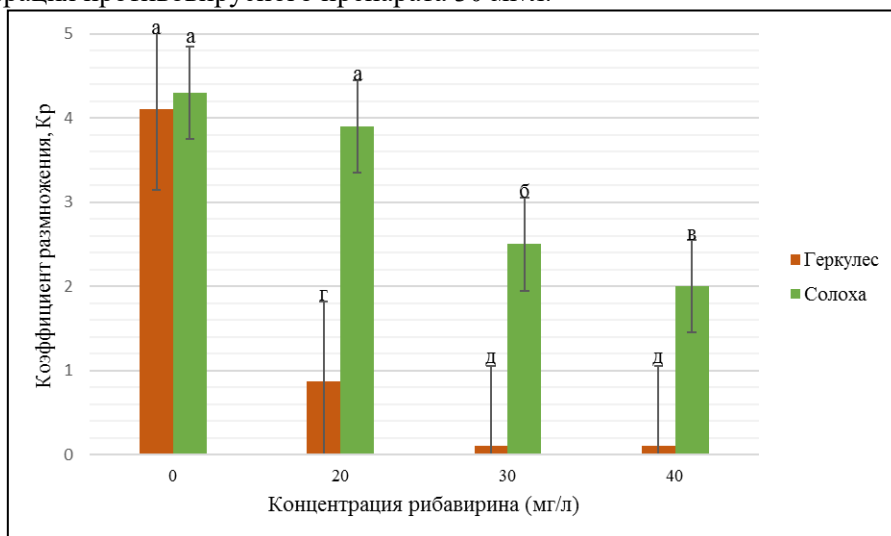


Примечание. Raspberry ring spot virus (RRV); Raspberry bushy dwarf virus (RBDV); Raspberry leaf blotch virus (RLBV); Raspberry leaf mottle virus (RLMV); Внутренний контроль (C).

Рисунок 1. Диагностика сорта *Малиновая гряда* (растение *in vitro*, не подвергавшееся обработкам) с использованием мультиплекс ТаqMan ПЦР в реальном времени

На двух безвирусных сортах малины (*Геркулес*, *Солоха*) было предварительно изучено влияние отдельно проведенных термотерапии и химиотерапии, а также их комбинаций с криотерапией на состояние растений и жизнеспособность апикальных меристем. В результате химиотерапии с добавлением различных концентраций рибавирина (0, 20, 30, 40 мг/л) в среду МС было показано, что препарат значительно ухудшал состояние растений *in vitro*, приводя к некрозу побегов, а также снижал коэффициент размножения растений малины. Сорт *Геркулес* гораздо сильнее подвергался ингибирующему действию рибавирина по сравнению с сортом *Солоха* (рис. 2, 3). Рибавирин в концентрации 40 мг/л практически полностью ингибировал размножение растений сорта *Геркулес*, и более, чем в 2 раза снижал коэффициент размножения растений сорта *Солоха* (рис. 2).

Рибавирин, добавленный в питательную среду, снижал также выживаемость и регенерацию апикальных меристем после криотерапии. Так, у сорта *Солоха* регенерация апикальных меристем в контроле после проведенной криотерапии составляла 75 %, а после двухнедельной химиотерапии достоверно снижалась до 62,5; 61,5 и 58,5 % в зависимости от концентрации рибавирина. У сорта *Геркулес* регенерация меристем в контроле составляла 40,7 %, тогда как после химиотерапии снижалось до 35,4 % и 33,3 % (рис. 4). Учитывая сильное ингибирующее действие рибавирина в концентрации 40 мг/л на состояние растений малины *in vitro*, их размножение, а также регенерацию апикальных меристем, в последующих экспериментах по оздоровлению растений сорта *Малиновая гряда* была использована концентрация противовирусного препарата 30 мг/л.



Примечание. Различия между данными, обозначенными разными буквами, достоверны при $P \leq 0,05$.

Рисунок 2. Влияние концентрации рибавирина в питательной среде Мурасиге–Скуга на коэффициент размножения растений *in vitro* двух сортов малины

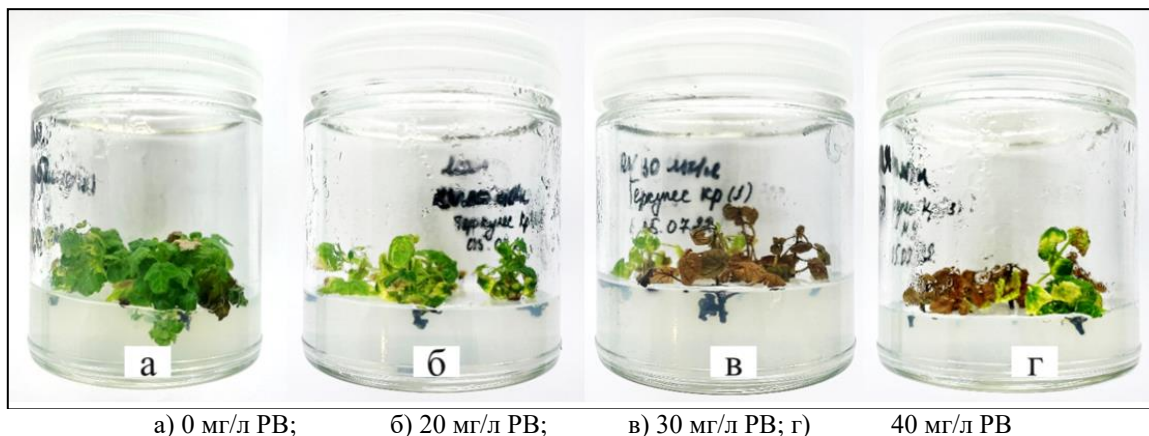


Рисунок 3. Влияние концентрации рибавирина (РВ) при химиотерапии на состояние растений сорта *Геркулес* при культивировании в течение 4 недель

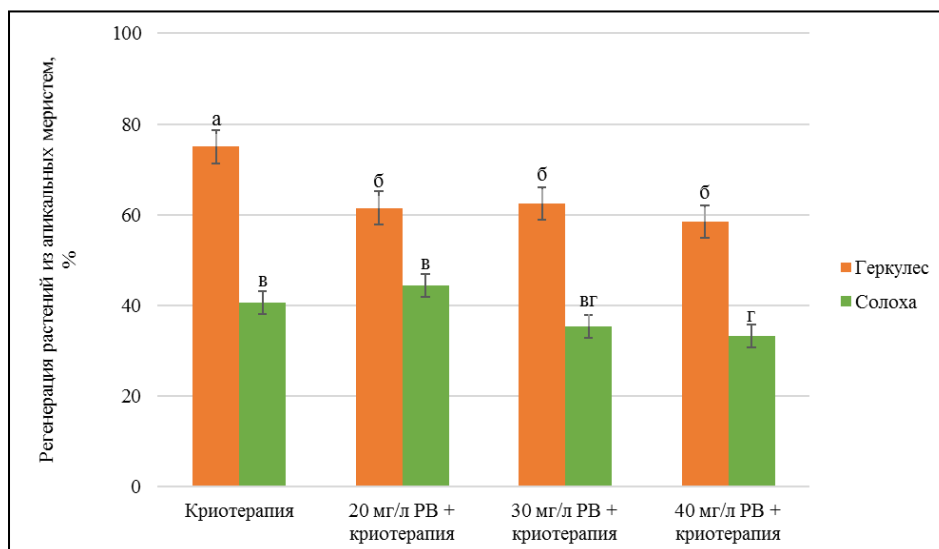
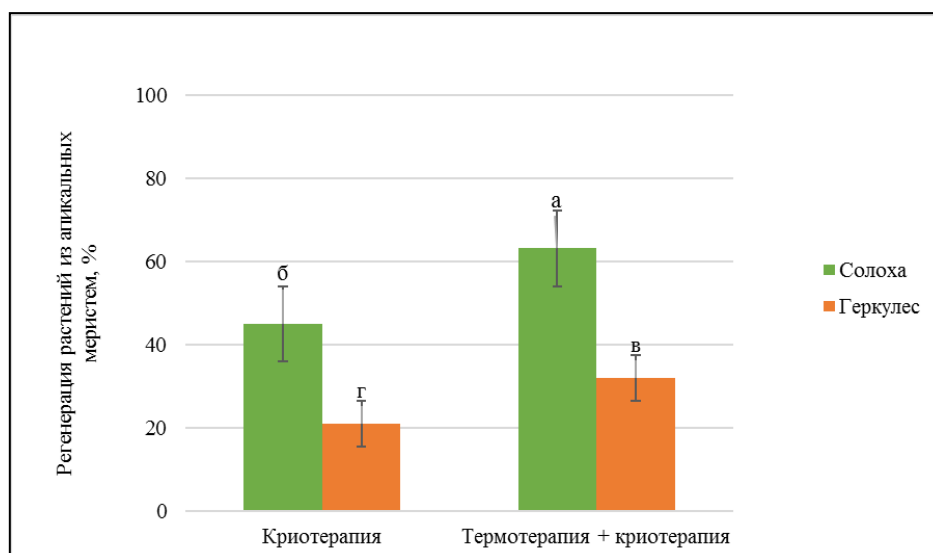


Рисунок 4. Влияние концентрации рибавирина (РВ) при химиотерапии на регенерацию растений из апикальных меристем малины после криотерапии

Примечание. Различия между данными, обозначенными разными буквами, достоверны при $P \leq 0,05$.

Было установлено, что, в отличие от химиотерапии, проведенная термотерапия растений *in vitro* положительно влияла на выживаемость апикальных меристем, регенерированных после криотерапии (рис. 5). У сорта *Солоха* регенерация растений достоверно возрастала с 45,0 % (криотерапия) до 63,2 % (термотерапия + криотерапия). У сорта *Геркулес* с 21,0 до 32,0 %, соответственно (рис. 5).



Примечание. Различия между данными, обозначенными разными буквами, достоверны при $P \leq 0,05$.

Рисунок 5. Влияние термотерапии растений *in vitro* на выживаемость апикальных меристем, регенерированных после криотерапии

В последующей серии экспериментов по оздоровлению растений *in vitro* малины сорта *Малиновая гряда* от вируса RBDV было испытано 6 различных способов обработки (см. табл.). После каждой обработки растения *in vitro* были протестированы на наличие вирусной инфекции.

Т а б л и ц а

Результаты использования различных обработок для элиминации вируса кустистой карликовости малины (RBDV) у сорта *Малиновая гряда*

Метод обработки	Кол-во меристем, шт.	Регенерация растений, шт./%	Процент оздоровленных от RBDV растений <i>in vitro</i>
I способ: термотерапия	9	3 / 33,3 ^б	0
II: термотерапия + криотерапия	11	2 / 18,2 ^г	0
III: химиотерапия	12	6 / 50,0 ^б	0
IV: химиотерапия + криотерапия	10	8 / 80,0 ^а	0
V: химиотерапия + термотерапия	12	8 / 66,7 ^{аб}	37,5 ^б
VI способ: химиотерапия + термотерапия + криотерапия	12	6 / 50,0 ^б	66,7 ^{аб}

Примечание. Режим термотерапии: Растения *in vitro* помещали в термокамеру на 2 недели при переменных температурах (16 ч при 38°C, освещенность 25 $\mu\text{мол}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$; 8 ч при 24°C в темноте). Режим химиотерапии: Растения *in vitro* культивировали на среде Мурашиге–Скуга с добавлением 30 мг/л рибавирина в течение 3 недель при температуре 24°C, освещенности 25 $\mu\text{мол}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$, 16- часовом фотопериоде. Криотерапию проводили с использованием метода PVS2 витрификации. Различия между данными, обозначенными разными буквами, достоверны при $P \leq 0,05$.

В результате исследований было установлено, что проведенные по отдельности термотерапия (I способ) или химиотерапия (III способ) не приводили к элиминации вируса RBDV. Сочетание этих двух обработок с криотерапией (II способ и IV способы) также не давали положительных результатов. Только в случае обработки химиотерапией, комбинированной с термотерапией (V способ), у 37,5 % растений *in vitro* вирус не обнаруживался. Наиболее высокий выход освобожденных от вируса RBDV растений был получен при использовании комбинированной обработки: химиотерапия + термотерапия + криотерапия (VI способ), при этом у 66,7 % растений подтвердилась элиминация от вируса RBDV.

Полученные результаты согласуются с данными зарубежных исследователей [2, 7] о невозможности оздоровить растения малины каким-либо одним методом. В работе Matew et al. [7] двухнедельная химиотерапия на питательной среде с 30 мг/л рибавирина или термотерапия, проведенные по отдельности, так же, как и в настоящем исследовании, не приводили к положительному результату.

Наибольший процент безвирусных растений малины (78,9 %) новозеландскими исследователями также был получен с использованием комбинированной обработки (химиотерапия + термотерапия + криотерапия) [7].

Заключение

В результате проведенной работы было продемонстрировано, что с помощью сочетания трех методов: химиотерапии, термотерапии и криотерапии можно с высокой эффективностью оздоровить растения малины *in vitro* от вируса кустистой карликовости малины (RBDV). Впервые в Казахстане для получения безвирусного растительного материала малины разработан биотехнологический способ, который позволит не только провести оздоровление от фитопатогенов, но и надежно сохранить элитный посадочный материал в криогенном банке.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках Программно-целевого финансирования BR18574099.

Список литературы

- 1 Converse R.N. Virus disease of small fruits / R.N. Converse. — USDA ARS Agricultural Handbook, 1987. — No. 631. — 277 p.
- 2 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. Wang, W.J. Cuellar, M. Rajamaki, Y. Hirata, J.P.T. Valkonen // *Molecular Plant Pathology*. — 2008. — Vol. 9. — P. 237-250. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00456.x>
- 3 Тихонова К.О. Распространенность, вредоносность вирусных болезней и эффективные методы оздоровления малины: дис. ... канд. с.-хоз. наук / К.О. Тихонова. — М., 2016. — 128 с.
- 4 Faccioli G. Virus elimination by meristem tip culture and tip micro grafting / G. Faccioli, F. Marani // *Plant Virus Disease Control*. — St. Paul: APS Press, 1998. — P. 346-380.
- 5 Wang Q. Cryotherapy of the shoot tips: novel pathogen eradication method / Q. Wang, J.P.T. Valkonen // *Trends in Plant Science*. — 2008. — Vol. 14 (3). — P. 119-122. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.11.010>
- 6 Bettoni J.C. Eradication of latent viruses from apple cultivar “Monalisa” shoot tips using droplet-vitrification cryotherapy / J.C. Bettoni, J.A. Souza, G.M. Volk, M. Dalla Costa, F.N. da Silva, A.A. Kretschmar // *Scientia Horticulturae*. — 2019. — Vol. 250. — P. 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.033>
- 7 Mathew L. Efficiency of eradication of *Raspberry bushy dwarf virus* from infected raspberry (*Rubus idaeus*) by *in vitro* chemotherapy, thermotherapy and cryotherapy and their combinations / L. Mathew, H. Tiffin, Z. Erridge, A. McLachlan, D. Hunter, R. Pathirana // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. — 2021. — Vol. 144. — P. 133-141. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01829-y>
- 8 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. Galiakparov, B.M. Reed, S.V. Kushnarenko // *CryoLetters*. — 2016. — Vol. 37, No. 1. — P. 1-9.
- 9 Pathirana R. Removal of leafroll viruses from infected grapevine plants by droplet vitrification / R. Pathirana, A. Maclachan, D. Hedderley, A. Carra, F. Carimi, B. Panis // *Acta Horticulture*. — 2015. — Vol. 1083. — P. 491-498.
- 10 Wang Q. Cryotherapy of potato shoot tips for efficient elimination of *Potato leaf roll virus* (PLRV) and *Potato virus Y* (PVY) / Q. Wang, Y. Liu, Y. Xie, M. You // *Potato Res.* — 2006. — Vol. 49. — P. 119–129. <https://doi.org/10.1007/s11540-006-9011-4>.
- 11 Kushnarenko S. Combined ribavirin treatment and cryotherapy for efficient *Potato virus M* and *Potato virus S* eradication in potato (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro* shoots / S. Kushnarenko, N. Romadanova, M. Aralbayeva, S. Zholamanova, A. Alexandrova, O. Karpova // *In vitro Cellular & Developmental Biology. Plant*. — 2017. — Vol. 53 (4). — P. 425-432. <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9839-0>.
- 12 Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol Plantarum*. — 1962. — Vol. 15. — P. 473-479. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>.
- 13 Kovalchuk I.Y. Cryopreservation of raspberry cultivars: testing techniques for long-term storage of Kazakhstan’s plant germplasm / I.Y. Kovalchuk, T.T. Turdiev, S.V. Kushnarenko, I.R. Rakhimbaev, B.M. Reed // *Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*. — Vol. 4 (Special Issue 1). — 2010. — P. 1-4.
- 14 Aubakirova K. Evaluation of five protocols for DNA extraction from leaves of *Malus sieversii*, *Vitis vinifera* and *Armeniaca vulgaris* / K. Aubakirova, M. Omasheva, N. Ryabushkina, T. Tazhibayev, G. Kampitova, N. Galiakparov // *Genetics and Molecular Research*. — 2014. — Vol. 13 (1). — P. 1278-1287. <https://doi.org/10.4238/2014.February.27.13>.
- 15 Pūpola N. Occurrence of RBDV in Latvia and virus elimination *in vitro* by chemotherapy / N. Pūpola, L. Lepse, A. Kāle, I. Moročko-Bičevska // *Scientific Works of the Lithuanian University of Agriculture*. — 2009. — Vol. 28 (3). — P. 165-172.

16 Антонова О.Ю. Оздоровление малины от вируса кустистой карликовости (RBDV) методом комплексной терапии в культуре *in vitro* / О.Ю. Антонова, С.Е. Дунаева, Ю.В. Ухатова, Н.Ю. Камылина, Н.А. Долганова, О.В. Лисицина, Т.А. Гавриленко // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — Т. 29 (7). — С. 61–64.

17 Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

С.В. Кушнарченко, У.А. Манапканова, Н.К. Рымханова, Т.Т. Турдиев,
Б.А. Жумабаева, К.П. Аубакирова, Н.Н. Галиакпаров

Таңқурай бұталы ергежейлі вирусын жоюдың *in vitro* технологиясын әзірлеу

Таңқурай бұталы ергежейлі вирусы (*Raspberry bushy dwarf virus*) (RBDV) — ең көп таралған және зиянды, таңқурайды зақымдайтын қоздырғыштардың бірі, бұл вирустың түрі дақылдың өнімділігі мен жидек өнімдерінің сапасын айтарлықтай төмендетеді. Зерттеуде *in vitro* жағдайында таңқурайдың «Малиновая гряда» сортын RBDV вирусынан сауықтыру мақсатында әртүрлі әдістердің тиімділігі салыстырылды. RBDV вирусын жою үшін термотерапия, химиятерапия және криотерапия, сондай-ақ осы әдістердің қосындысы сынақтан өтті. Асептикалық өсімдіктердің термотерапиясы арнайы термокамерада ауыспалы температура жағдайында (16 сағат 38°C, 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ жарықта; 8 сағат, 24–26°C, қараңғыда) екі апта аралығында жүргізілді. Химиятерапияда вирусқа қарсы рибавирин препаратының 30 мг/л концентрациясын Мурасиге-Скуг қоректік ортасына қосып, өсімдіктер 4 апта бойы *in vitro* өсірілді. Апикальды меристемалардың криотерапиясы PVS2-витрификация әдісімен жүргізілді. Вирустардың *in vitro* бар болуына өсімдіктерді тестілеу мультиплекс ТаqMan реал-тайм ПТР әдісімен жүргізілді. Жеке жүргізілген термотерапия және химиятерапия, сондай-ақ осы өңдеу әдістерін криотерапиямен біріктіру RBDV вирусын жоюға әкелмегені анықталды. Химиятерапияны термотерапиямен бірге қолданған жағдайда ғана өсімдіктердің 37,5%-да *in vitro* вирус табылған жоқ. RBDV вирусынан тазартылған өсімдіктердің ең жоғары өнімділігі біріктірілген әдісті қолдану арқылы алынды, яғни: химиотерапия + термотерапия + криотерапия, бұл ретте «Малиновая гряда» сорты өсімдіктерінің 66,7% RBDV вирусынан сауықтырылғаны расталды.

Кілт сөздер: *Rubus*, *Raspberry bushy dwarf virus*, химиятерапия, термотерапия, криотерапия, рибавирин, *in vitro* өсімдіктері, вирустар.

S.V. Kushnarenko, U.A. Manapkanova, N.K. Rymkhanova, T.T. Turdiyev,
B.A. Zhumabayeva, K.P. Aubakirova, N.N. Galiakparov

Development of *in vitro* technique for elimination of *Raspberry bushy dwarf virus*

Raspberry bushy dwarf virus (RBDV) is one of the most common and harmful raspberry pathogens, significantly reducing yield of the crop and quality of berries. The efficiency of various methods for RBDV eradication in Malinovaya Gryada variety *in vitro* plant lets was compared. Thermotherapy, chemotherapy and cryotherapy, as well as combinations of these techniques, have been tested to eliminate RBDV. Thermotherapy of aseptic plants was carried out in a growth chamber at alternating temperatures (16 h at 38°C, light intensity 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; 8 h at 24–26°C, darkness) for two weeks. Chemotherapy was carried out by *in vitro* plant culture for 4 weeks on Murashige-Skoog medium with 30 mg/L of ribavirin. For cryotherapy of shoot tips, the PVS2 vitrification technique was used. *In vitro* plants were tested for viruses by multiplex TaqMan real-time PCR. It was found that thermotherapy and chemotherapy alone, as well as the combination of these treatments with cryotherapy, did not result in RBDV elimination. Only when chemotherapy was used in combination with thermotherapy, RBDV was not detected in 37.5% of *in vitro* plants. The highest percentage of RBDV-free plants was obtained using the combined technique: chemotherapy + thermotherapy + cryotherapy, while RBDV elimination was confirmed in 66.7% plants.

Keywords: *Rubus*, *Raspberry bushy dwarf virus*, chemotherapy, thermotherapy, cryotherapy, ribavirin, *in vitro* plants, viruses.

References

- 1 Converse, R.N. (1987). Virus disease of small fruits. USDA ARS Agricultural Handbook, 631.
- 2 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. *Molecular Plant Pathology*, 9, 237–250. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00456.x>

- 3 Tikhonova, K.O. (2016). Rasprostranennost, vredonosnost virusnykh boleznei i effektivnye metody ozdorovleniia maliny [The prevalence, harmfulness of viral diseases and efficient methods of raspberry recovery]. *Candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 4 Faccioli, G. & Marani, F. (1998). Virus elimination by meristem tip culture and tip micro grafting. *Plant Virus Disease Control*. APS Press, St. Paul, MN, 346-380.
- 5 Wang, Q. & Valkonen, J.P.T. (2008). Cryotherapy of the shoot tips: novel pathogen eradication method. *Trends in Plant Science*, 14(3), 119-122. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.11.010>
- 6 Bettoni, J.C., Souza, J.A., Volk, G.M., Dalla Costa, M., da Silva, F.N. & Kretschmar, A.A. (2019). Eradication of latent viruses from apple cultivar "Monalisa" shoot tips using droplet-vitrification cryotherapy. *Scientia Horticulturae*, 250, 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.033>
- 7 Mathew, L., Tiffin, H., Erridge, Z., McLachlan, A., Hunter, D. & Pathirana, R. (2021). Efficiency of eradication of *Raspberry bushy dwarf virus* from infected raspberry (*Rubus idaeus*) by *in vitro* chemotherapy, thermotherapy and cryotherapy and their combinations. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 144, 133-141. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01829-y>
- 8 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.*). *CryoLetters*, 37(1), 1-9.
- 9 Pathirana, R., Maclachlan, A., Hedderley, D., Carra A., Carimi F. & Panis B. (2015). Removal of leaf roll viruses from infected grapevine plants by droplet vitrification. *Acta Horticulture*, 1083, 491-498.
- 10 Wang, Q., Liu, Y., Xie, Y. & You, M. (2006). Cryotherapy of potato shoot tips for efficient elimination of *Potato leaf roll virus* (PLRV) and *Potato virus Y* (PVY). *Potato Research*, 49, 119-129. <https://doi.org/10.1007/s11540-006-9011-4>
- 11 Kushnarenko, S., Romadanova, N., Aralbayeva, M., Zholamanova, S., Alexandrova, A. & 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 Cellular & Developmental Biology. Plant*, 53(4), 425-432. <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9839-0>
- 12 Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plantarum*, 15, 473-479. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- 13 Kovalchuk, I., Turdiev, T.T., Kushnarenko, S.V., Rakhimbaev, I.R. & Reed, B.M. (2010). Cryopreservation of raspberry cultivars: testing techniques for long-term storage of Kazakhstan's plant germplasm. *Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4 (Special Issue 1), 1-4.
- 14 Aubakirova, K., Omasheva, M., Ryabushkina, N., Tazhibayev, T., Kampitova, G. & Galiakparov, N. (2014). Evaluation of five protocols for DNA extraction from leaves of *Malus sieversii*, *Vitis vinifera* and *Armeniaca vulgaris*. *Genetics and Molecular Research*, 13(1), 1278-1287. <https://doi.org/10.4238/2014.February.27.13>
- 15 Pūpola, N., Lepse, L., Kāle, A. & Moročko-Bičevska, I. (2009). Occurrence of RBDV in Latvia and virus elimination *in vitro* by chemotherapy. *Scientific Works of the Lithuanian University of Agriculture*, 28(3), 165-172.
- 16 Antonova, O.Yu., Dunaeva, S.E., Ukhatova, Yu.V., Kamylnina, N. Yu., Dolganova, N.A., Lisitsina, O.V. & Gavrilenko, T.A. (2015). Ozdorovlenie maliny ot virusa kustistoi karlikovosti (RBDV) metodom kompleksnoi terapii v kulture *in vitro* [Recovery of raspberry from Bushy dwarf virus (RBDV) by the method of complex therapy in *in vitro* culture]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 29(7), 61-64 [in Russian].
- 17 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia* [Biometry]. Moscow: Vysshaia shkola [in Russian].

S.A. Mamyrova^{1*}, M.Yu. Ishmuratova²¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;*²*Karaganda University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan***Corresponding author: mamyrova.saule@gmail.com*

The genus *Rhaponticum* in Kazakhstan: species diversity, distribution and prospects for practical use. Review

The article presents information on the species composition and distribution of plants of the genus *Rhaponticum* in Kazakhstan based on literary sources and analysis of herbarium materials. The data of more than 300 samples of the herbarium collections were analyzed, including those from the Institute of Botany and Phytointroduction of the Republic of Kazakhstan, the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Moscow State University, IRPH "Phytochemistry", the Institute of Biology and Soil of the National Academy of Sciences of the Republic of Kyrgyzstan. More than 30 literary sources were analyzed as well. 6 species of the genus *Rhaponticum* were identified within the territory of Kazakhstan, which can be classified according to the following ecological and high-altitude groups. The groups include species growing in the subalpine and alpine meadows of Altai such as *Rhaponticum carthamoides* (Wiild.) Iljin; plain species such as *Rh. serratuloides* (Georgi) Bobr., *Rh. nitidum* Fisch.; plants growing on rocky and gravelly slopes of the Western Tien Shan such as *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., *Rh. aulieatense* Iljin, *Rh. namanganicum* (Iljin) Dittrich. Medicinal species *Rh. carthamoides*, *Rh. serratuloides* and *Rh. karatavicum* were analyzed to research future prospects of their usage. The perspectives of plants having adaptogenic, psychostimulant, tonic, immunostimulating, anabolic, antibacterial, antioxidant, hemorheological, antiviral, cytotoxic, antiprotozoal properties have been noted and discussed to be used in the medicine, food industry, fodder production, landscape design, beekeeping areas.

Keywords: genus *Rhaponticum*, species composition, distribution, *Rhaponticum carthamoides*, *Rh. serratuloides*, *Rh. nitidum*, *Rh. karatavicum*, *Rh. aulieatense*, *Rh. namanganicum*, usage perspectives.

Introduction

Genus *Rhaponticum* Ludw. (family *Asteraceae*) includes 25 species, which are distributed mainly in the temperate latitudes of Europe and Asia. In Kazakhstan, until recently [1], only 5 species of this genus were found: *Rhaponticum carthamoides* (Wiild.) Iljin, *Rh. serratuloides* (Georgi) Bobr., *Rh. nitidum* Fisch., *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., *Rh. aulieatense* Iljin. At the end of the last century, *Rh. namanganicum* Iljin was found on the territory of Kazakhstan, it is an endemic of the Western Tien Shan, previously known to be present only on the territory of Uzbekistan and Kyrgyzstan [2].

The issues of protection, distribution and phytocenology of almost all representatives of this genus are still poorly understood. Significant part of the species needs protection, for example, 3 species are included into the Red Book of the Republic of Kazakhstan [3]. They are *Rh. karatavicum*, *Rh. aulieatense* and *Rh. carthamoides*. The latter one is a famous medicinal plant, which is constantly being depleted due to illegal and uncontrolled harvesting. The last two species to mention were considered endemic to the Republic of Kazakhstan, however, as it turned out later, *Rh. aulieatense* is also found in Kyrgyzstan. Another species, *Rh. namanganicum*, being a narrowly localized endemic of the Western Tien Shan, also needs special protection and inclusion into the Red Book of the Republic of Kazakhstan.

The purpose of this work is to clarify species diversity and distribution of genus *Rhaponticum* representatives on the territory of Kazakhstan, as well as to assess their practical significance.

The obtained data contribute to the study of plants of this genus, which allows planning effective measures for their protection and conservation of the biological diversity of Kazakhstan.

Materials and methods

In order to study the species composition and species distribution of the genus *Rhaponticum* in Kazakhstan, literature data from the Scopus, Pubmed.ncbi, e-library, and research databases were studied out during 60-year period, and an herbarium material was reviewed as well. The herbarium samples reviewed were stored and taken from the Herbarium Fund of the Institute of Botany and Phytointroduction of the Republic of Kazakhstan, the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Moscow

State University, the International Research and Production Holding “Phytochemistry”, the Institute of Biology and Soil of the National Academy of Sciences of the Republic of Kyrgyzstan.

More than 300 herbarium specimens of genus *Rhaponticum* species were reviewed, including 6 Kazakh species. Herbarium samples were collected from different places of the Republic of Kazakhstan and from neighboring regions of other countries, dated by 1898-2020 years.

Results and Discussion

The genus *Rhaponticum* is interesting from a systematic point of view. Thus, the taxonomy of the genus *Rhaponticum* is quite confusing. There are many systematic biologists who interpreted taxonomy differently. It was meticulously characterized by R.V. Kamelin [4], who confirmed the division of this genus into four independent ones: *Rhaponticum* Ludwig., *Stemmacantha* Cass., *Leuzea* DC. And *Fornicium* Cass, basing it on the developments done by Western European botanists. He classified 5 species to belong to genus *Fornicium* Cass, including 2 Kazakh species *Fornicium serratuloides* (Georgi) R. Kam. and *F. carthamoides* (Georgi) R. Kam. He sufficiently substantiated the isolation of these species, formerly belonging to the genera *Rhaponticum*, *Leuzea* and *Fornicium* Cass.

J. Holub [5] assigns all species to the genus *Leuzea* DC., then he divided the genus into 7 subgenera and assigned *Rh. carthamoides* and *Rh. serratuloides* to subgenus *Fornicium*; and other Kazakhstani representatives as *Rh. nitidum*, *Rh. karatavicum*, *Rh. aulieatense*, *Rh. namanganicum* to subgenus *Rhaponticella*.

M. Dittrich [6] classified most of the species, including *Rh. nitidum*, to belong to genus *Stemmacantha*. A.N. Kupriyanov [7] does not agree with him: he believes that *Rh. nitidum* should retain the generic name of *Rhaponticum*.

O. Hidalgo et al. [8], who studied Kazakhstani species (apart from *Rh. namanganicum*), believed that this genus should be divided into 2 groups, as intra generic classification proposed by J. Holub [5] and molecular phylogeny show numerous inconsistencies. Only two of the seven described subgenera are natural groups: the subgenus *Rhaponticella*(Soskov) Holub and subgenus *Leuzea* DC. The authors considered it more appropriate for the genus *Rhaponticum* to be divided into only two subgenera according to genetic characters, which then correspond to the eastern and occidental clades.

However, the authors failed to find a single feature that defines a group by morphological features. The clade *Rhaponticum oriental*, which includes Kazakhstani representatives of this genus, consists mainly of Central Asian species, but also includes species from Central and East Asia, Australia and Eastern Europe. All of them have relatively limited distribution areas, with the exception of two groups of taxa with wider ranges.

One of these groups includes the object of our study *Rh. serratuloides*. In this work, we use the more familiar, accepted in the Kazakhstani taxonomy, extensive interpretation of the genus [1].

As a result of listed materials processing, a map (Fig. 1) was constructed that clearly demonstrates the distribution species from studied genus in the territory of Kazakhstan.

Characteristics of the species composition and distribution of the genus *Rhaponticum*

1. *Rhaponticum carthamoides* (Wiild.) Iljin (= *Leuzea carthamoides* (Wiild.) Iljin), maral root, saflor tärizdesaiudärı (in Kazakh). It is an herbaceous, perennial plant that reaches a height of up to 180-200 cm; it is a mesophyte [3]. Main districts of distribution are within Western and Eastern Siberia, northeast of Middle Asia. It grows in the mountains of Western and Southern Altai, Tarbagatai and Dzungarian Alatau in Kazakhstan [1, 3].

2. *Rh. aulieatense* Iljin (= *Stemmacantha aulieatensis* (Iljin) M. Dittrich, *Centaurea aulieatensis* Iljin, *Leuzea aulieatensis* (Iljin) Holub), aulieataayu dārısıin, in Kazakh). It is a perennial plant, 15-40 cm high. Basal and lower stem leaves are petiolate, and others are sessile. Corolla is pink-purple. The tuft of seeds is white, three-rowed, with a light orange ring. A form with gray felt pubescence is also known and may be found. Environmental group is mesoxerophyte.

Its distribution area is Kirghiz and Talas Alatau, Karatau, Ichkeletau, Aktash Mountain ridges. It grows on stony, rubbly and limestone slopes in the middle belt of mountains, mainly in the belt of juniper forest and xerophytic shrubs. It blossoms in May-June, bears fruits in July [9].

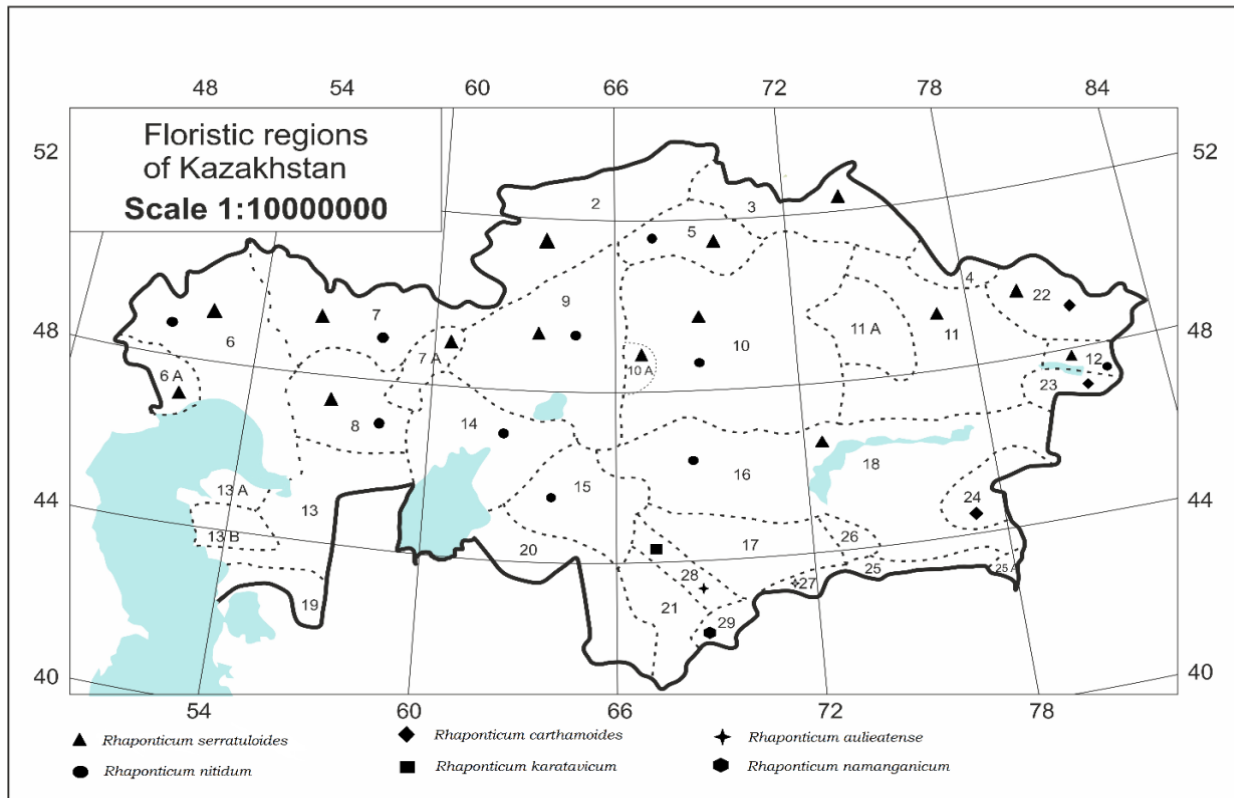


Figure 1. Distribution of species of the genus *Rhaponticum* in Kazakhstan

3. *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., (= *Centaurea karatavica* (Regel & Schmalh.) B. Fedtsch, *Leuzea karatavica* (Regel & Schmalh.) Holub, *Stemmacantha karatavica* (Regel & Schmalh.) Dittrich), karatauyu darisi (in Kazakh). It is a perennial plant, which is 6-12 cm of height. It is distinguished from *Rh. aulieatensis* Iljin by the virtual absence of a stem, by leaves that are curly along the edge, with cartilaginous teeth along the edge [10]. It is a xerophyte. Area of distribution is Karatau, and spurs of the Talas Alatau: Mashat-tau, Daubaba [9].

4. *Rhaponticum namanganicum* (= *Centaurea namanganica* Iljin, *Leuzea namanganica* (Iljin) Holub, *Stemmacantha namanganica* (Iljin) Dittrich). *Rh. namanganicum* is a perennial herbaceous plant with almost stemless growth, as it has very short stems of 3-5 cm in height, with a rosette of basal leaves. It is a xerophyte. According to N.A. Sennikov and G.A. Lazkov [11], these species grow on the southern side of the Chatkal Range in the middle part of the slopes, within rare juniper forest. It can also be found on the northern side of the Chatkal Range and in the Pskem Range [9, 12].

It was firstly found in Kazakhstan by A.A. Ivashchenko [2] on the territory of the Sairam-Ugamsky National Park and the Aksu- Zhabagly Reserve within the Ugamsky Range on the gravel slopes of the subalpine belt (2300-2400 m above sea level).

5. *Rhaponticum serratuloides* (= *Leuzea altaica* Link., *Rhaponticum salinum* Less., *Fornicium serratuloides* (Georgi) R. Kam., *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) Dittrich), tuymebas maral tamyр (in Kazakh) (Fig. 2). It is a perennial herbaceous plant, which is 50-100 cm tall, grows on salt marshes, salty soils and salt marsh meadows. It is a mesoxerophyte, halophyte [13]. It is one of the most widespread representatives of the genus not only in Kazakhstan, but also beyond its borders. This is a typical steppe species within the Pontic — Kazakhstan — Altai range, having a distribution area from Eastern Europe (Romania, Hungary) to Western Siberia [1, 4].

Rh. serratuloides is found on a vast territory in 15 floristic regions of Kazakhstan: on the spurs of Common Syrt, Mugodzhary, Eastern and Western small hills, Ulutau, Altai, as well as in Tobolsk-Ishim, Irtysh, Kokchetau, Caspian, Bukeev, Aktobe, Embensky, Zaisan and Balkhash-Alakul regions [1, 14].



Figure 2. Flowering plant of *Rhaponticum serratuloides*

6. *Rhaponticum nitidum* Fisch. (= *Centaurea nitiida* (Fisch.) B. Fedtsch., *Leuzea nitida* (Fisch.) Holub, *Rhaponticum caspium* Kar., *Stemmacantha nitida* (Fisch. ex DC.) Dittrich), shay–zhaprak (in Kazakh). It takes second place on dissemination and distribution after *Rh. serratuloides* in Kazakhstan. It is found in 10 floristic regions: Betpakdala, Aral, Western Uplands, Aktobe, Emba, Kzyl-Orda, Zaisan, Kyzylkum, Balhash-Alakul, and Western Tien Shan region. It grows in clayey and sandy steppes, along the slopes of remnants, along rocky banks and dry riverbeds on the plains. It is a mesoxerophyte [13] and early growing fodder plant [15].

According to the ecological and altitudinal confinement of species of the genus *Rhaponticum* on the territory of Kazakhstan, taking into account the zonal characteristics of E.I. Rachkovskaya [16], they are able to be divided into the following classes: 1 species representative of the highlands (*Rh. carthamoides*), growing in the subalpine and alpine meadows of the Altai mountain system in the altitude range of 1300-2000 m above sea level. The representatives growing in the mountains of the Western Tien — Shan and inhabitants of gravelly and rocky slopes of low and middle mountains (500-1500 m above sea level) are *Rh. karatavicum* and *Rh. aulieatense*; the one growing on dry rubbly slopes and variegated upper belt (over 2000 m above sea level) is *Rh. namanganicum*. The remaining 2 species are representatives of the plain habitats of steppe and desert zones, *Rh. serratuloides* and *Rh. nitidum*.

It was noted that plant of this genus in Kazakhstan within natural populations was carried out in insufficient volume. Thus, there are separate publications on the ecological and phytocenotic characteristics and resource assessment of the *Rh. carthamoides* [16, 17] and the floristic composition of plant communities with the participation of the *Rh. serratuloides* [18–20]. Unfortunately, to the current date, the features of the ecological confinement and composition of plant communities with the participation of *Rh. nitidum*, *Rh. karatavicum*, *Rh. aulieatense*, *Rh. namanganicum* in Kazakhstan remain unexplored.

Prospects for the practical use of plants of genus Rhaponticum

An analysis of the available literary sources showed that *Rh. carthamoides* is the most studied and widely used plant of genus *Rhaponticum* in medicine, which is also used as an ornamental, melliferous and fodder plant (Table).

Less studied species in terms of use in medicine are *Rh. karatavicum* and *Rh. serratuloides* [21-33]. The latter one, being the most common species, is of great scientific and practical importance, since it has been established that this species contains ecdysterone and sesquiterpene lactones [30, 34] and also have sufficient biomass, unlike other species of this genus. For this reason, it can replace *Rh. carthamoides* as a raw material in pharmaceutical industry

Practical application of some species of the genus *Rhaponticum* in Kazakhstan

Species name	Practical use	References
<i>Rhaponticum carthamoides</i>	In medicine: adaptogenic, psychostimulant, tonic, immunostimulating, anabolic, antibacterial, antioxidant, hemorheological, antiviral. In the food industry, fodder production, as honey — bearing and decorative plant.	21-29
<i>Rhaponticum serratuloides</i>	In medicine: antiviral, cytotoxic, antiprotozoal	30
<i>Rhaponticum karatavicum</i>	In medicine: adaptogenic, antioxidant, antibacterial	31,32
<i>Rhaponticum nitidum</i>	Fodder plant	15

The second largest species *Rh. nitidum* was identified as an early growing fodder plant. There is no information on the practical use of *Rh. aulieatense* and *Rh. namanganicum* in the literature.

Conclusion

Thus, it was found that 6 species of the genus *Rhaponticum* grow on the territory of Kazakhstan. All of them are perennial herbaceous plants and grow in different ecological zones. *Rh. carthamoides* is a representative of the highlands of alpine and subalpine meadows; common species growing on the plains in the steppe and desert zones are *Rh. serratuloides* and *Rh. nitidum*, and these are inhabitants of rocky and gravelly mountain slopes as well. The habitats of the genus *Rhaponticum* plants in Kazakhstan, their ecological groups and prospects for practical application are determined. There are little information related to *Rh. aulieatense* and *Rh. namanganicum* species.

Directions for the practical use of representatives of the genus *Rhaponticum* have been determined in medicine, in the food industry, as fodder, ornamental and honey-bearing plants.

To develop measures for the conservation of species of the genus *Rhaponticum*, further field studies are required, most importantly, the information on the number and condition of populations, anthropogenic pressure, the potential for practical application and conservation ex situ and in situ should be deeply researched.

Список литературы

- 1 Оразова А. Рапонтикум — *Rhaponticum* Adans / А. Оразова // Флора Казахстана. — Алматы: Изд-во АН КазССР, 1966. — Т. 9. — С. 368–373.
- 2 Иващенко А.А. Новые для заповедника Аксу-Джабагы цветковые растения / А.А. Иващенко // Биологическое и ландшафтное разнообразие Казахстана. — Алматы, 1997. — С. 65–66.
- 3 Красная книга Казахстана. — Т. 2. Растения. — Астана 2014. — С. 302.
- 4 Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна) / Р.В. Камелин. — Барнаул, 1998. — 240 с.
- 5 Holub J. Contribution to the Taxonomy and Nomenclature of *Leuzea* DC. and *Rhaponticum* auct. / J. Holub // Folia Geobotanica & Phytotaxonomica. — 1973. — No. 4(8). — P. 377–395.
- 6 Dittrich M. Neukombinationen in der Gattung *Stemmacantha* Cass. (Compositae) mit Bemerkungen zur Typisierung einiger ihrer Arten / M. Dittrich // Candollea. — 1984. — No. 1 (39). — P. 45–49.
- 7 Куприянов А.Н. Конспект флоры Казахского мелкосопочника / А.Н. Куприянов. — Новосибирск: Гео, 2020. — 438 с.
- 8 Hidalgo O. Phylogeny of *Rhaponticum* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae) and Related Genera Inferred from Nuclear and Chloroplast DNA Sequence Data: Taxonomic and Biogeographic Implications / O. Hidalgo, N. Garcia-Jacas, T. Garnatje, A. Susanna // Annals of Botany. — 2006. — No. 97. — P. 705–714.
- 9 Махмедов А.М. Род *Rhaponticum* Adans. — Рапонтикум / А.М. Мамедова // Определитель растений Средней Азии. — Ташкент: ФАН, 1993. — Т. 10. — С. 401.
- 10 Куприянов А.Н. Эндемизм флоры Казахстана (*Asteraceae* Verct. et J. Presl) / А.Н. Куприянов // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2018. — № 24. — С. 15–44.
- 11 Sennikov A.N. Taxonomic corrections and new records in vascular plants of Kyrgyzstan / A.N. Sennikov, G.A. Lazkov // Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica. — 2013. — Vol. 89. — P. 125–138.
- 12 Лазьков Г.А. Эндемики и редкие виды растений Кыргызстана (Атлас) / Г.А. Лазьков, А.П. Умралина. — Анкара, 2015. — С. 210, 211.

- 13 Айпеисова С.А. Конспект флоры Актюбинского флористического округа / С.А. Айпеисова. — Актюбе, 2012. — 175 с.
- 14 Ишмуратова М.Ю. Флора гор Улытау (Центральный Казахстан) / М.Ю. Ишмуратова, Г.Ж. Мырзалы, В.И. Ивлев, А.Н. Матвеев. — Караганда: РИО «Болашак-Баспа», 2016. — 127 с.
- 15 Тимофеев Н.П. Промышленные источники получения экидистероидов. — Ч. II. Ecdysterone: Растения рода *Rhaponticum* (обзор) / Н.П. Тимофеев // В сб. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. — М.: РАЕН, 2007. — Вып. 15. — С. 8–49.
- 16 Rachkovskaya Ye. Map — Scheme of Natural-climatic Areas and Subareas of Kazakhstan / Ye. Rachkovskaya // The National Strategy and Action Plan on Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity of the Republic of Kazakhstan. — Kokshetay, 1999 — P. 46.
- 17 Кубентаев С.А. *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и его ресурсные показатели на хребте Ивановский (Восточный Казахстан) / С.А. Кубентаев, А.Н. Данилова // Вестн. Том. гос. ун-та. Сер. Биология. — 2017. — № 37. — С. 31–46.
- 18 Мырзагалиева А.Б. Фитоценотическая и ресурсная характеристика лезвев сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin) в Казахском Алтае / А.Б. Мырзагалиева, Т.Н. Самарханова // Вестн. Евраз. нац. ун-та им. Л.Н. Гумилева. Сер. Биологические науки. — 2018. — № 3. — С. 55–65.
- 19 Демченко Л.А. Растительный покров Кустанайской области // Материалы к флоре и растительности Казахстана / Л.А. Демченко // Тр. Ин-та ботаники АН КазССР. — 1961. — Т. 10. — С. 57–60.
- 20 Демина О.М. Формация пырея ползучего в степных и полупустынных районах Казахстана / О.М. Демина // Материалы к флоре и растительности Казахстана. — Алма-Ата, 1963. — С. 86–91.
- 21 Mamurova S.A. Floristic composition of plant communities involving *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr in the desert steppes of Kazakhstan / S.A. Mamurova, A.A. Ivashenko // Asian Grassland Conference. — 2022. — P. 64.
- 22 Тулеуов Б.И. Технология фитостероидных препаратов / Б.И. Тулеуов. — Караганда: Гласир, 2017. — 112 с.
- 23 Морозков Н.А. Витаминно-травяная мука из лезвев сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides*) в рационах молочных коров / Н.А. Морозков, Л.С. Терентьева, Е.В. Суханова, В.А. Волошин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2021. — № 4 (22). — С. 570–580.
- 24 Kokoska L. Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum carthamoides*: a review / L. Kokoska, D. Janovsk // Phytochemistry. — 2009. — Vol. 70 (7). — P. 842–855.
- 25 Skała E. The Essential Oils of *Rhaponticum carthamoides* Hairy Roots and Roots of Soil-Grown Plants: Chemical Composition and Antimicrobial, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities / E. Skała, P. Rijo, C. Garcia, P. Sitarek, D. Kalemba, M. Toma, J. Szemraj, D. Pytel, H. Wysokinska, T. Sliwinski // Oxid. Med. Cell. Longev. — 2016. — Vol. 2016. — Article ID 8505384. <https://doi.org/10.1155/2016/8505384>
- 26 Dushkin M. Effects of *Rhaponticum carthamoides* versus *Glycyrrhiza glabra* and *Punicagranatum* extracts on metabolic syndrome signs in rats / M. Dushkin, M. Khrapova, G. Kovshik, M. Chasovskikh, E. Menschikova, V. Trufakin, A. Shurlygina, E. Vereschagin // BMC Complementary and Alternative Medicine. — 2014. — Vol. 14. — P. 33-35. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-33>
- 27 Wu J. Ecdysterones from *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin reduce hippocampal excitotoxic cell loss and upregulate mTOR signaling in rats / J. Wu, L. Gao, L. Shang, G. Wang, N. Wei, T. Chu, S. Chen, Y. Zhang, J. Huang, J. Wang, R. Lin // Fitoterapia. — 2017. — Vol. 119. — P. 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.03.015>
- 28 Били А.Ш. Композиции и способы для улучшенного мышечного метаболизма / А.Ш. Били, М. Мейер, К. Шевалье, Л. Лоренсон, Н. Фольер, М. Роллер, С. Биртик, П.Э.Р. Фансабертон, Л.Д.Фалькао. Патент № 2730853. — 2016.
- 29 Skała E. Antioxidant and DNA Repair Stimulating Effect of Extracts from Transformed and Normal Roots of *Rhaponticum carthamoides* against Induced Oxidative Stress and DNA Damage in CHO Cells / E. Skała, P. Sitarek, M. Różalski, U. Krajewska, J. Szemraj, H. Wysokińska, T. Śliwiński // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. — 2016. — P. 1-11. <https://doi.org/10.1155/2016/5753139>
- 30 Plotnikov M.B. Effect of *Rhaponticum carthamoides* Extract on Structural and Metabolic Parameters of Erythrocytes in Rats with Cerebral Ischemia / M.B. Plotnikov, O.I. Aliev, A.S. Vasil'ev, V. Yu. Andreeva, E.A. Krasnov, G.I. Kalinkina // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. — 2008. — Vol. 146 (1). — P. 45-48.
- 31 Бердин А.Г. Биологически активные вещества *Rhaponticum serratuloides* (Georgi.) Bobr. И *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Спец. 02.00.10 — «Биоорганическая химия» / А.Г. Бердин. — Караганда, 2000. — 24 с.
- 32 Беркенов А.К. Модифицированный экидистероидтар негізінде жаңа субстанцияны химиялық жасау: филос. д-ры (PhD) ... дисс: маманд. 6D074800 – Фармацевтикалық өндіріс технологиясы / А.К. Беркенова — Алматы, 2021. — 158 б.
- 33 Шегебаева А.А. Исследование влияния экстрактов эндемичных видов лекарственных растений на биологические свойства *Lactobacillus fermentum* и *Escherichia coli* / А.А. Шегебаева // Биотехнология. Теория и практика. — 2013. — № 4. — С. 59–62.
- 34 Володина С.О. Экидистероиды растений Урала, Кавказа, российского Дальнего Востока и Китая (выборочный скрининг) / С.О. Володина, В.В. Володин, П.Г. Горовой, К.Г. Ткаченко, Е.В. Новожилова, М.М. Ишмуратова, И.Ф. Чадин, В.А. Канев, Ш. Лей // Turczaninowia. — 2012. — № 4 (15). — С. 58–75.

С.А. Мамырова, М.Ю. Ишмуратова

Қазақстандағы *Rhaponticum* туысы: түрлік алуантүрлілігі, таралуы және тәжірибелік қолдану перспективасы Шолу

Мақалада әдеби дереккөздер мен гербарий материалдарын талдау негізінде *Rhaponticum* туысы өсімдіктерінің Қазақстандағы түрлік құрамы мен таралуы туралы мәліметтер берілген. Қазақстан Республикасы Ботаника және фитоинтродукция институтының, Өзбекстан Республикасы Ғылым академиясы Ботаника институтының, Мәскеу мемлекеттік университетінің, «Фитохимия» ХҒӨХ, Қырғыз Республикасы ҰҒА Биологиялық-топырақ институтының гербарий қорларының 300-ден астам үлгілерінің, сондай-ақ 30-дан астам әдеби дереккөздердің деректері талданды. Қазақстан территориясында *Rhaponticum* туысының 6 түрі анықталды, оларды келесі экологиялық-биіктіктік топтар бойынша жіктеуге болады: Алтайдың субальпілік және альпілік шалғындарында өсетін — *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Hjin; жазықтық түрлер — *Rh. serratuloides* (Georgi) Bobr., *Rh. nitidum* Fisch.; Батыс Тянь-Шаньның тасты және қиыршықтасты баурайларында өсетін *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., *Rh. aulieatense* Hjin, *Rh. namanganicum* (Hjin) Dittrich. *Rh. carthamoides*, *Rh. Serratuloides* және *Rh. karatavicum* дәрілік түрлерін пайдалану перспективасы бойынша деректер талданған. Өсімдіктердің адаптогенді, психостимуляциялаушы, сергітетін, иммуностимуляциялаушы, анаболикалық, бактерияға қарсы, гемореологиялық, вирусқа қарсы, цитотоксикалық, антипротозойлық қасиеттерге ие түрлерінің медицинада қолдану потенциалы, сонымен бірге, тағам өнеркәсібінде, мал азығын өндіруде, ландшафтты дизайнда, ара шаруашылығында қолдану мүмкіндігі атап өтілген.

Кілт сөздер: *Rhaponticum* туысы, түрлік құрам, таралу, *Rhaponticum carthamoides*, *Rh. serratuloides*, *Rh. nitidum*, *Rh. karatavicum*, *Rh. aulieatense*, *Rh. namanganicum*, қолдану перспективасы.

С.А. Мамырова, М.Ю. Ишмуратова

Род *Rhaponticum* в Казахстане: видовое разнообразие, распространение и перспектива практического использования Обзор

В статье представлены сведения по видовому составу и характеру распространения растений рода *Rhaponticum* в Казахстане на основании литературных источников и анализа гербарных материалов. Проанализированы данные более 300 образцов гербарных фондов Института ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан, Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан, Московского государственного университета, МНПХ «Фитохимия», Биолого-почвенного института НАН Республики Кыргызстан, а также более 30 литературных источников. Выявлено, что в пределах территории Казахстана произрастают 6 видов рода *Rhaponticum*, которые можно классифицировать по следующим эколого-высотным группам: виды, произрастающие на субальпийских и альпийских лугах Алтая, — *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Hjin; равнинные виды — *Rh. serratuloides* (Georgi) Bobr., *Rh. nitidum* Fisch.; растения, произрастающие на каменистых и щебнистых склонах Западного Тянь-Шаня, — *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., *Rh. aulieatense* Hjin, *Rh. namanganicum* (Hjin) Dittrich. Проанализированы данные по перспективе использования лекарственных видов *Rh. carthamoides*, *Rh. Serratuloides* и *Rh. karatavicum*. Отмечен потенциал применения растений в медицине, обладающих адаптогенным, психостимулирующим, тонизирующим, иммуностимулирующим, анаболическим, антибактериальным, антиоксидантным, гемореологическим, противовирусным, цитотоксическим, антипротозойным свойствами; в пищевой отрасли, кормопроизводстве, в ландшафтном дизайне, пчеловодстве.

Ключевые слова: род *Rhaponticum*, видовой состав, распространение, *Rhaponticum carthamoides*, *Rh. serratuloides*, *Rh. nitidum*, *Rh. karatavicum*, *Rh. aulieatense*, *Rh. namanganicum*, перспективы использования.

References

- 1 Orazova, A. (1966). Rapontikum — *Rhaponticum* Adans [Raponticum — *Rhaponticum* Adans]. *Flora Kazakhstana — Flora of Kazakhstan*. Almaty: Izdatelstvo Akademii nauk Kazakhskoi SSR, 9, 368–373 [in Russian].
- 2 Ivashchenko, A.A. (1997). Novye dlia zapovednika Aksu–Dzhabagly tsvetkovye rasteniia [New species of flower plants for reserves Aksu-Dzhabagly]. *Biologicheskoe i landshaftnoe raznoobrazie Kazakhstana — Biological and landscape diversity of Kazakhstan*. Almaty, 65–66 [in Russian].

- 3 (2014). Krasnaia kniga Kazakhstana. T. 2. Rasteniia [Red book of Kazakhstan. Vol. 2. Plants]. Astana [in Russian].
- 4 Kamelin, R.V. (1998). Materialy po istorii flory Azii (Altaiskaia gornaia strana) [Materials on history of Asian flora (Altai Mountain country)]. Barnaul [in Russian].
- 5 Holub, J. (1973). Contribution to the Taxonomy and Nomenclature of *Leuzea* DC. and *Rhaponticum* auct. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*, 4(8), 377-395.
- 6 Dittrich, M. (1984). Neukombinationen in der Gattung *Stemmacantha* Cass. (Compositae) mit Bemerkungen zur Typisierung einiger ihrer Arten. *Candollea*, 1(39), 45-49.
- 7 Kupriyanov, A.N. (2020). Konspekt flory Kazakhskogo melkosopochnika [Abstract of flora of Kazakh upland]. Novosibirsk: Geo [in Russian].
- 8 Hidalgo, O., Garcia-Jacas, N., Garnatje, T. & Susanna, A. (2006). Phylogeny of *Rhaponticum* (Asteraceae, Cardueae-Centaureinae) and Related Genera Inferred from Nuclear and Chloroplast DNA Sequence Data: Taxonomic and Biogeographic Implications. *Annals of Botany*, 97, 705-714.
- 9 Makhmedov, A.M. (1993). Rod *Rhaponticum* Adans. — Rapontikum [Genus *Rhaponticum* Adans. — Raponticum]. *Opredelitel rastenii Srednei Azii — Determinant of plants of Middle Asia*. Tashkent, 10, 401 [in Russian].
- 10 Kupriyanov, A.N. (2018). Endemizm flory Kazakhstana (*Asteraceae* Berct. et J. Presl) [Endemism of flora of Kazakhstan (*Asteraceae* Berct. et J. Presl)]. *Botanicheskie issledovaniia Sibiri i Kazakhstana — Botanical study of Siberia and Kazakhstan*, 24, 15-44 [in Russian].
- 11 Sennikov, A.N. & Lazkov, G.A. (2013). Taxonomic corrections and new records in vascular plants of Kyrgyzstan. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 89, 125-138.
- 12 Lazkov, G.A. & Umralina, A.R. (2015). Endemiki i redkie vidy rastenii Kyrgyzstana (Atlas) [Endemics and rare plant species of Kyrgyzstan]. Ankara, 210-211 [in Russian].
- 13 Aipeisova, S.A. (2012). Konspekt flory Aktiubinskogo floristicheskogo okruga [Abstract of flora of Aktiubinsk floristic region]. Aktobe [in Russian].
- 14 Ishmuratova, M.Yu., Myrzaly, G.Zh., Ivlev, V.I. & Matveev, A.N. (2016). Flora gor Ulytau (Tsentralnyi Kazakhstan) [Flora of Ulytau Mountains (Central Kazakhstan)]. Karaganda: RIO «Bolashaq-Baspa» [in Russian].
- 15 Timofeev, N.P. (2007). Promyshlennye istochniki polucheniiia ekdisteroidov. Chast II. Ecdysterone: Rasteniia roda *Rhaponticum* (obzor) [Industrial sources of production of ecdysteroids. Part II. Ecdysterone: Plants of the genus *Rhaponticum* (review)]. *V sbornike: Netraditsionnye prirodnye resursy, innovatsionnye tekhnologii i produkty — In book: Non-traditional natural resources, innovative technologies and products*. Moscow: RANS, 15, 8-49 [in Russian].
- 16 Rachkovskaya, Ye. (1999). Map — Scheme of Natural-climatic Areas and Subareas of Kazakhstan. *The National Strategy and Action Plan on Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity of the Republic of Kazakhstan*. Kokshetay.
- 17 Kubentaev, S.A. & Danilova, A.N. (2017). *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin i ego resursnye pokazateli na khrēbte Ivanovskii (Vostochnyi Kazakhstan) [*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin and its resources parameters in radge Ivanovskii (Eastern Kazakhstan)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya — Bulletin of Tomsk State University. Series Biology*, 37, 31-46 [in Russian].
- 18 Myrzagalieva, A.B. & Samarkhanova, T.N. (2018). Fitotsenoticheskaia i resursnaia kharakteristika levzei saflorovidnoi (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin) v Kazakhstanskom Altai [Phytocenotic and resource characteristics of *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin in Kazakhstan Altai]. *Vestnik Evraziiskogo natsionalnogo universiteta imeni L.N. Gumileva. Seriya Biologicheskie nauki — Bulletin of Eurasian National University named after L.N. Gumilyov. Series Biological sciences*, 3, 55-65 [in Russian].
- 19 Demchenko, L.A. (1961). Rastitelnyi pokrov Kustanaiskoi oblasti. Materialy k flore i rastitelnosti Kazakhstana [Vegetative cover of Kustanay region]. *Trudy Instituta botaniki Akademii nauk Kazakhskoi SSR — Proceedings of Institute of Botany of AS KazSSR*, 10, 57-60 [in Russian].
- 20 Demina, O.M. (1963). Formatsiia pyreia polzuchego v stepnykh i polupustynnykh raionakh Kazakhstana [Creeping wheatgrass formation in steppe and semi-desert regions of Kazakhstan]. *Materialy k flore i rastitelnosti Kazakhstana — Materials to the flora and vegetation of Kazakhstan*. Alma-Ata, 86-91 [in Russian].
- 21 Mamyrova, S.A. & Ivashenko, A.A. (2022). Floristic composition of plant communities involving *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr in the desert steppes of Kazakhstan. *Asian Grassland Conference*.
- 22 Tuleuov, B.I. (2017). Tekhnologiia fitosteoidnykh preparatov [Technology of phytosteroid preparations]. Karaganda: Glasir [in Russian].
- 23 Morozkov, N.A., Terenteva, L.S., Sukhanova, E.V. & Voloshin, V.A. (2021). Vitaminno-travianaia muka iz levzei saflorovidnoi (*Rhaponticum carthamoides*) v ratsionakh molochnykh korov [Vitamin-herbal flour from the left-handed safflower (*Rhaponticum carthamoides*) in the rations of dairy cows]. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka — Agrarian science of Euro-North-East*, 4(22), 570-580 [in Russian].
- 24 Kokoska, L. & Janovsk, J. (2009). Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum carthamoides*: a review. *Phytochemistry*, 70(7), 842-855.
- 25 Skala, E., Rijo, P., Garcia, C., Sitarek, P., Kalembe, D., Toma, M., Szemraj, J., Pytel, D., Wysokinska, H. & Sliwinski, T. (2016). The Essential Oils of *Rhaponticum carthamoides* Hairy Roots and Roots of Soil-Grown Plants: Chemical Composition and Antimicrobial, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities. *Oxid. Med. Cell. Longev.*, 8505384. <https://doi.org/10.1155/2016/8505384>

- 26 Dushkin, M., Khrapova, M., Kovshik, G., Chasovskikh, M., Menshikova, E., Trufakin, V., Shurlygina, A. & Vereschagin, E. (2014). Effects of *Rhaponticum carthamoides* versus *Glycyrrhiza glabra* and *Punicagranatum* extracts on metabolic syndrome signs in rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14, 33-35. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-33>.
- 27 Wu, J., Gao, L., Shang, L., Wang, G., Wei, N., Chu, T., Chen, S., Zhang, Y., Huang, J., Wang, J. & Lin, R. (2017). Ecdysterones from *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin reduce hippocampal excitotoxic cell loss and upregulate mTOR signaling in rats. *Fitoterapia*, 119, 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.03.015>
- 28 Bili, A.Sh., Meier, M., Shevale, K., Lorensen, L., Foler, N., Roller, M., Birtik, S., Fansaberton, P.E.R. & Falkao, L.D. (2016). Kompozitsii i sposoby dlia uluchshennogo myshechnogo metabolizma. Patent № 2730853 [Compositions and Methods for Improved Muscle Metabolism. Patent № 2730853].
- 29 Skała, E., Sitarek, P., Różalski, M., Krajewska, U., Szemraj, J., Wysokińska, H. & Śliwiński, T. (2016). Antioxidant and DNA Repair Stimulating Effect of Extracts from Transformed and Normal Roots of *Rhaponticum carthamoides* against Induced Oxidative Stress and DNA Damage in CHO Cells. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2016/5753139>.
- 30 Plotnikov, M.B., Aliev, O.I., Vasil'ev, A.S., Andreeva, V.Yu., Krasnov, E.A. & Kalinkina, G.I. (2008). Effect of *Rhaponticum carthamoides* Extract on Structural and Metabolic Parameters of Erythrocytes in Rats with Cerebral Ischemia. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 146(1), 45-48.
- 31 Berdin, A.G. (2000). Biologicheski aktivnye veshchestva *Rhaponticum serratuloides* (Georgi.) Bobr. i *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin [Biological active compounds of *Rhaponticum serratuloides* (Georgi.) Bobr. and *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Karaganda [in Russian].
- 32 Berkenov, A.K. (2021). Modifitsirlengen ekdisteroidtar negizinde zhana substantsiiany khimiialyk zhasau [Modification of ecdysteroids and development of new substances]. *Dostor's (PhD) thesis*. Almaty [in Kazakh].
- 33 Shegebaeva, A.A. (2013). Issledovanie vliianiia ekstraktov endemichnykh vidov lekarstvennykh rastenii na biologicheskie svoistva *Lactobacillus fermentum* i *Escherichia coli* [Study influence of extracts of endemic plants on biological features of *Lactobacillus fermentum* and *Escherichia coli*]. *Biotekhnologiya. Teoriia i praktika — Biotechnology. Theory and Practice*, 4, 59-62 [in Russian].
- 34 Volodina, S.O., Volodin, V.V., Gorovoi, P.G., Tkachenko, K.G., Novozhilova, E.V., Ishmuratova, M.M., Chadin, I.F., Kanev, V.A. & Lei, Sh. (2012). Ekdisteroidy rastenii Urala, Kavkaza, rossiiskogo Dalnego Vostoka i Kitaia (vyborochnyi skrining) [Ecdysteroids from plants of Ural, Caucasus, Russian Far East and China (separated screening)]. *Turczaninowia*, 4(15), 58-75 [in Russian].

Р.Т. Мусина^{1*}, А.К. Зейниденов¹, М.М. Силантьева²¹Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан;²Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

*Автор для корреспонденции: rosanna_1983@mail.ru

Лазерная биостимуляция семенного материала *Lychnis chalconica*

В статье представлены данные о влиянии лазерного облучения на показатели жизнеспособности семенного материала *Lychnis chalconica*, рассмотрена динамика прорастания семян и проанализированы морфометрические параметры проростка. Семенной материал исследуемого вида предварительно депонировался в течение суток в парах жидкого азота, затем подвергался воздействию ионизирующего излучения в течение 30 с, 1, 2, 4 мин. В результате проведенных исследований было установлено, что лазерная биостимуляция приводит к улучшению показателей прорастания на 2,75 % по сравнению с контролем, то есть наблюдается 100-процентная всхожесть. Семена начинают прорастать на 2-е сутки, тогда как в контроле на 3-и сутки. Морфометрические параметры проростков изменились незначительно, но оказались более жизнеспособными по сравнению с контролем. Рекомендуется семена предварительно депонировать в жидком азоте, а затем облучать He-Ne лазером в течение 1 либо 4 мин.

Ключевые слова: семена, *Lychnis chalconica*, облучение, He-Ne лазер, криохранение, всхожесть, энергия прорастания, морфометрические параметры.

Введение

Изучение влияния лазерной биостимуляции в настоящее время является весьма перспективным направлением, так как воздействующие высоко когерентное излучение способствуют повышению урожайности хозяйственно-полезных культур и улучшению показателей прорастания семенного материала. Существует предпосевная обработка семян пищевых и кормовых культур. Но мало изучены вопросы биостимуляции семян лекарственных и декоративных растений, а также возможность криогенного хранения облученных семян в парах жидкого азота.

На основании проведенного анализа научных статей и монографий было определено положительное влияние лазерной биостимуляции на урожайность сельскохозяйственных культур, путем предпосевной обработки. В научных исследованиях различных ученых все чаще рассматриваются механизмы воздействия и лазерное облучение на растительный организм на молекулярно-генетическом уровне. Наблюдается улучшение показателей жизнеспособности семенного материала, за счет снижения грибковой и бактериальной активности, молодые проростки оказываются наиболее жизнеспособными. В семенах при воздействии лазерного луча происходит поглощение лучей отдельными структурами семенной оболочки, клетками эндосперма и зародыша, в дальнейшем наблюдается его вторичное излучение, в результате чего наблюдается энергообмен между семенами. Одним из основных свойств лазерной биостимуляции является монохроматичность луча. Подобная фотоактивация катализирует биохимические процессы на клеточном уровне и стимулирует рост и развитие проростка.

В результате антропогенной нагрузки на естественные фитоценозы ежегодно происходит фрагментация местообитания, снижение биологической продуктивности, резкое обеднение видового состава растительных сообществ, в результате сокращения численности [1–4]. В связи с этим возникает необходимость сохранения биологического разнообразия видов различными способами, одним из перспективных способов является сохранение растительных образцов в парах жидкого азота [5, 6].

В настоящее время проводятся различные научные исследования, посвященные изучению воздействия, лазерное облучение на растительный организм, сохранение жизнеспособности семян хозяйственно-полезных видов растений, в том числе и лекарственных.

Одним из таких мало изученных растений является декоративно-лекарственный вид *Lychnis chalconica* L. (сем. *Caryophyllaceae*). Данный вид обладает противовоспалительными и антимикотическими свойствами, является хорошим медоносом, морозостоек, засухоустойчив [7].

Материалы и методы исследования

В лабораторных исследованиях был использован семенной материал *L. chalconica*. Это многолетнее травянистое корневищное растение, достигающее в высоту до 100 см, с головчатыми шаровидными соцветиями до 10 см в диаметре, расположенными на верхушке побега [8].

Было проведено 2 варианта эксперимента: семена предварительно погружались в сжиженный азот на одни сутки, затем подвергались облучению гелий-неоновым лазером в течение 30 с, 1, 2 и 4 мин; семена, облученные лазером, высевались в чашки Петри. Длина волны лазерного луча составила 632,8 нм, а интенсивность воздействия — 5 мВт/см².

Замораживание семенного материала изучаемого вида осуществляли в криобирках в сосуде Дьюара в течение 24 ч при температуре –196°С [9].

Сразу после проведенных манипуляций семена высевали в чашки Петри на увлажненной дистиллированной водой фильтровальной бумаге в 4-кратной повторности. Семенной материал до посева подвергался протравливанию 0,5 % перманганатом калия в течение 5–6 мин. Чашки Петри с исследуемыми семенами помещали в климатическую камеру с постоянным температурным режимом +24 °С.

Исследование всхожести и энергии прорастания семенного материала производили согласно методическим указаниям М.С. Зориной и С.П. Кабанова [10], М.В. Мальцевой [11]. Наблюдения за ростом и развитием проростка проводили в течение 14 дней с момента наклевывания семени. Статистическую обработку данных, полученных в результате эксперимента, проводили согласно методическим указаниям Н.Л. Удольской [12] и с использованием онлайн калькулятора *medstatistic.ru* [13].

Результаты и их обсуждение

При проведении исследований было изучено влияние лазерной биостимуляции на жизнеспособность семенного материала *L. chalconica* была рассмотрена динамика прорастания семян. Семена исследуемого вида облучались лазерным лучом в течение 30 с, 1, 2 и 4 мин, затем оценивалась энергия прорастания и всхожесть семян с контрольной группой.

Всхожесть и энергия прорастания семенного материала наблюдались у семян, облученных лазерным лучом в течение 2 мин без предварительного нахождения в жидком азоте, и в варианте опыта с предварительной криоконсервацией в течение суток с последующим облучением в течение 1 и 4 мин — 100±0%, по сравнению с контрольными значениями показатели улучшились на 2,5 % (рис. 1, 2).

В вариантах опыта с облученным семенным материалом в течение 1 и 4 мин без предварительного криохранения оказалось, что энергия прорастания сравнима с показателями контрольной группы. А при облучении семян в течение 2 мин данный показатель увеличился на 2,5 %, в случае с воздействием ионизирующего излучения в течение 30 с — снизился на 5 %.

Проанализировав показатель энергии прорастания семян с предварительной криоконсервацией, было установлено увеличение на 2,5 % в варианте эксперимента с воздействием лазерного луча в течение 1 и 4 мин, снижение данного показателя наблюдалось у семян, облученных в течение 30 с на 2,5 %, 2 мин — 51,25 %.

Всхожесть семян исследуемого вида сравнима с контрольными значениями в следующих вариантах опыта: облученных в течение 4 мин без предварительного криохранения, подвергнутых воздействию ионизирующего излучения в течение 30 с и 2 мин с предварительным нахождением в течение суток в парах жидкого азота. В остальных вариантах эксперимента всхожесть увеличилась на 2,5 %.

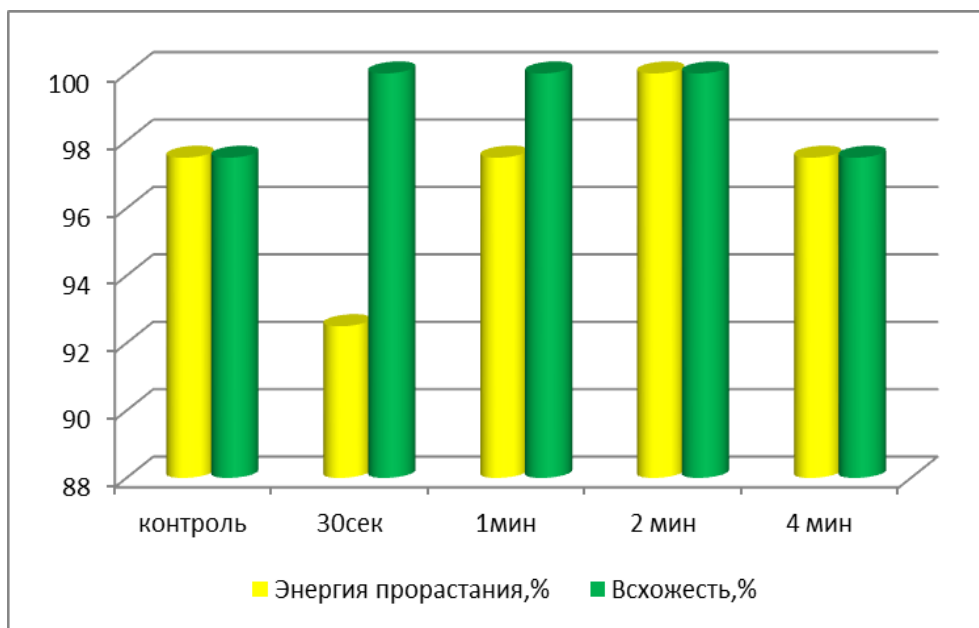


Рисунок 1. Показатели прорастания семян *Lychnis chalcedonica*, облученных лазерным лучом без предварительной криоконсервации

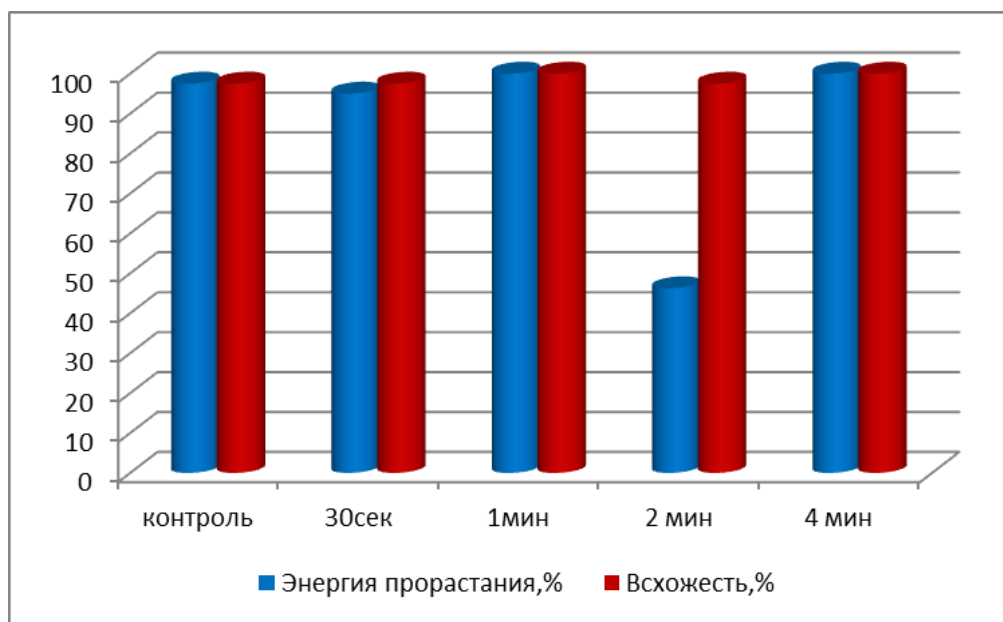


Рисунок 2. Жизнеспособность семенного материала *Lychnis chalcedonica* с предварительным криогенным хранением и последующим облучением лазером

Рассмотрев динамику прорастания семенного материала *L. chalcedonica* в различных вариантах эксперимента, было установлено, что облученные семена в течение 1, 2, 4 мин без предварительного криохранения начинают прорастать на 3-и сутки, а также семена, предварительно находившиеся в сжиженном азоте в течение 24 ч с последующим облучением в течение 30 с, 1, 2 и 4 мин. На 5-е сутки наблюдалось прорастание семян, облученных в течение 30 с, без предварительной криоконсервации. По сравнению с контрольными образцами, облученные семена прорастают быстрее на 1-е сутки (табл. 1).

Таблица 1

Динамика прорастания облученных лазерным лучом семян *Lychnis chalconica*

Дни прорастания	Контроль	Всхожесть, %							
		без криоконсервации				с криоконсервацией			
		30 с	1 мин	2 мин	4 мин	30 с	1 мин	2 мин	4 мин
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	30,0± 11,55	20,0± 6,67	15,0± 3,33	40,0± 10,54	52,5± 8,6	27,5± 5,53	35,5±10
4	97,5± 2,89	-	30,0± 11,55	100,0±0	55,0± 7,45	40,0± 10,54	52,5± 8,6	27,5± 5,53	35,5±10
5	97,5± 2,89	92,5±5,53	97,5± 2,9	100,0	84,75± 14,03	95,0± 3,33	100,0	97,5± 2,9	100,0
6	97,5± 2,89	92,5±5,53	100,0	100,0	97,5± 2,9	95,0± 3,33	100,0	97,5± 2,9	100,0
7	97,5± 2,89	100,0	100,0	100,0	97,5± 2,9	95,0± 3,33	100,0	97,5± 2,9	100,0
8	97,5± 2,89	100,0	100,0	100,0	97,5± 2,9	95,0± 3,33	100,0	97,5± 2,9	100,0
9	97,5± 2,89	100,0	100,0	100,0	97,5± 2,9	95,0± 3,33	100,0	97,5± 2,9	100,0
10	97,5± 2,89	100,0	100,0	100,0	97,5± 2,9	95,0± 3,33	100,0	97,5± 2,9	100,0

Изучено влияние лазерной биостимуляции на морфометрические параметры проростка. Установлено, что проростки, выросшие из семян без предварительного криогенного хранения, облученные в течение 30 с и 1 мин имеют меньшую длину корешка по сравнению с контролем в среднем на 0,86 мм, но большую длину гипокотилия в среднем на 4,62 мм. Длина семядолей превышает контрольные значения в среднем на 1,28 мм, а высота растений на 2,3 мм. С воздействием на семена ионизирующего излучения в течение 2 и 4 мин продемонстрировали удлинение корешка в среднем по сравнению с контрольной группой на 5,15 мм, гипокотилия на 2,33 мм, семядолей на 0,76 мм, высоты проростка на 3,95 мм. В вариантах опыта с предварительным хранением семян в парах жидкого азота и последующем облучении наблюдалось увеличение морфометрических параметров проростков: длина корешка в среднем увеличилась на 1,67 мм, длина гипокотилия уменьшилась в среднем на 0,94 мм, длина семядолей увеличилась на 1,41 мм, ширина семядолей изменилась незначительно, на 0,06 мм, высота проростка в среднем уменьшилась на 1,09 мм (табл. 2)

Таблица 2

Морфометрические параметры проростков *Lychnis chalconica* в различных вариантах эксперимента с применением лазерной биостимуляции

Параметры проростка	Контроль	Без предварительного криохранения				С предварительным криохранением			
		30 с	1 мин	2 мин	4 мин	30 с	1 мин	2 мин	4 мин
Длина корешка, мм	17,2± 0,8	16,64±1,05	16,04±2,5	17,05±0,01	22,5± 1,6	17,46± 1,04	20,09± 0,79	18,27±0,27	19,68± 1,37
Длина гипокотилия, мм	10,8± 0,35	16,78±1,25	14,07±0,06	13,75±1,68	12,62± 1,72	10,08± 0,42	10,05± 0,08	9,7±1,2	9,25± 1,7
Длина семядолей, мм	3,0± 0,25	4,81± 0,33	3,76± 1,5	3,01± 0,02	2,25±1,6	4,38±0,3	4,71± 0,11	3,65± 2,5	4,90± 0,19
Ширина семядолей, мм	1,25± 0,2	1,25± 0,01	1,26± 0,07	1,27± 0,1	1,35± 0,01	1,27±0,5	1,25±0,5	1,35± 0,6	1,27± 0,17
Высота растения, мм	30,5± 0,4	33,01±1,04	32,25±1,02	29,7± 1,07	35,27± 1,07	27,64± 1,04	30,70± 0,99	30,07±0,8	29,23± 1,41

Исходя из изложенного выше можно сделать вывод, что лазерная биостимуляция положительно влияет на развитие проростков. Наблюдается незначительное изменение в морфометрических параметрах, в целом, проростки хорошо развиты. При использовании предварительного криохранения семян исследуемого вида и последующего облучения, семена дают более жизнеспособные проростки, хорошо развит корешок с придаточными корешками, высота проростка меньше на 1,09 мм, чем в контрольной группе, но, тем не менее, молодое растение имеет лучшие жизненные показатели.

Таким образом, облученные He-Ne лазером семена *L. chalconica* продемонстрировали показатели прорастания, сравнимые с контрольными значениями, в отдельных вариантах опыта наблюдалось увеличение жизнеспособности на 2,5 %, проростки хорошо развиты и оказались более жизнеспособны, по сравнению с контрольной группой. В экспериментах установлено лучшее время воздействия ионизирующего излучения — 1–4 мин, с предварительным криохранением семян.

Заклучение

Согласно проведенному патентно-информационному поиску было установлено, что лазерная биостимуляция оказывает положительное воздействие на показатели жизнеспособности семян испытуемого вида и на онтогенез проростков. В целях долгосрочного депонирования рекомендуется семяна *L. chalconica* предварительно депонировать в парах жидкого азота, а затем воздействовать He-Ne лазером в течение 1–4 мин.

Исследования выполнены в рамках грантового проекта Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, № AP09259548.

Список литературы

- 1 Флора Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1964. — Т. 7. — 345 с.
- 2 Мухитдинов Н.М. Лекарственные растения / Н.М. Мухитдинов, Г.Н. Паршина. — Алматы: Қазақ университеті, 2002. — 313 с.
- 3 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — 200 с.
- 4 Красная книга Казахстана. — Т. 2. Растения. — Астана: ТОО Арт Print XXI, 2014. — 452 с.
- 5 Dixit S. Cryopreservation: a potential tool for long-term conservation of medicinal plants / S. Dixit, A.A. Narula, P.S. Srivastava // Plant Biotechnology and Molecular Markers. — New-Delhi: Anamaya Publisher, 2004. — P. 278–288. https://doi.org/10.1007/1-4020-3213-7_19
- 6 Chen S.-L. Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress and prospects / S.-L. Chen, H.-M. Luo, Q. Wu, C.-F. Li, A. Steinmetz // Chinese Medicine. — 2016. — Vol. 11 (37). — P. 2–10. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0108-7>
- 7 Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия: учеб. пос. / под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. — СПб.: Специальная литература, 2004. — 763 с.
- 8 Байтенов М.С. Флора Казахстана / М. С. Байтенов. — Алматы: Ғылым, 2001. — 331 с.
- 9 Додонова А.Ш. Рекомендации по криоконсервации семенного материала лекарственных и эндемичных видов растений / А.Ш. Додонова, Е.А. Гаврилькова, М.Ю. Ишмуратова, С.У. Глеукунова. — Караганда: Полиграфист, 2017. — 76 с.
- 10 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.
- 11 Мальцева М.В. Пособие по определению посевных качеств семян лекарственных растений / М.В. Мальцева. — М., 1950. — 56 с.
- 12 Удольская Н.Л. Методика биометрических расчетов / Н.Л. Удольская. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 45 с.
- 13 Medstatistic. Сайт для статистической обработки данных. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://medstatistic.ru/>

Р.Т. Мусина, А.К. Зейниденов, М.М. Силантьева

***Lychnis chalconica*–ның тұқымдық материалының лазерлік биостимуляциясы**

Мақалада *Lychnis chalconica*–ның тұқымдық материалының өміршеңдік көрсеткіштеріне лазерлік сәулеленудің әсері туралы мәліметтер келтірілген, тұқымның өну динамикасы қарастырылған және өскіннің морфометриялық параметрлері талданған. Зерттелетін түрдің тұқымдық материалы бір тәулік ішінде сұйық азот буларында алдын-ала сақталды, содан кейін 30 секунд, 1, 2, 4 минут ішінде иондаушы сәулелендіру әсеріне ұшырады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде лазерлік биостимуляцияның бақылаумен салыстырғанда өну көрсеткіштерінің 2,75% жақсаруына әсер ететіні анықталды, яғни 100% өну байқалған. Тұқымдар 2 тәулікте, ал бақылауда 3 тәулікте өсе бастайды. Көшеттердің морфометриялық өлшемдері айтарлықтай өзгерген жоқ, бірақ бақылаумен салыстырғанда өміршен

болды. Тұқымдарды алдымен сұйық азотқа салып, содан кейін 1 немесе 4 минут бойы He-Ne лазермен сәулелендіру ұсынылған.

Кілт сөздер: тұқымдар, *Lychnis chalconica*, сәулелендіру, He-Ne лазері, криосақтау, өңгіштік, өну қарқыны, морфометриялық өлшемдер.

R.T. Musina, A.K. Zeinidenov, M.M. Silantieva

Laser biostimulation of seed material *Lychnis chalconica*

The article presents data on the effect of laser irradiation on the viability of the seed material of *Lychnis chalconica*, considers the dynamics of seed germination, and analyzes the morphometric parameters of the seedling. The seed material of the studied species was previously deposited for a day in liquid nitrogen vapor, then exposed to ionizing radiation for 30 seconds, 1, 2, 4 minutes. As a result of the studies, it was found that laser biostimulation leads to an improvement in germination rates by 2.75% compared to the control, i.e. 100 % germination is observed. Seeds begin to germinate on the 2nd day, while in the control on the 3rd day. The morphometric parameters of the seedlings did not change significantly, but turned out to be more viable compared to the control. It is recommended to pre-deposit the seeds in liquid nitrogen, and then irradiate with a He-Ne laser for 1 or 4 minutes.

Keywords: seeds, *Lychnis chalconica*, irradiation, He-Ne laser, cryopreservation, germination, germination energy, morphometric parameters.

References

- 1 (1964). Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 2 Mukhitdinov, N.M. & Parshina, G.N. (2002). Lekarstvennye rasteniia [Medicinal plants]. Almaty: Qazaq university [in Russian].
- 3 Grudzinskaia, L.M., Gemejjeva, N.G., Nelina, N.V. & Karzhaubekova, Zh.Zh. (2014). Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [Annotated lists of medicinal plants of Kazakhstan]. Almaty [in Russian].
- 4 (2014). Krasnaia kniga Kazakhstana. T. 2. Rasteniia [The red book of Kazakhstan. Vol. 2. Plants]. Astana: «Art Print XXI» Ltd [in Russian].
- 5 Dixit, S., Narula, A.A. & Srivastava, P.S. (2004). Cryopreservation: a potential tool for long-term conservation of medicinal plants. *Plant Biotechnology and Molecular Markers*. New-Delhi: Anamaya Publisher, 278–288. https://doi.org/10.1007/1-4020-3213-7_19.
- 6 Chen, S.-L., Luo, H.-M., Wu, Q., Li, C.-F. & Steinmetz, A. (2016). Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress and prospects. *Chinese Medicine*, 11(37), 2–10. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0108-7>.
- 7 Lekarstvennoe rastitelnoe syre. Farmakognozia: Uchebnoe posobie [Medicinal raw materials. Pharmacognosy. Manual]. Saint-Petersburg: Nauka [in Russian].
- 8 Baitenov, M.S. (2001). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Almaty: Gylym [in Russian].
- 9 Dodonova, A.Sh., Gavrilkova, E.A., Ishmuratova, M.Yu. & Tleukenova, S.U. (2017). *Rekomendatsii po kriokonservatsii semennogo materiala lekarstvennykh i endemichnykh vidov rastenii [Recommendation on cryopreservation of seed materials of medicinal and endemic plants]*. Karaganda: Polygraphist [in Russian].
- 10 Zorina, M.S. & Kabanov, S.P. (1987). Opredelenie semennoi produktivnosti i kachestva semian introdutsentov [Determination of seed productivity and quality of seeds of introduced plants]. *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy — Methodology of introduction study in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka, 75–85 [in Russian].
- 11 Maltseva, M.V. (1950). Posobie po opredeleniiu posevnykh kachestv semian lekarstvennykh rastenii [Manual for determination of seed quality of medicinal plants]. Moscow [in Russian].
- 12 Udolskaia, N.L. (1976). Metodika biometricheskikh raschetov [Methodic of biometric accounts]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 13 Medstatistic. Sait dlia statisticheskoi obrabotki dannykh [Medstatistic. Site for statistical data processing]. Retrieved from <https://medstatistic.ru/> [in Russian].

Zh. Olzhabayeva*, B. Abdullaeva, I. Zharkova, A. Tukpetova

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

**Corresponding author: zhanna.olzhabayeva1@gmail.com*

Study of changes in the histological structure of the gills of carp and zander living in lake Balkhash

The problem of adaptation and reactivity of an organism to various environmental factors is one of the central problems in theoretical and practical biology. At present, the attention of researchers is especially attracted by the issues of ecological adaptation. Morphological works that shed light on the corresponding structural and functional rearrangements of fish gills in connection with their ecology are still poorly understood. In particular, the issues of comparative morphological assessment of the adaptive responses of gas exchange organs have not been developed. The impact of the enterprises of the metal and mining complex is reflected in the tissues of the organs of fish. Thus, environmental factors, such as the accumulation of heavy metals in water, subject the fish body to a structural and functional rearrangement, thereby changing the normal tissue structure. In this regard, the purpose of the study was to study changes in the histological structures of the gills of carp and zander living in Lake Balkhash. Changes in the tissue structure of the gill arch of fish were in the form of emerging pathologies, the frequency of which was noted using a comparative analysis. For the implementation of this work, a histological, morphometric and statistical study of the tissues of the gills of the studied fish individuals was also carried out. The following pathological processes were observed in the structure of the gills of carp and zander: changes in the shape of secondary lamellae, hyperplasia of the gill epithelium, necrosis and edema of the respiratory epithelium, as well as foci of hemorrhages. The detected changes in the histological structures of fish gills indicate the impact of external environmental factors, one of which, in this article, is the accumulation of heavy metals in water. This study was carried out from a natural ecosystem, thus, literary sources are used to compare the data obtained.

Keywords: gills pathology, heavy metals, lamellae, hemorrhages, necrosis, hyperplasia, carp, zander.

Introduction

The intense impact of human impact on the environment leads to serious disturbances in the functioning of ecosystems [1]. A good example is Lake Balkhash, which belongs to the Ile-Balkhash basin, the territory of which has recently been subjected to high environmental stress due to anthropogenic and natural factors and, accordingly, requires regular monitoring of the environment. The most convenient method for ecomonitoring of aquatic ecosystems is the study of the morphological and histological characteristics of the internal organs of fish [2-4], which is able to reflect the dynamics of biotope destruction. The internal organs of fish are characterized by selective accumulation of xenobiotics [5], while substances that pollute ecosystems accumulate in organs such as gills, liver, endocrine glands, gastrointestinal tract and kidneys [6, 7]. A particularly sensitive organ in fish is the gills, which are responsible for respiration and maintenance of osmotic pressure and acid-base balance of body fluids [8]. They play an important role in the excretion of toxic metabolic products and in maintaining food drainage [9]. Since a large surface area of the gills is in contact with the external environment, they are sensitive to even minor chemical or physical changes in the environment and are a target organ for many pollutants [10, 11]. Water flowing through the gills exposes the organ to constant contact with toxic substances [12], which is expressed in morphological and histological changes in organ structures [13]. The most dangerous chemical pollutants include heavy metals, which, when they enter the body of fish, accumulate in the organs, causing pathological processes. In this regard, the purpose of the study is to study changes in the histological structures of the gills of the carp and zander of Lake Balkhash, which can be caused by heavy metals.

Experimental

The research material is common carp (*Cyprinus carpio*) and common zander (*Sander lucioperca*). For the study, fish was caught from 2 points of Lake Balkhash. From each point, 10 individuals of both sexes of carp and zander were taken. The total number of fish is 20.

For histological analysis, the gills of carp and zander were selected, caught on the western coast of Lake Balkhash, Almaty region, Zhambyl district, Ulken village (45°12'18"N 73°58'53"E) and Karaganda region,

Aktogay district, Torangylyk village (46°46'21"N 74°49'52"E) in spring (Fig. 1). The most important indicator of the quality of the habitat of hydrobionts is the degree of water purity in terms of the content of heavy metals. In this regard, heavy metals were determined in all collected water samples according to practical guidelines. The determination of HM was carried out after appropriate sample preparation on an MGA-915 MD atomic absorption spectrophotometer (St. Petersburg).

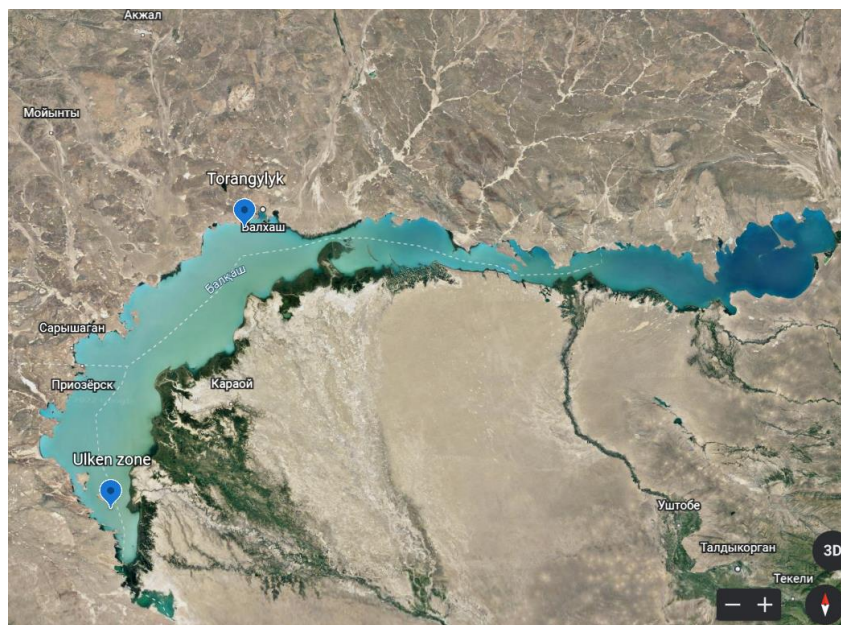


Figure 1. Points of catching fish of Lake Balkhash

The material for bio indicative research was processed and fixed in the field. For histological examination, fixation was carried out in 10% neutral formalin [14, 15]. Dehydration and compaction of the histological material was performed according to the standard technique [16, 17]. Sections were made on a rotary microtome with a thickness of no more than 4-5 μm . From gills, sections were made in the amount of at least 15 glass slides. Sections were stained with survey dyes, hematoxylin and eosin [18]. Histological preparations were analyzed under a Micros MC-20 light microscope. Digital micrographs were obtained using a Leica DMLB2 microscope with a Leica DFC 320 digital camera. Morphometric processing was carried out using the Bio Vision program, and statistical processing was carried out using Microsoft Excel.

Results and Discussion

In the studied individuals of carp and zander, the gills had a classical structure, and were represented by primary gill filaments, from which secondary gill filaments departed. A hyaline cartilaginous arch was located at the base of the gill filaments. The gill lobe was externally covered with primary gill epithelium, which consisted of several layers of squamous respiratory cells. In addition to respiratory cells, the primary gill epithelium contained rounded rod cells and numerous mucous cells. In most lamellae, edema of the primary gill epithelium was observed, the intensity of which was more pronounced in the basal layer (Fig. 2) and proliferation of respiratory cells, which often led to fusion of the secondary gill filaments. The secondary gill filaments in most individuals were curved and club-shaped. The basis of the secondary lobes was columnar cells, between which arterioles were located. Outside, the lamellae were covered with a single-layered squamous epithelium, among which there were large mucous cells. In addition, edema of the secondary gill epithelium was noted, and its exfoliation. In the gills, there was also a violation of the vascular bed in the form of vascular destruction, leading to the formation of extensive hemorrhages, and necrosis of the respiratory epithelium (Fig. 3). The incidence of detected pathological disorders of the gills is shown in Table 1. According to Table, most often in the gills of carp and zander caught in the Ulken zone, changes in the shape of lamellae were noted ($21.34 \pm 0.87\%$ and $22.21 \pm 0.66\%$ respectively). In individuals caught in the Torangylyk zone, extensive morphological changes were observed in the form of hyperplasia, which were found in $27.54 \pm 1.22\%$ of carp individuals and $24.12 \pm 0.87\%$ in zander. Among other pathologies, tissue necrosis was noted in the gills of carp and zander ($5.41 \pm 0.42\%$ and $4.75 \pm 1.36\%$ in the Ulken zone and

7.69 ± 0.27% and 8.72 ± 1.91 % in the Torangylyk zone), foci of hemorrhages (8.54 ± 0.92% and 6.47 ± 1.83% in the Ulken zone and 9.03 ± 0.82% and 7.96 ± 1.33% in the Torangylyk zone) and edema of the respiratory epithelium: 8.32 ± 0.77% and 8.91 ± 1.12% (Ulken zone) and 8.87 ± 0.43% and 9.14 ± 0.24% (Torangylyk zone). The revealed histopathological changes in the structure of the gills may well be associated with exposure to heavy metals in the water, the concentration of which is shown in Figure 3, 4. As follows from the data presented in Figure 2, an excess of MPC was found in 4 out of 6 studied HMs. From the results of this study, it can be seen that the excess of the MPC of heavy metals is distributed in the following order: Zn > Cu > Pb > Cd.

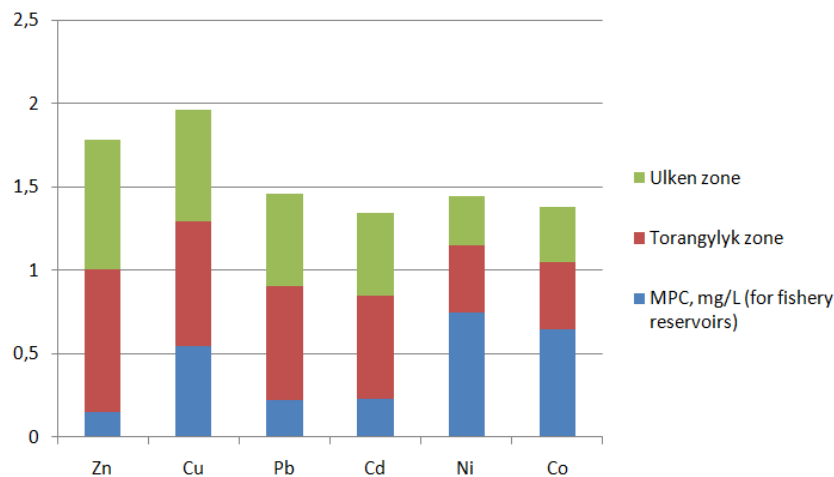


Figure 2. HM content in the water of Lake Balkhash: Ulken and Torangylyk zones

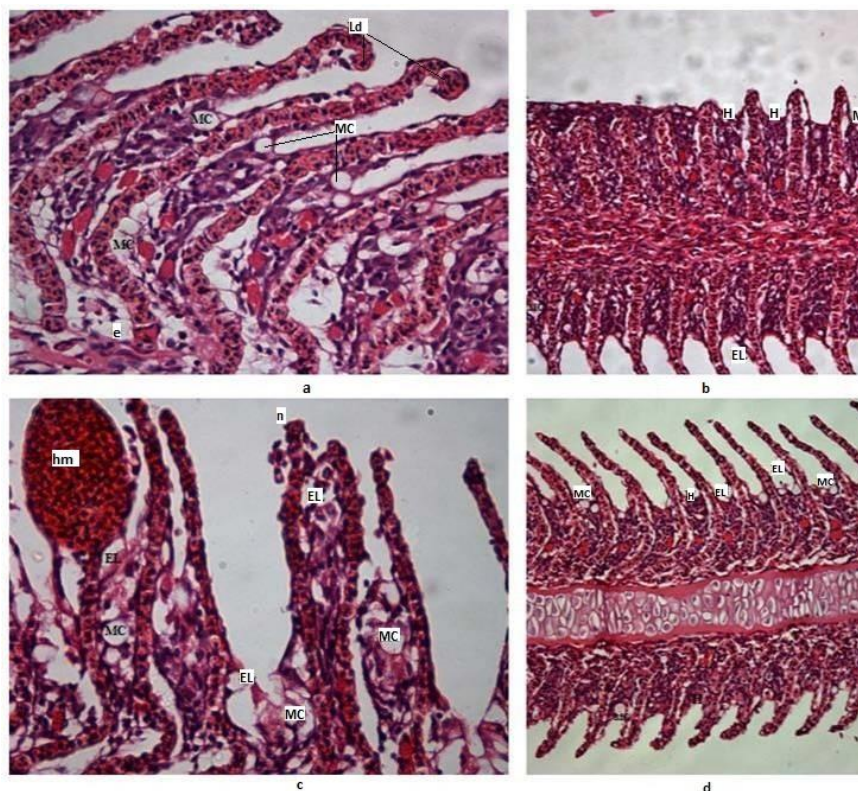


Figure 3. Carp gills. Stained with hematoxylin and eosin. A, B – Ulken Zone; C, D – Torangylyk Zone. a, c – 40×; b, d – 20×. MC – mucous cells, LD – lamella deformation, n – necrosis, EL – epithelial lifting, hm – hemorrhagic foci, e – edema, H – hyperplasia

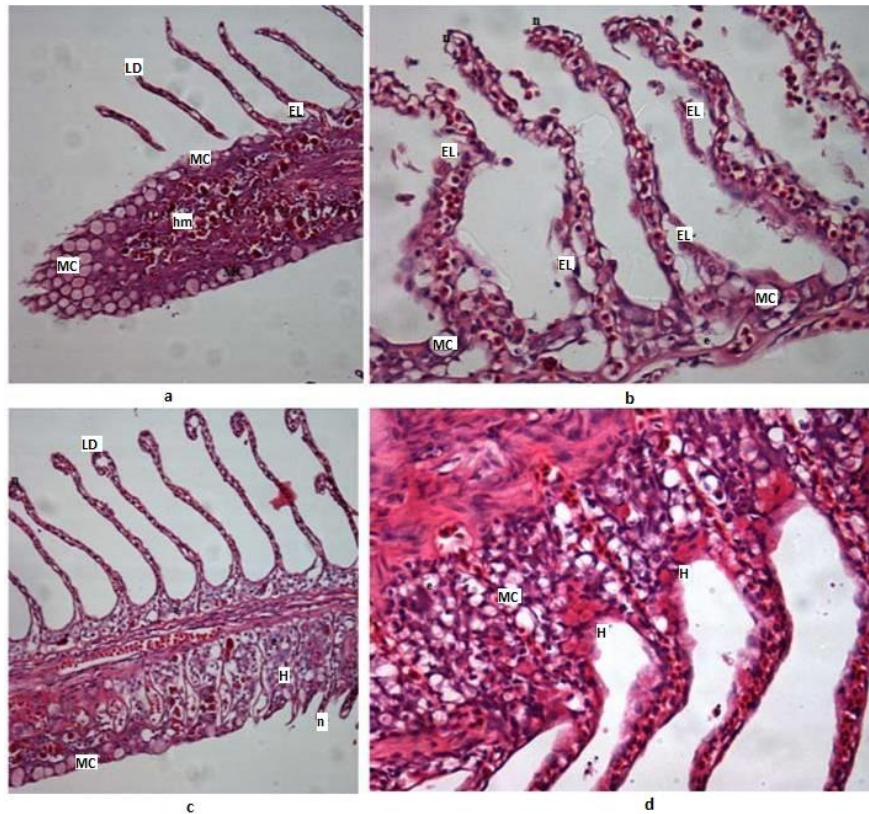


Figure 4. Zander gills. Stained with hematoxylin and eosin. A, B – Ulken Zone; C, D – Torangylyk Zone. a, c – 20×; b, d – 40×. MC – mucous cells, LD – lamella deformation, n – necrosis, EL – epithelial lifting, hm – hemorrhagic foci, e – edema, H – hyperplasia

T a b l e

The frequency of pathologies of the gills of carp and zander living in Lake Balkhash

Types of pathology	The frequency of gill pathologies in carp, %		The frequency of gill pathologies in zander, %	
	Ulken zone	Torangylyk zone	Ulken zone	Torangylyk zone
Deformation of the lamellae of the secondary epithelium	21.34 ± 0.87	23.11 ± 0.92	22.21±0.66	23.43 ± 0.87
Hyperplasia of the gill epithelium	19.62 ± 1.72	27.54 ± 1.22	18.51 ± 1.16	24.12 ± 0.87
Necrosis	5.41 ± 0.42	7.69 ± 0.27	4.75 ± 1.36	8.72 ± 1.91
Edema of the respiratory epithelium	8.32 ± 0.77	8.87 ± 0.43	8.91 ± 1.12	9.14 ± 0.24
Foci of hemorrhage	8.54 ± 0.92	9.03 ± 0.82	6.47 ± 1.83	7.96 ± 1.33

The number of fish that did not have violations of the structure of the gills was 13.01 % among carp and 12.52% in zander. Thus, a histological study of the gills showed changes in the shape of the lamellae, hyperplasia and edema of the respiratory epithelium, necrosis and foci of hemorrhage, some pathomorphological changes, in particular, hyperplasia, necrosis, microcirculatory disorders were noted in the organs of freshwater fish living in the Ile-Balkhash basin in works of Nurtazin S.T. and Salmurzauly R. et al. [19].

The obtained results indicate the impact of heavy metals on the ecosystem of Lake Balkhash.

Conclusions

The conducted research allowed drawing the following conclusions:

1. The following pathological processes were identified in the gills of carp and zander: change in the shape of the lamellae of the secondary epithelium, hyperplasia of the gill epithelium, necrosis and edema of the respiratory epithelium, as well as foci of hemorrhages, the total frequency of which was 71.74% in carp individuals and 62.25% in zander caught in the Ulken zone and 79.85% in carp and 68.75% in zander caught in the Torangylyk zone.

2. A comparative analysis showed that the percentage of frequency of pathologies in fish living in the Torangylyk zone is higher than in fish living in the Ulken zone. This is due to the fact that the concentration of heavy metals in the Torangylyk zone is higher than in the Ulken zone.

This scientific work can be used for further monitoring studies in order to bioindicate the state of aquatic ecosystems in the Ile-Balkhash basin.

Список литературы

- 1 Жапарова С.Б. Оценка экологического состояния малых водоемов Акмолинской области / С.Б. Жапарова, Ж.К. Хамидуллина // Вестн. Омск. регион. ин-та. — 2017. — № 1. — С. 129–134.
- 2 Суюнова А.Б. Экологический мониторинг загрязнения ихтиофауны нефтепродуктами и тяжелыми металлами Казахстанского сектора Каспийского моря / А.Б. Суюнова, М.В. Заболотных // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. — 2016. — № 5. — С. 83–90.
- 3 Минеев А.К. Морфофункциональные изменения у *Abramis brama* Саратовского водохранилища / А.К. Минеев // Вопросы рыболовства. — 2015. — № 3. — С. 332–350.
- 4 Грушко М.П. Состояние жизненно важных органов судака Волго-Каспийского бассейна / М.П. Грушко, Н.Н. Фёдорова, М.Н. Насиханова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. — 2013. — № 3. — С. 108–112.
- 5 Гилева Т.А. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб, обитающих в разнотипных водоемах Пермского края / Т.А. Гилева, Е.А. Зиновьев, Н.В. Костицына // Аграрный вестн. Урала. — 2014. — № 8 (126). — С. 73–77.
- 6 Федорова Н.Н. Патоморфологические изменения жизненно важных органов волжских рыб / Н.Н. Федорова, М.П. Грушко, Н.А. Каниева // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. — 2019. — № 4. — С. 104–109.
- 7 Клишин А.Ю. Морфофункциональные изменения ламелл и филламентов жабр щуки (*Esox lucius*) / А.Ю. Клишин // Общество и цивилизация в 21 веке: тенденции и перспективы развития. — 2014. — С. 25–29.
- 8 Минеев А.К. Морфофункциональные изменения у *Abramis brama* Саратовского водохранилища / А.К. Минеев // Вопросы рыболовства. — 2015. — Т. 16, № 3. — С. 332–350.
- 9 Костицына Н.В. Характеристика морфологических параметров респираторной поверхности жабр обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (L.) из разнотипных водоемов Пермского края / Н.В. Костицына, О.П. Кузьменко // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биология. — 2011. — № 1. — С. 68–72.
- 10 Васильева О.Б. Оценка перекисного окисления липидов в тканях рыб изозер системы реки Кенти, Республика Карелия / О.Б. Васильева, М.А. Назарова, Н.Н. Немова // Труды Карел. науч. центра РАН. — 2020. — № 3. — С. 87–94.
- 11 Крамар К.В. Содержание ртути в органах и тканях рыб / К.В. Крамар // Символ науки: Междунар. науч. журн. — 2017. — № 4(3). — С. 18–21.
- 12 Ковековдова Л.Т. Микроэлементы (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Se, Hg) в промысловых ракообразных Японского моря / Л.Т. Ковековдова, И.С. Наревич // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 147–155.
- 13 Бикташева Ф.Х. Оценка риска по тяжёлым металлам в организме представителей ихтиофауны озера Асылыкуль / Ф.Х. Бикташева // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. — 2009. — № 4 (24). — С. 184–186.
- 14 Ромейс Б. Микроскопическая техника. — М.: Изд-во ин. лит., 1957. — 719 с.
- 15 Роскин Г.И. Микроскопическая техника / Г.И. Роскин, Л.Б. Левинсон. — М.: Сов. наука, 1957. — 234 с.
- 16 Martoja R. Unitition aux techniques de l'histologie animal / R. Martoja, U. Martoja-Pierson. — Paris: Masson, 1967. — 345 p.
- 17 Саркисов Д.С. Микроскопическая техника. Руководство для врачей и лаборантов / Д.С. Саркисов, Ю.Л. Перов. — М.: Медицина, 1996. — 544 с.
- 18 Нуртазин С.Т. Морфологическое исследование внутренних органов отдельных видов рыб, обитающих в реке Иле в районе плотины / С.Т. Нуртазин, С.С. Кобегенова, И.М. Жаркова, О.А. Решетова // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. экол. — 2011. — № 3 (32). — С. 202–208.
- 19 Салмурзаулы Р. Экосистемы дельты реки Иле. Современное состояние и тенденции изменений: моногр. / Р. Салмурзаулы, С.Т. Нуртазин, М.К. Икласов, И.М. Жаркова. — Алматы: Қазақ университеті, 2018. — С. 156, 157.

Ж. Олжабаева, Б. Абдуллаева, И. Жаркова, А. Тукпетова

Балқаш көлінде мекендейтін сазан және көксерке желбезектерінің гистологиялық құрылысындағы өзгерістерді зерттеу

Организмнің әртүрлі сыртқы орта факторларына бейімделуі мен реактивтілігі теориялық және практикалық биологияның маңызды мәселелерінің бірі. Экологиялық бейімделу сұрақтары қазіргі зерттеушілердің назарын ерекше аудартады. Балық желбезектерінің қоршаған орта экологиясына байланысты құрылымдық және функционалдық бейімделулері жайында жарық көрген морфологиялық жұмыстар әлі де аз. Атап айтқанда, газ алмасу органдарының бейімделу реакцияларын салыстырмалы морфологиялық бағалау жұмыстары жазылмаған. Металл-кен өндіру кешені кәсіпорындарының әсері балық мүшелерінің ұлпаларына әсер етеді. Бұл кәсіпорындардан келіп түскен ауыр металдар суда жинақталып, балық организмін құрылымдық және қызметтік өзгерістерге ұшыратады, осылайша қалыпты ұлпа құрылысы бұзылады. Осыған байланысты зерттеу жұмысының мақсаты Балқаш көлінде мекендейтін сазан және көксерке желбезектерінің гистологиялық құрылымдарындағы өзгерістерді анықтау. Балықтардың желбезек доғасының ұлпалық құрылымының өзгерістері патологиялық процестер түрінде көрінді, ал патологиялық процестер жиілігі салыстырмалы талдаудың көмегімен талданды. Сонымен қатар, жұмыстың мақсатына жету үшін зерттелген балық үлгілерінің желбезек ұлпаларына гистологиялық, морфометриялық және статистикалық зерттеу жүргізілді. Сазан мен көксеркенің желбезек құрылымында келесі патологиялық процестер: екінші реттік ламеллалар пішінінің өзгеруі, желбезек эпителийінің гиперплазиясы, тыныс алу эпителийінің некрозы мен ісінуі, қан кету ошақтары байқалды. Балық желбезектерінің гистологиялық құрылымдарындағы анықталған өзгерістер сыртқы орта факторларының әсерін көрсетеді, олардың бірі осы мақалада талданған суда ауыр металдардың жиналуы болып табылады. Берілген зерттеу жұмысы табиғи экожүйеден жүргізілді, сондықтан алынған мәліметтерді салыстыру үшін әдебиет көздері пайдаланылған.

Кілт сөздер: желбезек патологиясы, ауыр металдар, ламелла, қан кетулер, некроз, гиперплазия, сазан, көксерке.

Ж. Олжабаева, Б. Абдуллаева, И. Жаркова, А. Тукпетова

Изучение изменений гистологической структуры жабр сазана и судака, обитающих в озере Балхаш

Проблема адаптации и реактивности организма к разнообразным факторам внешней среды является одной из центральных в теоретической и практической биологии. В настоящее время внимание исследователей особенно привлекают вопросы тканевой адаптации. Морфологические работы, освещающие соответствующие структурно-функциональные перестройки жабр рыб в связи с их экологией, остаются еще мало изученными. В частности, не разработаны вопросы сравнительной морфологической оценки адаптивных реакций органов газообмена. Воздействие предприятий металло- и горнодобывающего комплекса отражается на организме рыб. Таким образом, экологические факторы, как накопление тяжелых металлов в воде подвергают организм рыб в структурно-функциональную перестройку, тем самым изменяя нормальную картину ткани. В связи с этим цель проводимого исследования заключалась в изучении изменения гистологических структур жабр сазана и судака, обитающих в озере Балхаш. Изменения тканевой структуры жаберной дуги рыб было в виде возникших патологий, встречаемость которых было отмечена с помощью сравнительного анализа. Для осуществления данной работы также было проведено гистологическое, морфометрическое и статистическое изучение тканей жабр исследуемых особей рыб. В структуре жабр сазана и судака наблюдались следующие патологические процессы: изменение формы вторичных ламелл, гиперплазия жаберного эпителия, некроз и отек респираторного эпителия, а также очаги кровоизлияний. Обнаруженные изменения в гистологических строениях жабр рыб свидетельствуют о воздействии внешних экологических факторов, одним из которых в настоящей статье является накопление тяжелых металлов в воде. Данное исследование осуществлялось из природной экосистемы, тем самым для сопоставления полученных данных привлекаются литературные источники.

Ключевые слова: патология жабр, тяжелые металлы, ламеллы, кровоизлияния, некроз, гиперплазия, сазан, судак.

References

- 1 Zhaparova, S.B. & Khamidullina, Zh.K. (2017). Otsenka ekologicheskogo sostoianii malykh vodoemov Akmolinskoi oblasti [Assessment of the ecological state of small water bodies of Akmol region]. *Vestnik Omskogo regionalnogo instituta — Bulletin of Omsk regional institute, 1*, 129–134 [in Russian].
- 2 Suiunova, A.B. & Zabolotnykh, M.V. (2016). Ekologicheskii monitoring zagriazneniia ikhtiofauny nefteproduktami i tiazhelymi metallami Kazakhstanskogo sektora Kaspiiskogo moria [Environmental Monitoring of Pollution of Ichthyofauna with Petroleum Products and Heavy Metals of the Kazakh Sector of the Caspian Sea]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta RASGAU — Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, 5*, 83–90 [in Russian].
- 3 Mineev, A.K. (2015). Morfofunktsionalnye izmeneniia u *Abramis brama* Saratovskogo vodokhranilishcha [Morphofunctional changes in *Abramis brama* of the Saratov reservoir]. *Voprosy rybolovstva — Fisheries issues, 3*, 332–350 [in Russian].
- 4 Grushko, M.P., Fedorova, N.N. & Nasikhanova, M.N. (2013). Sostoianie zhiznenno vazhnykh organov sudaka Volgo-Kaspiiskogo basseina [The state of vital organs of the walleye of the Volga-Caspian basin]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Rybnoe khoziaistvo — Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series Fishery, 3*, 108–112 [in Russian].
- 5 Gileva, T.A., Zinovev, E.A. & Kostitsyna, N.V. (2014). Soderzhanie tiazhelykh metallov v organakh i tkaniakh ryb, obitaiushchikh v raznotipnykh vodoemakh Permskogo kraia [Heavy metal content in organs and tissues of fish living in different types of water bodies of the Perm Territory]. *Agrarnyi vestnik Urala — Agrarian Bulletin of Ural, 8* (126), 73–77 [in Russian].
- 6 Fedorova, N.N., Grushko, M.P. & Kanieva N.A. (2019). Patomorfologicheskie izmeneniia zhiznenno vazhnykh organov volzhskikh ryb [Pathomorphological changes in vital organs of Volga fish]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Rybnoe khoziaistvo — Bulletin of Astrakhan State Technical University, Series Fishery, 4*, 104–109 [in Russian].
- 7 Klishin, A.Yu. (2014). Morfofunktsionalnye izmeneniia lamell i filamentov zhabr shchuki (*Esox lucius*) [Morphofunctional changes in the lamellae and filaments of pike gills (*Esox lucius*)]. *Obshchestvo i tsivilizatsiia v 21 veke: tendentsii i perspektivy razvitiia — Society and civilization in 21 century: tendency and prospects of development, 25–29* [in Russian].
- 8 Mineev, A.K. (2015). Morfofunktsionalnye izmeneniia u *Abramis brama* Saratovskogo vodokhranilishcha [Morphofunctional changes in *Abramis brama* of the Saratov reservoir]. *Voprosy rybolovstva — Fisheries issues, 16*(3), 332–350 [in Russian].
- 9 Kostitsyna, N.V. & Kuzmenko, O.P. (2011). Kharakteristika morfologicheskikh parametrov respiratornoi poverkhnosti zhabr obyknovennogo peskaria *Gobio gobio* (L.) iz raznotipnykh vodoemov Permskogo kraia [Description of Morphological Parameters of Respiratory Surface of Gills of Common *Gudgeon Gobio* (L.) from Different Types of Water Bodies of Perm Krai]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Biologiia — Bulletin of Perm University. Series biology, 1*, 68–72 [in Russian].
- 10 Vasileva, O.B., Nazarova, M.A. & Nemova, N.N. (2020). Otsenka perekisnogo okisleniia lipidov v tkaniakh ryb iz ozer sistemy reki Kenti, Respublika Kareliia [Assessment of lipid peroxidation in fish tissues from lakes of the Kenti River System, Republic of Karelia]. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN — Proceedings of Karelia scientific center RAS, 3*, 87–94 [in Russian].
- 11 Kramar, K.V. (2017). Soderzhanie rtuti v organakh i tkaniakh ryb [Mercury content in fish organs and tissues]. *Simvol nauki: Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal — Symbol of science: international scientific journal, 4* (3), 18–21 [in Russian].
- 12 Kovekovdova, L.T. & Narevich, I.S. (2017). Mikroelementy (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Se, Hg) v promyslovnykh rakoobraznykh Yaponskogo moria [Trace elements (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Se, Hg) in commercial crustaceans of the Sea of Japan]. *Izvestiia TINRO — Proceedings of TINRO, 189*, 147–155 [in Russian].
- 13 Biktasheva, F.Kh. (2009). Otsenka riska po tiazhelym metallam v organizme predstavitelei ikhtiofauny ozera Asylykul [Risk assessment for heavy metals in the body of representatives of ichthyofauna of Lake Asylykul]. *Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta — Proceedings of Orenburg State Agrarian University, 4* (24), 184–186 [in Russian].
- 14 Romeis, B. (1957). Mikroskopicheskaiia tekhnika [Microscopic technique]. Moscow: Izdatelstvo inostrannoi literatury [in Russian].
- 15 Roskin, G.I. & Levinson, L.B. (1957). Mikroskopicheskaiia tekhnika [Microscopic technique]. Moscow: Sovetskaia nauka [in Russian].
- 16 Martoja, R. & Martoja-Pierson, U. (1967). Unittion aux techniques de l'histologie animal. Paris: Masson, 1967.
- 17 Sarkisov, D.S. & Perov, Yu.L. (1996). Mikroskopicheskaiia tekhnika. Rukovodstvo dlia vrachei i laborantov [Microscopic technique. Guidance for Physicians and Laboratory Technicians]. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 18 Nurtazin, S.T., Kobegenova, S.S., Zharkova, I.M. & Reshetova, O.A. (2011). Morfoloicheskoe issledovanie vnutrennikh organov otdelnykh vidov ryb, obitaiushchikh v reke Ile v raione plotiny [Morphological study of the internal organs of certain fish species living in the river Ile in the dam area]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Seriya ekologicheskaiia — Bulletin of the National Kazakh University. Series environmental, 3* (32), 202–208 [in Russian].
- 19 Salmurzauly, R., Nurtazin, S.T., Iklasov, M.K. & Zharkova, I.M. (2018). Ekosistemy delty reki Ile. Sovremennoe sostoianie i tendentsii izmenenii: monografiia [Ile River Delta ecosystems. Current State and Trends of Change: Monograph]. Almaty: Qazaq university, 156, 157 [in Russian].

Ю.В. Пережогин¹, О.В. Бородулина¹, Н.Г. Ерохин², С.А. Кубентаев^{3*}¹ Костанайский государственный педагогический университет, Костанай, Казахстан;² Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия;³ Астанинский ботанический сад — филиал Института ботаники и фитointродукции, Астана, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kubserik@mail.ru

Новые местонахождения видов рода *Astragalus* L. в Казахстане

В процессе ревизии гербарных коллекций Института экологии растений и животных УрО РАН и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова было выявлено 17 видов рода *Astragalus*, ранее не отмечавшихся для отдельных флористических районов (ФР) Казахстана: Южно-Устьуртского ФР — 12 видов (*Astragalus ammophilus*, *A. ankylotus*, *A. arcuatus*, *A. brachypus*, *A. campylorhynchus*, *A. commixtus*, *A. corrugatus*, *A. filicaulis*, *A. flexus*, *A. oxyglottis*, *A. stalinskyi* и *A. tribuloides*), Тургайского ФР — 3 (*Astragalus ammodytes*, *A. lehmannianus* и *A. paucijugus*) и Эмбинского ФР — 1 вид (*Astragalus kustanaicus*). Данные находки существенно расширяют имеющиеся представления о распространении астрагалов во флоре Казахстана.

Ключевые слова: новые виды растений, астрагал, сведения о местонахождении, общее распространение вида, флора Казахстана, флористические районы.

Введение

Согласно литературным данным, род Астрагал (*Astragalus* L.) на территории Казахстана представлен 308 видами [1]. Большой вклад в изучении данного рода в Казахстане и на прилегающих территориях Российской Федерации внес известный уральский ботаник Павел Владимирович Куликов [2–8]. Публикуемые находки почти полностью основаны на его сборах на территории Республики Казахстан. К сожалению, он не успел определить все виды, основная часть коллекции определена Михаилом Сергеевичем Князевым.

Цель настоящего исследования — уточнить распространение отдельных видов астрагалов на территории Казахстана.

Материалы и методы

Номенклатура таксонов приведена в соответствии с Международным индексом названий растений — IPNI, 2022 [8]. Все виды разделены на группы по флористическим районам. Далее виды идут по алфавиту. Гербарные образцы хранятся в Институте экологии растений и животных УрО РАН (SVER) и Московском государственном университете им. М. Ломоносова (MW). Акронимы Гербариев (MW) приведены согласно Index Herbariorum [9]. Общее распространение видов дано по Plants of the World Online [10].

Распределение видов выполнено согласно флористическому районированию, предложенному Н.В. Павловым во флоре Казахстана (1956) [11], где территория Республики Казахстан разделена на 29 флористических районов и 7 подрайонов (см. рис.): 1. Отроги общего Сырта (Отр. общ. Сырта); 2. Тобольско-Ишимский (Тоб.-Ишим); 3. Иртышский (Ирт.); 4. Семипалатинский боровой (Семип. бор.); 5. Кокчетавский (Кокчет.); 6. Прикаспийский (Прикасп.); 6а. Букеевский (Букеев.); 7. Актюбинский (Актюб.); 7а. Мугоджары (Мугодж.); 8. Эмбинский (Эмб.); 9. Тургайский (Тург.); 10. Западный мелкосопочник (Зап. мелкосоп.); 10а. Улутау; 11. Восточный мелкосопочник (Вост. мелкосоп.); 11а. Каркаралинский (Карк.); 12. Зайсанский (Зайс.); 13. Северный Усть-Урт (Сев. Усть-Урт); 13а. Бузачи; 13б. Мангышлак (Мангышл.); 14. Приаральский (Приарал.); 15. Кзыл-Ординский (Кз.-Орд.); 16. Бетпакдалинский (Бетпаkd.); 17. Муюн-Кумский (Муюн-Кум.); 18. Балхаш-Алакульский (Балх.-Алак.); 19. Южный Усть-Урт; 20. Кзыл-Кумский (Кз.-Кум.); 21. Туркестанский (Туркест.); 22. Алтай; 23. Тарбагатай (Тарб.); 24. Джунгарский Алатау (Джунг. Алатау); 25. Заилийский Кунгей Алатау (Заил. Кунг. Алат.); 25а. Кетмень-Терской Алатау (Кетм. Терск. Алат.); 26. Чу-Илийские горы (Чу-Ил. горы); 27. Киргизский Алатау (Кирг. Алат.); 28. Каратау (Карат); 29. Западный Тянь-Шань (Зап. ТШ).

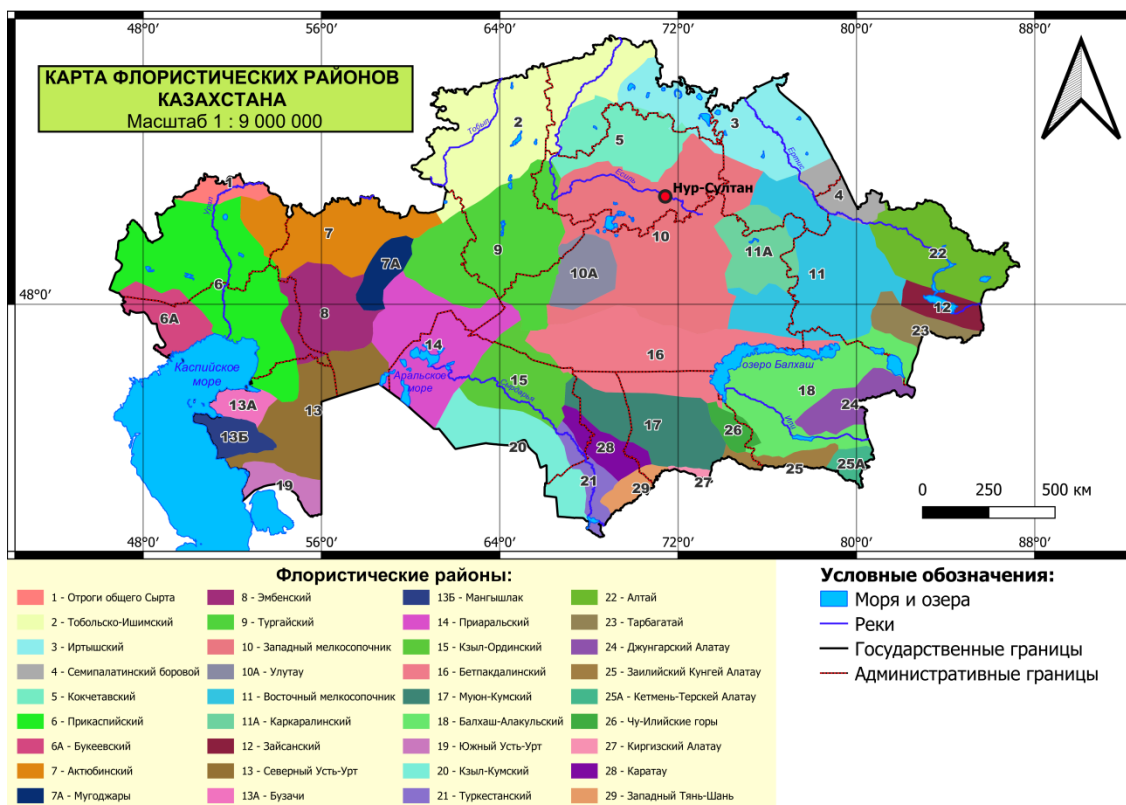


Рисунок. Карта флористических районов Казахстана [11]
(Автор рисунка — М.А. Жолдыбек. Карта-схема выполнена в программе QGIS)

Результаты и их обсуждение

Новый вид для флоры Эмбинского флористического района

1. *A. kustanaicus* Роров (= *A. pseudomacropus* Кпяз. et Kulikov) «Республика Казахстан, Актюбинская область, Алтай-Батыр, 25 V 2009, Куликов П.В., SVER 0692497».

Общее распространение вида: Отмечен в POWO [10], как эндемичный вид для Республики Казахстан, однако вид найден на территории Оренбургской области РФ [12].

Распространение в РК: 2. Тоб.-Ишим., 9. Тург. [13].

Новые виды для флоры Тургайского флористического района

2. *A. ammodytes* Pall. «Республика Казахстан, Карагандинская область, г. Жезказган, запад, пески по р. Сарысу, близ шоссе г. Жезказган–г. Кызылорда, 1. VII. 2010, Куликов П.В., SVER 0695586».

Общее распространение вида: Казахстан, Российская Федерация, Монголия, Узбекистан, КНР [10].

Распространение в РК: 3. Ирт., 4. Семип. бор., 7. Актюб., 10, 11. Зап. и Вост. мелкосоп., 12. Зайс., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 16. Бетпақд., 21. Туркест. [13].

3. *A. lehmannianus* Bunge «Республика Казахстан, Карагандинская область, г. Жезказган, запад, пески Дарменкум по правобережью р. Сарысу, близ шоссе г. Жезказган–г. Кызылорда, 21 VI 2010, Куликов П.В., SVER 0697365».

Общее распространение вида: Казахстан, Российская Федерация, Туркменистан, Узбекистан, КНР [10].

Распространение в РК: 6. Прикасп., 8. Эмб., 13. Сев. Усть-Урт, 13Б. Мангышл. 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 18. Балх.-Алак. [13].

4. *A. paucijugus* Schrenk «Республика Казахстан, Карагандинская область, г. Жезказган, запад, пески по р. Сарысу, близ шоссе г. Жезказган – г. Кызылорда, 1. VII. 2010, Куликов П.В., SVER 0695587».

Общее распространение вида: Казахстан, Туркменистан, Узбекистан [10].

Распространение в РК: 10. Зап. мелкосоп. 11. Вост. мелкосоп., 15. Кз.-Орд., 18. Балх.-Алак., 20. Кз.-кум., 21. Туркест., 28. Карат. [13].

Новые виды для флоры Южно-Устюртского флористического района

5. *A. amtophilus* Kar. et Kir. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, Устюртский государственный заповедник, колодец Кокусем, 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 1. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0695558».

Общее распространение вида: Казахстан, Афганистан, Иран, Российская Федерация, Туркменистан, Узбекистан, КНР, Таджикистан, Пакистан [10].

Распространение в РК: 15. Кз.-Орд., 16. Бетпакд., 18. Балх.-Алак., 28. Карат., 29. Зап. ТШ [13].

6. *A. ankylostus* Fisch. et C.A.Meу. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, Устюртский государственный заповедник, от колодца Кокусем по дороге к кордону Кендырли, 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 12. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0695567».

Общее распространение вида: Казахстан, Российская Федерация, Туркменистан, Монголия [10].

Распространение в РК: 6. Прикасп., 13. Сев. Усть-Урт, 13б. Мангышл. [13].

7. *A. arcuatus* Kar. et Kir. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, Устюртский государственный заповедник, близ кордона Кендырли, среди камней у края плато 42°57' с. ш.; 54°41' в. д. 28. IV. 2009, Куликов П.В., SVER 0695594».

Общее распространение вида: Казахстан, Российская Федерация, КНР, Монголия [10].

Распространение в РК: 3. Ирт., 5. Кокчет., 7. Актюб., 7а. Мугодж., 8. Эмб., 9. Тург., 10. Зап. мелкосоп., 10а. Улутай, 11. Вост. мелкосоп., 11а. Карк., 12. Зайс., 16. Бетпакд., 22. Алтай, 24. Джунг. Алат., 28. Карат. [13].

8. *A. brachypus* Schrenk «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, окрестности Устюртского государственного заповедника, зимовье Кизилсиингир, 42°49' с. ш.; 54°07' в. д. V. 2009, Куликов П.В., SVER0695254».

Общее распространение вида: Казахстан, Кыргызстан, КНР [10].

Распространение в РК: 6. Прикасп., 10. Зап. мелкосоп., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 16. Бетпакд., 17. Муюн-кум., 18. Балх.-Алак., 25. Заил. Алат. [13].

9. *A. campylorhynchus* Fisch. et C.A. Meу. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, Устюртский государственный заповедник, колодец Кокусем, 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 30. IV. 2009, Куликов П.В., SVER0698403».

10. Общее распространение вида: Казахстан, Афганистан, Иран, Ирак, Кыргызстан, Ливан, Сирия, Туркменистан, Узбекистан, КНР, Таджикистан, Пакистан, Азербайджан, Армения, Грузия [10].

Распространение в РК: 13б. Мангышл., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 16. Бетпакд., 17. Муюн-кум., 18. Балх.-Алак., 20. Кз.-кум., 21 Туркест., 24. Джунг. Алат., 25. Заил. Кунг. Алат., 26. Чу-Ил. горы, 27. Кирг. Алат., 28. Карат., 29. Зап. ТШ [13].

11. *A. commixtus* Bunge «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, Устюртский государственный заповедник, колодец Кокусем, западнее колодца 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 11. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0695540».

Общее распространение вида: Казахстан, Российская Федерация, Афганистан, Иран, Ирак, Кыргызстан, Ливан, Сирия, Палестина, Туркменистан, Узбекистан, КНР, Таджикистан, Пакистан, Азербайджан, Армения, Грузия [10].

Распространение в РК: 8. Эмб., 12. Зайс., 13. Сев. Усть-Урт, 13б. Мангышл., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 16. Бетпакд., 18. Балх.-Алак., 20. Кз.-кум., 24. Джунг. Алат., 25. Заил. Кунг. Алат., 26. Чу-Ил. горы, 28. Карат., 29. Зап. ТШ. [13].

12. *A. crenatus* Schult. (= *A. corrugatus* Bertol.) «Казахстан, Мангистауская область, плато Устюрт, восточнее пос. Сенек, пески, 3. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0695568».

Общее распространение вида: Афганистан, Алжир, Чад, Египет, страны Персидского залива, Иран, Ирак, Казахстан, Кувейт, Ливан-Сирия, Ливия, Марокко, Оман, Пакистан, Палестина, Саудовская Аравия, Синай, Судан, Таджикистан, Закавказье, Тунис, Турция, Туркменистан, Узбекистан, Йемен [10].

Распространение в РК: 20. Кз.-кум. [13].

13. *A. filicaulis* Fisch. et С.А.Меу. ex Ledeb. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, Устюртский государственный заповедник, колодец Кокусем, западнее колодца 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 1. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0695539».

Общее распространение вида: Афганистан, Российская Федерация, Иран, Казахстан, Кыргызстан, Пакистан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, КНР [10].

Распространение в РК: 8. Эмб., 13. Сев. Усть-Урт, 13б. Мангышл., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 17. Муюн-кум., 18. Балх.-Алак., 20. Кз.-кум., 21. Туркест., 24. Джунг. Алат., 25. Заил. Кунг. Алат., 26. Чу-Ил. горы, 27. Кирг. Алат., 28. Карат., 29. Зап. ТШ [13].

14. *A. flexus* Fisch. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, Устюртский государственный заповедник, колодец Бисекты, 10. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0695221».

Общее распространение вида: Российская Федерация, Иран, Казахстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, КНР [10].

Распространение в РК: 12. Зайс., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 17. Муюн-кум., 18. Балх.-Алак., 20. Кз.-кум. [13].

15. *A. oxylottis* Steven ex M.Bieb. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, Устюртский государственный заповедник, колодец Кокусем, западнее колодца 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 1. V. 2009, Куликов П.В., SVER 0688451».

Общее распространение вида: Российская Федерация, Казахстан [10].

Распространение в РК: 11. Вост. мелкосоп., 12. Зайс., 13. Сев. Усть-Урт, 13б. Мангышл., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 16. Бетпакд., 18. Балх.-Алак., 20. Кз.-кум., 24. Джунг. Алат., 25. Заил. Кунг. Алат., 26. Чу-Ил. горы, 28. Карат., 29. Зап. ТШ [13].

16. *A. stalinskyi* Sirj. «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, Устюртский государственный заповедник, колодец Кокусем, западнее колодца 43°10' с. ш.; 54°53' в. д. 30. IV. 2009, Куликов П.В., SVER 0695553».

Общее распространение вида: Афганистан, Российская Федерация, Иран, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Тибет, Туркменистан, Узбекистан, КНР [10].

Распространение в РК: 6. Прикасп., 13. Сев. Усть-Урт, 13б. Мангышл., 14. Приарал., 15. Кз.-Орд., 16. Бетпакд., 20. Кз.-кум., 25. Заил. Кунг. Алат., 26. Чу-Ил. горы, 28. Карат. [13].

17. *A. tribuloides* Delile «Казахстан, Мангистауская область, Каракиянский район, плато Устюрт, кордон Кендырли Устюртского государственного заповедника, 42°57' с. ш.; 54°41' в. д. 2009, Куликов П.В., SVER 0688398».

Общее распространение вида: Афганистан, Алжир, Египет, Индия, Иран, Ирак, Казахстан, Кыргызстан, Кувейт, Ливан-Сирия, Ливия, Марокко, Оман, Пакистан, Палестина, Саудовская Аравия, Российская Федерация, Таджикистан, Закавказье, Тунис, Турция, Туркменистан, Узбекистан, КНР, Йемен [10].

Распространение в РК: 13б. Мангышл., 15. Бетпакд., 18. Балх.-Алак., 21. Туркест., 28. Карат. [13].

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. ИРН BR18574125 («Изучение современного состояния видовой разнообразия сосудистых растений Казахстана с использованием современных методов ботаники, молекулярной генетики и биоинформатики»).

Авторы благодарят М.С. Князева за неоценимую помощь в определении таксонов.

Список литературы

- 1 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / С.А. Абдулина. — Алматы, 1999. — 187 с.
- 2 Князев М.С. Новый вид рода *Astragalus* (Fabaceae) на Южном Урале / М.С. Князев, П.В. Куликов // Бот. журн. — 2002. — Т. 87, № 2. — С. 136–140.
- 3 Князев М.С. Астрагалы (*Astragalus*, Fabaceae) секции *Myobroma* на Урале и в Предуралье / М.С. Князев, П.В. Куликов // Бот. журн. — 2011. — Т. 96. № 10. — С. 1357–1369.

- 4 Князев М.С. Секция *Helmia* рода *Astragalus* (Fabaceae) во флоре Урала / М.С. Князев, П.В. Куликов, Е.Г. Филиппов // Бот. журн. — 2006. — Т. 91. № 2. — С. 278–290.
- 5 Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения) / П.В. Куликов. — Екатеринбург: Геотур, 2005. — 537 с.
- 6 Куликов П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области / П.В. Куликов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2010. — 969 с.
- 7 Куликов П.В. Новый вид рода *Astragalus* (Fabaceae) с плато Устюрт (Казахстан) / П.В. Куликов // Бот. журн. — 2014. — Т. 99, № 9. — С. 1056–1066.
- 8 IPNI. 2022. The International Plant Name Index. [Electronic resource]. — 2021. — Access mode: <http://www.ipni.org/>
- 9 Thiers В.М. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. Bronx, New York, USA: New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, New York Botanical Garden [Electronic resource]. — 2022. — Access mode: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>
- 10 POWO. Plants of the World Online [Electronic resource]. — 2022. — Access mode: <http://powo.science.kew.org/taxon>
- 11 Флора Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1956. — Т. 1. — 353 с.
- 12 Пережогин Ю.В. Ревизия родов *Astragalus* L. и *Oxytropis* DC. флоры Костанайской области / Ю.В. Пережогин, О.В. Бородулина, М.С. Тарасов // Вестн. Костанай. гос. пед. ин-та. 2021. — Т. 61, 62. № 1,2. — С. 89–96.
- 13 Флора Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1961. — Т. 5. — 353 с.

Ю.В. Пережогин, О.В. Бородулина, Н.Г. Ерохин, С.А. Кубентаев

Қазақстандағы *Astragalus* L. тұқымдас түрлерінің жаңа қоныстары

РФА Орал филиалының Өсімдіктер мен жануарлар экологиясы институтының (SVER) және М. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университетінің (MW) гербарий коллекцияларын тексеру барысында бұрын Қазақстанның жекелеген флористикалық аймақтары (ФА) үшін кездеспеген *Astragalus* тұқымдасының 17 түрі анықталған, атап айтсақ: Оңтүстік Үстірт ФА — 12 түр (*Astragalus ammophilus*, *A. ankylotus*, *A. arcuatus*, *A. brachypus*, *A. campylorhynchus*, *A. commixtus*, *A. corrugatus*, *A. filicaulis*, *A. flexus*, *A. oxyglottis*, *A. stalinskyi* және *A. tribuloides*), Торғай ФА — 3 түр (*Astragalus ammodytes*, *A. lehmannianus* және *A. paucijugus*) және Ембі ФА — 1 түр (*Astragalus kustanaicus*). Бұл табылғандар Қазақстан флорасында астрагалдардың таралуы туралы қолда бар түсініктерді айтарлықтай кеңейтеді.

Кілт сөздер: жаңа өсімдік түрлері, астрагал, орналасқан жері туралы мәлімет, түрдің жалпы таралуы, Қазақстан флорасы, флористикалық аймақтар.

Yu. V. Perezhogin, O. V. Borodulina, N. G. Erokhin, S. A. Kubentaev

New locations of species of the genus *Astragalus* L. in Kazakhstan

During the revision of the herbarium collections of the Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (SVER) and the Lomonosov Moscow State University (MW), 17 species of the genus *Astragalus* were identified that had not previously been noted for certain floristic regions (FR) of Kazakhstan: the South Ustyurt FR – 12 species (*Astragalus ammophilus*, *A. ankylotus*, *A. arcuatus*, *A. brachypus*, *A. campylorhynchus*, *A. commixtus*, *A. corrugatus*, *A. filicaulis*, *A. flexus*, *A. oxyglottis*, *A. stalinskyi* and *A. tribuloides*), Turgai FR – 3 species (*Astragalus ammodytes*, *A. lehmannianus* and *A. paucijugus*) and Embensky FR – 1 species (*Astragalus kustanaicus*). These findings significantly expand the existing understanding of the distribution of these species in the flora of Kazakhstan.

Keywords: new plant species, *Astragalus*, location information, general distribution of the species, flora of Kazakhstan, floristic areas.

References

- 1 Abdulina, S.A. (1999). Spisok sosudistyykh rastenii Kazakhstana [Checklist of vascular plants of Kazakhstan]. Almaty [in Russian].
- 2 Kniazev, M.S. & Kulikov, P.V. (2002) Novyi vid roda *Astragalus* (Fabaceae) na Yuzhnom Urale [A new species of the genus *Astragalus* (Fabaceae) in the Southern Urals]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 87 (2), 136–140 [in Russian].

- 3 Kniazev, M.S. & Kulikov, P.V. (2011). Astragaly (*Astragalus*, Fabaceae) sektsii Myobroma na Urale i v Predurale [*Astragalus* (*Astragalus*, Fabaceae) sections of Myobroma in the Urals and in the Cis-Urals]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 96 (10), 1357–1369 [in Russian].
- 4 Kniazev, M.S., Kulikov, P.V. & Filippov, E.G. (2006). Sektsiia *Helmia* roda *Astragalus* (Fabaceae) vo flore Urala [Section *Helmia* of the genus *Astragalus* (Fabaceae) in the flora of the Urals]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 91 (2), 278–290 [in Russian].
- 5 Kulikov, P.V. (2005). Konspekt flory Cheliabinskoi oblasti (sosudistye rasteniia) [Summary of the flora of the Chelyabinsk region (vascular plants)]. Ekaterinburg: Geotur [in Russian].
- 6 Kulikov, P.V. (2010). Opredelitel sosudistykh rastenii Cheliabinskoi oblasti [Determinant of vascular plants of the Chelyabinsk region]. Ekaterinburg: UrO RAN [in Russian].
- 7 Kulikov, P.V. (2014). Novyi vid roda *Astragalus* (Fabaceae) s plato Ustyurt (Kazakhstan) [New species of the genus *Astragalus* (Fabaceae) from the Ustyurt plateau (Kazakhstan)]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 99(9), 1056–1066 [in Russian].
- 8 IPNI. 2022. The International Plant Name Index (2021). Retrieved from <http://www.ipni.org/>
- 9 Thiers, B.M. (2022). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. Bronx, New York, USA: New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. New York Botanical Garden. Retrieved from <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- 10 POWO (2022). Plants of the World Online. Retrieved from <http://powo.science.kew.org/taxon>
- 11 (1956). Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka, 1, 353 [in Russian].
- 12 Perezhogin, Yu.V., Borodulina, O.V. & Tarasov, M.S. (2021). Reviziia rodov *Astragalus* L. i *Oxytropis* DC. flory Kostanaiskoi oblasti [Revision of the genera *Astragalus* L. and *Oxytropis* DC. flora of Kostanay region]. *Vestnik Kostanaiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta — Bulletin of Kostanay State Pedagogical Institute*, 61, 62 (1, 2), 89–96 [in Russian].
- 13 (1961). Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka, 5, 353 [in Russian].

G.A. Sadyrova¹, T.A. Bazarbaeva¹, G.A. Mukanova¹, S.M. Jamilova²

^{1,2,3}*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;*

⁴*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

**Corresponding author: gulbanu-s@mail.ru*

Assessment of the ecological state of green spaces of Almaty city on the example of Bostandyk district

The article provides an assessment of the ecological state of green spaces on the example of the Bostandyk district of Almaty. The total area of boulevards, squares and green areas of the Bostandyk district of Almaty today is 147.4 hectares. Bostandyk district of Almaty is one of the three greenest districts of Almaty after Medeu and Turksib districts. As our studies have shown, 95 % of green plantations of tree species in the Bostandyk district of Almaty are represented by introducers and a small part of local species — natives. The landscaping of the territory of the city of Almaty is represented by plantings of different types. These include groves, alleys, gardens, parks, boulevards, squares, green areas, intra-district gardening, street gardening. At the same time, a wide variety of species is observed in gardens, parks, boulevards, groves and a very small use of three or four species in landscaping streets. Among the tree plantations, 35 species are massive, which grow along all the streets, boulevards, squares of the Bostandyk district. From hardwoods: *Populus nigra*, *Populus italica*, *Populus alba*, *Fraxinus excelsior* and others. From the local natural flora grow — *Armeniaca vulgaris*, *Prunus sogdiana*, *Fraxinus sogdiana*, *Rhamnus cathartica*, *Picea schrenkiana*.

Keywords: Almaty city, Bostandyk district, green spaces, urban environment, air pollution.

Introduction

In recent years, the city of Almaty, as the largest metropolis of our country, has been growing rapidly, while the annual population growth leads to a decrease not only in the number of green spaces, but also in the quality of the habitat. In conditions of weak natural ventilation and a large number of mobile and stationary sources, atmospheric air pollution is the most urgent environmental problem of the city of Almaty. Expansion of roads, construction of transport interchanges, entertainment centers, parking lots, advertising, etc. led to the destruction and cutting down of a large number of trees and shrubs. Due to the lack of information, it became necessary to analyze the state of urban green spaces in the city of Almaty. Green spaces, especially in large cities, megacities serve as a means of decoration, health improvement, climate improvement and a place of rest for citizens. The normal life of a person, his state of health and life expectancy depends on the sustainable functioning of the urban ecosystem.

Over the past decade, the growth of new buildings in Almaty has led to an increase in anthropogenic pressure on the city's ecosystem. In this regard, the monitoring of green spaces in the city, including the inventory and assessment of the current state of the flora, seems to be very relevant.

The city of Almaty is located in the center of the Eurasian continent, in the southeast of the Republic of Kazakhstan. Almaty is unique in its physical-geographical and natural-climatic characteristics, which form the ecological features of its territory. The city of Almaty is located in the foothills of the Zailiy Alatau, the total area of which is more than 683.51 square kilometers. The city is located in the valley of the Bolshaya and Malaya Almatinka rivers and their tributaries flowing from the glaciers of the Zailiy Alatau and mountain gorges in a zone of increased seismicity and mudflow hazard [1-3].

It should be noted an interesting formation of the structure of green spaces in the city of Almaty. The creation of Almaty parks and gardens has more than 150 years of history. The first State Garden (now the Central Park of Culture and Leisure) was established in 1868 by the Governor-General I.A. Kolpakovsky. On his own initiative, the Vernenskaya Grove (Baum Grove), Pushkin Garden (Park of 28 Panfilov Guardsmen) was created. In the Treasury Garden and the Vernenskaya Grove there were nurseries of ornamental trees, shrubs, fruit trees, from which many seedlings were distributed free of charge to the population for landscaping the territory. At that time, in Almaty, an active change began not only in the landscape of the area, which included the active construction of both the city of Verny itself and the massive introduction of planting material that was supplied to Verny from different countries. Seeds and seedlings were sent from different regions of Russia and Central Asia for the Vernensky State Garden, so seedlings of *Morus alba* L.,

Morus nigra L., different varieties of grapes, cherries, plums, walnuts, plane trees, etc. were sent from Tashkent. From the Nikitsky Botanical Garden, and the Moscow Zoological Garden, seeds of *Gleditsia triacanthos* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Robinia pseudoacacia* L., *Syringa vulgaris* L., *Cydonia oblonga* Mill., apple trees, pears, plums were sent. Coniferous plants were sent from Penza. Seeds of flower, vegetable and ornamental coniferous and deciduous plants of open and protected ground were sent from the St. Petersburg Botanical Garden. In the Treasury Garden, fruit and ornamental trees and shrubs were also grown, which were brought from Siberia and Europe; oak, linden, birch, alder, and poplar grew here. A gardening school was also opened here. The landscaping of the city of Verny was carried out mainly by *Populus alba* L, and *Ulmus parvifolia* Jacq. In the middle of the twentieth century, Almaty turned into a flourishing garden city [4].

At the present stage, the landscaping of the territory of the city of Almaty is represented by plantings of various types. These include groves, alleys, gardens, parks, boulevards, squares, green areas, intra-district gardening, street gardening. At the same time, a wide variety of species is observed in gardens, parks, boulevards, groves and a very small use of three or four species in landscaping streets. Currently, the city of Almaty suffers from severe air pollution, where more than 90 % of the emission of harmful substances into the atmosphere is vehicle emissions, which leads to a change in the chemical composition of the soil and its salinity. As well as a large influx of the rural population into the city, the increasing overcrowding of certain urban areas, the desire of the population to live closer to the city center, and not on its outskirts. To date, more than 8000 hectares of urban territory are occupied by gardens and parks, squares and boulevards (Fig. 1) [5].

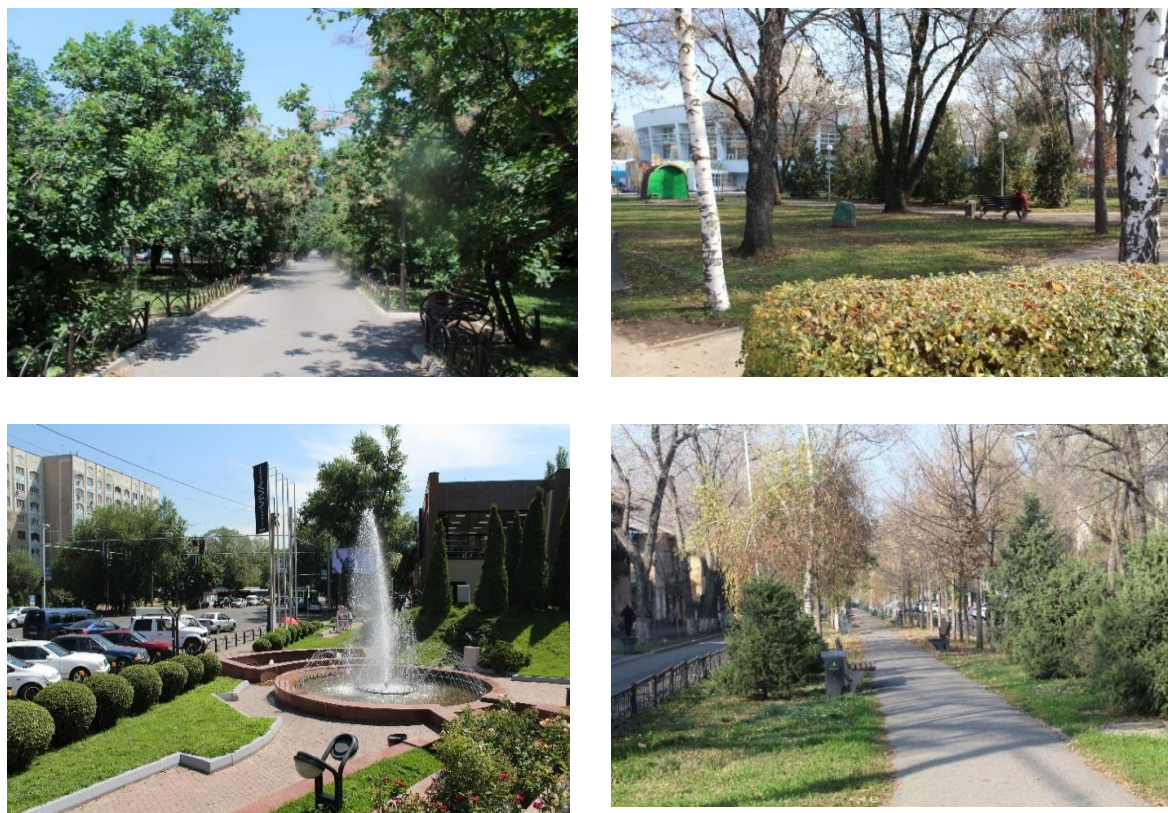


Figure 1. Boulevards and squares of the Bostandyk district of Almaty

As an object of study, we took species of coniferous and deciduous tree and shrub species found in the Bostandyk district of Almaty. The Bostandyk district of the city of Almaty with an area of 99.4 km² was formed in 1966 (Fig. 2, Table 1).



Figure 2. Schematic map of the Bostandyk district of Almaty

Table 1

General characteristics of the Bostandyk district of Almaty

District	Foundation date	Area, km ²	Population (thousand people)	Natural area
Bostandyk	1966	99,4	343 54	steppe

The structure of the soil cover of Almaty, including the Bostandyk district, is completely determined by the vertical zonality of the Zailiy Alatau, where both natural and climatic zones and belts, respectively, and the soil and vegetation cover change with altitude. In the steppe foothill zone there are belts (subzones): a belt of high foothills (counters) with chernozems (from 1000 to 1200-1400 m) and a belt of foothill dark chestnut soils (from 750 to 1000 m). Chernozems occupy approximately the lower border along Al-Farabi Avenue to the Tausamaly microdistrict, have an extended profile and are fertile soils (8-13 % of humus and other nutrients). From Al-Farabi Avenue, and in some places much lower (approximately to Raiymbek Avenue), there are chestnut soils, which are the area of alluvial fans, mostly dark chestnut soils, which are the main soils of the city [6]. The Malaya Almatinka river flows through the Bostandyk District, as well as their tributaries — Esentai (Vesnovka), Remizovka. The average long-term air temperature is 9 °C, the coldest month (January) — 7 °C, the warmest month (July) 23 °C [7].

There are 195 streets in the Bostandyk district today, of which the largest streets are: Al-Farabi, Saina, Timiryazev, Gagarin, Satpaev, Baitursynov, Furmanov, Abai and others. There are 3 parks on the territory of the Bostandyk district: the park of the First President with an area of 70.0 ha, the Yuzhny park with an area of 16.2 ha, and the Friendship Park with an area of 0.6 ha. There are: 5 boulevards, 10 squares and 2 green areas (Table 2).

Table 2

The total number of parks, squares, boulevards, green areas in Bostandyk district

District	Name					
	Parks	Groves	Alleys	Boulevards	Squares	Green areas
Bostandyk	3	-	-	5	10	2
Total:	3	-	-	5	10	2

The total area of boulevards, squares and green areas of the Bostandyk district of Almaty today is 147.4 hectares. Bostandyk district of Almaty is one of the three greenest districts of Almaty after Medeu and Turksib districts. There are 380,000 thousand trees in the Bostandyk region [8].

Experimental

We have been monitoring the state of tree and shrub green spaces in the Bostandyk district of Almaty since 2019-2021. The survey included objects of green spaces of various types: landscaping of streets (taking into account the intensity of car traffic), parks, boulevards, squares. The reconnaissance method was used to survey the study area, a detailed survey of trial plots. The sanitary condition of plantations was taken into account (mechanical damage, frost cracks, damage by diseases and pests). In the studied areas along the main streets, a detailed survey of tree and shrub plantations was carried out with the definition of the condition category using the generally accepted scale:

1. Healthy coefficient of the state of the object (KSO) — without signs of weakening with normal development and without damage (normal leafing of the crown and high decorative effect, intensive growth of shoots, pests and diseases are absent). According to the age characteristics, these are mainly young and middle-aged plantations.

2. Weakened (KSO-2) — trees and shrubs with minor damage or with one-sided development of the crown, medium decorative, up to 10 % dry branches, weak oppression (less leaf blade), damaged by 25 % by pests and diseases. It is typical mainly for ripening plantations.

3. Oppressed (KSO-3) — often dry-topped trees, with a significant depression in development and mechanical damage (hollows, dry branches up to 50 %), weak leafing, non-decorative, and damaged by pests and diseases up to 50 %. Most often found in mature stands.

4. Drying (KSO-4) — the process of dying off is very developed, there is a massive (more than 50 %) damage to the tree by pests and diseases, dry tops. As a rule, ripe and over mature stands.

5. Dead wood (KSO-5) — a completely withered (dead) tree or shrub that is subject to priority felling [9].

To measure the MPC of harmful substances in the atmosphere by the method of continuous observation, we monitored the quality of the state of the atmospheric air in Almaty using a measuring device — gas analyzer GANK — 4 [10, 11]. Pilot studies were carried out in Almaty every month during 2021. For this purpose, 10 main measurement points were selected: Seifullin-Raiymbek, Seifullin-Ryskulov, Momyshuly-Tole bi, Al-Farabi-Navoi, Rozybakiev-Raiymbek, Raiymbek-Bayzakov, Tole bi-Otegen Batyr, Abai-Rozybakiev, Al-Farabi -Zheltoksan, Al — Farabi-Nazarbayev.

Results and discussion

We monitored the state of green spaces in the Bostandyk district of Almaty. Monitoring was carried out, paying special attention to the condition of trees and shrubs on the main streets of the Bostandyk district. Large and main highways were surveyed, which are characterized by high congestion and saturation with vehicles and high air pollution, where the level of MPC of harmful impurities exceeds the norm several times (Table 3).

Table 3

Conditions of trees planted along the carriageway of Timiryazev Street

Species name	Number of trees	Condition (points)	Barrel damage, %		
			Mechanical	Rotten, diseased	Total
<i>Ulmus parvifolia</i>	660	4	8.0	1.2	9.2
<i>Fraxinus excelsior</i>	120	3	6.0	1.0	7.0
<i>Fraxinus sogdiana</i>	56	4	5.0	1.1	6.1
<i>Populus pyramidalis</i>	45	4	11.0	1.6	12.6
<i>Betula pendula</i>	43	4	6.0	1.1	7.1
<i>Populus alba</i>	40	3	13.0	1.3	14.3
<i>Pinus sylvestris</i>	121	3	4.0	2.1	6.1

These include streets such as Al-Farabi Avenue, st. Auezov, st. Satpaev, st. Rozybakiev, st. Gagarin, st. Baitursynov, st. Aimanov, st. Radostovtseva, st. Shashkina, st. Tlendieva and others. We also examined sections of streets where recreation areas for citizens are located (parks, boulevards, squares). An analysis of green spaces in the Bostandyk district of Almaty showed that more than 101 tree and shrub species belonging to 146 genera and 47 families grow along the main streets, in parks, boulevards and squares. The vast

majority of green plantations of trees and shrubs are represented by alien species and a small part of trees and shrubs by local species. Among the trees — 35 species are massive, which grow along all the streets, boulevards, squares of the Bostandyk district — mostly introduced species. These include: *Populus nigra*, *Populus italica*, *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Fraxinus americana*, *Betula pendula*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*, *Tilia mandshurica*, *Aesculus hippocastanum*, *Ulmus parvifolia*, *Ulmus laevis*, *Ulmus glabra*, *Gleditsia triacanthos*, *Acacia alba*, *Quercus robur*, *Crataegus submollis*, *Picea pungens*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pallasiana*, *Larix gmelinii*, *Berberis vulgaris*, *Syringa vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus*, *Philadelphus coronarius*, *Thuja occidentalis* *ұдырғуе*. From the local natural flora grow — *Armeniaca vulgaris*, *Prunus sogdiana*, *Fraxinus sogdiana*, *Rhamnus cathartica*, *Picea schrenkiana*, *Crataegus chlorocarpa*, *Spiraea hypericifolia*, *Juniperus sabina*, *Juniperus turkestanica* and others. Many interesting ornamental species have been introduced singly, but they all grow mainly in the parks of the Bostandyk district of Almaty. Boulevards and some squares of the studied area of Almaty are distinguished by a variety of species. If in the Soviet years more fruit trees were planted, now many ornamental tree and shrub species are preferred. I would like to especially note the group of evergreen conifers, which are the most valuable and ornamental plants in landscaping. All species of coniferous tree and shrub species growing in the Bostandyk region are stable in local conditions, winter-hardy and do not suffer from heat and dry air. Of the conifers in the landings of the streets, the following types are most often found: *Picea schrenkiana*, *Picea abies*, *Picea pungens*, *Thuja occidentalis*, *Biota orientalis*, *Juniperus virginiana*, *Juniperus sabina*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pallasiana*, *Buxus sempervirens* and others.

An analysis of the life forms of tree and shrub species growing in the Bostandyk district of Almaty showed the leading positions of the tree form — 75 species or 38.2 %, including 8 species (10.6 %) and 67 species from the local natural flora of Kazakhstan. (89.3 %) are introduced species (Fig. 3).

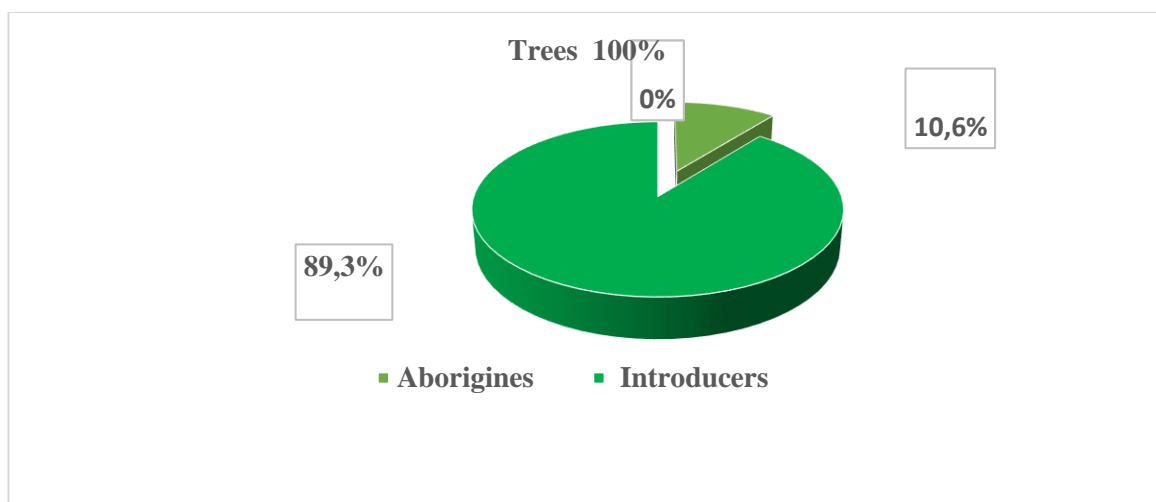


Figure 3. Distribution of introduced species and native species among tree species

Shrub species are represented by 26 species or 13.2 %, of which 6 species (23.0 %) are from the local natural flora and 20 species (77.0 %) are introduced species (Fig. 4).

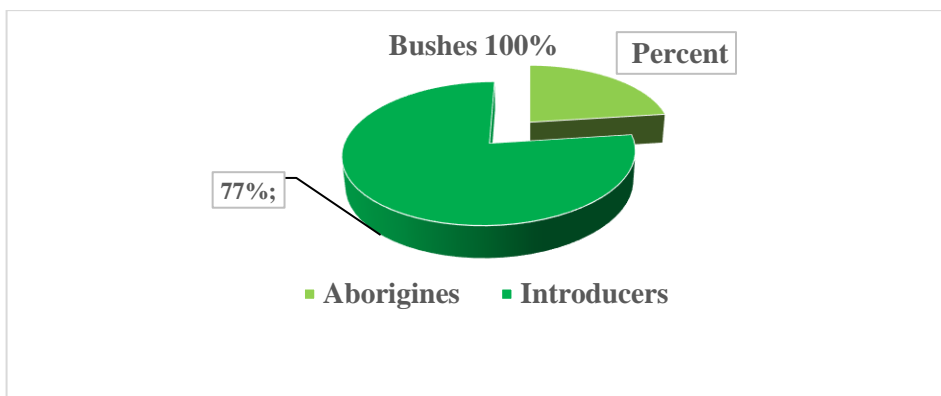


Figure 4. Distribution of introduced species and native species among shrub species

As noted above, the state of tree plantations was determined by us visually by biomorphological features, which include: crown density, its foliage, correspondence of leaf size, shoot growth to normal for these species and a given age of trees, the presence or absence of deviations in the structure of the trunk, crown of branches and shoots, dry top or the presence and proportion of dry branches in the crown. As a result of a survey of green spaces in the main streets of the Bostandyk district, it was found that many trees and shrubs have drying out of the crown and early yellowing of the leaves, which in turn is associated with the bad ecology of the city, accompanied by high air pollution. Trees planted in the median are particularly affected. They often get sick, turn yellow and quickly dry out. Thus, 15 coniferous trees of the species *Pinus sylvestris* and *Aesculus hippocastanum* 70 trees planted in the dividing strip along Zharokova Street are in a severely oppressed and drying out state, and most of them have practically dried up due to the high concentration of car exhaust gases. They are often changed to young ones; however, young trees quickly dry out and die. Trees planted and growing along the sidewalk on both sides of the main streets of Timiryazev, Abay, Gagarin, Baitursynov, Satpaev, Rozybakiev were assessed by us as relatively healthy with some signs of weakening and normal development. 27 % of the examined trees had damage. Almost all trees showed normal leafing of the crown, high decorativeness and intensive growth of shoots. In most of 89 % of the examined trees, pests and diseases are absent (Tables 3-5). According to the age characteristics, these are mainly young and middle-aged tree plantations.

Table 4

Conditions of trees planted along the carriageway of Gagarin Street

Species name	Number of trees	Condition (points)	Barrel damage, %		
			Mechanical	Rotten, diseased	Total
<i>Ulmus parvifolia</i>	460	4,5	9,0	1,2	10,2
<i>Fraxinus excelsior</i>	96	4	4,0	1,3	5,0
<i>Fraxinus sogdiana</i>	36	4,7	3,0	0,9	3,9
<i>Populus pyramidalis</i>	28	4	10,0	1,9	11,9
<i>Populus alba</i>	5	4	14,0	2,6	16,6
<i>Pinus sylvestris</i>	12	3,5	7,0	2,1	9,1

Table 5

Conditions of trees planted along the carriageway of Rozybakiev Street

Species name	Number of trees	Condition (points)	Barrel damage, %		
			Mechanical	Rotten, diseased	Total
<i>Ulmus parvifolia</i>	346	4	11,0	2,5	13,5
<i>Fraxinus excelsior</i>	67	4	7,0	1,0	8,0
<i>Fraxinus sogdiana</i>	27	4	4,0	1,1	5,1
<i>Populus pyramidalis</i>	26	3	14,0	2,2	16,2
<i>Populus alba</i>	10	2	9,0	1,8	10,8
<i>Pinus sylvestris</i>	15	3	6,0	2,7	8,7

As our studies have shown, urban tree plantations have disrupted photosynthesis processes, so they have a rarer crown, small leaves, and short shoots. In heavily polluted urban conditions, the leaves begin to dry out at the edges, brown spots appear on them, these are areas of dead tissue and they quickly curl. The crowns of coniferous and deciduous trees dry out, their annual growth is lower than in unpolluted areas, and the productivity of phyto mass decreases. It should be noted that active visits by city residents to parks, gardens, squares and other green spaces also lead to direct and indirect impacts on green spaces. Direct impacts include breakage and damage to trees and shrubs, excessive collection of flowering ornamental trees and shrubs, littering, and fires. A high level of air and soil pollution has a huge impact on the vital activity of urban green spaces, which in turn leads to a decrease in their life expectancy. So, if in the mountain forests of the Trans-Ili Alatau, spruce lives up to 300-600 years, then in Almaty parks — up to 125-150 years, and on the streets — only up to 60-70 years. In an urbanized environment, tree plantations are a kind of certain indicators of the ecological situation in cities. As studies have shown, in general, the state of tree plantations in the Bostandyk district of Almaty, we assess it as satisfactory. As you know, the city of Almaty belongs to the polluted cities of Kazakhstan. Due to the location of Almaty in a foothill basin, the city is characterized by a very difficult environmental situation associated with strong gas contamination and the accumulation of harmful impurities in the air under the influence of weak circulation of air masses. According to long-term statistical data of Kazhydromet for the last 11 years, the air pollution index of the city of Almaty was equal to 8-12 units [12].

As can be seen from Figure 5, the city of Almaty, which is the largest metropolis in Kazakhstan, is characterized by a high level of air pollution. The level of air pollution is estimated by the value of the air pollution index and is calculated for five substances with maximum values normalized for MPC, taking into account their hazard class, where — 0-4 is low, 5-7 is medium, 7-14 is high, over 14 very high, etc. The level of atmospheric air pollution has somewhat stabilized in recent years, but still remains at a high level. The air pollution index of the city of Almaty in 2015-2020 decreased from 8.0 to 7.0 (Fig. 5).

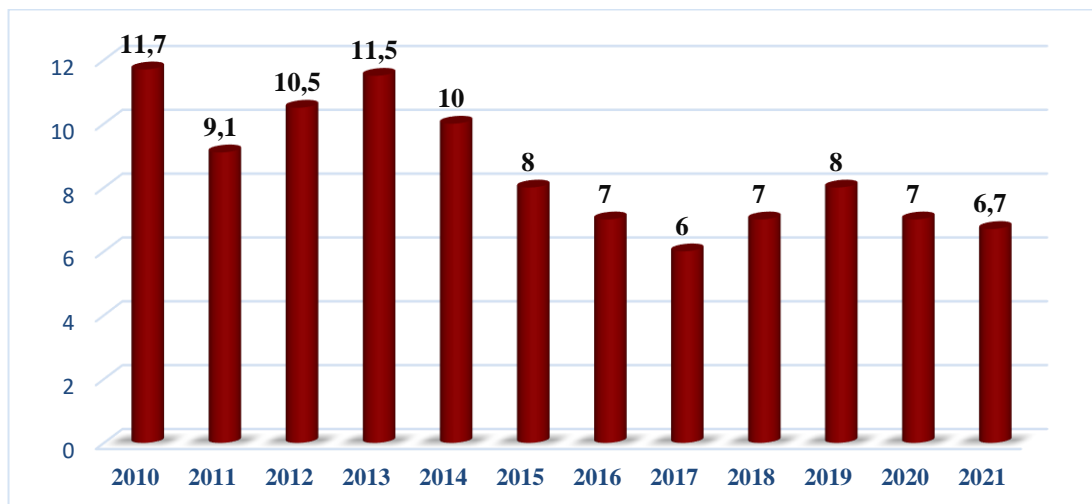


Figure 5. Air pollution index

As already noted, the main environmental problem of the city of Almaty is air pollution. Special natural and climatic features, low level of natural blowing of the territory contribute to the accumulation of pollutants in the surface layer of the atmosphere, which leads to the formation of smoke (smog).

In order to study air pollution in Almaty, we applied a method for determining the mass concentration of harmful substances in the atmospheric air with a gas analyzer. This approach allows obtaining data on the amount of harmful and greenhouse gases in the atmospheric air emitted into the atmosphere. The method of the study was to control the amount of pollutants NO, NO₂, CO, SO₂, PM 2.5 at 10 measurement points using a gas analyzer GANK-4. The tests were carried out once a month (Table 6).

Seasonal contaminant data obtained using a gas analyzer for 2021

Measuring points	Name of compounds	MPC	Summer	Autumn	Winter	Spring
Seifullin-Raiymbek	NO	0,4	0,227	0,3	0,046	0,276
	NO ₂	0,2	0,191	0,18	0,045	0,172
	CO	5	5,5	7	2,13	4,2
	SO ₂	0,5	0,0311	0,35	0,022	0,028
	PM 2.5	0,16	0,169	0,351	0,214	0,209
Seifullin-Ryskulov	NO	0,4	0,29	0,33	0,045	0,30
	NO ₂	0,2	0,21	0,2	0,036	0,18
	CO	5	6,8	5,5	2,67	4,7
	SO ₂	0,5	0,35	0,26	0,024	0,48
	PM 2.5	0,16	0,145	0,215	0,214	0,139
Momyshuly-Tolebi	NO	0,4	0,25	0,15	0,044	0,11
	NO ₂	0,2	0,18	0,16	0,036	0,17
	CO	5	5,6	3,5	2,53	4,3
	SO ₂	0,5	0,35	0,42	0,018	0,31
	PM 2.5	0,16	0,12	0,155	0,165	0,132
Al-Farabi-Navoi	NO	0,4	0,46	0,42	0,042	0,39
	NO ₂	0,2	0,2	0,19	0,034	0,17
	CO	5	4,5	5,9	2,79	3,8
	SO ₂	0,5	0,48	0,19	0,022	0,20
	PM 2.5	0,16	0,144	0,254	0,254	0,198
Rozybakiev — Raiymbek	NO	0,4	0,35	0,35	0,051	0,275
	NO ₂	0,2	0,15	0,14	0,041	0,11
	CO	5	4,5	4,1	2,36	3,6
	SO ₂	0,5	0,39	0,314	0,017	0,274
	PM 2.5	0,16	0,096	0,115	0,146	0,149
Raiymbek — Baizakova	NO	0,4	0,35	0,354	0,044	0,337
	NO ₂	0,2	0,13	0,13	0,032	0,16
	CO	5	2,5	5,3	2,45	2,6
	SO ₂	0,5	0,36	0,46	0,021	0,41
	PM 2.5	0,16	0,136	0,214	0,151	0,175
Tolebi — Otegen batyr	NO	0,4	0,15	0,245	0,042	0,115
	NO ₂	0,2	0,12	0,0159	0,037	0,095
	CO	5	1,9	2,156	2,41	1,14
	SO ₂	0,5	0,15	0,415	0,016	0,12
	PM 2.5	0,16	0,078	0,243	0,145	0,0825
Abai — Rozybakiev	NO	0,4	0,25	0,125	0,039	0,20
	NO ₂	0,2	0,13	0,14	0,031	0,11
	CO	5	3,36	3,9	2,34	3,16
	SO ₂	0,5	0,49	0,351	0,017	0,28
	PM 2.5	0,16	0,12	0,198	0,245	0,13
Al-Farabi-Zheltoksan	NO	0,4	0,31	0,39	0,042	0,29
	NO ₂	0,2	0,04	0,16	0,035	0,065
	CO	5	4,2	5,2	2,15	3,7
	SO ₂	0,5	0,19	0,354	0,021	0,14
	PM 2.5	0,16	0,076	0,216	0,145	0,097
Al — Farabi-Nazarbayeva	NO	0,4	0,22	0,312	0,047	0,20
	NO ₂	0,2	0,14	0,214	0,039	0,13
	CO	5	2,6	3,25	2,41	2,92
	SO ₂	0,5	0,12	0,33	0,022	0,26
	PM 2.5	0,16	0,065	0,316	0,195	0,094

As can be seen from Table 6, the highest concentration of harmful impurities: NO is observed at the intersection of streets — Al — Farabi-Navoi, especially in summer; NO₂ — Seifullin — Ryskulov and Al-

Farabi-Nazarbaev in autumn and summer; CO — Seifullin-Raiymbek, Seifullin — Ryskulov, Momyshuly-Tole bi, Al-Farabi-Navoi, Raiymbek-Baizakov, Al-Farabi-Zheltoksan in summer and autumn; PM 2.5 — in almost all collection points (except for Rozybakiev — Raiymbek streets), the MPC is exceeded, especially in autumn and winter, which is associated with the highest concentration of vehicles on these above-mentioned streets. Of all the given harmful impurities, only sulfur dioxide (SO₂) did not exceed the maximum permissible concentration at all measurement points.

According to our research results for 2021, the highest level of atmospheric air pollution with harmful impurities in the city of Almaty was observed in the autumn period, compared with the rest of the spring, summer, and winter seasons. In general, the ecological state of the air in the Bostandyk district of Almaty can be assessed as satisfactory.

Conclusions

Today, urban plants are influenced by the peculiar a biotic conditions of the urbanized environment, being exposed to urban stress. In large cities — megacities, a special thermal regime of air is created, which is accompanied by elevated air and soil temperatures, a light regime, characterized by a reduced intake of solar radiation due to gas contamination and dustiness of the air basin. It has its own specifics and provision of woody-shrub plants with moisture. From waterproof asphalt, rainwater flows into the sewer network, while increasing the possibility of green spaces to be in soil drought conditions. The influence of urban conditions on the plant can be seen in various indicators of life processes, appearance, structural features of its organs, and the longevity of the plant under these conditions. As our studies have shown, due to strong gas contamination and air and soil pollution, tree and shrub plantations of the Bostandyk district of Almaty are exposed to the adverse effects of the urban environment, which manifests it in the weakening of plants, a decrease in the productivity of phyto mass, and a reduction in their longevity. Deterioration of decorative properties, where crowns, especially conifers, quickly grow bald. Long-term exposure to the above factors leads to a decrease in the resistance of plants to anthropogenic impact and, in the end, the death of plants.

As a result of monitoring the quality of the state of the atmospheric air in Almaty, by the method of continuous observation, which was carried out by us using a measuring device — a gas analyzer GANK — 4 to measure the Maximum Permissible Concentration of harmful substances in the atmosphere every month during 2021, it was found that the territory of the city of Almaty is heterogeneous in terms of level air pollution, where carbon monoxide and suspended particles exceed the MPC at many measurement points. It should also be noted that the dynamics of changes in MPC levels over the past 10 years has not been stable. It is possible to single out the period of MPC decrease from 2015 to 2021 and the period of rise from 2010 to 2014. To improve the environmental situation in the city of Almaty, it is necessary to act in three main areas: the greening of vehicles, the reduction of air pollution from constant sources, including the gasification of the private sector, the preservation and development of the green fund. As for the concept of car greening, studies have shown an increase in the content of atmospheric pollutants in the exhaust gases of old vehicles compared to the year of production of new vehicles. Based on this, it is possible to significantly reduce the share of vehicles and the number of vehicles for pollution by introducing a 10-year period for the production of vehicles, as in Germany. In addition, it is necessary to take such measures as the creation of cars with low fuel consumption, the conversion of gasoline to liquefied gas, the use of vegetable oils instead of gasoline fodder (beetroot, corn).

Список литературы

- 1 Алма-Ата. Энциклопедия. — Алма-Ата, 1983. — С. 12.
- 2 Казахская ССР (Краткая энциклопедия). — Алма-Ата, 1988. — Т. 2. — С. 69–71.
- 3 Численность населения Казахстана достигла 19,7 млн человек. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.almaty.gov.kz/upload/files/otchet_uzo_1_kvartal_2016_rus.docx.
- 4 Лухтанов А.А. Город Верный и Семиреченская область / А.А. Лухтанов. — Алматы, 2014. — 380 с.
- 5 История, география и экономика города Алматы. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.culturefrance.kz/Histoire-geographie-et-economie-d-Almaty?lang=ru>
- 6 Почвы Казахской ССР (Алматинская область). — Алма-Ата, 1962. — Вып. 4. — 423 с.
- 7 Справочник по климату Казахстана // Многолетние данные. Атмосферные осадки. — 2004. — Вып. 1. — С. 14.

8 В Алматы назвали самый зеленый район города. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.inform.kz/ru/v-almaty-nazvali-samyu-zelenyy-rayon-goroda_a3658290.

9 Булыгин Н.Е. Дендрология: учеб. / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. — Л.: Агропромиздат, 1991. — 352 с.

10 Переносной газоанализатор Ганк-4 ex. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gank4.ru/catalog/perenosnye-gazoanalizatory>

11 Бюллетени Казгидромета 2010–2021 гг. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana>

Г.А. Садырова, Т.А. Базарбаева, Г.А. Муканова, С.М. Джамилова

Жасыл желектердің экологиялық жағдайын бағалау Алматы қаласының Бостандық ауданы мысалында

Мақалада Алматы қаласының Бостандық ауданының мысалында жасыл желектердің экологиялық жай-күйін бағалау берілген. Бүгінгі күні Алматы қаласының Бостандық ауданының бульварларының, скверлерінің және жасыл аймақтарының жалпы ауданы 147,4 га құрайды. Аталған аудан Медеу және Түркісіб аудандарынан кейінгі Алматы қаласының ең жасыл аудандарының үштігіне кіреді. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, қаланың Бостандық ауданындағы ағаш түрлерінің жасыл екпелерінің 95 % — интродуценттер және аз бөлігін жергілікті абorigендік түрлер құрайды. Алматы қаласының аумағын көгалдандыру әртүрлі типтегі екпелермен ұсынылған. Оларға тоғайлар, аллеялар, бактар, саябақтар, бульварлар, скверлер, жасыл аймақтар, ауданишілік көгалдандыру, көшелерді көгалдандыру жатады. Сонымен қатар, бактарда, саябақтарда, бульварларда, тоғайларда түрлердің алуан түрлілігі байқалады және көшелерді көгалдандыруда үш-төрт түрді өте аз пайдаланады. Ағаш екпелерінің ішінде Бостандық ауданының барлық көшелерінде, бульварларында, гүлзарларында өсетін 35 түрі жаппай түрден тұрады. Атап айтсақ, қатты ағаштардан: *Populus nigra*, *populus italica*, *populus alba*, *Fraxinus excelsior* және басқалары. Ал жергілікті табиғи флорадан — *Armeniaca vulgaris*, *Prunus sogdiana*, *Fraxinus sogdiana*, *Rhamnus cathartica*, *Picea schrenkiana* өседі.

Кілт сөздер: Алматы қаласы, Бостандық ауданы, жасыл желектер, қалалық орта, ауаның ластануы.

Г.А. Садырова, Т.А. Базарбаева, Г.А. Муканова, С.М. Джамилова

Оценка экологического состояния зеленых насаждений города Алматы на примере Бостандыкского района

В статье приведена оценка экологического состояния зеленых насаждений на примере Бостандыкского района города Алматы. Общая площадь бульваров, скверов и зеленых зон Бостандыкского района г. Алматы на сегодняшний день составляет 147,4 га. Бостандыкский район г. Алматы входит в тройку самых зеленых районов города Алматы после Медеуского и Турксибского районов. Как показали наши исследования, 95 % зеленых насаждений древесных пород в Бостандыкском районе Алматы представлены интродуцентами, и небольшая часть — местными видами-аборигенами. Озеленение территории города Алматы состоит из насаждений разных типов. К ним относятся рощи, аллеи, сады, парки, бульвары, скверы, зеленые зоны, внутрирайонное озеленение, озеленение улиц. При этом большое разнообразие видов наблюдается в садах, парках, бульварах, рощах и очень небольшое использование трех-четырёх видов при озеленении улиц. Среди древесных насаждений 35 видов составляют массовые, которые произрастают по всем улицам, бульварам, скверам Бостандыкского района. Из лиственных пород широко распространены: *Populus nigra*, *Populus italica*, *Populus alba*, *Fraxinus excelsior* и другие. Из местной природной флоры произрастают *Armeniaca vulgaris*, *Prunus sogdiana*, *Fraxinus sogdiana*, *Rhamnus cathartica*, *Picea schrenkiana*.

Ключевые слова: город Алматы, Бостандыкский район, зеленые насаждения, городская среда, загрязнение воздуха.

References

- 1 (1983). Alma-Ata. Entsiklopediia [Alma-Ata. Encyclopedia]. Alma-Ata [in Russian].
- 2 (1988). Kazakhskaiia SSR (Kratkaia entsiklopediia) [Kazakh SSR. Brief encyclopedia]. Alma-Ata, 2, 69–71 [in Russian].
- 3 Chislennost naseleniia Kazakhstana dostigla 19,7 mln chelovek [The population of Kazakhstan reached 19.7 million people]. Retrieved from https://www.almaty.gov.kz/upload/files/otchet_uzo_1_kvartal_2016_rus.docx. [in Russian].

- 4 Lukhtanov, A.A. (2014). Gorod Vernyi i Semirechenskaia oblast [The city of Verny and Semirechensk region]. Almaty [in Russian].
- 5 Istoriia, geografiia i ekonomika goroda Almaty [History, geography and economics of Almaty city]. Retrieved from <https://www.culturefrance.kz/Histoire-geographie-et-economie-d-Almaty?lang=ru>.
- 6 (1962). Pochvy Kazakhskoi SSR (Almatinskaia oblast) [Soils of Kazakh SSR (Almaty region)]. Alma-Ata, 4, 423 [in Russian].
- 7 (2004). Spravochnik po klimatu Kazakhstana [Kazakhstan Climate Guide]. *Mnogoletnie dannye. Atmosfernye osadki — Perennial data. Precipitation, 1*, 14 [in Russian].
- 8 V Almaty nazvali samyi zelenyi raion goroda [Almaty named the greenest district of the city]. Retrieved from https://www.inform.kz/ru/v-almaty-nazvali-samyy-zelenyy-rayon-goroda_a3658290 [in Russian].
- 9 Bulygin, N.E. & Iarmishko, V.T. (1991). Dendrologiia: uchebnik [Dendrology: textbook]. Leningrad: Agropromizdat [in Russian].
- 10 Perenosnoi gazoanalizator Gank-4 ex [Portable gas analyzer Gank-4 ex]. Retrieved from <https://www.gank4.ru/catalog/perenosnye-gazoanalizatory> [in Russian].
- 11 Biulleteni Kazgidrometa 2010–2021 gg. [Bulletins of Kazhydromet 2010-2021]. Retrieved from <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana> [in Russian].

А.Т. Серікбай*, Д.В. Агеев, А.М. Айткулов

Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

**Автор для корреспонденции: arailym_serikbai@mail.ru*

Анатомические показатели проростков *Pisum sativum* при воздействии макро- и наночастиц цинка

В Казахстане физико-химические свойства наночастиц были изучены, но физиологические свойства и токсичность на живые организмы ранее не рассматривались. В настоящей работе представлены результаты сравнительного исследования анатомии проростков *Pisum sativum*, подвергшихся воздействию макро- и наночастиц цинка различной концентрации (5, 10, 20 и 200 мг/100 мл). Проводилось изучение анатомии поперечных срезов вегетативных органов проростков гороха. Установлено, что макро- и наночастицы цинка вызывают изменения диаметра проводящих пучков, толщины внутренних и внешних тканей стебля и корня проростков. Установлены различия во влиянии наночастиц цинка на процессы жизнедеятельности растений в зависимости от их концентрации и проявления их токсичности. Таким образом, определение путей и способов воздействия наночастиц металлов на живой организм — это чрезвычайно важная и актуальная работа, необходимая для установления научно обоснованных концентраций и размеров наночастиц в воде, воздухе или в составе различных материалов, с которыми контактирует человек.

Ключевые слова: макрочастицы, наночастицы металлов, цинк, *Pisum sativum*, анатомия, корень, проростки.

Введение

Многофункциональные свойства наночастиц (далее — НЧ) находят широкое применение не только в области технических направлений, но и в науках о жизни, в частности сельском хозяйстве. Чрезвычайно малый размер, особенности структуры и поверхностных характеристик наночастиц приводят к уникальным физико-химическим свойствам [1]. Наночастицы тяжелых металлов, так же как ионы наночастиц, обладают высокой способностью проникновения в корни растений, накопления в вегетативных органах, с дальнейшим участием в пищевых цепях [2]. Наночастицы оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на рост и развитие растений [3].

Одними авторами показывается безопасность загрязнения окружающей среды наночастицами [4]. В ряде исследований наблюдается разнонаправленный эффект наночастиц металлов и их оксидов на рост, урожайность и физиологию растений, в том числе и сельскохозяйственных культур [5]. В целом, прогнозируется широкое применение наночастиц как альтернатива традиционных химических удобрений, из-за высокой скорости поглощения и проникновения НЧ в растения, при этом их попадание в объекты окружающей среды могут нести риски отрицательных последствий.

Для оптимального роста и развития растений необходимо присутствие в окружающей среде достаточного количества не только макроэлементов, но и микроэлементов, в том числе и цинка (Zn). Положительное действие Zn на растения было впервые доказано для кукурузы, затем ячменя и карликового подсолнечника [6]. Первые работы, связанные с изучением симптомов дефицита цинка у растений, описывали нарушение роста стеблей, в частности у томата. В основе механизмов цинк-зависимого нарушения роста вегетативных органов лежало снижение синтеза белка и крахмала, при сохранении производства сахара в тканях растений. Переизбыток цинка дозах от 200 до 500 мг/кг, в зависимости от вида растения, также вызывал негативный эффект [7].

Считается, что реакция растений на действие НЧ цинка зависит от вида растений, типа и размера наночастиц, а также от применяемой концентрации [8]. В исследованиях было изучено влияние НЧ ZnO на рост растений кукурузы. Отмечено, что применение биосинтезированных НЧ ZnO вызвало улучшение большинства биологических параметров, включая показатели роста растений, содержание белка и площадь листьев. Внесение НЧ ZnO в субстрат для выращивания огурцов положительно влияло на высоту растений с первых фаз вегетации на 50 % и более. Отрицательное воздействие цинка на рост растений отмечено для райграса, маша, пшеницы, редиса, рапса, салата, кукурузы, огурца и стевии.

Комбинированное воздействие НЧ Zn и регуляторов роста растений (IAA и GA3) на подсолнечник в условиях водного стресса [9] вызывало значительное увеличение содержания питательных веществ в листьях растения. Воздействие НЧ ZnO сказывается на развитии растений перца, как положительно так и отрицательно, в зависимости от концентрации вещества. Концентрации НЧ ZnO 1000 мг/л способствуют росту растений, увеличению количества и средней массы плодов, в то время как при концентрации 2000 мг/л НЧ ZnO оказывают негативное влияние на рост и развитие.

Таким образом, воздействие наночастиц даже на один и тот же вид растения может приводить как к положительному, так и отрицательному эффекту, в зависимости от концентрации изучаемого биологического показателя, стадии вегетации и других факторов. В связи с этим необходимо отдельно изучать каждый вид растения и каждую группу биологических показателей, действие НЧ Zn и его соединений.

Материалы и методы

С учетом важности как агрокультуры [10, 11], а также обоснованности использования в качестве тест-объекта при определении токсического действия веществ, нами было проведено исследование гороха посевного (*Pisum sativum* L., семейство *Fabaceae*). Изучалось анатомическое строение подземных (корни) частей растения, подвергшихся воздействию различных концентраций макро- и наночастиц цинка.

Для опытов применяли суспензии частиц Zn различной концентрации 5, 10, 20, 200 мг на 100 мл дистиллированной воды. Размерность частиц составляла 80–100 нм и 500–1000 нм (макрочастицы — далее МЧ). Наночастицы были синтезированы в Научно-исследовательском центре ионноплазменных технологий и современного приборостроения Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова. Макрочастицы цинка были приобретены у ООО «Интерхим» (Россия), марка ПЦР-1.

Для обработки макро- и наночастицами цинка семена гороха погружались в суспензию частиц различных концентраций и выдерживались в суспензии в течение 4 ч. В качестве контрольных образцов использовались семена, погруженные в дистиллированную воду.

Взвеси НЧ различных концентраций и объемом 10 мл наносились на фильтровальную бумагу в чашках Петри, в которые высевались семена в количестве 15 штук на одну чашку. Через 14 дней корневая часть проростков помещалась на ленты фильтровальной бумаги, которые свертывались в неплотный рулон и погружались в пластиковые стаканчики с дистиллированной водой объемом 150 мл (рис. 1).

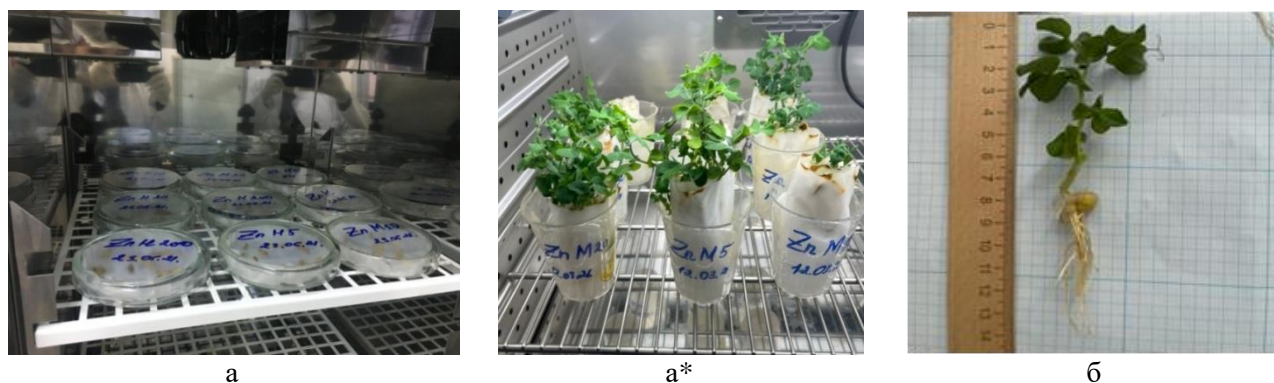


Рисунок 1. Семена в чашках Петри (а, а*), проростки после проращивания в рулонах фильтровальной бумаги (б)

Фиксацию проростков растений проводили по методике Страуса–Флемминга (спирт 92 %–глицерин–дистиллированная вода в соотношении 1:1:1). Анатомические препараты готовили вручную в соответствии с общепринятыми методиками М.Н. Прозиной, А.И. Пермекова, В.Н. Вехова [12, 13].

Для получения микрофотографий тканей растений использовался оптический микроскоп «Альтами» с цифровой камерой, с увеличением объективов $\times 64$, $\times 160$, обработку фотографий и измерения тканевых структур проводили в программе Altamystudio 3.3.

Результаты и их обсуждение

На поперечном срезе корней проростков контрольных растений *P. sativum* четко выражено типичное строение, характерное для двудольных растений.

Корень на поперечном срезе округлый (рис. 2), по периметру расположена однослойная ризодерма с корневыми волосками. Под ризодермой расположен обширный участок коровой паренхимы, центральная часть занята радиальным проводящим пучком.

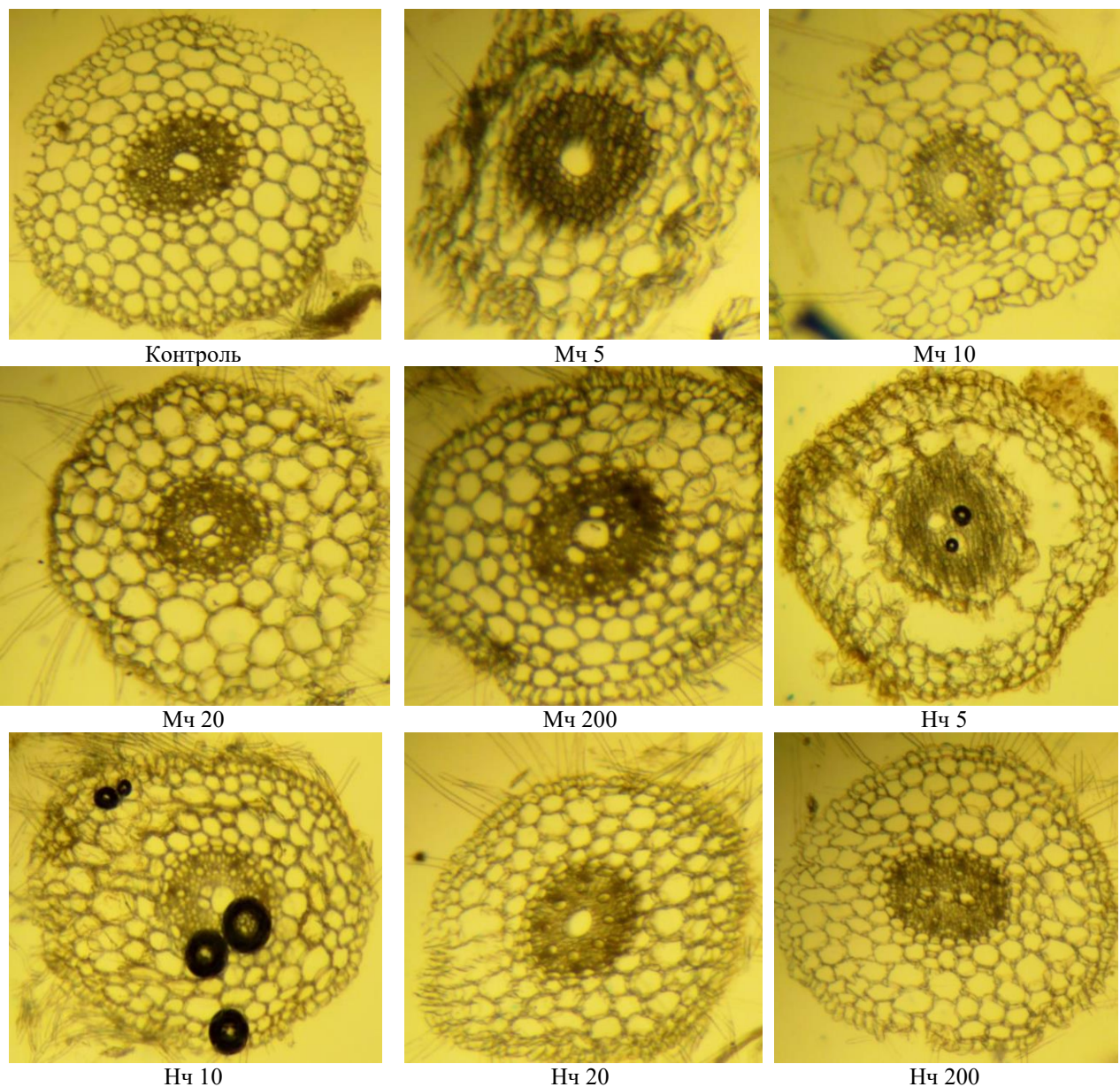


Рисунок 2. Поперечный срез корня проростков *Pisum sativum* (ув.×64)

Итоги замеров корней проростков гороха представлены в таблице ниже.

Анатомические показатели корня проростков *Pisum sativum* в зависимости от концентрации нано- и макрочастиц цинка (в мкм)

Вариант опыта	Толщина ризодермы	Толщина паренхимы	Толщина эндодермы	Диаметр сосудов ксилемы	Диаметр пучка	Диаметр корня
Контрольный вариант						
Контроль	0,18±0,01	6,28±0,52	0,11±0,01	0,25±0,04	7,25±0,12	16,91±0,55
Макрочастицы						
МЧ 5	0,22±0,09	5,57±0,63	0,15±0,05	0,50±0,19*	8,26±0,64	19,38±0,58
МЧ 10	0,20±0,05	7,25±0,76	0,23±0,07	0,32±0,13	7,60±0,68	19,16±0,73
МЧ 20	0,19±0,06	6,76±1,86	0,17±0,05	0,17±0,05	6,89±0,44	18,44±0,4
МЧ 200	0,18±0,08	6,39±0,72	0,19±0,10	0,39±0,57	5,81±1,08	18,09±1,68
Наночастицы						
НЧ 5	0,15±0,05	6,47±1,03	0,18±0,12	0,54±0,87*	6,81±0,78	17,44±1,43
НЧ 10	0,11±0,03*	5,67±1,06	0,15±0,07	0,17±0,13	7,42±0,84	16,58±2,31
НЧ 20	0,10±0,00*	5,40±0,73	0,11±0,03	0,25±0,11	5,83±0,50*	16,36±1,20
НЧ 200	0,11±0,03*	5,04±0,83	0,16±0,07	0,22±0,08	6,22±0,86	15,66±2,80

* *Примечание.* Достоверность различий экспериментальных данных по сравнению с контролем при $P \leq 0,05$.

Наши исследования показали, что по толщине ризодермы все варианты, обработанные МЧ цинка, не показатели достоверных отличий от контроля. Результаты колебались от 0,18 до 0,22 мкм. Толщина ризодермы корня у проростков, обработанных наночастицами в варианте НЧ 5 (0,15 мкм), также достоверно не отличалась от показателей контроля, тогда как остальные варианты (размеры от 0,10 до 0,11 мкм) оказались достоверно ниже контрольных значений и показателей, полученных при обработке семян МЧ.

По толщине коровой паренхимы (от 5,04 до 7,25 мкм) проростки из разных вариантов обработки не отличались достоверно от контрольного варианта, причем сходные показатели отмечены как для МЧ, так и НЧ.

Не выявлено достоверных отличий от контроля по толщине эндодермы (от 0,11 до 0,23 мкм) во всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Диаметр сосудов ксилемы проводящих пучков показал достоверное отличие по сравнению с контролем только в вариантах МЧ5 (0,50 мкм) и НЧ5 (0,54 мкм), остальные не отличались друг от друга и от контроля.

Диаметр проводящих пучков достоверно был ниже контроля в варианте НЧ 20, остальные не имели достоверных отклонений от контроля.

Измерение общего диаметра корня проростков гороха (от 15,66 до 19,38 мкм) также не показало достоверных отличий от контрольного варианта.

Заключение

Обработка проростков растений тяжелыми металлами, в том числе в форме наночастиц, может привести к изменению морфологической и анатомической структуры проростков, оказать отрицательное или положительное действие на жизнеспособность и дальнейшее развитие. Действие наночастиц цинка на настоящее время недостаточно исследовано.

Эксперименты данного исследования показали, что обработка семян перед посевом макро- и наночастицами цинка оказала эффект на изменение микроскопической структуры корня проростков гороха. Основные изменения были получены в структуре ризодермы. Так, обработка наночастицами цинка привели к снижению толщины ризодермы в сравнении с контролем и с вариантами обработки макрочастицами.

Для остальных показателей внутреннего строения корня не были выявлены значительные изменения, отмечено достоверное увеличение или повышение структурных элементов при воздействии отдельных концентраций.

В целом, микроскопические структуры гороха оказались более устойчивыми к воздействию макро- и наночастицами цинка в изученных концентрациях. Полученные данные могут лечь в основу тестирования воздействия наночастиц тяжелых металлов на тест-объекты.

Исследования выполнены в рамках внутреннего гранта Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова «Сравнительный анализ воздействия наночастиц тяжелых металлов (цинка и оксида цинка) различных размеров на биологические показатели растительного организма» (2022 г.).

Список литературы

- 1 Tsonev T. Zinc in Plants / T. Tsonev, F.C. Libon // Emirates Journal of Food and Agriculture. — 2012. — Vol. 24(4). — P. 322-333.
- 2 Shrouf A. Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared with Conventional Farming / A. Shrouf // Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci. — 2017. — Vol. 27 (1). — P. 247–255.
- 3 Нанотехнологии для окружающей среды и медицины. Обзор проекта. — 2018. Аналитическое экологическое агентство «Green women» (Казахстан). — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.greenwomen.kz/projects.htm>
- 4 Zhang J. Baseline-Free Damage Diagnostic Imaging Approach Relying on the Extraction of Converted Modes of Ultrasonic Guided Waves / J. Zhang, H. Xu, K. Zhou, Z. Yang, K. Liu, Y. Zheng, S. Ma, Zh. Wu // Journal of Aerospace Engineering. — 2021. — Vol. 34 (6). — 04021071. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AS.1943-5525.0001319](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0001319)
- 5 Rajputa V.D. Effects of zinc-oxide nanoparticles on soil, plants, animals and soil organisms: A review / V.D. Rajputa // Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. — 2018. — Vol. 9. — P. 76-78
- 6 Chen A. Evaluation of the effect of time on the distribution of zinc oxide nanoparticles in tissues of rats and mice: a systematic review / A. Chen, L. Shao, X. Feng, S. An, Y. Zhang, T. Sun // IET Nanobiotechnol. — 2016. — Vol. 10(3). — P. 97–106. <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2015.0006>
- 7 Du W. TiO₂ and ZnO nanoparticles negatively affect wheat growth and soil enzyme activities in agricultural soil / W. Du, Y. Sun, R. Ji, J. Zhu, J. Wu, H. Guo // Journal of Environmental Monitoring. — 2011. — Vol. 13. — P. 822-828. <https://doi.org/10.1039/c0em00611d>
- 8 Arruda S.C.C. Nanoparticles applied to plant science: a review / S.C.C. Arruda, A.L.D. Silva, R.M. Galazzi, R.A. Azevedo, M.A.Z. Arruda // Talanta. — 2015. — Vol. 131. — P. 693-705. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.08.050>
- 9 Ruttkay-Nedecky B. Nanoparticles based on essential metals and their phytotoxicity / B. Ruttkay-Nedecky, O. Krystofova, L. Nejdil, V. Adam // Journal of Nanobiotechnology. — 2017. — Vol. 15. — P. 33-35. <https://doi.org/10.1186/s12951-017-0268-3>
- 10 Чурилов Г.И. Влияние нанопорошков железа, меди, кобальта в системе «почва–растение» / Г.И. Чурилов // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. — 2009. — № 12 (106). — С. 148–151.
- 11 Rizwan M. Effect of metal and metal oxide nanoparticles on growth and physiology of globally important food crops: a critical review / M. Rizwan, S. Ali, M.F. Qayyum, Y.S. Ok, M. Adrees, M. Ibrahim, M.Z. Rehman, M. Farid, F. Abbas // Journal of Hazardous Materials. — 2017. — Vol. 322 (A). — P. 2-16. <https://doi.org/10.1016/j.hazmat.2016.05.061>
- 12 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.
- 13 Вехов В.Н. Практикум по анатомии и морфологии высших растений / В.Н. Вехов, Л.И. Лотова, В.Р. Филин. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. — 196 с.

А.Т. Серікбай, Д.В. Агеев, А.М. Айтқулов

***Pisum sativum* өскіндерінің анатомиялық көрсеткіштеріне мырыштың макро және нанобөлшектерінің әсері**

Қазақстанда нанобөлшектердің физика-химиялық қасиеттері зерттелген, бірақ тірі организмдерге физиологиялық қасиеттері мен уыттылығы зерттелмеген. Елімізде бұл зерттеулер жүргізілген жоқ, бұл бағыттағы ғылыми зерттеулердің болашағы үлкен. Мақалада әртүрлі концентрациядағы (5, 10, 20 және 200 мг/100 мл) макро және нанобөлшектерге ұшыраған *Pisum sativum* өскіндері анатомиясының салыстырмалы зерттеу нәтижелері келтірілген. Асбұршақ өскіндерінің вегетативті мүшелерінің көлденең кесінділеріне анатомиялық зерттеу жұмыстары жүргізілді. Мырыштың макро және нанобөлшектері өткізгіш шоқтардың диаметрінің, өскіндердің сабағы мен тамырының ішкі және сыртқы тіндерінің қалыңдығының өзгеруіне әкелетіні анықталды. Мырыш нанобөлшектерінің өсімдіктердің тіршілік процестеріне олардың концентрациясына және уыттылығының көрінісіне байланысты әсер етуіндегі айырмашылықтар табылды. Осылайша, металл нанобөлшектерінің тірі ағзаға әсер ету жолдары мен тәсілдерін анықтау — бұл нанобөлшектердің судағы, ауадағы немесе адаммен байланыста болатын әртүрлі материалдардың құрамындағы ғылыми негізделген концентрациялары мен өлшемдерін анықтау үшін қажет және өте маңызды әрі өзекті жұмыс.

Кілт сөздер: макробөлшектер, нанобөлшектер, мырыш, *Pisum sativum*, анатомия, тамыр, өскіндер.

A.T. Serikbay, D.V. Ageev, A.M. Aitkulov

Anatomical parameters of *Pisum sativum* seedlings under the influence of macro- and nanoparticles of zinc

In Kazakhstan, the physicochemical properties of the nanoparticle were studied, but the physiological properties and toxicity to living organisms were not studied earlier. These studies have not been conducted in Kazakhstan, which presents broad prospects for scientific research. This paper presents the results of a comparative study of the anatomy of *Pisum sativum* seedlings exposed to macro- and nanoparticles of zinc of various concentrations (5, 10, 20 and 200 mg/100 ml). The anatomy of cross sections of vegetative organs of pea seedlings was studied. It has been established that zinc macro- and nanoparticles cause changes in the diameter of conductive beams, the thickness of internal and external tissues of the stem and root of seedlings. Differences in the influence of zinc nanoparticles on plant life processes depending on their concentration and the manifestation of their toxicity have been established. Thus, the determination of ways and means of the impact of metal nanoparticles on a living organism is an extremely important and relevant work necessary to establish scientifically-based concentrations and sizes of nanoparticles in water, air or in the composition of various materials with which a person comes into contact.

Keywords: macroparticles, nanoparticles, zinc, *Pisum sativum*, anatomy, root, seedlings.

References

- 1 Tsonev, T. & Libon, F.C. (2012). Zinc in Plants. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(4), 322-333.
- 2 Shrouf, A. (2017). Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared with Conventional Farming. *Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci.*, 27(1), 247–255.
- 3 (2018). *Nanotekhnologii dlia okruzhaiushchei sredy i meditsiny. Obzor proekta. 2018. Analiticheskoe ekologicheskoe agentstvo «Green women» (Kazakhstan) [Nanotechnology for the Environment and Medicine, project review, 2018. Analytical environmental agency “Green women” (Kazakhstan)].* Retrieved from <http://www.greenwomen.kz/projects.htm> [in Russian].
- 4 Zhang, J., Xu, H., Zhou, K., Yang, Z., Liu, K., Zheng, Y., Ma, S. & Wu, Zh. (2021). Baseline-Free Damage Diagnostic Imaging Approach Relying on the Extraction of Converted Modes of Ultrasonic Guided Waves. *Journal of Aerospace Engineering*, 34(6), 04021071. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AS.1943-5525.0001319](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0001319)
- 5 Rajputa, V.D. (2018). Effects of zinc-oxide nanoparticles on soil, plants, animals and soil organisms: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 9, 76-78.
- 6 Chen, A., Shao, L., Feng, X., An, S., Zhang, Y. & Sun, T. (2016). Evaluation of the effect of time on the distribution of zinc oxide nanoparticles in tissues of rats and mice: a systematic review. *IET Nanobiotechnol.*, 10(3), 97–106. <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2015.0006>
- 7 Du, W., Sun, Y., Ji, R., Zhu, J., Wu, J. & Guo, H. (2011). TiO₂ and ZnO nanoparticles negatively affect wheat growth and soil enzyme activities in agricultural soil. *Journal of Environmental Monitoring*, 13, 822-828. <https://doi.org/10.1039/c0em00611d>
- 8 Arruda, S.C.C., Silva, A.L.D., Galazzi, R.M., Azevedo, R.A. & Arruda, M.A.Z. Nanoparticles applied to plant science: a review. *Talanta*, 131, 693-705. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.08.050>
- 9 Ruttkay-Nedecky, B., Krystofova, O., Nejdil, L. & Adam, V. (2017). Nanoparticles based on essential metals and their phytotoxicity. *Journal of Nanobiotechnology*, 15, 33-35. <https://doi.org/10.1186/s12951-017-0268-3>
- 10 Churilov, G.I. (2009). Vliianie nanoporoshkov zheleza, medi, kobalta v sisteme «pochva–rastenie» [Influence of iron, copper, cobalt nanopowders in the soil-plant system]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Orenburg State University*, 12 (106), 148–151 [in Russian].
- 11 Rizwan, M., Ali, S., Qayyum, M.F., Ok, Y.S., Adrees, M., Ibrahim, M., Rehman, M.Z., Farid, M. & Abbas, F. (2017). Effect of metal and metal oxide nanoparticles on growth and physiology of globally important food crops: a critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 322(A), 2-16. <https://doi.org/10.1016/j.hazmat.2016.05.061>
- 12 Zorina, M.S. & Kabanov, S.P. (1986). Opredelenie semЕННОI produktivnosti i kachestva semian introdutsentov [Determination of Seed Productivity and Seed Quality of Introductants]. *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane — Methods of introduction studies in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka, 75–85 [in Russian].
- 13 Vekhov, V.N., Lotova, L.I. & Filin, V.R. (1980). Praktikum po anatomii i morfologii vysshikh rastenii [Workshop on the anatomy and morphology of higher plants]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta [in Russian].

Д.А. Тагаев^{1*}, А.Т. Жапарова²¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;²Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

*Автор для корреспонденции: dat82@mail.ru

Морфологическая характеристика речной абботины *Abbottina rivularis* (Gobioninae) из р. Каратал (Балхашский бассейн)

Статья посвящена изучению внешних морфологических признаков речной абботины — широко известного инвазивного вида из Восточной Азии, проникшего в водоемы Казахстана более 60 лет назад и успешно расселившегося в Аральском и Балхаш-Алакольском бассейнах, а также речных системах Сарысу, Талас и Чу. Как и другие чужеродные виды, абботина оказывает негативное влияние на аборигенную ихтиофауну. За годы акклиматизации данный чужеродный вид стал полноценным представителем экосистем водоемов и прочно занял свое место в списке рыб Казахстана. Несмотря на это, современных данных по распространению и морфологической изменчивости речной абботины в казахстанских бассейнах недостаточно. 20 особей речной абботины, выловленных в р. Каратал Балхашского бассейна, были использованы для морфологического анализа. Для анализа меристических признаков и чешуйного покрова особи были целиком окрашены ализариновым красителем. Получены данные по изменчивости пластических и меристических признаков, а также впервые подробно изучены особенности чешуйного покрова данного вида в водоемах Казахстана. Приведена детальная морфологическая характеристика речной абботины с иллюстрациями. В сравнении со сведениями по речной абботине из р. Иссык бассейна р. Или выявлены некоторые различия пластических признаков, в то же время меристические признаки сходны с имеющимися описаниями данного вида. Для более полной оценки морфологической изменчивости речной абботины необходимы дальнейшие исследования других ее популяций в водоемах Казахстана.

Ключевые слова: речная абботина, *Abbottina rivularis*, *Gobioninae*, чужеродный вид, инвазивный вид, морфология, чешуйный покров, Балхашский бассейн.

Введение

Речная абботина — небольшая карповая рыба (*Cyprinidae*) подсемейства Пескаревых (*Gobioninae*), относящаяся к китайскому фаунистическому комплексу, и хорошо известный инвазивный вид, успешно распространившийся в Восточной, Юго-Восточной и Центральной Азии [1–5]. В связи со своим расширяющимся ареалом речная абботина является объектом фило-географических исследований [6].

Ареал речной абботины включает водоемы Восточной Азии и простирается от бассейна Амура на севере через Китай, Западную Корею и Японию до бассейна Красной реки (Северный Вьетнам) на юге [2, 7, 8]. В 1956–1958 гг., при акклиматизации растительоядных рыб из Китая, речная абботина была случайно завезена в прудовые хозяйства Центральной Азии и Казахстана, откуда проникла в естественные водоемы Балхашского и Аральского бассейнов [9, 10]. В настоящее время данный вид встречается в бассейнах Арала, Балхаш-Алаколя, реках Сарысу, Талас и Чу [11]. Согласно В. Митрофанову [12], в Чуйском бассейне речная абботина образует гибриды с туркестанским пескарем (*Gobiolepidolaemus*). В водоемах Казахстана, вместе с другими чужеродными видами, абботина вытесняет аборигенную ихтиофауну [13].

За более чем 60 лет со времени акклиматизации в казахстанских водоемах, речная абботина успешно вошла в экосистемы и стала полноценным представителем ихтиофауны [11, 14–16]. Несмотря на это, точное распространение и морфологическая изменчивость данного вида здесь слабо изучены.

Целью настоящего исследования была характеристика внешних морфологических признаков речной абботины из р. Каратал Балхашского бассейна. Статья призвана пополнить имеющиеся сведения по морфологии данного вида.

Материал и методы

Особь речной абботины были пойманы 16.07.2021 г. в р. Каратал, близ г. Талдыкоргана (Жетысуская область), при помощи сеток-ловушек. Особи фиксировались в растворе формальдегида (4 %).

20 неповрежденных и выпрямленных особей с абсолютной длиной тела (TL) 78–92 мм были взяты для морфологического анализа. Для получения морфометрических данных использован электронный штангенциркуль с точностью до 0,1 мм. Все измерения произведены по прямой линии непосредственно между двумя пунктами. Схема и особенности измерений пластических признаков такие же, как и использованные ранее в нашей работе [17] для сибирского пескаря. Полученные данные обработаны стандартными статистическими методами в MS Excel–2016, вычислены среднее значение (M), ее ошибка (m), стандартное отклонение (SD), коэффициент вариации (CV), размах крайних значений признака (lim).

Для изучения меристических признаков и особенностей чешуйного покрова рыбы были целиком помещены в раствор гидроксида калия (0,3 %) с добавлением красителя Ализарин Рэд. Подсчеты числа лучей в плавниках и чешуй производили согласно общепринятой в настоящее время методике [18].

Результаты и обсуждение

Окраска. Окраска речной абботины напоминает таковую у пескаря. Из отличий можно отметить менее выраженные очертания пятен на боках тела, которые могут вовсе не проявляться, а также более серебристый фон туловища (рис. 1).



Рисунок 1. Пример прижизненной окраски речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн)

Общий фон спинной части головы и туловища серо-бурый или зеленовато-бурый, бока туловища серебристые, брюхо светлое. Туловище, спина и хвостовой стебель пестрые, со слабо выраженными горизонтальными темными полосами. Края чешуек окаймлены скоплениями меланофоров таким образом, что туловище словно покрыто сеткой. Вдоль боковой линии и верхней части туловища расположены крупные темные пятна (до 6 пятен), зачастую слабо выраженные. У основания хвостового плавника небольшое темное пятно. Голова покрыта многочисленными бурыми пятнышками неправильной формы. От глаза до рыла тянется темная полоса различной степени выраженности, а прямо под ней может формироваться темное пятно. Радужка глаза с темной каемкой. Плавники пестрые. На лучах плавников располагаются ряды темных пятнышек, которые хорошо выражены на спинном, хвостовом и грудных плавниках, менее выражены на брюшных и практически не выражены на анальном плавниках.

Пластические признаки

В таблице ниже представлены пластические признаки изучаемых особей. Поскольку межполовых различий пластических признаков выявлено не было, самок и самцов анализировали совместно.

Пластические признаки речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн)

Признак	lim	M ± m	σ	CV (%)
Абсолютная длина тела (<i>TL</i>), мм	78–92	84±0,2	0,6	6,7
Стандартная длина тела (<i>SL</i>), мм	64–75	69±0,2	0,5	6,6
% <i>SL</i>				
Расстояния:				
антедорсальное (<i>aD</i>)	46,5–49,3	47,6±4,5	0,8	1,8
постдорсальное (<i>pD</i>)	33,3–41,5	39,2±3,7	2,3	6
антевентральное (<i>aV</i>)	53–55	53,9±5	0,7	1,3
антеанальное (<i>aA</i>)	75,4–80	77±7	1,3	1,7
пектовентральное (<i>P–V</i>)	26,7–29,3	28,1±2,6	0,7	2,6
вентроанальное (<i>V–A</i>)	23,1–25,3	24,1±2,3	0,8	3,3
Максимальная высота тела (<i>H</i>)	19,7–22,7	21,1±2	1	4,9
Минимальная высота тела (<i>h</i>)	9,1–10,8	10,2±1	0,5	5,3
Максимальная толщина тела (<i>B</i>)	14,4–18	16±1,6	1,1	7,1
Длина хвостового стебля (<i>lpc</i>)	14,8–18,5	16,4±1,5	1	6,3
Высота хвостового стебля (<i>hpc</i>)	9,6–12	10,6±1	0,7	6,3
Толщина хвостового стебля (<i>wpc</i>)	6,1–7,3	6,6±0,6	0,4	6,6
Длина <i>P</i> (<i>IP</i>)	20,5–24,7	23±2,2	1,2	5,3
Длина <i>V</i> (<i>IV</i>)	15,2–17,8	16,7±1,6	0,9	5,4
Высота <i>D</i> (<i>hD</i>)	20–28,9	22,7±2,3	2,8	12,5
Длина основания <i>D</i> (<i>ID</i>)	15,4–17,3	16,1±1,5	0,7	4,4
Высота <i>A</i> (<i>hA</i>)	14–17,5	15,7±1,5	1	6,4
Длина основания <i>A</i> (<i>IA</i>)	7,2–9,3	8,1±0,8	0,6	8
Длина <i>C</i> (<i>IC</i>)	18,9–24,6	21,7±2	1,4	6,5
Длина головы (<i>lc</i>)	26,2–28,2	27,3±2,6	0,7	2,6
% <i>lc</i>				
Высота головы у затылка (<i>hc1</i>)	61,9–68,4	65,8±6,5	2,4	3,6
Высота головы через середину глаза (<i>hc2</i>)	54,7–62,2	58,1±5,7	2,7	4,7
Межглазничное расстояние (<i>io</i>)	27,8–31,5	29,7±2,9	1,1	3,7
Ширина головы в области предкрышечной кости	61,1–67,5	64,5±6,3	2,1	3,2
Предглазничное расстояние (<i>ao</i>)	44,4–51,2	48,6±4,8	2,1	4,3
Заглазничное расстояние (<i>po</i>)	37,8–47,1	42,6±4,2	2,8	6,6
Горизонтальный диаметр глаза (<i>o</i>)	20–22,8	21,8±2,2	0,9	4,3
Длина усика (<i>lb</i>)	10–16,5	14,2±1,5	1,7	11,9

Тело веретенообразное (рис. 2). Антедорсальное расстояние больше постдорсального. Максимальная высота тела (*H*) значительно превышает его ширину, а также заметно больше длины хвостового стебля (*lpc*). *lpc* значительно превышает его высоту (*hpc*) и ширину (*wpc*). *hpc* заметно больше *wpc*. Минимальная высота тела превышает *wpc*.



Рисунок 2. Речная абботина из р. Каратал (Балхашский бассейн), самец, TL — 80 мм (особь, фиксированная в формалине). Сверху — естественная окраска, снизу — окрашенная особь

Длина головы (lc) заметно больше H и lpc . Высота головы у затылка значительно больше половины длины lc и, в среднем, равна ширине головы в области предкрышечной кости. Лоб плоский или слегка вогнутый, пространство между ноздрями — выпуклое, круто спускается вниз (мопсообразное рыло) (рис. 3). Рот нижний, маленький, его задние углы достигают вертикали переднего края ноздрей. Верхняя челюсть выдается над нижней. Нижняя губа состоит из трех лопастей — двух широких боковых и узкой срединной. Срединная лопасть, в свою очередь, снизу разделена на две. Глаза расположены высоко. Усики очень короткие, значительно меньше диаметра глаза. В брачный период у самцов по бокам от лучей жаберной перепонки и над верхней губой образуются острые роговые бугорки.



Рисунок 3. Голова речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн), самка, TL — 91 мм. Слева: вид сбоку; справа: вид снизу на переднюю часть. Стрелкой указана срединная лопасть нижней губы

Начало спинного плавника (D) находится далеко впереди вертикали начала оснований брюшных плавников (V). Высота D превышает длину его основания. Края D округлые, концы лучей зачастую не соединены перепонкой, задние лучи у половозрелых самцов удлинены. Первый неразветвленный луч D очень короткий, второй неразветвленный луч не превышает половины длины третьего (рис. 4).

Анальный плавник (*A*) короче спинного, длина основания *A* меньше его высоты. Угол плавника закругленный, его внешний край обычно прямой, вершина образована 1-м, 1-м и 2-м, либо 2-м и 3-м разветвленными лучами. 1-й неразветвленный луч очень короткий, 2-й не превышает половины длины 3-го неразветвленного луча (рис. 4).



Рисунок 4. Спинной (слева) и анальный (справа) плавники с окрашенными лучами речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн)

Длина хвостового плавника (*C*) больше длины хвостового стебля. Лопастей *C* округлые, внутренние неветвистые лучи никогда не доходят до вершины наружных ветвистых лучей. Вырезка плавника значительная, составляет приблизительно половину его длины. Задний край верхней лопасти заканчивается на 1-м и 2-м внешних разветвленных лучах, нижней лопасти — на 1-м и 2-м, реже только 2-м лучах.

Грудные плавники (*P*) занимают 71–86 % (в среднем 82 %) пекто-вентрального расстояния (*P–V*). Форма *P* индивидуально изменчива, концы плавника заостренные или тупые, реже округлые, задний край прямой, либо вогнутый (правый и левый плавники могут различаться), концы лучей часто не связаны плавниковой перепонкой. Вершина *P* обычно заканчивается на 2-м и 3-м разветвленных лучах, иногда только на 2-м. Неразветвленный луч не достигает вершины 1-го разветвленного луча. У самцов на неразветвленном луче в брачный сезон образуются острые бугорки (рис. 5).



Рисунок 5. Левый грудной плавник с окрашенными лучами речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн). Слева: самка, *TL* — 91 мм; справа: самец, *TL* — 80 мм. Стрелкой указан брачный бугорок на неветвистом луче

V короче *P*, заходят далее ануса и составляют 63–77 % (в среднем 69,3 %) вентроанального расстояния (*V–A*). Крайя *V* округлые. Неразветвленный луч слегка не доходит до вершины 1-го разветвленного луча.

Меристические признаки.

D III 7^{1/2}; *A* III 5^{1/2}; *C* I 17 I; *P* I 10–12; *V* I 7.

В *l.l.* 36–39 чешуй, в среднем 38 (1-2 чешуйки заходят на *C*); над *l.l.* 5–7 чешуй, в среднем 6, под *l.l.* 4–6 чешуй, в среднем 5; чешуй вокруг хвостового стебля 14–16, в среднем 15. Между основанием *D* и *l.l.* – 5–7 (в среднем 6) чешуй; между *l.l.* и основанием *V* – 4–6 (в среднем 5) чешуй; между *l.l.* и основанием *A* – 4–6 (в среднем 5) чешуй; вокруг хвостового стебля – 12–17 (в среднем 14) чешуй; на спине между затылком и *D* – 11–16 (в среднем 13) чешуй; между основаниями *V* и анальным отверстием – 3–6 (в среднем 5) чешуй; между анальным отверстием и основанием *A* – 6–8 (в среднем 7) чешуй.

Чешуйный покров.

Чешуя у исследуемых особей речной абботины крупная, в особенности на боках тела. Чешуя хорошо налегающая практически на всем теле. За исключением области горла, чешуйный покров сплошной, целиком покрывающий спину, бока тела и хвостовой стебель, брюхо, а также чуть заходящий на основание хвостового стебля.

Чешуйный покров на боках тела и хвостовом стебле располагается таким образом, что на нем можно выделить продольные и диагональные ряды. Между основанием спинного плавника и боковой линией – 4^{1/2}–5^{1/2} горизонтальных рядов чешуй; между боковой линией и основанием брюшных плавников – 3^{1/2}–4^{1/2} рядов; между боковой линией и основанием анального плавника – 3^{1/2}–4^{1/2} рядов. Горизонтальных рядов чешуй на хвостовом стебле:

1^{1/2}3-1-3^{1/2} — у 17 изученных особей;

1^{1/2}2-1-2^{1/2} — у 2 изученных особей;

1^{1/2}4-1-4^{1/2} — у 1 изученной особи.

Чешуи на боках тела и хвостовом стебле довольно крупные, особенно в области боковой линии (рис. 6).

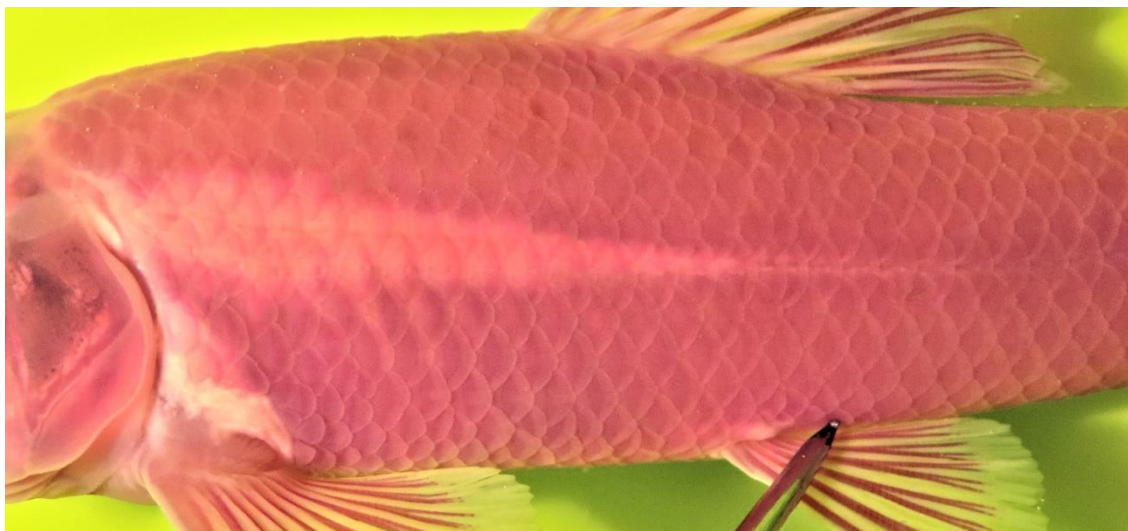


Рисунок 6. Окрашенный чешуйный покров на боку тела речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн), самка, *TL* — 92 мм

Чешуйный покров на спине также образует продольные и диагональные ряды (рис. 7). Чешуя по бокам брюха образует горизонтальные ряды, в то время как посередине брюха расположена скорее хаотично, а ее размеры уменьшаются по мере приближения к области горла.

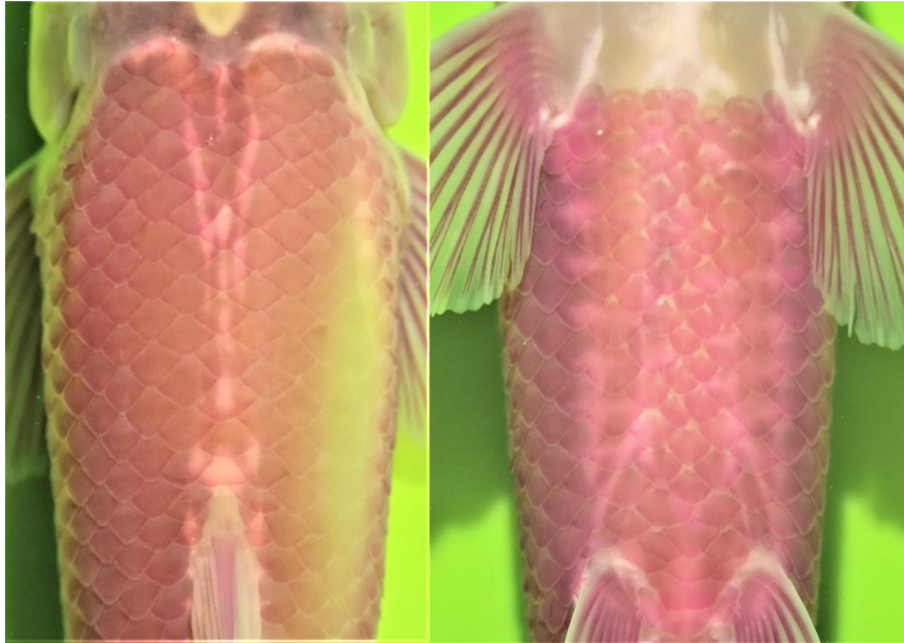


Рисунок 7. Окрашенный чешуйный покров на спине (слева) и брюхе (справа) речной абботины из р. Каратал (Балхашский бассейн), самка, TL — 91 мм

Чешуя на горле у речной абботины отсутствует, пространство между основаниями грудных плавников голое, иногда чешуйный покров заходит на линию конца оснований грудных плавников.

Предыдущие сведения по морфологии речной абботины в Казахстане касаются популяций бассейна р. Или [10]. Поскольку мы не ставили целью сравнение межпопуляционной изменчивости, то здесь в качестве примера лишь укажем, что в сравнении с имеющимися данными по речной абботине из р. Иссык бассейна р. Или [10], у особей из р. Каратал значительно больше длина и высота головы и заглазничное расстояние, немного больше антедорсальное расстояние, высота спинного и анального плавников, но заметно меньше постдорсальное, пектоцентрально-анальное расстояния и высота тела. Сравнительных меристических данных по речной абботине в литературных источниках немного. В целом, по числу чешуй в боковой линии и лучей в плавниках наши данные сходны с имеющимися описаниями данного вида. Особенности чешуйного покрова подробно описаны впервые.

Общая характеристика пластических признаков, наряду с подробным описанием меристических признаков и особенностей чешуйного покрова, дополняет имеющиеся сведения по морфологии речной абботины в водоемах Казахстана. Для оценки межпопуляционной изменчивости данного вида необходимо сравнение с выборками из других водоемов и бассейнов, обязательно с применением унифицированных методов морфологического анализа.

Список литературы

- 1 Coad B.W. Fresh water fishes of Iran / B.W. Coad // Acta Sc. Nat. Brno. — 1995. — Vol. 29, No 1. — P. 1–64.
- 2 Vidthayanon C. First record of *Abbottina rivularis* (Cyprinidae: Gobioninae) from the Mekong basin / C. Vidthayanon, M. Kottelat // Japanese Journal of Ichthyology. — 1995. — Vol. 41, No 4. — P. 463–465.
- 3 Savvaitova K.A. Fish and fisheries in lake Issyk-Kul (Tien Shan), river Chu and Pamir lakes / K.A. Savvaitova, T. Petr // FAO Fisheries Technical Paper. — 1999. — Vol. 385. — P. 168–186.
- 4 Kottelat M. Fishes of Laos / M. Kottelat. — Sri-Lanka: WHT Publications, 2001. — 198 p.
- 5 Tang W. Investigation on alien fishes in Qinghai Province, China (2001–2014) / W. Tang, D. He // Journal of Lake Sciences. — 2015. — Vol. 27. — P. 502–510. <https://doi.org/10.18307/2015.0318>
- 6 Jang-Liaw N.H. Phylogeography of the Chinese false gudgeon, *Abbottina rivularis*, in East Asia, with special reference to the origin and artificial disturbance of Japanese populations / N.H. Jang-Liaw, K. Tominaga, C. Zhang et al. // Ichthyological Research. — 2019. — Vol. 66, No 4. — P. 460–478.
- 7 Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л.С. Берг. — М.: Изд-во АН СССР, 1949. — 665 с.
- 8 Bănărescu P. Zoogeography of fresh waters. Volume 2: distribution and dispersal of freshwater animals in North America and Eurasia / P. Bănărescu. — Wiesbaden: AULA-Verlag. — 1991. — P. 519–1091.

- 9 Сальников В.Б. Формирование рыбного населения искусственных водоемов Туркменистана / В.Б. Сальников, Ю.С. Решетников // Вопросы ихтиологии. — 1991. — Т. 31. Вып. 4. — С. 565–575.
- 10 Мельников В.А. Род *Pseudogobio* Bleeker, 1860 — Лжепескарь / В.А. Мельников // Рыбы Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1992. — Т. 5. — С. 169–177.
- 11 Дукравец Г.М. Рыбы Казахстана: аннотированный список, исправленный и дополненный / Г.М. Дукравец, Н.Ш. Мамилов, И.В. Митрофанов // Selevinia. — 2016. — Т. 24. — С. 47–71.
- 12 Митрофанов В.П. Род *Gobio* Cuvier, 1817 — Пескарь / В.П. Митрофанов // Рыбы Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1988. — Т. 3. — С. 5–23.
- 13 Мамилов Н.Ш. Проблемы сохранения аборигенной ихтиофауны Или-Балхашского бассейна / Н.Ш. Мамилов, Г.К. Балабиева, И.В. Митрофанов // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. эколог. — 2012. — № 1. — С. 37–42.
- 14 Мамилов Н.Ш. Распространение чужеродных видов рыб в малых водоемах Балхашского бассейна / Н.Ш. Мамилов, Г.К. Балабиева, Н.Н. Койшыбаева // Росс. журн. биол. инвазий. — 2010. — Т. 3, № 2. — С. 29–36.
- 15 Мамилов Н.Ш. Современное разнообразие чужеродных видов рыб в бассейнах рек Чу и Талас / Н.Ш. Мамилов // Росс. журн. биол. инвазий. — 2011. — Т. 4, № 1. — С. 65–76.
- 16 Шарахметов С.Е. Разнообразие ихтиофауны рек южного макросклона хребта Тарбагатай (Алакольский бассейн, Казахстан) / С.Е. Шарахметов // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. эколог. — 2022. — № 1 (70). — С. 108–120. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v70.i1.10>
- 17 Тагаев Д.А. Изменчивость пластических признаков сибирского пескаря (*Gobio sibiricus* Nikolskii, 1936) из р. Каркаралы (Центральный Казахстан) / Д.А. Тагаев, А.Т. Жапырова // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2019. — № 2 (94). — С. 86–92.
- 18 Kottelat M. Handbook of European freshwater fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. — Kottelat, Cornol & Freyhof, Berlin, 2007. — 299 p.

Д.А. Тагаев, А.Т. Жапарова

Қаратал өзеніндегі (Балқаш бассейні) *Abbottina rivularis* (Gobioninae) өзен абботинасының морфологиялық сипаттамасы

Мақала 60 жылдан астам уақыт бұрын Қазақстанның су айдындарына еніп, Арал және Балқаш-Алакөл бассейндеріне, сондай-ақ Сарысу, Талас және Шу өзен жүйелеріне сәтті жерсіндірілген Шығыс Азиядан шыққан, кең таралған инвазивті түр — өзен абботинасының сыртқы-морфологиялық белгілерін зерттеуге арналған. Басқа бөтен түрлер сияқты, абботинада жергілікті ихтиофаунаға теріс әсер етеді. Жерсіндірілген жылдары бұл бөтен түр су айдындарының экожүйелерінің толық қанды өкілі болды және Қазақстанның балықтар тізімінде өз орнын мықтап алды. Осыған қарамастан, Қазақстандық бассейндерде өзен абботинасының таралуы мен морфологиялық өзгергіштігі туралы заманауи деректер жеткіліксіз. Балқаш бассейнінің Қаратал өзенінен ауланған 20 өзен абботинасы морфологиялық талдау үшін пайдаланылды. Меристикалық белгілермен қабыршақтарды талдау үшін дарактар толығымен ализарин бояуымен боялған. Пластикалық және меристикалық белгілердің өзгергіштігі туралы мәліметтер алынды, сондай-ақ алғаш рет Қазақстанның су айдындарындағы осы түрдің қабыршақ жамылғысының ерекшеліктері егжей-тегжейлі зерттелді. Суреттермен бірге өзен абботинасының толығымен морфологиялық сипаттамасы келтірілген. Есік өзені бассейнімен Іле өзенінің өзен абботинасы бойынша мәліметтерді салыстырғанда пластикалық белгілердің кейбір айырмашылықтары анықталды, сонымен бірге меристикалық белгілер осы түрдің сипаттамаларына ұқсас болды. Өзен абботинасының морфологиялық өзгергіштігін неғұрлым толық бағалау үшін Қазақстан су айдындарындағы басқа популяцияларын одан әрі зерттеу қажет.

Кілт сөздер: өзен абботинасы, *Abbottina rivularis*, *Gobioninae*, бөтен түр, инвазивті түр, морфология, қабыршақ жамылғысы, Балқаш бассейні.

D.A. Tagayev, A.T. Zhaparova

Morphological characteristics of the Amur false gudgeon *Abbottina rivularis* (Gobioninae) from the River Karatal (Balkhash basin)

The article is devoted to the study of the external morphological features of the Amur false gudgeon, a well-known invasive species from East Asia that entered the water bodies of Kazakhstan more than 60 years ago and successfully dispersed throughout the Aral and Balkhash-Alakol basins, as well as the Sarysu, Talas and Chu river systems. Like other alien species, Amur false gudgeon has a negative impact on the native fish fauna. Over the years of acclimatization, this alien species has become a full representative of the ecosystems of water bodies and has taken its place in the list of fish in Kazakhstan. Despite this, modern data on the distri-

bution and morphological variability of the Amur false gudgeon in the Kazakhstan basins are insufficient. 20 specimens of the Amur false gudgeon caught in the River Karatal of the Balkhash basin were used for morphological analysis. To analyze meristic characters and scale cover, the specimens were entirely stained with Alizarin Red. Data on the variability of plastic and meristic features were obtained, and for the first time, the features of the scale cover of this species in water bodies of Kazakhstan were studied in detail. A detailed morphological characteristic of the Amur false gudgeon with illustrations is given. In comparison with the information on the Amur false gudgeon from the River Issyk (Ili basin) some differences in plastic characters are revealed, at the same time, meristic characters are similar to the available descriptions of this species. For a more complete assessment of the morphological variability of the Amur false gudgeon, further studies of its populations in the water bodies of Kazakhstan are required.

Keywords: Amur false gudgeon, *Abbottina rivularis*, *Gobioninae*, invasive species, invasive species, morphology, squamation, Balkhash basin.

References

- 1 Coad, B.W. (1995). Fresh water fishes of Iran. *Acta Sc. Nat. Brno*, 29(1), 1–64.
- 2 Vidhayanon, C. & Kottelat, M. (1995). First record of *Abbottina rivularis* (Cyprinidae: Gobioninae) from the Mekong basin. *Japanese Journal of Ichthyology*, 41(4), 463–465.
- 3 Savvaitova, K.A. & Petr, T. (1999). Fish and fisheries in lake Issyk-Kul (Tien Shan), river Chu and Pamir lakes. *FAO Fisheries Technical Paper*, 385, 168–186.
- 4 Kottelat M. Fishes of Laos / M. Kottelat. — Shri-Lanka: WHT Publications, 2001. — 198 p.
- 5 Tang, W. & He, D. (2015). Investigation on alien fishes in Qinghai Province, China (2001–2014). *Journal of Lake Sciences*, 27, 502–510. <https://doi.org/10.18307/2015.0318>.
- 6 Jang-Liaw, N.H., Tominaga, K., Zhang, C. et al. (2019). Phylogeography of the Chinese false gudgeon, *Abbottina rivularis*, in East Asia, with special reference to the origin and artificial disturbance of Japanese populations. *Ichthyological Research*, 66(4), 460–478.
- 7 Berg, L.S. (1949). Ryby presnykh vod SSSR i sopedelnykh stran [Fresh water fish of the USSR and neighboring countries]. Moscow: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR [in Russian].
- 8 Bănărescu, P. (1991). Zoogeography of fresh waters. Volume 2: distribution and dispersal of freshwater animals in North America and Eurasia. Wiesbaden: AULA-Verlag, 519–1091.
- 9 Salnikov, V.B. & Reshetnikov, Yu.S. (1991). Formirovanie rybnogo naseleniia iskusstvennykh vodoemov Turkmenistana [Formation of the fishery population of man-made reservoirs of Turkmenistan]. *Voprosy ikhtiologii — Questions of ichthyology*, 31(4), 565–575 [in Russian].
- 10 Melnikov, V.A. (1992). Rod *Pseudogobio* Bleeker, 1860 — Lzhepeskar [Genus *Pseudogobio* Bleeker, 1860 – pseudogudgeon]. *Ryby Kazakhstana — Fishes of Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka, 5, 169–177 [in Russian].
- 11 Dukravets, G.M., Mamilov, N.Sh. & Mitrofanov, I.V. (2016). Ryby Kazakhstana: annotirovannyi spisok, ispravlennyi i dopolnennyi [Pisces of Kazakhstan: annotated list, corrected and supplemented]. *Selevinia*, 24, 47–71 [in Russian].
- 12 Mitrofanov, V.P. (1988). Rod *Gobio* Cuvier, 1817 — Peskar [Genus *Gobio* Cuvier, 1817 — minnow]. *Ryby Kazakhstana — Fishes of Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka, 3, 5–23 [in Russian].
- 13 Mamilov, N.Sh., Balabieva, G.K. & Mitrofanov, I.V. (2012). Problemy sokhraneniia aborigennoi ikhtiofauny Ili-Balkhashskogo basseina [Conservation Issues of the Native Ichthyofauna of the Ili-Balkhash Basin]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Seriya ekologicheskaya – Bulletin of Kazakh National University. Series environmental*, 1, 37–42 [in Russian].
- 14 Mamilov, N.Sh., Balabieva, G.K. & Koishybaeva, N.N. (2010). Rasprostranenie chuzherodnykh vidov ryb v malykh vodoemakh Balkhashskogo basseina [Distribution of invasive fish species in small reservoirs of the Balkhash basin]. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii — Russian Journal of biological invasion*, 3(2), 29–36 [in Russian].
- 15 Mamilov, N.Sh. (2011). Sovremennoe raznoobrazie chuzherodnykh vidov ryb v basseinakh rek Chu i Talas [Modern diversity of alien fish species in Chu and Talas river basins]. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii — Russian Journal of biological invasion*, 4(1), 65–76 [in Russian].
- 16 Sharakhmetov, S.E. (2022). Raznoobrazie ikhtiofauny rek iuzhnogo makrosklona khrebta Tarbagatai (Alakolskii bassein, Kazakhstan) [Diversity of ichthyofauna of rivers of the southern macrocline of Tarbagatai ridge (Alakol basin, Kazakhstan)]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Seriya ekologicheskaya — Bulletin of Kazakh National University. Series environmental*, 1(70), 108–120. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v70.i1.10> [in Russian].
- 17 Tagaev, D.A. & Zhapyrova, A.T. (2019). Izmenchivost plasticheskikh priznakov sibirskogo peskaria (*Gobio sibiricus* Nikolskii, 1936) iz r. Karkaraly (Tsentralnyi Kazakhstan) [Variability of plastic signs of Siberian minnow (*Gobio sibiricus* Nikolskii, 1936) from the river. Karkaraly (Central Kazakhstan)]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Biologiya. Meditsina. Geografiya — Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 2(94), 86–92 [in Russian].
- 18 Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol & Freyhof, Berlin.

А.М. Тленшиева*, Т.М. Шалахметова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
*Хат-хабарларға арналған авторлар: tlenshieva@mail.ru, shalakhmetova@mail.ru

рН және температураның *Stenopharyngodon idella* эмбриологиялық дамуына оптимальдық әсерін анықтау

Мақаланың мақсаты — ақ амур жұмыртқаларының инкубациялық және дернәсілдік кезеңдерінде су температурасының (18, 26 және 34°C) және де рН (5,5, 6,5, 7,5 және 8,5, 9,5) мәндерінің әсерін, сонымен қатар оңтайлы мәндерін анықтау. Зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша жоғары 34°C температурада және рН деңгейі 5,5 және 9,5 (32,5±0,5), (35±0,001), сондай-ақ 18°C және рН деңгейлері 5,5 (22,5±0,2) және 9,5-те (42,5±0,3) инкубациялық жұмыртқалардың өсу пайызы және инкубациялық кезеңде эмбриондардың дамуы төмендегенін көрсетті. Инкубациялық жұмыртқалардың ең жоғары тіршілік ету көрсеткіші 26°C температурада және рН мәні 7,5 (95%±0,002) ақ амур балығының эмбриональдық және постэмбриональдық дамуында, тіршілік етуіне ыңғайлы екендігі анықталды. Сонымен бірге төмен температурада ақ амур балығының дамуының эмбриональдық кезеңдері өте баяу өтті. Яғни даму сатыларының уақыт көрсеткіші бойынша ұзақ жүргендігін көрдік. Ал жоғары температурада, керісінше, 34°C-та жылдам жүрді. Қолданыстағы нәтижелер 26°C су температурасы кезіндегі судың рН 7,5 мәні жұмыртқаның инкубациялануы үшін ең қолайлы екендігі, ал *Stenopharyngodon idella* жұмыртқасының өсуі үшін 6,5-тен 8,5-ке рН ең қолайлы екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: ақ амур, эмбрион, температура, рН, су, инкубация, дернәсіл, *Stenopharyngodon idella*.

Kipicne

Stenopharyngodon idella Оңтүстік Азия, Шығыс Қытайдың және Тынық мұхитындағы ірі өзендерінің эндемигі болып табылады. Азияның, Африканың, Американың, Еуропаның көптеген елдерінде эндемик болып табылатыны жайында нұсқаулықтар берілген [1]. Ақ амур — тұқылар тұқымдасы сәулелі балықтардың бір түрі және кетафарингтон тұқымдасының жалғыз түрі. Тұщы судағы шөпқоректі және бағалы кәсіптік балық. Ол өнеркәсіптік өсіру және өндіру бойынша әлемде бірінші орындағы балық түрі. Әлемнің көптеген елдеріне маңызы бар [2]. Қазіргі уақытта Қазақстанның балық шаруашылығының объектісі болып табылады (Іле өзені). Бүгінгі күнде ақ амур еліміздегі негізгі кәсіптік балықтардың бірі [3]. Алайда климаттың өзгеруі, су ағзаларының өлімін арттыруы мүмкін [4]. Бүгінгі таңда Қазақстан үшін ең маңызды міндет — еліміздің экономикалық дамуына қажетті металдарды пайдалануды үйлестіру және олардың қоршаған ортаға таралуын шектеу. Бұл табиғи ресурстарды, азық-түлік тізбектерін және адам денсаулығын қорғауға көмектеседі [5]. Температура — балық жұмыртқасының дамуындағы негізгі экологиялық фактор болып саналады [6]. Үш жастық деп есептелетін форельдің өлімге әкелетін рН мәндері су температурасына оң байланысты екені айтылған [7]. Судың рН деңгейінің ауытқуы ұрықтың дамуына, балықтардың өлуіне, ауруға бейімділігіне, балықтардың өсуіне және көбеюіне әсер ететіні анықталды [8]. Төтенше рН деңгейлері балықтардың өсуі мен көбеюіне кері әсер ететіні және барлау кезінде балықтардың жаппай жойылуына әкелетінін көрсететін көптеген зерттеулер бар [9].

Соңғы жылдары балық ресурстарын шамадан тыс пайдалану су өндірісінің өсуіне әкелді. Егер су өнеркәсібі жоғары сапалы балық (Lahnstein) және т.б. түрлерді өсіру кезінде болған жасанды көбеюде эмбриональдық даму ерекшеліктерін зерттеуді қоса алғанда, биологиядағы өзгерістерді бағалау қажет [10].

Дегенмен, судың температурасын дәл бақылау мүмкіндігін ескере отырып, бұл деректер балық шаруашылығын оңтайландыру және нәтижесінде экономикалық кіріс алу үшін өте маңызды. Өзен суының рН мәні әдетте 7,85-тен 8,5-ке дейін ауытқыса да, нитрификация және көмірқышқыл газының бөлінуі сияқты факторлар рН төмендеуіне әкеледі [11]. Бұл төмендеу рН және сілтілілікті сақтау үшін негізді қосу арқылы өтелсе де, рН мәндері әдетте әдеттегі мәндерден төмен сақталады. Өзен суының қыздыру шамалары, соның ішінде биосүзгілердің жақсы өнімділігі және буферлеу шығындарының төмендеуі. [12]. Азиялық және африкалық тоғандардың, көлдердің және су қоймаларының көпшілігінде қалыпты су рН мәні бар, сондықтан бұл зерттеу үшін рН 5,0-9,0 мәндері алынды [13]. Темпера-

тураның жұмыртқаның шығу қабілетіне және қалыпты су рН кезінде жұмыртқаның өсуіне әсері туралы зерттеулер аз. Осыған байланысты, осы зерттеу үш түрлі су температурасында ақ амур жұмыртқаларының инкубациялық және өсуіне бес рН мәнінің әсерін анықтау үшін жасалды.

Біздің зерттеу жұмысымыздың негізгі мақсаты — ақ амур дернәсілдерінің, қоршаған ортаның екі негізгі факторлары температура мен рН әсерін және ең оптималды мәнін анықтау болды. Екіншіден, ақ амур балықтарының эмбрионалдық және дернәсілдік көбею жылдамдығын айқындау.

Зерттеу объектілері және әдістері

Зертханада *Stenopharyngodon idella* жұмыртқаларының инкубациялық өсуіне тәжірибелер жүргізілді. Пластикалық жолақтарға бекітілген *Stenopharyngodon idella* ұрықтанған жұмыртқалары Алматы облысындағы мемлекеттік балық өсіру зауытынан алынды. Ал зертханада сыйымдылығы 50 литр болатын тәжірибелік аквариумда жүргізілді. Бірінші тәжірибеде тек 50 ұрықтанған жұмыртқа болды. Бөлек шыны аквариумдарда үш данада инкубацияның соңына дейін сақталады. Алты рН деңгейі (5,5, 6,5; 7,5; 8,5 және 9,5). рН 5,5 және 6,5 күкіртті саңылауларды пайдаланып дайындалды, ал сілтілі деңгейлер 8,5 және 9,5 натрий гидроксидін қосу арқылы алынды. Ұрықтанған жұмыртқалары бар барлық бес рН процедурасы термостатикалық шыны қыздырғыштармен (Resun, диапазон 18-34 °С) бақыланатын үш түрлі су температурасында (18, 26 және 34°С) жүргізілді. рН мәндері рН- өлшегішпен бақыланады (моделі APX 175 E/C). Барлық аквариумдарда эксперименттің соңына дейін аэрация үнемі қамтамасыз етіліп отырды.

Эксперименттік кезең

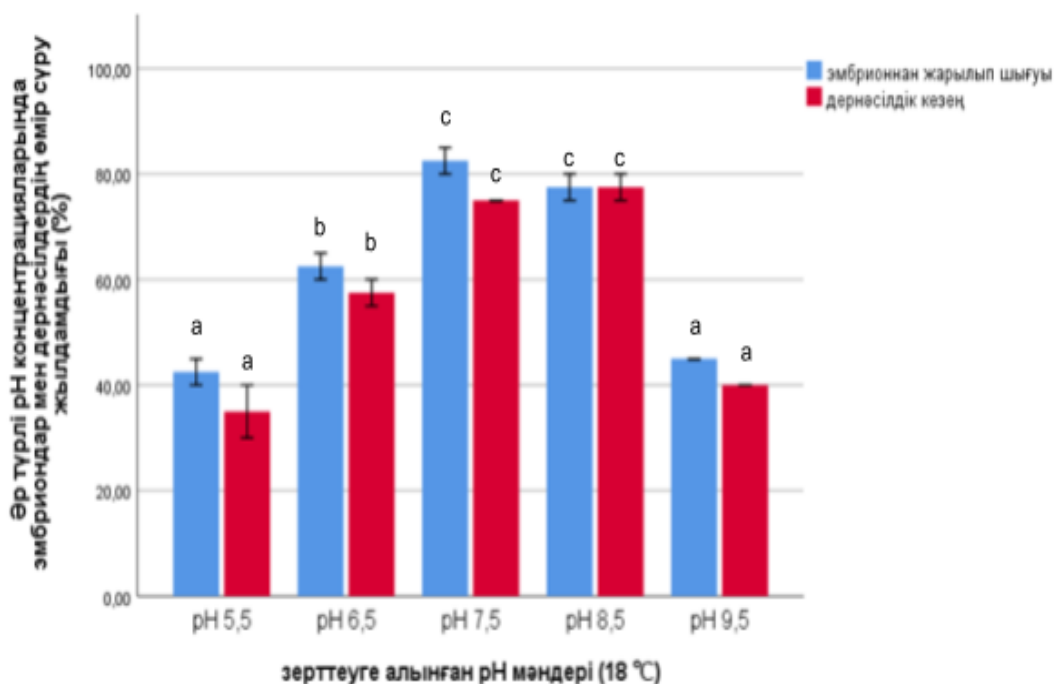
(а) Жұмыртқаны инкубациялау үшін: жұмыртқалар үш түрлі температурада бес рН деңгейіне әсер еткенде инкубациялық кезең ішінде 48 және 78 сағат аралығында инкубацияланды.

(б) Жұмыртқаларды өсіру: екінші тәжірибеде еркін жүзетін жұмыртқаларды шыны аквариумдарда үш дана етіп 42 күн бойы өсірді. Жұмыртқалар өсуі мен өмір сүруін зерттеу үшін 35% ақуызы бар жасанды диетамен қоректендірілді.

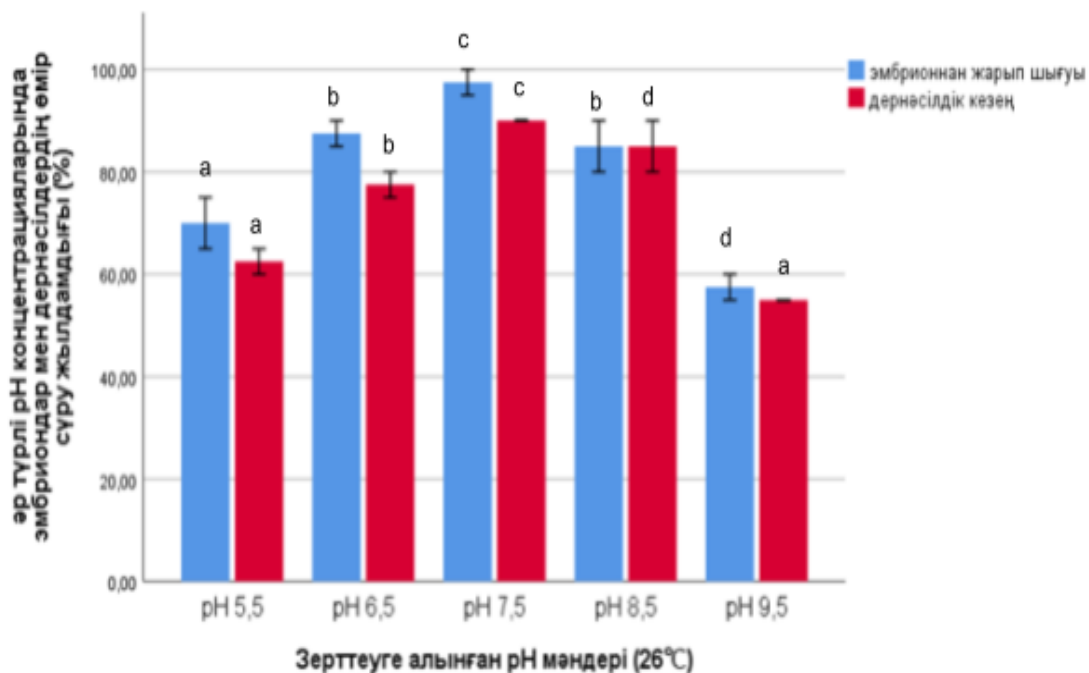
Статистикалық талдау. Статистикалық талдау IBM SPSS 25 статистикалық бағдарламамен есептелді (IBM Inc., Чикаго, АҚШ). Мәліметтер құралдарының орташа және стандартты ауытқулары есептелді. Зерттеу топтарының арасындағы айырмашылықтардың маңыздылығын бағалау үшін бір жақты ANOVA және Tukey's HSD сынағы қолданылды. Маңыздылық деңгейі $p < 0,05$ деңгейінде белгіленді.

Зерттеу нәтижелері және оны талқылау

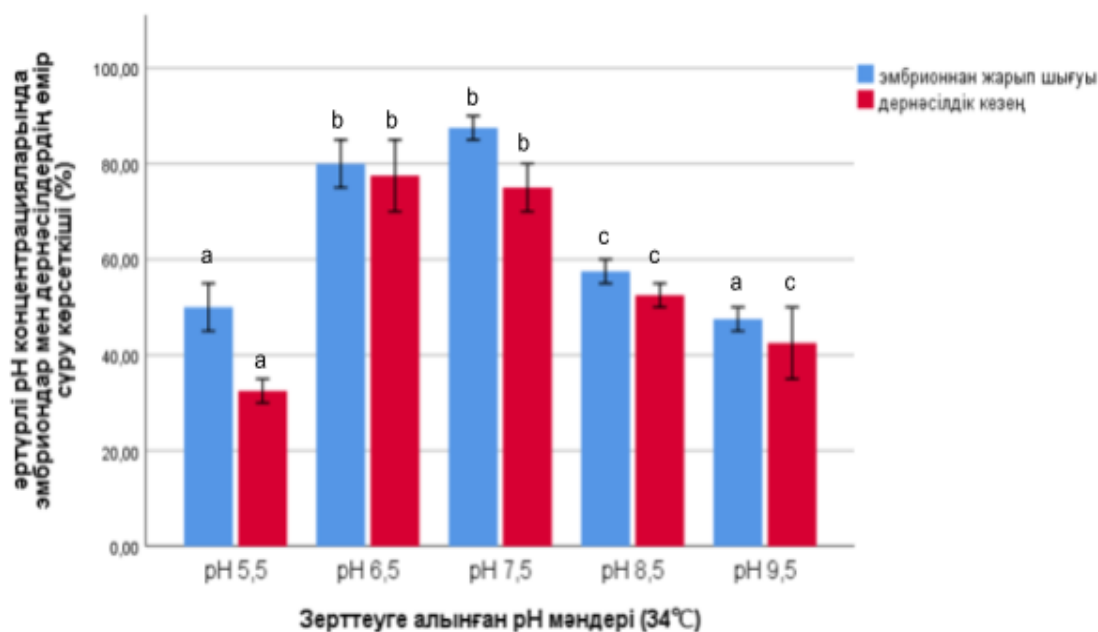
Даму кезіндегі морфологиялық өзгерістер мен аномалиялар балықтың эмбрионалды өліміне алып келуі мүмкін. Эмбриологиялық даму барысында ең жоғары өлімге ұшыраған 5,5 және де температура көрсеткішіне байланысты 9,5 рН мәндерінде байқалады. Әсіресе жұмыртқалардың эмбрионнан жарылып шығуына дейін рН мәні 5,5-те 16 сағаттан кейін эмбрионалдық сатылары дамымады. Ал қалған рН параметрлерінде ол әрі қарай даму сатылары қалыпты жүре бастады. Көптеген деректер жаңадан шыққан дернәсілдердің салыстырмалы сезімталдықта ие екенін көрсетеді. Бұл жаңадан шыққан дернәсілдерге тікелей судың әсерінен болады. Ал эмбриондар болса, жұмыртқа қабығымен және перивителлин сұйықтығымен қорғалғандықтан сезімталдығы дернәсіл кезеңімен салыстырғанда төмендеу болады. Экспериментте рН деңгейлері ақ амур эмбриондардың өліміне қатты әсер ететінін көрсетті. Оның саны мен белсенділігіне қышқыл немесе сілтілі ортаның суда жоғары болуы. Әртүрлі рН мәндерін салыстырғанда рН 9,5 кезінде хорионазалар айтарлықтай төмендеді. Ағымдағы тәжірибеде мұндай өзгерістердің болуы ақ амурдың инкубациясының кешігуіне алып келеді (1-3 сурет).



1-сурет. Әр түрлі pH концентрацияларының эмбриондар мен дернәсілдердің өмір сүру жылдамдығына әсері (18°C) ± стандартты ауытқу (p < 0,05)



2-сурет. Әр түрлі pH концентрацияларының эмбриондар мен дернәсілдердің өмір сүру жылдамдығына әсері (26°C) ± стандартты ауытқу (p < 0,05)



3-сурет. Әр түрлі рН концентрацияларының эмбриондар мен дернәсілдердің өмір сүру жылдамдығына әсері (34°C) ± стандартты ауытқу (p < 0,05)

Температура балықтың онтогенезіне, эмбрионалдық дамуына маңызды әсер ететін көрсеткіштердің бірі. Сонымен қатар, өміршеңдігіне, морфогенезіне, дернәсілдердің өсуі және балықтардың одан әрі постэмбрионалдық дамуында да маңызды болып табылады. Зерттеуге алынған ақ амур балығы шөпқоректі, биологиялық индикатор болып табылатын, елімізде аса қолданысқа ие гидрабонт түрі. Бүкіл инкубациялық кезең ішінде тұрақты температурада ақ амур балығының тіршілігі 18-30°C диапазонымен шектеледі. Бұл экстремалды температуралар эксперименттерде қолданылған уылдырық партиялары үшін өлімге әкелетін немесе оларда түрлі морфологиялық ауытқулар тудыруы мүмкін. Инкубация үшін ең қолайлы температура 22,5-26 °C аралығында болды. Амур балығының эмбрионалдық дамуының белгілі бір кезеңдерінде температураны екі сағат ішінде өлімге әкелетін немесе оған жақын етіп төмендету инкубациялық кезеңнің ұзақтығының, инкубациялық кезеңнің айтарлықтай ұзаруына, қалыпты эмбриондар санында жұмыртқалардың тіршілігінің төмендеуіне әкеледі. Төменгі температурасының ұзақтығының ұлғаюымен оның жұмыртқаларды инкубациялау процесіне және эмбриондардың өміршеңдігіне теріс әсерінің жоғарылауы байқалады. Ақ амурдың эмбриондары температураның 18 °C дейін төмендеуіне өте төзімді, сондықтан дернәсілдік кезеңде де осы температура көрсеткішінде әсер ету кезеңінде температураның осы деңгейге дейін төмендеуі олардың жаппай қырылуына себеп бола алмайды.

Ақ амурдың дернәсілдері жоғары температураға да төзімді. Олардың өмір сүруінің жоғарғы температура шегі шамамен 34 °C, ауытқу шегінің деңгейі 34 °C дейін. Температураның 26-дан 30°C-қа дейін жоғарылауымен ақ амурдың предличиндерінің дамуы мен өсуі жеделдейді. Жоғары температурада (34 °C) олардың дамуы мен өсуінің біршама төмендеуі орын алады. Дернәсілдердің максималды тіршілігі 24-26°C температура диапазонында байқалады. Төменгі (18°C) және одан жоғары (34°C) температурада дернәсілдердің өміршеңдігі күрт төмендейді. 24-30°C температурасы ақ амур эмбриондары мен дернәсілдерін ұстауға қолайлы, ал оңтайлы температура 26 °C.

Қорытынды

Су жануарларының тіршілік арқауы болып табылатын ол — су. Судың температурасы, рН мәні және т.б. әртүрлі параметрлері арқылы жануарлар өмірінің барлық дерлік аспектілеріне нақты әсерін тигізеді. Сондықтан әрбір су жануарының жыныс бездерінің жетілуі, өсуі және де өсуіне қолайлы температура мен рН мәні болады. Ақ амур балығы эмбриондардың дамуына қажетті оттегін көбірек алу кезінде судың төмен температурасында тіршілігін тоқтатады, сонымен бірге жылы суларда жыныс бездерінің жетілуі жылдамдайды. Осы зерттеу жұмысының барысында әртүрлі температура мен

pH мәндерін қолдана отырып, ақ амур балығының эмбрионалдық даму кезеңдерінен бастап дернәсілдік өмір сүру жағдайына дейін оңтайлы әсер ететін мәндерін анықтадық. Температура көрсеткіші бойынша 26 °C болса, ал pH мәні 7,5 болды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Kassym D. Features of the Sediment Runoff Regime Downstream the Ile River / D. Kassym, A. Myrzakhmetov, Z. Zhanabayeva // Journal of Ecological Engineering. — 2020. — Vol. 21, No 2. — P. 118-247.
- 2 Tram N.D. Effect of Processing Pig Manure through a Biodigester as Fertilizer for Fish Ponds on Water Quality and Growth Performance of Three Fish Species / N.D.Q. Tram, L.D. Ngoan, Q. Ogle // Widly. — 2020. — Vol.1. — P. 14.
- 3 Graham N.A. The Current Status and Future of Central Asia's Fish and Fisheries Confronting a Wicked Problem / N.A. Graham, G. Pueppke, T. Uderbayev // Water. — 2017. — Vol. 9(9). — P. 701. <https://doi.org/10.3390/w9090701>
- 4 Krupa E. Tracking pollution and its sources in the catchment-lake system of major waterbodies in Kazakhstan / E. Krupa, S. Barinova, M. Aubakirova // Wiley. — 2018. — Vol. 25(21). <https://doi.org/10.1111/LRE.12302>
- 5 РГП «Казгидромет» Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/ecology/informacionnye-byulleteni-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredy-respubliki-kazakhstan>
- 6 Nwosu F.M. Influence of temperature on egg hatching, growth and survival of larvae of *Heterobranchus longifilis* Val. 1840 (Teleostei: Clariidae) / F.M. Nwosu, S. Holzlohner // Journal of Applied Ichthyology. — 2000. — Vol. 16 (1). — P. 20-23. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2000.00144.x>
- 7 Kwain W. Effects of temperature on developmen and survival of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in acid waters / W. Kwain // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. — 2011. — Vol. 32 (4). — P. 493-497. <https://doi.org/10.1139/f75-060>
- 8 Doudoroff P. Some experiments on the toxicity of complex cyanides to fish / P. Doudoroff // Sewage and Industrial Wastes. — 1956. — P. 14-21.
- 9 Jezierska B. The influence of pH on embryonic development of common carp (*Cyprinus carpio*) / B. Jezierska, M. Witeska // Archiwum Rybactwa Polskiego. — 1995. — P. 235-240.
- 10 Kaur M. Toxicopathic Branchial Lesions in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Exposed to Chlorpyrifos / M. Kaur, R. Jindal // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. — 2018. — Vol. 100. — P. 665-671. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2320-x>
- 11 Scott D.M. The effect of high pH on ion balance, nitrogen excretion and behaviour in freshwater fish from an eutrophic lake / D.M. Scott, M.C. Lucas, R.W. Wilson // Aquatic Toxicology. — 2005. — Vol. 73. — P. 31-43.
- 12 Wilkie M.P. The effects of extremel alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology / M.P. Wilkie, C.M. Wood // Journal of Fishery and Biology. — 1994. — Vol. 45. — P. 87-98.
- 13 Zaniboni-Filho E. Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes / E. Zaniboni-Filho, S. Meurer, J.I. Golombieski // Acta Science. — 2002. — Vol. 24. — P. 41-50.

А.М. Тленшиева, Т.М. Шалахметова

Определение оптимального влияния pH и температуры на эмбриологическое развитие *Ctenopharyngodon idella*

Цель данного исследования — определение влияния температуры воды (18, 26 и 34°C), уровня pH (5,5, 6,5, 7,5 и 8,5, 9,5) на инкубационные и личиночные стадии икры белого амура, а также параллельно оптимальных значений. Результаты исследования при температуре выше 34°C и уровне pH 5,5 и 9,5 (32,5±0,5), (35±0,001), а также 18°C и уровне pH 5,5 (22,5±0,2) и 9,5 (42,5 ± 0,3) показали снижение процента роста инкубационных яиц и эмбрионального развития в течение инкубационного периода. Установлено, что максимальная выживаемость инкубируемой икры при температуре 26°C и pH 7,5 (95% ± 0,002) благоприятна для выживания сигов в эмбриональном и постэмбриональном развитии. В то же время эмбриональные стадии развития белого амура при очень низких температурах протекали очень медленно. То есть мы видели, что стадии развития длительны по времени. С другой стороны, при более высоких температурах он был быстрее (при 34 °C). Текущие показатели свидетельствуют, что pH 7,5 при температуре воды 26 °C наиболее подходит для инкубации яиц, а pH от 6,5 до 8,5 — для роста яиц *Ctenopharyngodon idella*.

Ключевые слова: белый амур, эмбрион, температура, pH, вода, инкубация, личинка, *Ctenopharyngodon idella*.

A.M. Tlenshiyeva, T.M. Shalakhmetova

To determine the optimal effect of pH and temperature on the embryological development of *Ctenopharyngodon idella*

The purpose of this study was to determine the effect of water temperature (18, 26 and 34°C) and pH (5.5, 6.5, 7.5 and 8.5, 9.5) on the incubation and larval stages of grass carp eggs, and also in parallel, it was necessary to determine the optimal values. According to the results of the study, at a temperature above 34°C and a pH level of 5.5 and 9.5 (32.5 ± 0.5), (35 ± 0.001), as well as 18°C and a pH level of 5.5 ($22, 5 \pm 0.2$) and 9.5 (42.5 ± 0.3) showed a decrease in the percentage of hatching egg growth and embryonic development during the incubation period. It has been established that the maximum survival rate of incubated eggs at a temperature of 26°C and pH 7.5 ($95\% \pm 0.002$) is favorable for the survival of whitefish in embryonic and postembryonic development. At the same time, the embryonic stages of grass carp development at very low temperatures proceeded very slowly. That is, we have seen that the stages of development are long in time. On the other hand, at higher temperatures it was faster at 34°C. Current results indicate that pH 7.5 at 26°C water temperature is most suitable for egg incubation, while pH 6.5 to 8.5 is best for the growth of *Ctenopharyngodon idella* eggs.

Keywords: grass carp, embryo, temperature, pH, water, incubation, larva, *Ctenopharyngodon idella*.

References

- 1 Kassym, D., Myrzakhmetov, A. & Zhanabayeva, Z. (2020). Features of the Sediment Runoff Regime Downstream the Ile River. *Journal of Ecological Engineering*, 21(2), 118-247.
- 2 Tram, N.D., Ngoan, L.D. & Ogle, Q. (2020). Effect of Processing Pig Manure through a Biogas Plant as Fertilizer for Fish Ponds on Water Quality and Growth Performance of Three Fish Species. *Widly*, 1, 14.
- 3 Graham, N.A., Pueppke, G. & Uderbayev, T. (2017). The Current Status and Future of Central Asia's. Fish and Fisheries Confronting a Wicked Problem. *Water*, 9(9), 701. <https://doi.org/10.3390/w9090701>.
- 4 Krupa, E., Barinova, S. & Aubakirova, M. (2018). Tracking pollution and its sources in the catchment-lake system of major waterbodies in Kazakhstan. *Wiley*, 25(21). <https://doi.org/10.1111/LRE.12302>.
- 5 RGP «Kazgidromet» Ministerstva ekologii, geologii i prirodnykh resursov RK. Informatsionnye biulleteni o sostoianii okruzhaiushchei sredey Respubliki Kazakhstan [RSE "Kazhydromet" of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. Information bulletins on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan]. Retrieved from <https://www.kazhydromet.kz/ecology/informacionnye-byulleteni-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredey-respubliki-kazahstan> [in Russian].
- 6 Nwosu, F.M. & Holzlohner, S. (2000). Influence of temperature on egg hatching, growth and survival of larvae of *Heterobranchus longifilis* Val. 1840 (Teleostei: Clariidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 16(1), 20-23. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2000.00144.x>.
- 7 Kwain, W. (2011). Effects of temperature on development and survival of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in acid waters. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32(4), 493-497. <https://doi.org/10.1139/f75-060>.
- 8 Doudoroff, P. (1956). Some experiments on the toxicity of complex cyanides to fish. *Sewage and Industrial Wastes*, 14-21.
- 9 Jezierska, B. & Witeska, B. (1995). The influence of pH on embryonic development of common carp (*Cyprinus carpio*). *Archiwum Rybactwa Polskiego*, 235-240.
- 10 Kaur, M. & Jindal, R. (2018). Toxicopathic Branchial Lesions in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Exposed to Chlorpyrifos. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 100, 665-671. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2320-x>
- 11 Scott, D.M., Lucas, M.C. & Wilson, R.W. (2005). The effect of high pH on ion balance, nitrogen excretion and behaviour in freshwater fish from an eutrophic lake. *Aquatic Toxicology*, 73, 31-43.
- 12 Wilkie, M.P. & Wood, C.M. (1994). The effects of extremely alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. *Journal of Fishery and Biology*, 45, 87-98.
- 13 Zaniboni-Filho, E., Meurer, S. & Golombieski, J.I. (2002). Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes. *Acta Science*, 24, 41-50.

A. Tursynbay¹, Zh.Zh. Karzhaubekova^{2*}, N.G. Gemejyeva²

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;*

²*Institute of botany and phytointroduction, Almaty, Kazakhstan*

*Corresponding author: zhanna1322@mail.ru

To a phytochemical study of Kazakhstani species *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker

Present article provides the results of a primary phytochemical analysis of *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker (syn. *Rhinopetalum karelinii* Fisch. ex D. Don) from family *Liliaceae* Juss., collected from different fields of populations in the Almaty region. A comparative analysis of water-alcohol isolations allowed identifying three substances belonging to phenolic nature, and the quantitative contents of flavonoids (in the range of 0.7–1.03 % in terms of air dry matter) and some other biological active compounds (alkaloids, amino acids, organic acids). There is a correlation in the quantitative content of arginine (max) and methionine (min) out of 13 amino acids that were identified in bulbs of three studied samples. By accumulation of amino acids, the Ili plant sample shows quantitatively different from the other two, for example arginine, proline (0.475), leucine (0.372), lysine, valine, phenyl, threonine, and alanine (0.51–0.31) prevail, and methionine and histidine were less than 0.1 %. Valine, threonine and proline are contained in the range of 0.298–0.193 %, while lysine, leucine, phenylalanine, and serine are in the range of 0.175–0.161 % for a sample collected near Nurly village. The content of other identified amino acids was below 0.15 %.

Keywords: *Fritillaria karelinii* bulbs, phytochemical analysis, amino acids, fat acids, quantitative content.

Introduction

Developed worldwide research in the field of chemistry of natural compounds makes it possible to isolate and obtain total extracts from wild plants, and further determine their active components, and access biological activity. Thereby it contributes to the replenishment of the range of medicinal plants used in official medicine. In this regard, the search for new sources of medicinal plant materials is an actual task.

Early spring bulbous wild plants adapting to changes in external factors and too harsh growing conditions (temperature and water conditions, salinization, soil erosion, etc.) have great potential as a source of new biologically active substances. The defense mechanism of such plants is due to the accumulation and compatibility of osmolytes which affect the biosynthesis of macromolecules [1].

The prerequisite for this study was the analysis results of the medicinal flora in Kazakhstan [2] which revealed poor knowledge of the local flora species.

The object of our research is a perennial plant – Karelin's hazel grouse, *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker (syn. *Rhinopetalum karelinii* Fisch. ex D. Don) from the family *Liliaceae* Juss. According to Plants of the World Online, the genus *Fritillaria* Tourn. ex L. has 152 species, 6 of which described in the flora of Kazakhstan, and 2 species include inside genus *Rhinopetalum* Fisch [2, 3].

In traditional Chinese and other Asian countries medicine, some species of *Fritillaria* are used as a medicinal raw material for the production of effective antitussive and expectorant drugs [4–7]. Tubers of whorled hazel grouse *F. verticillata* are used for complicated diseases of the digestive system and also “cure the heat of blood vessels the heart” [8].

Some species of the genera *Veratrum* L. and *Fritillaria* Tourn. (*Liliaceae*) contain C₂₇-alkaloids of the C-nor-D-homosteroid series with a wide spectrum of biological activities [9–10], in particular, having inotropic effect on the heart [11].

In literatures data on isolation and identification of steroid alkaloids from *F. verticillata* and *F. puqiensis* were found [12, 13], and in both the aboveground and in the bulbs veratrum (jervanine and cevanine subgroups) alkaloids were found.

The phytochemical composition of Kazakh hazel grouse species is practically not studied. There is information about the isolation of the alkaloid alginine (C₂₃H₂₉NO₃) from *F. sewerzowii* collected in the western part of Tien Shan (Kyrgyzstan), the structure of which has not been determined in detail [14].

Researches from the plant resources laboratory has identified the distribution features and anatomical and morphological characteristics of *F. karelinii* species collected in southeast Kazakhstan [15–16].

The purpose of our research is a phytochemical study (qualitative and quantitative determination of the main groups of biological active compounds) of *F. karelinii* collected from various natural populations in the Almaty region (2020–2021).

Experimental

The research materials (bulbs) of *F. karelinii* were collected in March 2020–2021 from natural populations in southeast Kazakhstan (within the Enbekshi kazakh, Balkhash, and Ili administrative districts of the Almaty region).

During the harvesting of plant raw materials, plants were dug up, removed from the soil, and dried under the air shadow after cutting the bulbs into several parts, and the final dry plant raw material was milled.

Phytochemical studies to identify extractives, determine the quality of plant raw materials, quantitative content of some groups of BAS were performed according to the methods described in the SP RK and others [17, 18].

The quantitative determination of vitamins, amino- and fatty acids was carried out in the accredited laboratory “Food Safety” at Almaty Technological University.

Aminoacids were analyzed on a Capel 105 M capillary electrophoresis system (RF) after preliminary hydrolysis of plant materials with hydrochloric acid (1:1) at 105 °C for 14–16 hours [19]. The acid hydrolysate evaporated up to a minimum volume and after converted into phenylisothiocarbonyl derivatives. Detection was carried out in the UV region at 254 nm.

The content of fatty acids was done on a Kristal-4000 gas-liquid chromatograph (RF) after preliminary extraction of lipids with hexane in a Soxhlet apparatus for 5 hours. The extract was evaporated at a temperature of 30–40°C.

Ethylating was in a mixture of hexane (97 %), 25 % sodium ethoxide in absolute ethanol and acetic acid. The resulting mixture was stirred, settled, and filtered through a paper filter; the final solution was analyzed on a Kristal-4000 GLC with a flame ionization detector and NetChrom software [20]. Chromatographic separation was carried out under the following conditions: injector temperature, 188°C; detector temperature, 230°C; thermostat temperature, 188°C; column content: polyethylene glycol adipate (20 %) on celite — 545.

The determination of vitamins was carried out according to the standard methods described in the manual M-04-41-2005 and GOST 32043-2012 [21, 22].

Results and Discussion

During the determination of the quality of plant raw materials there the moisture content varies from 6.32 to 8.74 % was revealed and the quantitative content of extractives in a 70 % water-alcohol solution was 20–25 %. Substances of a phenolic nature (flavonoids, phenolic acids), alkaloids, steroids, and sterols have been qualitatively detected. The results of the quantitative content of some groups of biological active compounds are shown in Table 1.

Table 1

Indicators of plant raw materials and the content of some biologically active substances and vitamins in studied *Fritillaria karelinii* plant samples

Plant raw material indicators	Kapshagai population		Bogeti population		Ili population	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Losson drying	6.42	8.74	7.01	6.75	7.94	6.32
Determination of extractive substances (water solution)	25.24	23.42	25.03	17.04	24.84	22.88
Determination of extractive substances (70 % alcohol solution)	23.98	24.03	20.71	24.29	25.09	23.69
Quantitative content						
Vitamin C mg/100 g	-	3.42	-	4.28	-	5.63
Vitamin E mg/100 g	-	0.24	-	0.23	-	0.28
Amino acids	1.24	1.28	0.94	1.45	1.64	1.72
Organic acids	3.03	3.28	2.98	2.68	2.83	3.21
Flavonoids	1.08	1.18	1.32	1.28	1.32	2.01
Alkaloids	0.73	0.98	0.78	1.03	0.83	1.28

According to the literature data the chemical composition of the aboveground and underground parts of *F. karelinii* has not been studied, we have begun a preliminary study of the flavonoid composition. A comparative analysis of water-alcohol extracts allowed establishing the qualitative composition of phenolic substances in all studied samples and it is almost the same. By two-dimensional paper chromatography and using various solvent systems revealed 3 substances of phenolic nature. According to the location of the spots on the chromatogram the substances were tentatively classified as biglycosides of flavonoids. The content of flavonoids was determined in the range of 0.7–1.03 % on air dried weight.

The content of alkaloids varied within 0.73–1.23 % on air dried weight, while according to some literary sources, the content of the total alkaloids for species of this genus varies from 0.15 to 1.77 % [23].

Determination of the amino and fatty acids content in the studied samples growing in the territory of southeast Kazakhstan is being investigated for the first time. As a result of the study 13 amino acids and 9 substances of the lipid form (fatty acids and their ethyl esters) were identified (Tables 2, 3).

Table 2

The content of amino acids in the studied samples of *Fritillaria karelinii*

Amino acids	Kapshagai population	Bogeti population	Ili population
Arginine	0.990	0.632	1.859
Lysine	0.134	0.175	0.351
Tyrosine	0.076	0.126	0.268
Phenylalanine	0.169	0.165	0.330
Histidine	0.078	0.116	0.087
Leucine + Isoleucine	0.118	0.174	0.372
Methionine	0.060	0.047	0.058
Valine	0.120	0.298	0.351
Proline	0.124	0.193	0.475
Threonine	0.144	0.228	0.330
Serene	0.134	0.161	0.289
Alanine	0.099	0.140	0.310
Glycine	0.132	0.116	0.268

Table 3

Content of fatty acids in *Fritillaria karelinii* bulbs (% of air dried weight)

Fatty acids	Kapshagai population	Bogeti population	Ili population
Caproic acid (C _{6:0})	0.2	0.39	0.25
Palmitic acid (C _{16:0})	4.7	5.65	4.59
Stearic acid (C _{18:0})	0.8	0.67	0.42
Oleic acid (C _{18:1})	1.4	1.79	1.19
Linoleic acid (C _{18:2})	3.5	5.99	5.12
Ethyl ester of palmitic acid	10.4	5.49	4.80
Ethyl ester of stearic acid	2.6	1.25	0.99
Ethyl ester of linoleic acid	10.6	5.74	3.92
Docosanoic acid ethyl ester	4.1	2.39	2.04

There is a correlation in the quantitative content of arginine (maximum) and methionine (minimum) out of the 13 amino acids found in the bulbs of the three samples studied. The Ili samples quantitatively differ from the other two populations by accumulation of the identified amino acids. For example, arginine, proline (0.475), leucine (0.372), lysine, valine, phenyl, threonine, and alanine (0.351–0.31), methionine and histidine predominate — less than 0.1 %.

The samples from Bogeti population contained amino acids: valine, threonine, and proline, the content of which varies from 0.298–0.193 %, and the content of lysine, leucine, phenylalanine, and serine vary from 0.175–0.161 %. The rest of the identified amino acids have content below 0.15 % (Table 2).

Three saturated and two unsaturated fatty acids as well as their ethyl derivatives were found in the studied plant raw material (Table 3). The content of saturated fatty acids (caproic and stearic) is more than 0.2 %, while palmitic in three studied plant samples significantly exceeds (4.6–5.65 %).

Linoleic (3.5–5.99 %) and oleic (1.19–1.79 %) unsaturated fatty acids were identified. It should be noted that the content of ethyl derivatives of the above-mentioned acids correlates with the data of their acids themselves notably the values of palmitic acid ethyl ester (4.8–10.4 %) and linoleic acid ethyl ester (3.92–10.6 %).

Conclusion

Thus, the primary phytochemical screening of *F. karelinii* bulbs made it possible to identify and quantify the content of amino and fatty acids, alkaloids, and phenolic substances (flavonoids). The peculiarities of the accumulation of amino acids and fatty acids depending on the place of growth have been established. Differences have been established in the accumulation of individual substances between populations.

Acknowledgment

The research was carried out under the program: BR10264557 “Current flora and plant resources ecological state cadastral assessing (Almaty region) as the scientific basis for effective resource potential management” (2021–2023).

Список литературы

- 1 Лымарь О.А. Накопление низкомолекулярных соединений растениями в условиях техногенного засоления / О.А. Лымарь, О.З. Еремченко // Фундаментальные исследования. — 2006. — № 2. — С. 53.
- 2 *Fritillaria* Tourn. ex L. [Electronic resource]. — Access mode: <https://powo.science.kew.org/results?q=fritillaria>
- 3 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / С.А. Абдулина. — Алматы, 1999. — С. 116.
- 4 Li H.J. Chemistry, bioactivity and geographical diversity of steroidal alkaloids from the *Liliaceae* family / H.J. Li, Y. Jiang, P. Li // *Nat Prod Rep.* — 2006. — Vol. 23 (5). — P. 735–752. <https://doi.org/10.1039/b609306j>.
- 5 An J.J. Puqienine E: an angiotensin converting enzyme inhibitory steroidal alkaloid from *Fritillaria puqiensis* / J.J. An, J.L. Zhou, H.K. Li, Y. Jiang, P. Li // *Fitoterapia.* — 2010. — Vol. 81(3). — P. 149–152. <https://doi.org/10.1016/fitote.2209.08.012>.
- 6 Xu F. Antinociceptive efficacy of verticinone in murine models of inflammatory pain and paclitaxel induced neuropathic pain / F. Xu, S. Xu, L. Wang, C. Chen, X. Zhou, Y. Lu, H. Zhang // *Biol Pharm Bull.* — 2011. — Vol. 34 (9). — P. 1377–1382. <https://doi.org/10.1248/bpb.34.1377>.
- 7 Zhang Q.J. Steroidal alkaloids from the bulbs of *Fritillaria unibracteata* / Q.J. Zhang, Z.F. Zheng, D.Q. Yu // *J Asian Nat Prod Res.* — 2011. — Vol. 13(12). — P. 1098–1103. <https://doi.org/10.1080/10286020.2011.619980>.
- 8 Базарон Э.Г. «Вайдурья-Онбо» — трактат индо-тибетской медицины / Э.Г. Базарон, Т.А. Асеева. — Новосибирск: Наука, 1984. — 116 с.
- 9 Zhang Y.H. Cytotoxic alkaloids from the bulbs of *Fritillaria hupehensis* / Y.H. Zhang, X.L. Yang, P. Zhang et al. // *Chem Biodivers.* — 2008. — Vol. 5(2). — P. 259–266. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200890023>.
- 10 Yun Y.G. Verticinone induces cell cycle arrest and apoptosis in immortalized and malignant human oral keratinocytes / Y.G. Yun, B.H. Jeon, J.H. Lee et al. // *Phytother Res.* — 2008. — Vol. 22 (3). — P. 416–423. <https://doi.org/10.1002/ptr.2345>.
- 11 Хефтман Э. Биохимия стероидов / Э. Хефтман. — М.: Мир, 1972. — 175 с.
- 12 Li H.-J. A novel veratramine alkaloid from the bulb of *Fritillaria puqiensis* / H.-J. Li, Y. Jiang, P. Li, W.-C. Ye, F. Puqienine // *Chem Pharma Bull.* — 2006. — Vol. 54(5). — P. 722–724. <https://doi.org/10.1248/cpb.54.722>.
- 13 Kaneko K.O. Fritillarizine, a New *Fritillaria* Alkaloid isolated from the Aerial Part of Mature *Fritillaria verticillata* / K.O. Kaneko, N. Narusen, M. Tanaka, N. Yoshida, H. Mitsuhashi // *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 1980. — Vol. 28(12). — P. 3711–3713. <https://doi.org/10.1248/cpb.28.3711>.
- 14 Орехов А.П. Химия алкалоидов растений СССР / А.П. Орехов. — М.: Наука, 1965. — 391 с.
- 15 Турсынбай А. Выявление особенностей распространения *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker на юго-востоке Казахстана / А. Турсынбай, Н.Г. Гемеджиева, К.А. Сапаров // *Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География.* — 2020. — № 4 (100). — С. 85–93. <https://doi.org/10.31489/2020BMG4/85-93>.
- 16 Турсынбай А. Анатомо-морфологическое исследование вегетативных органов *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker из природных популяций юго-восточного Казахстана / А. Турсынбай, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Курбатова, Ч.Ж. Алдасугурова // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии.* — 2021. — Т. 20, № 1. — С. 437–442. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2021087>
- 17 Государственная фармакопея СССР. — 11-е изд. — М.: Медицина, 1987. — 387 с.
- 18 Мамонов Л.В. Введение в фитохимические исследования и выявление биологической активности веществ растений. — Алматы, 2008. — 216 с.
- 19 Комарова Н.В. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза / Н.В. Комарова, Я.С. Каменцев. — СПб., 2006. — 212 с.

20 ГОСТ Р 51483-99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме. Введ. 1999-12-22. — М.: Стандартинформ, 2005. — 8 с.

21 Методика М-04-41-2005. Методика выполнения измерений массовых долей витамина А (в форме ретинолацетата), Е (в форме атокоферолацетата) и D (в форме холекальциферола) в премиксах и витаминных концентратах методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/571695/.

22 ГОСТ 32043-2012. Премиксы. Методы определения витаминов А, Д, Е. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://libnorm.ru/Files/551/55184.pdf>

23 Растительные ресурсы России и сопредельных государств: цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. *Butomaceae* — *Typhaceae*. — Т. 8. — СПб.: Наука, 1994. — С. 30.

А. Турсынбай, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.Г. Гемеджиева

***Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker қазақстандық түрінің фитохимиялық зерттеуі**

Мақалада Алматы облысының әртүрлі популяцияларынан жиналған *Liliaceae* Juss. тұқымының *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker (син. *Rhinopetalum karelinii* Fisch. ex D. Don) пиязшығының бастапқы фитохимиялық талдауы берілген. Су-спирт сығындыларының салыстырмалы талдауы фенолдық сипаттағы үш затты анықтауға, флавоноидтардың сандық құрамын (а.к.ш. бойынша 0,7–1,03 % аралығында) және кейбір басқа биологиялық белсенді заттарды (алкалоидтар, амин қышқылдары, органикалық қышқылдар) анықтауға мүмкіндік берді. Қазақстанның оңтүстік-шығысында өсетін, зерттелген үлгілердегі амин және май қышқылдарының құрамы алғаш рет зерттеліп отыр. Зерттеу нәтижесінде 13 амин және 9 май қышқылдары анықталды. Үш зерттелген үлгінің пиязшықтарында анықталған 13 амин қышқылының аргинин (максимум) мен метиониннің (минимум) сандық құрамында корреляция бар. Іле үлгілері басқа екеуінен анықталған аминқышқылдарының жинақталу тенденциясы бойынша сандық жағынан ерекшеленеді, мысалы, аргинин, пролин (0,475), лейцин (0,372), лизин, валин, фенил, треонин және аланин (0,351–0,31), метионин мен гистидин 0,1 %-дан аз. Бөгеті популяция үлгілерінде келесі аминқышқылдар табылды: валин, треонин және пролин, олардың мөлшері 0,298–0,193 % аралығында, ал лизин, лейцин, фенилаланин және серин мөлшері 0,175–0,161 % аралығында кездеседі. Қалған аминқышқылдарының құрамы 0,15 %-дан төмен.

Кілт сөздер: *Fritillaria karelinii* пиязшығы, фитохимиялық талдау, амин және май қышқылдары, сандық құрамы.

А. Турсынбай, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.Г. Гемеджиева

К фитохимическому изучению казахстанского вида *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker

В статье приведены результаты первичного фитохимического анализа луковиц *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker (син. *Rhinopetalum karelinii* Fisch. ex D. Don) из сем. *Liliaceae* Juss., собранных из разных популяций Алматинской области. Сравнительный анализ водно-спиртовых извлечений позволил выявить три группы веществ фенольной природы, определить количественное содержание флавоноидов (в пределах 0,7–1,03 % в пересчете на воздушно-сухой вес) и некоторых других биологически активных веществ (алкалоидов, аминокислот, органических кислот). Содержание аминокислот и жирных кислот в исследуемых образцах, произрастающих на территории юго-востока Казахстана, исследованы впервые. В результате выявлены и идентифицированы 13 аминокислот и 9 жирных кислот. Из 13 аминокислот, найденных в луковицах, выявлена корреляция по количественному содержанию аргинина (максимум) и метионина (минимум) в трех исследуемых образцах. Илийские образцы количественно отличаются от двух других, характеризуются тенденцией накопления выявленных аминокислот, так, например, после аргинина превалирует пролин (0,475 %), лейцин (0,372), лизин, валин, фенил, треонин и аланин (0,351–0,31), метионин и гистидин — менее 0,1 %. У образцов Богетинской популяции обнаружены аминокислоты: валин, треонин и пролин, содержание которых варьирует в пределах 0,298–0,193 %, а содержание лизина, лейцина, фенилаланина и серина — в пределах 0,175–0,161 %. У остальных идентифицированных аминокислот содержание ниже 0,15 %.

Ключевые слова: луковицы *Fritillaria karelinii*, фитохимический анализ, аминокислоты и жирные кислоты, количественное содержание.

References

- 1 Lymar, O.A. & Eremchenko, O.Z. (2006). Nakoplenie nizkomolekuliarnykh soedinenii rasteniiami v usloviakh tekhnogenogo zasoleniia [Accumulation of low molecular weight compounds by plants under man-made salinization conditions]. *Fundamentalnye issledovaniia — Fundamental studies*, 2, 53 [in Russian].
- 2 *Fritillaria* Tourn. ex L. Retrieved from <https://powo.science.kew.org/results?q=fritillaria>.
- 3 Abdulina, S.A. (1999). Spisok sosudistykh rastenii Kazakhstana [List of vascular plants in Kazakhstan]. Almaty [in Russian].
- 4 Li, H.J., Jiang, Y. & Li, P. (2006). Chemistry, bioactivity and geographical diversity of steroidal alkaloids from the *Liliaceae* family. *Nat Prod Rep.*, 23(5), 735–752. <https://doi.org/10.1039/b609306j>.
- 5 An, J.J., Zhou, J.L., Li, H.K., Jiang, Y. & Li, P. (2010). Puqienine E: an angiotensin converting enzyme inhibitory steroidal alkaloid from *Fritillaria puiqiensis*. *Fitoterapia*, 81(3), 149–152. <https://doi.org/10.1016/fitote.2209.08.012>.
- 6 Xu, F., Xu, S., Wang, L., Chen, C., Zhou, X., Lu, Y. & Zhang, H. (2011). Antinociceptive efficacy of verticinone in murine models of inflammatory pain and paclitaxel induced neuropathic pain. *Biol Pharm Bull.*, 34(9), 1377–1382. <https://doi.org/10.1248/bpb.34.1377>.
- 7 Zhang, Q.J., Zheng, Z.F. & Yu, D.Q. (2011). Steroidal alkaloids from the bulbs of *Fritillaria unibracteata*. *J Asian Nat Prod Res.*, 13(12), 1098–1103. <https://doi.org/10.1080/10286020.2011.619980>.
- 8 Bazarov, E.G. & Aseeva, T.A. (1984). «*Vaiduria-Onbo*» — traktat indo-tibetskoii meditsiny [“*Vaidurya-Onbo*” — a treatise of Indo-Tibetan medicine]. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
- 9 Zhang, Y.H., Yang, X.L., Zhang, P. & al. (2008). Cytotoxic alkaloids from the bulbs of *Fritillaria hupehensis*. *Chem Biodivers.*, 5(2), 259–266. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200890023>.
- 10 Yun, Y.G., Jeon, B.H., Lee, J.H. et al. (2008). Verticinone induces cell cycle arrest and apoptosis in immortalized and malignant human oral keratinocytes. *Phytother Res.*, 22(3), 416–423. <https://doi.org/10.1002/ptr.2345>.
- 11 Kheftman, E. (1972). Biokhimiia steroidov [Steroids biochemistry]. Moscow: Mir [in Russian].
- 12 Li, H.-J., Jiang, Y., Li, P., Ye, W.-C. & Puqienine, F. (2006). A novel veratramine alkaloid from the bulb of *Fritillaria puiqiensis*. *Chem Pharma Bull.*, 54(5), 722–724. <https://doi.org/10.1248/cpb.54.722>
- 13 Kaneko, K.O., Narusen, N., Tanaka, M., Yoshida, N. & Mitsuhashi, H. (1980). Fritillarizine, a New *Fritillaria* Alkaloid isolated from the Aerial Part of Mature *Fritillaria verticillata*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 28(12), 3711–3713. <https://doi.org/10.1248/cpb.28.3711>.
- 14 Orekhov, A.P. (1965). Khimiia alkaloidov rastenii SSSR [Chemistry of alkaloids of USSR plants]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 15 Tursynbai, A., Gemejjeva, N.G. & Saparov, K.A. (2020). Vyiavlenie osobennosti rasprostraneniia *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker na yugo-vostoke Kazakhstana [Identification of the distribution features of *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker in southeastern Kazakhstan]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Biologiya. Meditsina. Geografiia — Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine, geography*, 4(100), 85–93 [in Russian]. <https://doi.org/10.31489/2020BMG4/85-93>.
- 16 Tursynbai, A., Gemejjeva, N.G., Kurbatova, N.V. & Aldasugurova, Ch.Zh. (2021). Anatomico-morfologicheskoe issledovanie vegetativnykh organov *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker iz prirodnykh populiatsii yugo-vostochnogo Kazakhstana [Anatomical-morphological study of autonomic organs of *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker from the natural populations of southeastern Kazakhstan]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii — Problems of botany of South Siberia and Mongolia*, 20(1), 437–442 [in Russian]. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2021087>
- 17 (1987). Gosudarstvennaia farmakopeia SSSR. 11-e izdanie [The state pharmacopeia of USSR. 11 Issue] Moscow: Meditsina [in Russian].
- 18 Mamonov, L.V. (2008). Vvedenie v fitokhimeskie issledovaniia i vyiavlenie biologicheskoi aktivnosti veshchestv rastenii [Introduction of phytochemical studies and detection of biological activity of plant substances]. Almaty [in Russian].
- 19 Komarova, N.V. & Kamentsev, Ya.S. (2006). Prakticheskoe rukovodstvo po ispolzovaniiu sistem kapilliarnogo elektroforeza [Practical Guide to Capillary Electrophoresis Systems]. Saint-Petersburg [in Russian].
- 20 (2005). GOST R 51483-99. Masla rastitelnye i zhiry zhivotnye. Opredelenie metodom gazovoi khromatografii massovoi doli metilovykh efirov individualnykh zhirnykh kislot k ikh summe. Vvedenie 1999-12-22 [State standard R 51483-99. Vegetable oils and animal fats. Determination by gas chromatography of the mass fraction of methyl esters of individual fatty acids to their sum. Introduction 1999-12-22]. Moscow: Standartinform [in Russian].
- 21 (2005). Metodika M-04-41-2005. Metodika vypolneniia izmerenii massovykh dolei vitamina A (v forme retinolatssetata), E (v forme atokerolatsetata) i D (v forme kholekalsiferola) v premiksakh i vitaminnykh kontsentratakh metodom obrashchenno-fazovoi VEZhKh s ispolzovaniem zhidkostnogo khromatografa «Liumakhrom» [Method M-04-41-2005. Procedure for Measuring the Mass Fractions of Vitamin A (in the Form of Retinolacetate), E (in the Form of Atocopherolacetate) and D (in the Form of Cholecalciferol) in Premixes and Vitamin Concentrates by Reverse-Phase HPLC using the Lumachrome Liquid Chromatograph]. Retrieved from https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/571695/ [in Russian].
- 22 (2012). GOST 32043-2012. Premiksiy. Metody opredeleniia vitaminov A, D, E [Premixes. Methods for determination of vitamins A, D, E]. Retrieved from <http://libnorm.ru/Files/551/55184.pdf> [in Russian].
- 23 (1994). Rastitelnye resursy Rossii i sopedelnykh gosudarstv: tsvetkovye rasteniia ikh khimicheskii sostav, ispolzovanie. Sem. *Butomaceae* — *Typhaceae* [Plant resources of Russia and neighboring states: flowering plants their chemical composition, use. Families *Butomaceae* — *Typhaceae*]. Saint-Petersburg: Nauka, 8, 30 [in Russian].

К.Р. Утеулин*

Институт биологии и биотехнологии растений КН Министерства науки и высшего образования РК, Алматы, Казахстан
*Автор для корреспонденции: gen_uteulink@mail.ru

Казахстанские популяции одуванчика кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin)

Казахстанские популяции *Taraxacum kok-saghyz* с 1932 года, уже 90 лет, служат источником семян для отечественных и зарубежных научных центров, программ и промышленного использования. *T. kok-saghyz* включен в Красную книгу Казахстана, необходимы меры по охране этого редкого, эндемичного вида. Цель обзорной статьи — предоставить информацию о состоянии казахстанских популяций *T. kok-saghyz*, о предложениях по их сохранению и использованию. Впервые обобщены данные исследований казахстанских популяций *T. kok-saghyz* прошлого века (Л.Е. Родин, 1932; А.Д. Черенков, 1934; С.Ю. Липшиц, 1953; К. Мынбаев, 1946; Д.Е. Филиппов, 1953) и XXI века (Н.М. Мухитдинов с соавт., 2015; Jan Kirschner и Peter van Dijk, 2013; К.Р. Утеулин, И.О. Байтулин, 2017). Представленные материалы обосновывают целесообразность организации *in situ* полевого генбанка *T. kok-saghyz*. *In situ* полевой генбанк *T. kok-saghyz* — это внедряемая технологическая инновация, обеспечивающая сохранение и использование казахстанских генетических ресурсов *T. kok-saghyz*, способ охраны этого редкого вида, включенного в Красную книгу. Для получения семян *T. kok-saghyz* не нужно получать специальные разрешения для доступа его в *in situ* ценопопуляции. Поскольку создан *in situ* полевой генбанк, *T. kok-saghyz*, специально как источник элитных семян, необходим для пополнения казахстанских и зарубежных *ex situ* генбанков, исследовательских, селекционных программ и других потребителей. Автором представлен обзор литературных и собственных данных о казахстанских популяциях *T. kok-saghyz* в условиях *in situ*: ареал, климат, почвы, численность, возрастная структура популяций, плотность, морфометрические показатели.

Ключевые слова: *T. kok-saghyz*, ареал, популяции, климат, почвы, численность, плотность, *in situ* генбанк.

Введение

Одуванчик кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin) — эндемик межгорных долин Тянь-Шаня. Как продуцент высококачественного каучука, *T. kok-saghyz* общепризнан перспективной сельскохозяйственной культурой для возделывания в зоне умеренного климата, где традиционный продуцент каучука, тропическое дерево гевея (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) не приживается [1].

Проблема казахстанских популяций *T. kok-saghyz* заключается в следующем. Необходимо обеспечить семенами *T. kok-saghyz* казахстанские и зарубежные *ex situ* генбанки, исследовательские, селекционные программы, фермерские хозяйства. Вместе с этим необходимо определить мероприятия по охране популяций редкого вида *T. kok-saghyz*, включенного в Красную книгу Казахстана. То есть, применительно к *T. kok-saghyz* необходимо выполнить положение Конвенции о биологическом разнообразии. Статья 8. Сохранение *in situ*. Договаривающаяся Сторона (а именно — Казахстан): i) стремится создавать условия, необходимые для обеспечения совместимости существующих способов использования с сохранением биологического разнообразия и устойчивым использованием его компонентов [2].

Только в 1932 и 1933 гг. было собрано 4247 кг семян кок-сагыза в зоне его естественного ареала [3].

В последующие годы высокая чувствительность *T. kok-saghyz* к антропогенному воздействию, низкие темпы и длительный период самовоспроизводства затрудняли естественное возобновление популяций кок-сагыза и в 1981 г. *T. kok-saghyz* был включен в Красную книгу Казахской ССР под редакцией Б.А. Быкова [4]. Красная книга Казахстана была переиздана в 2014 г. под редакцией И.О. Байтулина [5]. Заключение авторов Красной книги Казахстана является необходимостью проведения мероприятий для сохранения редкого вида *Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin [4, 5].

Цель обзора — предоставить информацию о состоянии казахстанских популяций *T. kok-saghyz* (ареал, климат, почвы, численность, возрастная структура популяций, плотность, морфометрические показатели), о предложениях по их сохранению и использованию.

Основная часть

Кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* L.E.Rodin) — многолетнее, травянистое растение рода Одуванчик (*Taraxacum* Wigg.) семейства Астровые (*Asteraceae* Cass.), источник высококачественного каучука, эндемик межгорных долин Тянь-Шаня. *T. kok-saghyz* общепризнан перспективной сельскохозяйственной культурой для возделывания в зоне умеренного климата.

Как источник высококачественного каучука, *T. kok-saghyz* был открыт в 1931 г. при содействии колхозника В. Спиваченко ботаником Ботанического института АН СССР Л.Е. Родины, возглавлявшим кетменскую экспедицию по пересмотру флоры Советского Союза на каучуконосность [6–8]. Основные работы по всестороннему изучению *T. kok-saghyz* провела в 1932 г. специальная экспедиция, снаряженная Институтом каучука и трестом «Каучуконос»; экспедиция работала в ареале нового растения под руководством С.Ю. Липшица [3].

T. kok-saghyz в условиях *in situ* — это травянистое растение, высотой цветоноса от 4–5 до 12 см. Листья образуют распластанную по земле розетку диаметром до 10 см, сидящую на утолщенной корневой шейке. Розетка из многочисленных сизых, голых листьев, варьирующих по размерам и форме: лопатчатых, обратно-яйцевидных, широко-ланцетных, от цельно-крайних до выемчато-зубчатых и даже струговидных-надрезанных. Корень стержневой с многочисленными придаточными корешками, покрыт черной или бурой корой. При надломе коры и очищении наружного слоя пробки ясно заметны эластичные нити каучука (рис. 1).

T. kok-saghyz представляет полиморфный вид, особенно по форме, ширине и надрезанности листьев. Однако формы эти весьма непостоянны. Выделены экотипы *T. kok-saghyz*: ксероморфный, гидроморфный и средний между ними мезоморфный. *T. kok-saghyz* представляет молодой прогрессирующий эндемичный вид [3].

Интересно заключение Т. Мынбаева, согласно которому, многочисленные близкие *T. kok-saghyz* виды из рода одуванчиков (весьма распространенные в мире сорняки, встречающиеся в самых разнообразных условиях) не обладают способностью образовывать каучук в сколько-нибудь значительных количествах. Следовательно, естественные условия районов, где в настоящее время *T. kok-saghyz* в довольно большом количестве произрастает в диком виде, является средой, определившей формирование основных биологических свойств, отличающих *T. kok-saghyz* от его сородичей [9].

Территория, в которую входит ареал *T. kok-saghyz*, равна примерно 5–8 тыс. км². Однако большая часть этой территории характеризуется почвенными разностями и растительностью, исключающей возможность существования *T. kok-saghyz*. По прежним данным треста «Каучуконос», естественными зарослями *T. kok-saghyz* занято около 2000 га. Ареал *T. kok-saghyz* связан межгорными долинами Восточного Тянь-Шаня, расположенными в Кегеньском районе — на Текесской, Сарджасской, Кегеньской, Каркаринской, Челдысуйской и Ашилы долинах (рис. 2). Низшей точкой, на которой располагается кок-сагыз, является высота 1 850 м над уровнем моря, высшей — 2 100 м над уровнем моря [3].

По современным данным Института биологии и биотехнологии растений, Алматы (К.Р. Утеулин), низшей точкой, на которой располагается *T. kok-saghyz*, является высота 1 794 м, высшей — 1975 м над уровнем моря.



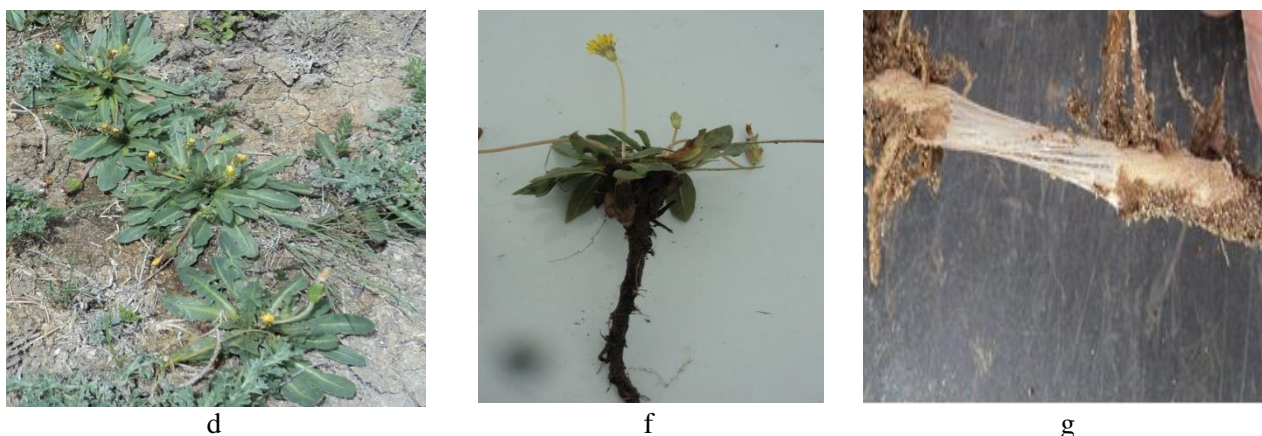
a



b



c



d

f

g

a — высота цветоноса до 5 см; *b* — до 12 см; *c* — ширина розетки до 10 см; *d* — розетка из многочисленных листьев, варьирующих по размерам и форме; *f* — корень стержневой с многочисленными придаточными корешками, покрыт черной корой; *g* — при надломе коры и очищении наружного слоя пробки ясно заметны эластичные нити каучука

Рисунок 1. *T. kok-saghyz* в условиях *in situ*, популяции «Соленое озеро», 2022 г.

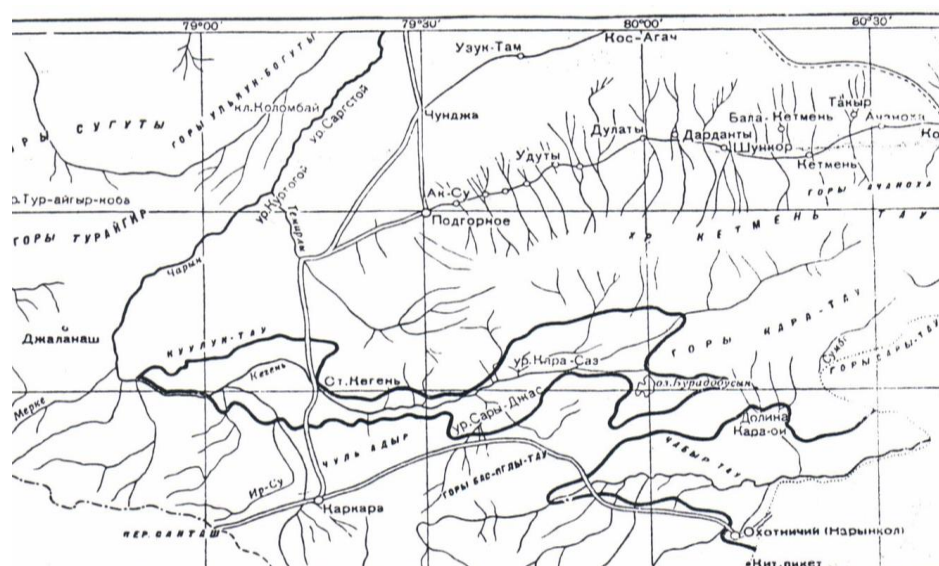


Рисунок 2. Область распространения кок-сагыз (жирная извилистая линия)

Климат зоны естественного произрастания *T. kok-saghyz* характеризуется значительными колебаниями метеорологических факторов и является горным, резко континентальным. Самая теплая погода по месяцам и в целом в Казахстане стоит в июне, июле, августе 19–22°C. При этом наименьшие температуры окружающего воздуха отмечаются в декабре, январе, феврале от –7 до –14°C (world-weather.ru/pogoda/kazakhstan/kegen/2021/).

Наиболее дождливые периоды май, июнь, июль, когда за 20 дней выпадает до 65,44 мм осадков (pogoda.365c.ru/kazakhstan/kegen/po_mesyasam). В августе, сентябре, октябре наблюдается засуха, *T. kok-saghyz* уходит на покой. Первый снег выпадает в середине или конце октября. Снеговой покров мощный и устанавливается в первой половине ноября. Весеннее таяние снега начинается с конца марта месяца.

Основным фактором распределения *T. kok-saghyz* на площади его ареала являются почвы. *T. kok-saghyz* распространен на интразональных гидрогенных, плодородных почвах, в виде более или менее крупных зарослей, входящих в комплекс, слагающий сухостепной пояс, куда относятся все долины, являющиеся ареалом нашего каучуконоса. Все почвы под естественными ценозами *T. kok-saghyz* засолены, при степени засоленности, варьирующей от долей процента до 5–6 %. В большей своей части они относятся к луговым щелочным солончакам и отчасти — солончакам сухой степи суглинистого

механического состава вплоть до пухлых, а также грубоскелетных, расположенных у соленых ключей. Не свойственны *T. kok-saghyz* темные сероземы, различные мокрые болотистые почвы, черноземовидные почвы, залегающие по днищам балочных понижений, грубоскелетные, расположенные у пресных ключей, такыры и пестроцветные глины [7–12].

Современное, в XXI веке, состояние популяций *T. kok-saghyz* представили казахстанские ботаники Н.М. Мухитдинов, А.А. Аметов, А. Ыдырыс, К.Т. Абидулова (КазНУ им. аль-Фараби, Алматы), И.О. Байтулин (Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы) и зарубежные ученые Jan Kirschner и Peter van Dijk с соавторами в рамках проекта Европейского союза (EU-PEARLS, Institute of Botany ASCR Czech Republic).

Согласно проведенному казахстанскими ботаниками Н.М. Мухитдиновым с соавторами, анализу численности и возрастной структуры популяций *T. kok-saghyz* в возрастном спектре популяций Тузколь (Соленое озеро), Текес, Сарыжаз, максимум приходится на виргинильные особи — соответственно 63,2, 74,7 и 83,8 %. Виргинильные особи — это взрослые вегетативные растения с типичными чертами жизненной формы, соответствуют генеративному состоянию, но генеративные органы отсутствуют. Особи ювенильного, старого генеративного и субсенильных состояний встречались практически в единичных экземплярах, поэтому их биометрические параметры не учитывались. Сенильные особи отсутствовали во всех популяциях.

Анализ плотности популяций *T. kok-saghyz* показал, что наибольшая плотность особей *T. kok-saghyz* была отмечена в популяции Сарыжаз (47,1 шт/м²). Плотность популяций Тузколь и Текес была примерно одинаковая и составляла 42,2 и 42,7 шт/м² соответственно [13].

Анализ морфометрических параметров показал, что в имматурном состоянии высота особей *T. kok-saghyz* достигала 0,5 см, диаметр кроны составлял до 1,2–1,7 см, количество листьев составляло 2–3. В виргинильном состоянии высота растений увеличилась незначительно и составляла 1,0–2,0 см, диаметр кроны возрос и достигал 4,0–6,0 см, возросло и количество листьев до 4–12 в целом. Для молодых генеративных особей *T. kok-saghyz* характерно появление 1–2 цветоносов длиной от 2,5 до 12,0 см, высота растений возрастает до 3–5 см, диаметр кроны также увеличивается до 5,8–10,0 см, а количество листьев практически не изменяется и составляет 9–11. В среднегенеративном возрастном состоянии у особей *T. kok-saghyz* количество цветоносов увеличивается до 5–7, высота растений — до 7–8 см, диаметр кроны и количество листьев изменяются незначительно. Длина цветоносов остается примерно такой же, как и в молодом генеративном состоянии.

Таким образом, в природных популяциях при переходе от имматурного к виргинильному состоянию высота особей *T. kok-saghyz* увеличивается незначительно, но при этом существенно вырастает количество листьев и их размеры, в связи с чем увеличивается и диаметр кроны. В генеративный период значительно увеличиваются высота растений, диаметр их кроны, появляются цветоносы, количество которых возрастает к среднегенеративному состоянию. При этом высота цветоносов и количество листьев практически не меняются. Из-за единичного нахождения ювенильных, старых генеративных, субсенильных особей их параметры не учитывались [14].

Зарубежные ученые Jan Kirschner и Peter van Dijk с соавторами в рамках проекта Европейского союза (EU-PEARLS) в 2010 г. исследовали казахстанские популяции *T. kok-saghyz* [15]. В таблице ниже представлена численность двадцати восьми казахстанских популяций *T. kok-saghyz*.

Обращают на себя внимание деградирующие малочисленные популяции *T. kok-saghyz*: № 28 (< 100), № 19 (100), № 14 (<10), № 11 (100). Необходимо принять меры по восстановлению, расширению деградирующих популяций *T. kok-saghyz*. Следует провести сбор семян *T. kok-saghyz*, получить рассаду и провести посадку рассады в деградирующие популяции. Эти мероприятия будут служить предметом следующих проектов, работ Института биологии и биотехнологии растений, Алматы.

Необходимо отметить, что значительный урон популяциям *T. kok-saghyz* нанесен в прошлом веке. В СССР *T. kok-saghyz* возделывался в широком масштабе. С тридцатых по пятидесятые годы прошлого века заготовки семян и корня *T. kok-saghyz* осуществлялись на территории его естественного ареала в Казахстане. Первый сбор семян в естественных зарослях организован в 1932 г., было собрано 1 837 кг семян. Второй сбор в 1933 г., дал 2410 кг. Этими сеянками, собранными в зарослях, был начат посев *T. kok-saghyz* на плантациях с осени 1932 г. на площади 790 га [16].

Местность произрастания и количество особей в популяциях *T. kok-saghyz*

№	Название местности	Высота над уровнем моря, м	Численность, шт
	А. Текес бассейн		
1	Ойкаин, 4–5 км к юго-востоку от села Текес	1760	5,000
2	Село Текес, 1 км на север	1780	3,000
3	Село Кайнар, 1 км на юг	1830	1,000
	В. Бассейн озера Соленое озеро		
4	Соленое озеро, северо-западный берег	1970	>> 10,000
	С. Сарьжаз бассейн между горами Лабасы и Комирши		
5	Село Сарьжаз, на окраине села на запад	1920	500
6	Сарьжаз, 2 км на север	1895	2,000
7	Сарьжаз, 3 км на север	1880	3,000
8	Между рекой Карабулак и селом Сарьжаз	1875	>> 10,000
9	Между селом Сарьжаз и рекой Кегень	1877	5,000
10	Село Комирши, 5 км на юго-запад	1890	3,000
11	Комирши, недалеко от моста через реку Кегень	1862	100
12	Сарьжаз, 4 км на северо-восток	1905	10,000
13	Сарьжаз, 4–5 км северо-восток	1880	100,000
14	Село Карасаз, 1 км на запад	1900	<10
15	Карасаз, 0,5 км на северо-запад	1925	> 5,000
16	Между Карасаж и Сарьжаз 7 км на северо-восток от Сарьжаз	1885	1,000
17	Между Соленое озеро и Сарьжаз	1955	100
18	От Карасаж 4 км на юг	1944	500
19	Рядом с мостом через реку Большая Карасу	1935	100
	Д. Бассейн Кегень		
20	В селе Кегень	1845	<10
21	Кегень, 1 км на юго-восток	1835	> 2,000
22	Кегень, 1 км в сторону села Болексаз	1830	>> 10,000
23	Кегень, 2 км на юго-восток	1828	5,000
24	Кегень, рядом с рекой, на северо-восток от села	1815	50,000
25	Кегень, 2 км на север в сторону реки Кегень	1820	1,000
26	Кегень, 4-5 км на Север	1807	10,000
27	Между Новый Темурлик и Жалаулы	1805 m	> 10,000
28	Кегень, север села	1815 m	< 100

В местности Сарьжасской долины были организованы пункты приема семян *T. kok-saghyz*, местное население ежегодно собирало до тонны семян дикорастущего *T. kok-saghyz* для передачи и организации плантаций каучуконоса [3].

В последующие годы высокая чувствительность *T. kok-saghyz* к антропогенному воздействию, низкие темпы и длительный период самовоспроизводства затруднили естественное возобновление популяций *T. kok-saghyz* и в 1981 г. *T. kok-saghyz* был включен в Красную книгу Казахской ССР под редакцией Б.А.Быкова [4]. Красная книга Казахстана была переиздана в 2014 г. под редакцией И.О. Байтулина [5]. Заключение авторов Красной книги Казахстана является необходимостью проведения мероприятий для сохранения редкого вида *T. kok-saghyz* [4, 5].

Важно отметить, что со времени многолетних интенсивных и бессистемных заготовок семян и корней *T. kok-saghyz* в прошлом веке — мероприятия по восстановлению и сохранению популяций *T. kok-saghyz* не проводились. В XXI веке сохраняется необходимость восстановления и сохранения природных популяций *T. kok-saghyz* в Казахстане [17].

Установлены следующие факторы, затрудняющие естественное возобновление природных популяций *T. kok-saghyz*.

Низкая семенная продукция *T. kok-saghyz* в условиях естественного ареала. Дикорастущий *T. kok-saghyz* в условиях естественного ареала в незначительном количестве цветет на первом году жизни.

В период массового цветения *T. kok-saghyz* (июнь–июль) при понижении температуры до $-4,5^{\circ}\text{C}$ на поверхности почвы гибнет до 35 % цветоносов с корзинками.

Дождь, снег, град во время оплодотворения отрицательно влияют на качественные особенности семян *T. kok-saghyz*, плодики не образуются.

Отсутствие у *T. kok-saghyz* анемофилии (приспособленности растений к опылению путем переноса цветочной пыльцы ветром). Семяобразование происходит в результате нормального оплодотворения при помощи перекрестного опыления. Установлен также небольшой процент самоопыления.

Пыльца *T. kok-saghyz* сохраняет свою жизнеспособность лишь в течение пяти дней. Примерно такой же срок жизнеспособности установлен для рылец *T. kok-saghyz*. Для скрещиваний ограниченность этого срока является отрицательным моментом, особенно по отношению к видам, географически изолированным между собой или цветущим в разные месяцы года.

Полевая всхожесть семян *T. kok-saghyz* значительно варьирует от условий произрастания и часто не превышает 18–27 % [3].

In situ популяции, естественные заросли *T. kok-saghyz*, засоряют малокаучуковые одуванчики: *T. brevicorniculatum*, с содержанием каучука % и *T. officinale*, с содержанием каучука 0,2 %. И в настоящее время, семена, собранные в *in situ* популяциях *T. kok-saghyz*, загрязнены другими видами одуванчика [18].

В *in situ* популяциях растения одуванчика *T. kok-saghyz*, *T. brevicorniculatum*, *T. officinale* мелкие и их трудно или невозможно различить по морфологическим признакам (рис. 3). По морфологическим признакам эти три вида можно различить в условиях интродукции, обеспечивающих значительное увеличение массы сеянцев (рис. 4).

Решением проблемы засора естественных зарослей *T. kok-saghyz*, другими видами одуванчика, а также проблемы охраны редкого вида является организация *in situ* полевого генбанка *T. kok-saghyz*, вычищенного от засорных видов одуванчика.



Рисунок 3. Виды одуванчика (слева направо): *T. kok-saghyz*, *T. brevicorniculatum*, *T. officinale* в *in situ* популяции *T. kok-saghyz*

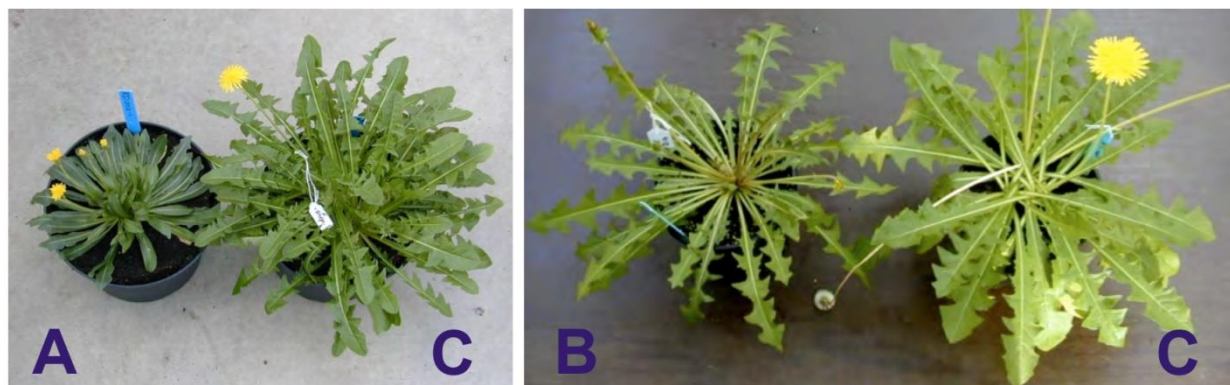


Рисунок 4. Виды одуванчика в условиях интродукции: *A* — *T. kok-saghyz* (6 %, каучука); *B* — *T. brevicorniculatum* (2 %, каучука); *C* — *T. officinale* (0,2 %, каучука). Содержание каучука в корнях одуванчика определено методом гексановой экстракции

Институт биологии и биотехнологии растений (Алматы) в 2022 г. организовал полевой генбанк вида *T. kok-saghyz* в условиях *in situ*, специально как источника оригинальных, элитных семян для *ex situ* генбанков, исследовательских и селекционных программ и других потребителей (рис. 5).

Отметим преимущества *in situ* полевого генбанка. *In situ* полевой генбанк *T. kok-saghyz* способен к самоподдержанию, самообновлению. Поэтому затраты на поддержание *in situ* полевого генбанка очень низкие или исключены, тогда как затраты на поддержание *ex situ* генбанков значительные, в условиях *ex situ* без ухода со стороны человека *кок-сагыз* вырождается, исчезает.

В отличие от *in situ* ценопопуляций *T. kok-saghyz*, *in situ* полевой генбанк *T. kok-saghyz* вычищен от других видов рода *Taraxacum*, представлен образцами растений с наивысшим содержанием каучука в корнях.



Рисунок 5. Организация *in situ* полевого генбанка *T. kok-saghyz*

In situ полевой генбанк *T. kok-saghyz* — это внедряемая технологическая инновация, обеспечивающая сохранение и использование казахстанских генетических ресурсов *T. kok-saghyz*, способ охраны редкого вида, включенного в Красную книгу. Для получения семян *T. kok-saghyz* не нужно получать специальные разрешения для доступа в *in situ* ценопопуляции *T. kok-saghyz*. Поскольку создан *in situ* полевой генбанк *T. kok-saghyz*, специально, как источник элитных семян для пополнения казахстанских и зарубежных *ex situ* генбанков, исследовательских, селекционных программ и других потребителей.

Таким образом, достигаются цели Конвенции о биологическом разнообразии: сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов [2].

Заключение

T. kok-saghyz представляет молодой прогрессирующий эндемичный вид. Естественные условия районов, где в настоящее время *T. kok-saghyz* произрастает в диком виде, является средой, определившей формирование основных биологических свойств, отличающих *T. kok-saghyz* от его сородичей.

Основным фактором распределения *T. kok-saghyz* на площади его ареала являются почвы. Устойчивость и способность к самоподдержанию *in situ* популяций *T. kok-saghyz* обеспечены его возрастным составом от покоящихся в почве семян, ювенильных особей до генеративных (плодоносящих) особей, максимум приходится на виргинильные особи. Особи ювенильного, старого генеративного и субсенильных состояний встречаются практически в единичных экземплярах. Сенильные особи отсутствовали во всех популяциях.

Характерной ценотической особенностью одуванчика *T. kok-saghyz* является преимущественно плотно-групповое размещение в ценозах. Это связано с низкорослостью растений, коротким цветением, что обуславливает близкое к маточному растению распространение плодов. Плотность особей *T. kok-saghyz* отмечена в популяциях Сарыжаз (47,1 шт/м²), Тузколь (42,2 шт/м²) и Текес (42,7 шт/м²).

Отмечено 28 казахстанских популяций *T. kok-saghyz*, в том числе деградирующие популяции *T. kok-saghyz* с крайне низкой численностью особей. То есть, в XXI веке сохраняется необходимость расширения, восстановления и сохранения казахстанских популяций *T. kok-saghyz*.

Ряд факторов затрудняют естественное возобновление природных популяций *T. kok-saghyz*: отсутствие анемофилии, короткий период жизнеспособности пыльцы, низкая семенная продукция, низкая полевая всхожесть семян в условиях естественного ареала.

In situ популяции, естественные заросли *T. kok-saghyz* засоряют малокаучуковые виды одуванчика: *T. brevicorniculatum*, с содержанием каучука 2 % *T. officinale*, с содержанием каучука 0,2 %, все три вида внешне схожи друг с другом. И в настоящее время семена, собранные в *in situ* популяциях *T. kok-saghyz*, загрязнены другими видами одуванчика.

Решением проблемы засора естественных зарослей *T. kok-saghyz*, другими видами одуванчика, а также проблемы охраны редкого вида является организация *in situ* полевого генбанка *T. kok-saghyz*, вычищенных от засорных видов одуванчика.

In situ полевой генбанк *T. kok-saghyz* — это внедряемая технологическая инновация, обеспечивающая сохранение и использование казахстанских генетических ресурсов *T. kok-saghyz*, способ охраны редкого вида, включенного в Красную книгу Казахстана. Для получения семян *T. kok-saghyz* не нужно будет получать специальные разрешения для доступа в *in situ* ценопопуляции *T. kok-saghyz*. Поскольку *in situ* полевой генбанк *T. kok-saghyz* организован специально, как источник элитных семян для пополнения казахстанских и зарубежных *ex situ* генбанков, исследовательских, селекционных программ и других потребителей.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и образования Республики Казахстан (грант № АР 14870355).

Список литературы

- 1 Salehi M. Natural rubber-producing sources, systems, and perspectives for breeding and biotechnology studies of *Taraxacum kok-saghyz* / M. Salehi, K. Cornish, M. Bahmanka, M.R. Naghavi // *Industrial Crops & Products*. — 2021. — Vol. 170. — P. 113667. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113667>
- 2 Постановление Кабинета министров Республики Казахстан от 19 августа 1994 г. № 918 «Об одобрении Республикой Казахстан Конвенции о биологическом разнообразии и организации выполнения предусмотренных ею обязательств». — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P940000918_
- 3 Липшиц С.Ю. Кок-сагыз / С.Ю. Липшиц // *Каучук и каучуконосы*. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. — С. 149–172.
- 4 Красная книга Казахской ССР. — Ч. 2. Растения. — Алма-Ата, 1981. — С. 67, 68.
- 5 Красная книга Казахстана. — Т. 2. — Ч. 1. Растения. — Астана: ТОО «АртPrintXXI», 2014. — 452 с.
- 6 Бугай С.М. Кок-сагыз / С.М. Бугай. — М.: Сельхоз. литература, 1951. — С. 3.
- 7 Родин Л.Е. Кетменский хребет. Экспедиции АН СССР / Л.Е. Родин. — Л., 1932. — С. 50–58.
- 8 Родин Л.Е. Новый вид одуванчика / Л.Е. Родин // *Тр. Бот. ин-та АН СССР*. — Вып. 1. — Л., 1933. — С. 187–189.

- 9 Мынбаев К. Кок-сағыз. Биологические особенности развития и новые методы селекции / К. Мынбаев. — Алма-Ата: Казах. объедин. гос. изд-во, 1946. — 148 с.
- 10 Черенкова А.Д. Коксағыз и условия его обитания на естественных зарослях / А.Д. Черенков, Р.А. Хролов, Н.А. Брауде. — М., 1934. — 120 с.
- 11 Барановский П.М. Закономерные изменения дикого кок-сағыза при его окультуривании в условиях Казахстана: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / П.М. Барановский. — Л., 1956. — 36 с.
- 12 Тюкавкин П.М. Основные вопросы физиологии каучуконосных растений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / П.М. Тюкавкин. — Л., 1965. — 32 с.
- 13 Мухитдинов Н.М. Численность и возрастная структура природных ценопопуляций *Taraxacum kok-saghyz* L. / Н.М. Мухитдинов, А.А. Аметов, А. Ыдырыс, К.Т. Абидкулова // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. эколог. — 2015. — №1/2 (43). — С. 503–512.
- 14 Абидкулова К. Морфометрические параметры особей некоторых возрастных состояний редкого и эндемичного вида *Taraxacum kok-saghyz* Rodin из Казахстана / К. Абидкулова, Н. Мухитдинов, А. Аметов, А. Ыдырыс // Modern Phytomorphology. — 2015. — № 8. — С. 81–86.
- 15 van Dijk P. *Taraxacum koksaghyz* Rodin defi nitely is not an example of overcollecting in the past. A reply to S. Volis et al. (2009) / P. van Dijk, J. Kirschner, J. Stepanek, I.O. Baitulin, T. Cerny // Journal of Applied Botany and Food Quality. — 2010. — Vol. 83. — P. 217-219.
- 16 Филиппов Д.Е. Культура кок-сағыза / Д.Е. Филиппов // Каучук и каучуконосы. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. — С. 173–219.
- 17 Uteulin K. On Necessity of Recovering of Degraded Kok-Saghyz Populations / K. Uteulin, I. Baitulin // Reports of National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan. — 2017. — No. 312 (2). — P. 56-61.
- 18 Kirscher J. Available ex situ germplasm of the potential rubber crop *Taraxacum kok-saghyz* belongs to a poor rubber producer, *T. brevicorniculatum* (Compositae — Crepidinae) / J. Kirscher, J. Stepanek, T. Cerny, P. de Heer, P.J. van Dijk // Genet. Resour. Crop Evol. — 2013. — Vol. 60 (2). — P. 455–471. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9848-0>

Қ.Р. Өтеулин

Көк сағыздың қазақстандық популяциясы (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin)

Көк сағыз (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin) Тянь-Шань тау аралық аңғарларының эндемигі. *T. kok-saghyz* жоғары сапалы каучук көзі ретінде саналады, себебі дәстүрлі каучук көзі, тропикалық гевея ағашы (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) тамыр алмайды, сондықтан қоныржай аймақта өсіру үшін перспективалы ауыл шаруашылығы дақылы ретінде кеңінен танылған. *T. kok-saghyz* қазақстандық популяциясы 1932-жылдан бастап, 90 жыл бойы отандық және шетелдік ғылыми орталықтар, бағдарламалар мен өнеркәсіптік пайдалану үшін тұқым көзі болып саналады. *T. kok-saghyz* Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген, осы сирек кездесетін эндемикалық түрді қорғау шаралары қажет. *Шолу мақсаты.* *T. kok-saghyz* қазақстандық популяцияларының жай-күйі туралы, оларды сақтау және пайдалану жөніндегі ұсыныстар туралы ақпарат беру. Алғаш рет өткен ғасырдағы (Л.Е. Родин, 1932; А.Д. Черенкова, 1934; С.Ю. Липшиц, 1953; К. Мынбаев, 1946; Д.Е. Филиппов, 1953) және ХХІ ғасырдағы (Н.М. Мухитдинов қосалқы авторлармен, 2015; Jan Kirschner және Peter van Dijk, 2013; К.Р. Утеулин, И.О. Байтулин 2017) *T. kok-saghyz*-дың қазақстандық популяцияларын зерттеу деректері жинақталды. Ұсынылған материалдар *T. kok-saghyz* in situ далалық генбанкін ұйымдастырудың мақсаттылығын дәлелдейді. *T. kok-saghyz*-дың in situ далалық генбанкісі — *T. kok-saghyz*-дың қазақстандық генетикалық қорын сақтау мен пайдалануды қамтамасыз ететін, Қызыл кітапқа енгізілген сирек кездесетін түрді қорғаудың әдісі, яғни бұл енгізіліп жатқан технологиялық инновация. *T. kok-saghyz* тұқымдары in situ ценопопуляцияларына қол жеткізу үшін арнайы рұқсаттарды қажет етпейді. Қазақстандық және шетелдік ex situ генбанктерін толықтыру, ғылыми-зерттеу, селекциялық бағдарламалар және басқа да тұтынушылар үшін элиталық тұқым көзі ретінде *T. kok-saghyz*-дың in situ далалық гендік қоры құрылған. *Негізгі нәтижелер, қорытындылар.* *T. kok-saghyz*-дың қазақстандық популяциялары туралы әдебиеттерге шолу және өз деректері in situ жағдайында берілген: ареал, климат, топырақ, көптігі, популяциялардың жас құрылымы, тығыздығы, морфометриялық параметрлері.

Кілт сөздер: *T. kok-saghyz*, ауқымы, популяциясы, климаты, топырағы, көптігі, тығыздығы, in situ бас банк.

Kazakhstan populations of dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin)

Dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin) is endemic to the intermountain valleys of the Tien Shan. As a source of high-quality rubber, *T. kok-saghyz* is generally recognized as a promising crop for cultivation in a temperate climate zone, where the traditional source of rubber is the tropical Hevea tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) it doesn't take root. Kazakh populations of *T. kok-saghyz* have been a source of seeds for domestic and foreign scientific centers, programs and industrial use since 1932, for 90 years. *T. kok-saghyz* is included in the Red Book of Kazakhstan; measures are needed to protect this rare, endemic species. The purpose of the review. To provide information on the status of Kazakhstan populations of *T. kok-saghyz*, on proposals for their conservation and use. The main part. For the first time, the data of studies of Kazakhstani populations of *T. kok-saghyz* of the last century (L.E. Rodin, 1932; A.D. Cherenkova, 1934; S.Y. Lipshits, 1953; K. Mynbaev, 1946; D.E. Filippov, 1953) and the 21st century (N.M. Mukhitdinov and co-authors, 2015; Jan Kirschner and Peter van Dijk, 2013; K.R. Uteulin, I.O. Baitulin 2017). The presented materials substantiate the expediency of organizing the *T. kok-saghyz* field genbank in situ. In situ, the *T. kok-saghyz* field genbank is an implemented technological innovation that ensures the conservation and use of Kazakhstan's *T. kok-saghyz* genetic resources, a way to protect this rare species included in the Red Book. To obtain *T. kok-saghyz* seeds, it is not necessary to obtain special permits for access to its in situ cenopopulations. Since the *T. kok-saghyz* field genbank was created in situ, specifically as a source of elite seeds to replenish Kazakhstani and foreign ex situ genbanks, research, breeding programs and other consumers. Main results, conclusions. The review of the literature and own data on the Kazakh populations of *T. kok-saghyz* in situ conditions is presented: range, climate, soils, number, age structure of populations, density, morphometric indicators.

Keywords: *T. kok-saghyz*, area, populations, climate, soils, abundance, density, in situ genbank.

References

- 1 Salehi, M., Cornish, K., Bahmanka, M. & Naghavi, M.R. (2021). Natural rubber-producing sources, systems, and perspectives for breeding and biotechnology studies of *Taraxacum kok-saghyz*. *Industrial Crops & Products*, 170, 113667. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113667>
- 2 (1994). Postanovlenie Kabineta ministrov Respubliki Kazakhstan ot 19 avgusta 1994 goda N 918 «Ob odobrenii Respublikoi Kazakhstan Konventsii o biologicheskom raznoobrazii i organizatsii vypolneniia predusmotrennykh eiu obiazatelstv» [Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Kazakhstan of August 19, 1994 No. 918 "On the approval by the Republic of Kazakhstan of the Convention on Biological Diversity and the organization of the fulfillment of its obligations"]. Retrieved from https://adilet.zan.kz/rus/docs/P940000918_ [in Russian].
- 3 Lipshits, S.Y. (1953). Kok-sagyz [*Taraxacum kok-saghyz*]. *Kauchuk i kachukonosy — Rubber and rubber plants*. Moscow: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, 149–172 [in Russian].
- 4 (1981). Krasnaia kniga Kazakhskoi SSR. Chast 2. Rasteniia [Red book of Kazakh SSR. Part 2. Plants]. Alma-Ata, 67, 68 [in Russian].
- 5 (2014). Krasnaia kniga Kazakhstana. T.2. Chast 1. Rasteniia [Red book of Kazakhstan. Vol. 2. Part 1. Plants]. Astana: TOO «АртPrint XXI» Ltd [in Russian].
- 6 Bugai, S.M. (1951). Kok-sagyz [*Taraxacum kok-saghyz*]. Moscow: Selkhozizdatvennaia literatura, 3 [in Russian].
- 7 Rodin, L.E. (1932). Ketmenskii khrebet. Ekspeditsii Akademii nauk SSSR [Ketmen ringe. Expeditions of AS USSR]. Leningrad, 50–58 [in Russian].
- 8 Rodin, L.E. (1933). Novyi vid oduvanchika [A new species of dandelion]. *Trudy Botanicheskogo instituta Akademii nauk SSSR — Proceedings of Botanical Institute of AS of USSR*, 1, 187–189 [in Russian].
- 9 Mynbaev, K. (1946). Kok-sagyz. Biologicheskie osobennosti razvitiia i novye metody selektsii [Kok-sagyz. Biological features of development and new selection methods]. Alma-Ata: Kazakhskoe obedinennoe gosudarstvennoe izdatelstvo [in Russian].
- 10 Cherenkova, A.D., Khrolov, R.A. & Braude, N.A. (1934). Kok-sagyz i usloviia ego obitaniia na estestvennykh zarosliakh [Koksagyz and its living conditions in natural thickets]. Moscow [in Russian].
- 11 Baranovskii, P.M. (1956). Zakonomernye izmeneniia dikogo kok-sagzya pri ego okultivirivani v usloviakh Kazakhstana [Natural changes in wild kok-sagyz during its cultivation in the conditions of Kazakhstan]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Leningrad [in Russian].
- 12 Tiukavkin, P.M. (1965). Osnovnye voprosy fiziologii kauchukonosnykh rastenii [The main issues of the physiology of rubber-bearing plants]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Leningrad [in Russian].
- 13 Mukhitdinov, N.M., Ametov, A.A., Ydyrys, A. & Abidkulova, K.T. (2015). Chislennost i vozrastnaia struktura prirodnykh tsenopopuliatsii *Taraxacum kok-saghyz* [Number and age structure of natural cenopopulations *Taraxacum kok-saghyz*]. *Vestnik Kazakhskogo nacionalnogo universiteta. Seriya ekologicheskaiia — Bulletin of Kazakh National University, series ecology*, 1/2 (43), 503–512 [in Russian].

- 14 Abidkulova, K., Mukhitdinov, N., Ametov, A. & Ydyrys, A. (2015). Morfometricheskie parametry osobei nekotorykh vozrastnykh sostoianii redkogo i endemicznogo vida *Taraxacum kok-saghyz* Rodin iz Kazakhstana [Morphometric parameters of individuals of some age-related conditions of the rare and endemic species *Taraxacum kok-saghyz* Rodin from Kazakhstan]. *Modern Phytomorphology*, 8, 81–86 [in Russian].
- 15 van Dijk, P., Kirschner, J., Stepanek, J., Baitulin, I.O. & Cerny, T. (2010). *Taraxacum koksaghyz* Rodin defini nitely is not an example of overcollecting in the past. A reply to S. Volis et al. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 83, 217-219.
- 16 Filippov, D.E. (1953). Kultura kok-sagyza [Culture of kok-sagyz]. *Kauchuk i kachukonosy — Rubber and rubber plants*. Moscow: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, 173–219 [in Russian].
- 17 Uteulin, K. & Baitulin, I. (2017). On Necessity of Recovering of Degraded Kok-Saghyz Populations. *Reports of National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan*, 312(2), 56-61.
- 18 Kirscher, J., Stepanek, J., Cerny, T., de Heer, P. & van Dijk, P.J. (2013). Available ex situ germplasm of the potential rubber crop *Taraxacum kok-saghyz* belongs to a poor rubber producer, *T. brevicorniculatum* (Compositae – Crepidinae). *Genet. Resour. Crop Evol.*, 60(2), 455–471. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9848-0>

М.И. Тлеубаева^{1*}, А.Н. Омарбаева²

¹С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан;

²Ботаника және фито жерсіндіру институты филиалының Астана ботаникалық бағы, Астана, Қазақстан

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

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы

Гистохимиялық талдау биологиялық белсенді заттардың өсімдік жасушалары мен мүшелерінде шоғырлануы мен орналасуын анықтауға мүмкіндік береді. Бақша қараот халық медицинасында қолданылатын, дүниежүзінде кең таралған біржылдық өсімдік. Мақалада бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігінің жапырағының, сабағының және бүтін гүлінің көлденең кесіндісінің гистохимиялық талдау нәтижелері берілген. Алғаш рет бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігіне гистохимиялық реакцияларды жарық микроскопымен біріктіре отырып зерттеу жүргізілді. Жапырақтың, сабақтың және бүтін гүлінің көлденең кесіндісінің гистохимиялық реакцияларының нәтижелері фенолдық қосылыстардың, флавоноидтардың, алкалоидтар іздерінің, сесквитерпендік лактондардың, инулиннің, полисахаридтердің бар екендігін және шоғырлану орнын анықтау жүргізілді. Гистохимиялық зерттеулердің нәтижелері бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігінің жерүсті бөлігінің түпнұсқалығын, сәйкестендіруін және стандарттауды растау үшін қолданылды.

Кілт сөздер: бақша қараот, *Portulaca oleracea* L., гистохимиялық талдау, екіншілік метаболиттер, биологиялық белсенді заттар, дәрілік өсімдік шикізаты.

Kipicne

Дәрілік өсімдік — бұл құрамында емдік мақсатта қолданылатын биологиялық белсенді заттары бар өсімдік [1, 2]. Дәрілік өсімдіктердің құрамында әсер ету механизмі, фармакологиялық белсенділігі әртүрлі екіншілік метаболиттер алкалоидтар, фенолдық, иілік заттар, каротиноидтар, флавоноидтар, полисахаридтер, өсімдік стериндері, терпеноидтар т.б. кездеседі. Бұл биологиялық белсенді заттар фармацевтикалық өндірісте үлкен сұранысқа ие [2, 3].

Дәрілік өсімдік шикізатының жаңа көздерін іздеуде дәрілік өсімдіктердің ресми тізіміне кірмейтін жергілікті флораның жабайы түрлерінің химиялық құрамы мен фармакогностикалық қасиеттері бойынша зерттеулер жүргізу өзекті болып отыр [4]. Сонымен, зерттеу нысаны көптеген елдердің халық медицинасында кеңінен қолданылатын бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігі (1-сурет). Жүргізілген фитохимиялық зерттеулер нәтижесі терпеноидтардың, алкалоидтардың, флавоноидтардың, органикалық қышқылдардың, қаныққан және қанықпаған май қышқылдарының, минералдардың және дәрумендердің табиғи көзі болып табылатынын растайды [5-9].

1-сурет. *Portulaca oleracea*

Өсімдіктердің құрамындағы биологиялық белсенді және қосымша заттардың шынайылығын анықтауда химиялық және физика-химиялық зерттеу әдістері кеңінен қолданылады. Гистохимиялық талдау биологиялық белсенді заттардың өсімдік жасушалары мен мүшелерінде шоғырлануы мен орналасуын анықтауға мүмкіндік береді [10-11]. Анықталған заттар мен олардың құрылымдық шоғырлануы арасындағы байланысты орнату гистохимияның негізгі мақсаты. XIX ғасырдың ортасында гистохимияның ғылыми бағыт ретінде қалыптасуына, оның негізін салушы француз фармацевті, ботанигі және микроскопшы Франсуа Винсент Распайль еңбектерінің үлесі зор. XIX ғасырдың 20-30-шы жылдары ол ботаникалық гистохимия бойынша алғашқы еңбектерін жариялады [12].

Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмысының зерзаты — Бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігінің жерүсті бөлігі, 2018–2019 жылдың маусым-тамыз айларында Іле Алатауы жотасы аймағы, Алматы облысы Талғар ауданының Тұздыбастау ауылы маңынан және Талас өзенінің алқаптары, Жамбыл облысы Тараз қаласы маңынан жиналды. Зерттеу жүргізу үшін шикізат өсімдіктің гүлдеу кезеңінде жерүсті бөлігінен (сабақтары, жапырақтары және гүлдері) дайындалды.

Гистохимиялық талдау жүргізу барысында келесі реактивтер қолданылды [13–14]:

- метилен көгі (эфир майлары);
- 10% тимол ерітіндісі және концентрлі H_2SO_4 (полисахаридтер);
- Люголь реактиві (крахмал); 70% C_2H_5OH (инулин);
- концентрлі H_2SO_4 (сесквитерпендік лактондар);
- 10% $K_2Cr_2O_7$ спирттік ерітіндісі (фенолдық қосылыстар);
- ванилин, концентрлі HCl ерітіндісі (флавоноидтар);
- Драгендорфф реактиві (алкалоидтар).

Белгілі тіндердің түсінің өзгеруі бақша қараот тіндерінде метаболиттердің арнайы топтарының шоғырлану белгісі болып саналады.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу нәтижесінде анықталатын метаболит пен реактивтердің өзара әрекеттесуі, жасушалардың әртүрлі типіне тән түске боялуымен сипатталады. Препараттағы түстің таралуы (флуоресценция) биологиялық белсенді заттардың орналасуын, ал қарқындылығы тіндер мен жасушалардағы сандық мөлшерін бағалауға мүмкіндік береді [12].

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінен флавоноидтарды сәйкестендіру. Зерттеу материалының микропрепаратын ванилин, концентрлі HCl ерітіндісімен өңдегеннен кейін жапырақ мезофилінің; сабақтың бұрышты колленхимасының, эпидермисінің, хлоренхимасының және түтікшелі өткізгіш шоғырлардың; сағақтың хлоренхимасының және өткізгіш шоғырлардың айқын боялғаны байқалды; гүлдің боялғаны байқалмады.

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінен фенолдық қышқылдарды сәйкестендіру. Фенолдық қышқылдарды идентификациялау үшін 10% $K_2Cr_2O_7$ спирттік ерітіндісін зерттеу материалымен араластырып, 7 тәулікке қалдырады. Бақша қараот өсімдігінің зерттелетін мүшелерінің қанық сары қо-

ңыр түске боялуы, жасушаларында фенолдық қосылыстардың бар екендігін көрсетеді. Бірақ, микропрепараттар біртегіс боялмады, бұл жасушаларда фенолдық қосылыстардың әртүрлі дәрежеде шоғырлануын көрсетеді. Осылайша, фенолдық қосылыстардың көп мөлшерде жиналған жерлері жапырақ склеренхимасы мен хлоренхимасы, сабақтың қабықты және өткізгіш аймақтары.

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінен алкалоидтарды сәйкестендіру. Драгендорфф реактивімен оң реакция беруі (ашық сұрғылт түске боялуы) бақша қараот жапырақ мезофилінде алкалоидтардың бар екенін растайды.

Portulaca oleracea L. өсімдік шикізатындағы полисахаридтерді сәйкестендіру. Бақша қараот өсімдігінің 10% тимол ерітіндісі және концентрлі H_2SO_4 -мен оң реакция берді, сабақтың қабықты аймақ паренхимасы мен жапырақ мезофилі әлсіз боялды, бірақ гүлдің беттік препаратында полисахаридтердің бар екендігі түсті реакциялармен сәйкестендірілмеді.

Portulaca oleracea L. өсімдік шикізатындағы сесквитерпендік лактондарды сәйкестендіру. Бақша қараот өсімдігінің микропрепаратын концентрлі H_2SO_4 өңдеу нәтижесі сабақтың көлденең кесіндісінде айқын боялудың болмағанын көрсетті, бірақ жапырағы мен гүлінде әлсіз боялу анықталды. Сесквитерпендік лактондар негізінен жиналу орны жапырақтың өткізгіш аймақтарында және бағаналы мезофилде, гүлі үшін эпидермистің жекелеген жасушаларында екенін растайды.

Portulaca oleracea L. өсімдік шикізатындағы инулинді сәйкестендіру. Бақша қараот өсімдігінің микропрепаратын 70% C_2H_5OH ерітіндісімен өңдеу нәтижесі жапырақтың және сабақтың көлденең кесіндісінің айқын боялуын көрсетті, бірақ гүлдің беттік препаратында боялу байқалмады. Инулин жапырақ мезофилінде, сабақтың өзекті және қабықты паренхимасында жиналады.

Эфир майлары және крахмал түсті реакциялармен анықталмады, бұл жоқ екендігін немесе сандық мөлшерлерінің өте аз екендігін білдіреді.

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігіндегі екіншілік метаболиттердің арнайы топтарын анықтау үшін жүргізілген гистохимиялық талдау нәтижесі 1-кестеде көрсетілген.

1 - кесте

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы

Анықталатын компонент	Реактив	Түске боялуы	Жерүсті бөліктері		
			Сабағы	Жапырақ	Гүлі
Эфир майлары	Метилен көгі	Көк	-	-	-
Сесквитерпендік лактондар	Концентрлі H_2SO_4	Сары	-	+	+
Флавоноидтар	Ванилин, концентрлі HCl	Сары, қызыл	+	+	-
Фенолдық қосылыстар	10% $K_2Cr_2O_7$ спирттік ерітіндісі	Қоңыр, сары	+	+	+
Полисахаридтер	10% тимол ерітіндісі және концентрлі H_2SO_4	Қызғылт-сары	+	+	-
Крахмал	Люголь реактиві	Көк	-	-	-
Инулин	C_2H_5OH 70% ерітіндісі	Шар тәрізді сферокристалдар	+	+	-
Алкалоидтар	Драгендорфф реактиві	Қара	-	+	-

Ескерту: (-) – теріс реакция; (+) – оң реакция

Дәрілік өсімдіктердің химиялық құрамы түр айырмашылықтары және генетикалық факторлардан басқа, топырақтың құрамына, жауын-шашынның түсуіне, жарық қарқындылығына, ылғалдылыққа, өсімдікті жинау, кептіру, сақтау жағдайларына тәуелді [11, 14].

Қорытынды

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы жарық микроскопымен біріктіре отырып алғаш рет жүргізілді: фенолдық қышқылдар — жапырақ склеренхимасы мен хлоренхимасында, сабақтың қабықты және өткізгіш аймақтарында; флавоноидтар — жапырақ мезофилінде; сабақтың бұрышты колленхимасында, эпидермисте, хлоренхимасында және түтікшелі өткізгіш шоғырларында; алкалоидтар — жапырақ мезофилінде; сесквитерпендік лактондарды — жапырақтың өткізгіш аймақтарында және бағаналы мезофилде, гүлі үшін эпидермистің жекелеген жасушаларын-

да; инулин — жапырақ мезофилінде, сабақтың өзекті және қабықты паренхимасында; полисахаридтер — сабақтың қабықты аймақ паренхимасы мен жапырақ мезофилінде.

Жапырақтың, сабақтың және гүлінің көлденең кесіндісінің гистохимиялық талдау нәтижелері фенолдық қосылыстардың, флавоноидтардың, алкалоидтар іздерінің, сесквитерпендік лактондардың, инулиннің, полисахаридтердің бар екендігін және шоғырлану орнын көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Kibria A. Extraction and evaluation of phytochemicals from Banana peels (*Musa sapientum*) and Banana plants (*Musa paradisiaca*) / A. Kibria, A. Kamrunnessa, M. Rahman, A. Kar // Malaysian Journal of Halal Research Journal. — 2019. — Vol. 2, No 1. <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0005>.
- 2 Shareef M. Natural cures for breast cancer treatment / M. Shareef, M.A. Ashraf, M. Sarfraz // Saudi Pharmaceutical Journal. — 2016. — Vol. 24. — P. 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.04.018>.
- 3 Olufunmiso O.O. Bioactive Compounds and in vitro Antimicrobial Activities of Ethanol Stem Bark Extract of *Trilepisium madagascariense* DC / O.O. Olufunmiso, T.E. Onibudo, R.M. Coopoosamy, T.O. Ashafa, A.J. Afolayan // Int. J. Pharmacol. — 2018. — Vol. 14, No 7. — P. 901–912. <https://doi.org/10.3923/ijp.2018.901.912>.
- 4 Тамахина А.Я. Микроморфологические особенности эпидермы и гистохимические методы идентификации вторичных метаболитов в листьях травянистых растений семейства *Boraginaceae* / А.Я. Тамахина, А.А. Ахкубекова // Юг России: экология, развитие. — 2018. — Т. 13. № 3. — С. 31–41. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-3-31-41>
- 5 Zhou Y.-X. *Portulaca oleracea* L.: A Review of Phytochemistry and Pharmacological Effects / Y.-X. Zhou, H.-L. Xin, K. Rahman, S.-J. Wang, C. Peng, H. Zhang // Biomed Res Int. — 2015. — Vol. 2015. — 11 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/925631>.
- 6 Chowdhary C.V. A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* Linn. (Purslane) / C.V. Chowdhary, A. Meruva, K. Naresh, A. Elumalai // Int J Res Ayurveda & Pharm. — 2013. — Vol. 4. — No 1. — P. 34–37. <http://dx.doi.org/10.7897/2277-4343.04119>.
- 7 Lakshmi N.V. Review on phytochemistry and pharmacological activities of *Portulaca oleracea* / N.V. Lakshmi, Ch.N. Manas, P. Jaswanthi, P. Avinash, S. Tahseen, P. Rosemary // World Journal of Pharmacy and Pharm. Sci. — 2018. — Vol. 7, No 3. — P. 271–283. <https://doi.org/10.20959/wjpps20183-10967>
- 8 Okafor I.A. A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant – its nature and biomedical benefits / I.A. Okafor, M.B. Ayalokunrin, L.A. Lovina // Int J Biomed Res. — 2014. — Vol. 5 (2). — P. 75–80. <https://doi.org/10.7439/ijbr.v5i2.462>
- 9 Tleubayeva M.I. Investigation of CO₂ Extract of *Portulaca oleracea* for Antioxidant Activity from Raw Material Cultivated in Kazakhstan / M.I. Tleubayeva, R.M. Abdullabekova, U.N. Datkhayev, M.Yu. Ishmuratova, M.B. Alimzhanova, K.K. Kozhanova, A.M. Seitaliyeva, K.S. Zhakipbekov, Zh.B. Iskakova, E.A. Serikbayeva, E.V. Flisyuk // Int J Biomat. — 2022. — Vol. 2022. — 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/6478977>.
- 10 Разаренова К.Н. Гистохимия трихом официальных представителей семейства *Asteraceae* / К.Н. Разаренова, Е.В. Бабушкина, П.Д. Смирнов, О.В. Костина, Л.Е. Муравник // Разработка и регистрация лекарственных средств. — 2017. — Т. 3. Вып. 20. — С. 193–198. <http://dx.doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-193-198>
- 11 Никитина А.С. Морфометрическое и гистохимическое исследование травы Melissa лекарственной из коллекции Никитского ботанического сада / А.С. Никитина, Л.А. Логвиненко, Н.В. Никитина, С.А. Нигарян // Фармация и фармакология. — 2018. — № 6. — С. 504–534. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2018-6-6-504-534>
- 12 Ольшанская Л.Н. Гистохимические исследования локализации тяжелых металлов в тканях высших растений в процессе фитоэкстракции / Л.Н. Ольшанская, Е.М. Баканова, Е.В. Яковлева // Изв. вузов. Сер. Хим. и хим. технол. — 2016. — Т. 59. Вып. 5. — С. 3–15.
- 13 Rao U.S.M. Phytochemical screening, total flavonoid and phenolic content assays of various solvent extracts of tepal of *Musa paradisiaca* / U.S.M. Rao, M. Abdurrazak, K.S. Mohd // Malaysian Journal of Analytical Sciences. — 2016. — Vol. 20, No 5. — P. 1181–1190. <http://dx.doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-25>
- 14 Angelina M. Physicochemical and phytochemical standardization, and antibacterial evaluation of *Cassia alata* leaves from different locations in Indonesia / M. Angelina, A. Mardhiyah, R.T. Dewi, N. Muthiah, S. Fajriah, Y. Ekapratwi, I.D. Dewijanti, J. Sukirno, S. Hartati // Pharmacia. — 2021. — Vol. 68, No 4. — P. 947–956. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e76835>

М.И. Тлеубаева, А.Н. Омарбаева

Гистохимический анализ наземной части растений портулака огородного

Гистохимический анализ позволяет выявить наличие и размещение биологически активных веществ в тканях и органах. Портулак огородный применяется в народной медицине, широко распространенное однолетнее растение. В статье представлены результаты гистохимического анализа листьев, цветков и стеблей портулака огородного (*Portulaca oleraceae* L.). Впервые проведено изучение надземных органов портулака огородного методами световой микроскопии в сочетании с гистохимическими реакци-

ями. В результате проведенных гистохимических реакций на поперечных срезах листа, стебля и цельного цветка обнаружены фенольные соединения, флавоноиды, следы алкалоидов, сесквитерпеновые лактоны, инулин, полисахариды, а также установлена их локализация. Результаты гистохимических реакций использовали для подтверждения подлинности, идентификации стандартизации надземных частей портулака огородного (*Portulaca oleracea* L.).

Ключевые слова: портулак огородный, *Portulaca oleracea* L., гистохимический анализ, вторичные метаболиты, биологически активные вещества, лекарственное растительное сырье.

M.I. Tleubayeva, A.N. Omarbayeva

Histochemical analysis of the ground part of garden pursuit

Histochemical analysis reveals the presence and placement of secondary metabolites in tissues and organs. *Portulaca oleracea* is used in folk medicine, a widespread annual plant. This article presents results of histochemical analysis of the leaves, flowers and stems of *Portulaca oleracea* L. The study of the aerial organs of *Portulaca oleracea* L. by light microscopy in combination with histochemical reactions was performed for the first time. As a result of the carried out histochemical reactions, phenolic compounds, flavonoids, traces of alkaloids, sesquiterpene lactones, inulin, and polysaccharides were found on the cross sections of the leaf, stem and whole flower, and their localization was established. The results of histochemical studies were used to confirm the authenticity, identification and standardization of aboveground parts of *Portulaca oleracea* L. (*Portulaca oleracea* L.).

Keywords: garden pursuit, *Portulaca oleracea* L., histochemical analysis, secondary metabolites, biologically active substances, medicinal plant materials.

References

- 1 Kibria, A., Kamrunnessa, A., Rahman, M. & Kar, A. (2019). Extraction and evaluation of phytochemicals from Banana peels (*Musa sapientum*) and Banana plants (*Musa paradisiaca*). *Malaysian Journal of Halal Research Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0005>.
- 2 Shareef, M., Ashraf, M. A. & Sarfraz, M. (2016). Natural cures for breast cancer treatment. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(6) 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.sjps.2016.04.018>.
- 3 Olufunmiso, O.O., Onibudo, T.E., Coopoosamy, R.M., Ashafa, T.O. & Afolayan, A.J. (2018). Bioactive Compounds and in vitro Antimicrobial Activities of Ethanol Stem Bark Extract of *Trilepisium madagascariense* DC. *Int. J. Pharmacol.*, 14(7), 901-912. <https://doi.org/10.3923/ijp.2018.901.912>.
- 4 Tamakhina, A.Ya. & Akhkubekova, A.A. (2018). Mikromorfologicheskie osobennosti epidermy i gistokhimicheskie metody identifikatsii vtorichnykh metabolitov v listyakh travianistykh rastenii semeistva *Boraginaceae* [Micromorphological features of the epidermis and histochemical methods for identifying secondary metabolites in the leaves of herbaceous plants of the *Boraginaceae* family]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie — South of Russia: ecology, development*, 13(3), 31-41. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-3-31-41> [in Russian].
- 5 Zhou, Y.-X., Xin, H.-L., Rahman, K., Wang, S.-J., Peng, C. & Zhang, H. (2015). *Portulaca oleracea* L.: A Review of Phytochemistry and Pharmacological Effects. *Biomed Res Int.*, 11. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/925631>.
- 6 Chowdhary, C.V., Meruva, A., Naresh, K. & Elumalai, A. (2013). A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* Linn. (Purslane). *Int J Res Ayurveda & Pharm.*, 4(1), 34-37. <http://dx.doi.org/10.7897/2277-4343.04119>.
- 7 Lakshmi, N.V., Manas, Ch.N., Jaswanthi, P., Avinash, P., Tahseen, S. & Rosemary, P. (2018). Review on phytochemistry and pharmacological activities of *Portulaca oleracea*. *World Journal of Pharmacy and Pharm. Sci.*, 7(3), 271-283. <https://doi.org/10.20959/wjpps20183-10967>.
- 8 Okafor, I.A., Ayalokunrin, M.B. & Lovina, L.A. (2014). A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant — its nature and biomedical benefits. *Int J Biomed Res.*, 5(2), 75-80. <https://doi.org/10.7439/ijbr.v5i2.462>.
- 9 Tleubayeva, M.I., Abdullabekova, R.M., Datkhayev, U.N., Ishmuratova, M.Yu., Alimzhanova, M.B., Kozhanova, K.K., Seitliyeva, A.M., Zhakipbekov, K.S., Iskakova, Zh.B., Serikbayeva, E.A. & Flisyuk, E.V. (2022). Investigation of CO₂ Extract of *Portulaca oleracea* for Antioxidant Activity from Raw Material Cultivated in Kazakhstan. *Int J Biomat.*, 11. <https://doi.org/10.1155/2022/6478977>.
- 10 Razarenova, K.N., Babushkina, E.V., Smirnov, P.D., Kostina, O.V. & Muravnik, L.E. (2017). Gistokhimiya trikhom ofitsialnykh predstavitelei semeistva *Asteraceae* [Histochemistry trichome of official representatives of the *Asteraceae* family]. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv — Development and registration of medicines*, 3 (20), 193–198. <http://dx.doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-193-198> [in Russian].
- 11 Nikitina, A.S., Logvinenko, L.A., Nikitina, N.V. & Nigarian, S.A. (2018). Morfometricheskoe i gistokhimicheskoe issledovanie travy melissy lekarstvennoi iz kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada [Morphometric and histochemical study of

medicinal balm grass from the collection of the Nikitsky Botanical Garden]. *Farmatsiia i farmakologiya — Pharmacy and pharmacology*, 6, 504–534. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2018-6-6-504-534> [in Russian].

12 Olshanskaia, L.N., Bakanova, E.M. & Yakovleva, E.V. (2016). Gistokhimicheskie issledovaniia lokalizatsii tiazhelykh metallov v tkaniakh vysshikh rastenii v protsesse fitoekstratsii [Histochemical studies of localization of heavy metals in tissues of higher plants during phytoextraction]. *Izvestiia vuzov. Seriya Khimiia i khimicheskaiia tekhnologiya — Proceeding of High School Institutions. Series Chemistry and Chemical technology*, 59 (5), 3–15 [in Russian].

13 Rao, U.S.M., Abdurrazak, M. & Mohd, K.S. (2016). Phytochemical screening, total flavonoid and phenolic content assays of various solvent extracts of tepal of *Musa paradisiaca*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(5), 1181–1190. <http://dx.doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-25>

14 Angelina, M., Mardhiyah, A., Dewi, R.T., Muthiah, N., Fajriah, S., Ekapriatiwi, Y., Dewijanti, I. D., Sukirno, J. & Hartati, S. (2021). Physicochemical and phytochemical standardization, and antibacterial evaluation of *Cassia alata* leaves from different locations in Indonesia. *Pharmacia*, 68(4), 947–956. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e76835>

A. Chesca^{1*}, T. Sandle², G.A. Abdulina³, P. Anamaria⁴

¹Transilvania University of Brasov, Romania;

²Manchester University, United Kingdom;

³Karaganda Medical University, Kazakhstan;

⁴Hospital of Codlea City, Brasov, Romania

*Corresponding author: anto.chesca@gmail.com

Structural aspects in tonsillitis vs normal

The pathology of childhood occurring with increased frequency is tonsillitis. The infection affects both sexes equally, without any association with environmental factors. The symptomatology attracts attention and requires treatment by a specialized medical team. The severity of the symptoms often leads to surgery to remove these formations via a tonsillectomy. An important step in management for tonsillitis understands the microbiological and pathological aspects. After performing microscopic slides, the preparations are examined by performing microscopic analysis. The process of the permanent microscopic preparations was based on prior knowledge of the steps from the classical method, using a standard H&E staining technique. The diagnosis is established by laboratory methods, namely by the analysis of usual or specific-colored permanent microscopic preparations. This paper demonstrates how histological examination can help to differentiate between healthy and infected specimens. The histopathological examination revealed chronic tonsillitis with reactive follicular hyperplasia in all pathological cases of children, useful to mention that timely histopathological investigation of the underlying tissues of the tonsils helps in the accurate indication of microorganisms that are difficult to cultivate. In this context, the histological examination also helps to differentiate colonization from tissue infiltration.

Key words: tonsils, pathology, tonsillitis, diagnosis, histopathology, microscopy, follicular hyperplasia.

Introduction

Tonsillitis is a common disease in children before 16 years old [1-3]. In this paper, attention is paid to the pathogenesis, laboratory diagnosis, research and treatment of tonsillitis in children [4-6]. An important step in management for tonsillitis understands the microbiological and pathological aspects [7-9]. In terms of remediation, tonsillectomy is the operative medical curative act [1, 10, 11]. After tonsillectomy, the tonsillar tissue will be sent for an examination of the pathological tissues [12-15]. Therefore, it is possible to analyze of the samples using microscopic examination and staining to review colored samples (by following the steps of the classical method) [16-18]. This paper shows how tissue sample of tonsil is sent to laboratory for a histopathological examination [19-21, 28]. Samples from tonsils after fixation in formalin were embedded in blocks with paraffin, from which microscopic preparations were prepared. The slides were stained with Haematoxylin and Eosin (H&E) and other specific colorations [22, 23].

Tonsillar diseases affect also other anatomical-related structures like the middle ear cleft, paranasal sinuses, and upper aero-digestive tract, for example [15, 24]. Besides the analysis and diagnosis of the colored samples, in chronic tonsillitis, a culture of microorganisms obtained from the tonsillar is also important for a proper diagnostic of tonsillitis [25]. The incidence of acute tonsillitis was observed in children of school age, with a pick [26].

From reviewing a statistical database, a β -hemolytic streptococci (GABHS), specifically *Streptococcus pyogenes*, is responsible for about approximate 5 % of acute medical consultations that require investigations [24]. The infection of the tonsil commonly occurs with Streptococcal pharyngitis. Where this is suspected, diagnosis is made using either a rapid antigen detection test or throat culture. In addition, acute tonsillitis can be caused by viruses, such as double-stranded DNA viruses (including human adenoviruses and Epstein Barr Virus), single-stranded DNA viruses (Human Boca Virus), single-stranded RNA viruses (influenza and para-influenza viruses; rhino-viruses; entero-viruses including Cocksackie viruses; corona viruses; respiratory syncytial virus (RSV); human meta-pneumo-virus), retro-viruses (HIV) [27].

Experimental

To help the medical staff understand the presented concerns, a series of images made after microscopic slides were prepared. For this purpose, the operating parts are intended to make the pathological anatomy

service for macroscopic examination for diagnostic purposes clearer. After performing microscopic preparations, the preparations are examined by performing microscopic analysis. The process of the permanent microscopic preparations was based on prior knowledge of the steps from the classical method, using a standard H&E staining technique. The analyzed samples were extracted from patients of both sexes, children under 16 years of age, from urban and rural areas. The details of each case are presented below.

Case 1 — urban — female

Diagnostic: chronic reactive tonsillitis

Biological product — Palatine tonsils

Macroscopic — Palatine amygdala

Microscopic — Tonsil tissue consisting of reactive lymphoid follicles, areas of post-inflammatory fibrous remodeling, branched crypts with catarrhal content.

Case 2 — urban — male

Diagnostic: chronic reactive tonsillitis with scar changes

Biological product — Palatine tonsils

Macroscopic — Palatine amygdala, 25x15x15 mm.

Microscopic — amygdala tissue consisting of reactive lymphoid follicles, areas of post-inflammatory fibrous remodeling, branched crypts with catarrhal content

Case 3 — male — urban

Diagnostic: chronic reactive tonsillitis with sclerocicatrical changes

Biological product — Palatine tonsils

Macroscopic — Palatine amygdala, 22x12x15 mm.

Microscopic amygdala tissue consisting of reactive lymphoid follicles, areas of post-inflammatory fibrous remodeling, branched crypts with catarrhal content.

Case 4 — female — urban

Diagnostic: chronic reactive tonsillitis with post-inflammatory scar changes

Biological product — Palatine tonsils

Macroscopic — Palatine amygdala, 20x25 mm.

Microscopic — amygdala tissue consisting of reactive lymphoid follicles, areas of post-inflammatory fibrous remodeling, branched crypts with catarrhal content.

Case 5 — female — urban

Diagnostic: chronic reactive tonsillitis with post-inflammatory scar changes

Biological product — Palatine tonsils

Macroscopic — Palatine amygdala, 22x26 mm.

Microscopic — amygdala tissue consisting of reactive lymphoid follicles, areas of post-inflammatory fibrous remodeling, branched crypts with catarrhal content.

Case 6 — urban — female

Diagnostic: chronic reactive tonsillitis

Biological product — Palatine tonsils

Palatine amygdala

Microscopic — Tonsil tissue consisting of reactive lymphoid follicles, areas of post-inflammatory fibrous remodeling, branched crypts with catarrhal content.

Results and Discussion

From the following microscopical colored slides, we can analyze and observe particular aspects in tonsillitis. Tonsils are sub-epithelial lymphoid tissue located in the oropharynx between the palatoglossal pillar anteriorly and the palatopharyngeal pillar posteriorly. More exactly, tonsils are in a region where high populations of microorganisms are found. The histopathological examination revealed chronic tonsillitis with reactive follicular hyperplasia in all cases of the study. In terms of the infection route, microorganisms like *S. pyogenes* penetrate into the tonsillar tissue through the defect in the epithelium and get access to the lymphatic system, which is responsible for all the individual attacks of tonsillitis. Anatomical region is near tonsils (Fig. 1), tonsils with specific lymphoid formations is presented in Figure 2.



Figure 1. Tongue. van Gieso x10

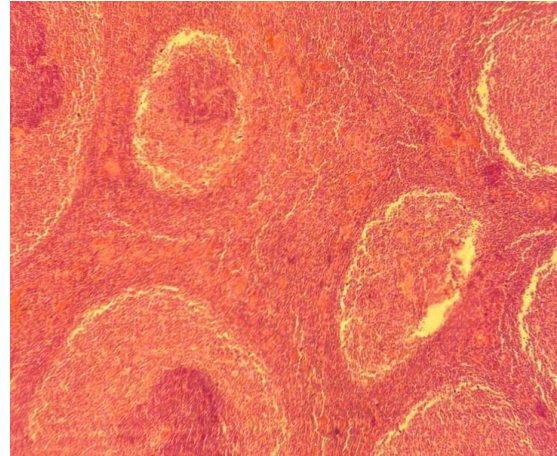


Figure 2. Palatine tonsilla HE x10

The detailed image from the previous slide is presented in Figure 3; tonsillitis with specific reactive reaction is typical lymphoid formations (Fig. 4). Epithelium is near tonsils, pathological slide is presented in Figure 5.

Detailed image from typical lymphoid formations in tonsillitis is presented in Figure 6.

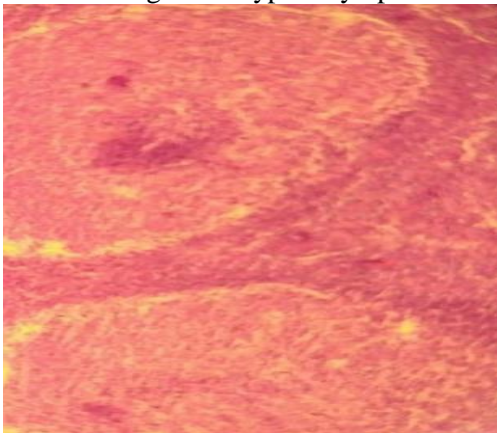


Figure 3. Palatine tonsilla HE x40

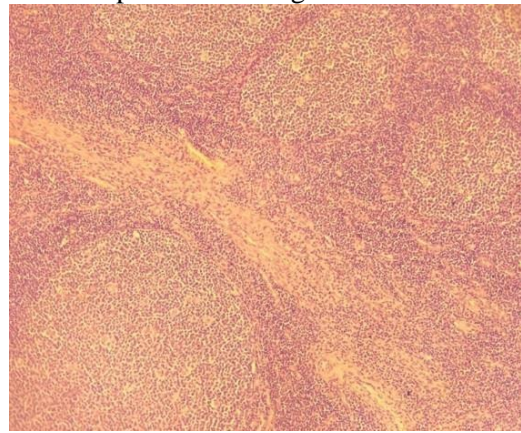


Figure 4. Reactive tonsillitis HEx10

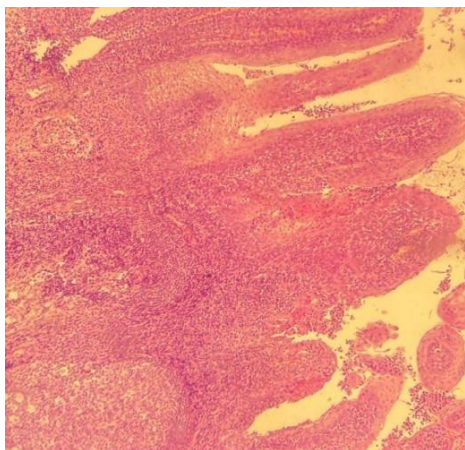


Figure 5. Reactive tonsillitis HEx10

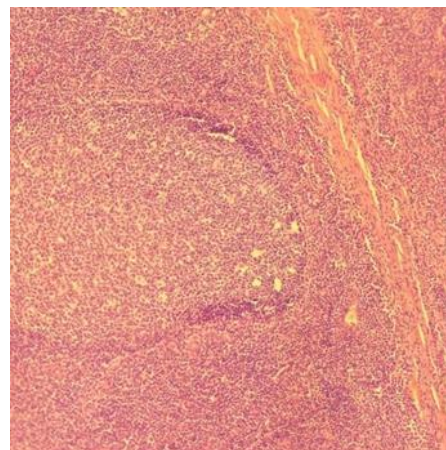


Figure 6. Reactive tonsillitis HEx10

Following the microscopical colored slides, we can analyze and observe particular aspects in tonsillitis. Tonsils are subepithelial lymphoid tissue located in the oropharynx between the palatoglossal pillar anteriorly

and the palatopharyngeal pillar posteriorly. More exactly, tonsils are in a region where microorganisms are found and under optimal conditions, infection can occur where sufficient populations of pathogens are present.

The histopathological examination revealed chronic tonsillitis with reactive follicular hyperplasia in all cases of the study. In such circumstances, microorganisms penetrate into the tonsillar tissue through the defect in the epithelium and get access to the lymphatic system, which is responsible for all the individual attacks of tonsillitis.

Conclusions

The histopathological examination revealed chronic tonsillitis with reactive follicular hyperplasia in all pathological cases of children, useful to mention that timely histopathological investigation of the underlying tissues of the tonsils helps in the accurate indication of microorganisms that are difficult to cultivate in this context, the histological examination also helps to differentiate colonization from tissue infiltration

Innovations and breakthroughs

The authors confirm and also recommend that all tonsillectomy samples be investigated for histopathological analysis, even if samples have a normal rough appearance.

Funding

The authors declare that they did not receive financial support for the study and / or authorship of this article.

References

- 1 Alvi, A. & Vartanian, A.J. (1998). Microscopic examination of routine tonsillectomy specimens: is it necessary? *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 119(4), 361-363. [https://doi.org/10.1016/S0194-5998\(98\)70079-8](https://doi.org/10.1016/S0194-5998(98)70079-8).
- 2 Ikram, M., Khan, M.A., Ahmed, M., Siddiqui, T. & Mian, M.Y. (2000). The histopathology of routine tonsillectomy specimens: results of a study and review of literature. *Ear Nose Throat J.*, 79(11), 880-882.
- 3 Strong, E.B., Rubinstein, B. & Senders, C.W. (2001). Pathologic analysis of routine tonsillectomy and adenoidectomy specimens. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 125(5), 473-477. <https://doi.org/10.1067/mhn.2001.119862>.
- 4 Daneshbod, K., Bhutta, R. & Sodagar, R. (1980). Pathology of tonsils and adenoids: a study of 15,120 cases. *Ear Nose Throat J.*, 59(11), 53-54.
- 5 Dell'Aringa, A.R., Juarez, A.J., Melo, C., Nardi, J.C., Kobari, K. & Perches Filho, R.M. (2005). Histological analysis of tonsillectomy and adenoidectomy specimens. *Rev Bras Otorrinolaringol.*, 71(1), 18-22. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992005000100004>.
- 6 Felipe, F., Gomes, G.A., de Souza, B.P., Cardoso, G.A. & Tomita, S. (2006). Evaluation of the utility of histopathologic exam as a routine in tonsillectomies. *Braz J Otorhinolaryngol.*, 72(2), 252-255. [https://doi.org/10.1590/s1808-8694\(15\)30064-1](https://doi.org/10.1590/s1808-8694(15)30064-1).
- 7 Strong, E.B., Rubinstein, B. & Senders, C.W. (2001). Pathologic analysis of routine tonsillectomy and adenoidectomy specimens. *Otolaryngol Head Neck Surgery*, 125(5), 473-477. <https://doi.org/10.1067/mhn.2001.119862>.
- 8 Thorne, M.C. (2012). Is routine analysis of pediatric tonsillectomy specimens worth the money? *Ear Nose Throat J.*, 91(5), 186. <https://doi.org/10.1177/014556131209100503>.
- 9 Garavello, W., Romagnoli, M., Sordo, L., Spreafico, R. & Gaini, R.M. (2004). Incidence of unexpected malignancies in routine tonsillectomy specimens in children. *Laryngoscope*, 114(6), 1103-1105. <https://doi.org/10.1097/00005537-2004060000-00027>.
- 10 Zhang, P.C., Pang, Y.T., Loh, K.S. & Wang, D.Y. (2003). Comparison of histology between recurrent tonsillitis and tonsillar hypertrophy. *Clin Otolaryngol Allied Sci.*, 28(3), 235-239. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2273.2003.00697.x>.
- 11 Reis, L.G., Almeida, E.C., da Silva, J.C., de Pereira, G.A., de Barbosa, V.F. & Etchebehere, R.M. (2013). Tonsillar hyperplasia and recurrent tonsillitis: Clinical-histological correlation. *Braz J Otorhinolaryngol.*, 79(5), 603-608. <https://doi.org/10.5935/1808-8694.20130108>.
- 12 Erdag, T.K., Ecevit, M.C., Guneri, E.A., Dogan, E., Ikiz, A.O. & Sutay, S. (2005). Pathologic evaluation of routine tonsillectomy and adenoidectomy specimens in the pediatric population: Is it really necessary? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 69(10), 1321-1325. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2005.05.005>.
- 13 Ikram, M., Khan, M.A., Ahmed, M., Siddiqui, T. & Mian, M.Y. (2000). The histopathology of routine tonsillectomy specimens: results of a study and review of literature. *Ear Nose Throat J.*, 79(11), 880-882.
- 14 Erkilic, S., Aydin, A. & Kocer, N.E. (2002). Histological features in routine tonsillectomy specimens: the presence and the proportion of mesenchymal tissues and seromucinous glands. *J Laryngol Otol.*, 116(11), 911-913. <https://doi.org/10.1258/00222150260369435>.

- 15 Uğraş, S. & Kutluhan, A. (2008). Chronic tonsillitis can be diagnosed with histopathologic findings. *Eur J Gen Med.*, 5(2), 95–103. <https://doi.org/10.29333/ejgm/82585>.
- 16 Kalcioğlu, M.T., Gurses, I. & Erdem, T. (2010). Is the pathological examination of routine tonsillectomy and adenoidectomy specimens necessary? A retrospective study of 559 adenoidectomy and 1132 tonsillectomy specimens and a literature review. *B-ENT*, 6(2), 91-95.
- 17 Verma, S.P., Stoddard, T., Gonzalez Gomez, I. & Koempel, J.A. (2009). Histologic analysis of pediatric tonsil and adenoid specimens: is it really necessary? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 73(4), 547-550. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2008.11.001>.
- 18 Dewil, B., Jorissen, M. & Lemkens, P. (2006). Routine pathological evaluation after tonsillectomy: is it necessary? *B-ENT*, 2(3), 103–108.
- 19 Beaty, M.M., Funk, G.F., Karnell, L.H., Graham, S.M., McCulloch, T.M., Hoffman, H.T. & Robinson, R.A. (1998). Risk factors for malignancy in adult tonsils. *Head Neck*, 20(5), 399-403. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0347\(199808\)20:5<399::aid-head7>3.0.co;2-t](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0347(199808)20:5<399::aid-head7>3.0.co;2-t).
- 20 Netser, J.C., Robinson, R.A., Smith, R.J. & Raab, S.S. (1997). Value based pathology: A cost analysis of the examination of routine and nonroutine tonsil and adenoid specimens. *Am J Clin Pathol.*, 108(2), 158-165. <https://doi.org/10.1093/ajcp/108.2.158>.
- 21 Ridgway, D., Wolff, L.J., Neerhout, R.C. & Tilford, D.L. (1987). Unsuspected non-Hodgkin's lymphoma of the tonsils and adenoids in children. *Pediatrics*, 79(3), 399–402.
- 22 Reiter, E.R., Randolph, G.W. & Pilch, B.Z. (1992). Microscopic detection of occult malignancy in the adult tonsil. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 120(2), 190-194. [https://doi.org/10.1016/S0194-5998\(99\)70405-5](https://doi.org/10.1016/S0194-5998(99)70405-5).
- 23 Erickson, B.K., Larson, D.R., St Sauver, J.L., Meverden, R.A. & Orvidas, L.J. (2009). Changes in incidence and indications of tonsillectomy and adenotonsillectomy, 1970-2005. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 140(6), 894-901. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2009.01.044>.
- 24 Wiatrak, B.J. & Woolley, A.L. (2005). *Pharyngitis and adenotonsillar disease*. In: Cummings C.W., Fredrickson J.M., Harker L.A., Krause C.J., Schuller D.E., ed. *Otolaryngology — head and neck surgery*. 3rd ed. St Louis: Mosby Year Book.
- 25 Williams, M.D. & Brown, H.M. (2003). The adequacy of gross pathological examination of routine tonsils and adenoids in patients 21 years old and younger. *Hum Pathol.*, 34(10), 1053-1057. [https://doi.org/10.1053/s0046-8177\(03\)00408-8](https://doi.org/10.1053/s0046-8177(03)00408-8).
- 26 Younis, R.T., Hesse, S.V. & Anand, V.K. (2001). Evaluation of the utility and cost-effectiveness of obtaining histopathologic diagnosis on all routine tonsillectomy specimens. *Laryngoscope*, 111(12), 2166-2169. <https://doi.org/10.1097/00005537-200112000-00017>.
- 27 Yasan, H., Dogru, H., Candir, O., Tuj, M. & Bircan, S. (2006). Incidence of unexpected pathology in routine adenoidectomy specimens. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 70(1), 95-98. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2005.05.023>.
- 28 Schrock, A., Jakob, M., Send, T., Neukamp, L., Bucheler, M. & Bootz, F. (2009). Histology after tonsillectomy? *HNO*, 57(4), 351-357. <https://doi.org/10.1007/s00106-009-1889-0>.

A. Ческа, Т. Сандл, Г.А. Абдулина, П. Анамария

Қалыптыға қарсы тонзиллиттің құрылымдық аспектілері

Балалық шақтың патологиясында жиілігі жоғары ауру — тонзиллит кездеседі. Инфекция қоршаған орта факторларымен ешқандай байланысы жоқ екі жынысқа да бірдей әсер етеді. Симптомдар назар аударуды және мамандандырылған медициналық бригаданың емдеуін талап етеді. Симптомдардың салдары, көбінесе тонзиллэктомиа хирургтің араласуына әкеледі. Тонзиллитті емдеудегі маңызды қадам — микробиологиялық және патологиялық аспектілерді түсіну. Микроскопиялық слайдтарды дайындағаннан кейін препараттар микроскопиялық талдау арқылы зерттеледі. Тұрақты микроскопиялық препараттарды жасау процесі гематоксилинді эозинмен бояудың стандартты әдісін қолдана отырып, классикалық әдіске негізделген. Диагноз зертханалық зерттеулермен, атап айтқанда арнайы боялған микроскопиялық препараттарды талдау арқылы анықталады. Мақалада гистологиялық зерттеу сау тіндерді жұқтырған тіннен ажыратуға қалай көмектесетіні көрсетілген. Гистопатологиялық зерттеуде барлық алты клиникалық жағдайда балаларда реактивті фолликулярлық гиперплазиясы бар созылмалы тонзиллит анықталды. Зақымдану сипаты бойынша бадамша бездердің негізгі тіндерін гистопатологиялық зерттеу патогенді көрсетуге мүмкіндік беретінін атап өткен жөн. Бұл әсіресе өсірілмейтін немесе қиын өсірілетін микроорганизмдерге қатысты өте маңызды. Осы тұрғыда гистологиялық зерттеу микробтық колонизацияны тіндердің инфильтрациясынан ажыратуға көмектеседі.

Кілт сөздер: бадамша бездер, патология, тонзиллит, диагностика, гистопатология, микроскопия, фолликулярлық гиперплазия.

А. Ческа, Т. Сандл, Г.А. Абдулина, П. Анамария

Структурные аспекты тонзиллита по сравнению с нормой

В патологии детского возраста встречающееся с повышенной частотой заболевание — тонзиллит. Инфекция поражает представителей обоих полов в равной степени без какой-либо связи с факторами окружающей среды. Симптоматика привлекает внимание и требует лечения специализированной медицинской бригадой. Серьезность симптомов часто приводит к хирургическому вмешательству, как тонзилэктомия. Важным шагом в лечении тонзиллита является понимание микробиологических и патологических аспектов. После приготовления микроскопических слайдов препараты исследуют с помощью микроскопического анализа. Процесс изготовления перманентных микроскопических препаратов был основан на классическом методе с использованием стандартной техники окрашивания гематоксилина с эозином. Диагноз устанавливают лабораторными исследованиями, а именно анализом специфически окрашенных микроскопических препаратов. В настоящей статье показано, как гистологическое исследование может помочь, для того чтобы отличить здоровые образцы тканей от инфицированных. При гистопатологическом исследовании во всех шести клинических случаях у детей выявлен хронический тонзиллит с реактивной фолликулярной гиперплазией. Полезно упомянуть, что гистопатологическое исследование основных тканей миндалин по характеру поражения позволяет провести индикацию возбудителя. Особенно это важно когда речь идет о некультивируемых или труднокультивируемых микроорганизмах. В этом контексте гистологическое исследование также помогает отличить микробную колонизацию от тканевой инфильтрации.

Ключевые слова: миндалины, патология, тонзиллит, диагностика, гистопатология, микроскопия, фолликулярная гиперплазия.

Ж.С. Мустафаев^{1*}, А.Т. Козыкеева², К.Б. Абдешев³, Н.А. Турсынбаев⁴

¹Институт географии и водной безопасности, Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

³Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан;

⁴Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

*Автор для корреспонденции: z-mustafa@rambler.ru

Гидрологический профиль реки на водосборной территории бассейна Асса-Талас с учетом техноприродных процессов

На основе многолетних информационно-аналитических материалов гидрологическими постами РГП «Казгидромет» за 1925–2020 годы создана база исследования для изучения пространственно-временной оценки многолетних колебаний годового стока реки на территории водосбора бассейна Асса-Талас, с использованием метода гидрологической аналогии, линейных трендов, суммарных, разностных и обычных интегральных кривых, базирующихся на математической статистике. Исследования показали, что тенденция изменения среднегодового расхода воды рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас за рассматриваемый период (1925–2020) отрицательная, где изменения гидрологического режима реки происходят симметрично и последовательно-пропорционально в пространственно-временном масштабе, наблюдается два квазиоднородных периода, характеризующих переход от природной деятельности на антропогенную. Оценка изменений водности рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас и синхронности или асинхронности ее многолетних колебаний, выполненных на основе нормирования разностных интегральных кривых модульных коэффициентов среднегодового расхода воды с использованием метода разностно-интегральных кривых, показала, что во всех гидрологических постах с 1925 до 1975 года наблюдается многоводный цикл, а после этого начинается до настоящего времени маловодный цикл, но с различиями в сроках наступления фаз и амплитуды циклических колебаний. При этом количественное значение коэффициента вариации увеличивается от горной зоны в сторону южной пустыни, где расположены зоны magazинирования поверхностного стока и высокого среднегодового расхода воды во всех рассматриваемых реках наблюдаются в пределах от 1,0 до 25,0 % обеспеченности, а затем их количественное значение резко снижается, что характерно рекам, где источниками питания являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова и грунтовые воды.

Ключевые слова: гидрологический профиль, среднегодовой расход воды, линейный тренд, суммарные, разностные и обычные интегральные кривые, коэффициент, вариация, асимметрия.

Введение

В условиях глобального изменения климата интегральными показателями, характеризующими их деятельность на водосборных территориях речных бассейнов, является гидрологический сток, рассматривающий как функцию математического ожидания отклик климатических факторов, отражающихся в динамике их гидрологического режима. При этом водосборная территория речных бассейнов, выполняющая важную средообразующую функцию, является пространственным базисом природопользования и народонаселения, с признанием обеспечения их водной безопасности в аспекте триады экологии, экономики и социума. Эти функции речных бассейнов определяют научную и практическую целесообразность изучения изменчивости гидрологического стока в водосборной тер-

ритории бассейна реки Асса-Талас в условиях климатической изменчивости, являющихся стратегическим межгосударственным водным объектом Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

Цель исследования — изучить тенденцию изменения гидрологического стока водосборной территории речного бассейна в пространственно-временном масштабе с целью создания базы исследования для обеспечения водной безопасности региона.

Объекты исследования — водосборная территория бассейна реки Асса-Талас, площадью 61910 км², расположена на северо-западе Кыргызской Республики и юго-западе Республики Казахстан, с севера они ограничены Кыргызским хребтом, на юге — Таласским-Ала-Тоо [1].

Река Талас, протекающая по территории Кыргызской Республики и Республики Казахстан, площадью водосбора 52700 км² и длиной 661 км, образуется от слияния рек Каракол и Уч-Кошой, берущих свое начало в ледниках Таласского хребта Кыргызской Республики.

Река Асса образуется слиянием рек Терс и Куркуреу-Суу на границе Кыргызской Республики и Республики Казахстан, площадь водосборного бассейна — 9210 км², и длина реки составляет 253 км, которая впадает в пустынный водоприемник (теряется в песках Мойынкум), где происходит слияние рек Асса и Талас.

Материалы и методы исследования

Для выявления особенностей формирования гидрологического стока в водосборной территории бассейна реки Асса-Талас проанализирована в пространственном и временном аспектах динамика среднего годового расхода воды реки Талас по гидрологическим постам Караой, Кировское, Покровка, Жасоркент, Трудовой пахарь, Жимбет и Учарал, реки Куркуреу-Суу по гидрологическим постам Чон-Кургак и Маймак, реки Асса, Терс, Коктал, Шабакты, Тамды и Беркуты, соответственно по гидрологическим постам Маймак, Нурлыкент, Карашат, Карашабакты, Каратау и Карла Маркса. Для создания информационно-аналитической базы исследования использованы материалы гидрологических ежегодников [2–8] и «Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов (Отчет о деятельности)» Комитета по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

Для пространственно-временной оценки многолетних колебаний годового стока бассейна реки Асса-Талас представляется возможным использовать ряд методов гидрологического расчета, базирующихся на математической статистике [9, 10]:

- при формировании базы исследования по гидрологическому режиму рек восстановили пропуски временных рядов наблюдений за среднегодовым расходом, были использованы методы гидрологической аналогии с помощью наблюдений на ином реки со схожими природными условиями, то есть $Q_i = f(Q_{ai})$, где Q_i — среднегодовые расходы воды реки; Q_{ai} — среднегодовые расходы воды реки-аналога [9];

- методы линейных трендов, позволяющих при наличии временного ряда измеренного гидрологического процесса, то есть $Q_i = a \cdot N_i + b$ (где Q_i — исследуемая переменная или зависимая переменная (например, среднегодовой расход воды реки, м³/с); a — точка пересечения с осью Q_i на графике (минимальный уровень); b — показатель, характеризующий увеличение следующее значение временного ряда; N_i — номер периода или порядковый номер года, позволяющий выявить тенденцию (увеличение или уменьшение) однонаправленное или монотонное изменение средней многолетней величины расхода воды реки [10];

- суммарная интегральная кривая среднегодового расхода воды — последовательность нарастания значений среднегодового расхода воды за рассматриваемый период времени (n), то есть $\sum_{i=1}^n Q_i$, для выявления природных и антропогенных факторов на гидрологический режим реки [11];

- разностная интегральная кривая стока, представляющая собой нарастающую сумму отклонений модульных коэффициентов среднегодового расхода воды от среднего многолетнего значения временного ряда на конец каждого года, то есть $\sum_{i=1}^n (k_i - 1)$ (где k_i — модульные коэффициенты, которые вычисляются выражением (А.А. Волчек и др., 2019, 84 с.); $k_i = Q_i/Q_{cp}$, где Q_{cp} — среднеарифметическое значение ряда среднегодовых расходов воды, определяемое по формуле: $Q_{cp} = \sum_{i=1}^n Q_i / n$, здесь n — число членов ряда, характеризующих циклические колебания среднегодового расхода воды реки [10];

- кривая обеспеченности (вероятность превышения) — интегральная кривая, показывающая обеспеченность превышения (в % или в долях единиц) случайной величины среди общей совокупно-

сти ряда: $P = [m/(n + 1)]$, где m — порядковый номер величин в рассматриваемом ряду; n — количество значений в ряду, или число лет наблюдений за рассматриваемой характеристикой [10].

Все гидрологические расчеты выполнены по электронной таблице 2000, и построение графиков с использованием линейного тренда и в прямоугольных координатах были произведены в программе Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Для выявления особенности формирования гидрологического профиля рек в водосборной территории бассейна Асса-Талас создана база гидрологических исследований с использованием многолетних информационно-аналитических материалов гидрологических постов РГП «Казгидромет» за 1925–2020 годы и недостающих данных наблюдений временного ряда восстановлены на основе метода гидрологической аналогии в рамках речного бассейна (табл. 1):

- в зоне формирования и регулирования стока с помощью строительства водохранилища в бассейне реки Талас в пределах Кыргызской Республики использованы наблюдения гидрологических постов Караой, Кировское и Покровка, а в зоне использования водных ресурсов в пределах Республики Казахстан — Жасоркенет, Трудовой пахарь, Жиенбет и Учарал;

- в зоне формирования и регулирования стока с помощью водохранилища бассейне реки Талас в пределах Кыргызской Республики использованы наблюдения гидрологических постов Чон-Кургак и Маймак в реках Куркуреу-Суу и Нурлыкент в реках Терс, а в зоне использования водных ресурсов Маймак в реке Асса, Каратау в реке Тамды, Карла-Маркса в реке Беркуты, Карашат в реке Коктал и Карашабакты в реке Шабакты.

Т а б л и ц а

Регрессионные модели, характеризующие зависимости среднегодовых расходов между гидрологическими постами основных рек в водосборе бассейна Асса-Талас

Исследуемый пункт (река и гидрологический пост)	Характеристика периода	Уравнение регрессии	Годы совместных наблюдений	Коэффициент регрессии
Река Талас – село Кировское (пункт–аналог)				
Талас – село Караой	естественный	$Q_i = 0,506 \cdot Q_{ai} + 0,117$	1940–1974	0,8116
	технический	$Q_i = 0,063 \cdot Q_{ai} + 6,859$	1992–2020	0,7489
Талас – село Покровка	естественный	$Q_i = 1,079 \cdot Q_{ai} + 11,41$	1940–1974	0,9049
	технический	$Q_i = 0,210 \cdot Q_{ai} + 11,33$	1992–2020	0,8495
Река Талас – село Жасоркенет (пункт–аналог)				
Талас – Трудовой пахарь	естественный	$Q_i = 1,096 \cdot Q_{ai} - 5,442$	1940–1974	0,8650
	технический	$Q_i = 0,823 \cdot Q_{ai} - 2,239$	1992–2020	0,8662
Талас – село Жиенбет	естественный	$Q_i = 0,960 \cdot Q_{ai} - 2,597$	1940–1974	0,8392
	технический	$Q_i = 0,394 \cdot Q_{ai} - 0,185$	1992–2020	0,8952
Талас- село Учарал	естественный	$Q_i = 0,508 \cdot Q_{ai} + 0,449$	1940–1974	0,8367
	технический	$Q_i = 0,342 \cdot Q_{ai} - 1,786$	1992–2020	0,9079
Река Асса – село Маймак (пункт–аналог)				
Куркуреу – Суу – Чон – Кургак	естественный	$Q_i = 0,173 \cdot Q_{ai} + 3,925$	1940–1974	0,8171
	технический	$Q_i = 0,081 \cdot Q_{ai} + 0,464$	1992–2020	0,8147
Куркуреу –Суу – Маймак	естественный	$Q_i = 0,082 \cdot Q_{ai} + 1,359$	1940–1974	0,8171
	технический	$Q_i = 0,081 \cdot Q_{ai} + 0,464$	1992–2020	0,8147
Терс – село – Нурлыкент	естественный	$Q_i = 0,497 \cdot Q_{ai} - 0,153$	1940–1974	0,9883
	технический	$Q_i = -0,289 \cdot Q_{ai} + 6,183$	1992–2020	0,8266
Терс – село – Нурлыкент (пункт -аналог)				
Тамды – город Каратау	естественный	$Q_i = 0,175 \cdot Q_{ai} + 0,445$	1940–1974	0,8322
	технический	$Q_i = 0,187 \cdot Q_{ai} - 0,281$	1992–2020	0,8494
Буркетты – село Карла Маркса	естественный	$Q_i = 0,122 \cdot Q_{ai} - 0,318$	1940–1974	0,9120
	технический	$Q_i = 0,035 \cdot Q_{ai} - 0,202$	1992–2020	0,8406
Коктал – село Карашат	естественный	$Q_i = 0,353 \cdot Q_{ai} - 0,791$	1940–1974	0,8182
	технический	$Q_i = -0,003 \cdot Q_{ai} + 0,49$	1992–2020	0,8138
Шабакты – Карашабакты	естественный	$Q_i = 0,595 \cdot Q_{ai} - 1,356$	1940–1974	0,8328
	технический	$Q_i = 0,196 \cdot Q_{ai} + 1,312$	1992–2020	0,8142

Для оценки пространственно-временного колебания среднегодового расхода воды реки в водосборе бассейна Асса-Талас и долгосрочного прогнозирования их, с позиции анализа причин и возможных последствий для водной безопасности и жизнеобеспеченности населений региона, использован метод линейного тренда, где построение их графиков были произведены в программе Microsoft Excel (рис. 1–4).

Анализ тенденции изменения среднегодового расхода воды рек в водосборной территории бассейна Асса-Талас в зоне формирования, регулирования и использования гидрологического стока показал, что, несмотря на общую значительную вариабельность по годам, для всех рек общие закономерности изменения гидрологического режима не соблюдаются.

В зоне формирования гидрологического стока реки Талас, по данным гидрологического поста Караой, расположенного ниже слияния рек Каракол и Уч-Кошой, тенденция изменения среднегодового расхода воды за рассматриваемый период 1925–2020 годы отрицательный, то есть составляет $-6,46 \text{ м}^3/\text{с}$ за 96 лет с интенсивностью $0,0673 \text{ м}^3/\text{св год}$ (рис. 1).

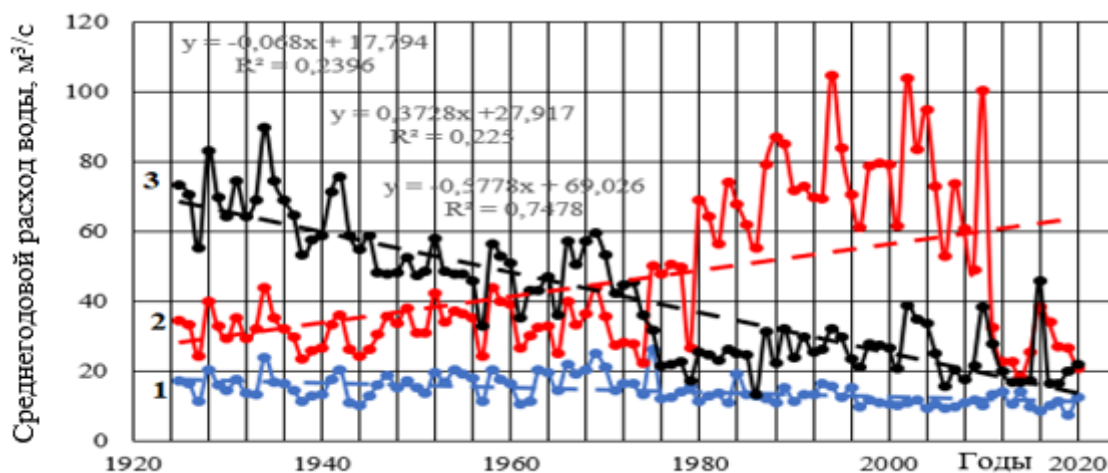


Рисунок 1. График изменения среднегодового расхода воды реки Талас в гидрологических постах Караой (1), Кировское (2) и Покровка (3) за 1925–2020 годы и его линейный тренд

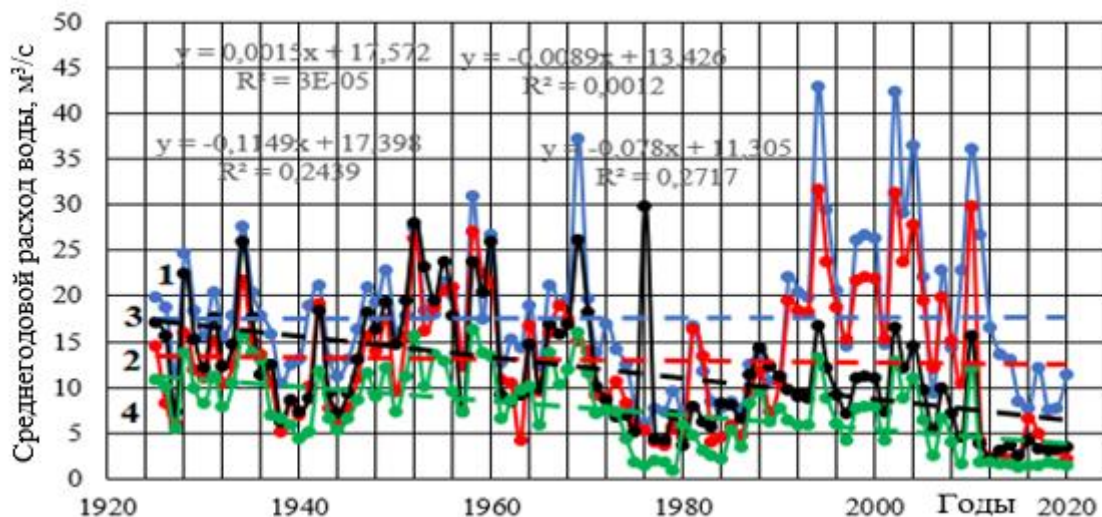


Рисунок 2. График изменения среднегодового расхода воды реки Талас в гидрологических постах Жасоркенет (1), Трудовой пахарь (2), Жиенбет (3) и Учарал (4) за 1925–2020 годы и его линейный тренд

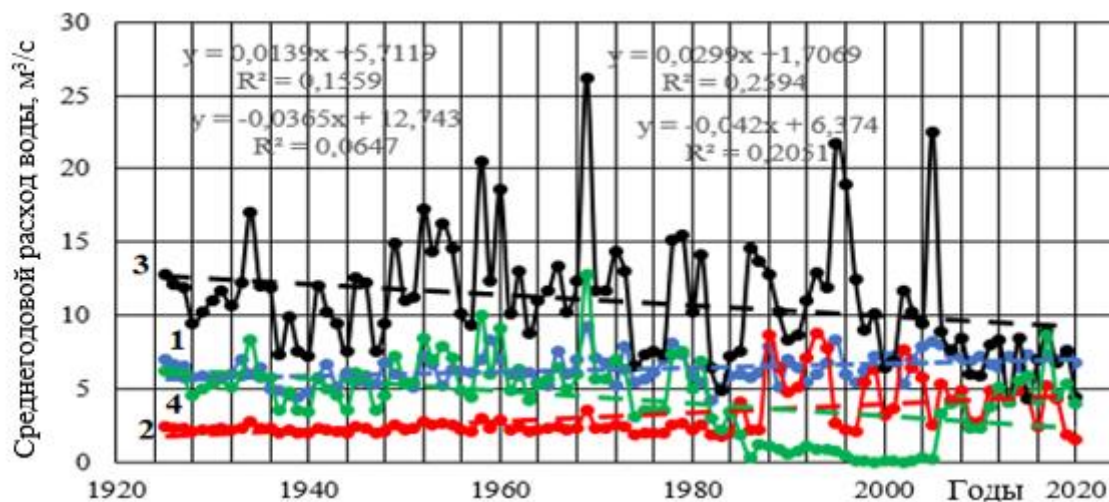


Рисунок 3. График изменения среднегодового расхода воды реки Куркуреу–Суу в гидрологических постах Чон–Кургак (1), Маймак (2), реки Ассы в гидрологическом посту Маймак (3) и реки Терс в гидрологическом посту Нурлыкент (4) за 1925–2020 годы и его линейный тренд

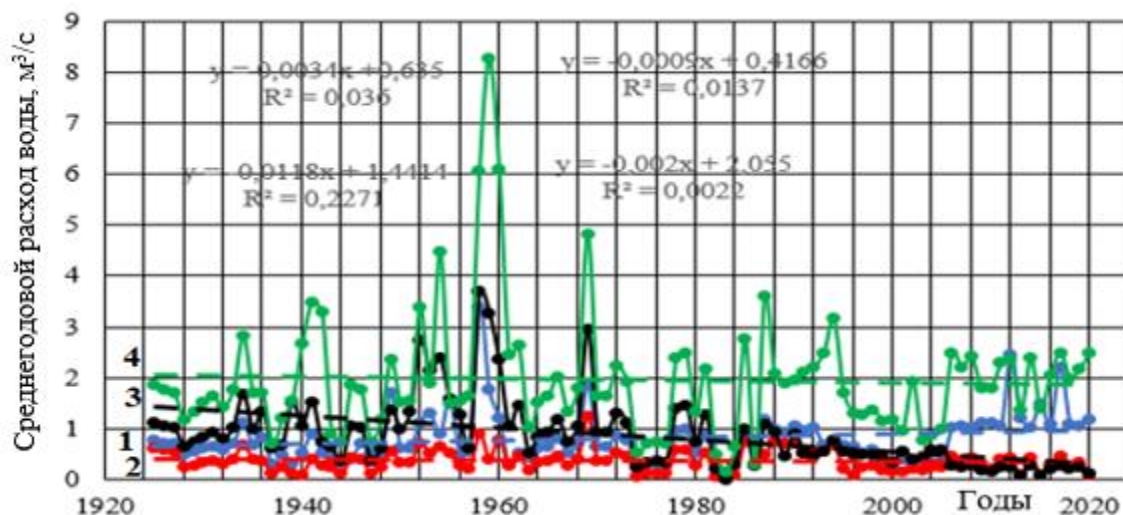


Рисунок 4. График изменения среднегодового расхода воды реки Тамды в гидрологическом посту Каратау (1), реки Беркуты в гидрологическом посту Карл Маркс (2), реки Коктал в гидрологическом посту Карашат (3) и реки Шабакты в гидрологическом посту Карашабакты (4) за 1925–2020 годы и его линейный тренд

В зоне регулирования гидрологического стока реки Талас, где подпитываются притоком реки Колба (площадь водосбора (F) 218,0 км², средний многолетний расход (Q_i) 1,69 м³/с), Беш-Таш (F = 314,0 км² и Q_i = 3,54 м³/с), Ур-Марал (F = 1130,0 км² и Q_i = 8,59 м³/с), Кумуш-Так (F = 333,0 км² и Q_i = 2,68 м³/с), Кара-Бура (F = 797,0 км² и Q_i = 3,68 м³/с), Кен-Кол (F = 406,0 км² и Q_i = 2,42 м³/с) и Нылды (F = 281,0 км² и Q_i = 0,72 м³/с), тенденция изменения среднегодового расхода воды ниже Кировского водохранилища многолетнего регулирования (гидрологический пост Кировское) за рассматриваемый период (1925–2020) положительный, то есть составляет 35,44 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,369 м³/с в год и в сравнении с гидрологическим постом Караой среднегодовой расход воды увеличивается два-три раза, особенно в период 1980–2012 гг., что связано с интенсивным таянием ледников и изменением климата Таласского хребта Кыргызской Республики (рис. 1).

Анализ динамики среднегодового расхода воды реки Талас в створе гидрологического поста Покровка, то есть в зоне использования водных ресурсов в пределах Кыргызской Республики, тенденция изменения среднегодового расхода воды за рассматриваемый период (1925–2020) отрицательный, то есть составляет –13,54 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,1410 м³/с в год (рис. 1).

В зоне использования водных ресурсов реки Талас в пределах Республики Казахстан тенденция изменения среднегодового расхода воды за рассматриваемый период 1925–2020 гг. в гидрологических постах Жасоркенет и Трудовой пахарь положительный, то есть соответственно составляет 0,14 м³/с и 0,85 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,0015 м³/с и 0,0089 м³/с в год, а в гидрологических постах Жиенбет и Учарал, расположенных в зоне magazинирования стока, отрицательный, то есть соответственно составляет –10,93 м³/с и –7,49 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,114 м³/с и 0,078 м³/с в год, где изменения гидрологического режима реки происходит симметрично и последовательно-пропорционально в пространственно-временном масштабе (рис. 2).

Анализ динамики формирования гидрологического стока в водосборной территории бассейна реки Куркуреу-Суу показал, что, в гидрологических постах Чон-Кургак, расположенного в зоне формирования стока и Маймак, расположенного в устье выше до слияния рекой Терс (рис. 3) в пределах Кыргызской Республики, тенденция изменения среднегодового расхода воды за рассматриваемый период (1925–2020) положительный, то есть соответственно составляет 1,33 м³/с и 2,85 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,014 м³/с и 0,030 м³/с в год.

Анализ динамики формирования гидрологического стока реки Терс в створе гидрологического поста Нурлыкент, расположенного выше Терс-Ащыбулакского водохранилища и реки Асса в створе гидрологического поста Маймак, расположенного ниже слияния реки Терс и Куркуреу-Суу, тенденция изменения среднегодового расхода воды за рассматриваемый период (1925–2020) отрицательный, то есть соответственно составляет –3,99 м³/с и –3,42 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,042 м³/с и 0,036 м³/с в год (рис. 3).

Тенденция изменения среднегодового расхода воды рек Тамды, Беркуты, Коктал и Шабакты, расположенных в водосборной территории реки Асса, берущих начало в северных склонах хребта Каратау, где источниками питания являются снежные покровы и атмосферные осадки, отрицательный и за рассматриваемый период (1925–2020) отрицательный, то есть соответственно составляет –0,29 м³/с, –0,10 м³/с, –1,14 м³/с и –0,19 м³/с за 96 лет с интенсивностью 0,003 м³/с, 0,001 м³/с, 0,012 м³/с и 0,002 м³/с в год (рис. 4).

На основе анализа и обработки гидрологического показателя восьми рек в водосборной территории бассейна реки Асса-Талас по пятнадцатым гидрологическим постам методом линейного тренда получены гидрологические модели, из которых в пяти гидрологических постах — положительные и в девяти гидрологических постах — отрицательные по набору переменных, характеризующих условия формирования гидрологического стока (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Гидрологические модели изменения среднегодовых расходов воды в пространственно-временном масштабе в водосборной территории бассейна рек Асса-Талас

Река	Гидрологический пост	Уравнение линейных трендов	Изменение показателей (м ³ /с)
Талас	Караой	$Q_i = -0,068 \cdot N_i + 17,794$	- 6,46
	Кировское	$Q_i = 0,373 \cdot N_i + 27,917$	35,44
	Покровка	$Q_i = -0,578 \cdot N_i + 69,026$	-13,54
	Жасоркенет	$Q_i = 0,0015 \cdot N_i + 17,572$	0,14
	Трудовой пахарь	$Q_i = 0,0089 \cdot N_i + 13,426$	0,85
	Жиенбет	$Q_i = -0,115 \cdot N_i + 17,398$	-10,93
	Учарал	$Q_i = -0,078 \cdot N_i + 11,305$	-7,49
Куркуреу-Суу	Чон-Кургак	$Q_i = 0,014 \cdot N_i + 5,712$	1,33
	Маймак	$Q_i = 0,030 \cdot N_i + 1,707$	2,85
Асса	Маймак	$Q_i = -0,036 \cdot N_i + 12,743$	-3,42
Терс	Нурлыкент	$Q_i = -0,042 \cdot N_i + 6,734$	- 3,99
Тамды	Каратау	$Q_i = -0,003 \cdot N_i + 0,685$	- 0,29
Беркуты	Карла Маркса	$Q_i = -0,001 \cdot N_i + 0,417$	- 0,10
Коктал	Карашат	$Q_i = -0,012 \cdot N_i + 1,441$	-1,14
Шабакты	Карашабакты	$Q_i = -0,002 \cdot N_i + 2,055$	-0,19

Для анализа и выявления влияния природных и антропогенных факторов на гидрологический режим рек в водосборной территории бассейна Асса-Талас использован статистический метод, поз-

воляющий приближенно оценивать их однородность за рассматриваемый период графико-аналитическим способом, путем построения суммарных интегральных кривых среднегодового расхода воды, которые произведены в программе Microsoft Excel (рис. 5–8).

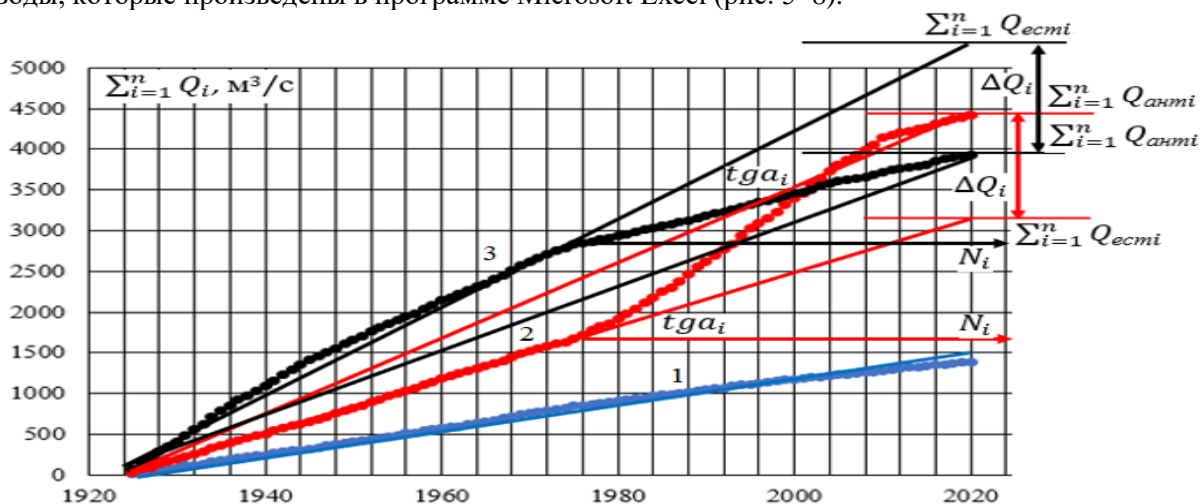


Рисунок 5. График суммарной интегральной кривой среднегодового расхода воды реки Талас в гидрологических постах Караой (1), Кировское (2) и Покровка (3) на территории Кыргызской Республики

Для определения приблизительной точки перелома временного ряда за рассматриваемый период проводим касательную прямую линии суммарной интегральной кривой, характеризующей последовательность нарастания среднегодового расхода воды рек от начало рассматриваемого периода.

При этом касательная прямая линия в определенной степени характеризует последовательность нарастания естественного среднегодового расхода воды рек ($\sum_{i=1}^n Q_{естi}$), а прямая линия, соединяющаяся с суммарной интегральной кривой начало и конец рассматриваемого периода, характеризует последовательность нарастания антропогенного среднегодового расхода воды ($\sum_{i=1}^n Q_{антi}$) и по их разнице определяют увеличение или уменьшение среднегодового расхода воды ΔQ_i рассматриваемого периода:

- если $\sum_{i=1}^n Q_{естi} < \sum_{i=1}^n Q_{антi}$, тогда $\Delta Q_i = \sum_{i=1}^n Q_{антi} - \sum_{i=1}^n Q_{естi}$;
- если $\sum_{i=1}^n Q_{естi} > \sum_{i=1}^n Q_{антi}$, тогда $\Delta Q_i = \sum_{i=1}^n Q_{естi} - \sum_{i=1}^n Q_{антi}$.

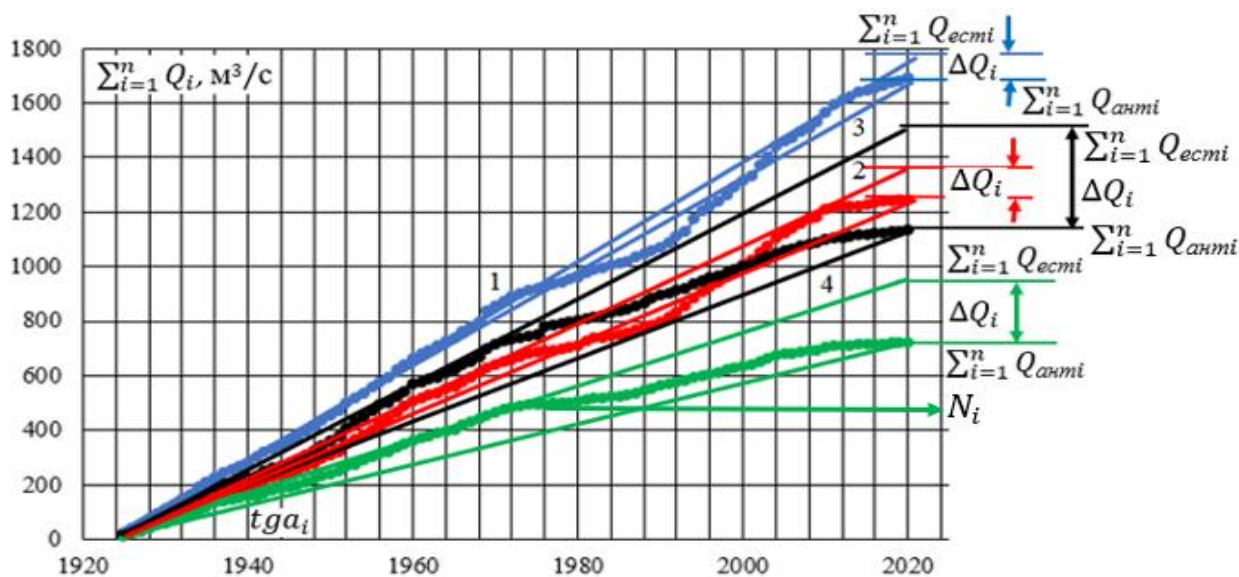


Рисунок 6. График суммарной интегральной кривой среднегодового расхода воды реки Талас в гидрологических постах Жасоренет (1), Трудовой пахарь (2), Жиенбет (3) и Учарал (4) на территории Республики Казахстан

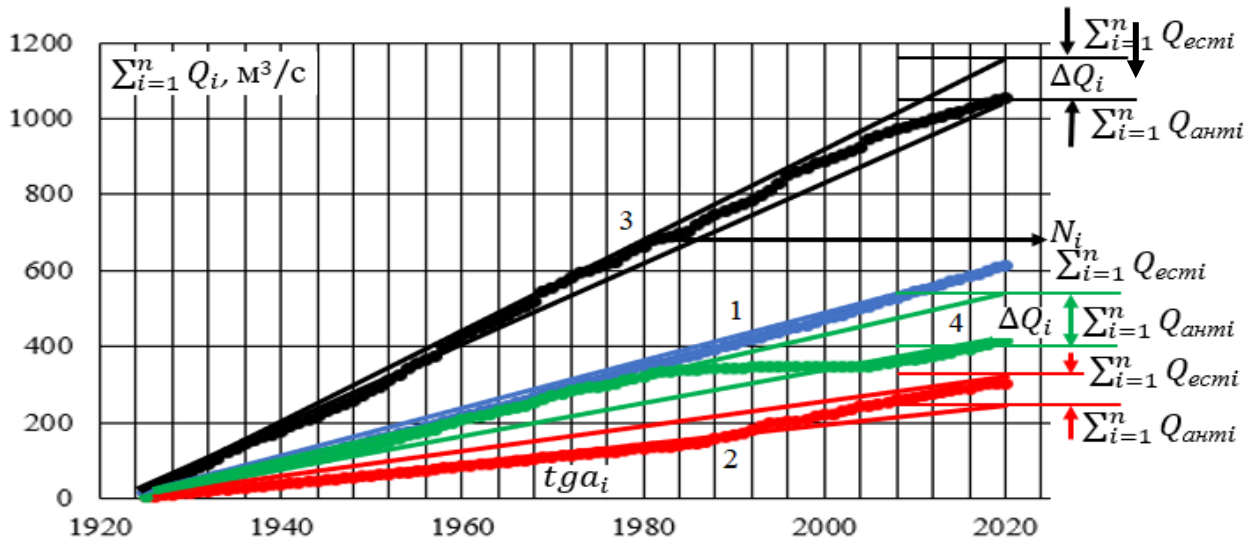


Рисунок 7. График суммарной интегральной кривой среднегодового расхода воды реки Куркуреу-Суу в гидрологических постах Чон-Кургак (1) и Маймак (2) в пределах Кыргызской Республики, реки Асса в гидрологическом посту Маймак (3) и реки Терс в гидрологическом посту Нурлыкент (4) на территории Республики Казахстан

В свою очередь тангенс угла наклона линий (tga_i), соединяющий две точки на суммарной интегральной кривой, равен среднегодовому расходу воды реки ($\Delta Q_{срi}$) на выбранном интервале времени (N_i) и тангенс угла наклона, касательный к суммарной интегральной кривой, равен расходу (ΔQ_i) данного момента времени, характеризующий их математический смысл, то есть $\lim(\Delta Q_i/\Delta N_i) = d\Delta Q_i/d\Delta N_i = tga$. При этом физический смысл тангенса угла наклона линий (tga_i), представляет не только статистический признак формирования временного ряда гидрологического стока, но и является индикатором физического процессов на территории водосбора речного бассейна, демонстрируя влияние природных и антропогенных факторов.

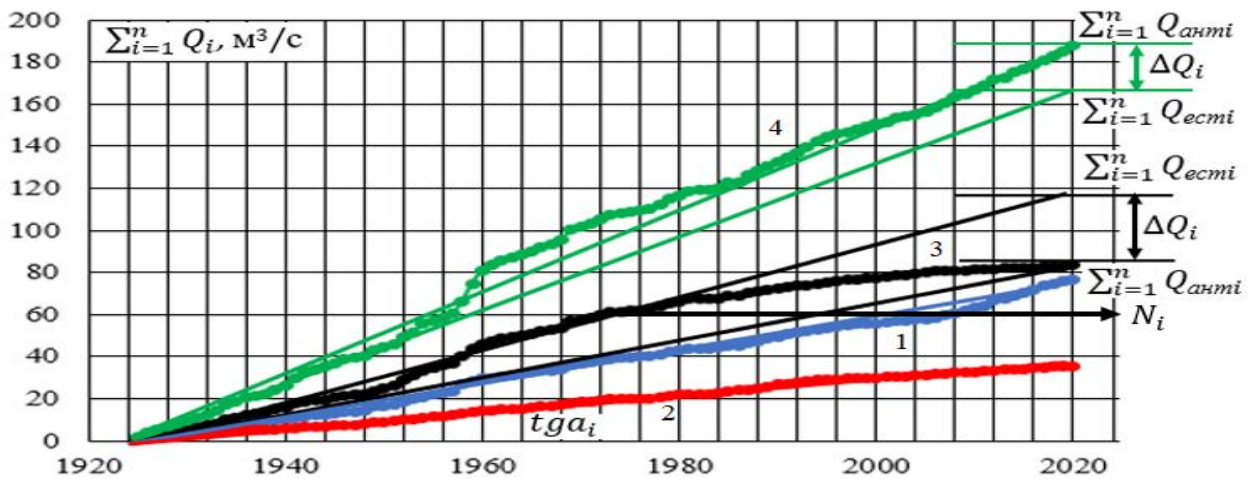


Рисунок 8. График суммарной интегральной кривой среднегодового расхода воды реки Тамды в гидрологическом посту Каратау (1), реки Беркуты в гидрологическом посту Карл Маркс (2), реки Коктал в гидрологическом посту Карашат (3) и реки Шабакты в гидрологическом посту Карашабакты (4)

Анализ суммарных интегральных кривых среднегодового расхода воды рек в водосборной территории бассейна Асса-Талас показал (рис. 5–8), что временный ряд среднегодового расхода воды рек за рассматриваемый период (1925–2020) можно разбить на две квазиоднородные совокупности с проломной точкой, характеризующей переход от природной на антропогенные деятельность речных бассейнов:

- бассейна реки Талас, только в створе гидрологического поста Караой суммарная интегральная кривая среднегодового расхода воды представляет собой идеальную прямую (рис. 5), что говорит о стабильности среднегодового расхода воды за период наблюдений, в гидрологических постах Кировское, Покровка, Жасоркент, Трудовой пахарь, Жиенбет и Учарал, расположенных ниже Кировское водохранилища, многолетнего регулирования наблюдается с 1975 года нарушения однородности среднегодового расхода воды рек от начало рассматриваемого периода (рис. 5, 6);

- бассейна реки Асса, суммарная интегральная кривая среднегодового расхода воды реки Куркуреу-Суу в гидрологических постах Чон-Кургак и Маймак, а также в реках Тамды и Беркуты представляет собой относительно прямую линию (рис. 7, 8), что характеризует стабильность формирования гидрологического стока, а по реке Асса (гидрологический пост Маймак), Терс, Коктал и Шабакты наблюдается с 1975 г. нарушения однородности среднегодового расхода воды рек от начало рассматриваемого периода, что связано со строительством водохранилища Терс-Ащибулак на реке Терс и Ынтылы и реке Шабакты сезонного регулирования.

Оценка изменений водности рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас и синхронности или асинхронности ее многолетних колебаний выполнена на основе нормирования разностных интегральных кривых модульных коэффициентов среднегодового расхода воды с использованием методов разностно-интегральных кривых (рис. 9, 10):

- изучения многолетних колебаний среднегодового расхода воды бассейна реки Талас за рассматриваемый период (1925–2020) по гидрологическим постам с применением рассмотренных выше приемов показали об отсутствии общей закономерности, то есть во всех гидрологических постах кроме Кировское с 1925 до 1975 гг. наблюдается многоводный цикл, а после этого начинается до настоящего времени маловодный цикл, но с различиями в сроках наступления фаз и амплитуды циклических колебаний;

- исследования многолетних колебаний среднегодового расхода воды бассейна реки Куркуреу-Суу в гидрологических постах Чон-Кургак и Маймак, а также в реках Асса, Терс, Тамды, Беркуты, Коктал и Шабакты показали, что за рассматриваемый период наблюдается в определенной степени строгая периодичность в колебаниях гидрологического стока, то есть в общих чертах с 1925 до 1975 г. проходит многоводный цикл, а с 1976 г. до настоящего времени ярко выраженный маловодный цикл.

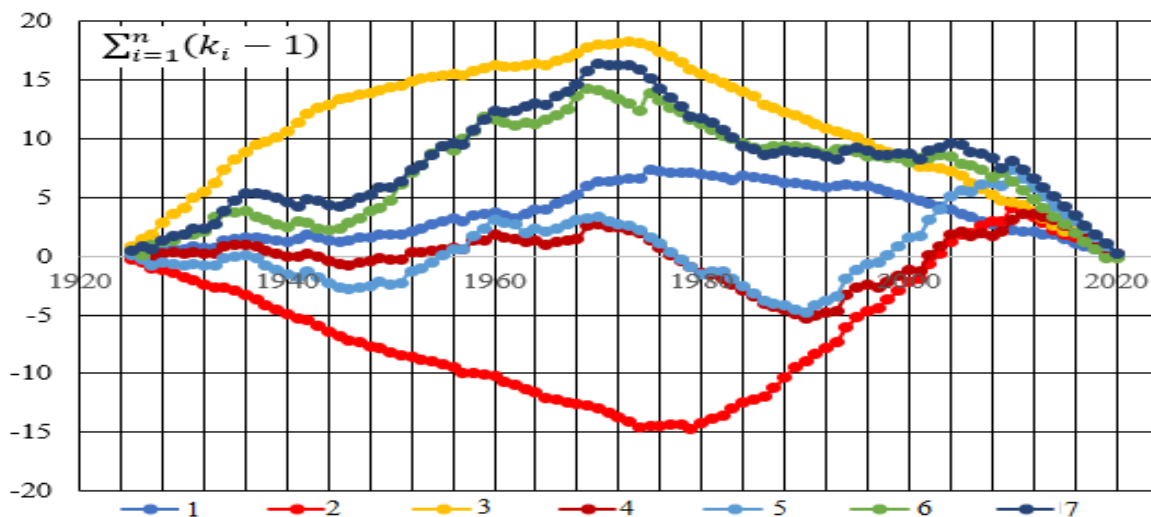


Рисунок 9. Разностно-интегральная кривая среднегодового расхода воды реки Талас по гидрологическим постам Караой (1), Кировское (2), Покровка (3), Жасоркент (4), Трудовой пахарь (5), Жиенбет (6) и Учарал (7) за 1925–2020 гг. и оценки водности (репрезентивности)

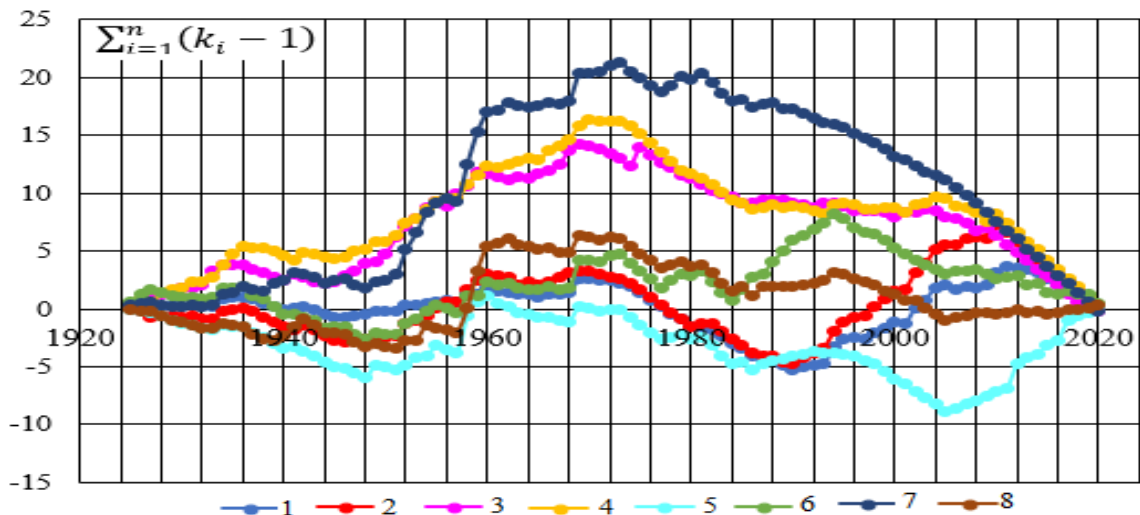


Рисунок 10. Разностно-интегральная кривая среднегодового расхода воды реки Куркуреу-Суу по гидрологическим постам Чон-Кургак (1) и Маймак (2), реки Терс (3), Асса (4), Тамды (5), Беркуты (6), Коктал (7) и Шабакты (8) за 1925–2020 гг. и оценки водности (репрезентивности)

Таким образом, сопоставление синхронности или асинхронности колебаний водности рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас и анализ ее на основе построения разностно-интегральных кривых среднегодового расхода воды с использованием программы Microsoft Excel позволяют выделить на графиках многоводный цикл рассматривающих как группу последовательных значений среднегодового расхода воды, превышающих среднее арифметическое значение (норму), а маловодный цикл — группу пониженных значений.

Для установления закономерностей колебания среднегодового расхода воды рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас были применены кривые обеспеченности, характеризующие вероятность превышения рассматриваемого ее значения в многолетнем ряду и параметризацию их статистических характеристик, выполненных на основе коэффициентов вариации (C_v) и асимметрии (C_s) [10] (рис. 11, 12):

$$C_v = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2 / (n - 1)};$$

$$C_s = [n \cdot \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3] / [(n - 1)(n - 2) \cdot C_v^3].$$

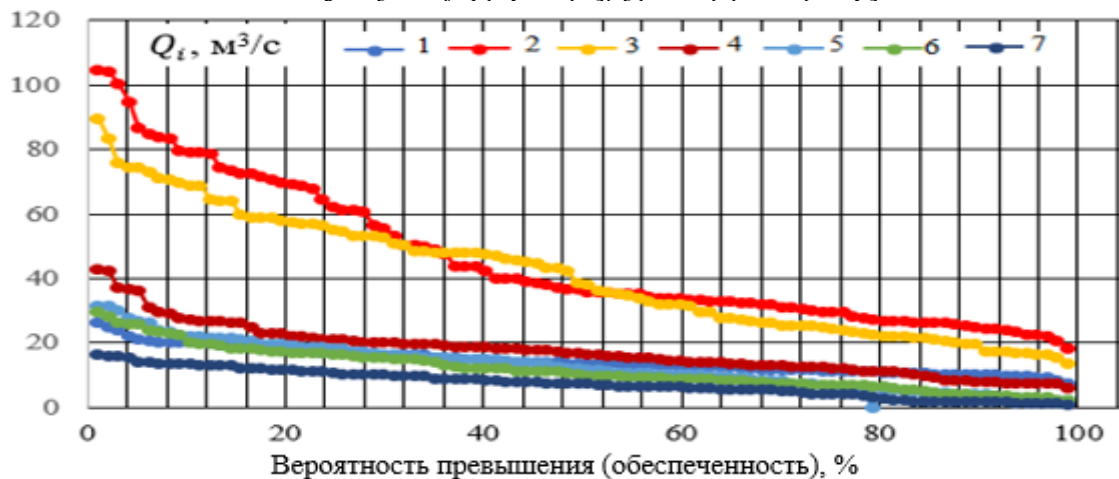


Рисунок 11. Эмпирическая кривая обеспеченности среднегодового расхода воды реки Талас по гидрологическим постам Караой (1), Кировское (2), Покровка (3), Жасоркенет (4), Трудовой пахарь (5), Жиенбет (6) и Учарал (7)

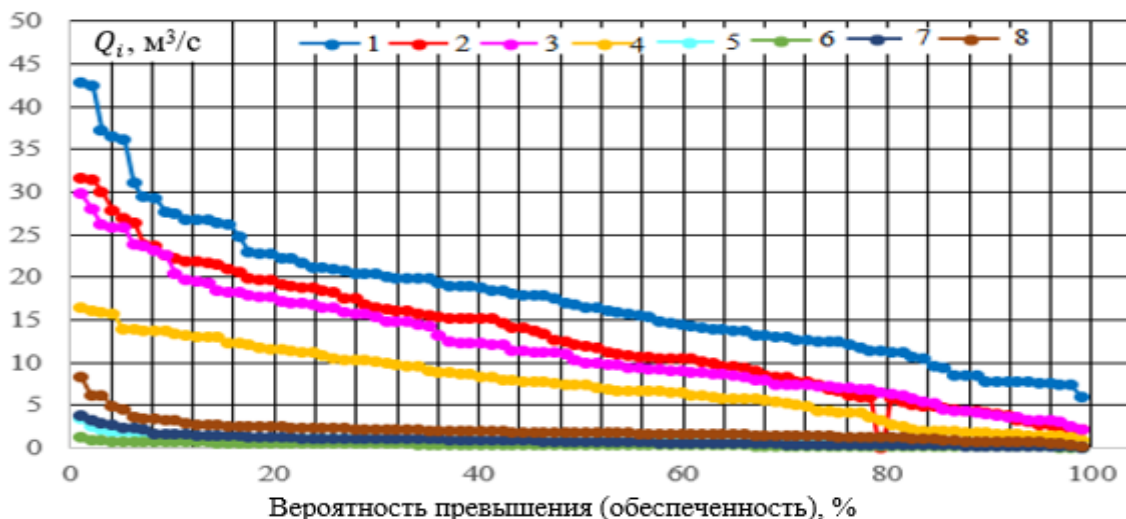


Рисунок 12. Эмпирическая кривая обеспеченности среднегодового расхода воды реки Куркуреу-Суу по гидрологическим постам Чон-Кургак (1) и Маймак (2) и рек Асса (3), Терс (4), Тамды (5), Беркуты (6), Коктал (7) и Шабакты (8)

Функция распределения среднегодового расхода воды реки Талас по гидрологическим постам Караой, Кировское, Покровка, Жасоркенет, Трудовой пахарь, Жиенбет и Учарал представляет собой преобразование случайной измеренной характеристики в новую (рис. 11), распределенную по известному вероятностному закону, описывающееся экспоненциальными или полиномиальными уравнением пятого порядка, отличающиеся по набору переменных.

Функция распределения среднегодового расхода воды реки Куркуреу-Суу по гидрологическим постам Чон-Кургак и Маймак и рек Асса, Терс, Тамды, Беркуты, Коктал и Шабакты, подчиняющегося вероятностному закону, описывающемуся экспоненциальными или полиномиальными уравнениями пятого порядка, отличающемуся только количественными значениями переменных, можно предположить, что является расположением их в одном географическом регионе и при этом не имеющее принципиальных природных особенностей.

При этом для оценки сходимости эмпирических оценок к соответствующему пределу использованы многолетние наблюдения среднегодового расхода воды рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас, имеющие интервал наблюдений 96 лет с последовательно вычислением значения коэффициентов вариации и асимметрии, значения среднегодового расхода воды рек 5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Статистические характеристики средних годовых расходов воды рек в водосборе бассейна Асса-Талас

Гидрологический пункт	Коэффициент		Расход воды (м³/с) различной обеспеченности, %				
	C_v	C_s	5	25	50	75	95
Река Талас							
Караой	0,267	0,756	21,20	16,90	13,50	11,30	9,80
Кировское	0,476	0,979	86,80	61,40	35,90	29,50	22,70
Покровка	0,454	0,459	74,30	55,10	38,20	24,50	16,70
Жасоркенет	0,443	1,070	36,10	21,10	16,50	12,40	7,50
Трудовой пахарь	0,560	0,505	27,00	18,50	11,90	6,60	2,60
Жиенбет	0,549	0,735	25,90	16,50	10,20	7,10	3,30
Учарал	0,556	0,197	13,90	10,90	7,30	4,20	1,40
река Куркуреу-Суу							
Чон-Кургак	0,154	0,208	8,10	7,00	6,20	5,70	4,90
Маймак	0,517	1,800	7,10	3,63	2,38	2,21	1,90
река Асса							
Маймак	0,364	1,142	18,93	12,76	10,29	7,64	5,94

река Терс							
Нурлыкент	0,596	0,120	8,41	5,90	4,57	2,32	0,07
река Тамды							
Каратау	0,630	2,200	1,77	1,03	0,69	0,48	0,29
река Беркуты							
Карл-Маркс	0,591	0,941	0,75	0,52	0,36	0,22	0,08
Река Коктал							
Карашат	0,794	1,821	2,38	1,08	0,74	0,37	0,16
Карашабакты							
Карашабакты	0,623	2,489	4,48	2,36	1,76	1,31	0,66

Физический смысл коэффициента вариации (C_v) среднегодового расхода воды (Q_i) той или иной реки характеризует степень их изменчивости, то есть чем больше C_v , тем больше изменчивость Q_i и, как правило, возрастает от более влажных к менее влажным районам. Эта природная закономерность четко проявляется в водосборной территории бассейна реки Асса-Талас, где источниками питания в зонах формирования стока реки Талас в створах Карой и Куркуреу-Суу в створах Чон-Кургак являются ледники и атмосферные осадки горной системы Таласским-Ала-Тоо, коэффициента вариации (C_v) среднегодового расхода воды (Q_i) соответственно составляют 0,267 и 0,154.

Коэффициент вариации (C_v) среднегодового расхода воды (Q_i) в зоне регулирования и использования водных ресурсов реки Талас, по данным гидрологических постов Кировское, Покровка, Жасоркент, Трудовой пахарь, Жиенбет и Учарал, расположенных в среднем течении (предгорной зоне) и зоне магазинирования (южной пустынной зоне) поверхностного стока количественное значение соответственно в пространственном масштабе увеличивается и составляет 0,476, 0,454, 0,443, 0,560, 0,546 и 0,556 (табл. 3).

В водосборной территории реки Куркуреу-Суу по гидрологическим постам Маймак и рек Асса (Маймак), Терс (Нурлыкент), Тамды (Каратау), Беркуты (Карла Маркса), Коктал (Карашат) и Шабакты (Карашабакты), расположенных в предгорной зоне хребта Таласского-Ала-Тоо и склонах Каратау, где поверхностные стоки формируются за счет атмосферных осадков, таянием снежного покрова и грунтовых вод и зонам магазинирования является пески Мойынкум, коэффициент вариации (C_v) среднегодового расхода воды (Q_i) соответственно составляет 0,517; 0,596; 0,630; 0,591; 0,796 и 0,628 (табл. 3).

Асимметричность кривой распределения среднегодового расхода воды (Q_i) характеризуется коэффициентом асимметрии (C_s) и показывают центр распределения его насколько смещены относительно моды (величина признака временного ряда, которые наиболее часто встречается в данной совокупности) и медианы (значения признака, которые находятся на середину временного ряда) в сторону высокого значения среднегодового расхода воды (Q_i) той или иной реки, то есть их количественное значение в пространственном масштабе на территории водосбора бассейна реки Асса-Талас, включающих реки Талас, Куркуреу-Суу, Асса, Терс, Тамды, Беркуты, Коктал и Шабакты изменяются от 0,197 до 2,489 и в определенной степени показывают о наличии прямо пропорциональной зависимости между коэффициентом асимметрии (C_s) и коэффициентом вариации (C_v) (табл. 3).

При этом интегральная кривая распределения среднегодового расхода воды (Q_i) той или иной реки на территории водосбора бассейна Асса-Талас показывает (рис. 11 и 12), что высокий среднегодовой расход воды (Q_i) наблюдается в пределах от 1,0 до 25,0 % обеспеченности, а затем их количественное значение резко снижается, что характерно рекам, где источниками питания являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова и грунтовые воды.

Заключение

Изучение для пространственно-временной оценки многолетних колебаний годового стока рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас, с использованием методов гидрологической аналогии, линейных трендов, суммарных, разностных и обычных интегральных кривых, базирующихся на математической статистике дало возможность выявить пространственно-временные закономерности изменения среднегодового расхода воды в условиях техноприродной трансформации водных ресурсов водотока:

- тенденция изменения среднегодового расхода воды бассейна реки Талас за рассматриваемый период (1925–2020) отрицательный, где изменения гидрологического режима реки происходит симметрично и последовательно-пропорционально в пространственно-временном масштабе;
- тенденция изменения среднегодового расхода воды бассейна реки Куркуреу-Суу-Асса, за рассматриваемый период (1925–2020), только, кроме гидрологического поста Чон-Кургак, расположенного в зоне формирования стока реки Куркуреу-Суу отрицательный, где источниками питания поверхностного стока являются атмосферные осадки, снежные покровы и грунтовые воды;
- анализ суммарных интегральных кривых среднегодового расхода воды рек в водосборной территории бассейна Асса-Талас показал, что временный ряд среднегодового расхода воды рек за рассматриваемый период (1925–2020) можно разбить на две квазиоднородные совокупности с проломной точкой, характеризующих переход от природных на антропогенные деятельности речных бассейнов, что связано с введением в эксплуатацию Кировского и Терс-Ащыбулакского водохранилищ, многолетнего и сезонного регулирования поверхностного стока;
- оценка изменений водности рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас и синхронности или асинхронности ее многолетних колебаний, выполненных на основе нормирования разностных интегральных кривых модульных коэффициентов среднегодового расхода воды с использованием методов разностно-интегральных кривых показала, что во всех гидрологических постах с 1925 по 1975 гг. наблюдается многоводный цикл, а после этого начинается до настоящего времени маловодный цикл, но с различиями всроках наступления фаз и амплитуда циклических колебаний;
- при оценке сходимости эмпирических оценок к соответствующему пределу использованы многолетние наблюдения среднегодового расхода воды рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас, имеющих интервал наблюдений 96 лет с последовательно вычислением значения коэффициентов вариации и асимметрии, значения среднегодового расхода воды рек 5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности, показали, что количественное значение коэффициента вариации увеличивается от горной зоны в сторону южной пустыни, где расположены зоны magazинирования поверхностного стока;
- интегральные кривые распределения среднегодового расхода воды (Q_i) той или иной реки на территории водосбора бассейна Асса-Талас показали, что высокий среднегодовой расход воды (Q_i) наблюдается в пределах от 1,0 до 25,0 % обеспеченности, а затем их количественное значение резко снижается, что характерно рекам, где источниками питания являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова и грунтовые воды.

Список литературы

- 1 Мустафаев Ж.С. Обоснование экологических услуг речных бассейнов на примере реки Талас / Ж.С. Мустафаев, Н.А. Турсынбаев, Л.В. Кирейчева. — LAP LAMBERN Academic Publishing, 2022. — 140 с.
- 2 Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1951–1963 гг.) Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. — Т. 14. Средняя Азия. — Вып. 2. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 80 с.
- 3 Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг.) Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — С. 86–91.
- 4 Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1971–1975 гг.) Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. — Т.14. Средняя Азия. — Вып. 2. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — С. 90–93.
- 5 Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. — Т. 5. Казахская ССР. — Вып. 3. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — С. 72, 73.
- 6 Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики (за 1985–1990 гг. и весь период наблюдений).. — Т. 5. Казахская ССР. — Вып. 3. — Алматы: Казгидромет, 1997. — С. 73–75.
- 7 Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Сырдарья, Шу и Талас. — Вып. 3. — Алматы, 2005. — 98 с.
- 8 Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Шу и Талас. — Алматы, 2015. — Вып. 8. — 82 с.
- 9 Определение расчетных гидрологических характеристик. — СПб.; М., 2004. — 75 с.
- 10 Волчек А.А. Гидрологические расчеты / А.А. Волчек, С.П. Попух, А.А. Волчек. — Минск: Белорус. гос. ун-т, 2019. — 316 с.
- 11 Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток / И.А. Шикломанов. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — 333 с.

Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.Б. Абдешев, Н.А. Турсынбаев

Асы-Талас су жинау алабының аймағындағы өзендердің техногендік жүргілерді ескергендегі гидрологиялық пішіні

Көпжылдық ақпараттық-талдамалық материалдар негізінде «Қазгидромет» РМК гидрологиялық бекеттері 1925-2020 жылдардағы математикалық статистикаға негізделген гидрологиялық ұқсастық әдісін, сызықтық трендтерді, жиынтық, айырмалық және кәдімгі интегралдық қисықтарды пайдалана отырып, Асы-Талас бассейнінің су жинау аумағындағы өзеннің жылдық ағынының көпжылдық ауытқуларын кеңістіктік-уақыттық бағалауды зерделеу үшін зерттеу базасын құрды. Зерттеулер көрсеткендей, қарастырылып отырған кезеңде, яғни 1925-2020 жылдар аралығында Асы-Талас бассейнінің су жинау аймағындағы өзендердің орташа жылдық су ағынының өзгеру тенденциясы теріс, мұнда өзеннің гидрологиялық режимінің өзгеруі кеңістіктік-уақыттық масштабта симметриялы және дәйекті-пропорционалды түрде жүреді, табиғи белсенділіктен антропогендік белсенділікке көшуді сипаттайтын екі квазибіртекті кезең бар. Асы-Талас бассейнінің су жинау аумағындағы өзендер суының өзгеруін және оның көпжылдық тербелістерінің синхрондылығын немесе бейсинхрондылығын бағалауда 1925 жылдан 1975 жылға дейінгі барлық гидрологиялық бекеттерде көп су циклі байқалған, содан кейін осы уақытқа дейін аз су циклі басталады, бірақ фазалардың басталу уақыты мен циклдік тербелістердің амплитудасының айырмашылықтарына дифференциалды интегралды қисықтар әдісін қолдана отырып, орташа жылдық су ағынының модульдік коэффициенттерінің дифференциалды интегралдық қисықтарын нормалау негізінде орындалды. Сонымен қатар, вариация коэффициентінің сандық мәні таулы аймақтан оңтүстік шөлге қарай артады, жерүсті ағынының және судың орташа жылдық шығынының жинақтау аймақтары орналасқан жерде барлық қарастырылып отырған өзендерде 1,0-ден 25,0%-ға дейін қамтамасыз ету байқалады, содан кейін олардың сандық мәні күрт төмендейді, бұл атмосфералық жауын-шашын, қар жамылғысының еруі және жерасты сулары қоректену көзі болып табылатын өзендерге тән.

Кілт сөздер: гидрологиялық пішін, орташа жылдық су ағынының өтімі, сызықтық тренд, жиынтық, айырымдылық және жай интегралдық қисықтар, көрсеткіш, вариация, асимметрия.

Zh.S. Mustafayev, A.T. Kozykeyeva, K.B. Abdeshev, N.A. Tursynbaev

Hydrological profile of the river in the drainage territory of the Assa-Talas basin in considering technological processes

Based on long-term information and analytical materials, the hydrological posts of the RSE “Kazhydromet” for 1925-2020 created a research base to study the spatial and temporal assessment of long-term fluctuations in the annual river flow in the catchment area of the Assa-Talas basin, using the method of hydrological analogy, linear trends, total, difference and ordinary integral curves, based on mathematical statistics. Studies have shown that the trend of changes in the average annual flow of river water in the catchment area of the Assa-Talas basin for the period under consideration 1925-2020 is negative, where changes in the hydrological regime of the river occur symmetrically and sequentially proportionally in the spatio-temporal scale, there are two quasi-homogeneous periods characterizing the transition from natural activities to anthropogenic. An assessment of changes in the water content of rivers in the catchment area of the Assa-Talas basin and the synchronism or asynchrony of its long-term fluctuations, performed on the basis of normalizing the difference integral curves of the modulus coefficients of the average annual water discharge using the method of difference-integral curves, showed that in all hydrological stations from 1925 to 1975 a high-water cycle is observed, and after that, a low-water cycle begins to the present, but with differences in the timing of the onset of phases and the amplitude of cyclic oscillations. At the same time, the quantitative value of the coefficient of variation increases from the mountainous zone towards the southern desert, where the zones of surface runoff are located and the high average annual water flow in all the rivers under consideration is observed in the range from 1.0 to 25.0% of the supply, and then their quantitative value decreases sharply, which is typical for rivers, where atmospheric precipitation, melting snow cover and groundwater are sources of food.

Keywords: hydrological profile, average annual water discharge, linear trend, total, difference and ordinary integral curves, coefficient, variation, asymmetry.

References

- 1 Mustafayev, Zh.S., Tursynbaev, N.A. & Kireicheva, L.V. (2022). Obosnovanie ekologicheskikh uslug rechnykh basseinov na primere reki Talas [Justification of ecological services of river basins using the example of the Talas River]. LAP LAMBERN Academic Publishing [in Russian].

- 2 (1969). Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki (za 1951–1963 gg.) Basseiny ozera Issyk-Kul i rek Chu, Talas, Tarim. T. 14. Srednaia Aziia [Surface water resources of the USSR. Main hydrological characteristics (for 1951-1963) Basins of lake Issyk-Kul and rivers Chu, Talas, Tarim. Vol. 14. Middle Asia]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 2, 80 [in Russian].
- 3 (1977). Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki (za 1963–1970 gg.) Basseiny ozera Issyk-Kul i rek Chu, Talas, Tarim [Main hydrological characteristics (for 1963-1970) basins of lake Issyk-Kul and rivers Chu, Talas, Tarim]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 86–91 [in Russian].
- 4 (1979). Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki (za 1971–1975 gg.) Basseiny ozera Issyk-Kul i rek Chu, Talas, Tarim. T.14. Srednaia Aziia [Surface water resources of the USSR. The main hydrological characteristics (for 1971-1975) of the basins of Lake Issyk-Kul and the rivers Chu, Talas, Tarim. Vol. 14. Central Asia]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 2, 90–93 [in Russian].
- 5 (1987). Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Vol. 5. Kazakhskaya SSR [State Water Cadastre. Long-term data on land surface water regime and resources. Vol. V. Kazakh SSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 3, 72, 73 [in Russian].
- 6 (1997). Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki (za 1985–1990 gg. i ves period nabludenii). [State Water Cadastre. Main hydrological characteristics (for 1985-1990 and the entire observation period)]. Vol. V. Kazakhskaya SSR. Almaty: Kazgidromet, 3, 73–75 [in Russian].
- 7 (2005). Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Basseiny rek Syrdari, Shu i Talas [State Water Cadastre. Long-term data on the regime and resources of land surface water. Syr Darya, Shu and Talas river basins]. Almaty, 3, 98 [in Russian].
- 8 (2015). Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Basseiny rek Shu i Talas [State Water Cadastre. Annual data on land surface water regime and resources. Shu and Talas river basins]. Almaty, 8, 82 [in Russian].
- 9 (2004). Opredelenie raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik [Determination of calculated hydrological characteristics]. Saint Petersburg–Moscow [in Russian].
- 10 Volchek, A.A., Popukh, S.P. & Volchek, A.A. (2019). Gidrologicheskie raschety [Hydrological calculations]. Minsk: Belorusskii gosudarstvennyi universitet [in Russian].
- 11 Shiklomanov, I.A. (1989). Vliianie khoziaistvennoi deiatelnosti na rechnoi stok [Impact of economic activities on river flow]. Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].

Н.К. Смагулов, А.Е. Конкабаева*, А.Ж. Садыкова, Г.Ж. Мукашева, А.Т. Серік

Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

**Автор для корреспонденции: aiman54@mail.ru*

Ретроспективная оценка погодных условий в городах Петропавловске и Караганде за 11-летний период (2010–2020 годы)

В статье проведен сравнительный анализ погоды за 11-летний период (2010–2020 годы) в городах Петропавловске и Караганде. Показатели погоды были использованы по данным Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды Республики Казахстан и архивов погоды в Караганде и Петропавловске на сайтах погоды. Были проанализированы температура воздуха, влажность, осадки, скорость ветра, точка росы. Наряду с этим для биоклиматической оценки холодного периода использовался метод Бодмана, который позволил определить в баллах степень суровости погоды. Анализ степени суровости погоды по Бодману в исследуемых городах свидетельствует, что в г. Петропавловске более суровая зима. Оценка теплоощущений по ветро-холодovому индексу Сайпла в исследуемых регионах показала, что теплоощущения можно расценивать как «холодно» все зимние месяцы. Была рассчитана эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), которая является комплексным показателем теплоощущений человека и складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. На основе ЭЭТ сделано заключение, что погода в городах по показателю ЭЭТ отличалась значительным дискомфортом.

Ключевые слова: погода, температура, влажность, точка росы, осадки, снег, индекс Бодмана, ветро-холодovый индекс Сайпла, эквивалентно-эффективная температура.

Введение

Воздействие погодных условий сверх определенных пороговых значений имеет как прямые, так и косвенные последствия. Прямые последствия включают увеличение случаев смертности, заболеваемости и травматизма, вызванные экстремальными погодными явлениями (например, аномальной жарой, штормами, лесными пожарами, засухами и наводнениями) [1, 2]. Косвенные включают ухудшение качества воздуха, рост случаев заболеваний, передающихся через пищу и воду, а также болезни, вызванные недостаточным питанием, из-за изменений экосистемы. По данным демографических исследований России, высокая смертность зафиксирована в регионах Сибири и Дальнего Востока, что, прежде всего, связано с климатическими условиями. Характерно, что смертность увеличивалась с юга на север и с запада на восток. В этот процесс существенный вклад вносили такие причины, как загрязнение окружающей среды и суровые климатические условия [3, 4].

В настоящее время информации о значении модификаторов окружающей среды все еще недостаточно. Этот аспект требует тщательного изучения. Погодные условия, а именно температура, относительная влажность, количество осадков в сочетании с загрязнением атмосферного воздуха могут вызывать заболевания, приводящие к увеличению количества смертей [4, 5]. В ряде работ сообщалось о росте смертности, связанной с изменением климата и, как следствие, температурных режимов [6, 7]. Так, в австралийском исследовании изучался риск увеличения смертности, как от неоптимальных температур, так и от их изменчивости. Было отмечено, что за исследуемый период воздействие жары, холода и изменчивости температуры одновременно обусловили около 6,0 % всех смертей [8]. Другое исследование в Китае показало, что дополнительное повышение среднегодовой температуры на 1°C увеличивало уровень смертности в среднем на 3,2 % [9].

Температурные режимы, экстремальные погодные явления, а также изменение климата влияют на общественное здравоохранение через качество воздуха [10, 11]. В зависимости от вида загрязнителя атмосферного воздуха влияние погоды на здоровье населения может варьировать в широких пределах от явлений переноса до химических реакций в атмосфере, регулирующих образование вторичных загрязнителей. В многочисленных исследованиях показана положительная корреляция между загрязнением воздуха и воздействием погодных переменных со смертностью, особенно в связи с респираторными, сердечно-сосудистыми заболеваниями и инсультами [12–17]. В частности, большин-

ство исследований демонстрируют, что частота инсульта увеличивается зимой и весной и уменьшается летом и осенью [18–21].

Одни и те же погодные условия неоднозначно влияют на людей в зависимости от возраста, пола, состояния здоровья и других факторов [22]. Для оценки биоклиматических условий территории необходимо использовать комплексные метеорологические показатели (индексы), отражающие ощущения человека, определяющие зоны комфорта и дискомфорта [23]. В связи с изложенным выше, целью нашего исследования было проведение комплексной биоклиматической характеристики территорий, что позволило оценить влияние погодных факторов на самочувствие и здоровье людей.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования были данные официального учета метеорологических показателей Информационных бюллетеней о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за период с 2010 г. по 2020 гг., сведения из Архива погод официального сайта Республиканского метеорологического центра в гг. Караганде и Петропавловске [1, 2].

Расчеты были сделаны на основании средних многолетних значений метеорологических показателей по данным Архива погоды в гг. Караганде и Петропавловске. Для оценки биоклиматических условий изучаемых территорий было необходимо использовать различные комплексные (включающие значения двух или более метеорологических величин и явлений) метеорологические показатели (индексы), отражающие ощущения человека, определяющие зоны комфорта и дискомфорта [24]. С этой целью нами изучались: точка росы, сезонные индексы «жесткости» зимней погоды Бодмана (S), «ветро-холодовой индекс» Сайпла (K), эффективная температура.

Точка росы — значение температуры, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, конденсируют в росу. Она определяется относительной влажностью воздуха. Для быстрого расчета точки росы использовали таблицу ее вычисления. Для биоклиматической оценки холодного периода вычисляли суровость зим по индексу Бодмана [23], который рассчитывали по формуле

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,27v),$$

где S — индекс суровости погоды в баллах; t — температура воздуха, °C; v — скорость ветра, м/с.

В зависимости от величины индекса принято считать: $S < 1$ — несуровая погода; $1 < S < 2$ — мало суровая погода; $2 < S < 3$ — умеренно суровая погода; $3 < S < 4$ — суровая погода; $4 < S < 6$ — очень суровая погода; $5 < S < 6$ — жестко суровая погода; $S > 6$ — крайне суровая погода.

В виду необходимости точного учета влияния одного из наиболее значимых в зимний период метеофактора — скорости ветра, результаты были дополнены расчетом «ветро-холодового индекса» Сайпла [18], который вычислялся по формуле

$$K = (100v + 10,45v) * (33 - t),$$

где K — сезонный индекс Сайпла; v — скорость ветра, м/с; t — температура воздуха в С.

<кал/(м²•ч) — прохладно; 800 кал/(м²•ч) — холодно; 1000 кал/(м²•ч) — очень холодно; 1200 кал/(м²•ч) — жестко холодно; 2500 кал/(м²•ч) — невыносимо холодно.

Эффективная температура — это один из биометеорологических индексов, характеризующий эффект воздействия на человека комплекса метеорологических элементов (температуры, влажности воздуха и ветра).

Мы использовали следующую формулу для расчёта эффективной температуры:

$$T_{эф} = -2,7 + 1,04 T + 2,0 P - 0,65 v,$$

где T — температура воздуха (°C); P — парциальное давление водяного пара (кПа); v — скорость ветра на 10 м над уровнем земли.

Отрицательные значения эффективной температуры характеризуют вероятность обморожения, положительные — теплового удара.

Полученные результаты были обработаны методами статистики. Для определения разницы между группами использовался t-критерий Стьюдента. $P < 0,05$ считались значимыми.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате обработки массива информации о погоде в исследуемых регионах нами было выяснено, что холодный сезон в регионах длится более 3 месяца, с ноября по март. Самый холодный месяц в году в Петропавловске — январь, со средним температурным максимумом -20°C и минимумом -12°C , средняя температура $-18,1 \pm 1,33^{\circ}\text{C}$ в январе месяце, что достоверно ниже ($P < 0,05$), чем в г.

Караганде, где она составляла $-13,9 \pm 1,01^{\circ}\text{C}$. Аналогичная тенденция отмечалась в декабре, феврале и марте месяцах, но достоверных различий не было выявлено (рис. 1).

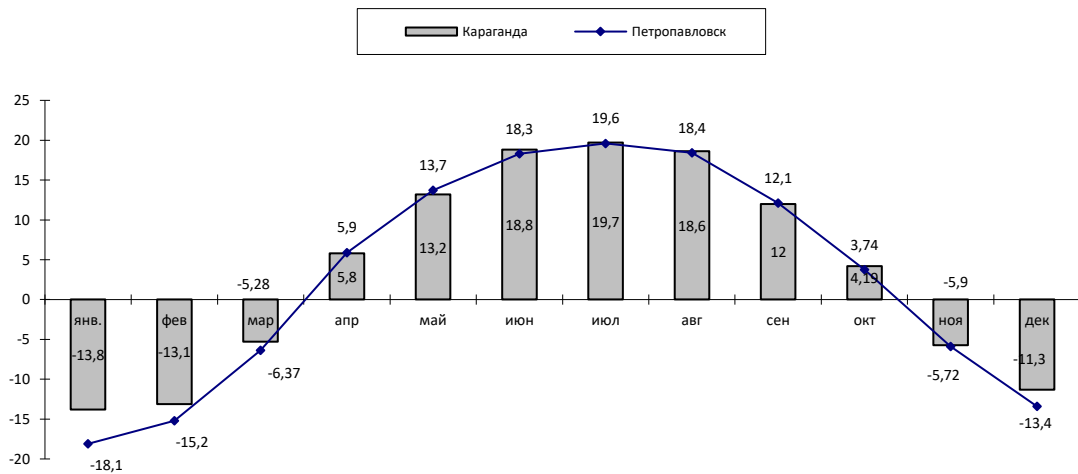


Рисунок 1. Средние показатели температуры в различные сезоны в гг. Петропавловске и Караганде за 11-летний период (2010–2020 гг.)

Весной в г. Петропавловске средние суточные температурные максимумы колебались от $6,37^{\circ}\text{C}$ в марте до $13,71^{\circ}\text{C}$ в мае месяце, не имея достоверных различий с показателями г. Караганды. Теплый сезон длился 4 месяца, с мая по сентябрь, с максимальной температурой $19,6^{\circ}\text{C}$. В летние и осенние месяцы средние показатели температуры колебались в пределах от $19,6^{\circ}\text{C}$ до $3,74^{\circ}\text{C}$, не имея достоверных различий по показателям в регионах.

Таким образом, в течение года средняя температура на протяжении 11-летнего периода колебалась от $-18,1^{\circ}\text{C}$ зимой до $19,6^{\circ}\text{C}$ в летнее время в Петропавловском регионе и $13,8^{\circ}\text{C}$ и $19,7^{\circ}\text{C}$, соответственно, в Карагандинском регионе. Показатели демонстрируют очень небольшие различия по средним значениям, что не позволяет оценить степень влияния на организм одного температурного фактора в полной мере. В связи с этим мы расширили спектр факторов.

Анализ среднемесячного показателя влажности в исследуемых регионах позволил обнаружить достоверно ($P < 0,05$) более высокий уровень влажности в г. Караганде в феврале месяце ($P < 0,05$) по сравнению с показателем г. Петропавловска, которые составили $77,4 \pm 0,97\%$ и $74,2 \pm 0,41\%$, соответственно. Наряду с этим, более сухой сезон длился в г. Петропавловске с мая месяца по октябрь, когда средний показатель влажности был достоверно ($P < 0,05$) ниже, чем по Караганде (рис. 2). В целом, следует отметить, что средние показатели влажности по г. Караганде за 10-летний период были выше, в то время как количество осадков по сравнению с г. Петропавловском было ниже.

Точка росы определяется относительной влажностью воздуха. Чем выше относительная влажность, тем точка росы выше и ближе к фактической температуре воздуха. Среднее максимальное значение точки росы в зимнее время в г. Петропавловске составило в январе месяце $-20,9 \pm 1,39^{\circ}\text{C}$ (рис. 3). Это в сравнении с точкой росы в г. Караганде ($-17,4 \pm 1,23^{\circ}\text{C}$) является достоверно высоким ($P < 0,05$).

Направление и скорость ветра в исследуемых регионах менялись в течение года. По скорости ветра достоверных различий в исследуемых регионах не обнаружено.

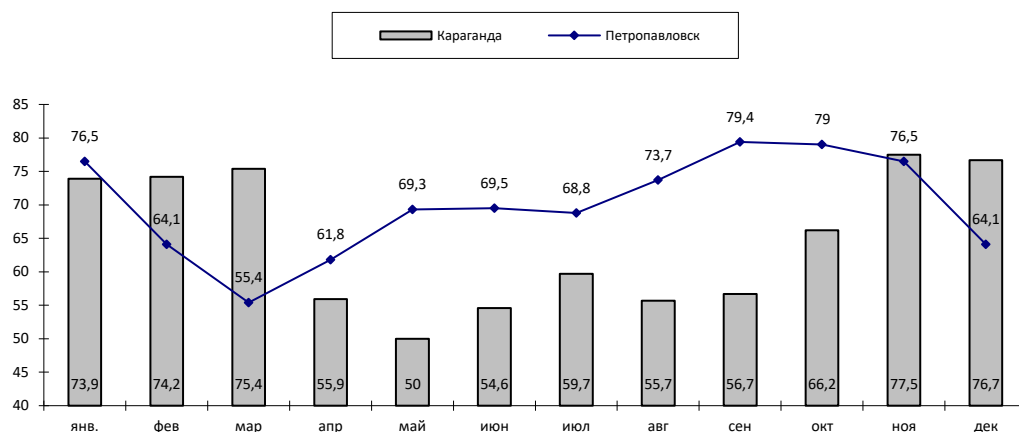


Рисунок 2. Средние показатели влажности (%) в различные сезоны по городам Петропавловску и Караганде за 11-летний период (2010–2020 гг.)

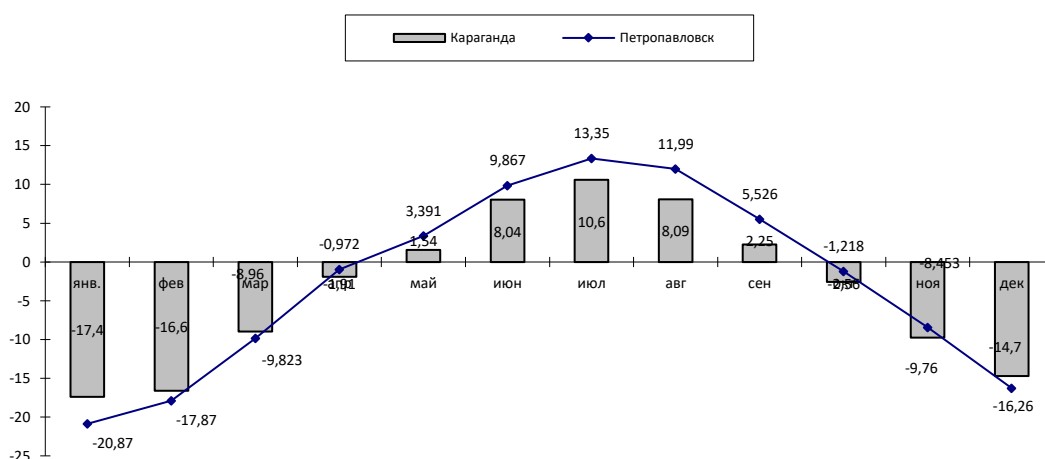


Рисунок 3. Средние показатели точки росы (°C) в различные сезоны по городам Петропавловску и Караганде за 11-летний период (2010–2020 гг.)

Формы осадков менялись в течение года. Дождь является наиболее типичным видом осадков на протяжении 5 месяцев, с мая по сентябрь. Месяц с максимальным количеством дней, когда выпадает только дождь, в Петропавловске — июль со средним количеством $2,4 \pm 0,42$ мм, в г. Караганде — $3,1 \pm 0,2$ мм. Снег является наиболее типичным видом осадков на протяжении 7 месяцев, с октября по апрель. Месяцем с максимальным количеством снега был февраль, когда в г. Петропавловске выпало снега $41 \pm 3,56$ мм, а в г. Караганде $-28,1 \pm 4,71$ мм (рис. 4). Количество снега, выпавшего в г. Петропавловске за пять месяцев с октября по февраль, достоверно ($P < 0,05$) превышало показатели г. Караганды.

Для биоклиматической оценки холодного периода мы использовали метод Бодмана, который позволил определить в баллах степень суровости погоды, так как тепловое состояние человека в холодный период года в основном определяется низкой температурой воздуха и скоростью ветра, которые влияют и на охлаждение незащищенных частей тела, и на органы дыхания. Холодовая нагрузка усиливается при высоких значениях относительной влажности воздуха.

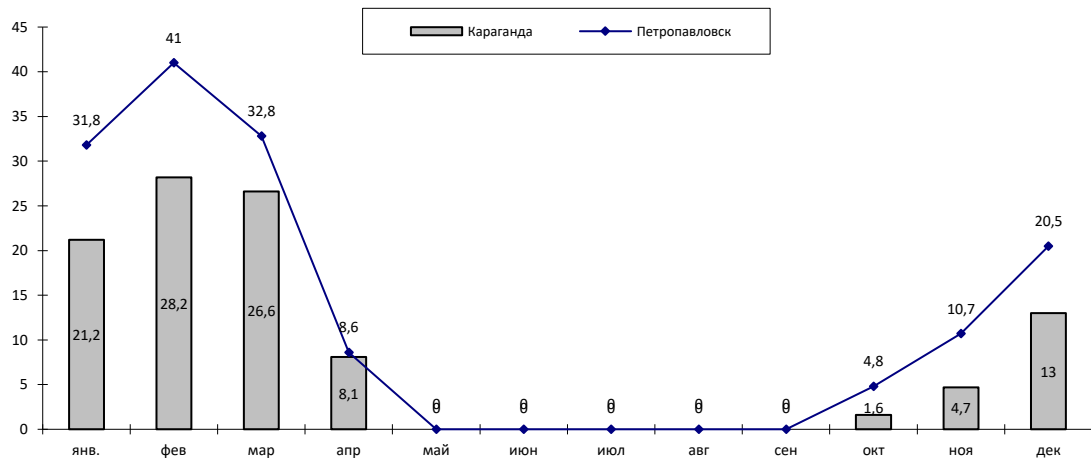


Рисунок 4. Средние показатели снежных осадков (в мм) в различные сезоны по городам Петропавловску и Караганде за 11-летний период (2010–2020 гг.)

Анализ степени суровости погоды по Бодману в исследуемых городах свидетельствует, что в г. Петропавловске более суровая зима ($P < 0,05$) по сравнению с Карагандой. При этом наиболее холодный месяц январь с индексом суровости $3 \pm 0,14$, который расценивается как показатель «суровая зима». Другие же зимние месяцы по индексу Бодмана характеризуются как умеренно суровые, при этом тенденция к более высоким показателям индекса наблюдается в г. Петропавловске (рис. 5).

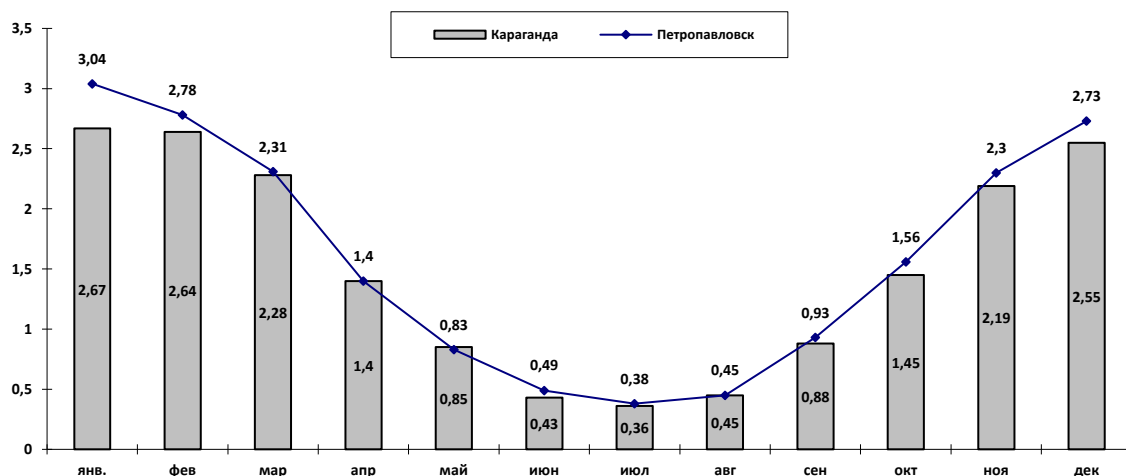


Рисунок 5. Средние показатели индекса Бодмана (в баллах) в различные сезоны по городам Петропавловску и Караганде за 11-летний период (2010–2020 гг.)

Жесткость погоды мы оценивали по ветро-холодовому индексу — способу измерения субъективного ощущения человека при одновременном воздействии на него мороза и ветра. Известно, что при одной и той же отрицательной температуре воздуха человек мерзнет тем сильнее, чем больше скорость ветра.

Оценка теплоощущений по ветро-холодовому индексу Сайпла позволила ранжировать их по следующим критериям: 600 кал/(м²·ч) — прохладно; 800 кал/(м²·ч) — холодно; 1000 кал/(м²·ч) — очень холодно; 1200 кал/(м²·ч) — жестко холодно; 2500 кал/(м²·ч) — невыносимо холодно. Анализ ветро-холодового индекса Сайпла позволил обнаружить, что в исследуемых регионах теплоощущения можно расценивать одинаково — как «холодно» все зимние месяцы, несмотря на то, что в г. Караганде этот индекс имел тенденцию к более высоким значениям, однако достоверных различий не было выявлено (рис. 6).

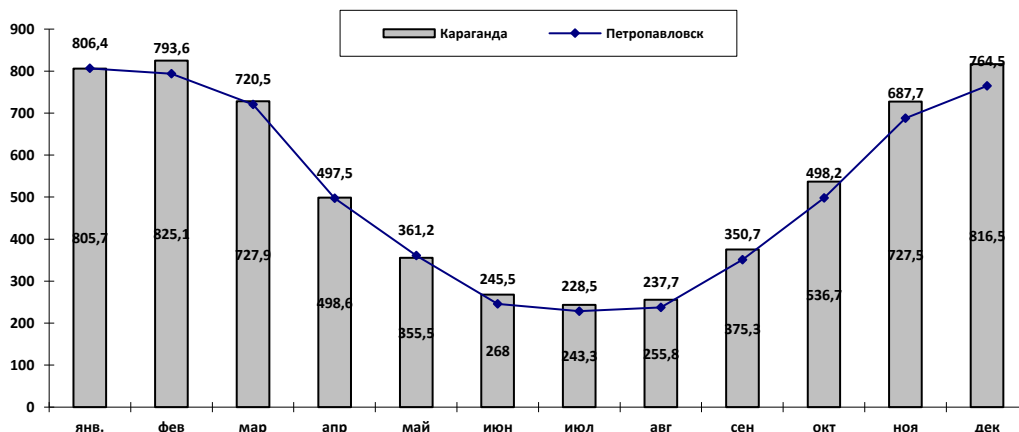


Рисунок 6. Средние показатели индекса Сайпла в различные сезоны по городам Петропавловску и Караганде за 11-летний период (2010–2020 гг.)

Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), являясь комплексным показателем теплоощущений человека складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. При одной и той же температуре, но при усилении ветра и уменьшении влажности потери тепла возрастают, и человек чувствует себя так, как если бы происходило понижение температуры воздуха. Обратный эффект имеет место при ослаблении ветра и увеличении влажности [25, 26]. По показателю ЭЭТ зима в г. Петропавловске отличалась значительным дискомфортом (уровень комфорта — «очень холодно»). В среднем в зимние месяцы величина индекса колебалась от $51,3 \pm 2,28^\circ\text{C}$ до $57,7 \pm 2,06^\circ\text{C}$ в г. Караганде и аналогичная тенденция наблюдалась в г. Петропавловске. В марте температура повышается до $-40,3 \pm 1,92^\circ\text{C}$ и вновь, как и в ноябре, становится «холодно». Таким образом, в течение зимнего периода ЭЭТ проявляет значительную изменчивость с резкими перепадами, которые могут вызывать метеопатические реакции у населения. При этом низкие абсолютные значения температуры в январе и феврале и, отчасти, в декабре также отрицательно влияют на самочувствие людей.

Весной (в апреле–начале мая) погода отличалась значительной изменчивостью, что нашло свое отражение в резких изменениях значений ЭЭТ. В апреле среднее значение ЭЭТ было равно $-19,5 \pm 2,53^\circ\text{C}$, а в мае $-7,7 \pm 0,89^\circ\text{C}$, то есть погода в г. Петропавловске находится в зоне «холодно». Аналогичная картина наблюдалась и в г. Караганде.

Резкие изменения показателя можно объяснить погодными факторами, наиболее значимыми из которых являются усиление скорости ветра с марта по май месяцы, снижение влажности и повышение средней температуры воздуха. Несмотря на повышение температуры воздуха в мае месяце, общее теплоощущение ниже, и велика опасность развития простудных заболеваний.

Заключение

Сравнительный анализ погодных факторов за 11-летний период в городах Караганде и Петропавловске позволил обнаружить схожесть параметров при анализе температуры воздуха, влажности, скорости ветра, точки росы, количеству осадков. Биоклиматическая характеристика территорий позволила оценить влияние климата на самочувствие и здоровье населения.

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что в гг. Петропавловске и Караганде в среднем в зимний период индекс Бодмана составляет от 3 до 2,7 балла, что свидетельствует о умеренно суровой зиме. Это определение было верно для всех зимних месяцев. Рассчитанные значения индекса Бодмана доказывают, что зимние условия в регионах мало благоприятствуют здоровью людей. Индекс Сайпла в среднем за зиму в гг. Петропавловске и Караганде составил 780 и 815 условные единицы соответственно, что определяет этот сезон как «холодный». Неблагоприятную ситуацию, отражаемую указанными показателями, можно объяснить тем, что в зимний период повышение скорости ветра вызывает понижение теплоощущений организма человека. Несмотря на то, что зима в регионах является «умеренно суровой», высокие скорости ветра и влажность снижают адаптивные

возможности организма человека, обуславливают частоту простудных заболеваний и ограничивают активную деятельность людей на открытом воздухе.

Исследование выполнено в рамках грантового финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, грант № AP14871897.

Список литературы

- 1 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан (2010–2020). — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredy>
- 2 Архив погоды в Караганде и Петропавловске. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=35394&bday=1&fday=30&amonth=3&ayear=2012&bot=2>
- 3 Ревич Б.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых районах России / Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников // Проблемы прогнозирования. — 2012. — № 2. — С. 122–138.
- 4 Точилкина Н.В. Оценка влияния индекса загрязнения атмосферы на медико-демографические показатели жителей города Саратова / Н.В. Точилкина // Самар. науч. вестн. — 2016. — № 4 (17). — С. 65–70.
- 5 Lu T.S. Climate Change and Temperature-related Mortality / T.S. Lu, J. Olsen, P.L. Kinney // Biomed Environ Sci. — 2021. — Vol. 34(5). — P. 379-386. <https://doi.org/10.3967/bes2021.050>
- 6 Burnett R.T. Association between particulate- and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities / R.B. Burnett, J.R. Brook, T. Dann, C. Delocla, O. Philips, S.R. Cakmak, R. Vincent, M.S. Goldberg // Inhal Toxicol. — 2000. — Vol. 12 (Suppl. 4). — P. 15–39. <https://doi.org/10.1080/089583700750019495>
- 7 Dominici F. Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admissions for Cardiovascular and Respiratory Diseases / F. Dominici, D. Peng, M. Bell, L. Pham, A. McDermott, S.L. Zeger, J.M. Samet // Journal of American Medical Association. — 2006. — Vol. 295 (10). — P. 1127-1134. <https://doi.org/10.1001/jama.295.10.1127>
- 8 Vardoulakis S. Comparative assessment of the effects of climate change on heat- and cold-related mortality in the United Kingdom and Australia / S. Vardoulakis, K. Dear, S. Hajat, C. Heaviside, B. Eggen, A.J. McMichael // Comparative Study. — 2014. — Vol. 122 (12). — P. 1285-1292. <http://doi.org/10.1289/ehp.1307524>
- 9 Lee W. Mortality burden of diurnal temperature range and its temporal changes: a multi-country study / W. Lee, M.L. Bell, A. Gasparri et al. // Envir Int. — 2018. — Vol. 110. — P. 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.10.018>
- 10 Borgea R. Impact of weather changes on air quality and related mortality in Spain over a 25 year period [1993–2017] / R. Borge, W.J. Requia, C.Y. Yague et. al. // Environment International. — 2019. — Vol. 133. — P. 1-14. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105272>
- 11 Anderson M.A. As the wind blows: the effects of long-term exposure to air pollution on mortality / M.A. Anderson // Journal of the European Economic Association. — 2020. — Vol. 18 (4). — P. 1886–1927. <http://doi.org/10.1093/jeea/jvz051>
- 12 D'Ippoliti D. The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project / D. D'Ippoliti, P. Michelozzi, C. Marino et al. // Environmental Health. — 2010. — Vol. 9 (37). — P. 9. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-37>
- 13 Almendra R. Seasonal mortality patterns and regional contrasts in Portugal / R. Almendra, P. Santana, E. Freire, J. Vasconcelos // Bulletin of Geography, Socio-Economic Series. — 2016. — Vol. 32(32). — P. 7–18. <https://doi.org/10.1515/bog-2016-0011>
- 14 Sajani S.Z. Saharan dust and daily mortality in Emilia-Romagna (Italy) / S.Z. Sajani, R. Miglio, P. Bonasoni, P. Cristofanelli, A. Marinoni, C. Sartini et al. // Occup Environ Med. — 2011. — Vol. 68(6). — P. 446–451. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.058156>
- 15 Atkinson R.W. Long-term exposure to outdoor air pollution and the incidence of chronic obstructive pulmonary disease in a national English cohort / R.W. Atkinson, I.M. Carey, A.J. Kent, T.P. van Staa, H.R. Anderson, D.G. Cook // Occupational and Environmental Medicine. — 2015. — Vol. 72(1). — P. 42–48. <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102266>
- 16 Han M.-H. Effect of Seasonal and Monthly Variation in Weather and Air Pollution Factors on Stroke Incidence in Seoul, Korea / M.-H. Han, H.-J. Yi, Y.-S. Kim // Stroke. — 2015. — Vol. 46(1). — P. 927-935. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.007950>
- 17 Anderson C.S. Auckland Regional Community Stroke (ARCOS) Study Group. Trends in stroke incidence in Auckland, New Zealand, during 1981 to 2003 / C.S. Anderson, K.N. Carter, M.L. Hackett, V. Feigin, P.A. Barber, J.B. Broad et al // Stroke. — 2005. — Vol. 36. — P. 2087–2093. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000181079.42690.bf>
- 18 Jimenez-Conde J. Weather as a trigger of stroke. Daily meteorological factors and incidence of stroke subtypes / J. Jimenez-Conde, A. Ois, M. Gomis, A. Rodriguez-Campello, E. Cuadrado-Godia, I. Subirana et al. // Cerebrovasc Dis. — 2008. — Vol. 26(4). — P. 348–354. <https://doi.org/10.1159/000151637>
- 19 Miah A.H. Seasonal variation in types of stroke and its common risk factors / A.H. Miah, S.R. Sutradhar, S. Ahmed, M. Bhattacharjee, M.K. Alam, M.A. Bari et al. // Mymensingh Med J. — 2012. — Vol. 21 (1). — P. 13–20.
- 20 Passero S. Differing temporal patterns of onset in subgroups of patients with intracerebral hemorrhage / S. Passero, F. Reale, G. Ciacci, E. Zei // Stroke J Cereb Circ. — 2000. — Vol. 31(7). — P. 1538–1544. <https://doi.org/10.1161/01.str.31.7.1538>

21 Wang Y. Seasonal variation in stroke in the Hunter Region, Australia: a 5-year hospital based study, 1995–2000 / Y. Wang, C. Levi, J.R. Attia, C.A. D’Este, N. Spratt, J. Fisher // *Stroke*. — 2003. — Vol. 34(5). — P. 1144–1150. <https://doi.org/10.1161/01.STR.000067703.71251.B6>

22 Воронин Н. М. Основы биологической и медицинской климатологии / Н.М. Воронин. — М.: Медицина, 1981. — 352 с.

23 Григорьева Е.А. Оценка дискомфорта климата Еврейской автономной области / Е.А. Григорьева // *География и природные ресурсы*. — 2004. — № 4. — С. 101–105.

24 Рященко С.В. Медико-географические аспекты изучения здоровья населения / С.В. Рященко // *Медико-географическое изучение районов Сибири: сб. ст.* — Новосибирск: Наука, 1984. — С. 3–10.

25 Андреев С.С. Краткая биоклиматическая характеристика Ростовской области / С.С. Андреев // *Метеорология и гидрология*. — 2004. — № 8. — С. 53–60.

26 Архипова И.В. Медико-географический подход к оценке комфортности климатических и социально-экономических условий региона как среды жизнедеятельности человека / И.В. Архипова // *Ползунов. вестн.* — 2005. — № 4. — С. 222–228.

Н.К. Смагулов, А.Е. Конкабаева, А.Ж. Садыкова, Г.Ж. Мукашева, А.Т. Серік

11 жылдық кезеңдегі (2010-2020 жылдар) Петропавл және Қарағанды қалаларындағы ауа райы жағдайларын ретроспективті бағалау

Ауа райының белгілі бір шекті мәндерден тыс әсері адам ағзасына тікелей және жанама әсер етеді. Тікелей әсерлерге ауа райының күрт өзгеруінен болатын өлім-жітімнің, сырқаттанушылықтың және жаракаттанудың жоғарылауы жатады. Модификаторлардың кейбір әсерлерінің рөлін қоса алғанда, кең аспектілер туралы ақпараттың болмауы, атап айтқанда, ауаның ластануы мен ауа райының өзара әрекеттесуі терең зерттеуді қажет етеді. Бұл зерттеуде Петропавл және Қарағанды қалаларының 11 жылдық кезеңіндегі (2010-2020) ауа райына салыстырмалы талдау жасалған. Ауа райы көрсеткіштері Қазақстан Республикасының қоршаған ортаның жай-күйі туралы ақпараттық бюллетені және ауа райы сайтының мұрағатынан Қарағанды және Петропавл қалаларының ауа райы туралы деректері бойынша пайдаланылды. Ауа температурасы, ылғалдылық, жауын-шашын, жел жылдамдығы, шық нүктесі талданды. Сонымен қатар, суық кезеңді биоклиматтық бағалау үшін Бодман әдісі қолданылды, бұл ауа райының қатаңдық дәрежесін балмен анықтауға мүмкіндік береді. Бодман мәліметтері бойынша зерттелген қалалардың ауа райының қатаңдық дәрежесін талдауда Петропавл қаласында қыстың қатал екенін көрсетті. Сайпидің суық-жел индексі бойынша зерттелген аймақтардағы жылу сезінуді бағалауда барлық қыс айларында жылу сезінуді «суық» деп санауға болатыны дәлелденген. Эквивалентті тиімді температура (ЭТТ) есептелінген, ол адамның жылу сезінуінің кешенді көрсеткіші болып табылады және үш метеорологиялық фактордың әсерінен дамиды: ауа температурасы, ауа ылғалдылығы және жел жылдамдығы. ЭТТ негізінде қалалардағы ауа райы ЭЭТ көрсеткіші бойынша айтарлықтай қолайсыздықпен сипатталды деген қорытынды жасалды.

Кілт сөздер: ауа райы, температура, ылғалдылық, шық нүктесі, жауын-шашын, қар, Бодман индексі, Сайпидің суық-жел индексі, эквивалентті-тиімді температура.

N.K. Smagulov, A.E. Konkabayeva, A.Zh. Sadykova, G.Zh. Mukasheva, A.T. Serik

Retrospective assessment of weather conditions in the cities of Petropavlovsk and Karaganda over an 11-year period (2010-2020)

The effects of weather conditions beyond certain thresholds have both direct and indirect effects on the human body. Direct consequences include increased mortality, morbidity and injuries caused by extreme weather events. The lack of information on broader aspects, including the role of some modifier effects, in particular, the interaction between air pollution and weather requires in-depth study. In this study, a comparative analysis of the weather over an 11-year period (2010-2020) in the cities of Petropavlovsk and Karaganda was carried out. Weather indicators were used according to the information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan and the weather archives in Karaganda and Petropavlovsk on the weather website. Air temperature, humidity, precipitation, wind speed, dew point were analyzed. Along with this, the Bodman method was used for the bioclimatic assessment of the cold period, which made it possible to determine the severity of the weather in points. The analysis of the severity of the weather according to Bodman in the studied cities indicates that Petropavlovsk has a more severe winter. The assessment of heat sensations by the wind-cold index of the Saipl in the studied regions showed that heat sensations can be regarded as “cold” all winter months. The equivalent-effective temperature (EET) was calculated, which is a complex indicator of human heat sensations and is formed under the influence of three meteorological factors: air temperature,

air humidity and wind speed. Based on the EET, it was concluded that the weather in cities was characterized by significant discomfort in terms of EET.

Keywords: weather, temperature, humidity, dew point, precipitation, snow, Bodman index, wind-cold Cycle index, equivalent-effective temperature.

References

- 1 Informatsionnyi biulleten o sostoianii okruzhaiushchei sredy Respubliki Kazakhstan [News bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan] (2010–2020). Retrieved from <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy> [in Russian].
- 2 Arkhiv pogody v Karagande i Petropavlovsk [Weather archive in Karaganda and Petropavlovsk]. Retrieved from <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=35394&bday=1&fday=30&amonth=3&ayear=2012&bot=2> [in Russian].
- 3 Revich, B.A. & Shaposhnikov, D.A. (2012). Izmeneniia klimata, volny zhary i kholoda kak faktory riska povyshennoi smertnosti naseleniia v nekotorykh raionakh Rossii [Climate change, heat and cold waves as risk factors for increased mortality in some areas of Russia]. *Problemy prognozirovaniia — Forecasting challenges*, 2, 122–138 [in Russian].
- 4 Tochilkina, N.V. (2016). Otsenka vliianiia indeksa zagriazneniia atmosfery na mediko-demograficheskie pokazateli zhitelei goroda Saratova [Assessment of the influence of the atmospheric pollution index on the medical and demographic indicators of residents of the city of Saratov]. *Samarskii nauchnyi vestnik — Samara Scientific Bulletin*, 4(17), 65–70 [in Russian].
- 5 Lu, T.S., Olsen, J. & Kinney, P.L. (2021). Climate Change and Temperature-related Mortality. *Biomed Environ Sci.*, 34(5), 379–386. <https://doi.org/10.3967/bes2021.050>.
- 6 Burnett, R.T., Brook, J.R., Dann, T., Delocla, C., Philips, O., Cakmak, S.R., Vincent, R. & Goldberg, M.S. (2000). Association between particulate- and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities. *Inhal Toxicol.*, 12 (Suppl. 4), 15–39. <https://doi.org/10.1080/089583700750019495>.
- 7 Dominici, F., Peng, D., Bell, M., Pham, L., McDermott, A., Zeger, S.L. & Samet, J.M. (2006). Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admissions for Cardiovascular and Respiratory Diseases. *Journal of American Medical Association*, 295(10), 1127–1134. <https://doi.org/10.1001/jama.295.10.1127>.
- 8 Vardoulakis, S., Dear, K., Hajat, S., Heaviside, C., Eggen, B. & McMichael, A.J. (2014). Comparative assessment of the effects of climate change on heat- and cold-related mortality in the United Kingdom and Australia. *Comparative Study*, 122(12), 1285–1292. <http://doi.org/10.1289/ehp.1307524>.
- 9 Lee, W., Bell, M.L., Gasparrini, A. & al. (2018). Mortality burden of diurnal temperature range and its temporal changes: a multi-country study. *Envir Int.*, 110, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.10.018>.
- 10 Borgea, R., Requia, W.J., Yague, C.Y. et al. (2019). Impact of weather changes on air quality and related mortality in Spain over a 25 year period [1993–2017]. *Environment International*, 133, 1–14. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105272>
- 11 Anderson, M.A. (2020). As the wind blows: the effects of long-term exposure to air pollution on mortality. *Journal of the European Economic Association*, 18(4), 1886–1927. <http://doi.org/10.1093/jeea/jvz051>
- 12 D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C. & al. (2010). The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environmental Health*, 9(37), 9. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-37>
- 13 Almendra, R., Santana, P., Freire, E. & Vasconcelos, J. (2016). Seasonal mortality patterns and regional contrasts in Portugal. *Bulletin of Geography, Socio-Economic Series*, 32(32), P. 7–18. <https://doi.org/10.1515/bog-2016-0011>
- 14 Sajani, S.Z., Miglio, R., Bonasoni, P., Cristofanelli, P., Marinoni, A., Sartini, C. et al. (2011). Saharan dust and daily mortality in Emilia-Romagna (Italy). *Occup Environ Med.*, 68(6), 446–451. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.058156>
- 15 Atkinson, R.W., Carey, I.M., Kent, A.J., van Staa, T.P., Anderson, H.R. & Cook, D.G. (2015). Long-term exposure to outdoor air pollution and the incidence of chronic obstructive pulmonary disease in a national English cohort. *Occupational and Environmental Medicine*, 72(1), 42–48. <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102266>
- 16 Han, M.-H., Yi, H.-J. & Kim, Y.-S. (2015). Effect of Seasonal and Monthly Variation in Weather and Air Pollution Factors on Stroke Incidence in Seoul, Korea. *Stroke*, 46(1), 927–935. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.007950>
- 17 Anderson, C.S., Carter, K.N., Hackett, M.L., Feigin, V., Barber, P.A., Broad, J.B. et al. (2005). Auckland Regional Community Stroke (ARCOS) Study Group. Trends in stroke incidence in Auckland, New Zealand, during 1981 to 2003. *Stroke*, 36, 2087–2093. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000181079.42690.bf>
- 18 Jimenez-Conde, J., Ois, A., Gomis, M., Rodriguez-Campello, A., Cuadrado-Godia, E., Subirana, I. et al. (2008). Weather as a trigger of stroke. Daily meteorological factors and incidence of stroke subtypes. *Cerebrovasc Dis.*, 26(4), 348–354. <https://doi.org/10.1159/000151637>
- 19 Miah, A.H., Sutradhar, S.R., Ahmed, S., Bhattacharjee, M., Alam, M.K., Bari, M.A. et al. (2012). Seasonal variation in types of stroke and its common risk factors. *Mymensingh Med J.*, 21(1), 13–20.
- 20 Passero, S., Reale, F., Ciacci, G. & Zei, E. (2000). Differing temporal patterns of onset in subgroups of patients with intracerebral hemorrhage. *Stroke J Cereb Circ.*, 31(7), 1538–1544. <https://doi.org/10.1161/01.str.31.7.1538>
- 21 Wang, Y., Levi, C., Attia, J.R., D'Este, C.A., Spratt, N. & Fisher, J. (2003). Seasonal variation in stroke in the Hunter Region, Australia: a 5-year hospital based study, 1995–2000. *Stroke*, 34(5), 1144–1150. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000067703.71251.B6>

22 Voronin, N.M. (1981). *Osnovy biologicheskoi i meditsinskoi klimatologii* [Fundamentals of Biological and Medical Climatology]. Moscow: Meditsina [in Russian].

23 Grigoreva, E.A. (2004). Otsenka diskomfortnosti klimata Evreiskoi avtonomnoi oblasti [Assessment of the discomfort of the climate of the Jewish Autonomous Region]. *Geografiia i prirodnye resursy — Geography and natural resources*, 4, 101–105 [in Russian].

24 Riashchenko, S.V. (1984). Mediko-geograficheskie aspekty izucheniia zdorovia naseleniia [Medical and geographical aspects of population health study]. *Mediko-geograficheskoe izuchenie raionov Sibiri: sbornik statei — Medical and geographical study of the regions of Siberia: book of articles*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].

25 Andreev, S.S. (2004). Kratkaia bioklimaticheskaiia kharakteristika Rostovskoi oblasti [Brief bioclimatic characteristics of the Rostov region]. *Meteorologiya i gidrologiya — Meteorology and Hydrology*, 8, 53–60 [in Russian].

26 Arkhipova, I.V. (2005). Mediko-geograficheskii podkhod k otsenke komfortnosti klimaticheskikh i sotsialno-ekonomicheskikh uslovii regiona kak sredy zhiznedeiatel'nosti cheloveka [Medical and geographical approach to assessing the comfort of climatic and socio-economic conditions of the region as a human life environment]. *Polzunovskii vestnik — Polzunovsky Bulletin*, 4, 222–228 [in Russian].

F. Han^{1*}, A. Adai², B.D. Zhandilla²¹Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China²University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

*Corresponding author: hanfang@mx.xjb.ac.cn

Application of GIS technology in cross-border tourism cooperation planning. Taking the analysis of the spatial pattern of cross-border eco-tourism cooperation in the Altai Mountains region as an example

Since the 1960s, the application of GIS technology in the field of geography has led geography to the development path of informatization and digitization. GIS technology, which focuses on spatial information analysis and spatial data management, has become an important spatial system for geographic exploration. GIS technology has extremely important advantages in collecting, processing, simulating, analyzing and expressing geospatial data. *Object:* This paper takes the spatial pattern of cross-border tourism cooperation in the Altai Mountains region as the research object. *Methods:* The research methods are: the terrain analysis, three-dimensional scene simulation, data statistics, suitability analysis, visual domain analysis, transportation network analysis, and project site selection of GIS technology in tourism planning. *Results:* The presented research is analytical in nature. The specific application of GIS technology in tourism planning is discussed. Also, 7 types of GIS applications were considered in the paper. In summary, GIS is mainly composed of data input system, data management system, spatial analysis system and data output system. It has very important application value in tourism management and development.

Keywords: GIS, tourism planning and development, spatial pattern, application value, ecotourism, 3D scene simulation, terrain analysis.

Introduction

The Altai Mountains cover 600,000 sq km of Russia, Mongolia, Kazakhstan, and China reaching an altitude of 4,500 m above mean sea level and including many peaks over 4000 m. They are home to over 75 species of mammals, and 2000 species of wild plants inhabiting a wide range of habitat types extending from the alpine zone down through scattered high mountain forest and mountain steppe to lowland desert steppe and sparse riparian forests in the valleys. The wild and domesticated species of the Altai Mountains, together with the distinct ecosystems in which they live, comprise the area's biodiversity — a unique assemblage with intrinsic values as an irreplaceable product of natural selection, biogeography, and local history, and utilitarian values for human livelihoods today and in the future [1] (Fig. 1).

Relying on the comprehensive natural landscape of the mountains around the Altai Mountains to create an international tourist hotspot, and learning from the Alpine cross-border tourism cooperation model of Switzerland, Italy, Slovenia, and Croatia, cross-border tourism in the Altai Mountains region is fully qualified to become a world-class. It is a tourism brand that can achieve a tourism scale of more than 10 million people and an income of more than 1 billion U.S. dollars.

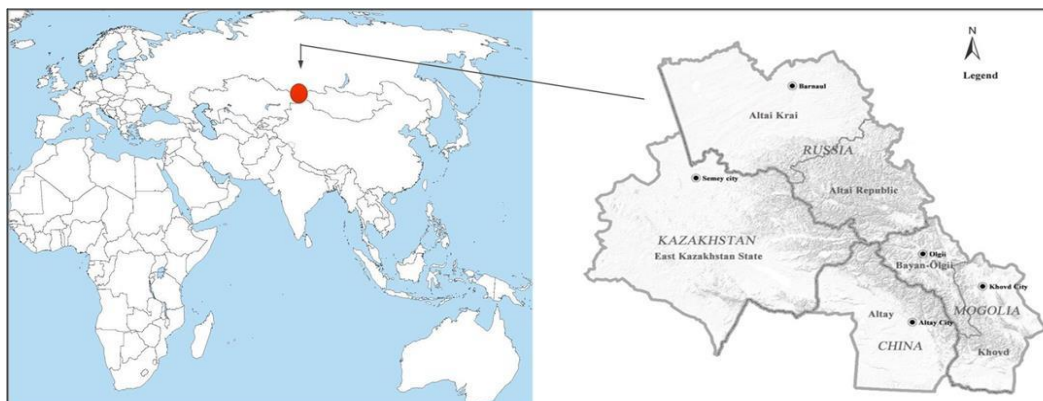


Figure 1. Area map around the Altai Mountains

Literature review

Tourism planning is a highly comprehensive and highly complex systematic project, involving the acquisition of tourism spatial information data, tourism environment analysis and resource evaluation investigation, market research, spatial layout, project development, resource environmental protection, and sustainable development. As well as topography, land use, transportation, humanities, economy, and other levels, the amount of information and data is huge [2].

GIS technology, with its powerful functions such as graphical data collection, data analysis and processing, spatial data visualization, and spatial analysis, can effectively plan regional tourism and provide new development methods and new tools for the micro and macro management of the tourism industry. It provides strong support for improving the efficiency of tourism planning and strengthening the scientific nature of planning [3].

Geographic information system (GIS) is a computer-based technology that is used to manage and manipulate geographic data [4]. The main worth of GIS is in geographical analysis where vector and raster data models are used to perform six prime analysis functions: proximity analysis, network analysis, overlay analysis, temporal change analysis, statistical analysis, and three-dimensional visualization [5, 6].

GIS offers valuable manifold benefits for the development of modern tourism. The use and application of GIS technologies in the tourism sector can be divided into three major application areas: tourism development and research, tourism planning, and tourism marketing [7].

In tourism development and research, the use of GIS provides valuable information on areas facing environmental degradation and requiring rehabilitation and restoration. Burrough [8] presents a use case of GIS-based image analysis and data visualization functionalities for the mapping of object data. In tourism planning, Minagawa Tanaka [9] has successfully used GIS technologies to describe and identify tourism infrastructure elements, such as visitor centers, hotels, trails, and field situations. Using queries to georelational data, proximity and overlay functions were used to provide tourists with updated information about both places to visit and to explore [10], as well as to obtain information about specific tourist services [11]. Furthermore, GIS successfully applies to promote, plan, implement, manage, and market tourism resources. According to Rahman [12], modern tourism marketing strategy depends on making an analysis on geodemographic characteristics, experiences, cultural heritage, time-space factors, all of which can be performed using GIS and, thus, makes it possible to locate and analyze the geodemographic characteristics of actual and potential travelers.

Selected spatial pattern of ecotourism landscape

Kazakhstan Katon-Karagay Nature Reserve (National Park) and Markakol Nature Reserve (National Park). Russian Federation, Teletskoye Lake, Altai Nature Reserve, Belukha Mountain, Katunsky Cumin Reserve and Ukok Plateau, Kosh-Agach, Sumul'tinskiy Khrebet, etc.; Kanas Nature Reserve, China, Liangheyuan Nature Reserve District, Burgen Beaver National Nature Reserve. Mongolia Siilkhemiin Nuruu National Park; Khukh Serkhiin Nuruu National Park; Altan Khukhii Uul Nature Reserve; Bulgan Gol-Ikh Ongog National Park. Tsambagarav Uul National Park; Chigertein Golin Ai Sav National Park; Harusnur Ramsar Wetland, etc. (Fig. 2).

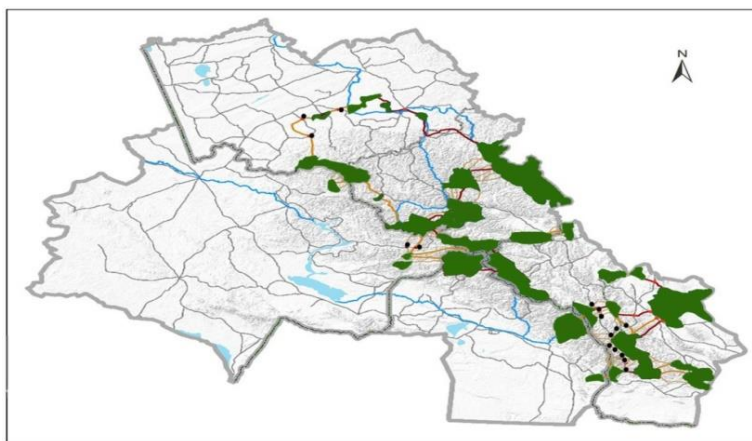


Figure 2. Selected spatial pattern of ecotourism landscape

Experimental

Statistics

Since the conditions of ecotourism resources in the Altai Mountains are basically similar, the selected ecological blocks are used as data statistics objects in the planning operation process (Utilization area, building height, building density, green area ratio, floor area ratio, etc.).

Refine and analyze the relevant data of surveying and mapping topographic maps of various scenic spots through the GIS system, and display the data in the form of data, charts, and maps in a complete and intuitive way, to estimate and save costs for the land use of tourism planning and the filling and excavation in the implementation of the plan provide effective reference.

Filling and digging statistics

Due to the uneven terrain, the construction of the area around the Altai Mountains is difficult, and the spatial pattern of the scenic spots is unbalanced. In order to save construction costs, vertical planning is mainly used.

In the vertical planning, the elevation value is used to study the topography after planning. This is prone to large deviations in the terrain design of mountain tourist areas (for example, the retaining wall is too high, the leveling of the site is too difficult, the earth and stone are difficult to balance, etc.).

Using GIS can simulate the planned topography of the site, analysis and adjustment are carried out at the same time, through the superimposition of the planned topography and the original topography, it can clearly display the topography of the project land and the fill and excavation data of the project site development.

Case: It is estimated that 1.8 million square meters of filling, 860,000 square meters of excavation, unbalanced filling and excavation, need to borrow soil in other areas, or modify the vertical plan (Fig. 3)



Figure 3. Analysis diagram of filling and excavation of a landscape in Altai Mountain

Land use index

Land use indicators include the spatial distribution of various types of land in the project site, used area, building density, green area ratio, floor area ratio, etc. Through the analysis of surveying and mapping topographic maps, statistics of various land data indicators are used to predict and analyze the available land for future projects.

Terrain Analysis

Terrain analysis is a necessary prerequisite for the construction of eco-tourism projects, especially in the development of mountainous tourist attractions.

The terrain of the Altai Mountains is very complex, and more accurate measurement techniques are needed to support the project, that is, using GIS to analyze features such as elevation, slope, aspect, and hydrology (topography-based catchment line).

At the operational level of tourism planning, this technology has strong guidance for terrain control, water system planning, drainage conditions analysis of mountainous areas, and suitability analysis of construction conditions (Fig. 4, 5).

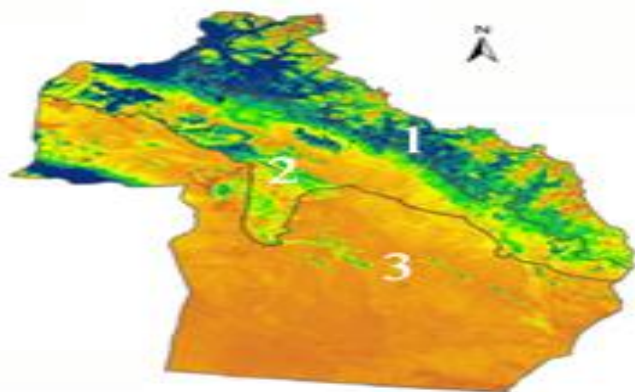


Figure 4. Schematic diagram of land division in the Altai Mountains of China (1. Mountain zone; 2. Oasis zone; 3. Desert zone)

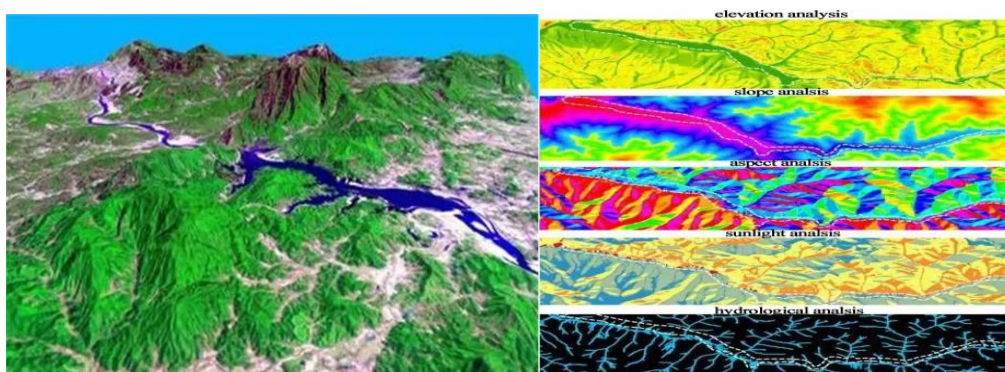


Figure 5. Topographic analysis diagram

3D scene simulation

Three-dimensional scene simulation can simulate the current situation of mountain landscape spatial pattern and the planned terrain, traffic, water system, vegetation, architecture and other scenes in 3D mode. Through the simulation function of the three-dimensional scene of various scenic spots in the Altai Mountains area, you can feel the terrain and the atmosphere of the site in an intuitive digital environment, and provide an excellent research foundation for road traffic planning, project layout and other program design content (Fig. 6).



Figure 6. Three-dimensional simulation diagram

Suitability analysis

The area around the Altai Mountains belongs to a special ecosystem. In cross-border tourism planning, tourism projects are often developed and constructed in areas with beautiful ecological environments. This involves ecological sensitivity and construction suitability analysis. Use GIS technology to analyze and evaluate individual factors such as terrain, water system, land, vegetation, and buildings, and use map overlay methods to generate comprehensive analysis results, and divide the development area according to the levels of suitable construction, more suitable construction and unsuitable construction, or Ecological protection areas are divided according to the high, medium, and low levels of ecological [13].

Analysis of Landscape Horizon

The analysis of the landscape horizon is an important content in mountainous ecotourism planning. The horizon analysis of the cross-border ecological landscape GIS in the Altai Mountains area includes whether the points are mutually visible, the visual domain of the points, and the visual domain of the route. The visual field of the surface (Fig. 7). Through the analysis of landscape horizons, it is possible to analyze the scope of sights and viewing routes, as well as the visual conditions of each scenic spot, which has a strong guiding role in planning the spatial pattern of important scenic spots, viewing facilities and viewing routes [14].

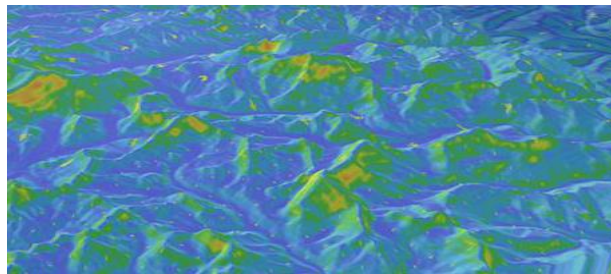


Figure 7. Analysis of Landscape Horizon

Traffic network analysis

In the Altai Mountains, GIS can construct a network data set to import linear elements (roads, etc.) and point elements (entries, stops, junctions) into the network data set, and set traffic attributes such as connectivity, traffic cost, turning radius, etc. Accurately construct the transportation network, and can also simulate the road conditions such as one-way lanes, no-turns at intersections, time-sharing road conditions, and above-ground and underground traffic changes. On this basis, the shortest driving path is calculated, which provides clear road traffic planning and service facility planning for tourist attractions guidelines [15] (Fig. 8-10).

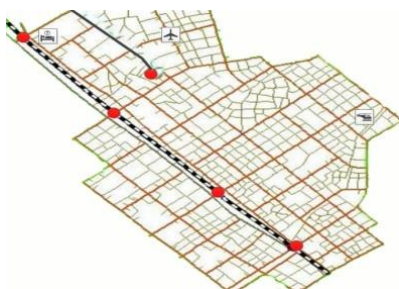


Figure 8. Traffic network analysis

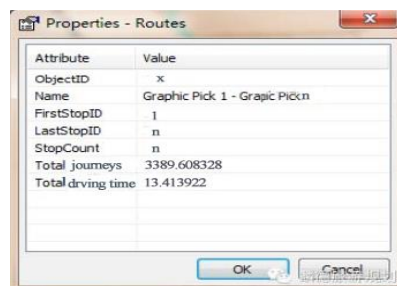


Figure 9. Schematic diagram of traffic simulation data statistics



Figure 10. Schematic diagram of service area

Optimal site selection of the project

The optimal site selection of the project is to combine topographic and geomorphological analysis, suitability analysis, horizon analysis, refer to traffic network analysis, and determine the appropriate location of

the project by using the “location allocation” technology or the use of buffer overlay technology according to the project's limited conditions, and determine the site selection of the project based on planning needs. This function has scientific guiding significance for the spatial pattern of the project layout of tourist attractions in tourism planning.

Concluding remarks

In summary, GIS is mainly composed of data input system, data management system, spatial analysis system and data output system. It has very important application value in tourism management and development. In addition to the above seven types of applications, GIS technology also includes the display of three-dimensional scenes in tourist attractions, tourism decision support, tourism planning and mapping, tourism resource value evaluation, environmental monitoring and protection, and tourism. The application of information query and other aspects also has a huge effect [16, 17].

The full application of GIS technology in tourism planning can greatly improve the scientificity, operability and landing of the planning. It is one of the important directions for the future development of tourism planning. It is also the tourism management unit to provide a complete and reliable data basis for its development. Scientific and reasonable tourism management and development plans promote the development of the tourism industry.

Acknowledgments

The authors acknowledge the role of the Alliance of International Science Organizations (ANSO), Xinjiang Institute of Ecology and Geography Chinese Academy of Sciences, University of Chinese Academy of Sciences in providing a platform to perform this work.

References

- 1 The Altai Mountains Biodiversity Strategy Preparation Team (2009). The Altai Mountains Biodiversity Conservation Strategy, Safeguarding the biological diversity and natural ecological processes of the Altai Mountains landscape alongside local livelihoods and economic development. Retrieved from https://panorama.solutions/sites/default/files/Altai_Mountains_Biodiversity_Conservation_Strategy_English_-_Small.pdf
- 2 Lew, A.A. (2007). Invited Commentary: Tourism Planning and Traditional Urban Planning Theory: Planners as Agents of Social Change. *Leisure. Loisir: Journal of the Canadian Association of Leisure Studies*, 31(2), 383-392. <https://doi.org/10.1080/14927713.2007.9651387>
- 3 Boers, B. & Cottrell, S. (2007) Sustainable Tourism Infrastructure Planning: A GIS-Supported Approach. *Tourism Geographies*, 9(1), 1-21. <http://doi.org/10.1080/14616680601092824>
- 4 Bennett, D. & Armstrong, M. (2001). Fundamentals of geographic information systems (GIS). *Manual Geospatial Sci Technol.*, 411-430. <http://doi.org/10.1201/9780203305928.ch25>
- 5 Fotheringham, S. & Rogerson, P. (1994). *Spatial Analysis and GIS*. CRC Press.
- 6 Kurian, G. (2011). *Spatial Analysis*. The encyclopedia of political science. CQ Press. <https://dx.doi.org/10.4135/9781608712434>
- 7 Sureshkumar, M., Uttej, B.S.DB. & Mahadevan, K. (2017). Applications of GIS in Tourism. *Int J Latest Eng Manag Res.*, 2(4), 12-16.
- 8 Burrough, P.A. (2001). GIS and geostatistics: Essential partners for spatial analysis. *Environmental and ecological statistics.*, 8(4), 361-377. <http://doi.org/10.1023/A:1012734519752>
- 9 Minagawa, T. (1998). Application of geographic information systems to tourism development planning: a case study of Lombok. Indonesia.
- 10 Christ, C., Hillel, O., Matus, S. & Sweeting, J. (2003). *Tourism and Biodiversity: Mapping Tourism's Global Footprint*. Conservation International.
- 11 Kim, N. & Graefe, A.R. (2000). GIS application of outdoor recreation management: social and physical variables of carrying capacity. *International Journal of Tourism Sciences*, 1(1), 1-18. <https://doi.org/10.1080/15980634.2000.11434515>
- 12 Rahman, M.A. (2010). Application of GIS in ecotourism development: A case study in Sundarbans, Bangladesh. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:326461/FULLTEXT01.pdf>
- 13 Zhang, Yu. & Chen, X. (2016). A Study on the Choices of Construction Land Suitability Evaluation of Ecological Index. *Procedia Computer Science*, 91, 180-183. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.054>
- 14 Mazrekaj, R. (2020). Impact of Road Infrastructure on Tourism Development in Kosovo. *International Journal of Management*, 11(4), 466-474.
- 15 Jovanović, V. & Njeguš, A. (2008). The application of gis and its components in tourism. *Journal of Operations Research*, 18(2), 261-272.

16 King, G.Q. (1991). Geography and GIS Technology. *Journal of Geography*, 90(2), 66-72. <https://doi.org/10.1080/00221349108979238>

17 Pareta, Dr.K. (2013). Remote sensing and GIS based site suitability analysis for tourism development. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences*, 2(5), 43-58.

Ф. Хан, А. Адай, Б.Д. Жанділла

**Туризм саласындағы трансшекаралық ынтымақтастықты
жоспарлау кезінде ГАЖ-технологияларды қолдану.
Алтай тауларындағы экотуризм саласындағы трансшекаралық
ынтымақтастықтың кеңістіктік құрылымын талдау мысалында**

1960 жылдан бері география саласында ГАЖ (ГИС) технологияларын қолдану географияны ақпараттандырумен цифрландырудың даму жолына түсірді. Кеңістіктік ақпаратты талдау және деректерді басқаруға бағытталған ГАЖ технологиясы географиялық зерттеулер үшін маңызды кеңістіктік жүйеге айналды. ГАЖ технологиясы геокеністіктік деректерді жинауда, өңдеуде, модельдеуде, талдауда және таратуда өте маңызды артықшылықтарға ие. *Мақсаты*: Мақалада зерттеу нысаны ретінде Алтай тауы аймағындағы трансшекаралық туристік ынтымақтастықтың кеңістіктік құрылымы қарастырылған. *Әдісі*: Зерттеу әдістері ретінде жер бедерін талдау, жергілікті талдау, орналасу орнын үш өлшемді модельдеу, деректер статистикасы, жарамдылықты талдау, визуалды аймақты талдау, көлік желісін талдау және туризмді жоспарлауда ГАЖ технологияларын қолдана отырып жоба орнын таңдау талданған. *Қорытынды*: Ұсынылған зерттеу аналитикалық болып табылады, мақалада туризмді жоспарлауда ГАЖ технологиясының нақты қолданылуы талқыланған. Сонымен қатар, ГАЖ Қосымшаларының 7 түрі қарастырылған. Осылайша, ГАЖ негізінен деректерді енгізу жүйесінен, деректерді басқару жүйесінен, кеңістіктік талдау жүйесінен және деректерді шығару жүйесінен тұрады. Бұл туризмді басқару мен дамытуда өте маңызды қолданбалы мәнге ие.

Кілт сөздер: ГАЖ, туризмді жоспарлау және дамыту, кеңістіктік құрылым, қолданбалы құндылық, экотуризм, 3Д көріністі модельдеу, жергілікті жерді талдау.

Ф. Хан, А. Адай, Б.Д. Жанділла

**Применение ГИС-технологий при планировании трансграничного
сотрудничества в области туризма. На примере анализа пространственной
структуры трансграничного сотрудничества
в области экотуризма в Горном Алтае**

ГИС-технологии, с их мощными функциями, такими как сбор графических данных, анализ и обработка данных, визуализация пространственных данных и пространственный анализ, могут эффективно планировать региональный туризм и предоставлять новые методы развития и инструменты для микро- и макроуправления туристической отрасли. В настоящей статье в качестве объекта исследования рассмотрена пространственная структура трансграничного туристического сотрудничества в Горном Алтае. Авторами проанализированы местность, трехмерное моделирование сцены, статистика данных, пригодность, визуальная область, транспортная сеть и выбор места проекта с использованием ГИС-технологий в планировании туризма. Представленное исследование носит аналитический характер. Обсуждено конкретное применение ГИС-технологий в планировании туризма. Кроме того, были рассмотрены 7 типов ГИС-приложений. Таким образом, ГИС, в основном, состоит из системы ввода данных, управления данными, пространственного анализа и системы вывода данных. Это, в свою очередь, имеет важное прикладное значение в управлении и развитии туризма.

Ключевые слова: ГИС, планирование и развитие туризма, пространственная структура, прикладная ценность, экотуризм, 3Д-моделирование сцен, анализ местности.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Abay Gulshara Kanatkyzy** — master of technical sciences, senior researcher of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan, abay.gk@mail.ru
- Abdeshev Kuanysh Bakytzhanovich** — Doctor PhD, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan; abdeshev.kuanysh@mail.ru
- Abdikarimova Perizat Uzakovna** — PhD-student of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, pikon_04_93@mail.ru
- Abdikarimova Raigul Ardakovna** — Master of Agricultural Sciences, Chief Bacteriologist, State Inspection Committee in the Agro-Industrial Complex of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan branch of the State Institution; Republican Plant Quarantine Center, Almaty, Kazakhstan; raigul-95@mail.ru
- Abdulina Galiya Amerbekovna** — candidate of medical sciences, associate professor, of Department of Biomedicine, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan; galiya54@inbox.ru
- Abdullaeva Bagila Aidarovna** — Candidate of Biological Sciences, Associated Professor of the Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; bagila_abdullaeva@mail.ru
- Adai Aidos** — Master-student of the Chinese Sciences Academy University, Beijing, China, adaydos98@gmail.com
- Ageev Dmitry Vladimirovich** — master of biology, researcher of Research Park of biotechnology and ecomonitoring of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, ageevdimon88@mail.ru
- Aitkulov Aidar Muratovich** — Candidate of Biological science, associate professor Karagandy University of physiology department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; fiziokar@yandex.ru
- Aitymbet Zhankeldy** — PhD-student, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; Zhangeldi017@mail.ru
- Alyokhin Alexander Alekseevich** — deputy director of the Botanical Garden of V.N. Carazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine; alyokhin@i.ua, garden@karazin.ua
- Alyokhina Natalia Nikolaevna** — leading engineer of the V.N. Karazin Kharkiv National University, Botany and Ecology Department, Kharkiv, Ukraine; garden@karazin.ua
- Anamaria Pestrea** - MD, Hospital of Codlea City, Brasov, Romania, anapestrea@yahoo.com
- Atikeeva Sairan Nikolayevna** — candidate of biological science, associated professor of the University “Turan-Astana”, Astana, Kazakhstan, s_atikeeva@mail.ru
- Aubakirova Karlygash Pazilhakovna** — PhD, leading researcher of M.A. Aitkhozhin Molecular Biology and Biochemistry Institute Biotechnology and Molecular Genetics Laboratory, Almaty, Kazakhstan; karla_78@mail.ru
- Bakirov Serik** — Master of Natural Sciences, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; serikbakirov@mail.ru
- Bazarbaeva Tursynkul Amankeldiyevna** — head of geography and natural resources department, professor, Al-Farabi National University, tursynkul@mail.ru
- Begilov Talgat Zaurovich** — PhD-student of the al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; talgat.begilov@mail.ru.
- Beisembay Aigerim Zhanatqyzy** — PhD-student of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; aigera9522@mail.ru.

-
- Beisembayeva Roza Seydakhmetovna** — candidate of geographical Sciences, professor, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; roza.beysembaeva@mail.ru
- Bolat Munira** — PhD-student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; 05_summer@mail.ru
- Borodulina Olga Vladimirovna** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Natural Sciences, Kostanay Regional University named after A. Baitursynova, e-mail: tc89092023@mail.ru
- Chesca Antonella** — MD, PhD, Head of Imagistic Department. at Clinic Lung Physiology Hospital, Brasov; Head of Cell and Molecular Biology and Histology at, Faculty of Medicine, Transilvania University of Brasov; Clinical Hospital of Pneumophytisiology, Romania; anto.chesca@gmail.com
- Chomanov Urishbai Chomanovich** — doctor of technical sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, leading researcher of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan, chomanov_u@mail.ru
- Dakieva Kulzipa Zhusupovna** — doctor of biological science, professor, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; ecology-2014@mail.ru
- Eken Cafer** — Professor, PhD, Department of Agricultural Biotechnology, Aydin Adnan Menderes University, Aydin, Turkey; cafereken@mail.ru
- Erokhin Nikolay Gennadjevich** — Head of the Museum of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia eng@ipae.uran.ru
- Eszhanov Birlikbay** — candidate of Biological sciences, associate professor of the Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; b-eszhanov@mail.ru
- Galiakparov Nurbol Nurpatovich** — PhD, head of M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Biotechnology and Molecular Genetics laboratory, Almaty, Kazakhstan; nurbol.g@mail.ru
- Galymbek Kanat** — PhD, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; kanat.galymbek@mail.ru
- Grachev Yuriy Aleksandrovich** — candidate of Biological sciences, Leading Researcher of the Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan; teriologi@mail.ru
- Gemejiyeva Nadezhda Gennadjevna** — doctor of biological sciences, head of plant resource laboratory, Institute of botany and phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; ngemed58@mail.ru
- Han Fang** — PhD, professor of geographical sciences, Xinjiang Ecology and Geography Institute, Chinese Sciences Academy, Urumqi, China, hanfang@ms.xjb.ac.cn
- Irkitbay Azhargul** — PhD-student, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; ahzhan247@gmail.com
- Ishmuratova Margarita Yulayevna** — candidate of biological sciences, professor of botany department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; margari-ta.ishmur@mail.ru
- Ivashchenko Anna Andreevna** — candidate of biological sciences, professor of Russian Academy of Science, leading researcher of Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan; almarais@mail.ru
- Jamilova Sairan** — master, senior teacher of the Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; jamil.s@mail.ru
- Kabyzbekova Balnur Zhasulanovna** — PhD, Leading researcher, Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, Almaty, Kazakhstan; K_b_zh@mail.ru
- Kaldybayeva Dinara Iliyaskyzy** — Master of biotechnology, Junior researcher, Laboratory of micropropagation of plants of the Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan; dinara.kaldybayeva@kaznaru.edu.kz
- Kaldybayeva Zhanar Birzhanovna** — PhD-student, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; zhanar_161081@mail.ru
- Kalelova Gulfat Zhanbolatovna** — senior lecturer, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; gkalelova@bk.ru
- Kali Almagul** — Candidate of biological sciences, associate Professor, head of the department of Botany, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; a-aelbekova@mail.ru

-
- Karzhaubekova Zhanat Zhumabekovna** — candidate of chemical sciences, leading researcher of plant resource laboratory, Institute of botany and phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; zhan-na1322@mail.ru.
- Konkabayeva Aiman Erezhepovna** — doctor of medical science, professor, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; aiman54@mail.ru.
- Kozykeyeva Aliya Tobazhanovna** — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; aliya.kt@yandex.ru.
- Kubentayev Serik Argymbekovich** — PhD, Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Flora and Plant Resources of the Astana Botanical Garden - the branch of Institute of Botany and Phytointroduction, Astana, Kazakhstan kubserik@mail.ru.
- Kumarbekuly Sanat** — senior lecturer, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; san-at_kv@mail.ru.
- Kurmanbayeva Meruert Sakenovna** — doctor of biological sciences, professor, head of the department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; kurmanbayevakz@gmail.com.
- Kushnarenko Svetlana Veniaminovna** — candidate of biological sciences, professor, Institute of Plant Biology and Biotechnology, head of germplasm cryopreservation laboratory, Almaty, Kazakhstan; svetlana_bio@mail.ru.
- Madenova Aigul Kalihozhaevna** — PhD, senior researcher, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; madenova.a@mail.ru.
- Mamyrova Saule Alyhankyzy** — PhD-student of al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; mamyrova.saule@gmail.com.
- Manapkanova Ulzhan Aitmukhametkyzy** — master-student of Al-Farabi Kazakh National University, laboratory assistant of germplasm cryopreservation laboratory of the Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; ulzhan.manapkanova@mail.ru.
- Mukanova Gulzhanat Amangeldikyzy** — PhD, associated professor of the Al-Farabi Kazakh National University; Almaty, Kazakhstan, mukanovaGA@mail.ru.
- Mukasheva Gulnar Zhanatovna** — candidate of biological science, head of physiology department of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; mukasheva07@mail.ru.
- Mussina Roza Tletaevna** — PhD-student of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; rosanna_1983@mail.ru.
- Mustafayev Zhumakhan Suleimenovich** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Geography and Water Security, Almaty, Kazakhstan; z-mustafa@rambler.ru.
- Olzhabayeva Zhanna Bakhytkalievna** — PhD-student, Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; zhanna.olzhabayeva1@gmail.com.
- Omarbaeva Ainur Nurgazievna** — PhD, Senior Researcher of the Astana Botanical Garden branch of Institute of Botany and Phytointroduction, Astana, Kazakhstan, aynur.omarbaeva@mail.ru.
- Orlova Tatiana Georgievna** — candidate of biological sciences, department head, senior researcher of V.N. Karazin Kharkiv National University Botanical Garden, Kharkiv, Ukraine; orlova.tng@gmail.com.
- Ospanova Ainagul Kenzheshovna** — candidate of biological sciences, professor, Head of the Department of Science and Commercialization, Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan; ospain@mail.ru.
- Perezhogin Yury Vladimirovich** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Natural Sciences, Kostanay Regional University named after A. Baitursynova, e-mail: jury63@mail.ru.
- Popova Irina Viktorovna** — leading researcher of E. Gareev Botanical Garden Research Institute Floral and Ornamental Plants Laboratory of the Kyrgyz Republic National Sciences Academy, Bishkek, Kyrgyz Republic; irinapopova574@mail.ru.
- Rymkhanova Nazgul Kabdulakyzy** — master, researcher of the cryopreservation laboratory, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; nazka_0993@mail.ru.
- Sadykanova Gulnaz Esimbekovna** — candidate of biological sciences, associate professor, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; gulnaz.sadykanova@mail.ru.

-
- Sadykova Akerke** — master, laboratory assistant of the research park of biotechnology and ecomonitoring of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; zhaknova0@mail.ru
- Sadyrova Gulbanu Aueskhanovna** — doctor of biological science, associated professor, Al-Farabi Kazakh National University, International engineering technological University, Almaty, Kazakhstan; gulbanus@mail.ru
- Sandle Tim** — PhD, Head of Microbiology at Bio Products Laboratory, Manchester University, United Kingdom; timsandle@btinternet.com
- Serik Arailym** — master, junior researcher of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; seruk_aray@mail.ru.
- Serikbay Arailym Talgatkyzy** — PhD-student of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; arailym_serikova@mail.ru
- Shalakhmetova Tamara Minazhevna** — professor, Al-Farabi Kazakh National University, Department Biology and biotechnology, Almaty, Kazakhstan; shalakhmetova@mail.ru
- Silantjeva Marina Mikhailovna** — doctor of biological science, professor, dean of biological faculty, Altai State University, Barnaul, Russian Federation, msilan@mail.ru
- Smagulov Nurlan Kemelbekovich** — doctor of medical science, professor, leading researcher of the research park of biotechnology and ecomonitoring of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; msmagulov@yandex.kz
- Tagayev Daniyar Askarovich** — PhD., Acting Associated Professor, Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; dat82@mail.ru
- Tlenshiyeva Arshyn Muratkyzy** — PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Department Biology and biotechnology, Almaty, Kazakhstan; tlenshievaa@mail.ru.
- Tleubayeva Meruyert Ilyasovna** - PhD, Associate Professor of the Department of Organization, Management and Economics of Pharmacy and Clinical Pharmacy, School of Pharmacy, S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan, meruert_iliyasovna@mail.ru
- Tolenova Ayagoz Daniyarovna** – PhD-student of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; ayagoz.danyarkyzy@mail.ru
- Tsyganov Anatoliy Pavlovich** — candidate of biological Sciences, associated professor, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; tsap_ecobio@list.ru.
- Tukpetova Adilya Zhumanorovna** — Master of Natural Science, Scientific Center of the Pediatrics and Pediatric Surgery, Almaty, Kazakhstan; adilya.tukpetova@gmail.com.
- Turdiiev Timur Tuigunovich** — candidate of biological sciences, associated professor, leading researcher of the germplasm cryopreservation laboratory, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; turdievt@mail.ru.
- Tursynbay Akerke** — PhD-student of biodiversity and bioresource department in Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; erketay_0994@mail.ru.
- Tursynbayev Nurzhan Amanzhiljvich** — PhD, Kazakh Agrotechnical University named after S. Saifullin, Astana, Kazakhstan; nurANT_78@mail.ru.
- Uteulin Kairat Rizabekovich** — doctor of biological sciences, associate professor, head of the Plant Biology and Biotechnology Institute Laboratory, Almaty, Kazakhstan gen_uteulink@mail.ru.
- Zeinedinov Asylbek Kalkenovich** — PhD, dean of the faculty of physic and technology of the Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; asylzeinidenov@mail.ru.
- Zhandilla Bimerei Daurenkyzy** — PhD-student of Chinese Sciences Academy University, Beijing, China, bimerei@mail.ru.
- Zhaparova Assem Turlybekovna** — Master of Agricultural Sciences, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan; zh_asema_t@mail.ru.
- Zharkova Irina Maratovna** — Candidate of Biological Sciences, Deputy Head of the Department of Scientific and Innovative Work and International Relations of the Department of Biodiversity and Biore-sources, Senior Lecturer, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; Irina.Zharkova@kaznu.kz.
- Zhensikbayeva Nazgul Zhanibekovna** — PhD, associated professor, East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; naz_zanibek@mail.ru.

Zhumabayeva Beibitgul Akimalievna — candidate of biological sciences, associate professor of the Al-Farabi Kazakh National University Molecular Biology and Genetics Department, Almaty, Kazakhstan; beibutgul@mail.ru.

Zlatanov Boris Vasilyevich — candidate of biological sciences, senior researcher, Institute of zoology, Almaty, Kazakhstan; bor.zlat@mail.ru.