



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

BULLETIN

OF THE KARAGANDA UNIVERSITY

**BIOLOGY.
MEDICINE.
GEOGRAPHY**
Series

№ 1(105)/2022

ISSN-L 2518-7201 (Print)

ISSN 2663-5003 (Online)

Индексі 74620

Индекс 74620

**ҚАРАҒАНДЫ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

ВЕСТНИК

**КАРАГАНДИНСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

BULLETIN

**OF THE KARAGANDA
UNIVERSITY**

БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ сериясы

Серия БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ

BIOLOGY. MEDICINE. GEOGRAPHY Series

№ 1(105)/2022

Қаңтар–ақпан–наурыз
30 наурыз 2022 ж.

Январь–февраль–март
30 марта 2022 г.

January–February–March
March 30th, 2022

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, 2022
Караганда, 2022
Karaganda, 2022

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

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

Редакция алқасы

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

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

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

E-mail: bulletin_karsu_biology@mail.ru

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

Редакторлары

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, З.Е. Рамазанова

Компьютерде беттеген

В.В. Бутяйкин

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

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

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

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

Басуға 29.03.2022 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 22,63 б.т. Таралымы 200 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 42.

«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, 2022

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

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

Редакционная коллегия

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

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

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

E-mail: bulletin_karsu_biology@mail.ru

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

Редакторы

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, З.Е. Рамазанова

Компьютерная верстка

В.В. Бутяйкин

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

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

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

Зарегистрировано Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан.

Свидетельство о постановке на переучет № KZ32VPY00027389 от 30.09.2020 г.

Подписано в печать 29.03.2022 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 22,63 п.л. Тираж 200 экз.

Цена договорная. Заказ № 42.

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, 2022

Main Editor
Cand. of biology
M.Yu. Ishmuratova

Responsible secretary
Cand. of biology
S.U. Tleukenova

Editorial board

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

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

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

E-mail: bulletin_karsu_biology@mail.ru

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

Editors

Zh.T. Nurmukhanova, S.S. Balkeyeva, Z.E. Ramazanova

Computer layout

V.V. Butyaikin

Bulletin of the Karaganda University. “Biology. Medicine. Geography” Series.

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

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

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

Signed in print 29.03.2022. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 22,63 p.sh. Circulation 200 copies.
Price upon request. Order № 42.

Printed in the Publishing house of NLC “Karagandy University of the name of acad. E.A. Buketov”.
28, University Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan. Tel. (7212) 35-63-16. E-mail: izd_kargu@mail.ru

© Karagandy University of the name of acad. E.A. Buketov, 2022

МАЗМҰНЫ — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENT

БИОЛОГИЯ BIOLOGY

<i>Абуженова В.С.</i> Из истории исследований по энтомологии и защите растений в Карагандинской области. К 115-летию Бориса Николаевича Мухачева	7
<i>Әменов Д.М., Агеев Д.В., Толеш А., Сельдьюгаев О.Б., Зиновьев Л.А., Норцева М.А.</i> Влияние физических методов предпосевной обработки на всхожесть семян некоторых лекарственных растений.....	16
<i>Асанова Г.К.</i> Современное состояние популяций <i>Centaurea bipinnatifida</i> в горах Улытау (Карагандинская область).....	23
<i>Amantaev N.G.</i> Cryopreservation methods for <i>in vitro</i> potato crops: an overview	32
<i>Bisseneva A.K., Pogossyan G.P., Li K.G., Danilenko M.P.</i> Analysis of the interaction of ACE2, TMPRSS2 genes and their polymorphisms with the SARS-CoV-2 virus.....	42
<i>Заканова А.Н., Ержанов Н.Т., Литвинов Ю.Н., Сергазинова З.М.</i> Оценка эффективности относительных методов учета микромаммалий в условиях техногенной нагрузки Северного Казахстана	49
<i>Kabylbekova G.K., Didorenko S.V., Abugaliyeva A.I., Kudaybergenov M.S., Alikulov Z.A.</i> The effect of pre-sowing treatment of seeds with molybdenum and boron on the yield of Zhansaya soybean in the conditions of the Almaty region	56
<i>Карамендин К.О., Кыдырманов А.И., Хан Е.Я., Сейдалина А.Б., Касымбеков Е.Т.</i> Поиск зоонозных инфекций верблюдов, представляющих потенциальную опасность здоровью человека в Казахстане	63
<i>Ongarbayeva N.S., Saktaganov N.T., Glebova T.I., Shamenova M.G., Klivleyeva N.G.</i> Isolation and characteristics of influenza viruses circulating among swine populations in Kazakhstan during 2018–2019	70
<i>Osmonali B.B., Vesselova P.V., Kudabayeva G.M., Akhtayeva N.Z.</i> Phytocenotic features of species of the genus <i>Salsola</i> L. (<i>Chenopodiaceae</i> Vent. / <i>Amaranthaceae</i> Juss.) in the desert part of the Syrdarya river valley	78
<i>Ромаданова Н.В., Аралбаева М.М., Рымханова Н.К., Байгараев Д.Ш., Рамазанов А.К., Ишмуратова М.Ю., Кушнарченко С.В.</i> Криоконсервация как способ повышения лабораторной всхожести и энергии прорастания семян	86
<i>Serikbai A.T., Aitkulov A.M., Zeynidenov A.K., Kystaubayeva Z.T.</i> Evaluation of macroparticles and nanoparticles of zinc and zinc oxide's toxicity based on the <i>Artemia salina</i> model	96
<i>Сумбембаев А.А., Данилова А.Н., Премина Н.В., Матвеева Е.В.</i> Эколого-ценотический и флористический анализ популяций <i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo в Казахстанской части Алтайской горной страны.....	102
<i>Tleuova Zh.O., Makeeva L.A., Bayazitova Z.E., Kapbassova G.A., Shaimerdenova Z.M.</i> Stabilization of organic municipal solid waste by composting	116
<i>Федоренко В.А.</i> Пустынный снегирь <i>Bucanetes githagineus</i> (M.H.C. Lichtenstein, 1823) в Казахстане	122

МЕДИЦИНА MEDICINE

<i>Pratibha A. Avhad, Shailesh S. Chalikwar, Bhushan A. Bhairav</i> A comprehensive review on complex generics.....	129
<i>Chesca A., Sandle T., Abdulina G.A., Anamaria P.</i> Acute phlegmonous appendicitis.....	136
<i>Дүзбаева Н.М., Шокабаева А.С.</i> Степногорск қаласы тұрғындарының денсаулық жағдайын цитоморфологиялық зерттеу	143

<i>Мейрамов Г.Г., Ж.Д. Мунтинов, Корчин В.И., Абикенова Ф.С., Абдрахметова А.К., Оспанов М.Т., Омаров Д.Н.</i> Опыт применения противовирусных препаратов в терапии конъюнктивита при COVID-19	149
--	-----

**ГЕОГРАФИЯ
GEOGRAPHY**

<i>Садыкова Д.А.</i> Астананың туризм әлеуетін дамыту арқылы «марка қала» бейнесін қалыптастыру	156
---	-----

<i>Murzagulova Z.A., Karnaukhova T.V., Fakhrudanova I.B., Tazitdinova R.M.</i> Use of the Earth Remote Sensing Data to assess the state of recreational forests in the Kokshetau National Park.....	167
---	-----

<i>Құрманова М.С., Мадібеков А.С.</i> Атмосфералық жауын-шашын минерализациясының Қазақстан территориясы бойынша бақылған өзгерісі.....	172
---	-----

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION ABOUT AUTHORS	178
--	-----

В.С. Абуkenова*

Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

**Автор для корреспонденции: abu-veronika@yandex.ru*

Из истории исследований по энтомологии и защите растений в Карагандинской области

К 115-летию Бориса Николаевича Мухачева

Борис Николаевич Мухачев, декан факультета естествознания Карагандинского педагогического института (1958–1963), был необыкновенным человеком, изобретателем, агрономом-новатором, одержимым своим делом. Еще в начале работы в сельском хозяйстве он начал конструировать механические устройства для ускорения и облегчения процесса опыления зерна агрохимикатами, получил два авторских свидетельства. Как молодой рационализатор, Б.А. Мухачев был участником первой Всесоюзной сельскохозяйственной выставки (1939). Исторические испытания, выпавшие на долю биологов в СССР в 30–40-е гг. прошлого века, оставили и в его биографии глубокий след и проявился в качестве колоссального трагического труда среди таких же 200 передовых агрономов Карлага. Мухачев занимался селекцией озимых культур в Казахстане. Возглавлял борьбу с саранчой и малярией в Карагандинской области. Успешно развивал опыт новаторской работы с сельскохозяйственными растениями и вредными насекомыми на полях Центрального Казахстана. Занимаясь педагогической деятельностью в Карагандинском педагогическом институте, он оставался практиком и ученым, организовавшим Агрохимическую лабораторию и Курсы повышения квалификации в области химизации сельского хозяйства для агрономов из разных областей Казахстана. Агробиологическая станция (сначала факультета естествознания КарПИ и позже биологического факультета КарГУ), созданная под его руководством, за 30 лет своего существования сыграла важнейшую роль в проведении методической, научно-образовательной работы в области растениеводства, зоологии, физиологии, ботаники, декоративного садоводства, селекции растений, охраны природы, метеорологии.

Ключевые слова: защита растений, вредные насекомые, агробиологическая станция, факультет естествознания Карагандинского пединститута, Карагандинская область.



Несколько поколений биологов тепло вспоминают Агробиологическую станцию г. Караганды (АБС, переулок Телевизионный, д. № 12). Для них АБС была не просто учебным корпусом Карагандинского педагогического института и университета, а настоящей «Alma Mater». Домом для биологов АБС стала благодаря замечательным специалистам, основателям научных направлений и создателям уникальной атмосферы прикладных исследований по защите растений, агрохимии, энтомологии, селекции, физиологии и анатомии животных и др. Одним из таких людей был Борис Николаевич Мухачев.

Борис Николаевич Мухачев родился 5 апреля 1907 г. в Саратове. Отец — земский статист и мать — учительница, дали мальчику хорошее домашнее образование. В школе Борис Мухачев проучился только пять лет, так как годовую программу он часто сдавал экстерном. Заинтересовавшись сельским хозяйством и окончив краткосрочные курсы в Оренбурге, Мухачев получил должность инструктора по защите растений Губернского земельного управления Петропавловска. С весны до поздней осени молодой

инструктор по распутице и бездорожью выезжал в поля Петропавловской губернии, посещал сельсоветы, чтобы обучить крестьян методам обработки семян зерновых культур от болезней и вредителей. Бичом хлебных злаков была головня, на посевы и посадки сельскохозяйственных культур нападала саранча и т.д. Рабочим оборудованием инструктора была бутылка с формалином, который применяли для обработки семян зерновых культур с конца XIX в., и аппарат для сухого протравливания семян собственного изобретения. В XX в. для защиты семян использовались различные средства-протравители, и совершенствовались машины для предпосевной обработки семян. В СССР были созданы сложные устройства: протравители А.И. Боргардта (1931), Б.Н. Мухачева (1932), П.Н. Давыдова (1934), машина для мокрого протравливания семян Н.И. Маслова (1934), универсальный протравливатель ПУ-1 П.Г. Давыдова [1]. Одним из первых Борис Николаевич придумал приспособления для ускорения и облегчения процесса опыления зерна агрохимикатами, ведь время было сложное, и в сельской глубинке многое приходилось делать своими руками. Идея машины для сухого протравливания семян была зарегистрирована летом 1929 г. (рис. 1) [2].



К авторскому свидетельству Б. Н. Мухачева № 25331

Машина для сухого протравливания семян

Предлагаемое изобретение касается машины для сухого протравливания семян, состоящей из конического барабана и опылителя.

На схематическом чертеже фиг. 1 изображает осевой разрез машины; фиг. 2 — вид ее сбоку с частичным разрезом; фиг. 3 — деталь коробки с крыльчатым колесом.

Подлежащие натравливанию семена, засыпаются в коробку 1, из которой вращающийся шнеком 2 подается в барабаны опылителя. Кожух шнека 2 в верхней части имеет окно 3 (фиг. 3), в которое поступает опылитель. Последний засыпается в коробку 4 с вращающимся в нижней его части на валу 22 крыльчатым колесом 5, лопасти которого протравливают опылитель через дырчатое дно 6 коробки 4. С помощью заслонки 7 закрыванием дырочек в дне 6 регулируется количество подаваемого опылителя. Семена, грубо смешанные в шнеке 2 с опылителем, поступают в конический, снабженный лопастями 9 барабан 8, сидящий на общем со шнеком 2 валу 23. При вращении барабана 8 семена пересыпаются в другой конический бара-

бан 10, сидящий также на валу 23, на котором при помощи спиц 11 закреплены и барабаны 8 и 10. Внутри барабана 10 имеются ребра, заставляющие пересыпаться семена, которые после опыления пересыпаются из него в сетчатый конусный барабан 13, прикрепленный с барабанами 8 и 10. В этом барабане избыток опылителя отсеивается и попадает в нижнюю воронку 14, откуда высыпается по мере накопления открыванием заслонки 15. Опыленные и лишние излишки опылителя семена из барабана 13 поступают в приемник 16 и выходные трубы 17, открываемые поочередно.

Предмет изобретения.

Машина для сухого протравливания семян, состоящая из смесительного конического барабана и опылителя, отличающаяся тем, что назначенные для обработки зерна сухим инсектицидом конические барабаны 10, 12, 13 насажены коаксиально на общем валу 23 и снабжены шнеком 2 для смешения инсектицида с зерном и подачи последнего в барабан.

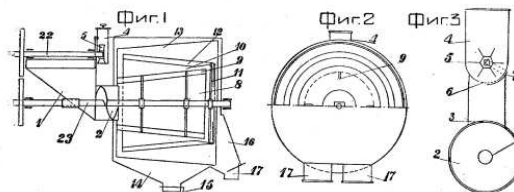


Рисунок 1. Авторское свидетельство № 25331 на изобретение Б.Н. Мухачева «Машина для сухого протравливания семян»

А уже в сентябре этого же года Б. Мухачев подает заявку на регистрацию усовершенствованного Аппарата для сухого протравливания семян непрерывного действия, который предусматривал дополнительное продувание зерна для сбора излишков вещества опылителя (рис. 2) [3].

Чувствуя необходимость углубить знания для продолжения работы в сельском хозяйстве, Борис Николаевич в 1928 г. становится студентом Ленинградских курсов инструкторов по защите растений. С 1929 г. он студент Ленинградского института зоологии и фитопатологии. Во время работы студента Мухачева во Всесоюзном институте защиты растений г. Ленинграда были замечены его способности к научной работе, и, после присуждения квалификации агронома по защите растений в 1931 г., он был принят на должность старшего научного сотрудника. А вскоре в составе группы молодых ленинградских ученых Мухачев отправлен для пополнения научно-исследовательских кадров в только открытый Институт борьбы с вредителями сельского хозяйства (г. Владимир). С 1931 по 1934 гг. Борис Николаевич работает там доцентом и заведующим кафедрой механизации защиты растений. Вернувшись в г. Ленинград, старший научный сотрудник Мухачев принимает участие в Крымской экспедиции по испытанию опрыскивателей и опыливателей для борьбы с вредителями садов, совершенствует конный полевой опыливатель. Кроме того, он преподает на высших курсах прикладной зоологии и фитопатологии.

Класс 48 в, 1



№ 28062

К авторскому свидетельству Б. Н. Мухачева № 28062

Авторское свидетельство на изобретение

ОПИСАНИЕ

аппарата для сухого протравливания семян.

К авторскому свидетельству Б. Н. Мухачева, заявленному 17 сентября 1929 года (заяв. свид. № 54786).

О выдаче авторского свидетельства опубликовано 31 октября 1932 года.

Прилагаемый аппарат для сухого протравливания семян является аппаратом непрерывного действия.

На фиг. 1 изображен продольный разрез аппарата; на фиг. 2—вид сверху и устройство, сообщающее колебательное движение коробкам 13. При оплывании семян ядовитым порошком подающего оплывателя семена засасываются в коши 7 (фиг. 1), из которых выдвигаются вальцом с выдвигательными ребрами 2 подается в качающиеся станки—коробку оплывателя. Количество подаваемых семян регулируется заслонкой 5.

Оплыватель засасывается в коробку 4, в нижней части которой движется туда и обратно железный пруток 3 с наклонными на нем лопатками 6, являющиеся прогибом оплывателя через дрычковое дно 7, коробки 4; закрывание дрычкового дна 7 с помощью заслонки 8 регулируется количеством подаваемого оплывателя.

Семена с попутным в них оплывателем идут по наклонным плоскостям 9, 10, 11, выходя из перегородки 12, заключенным в коробку 13, подвешенной на цепях 14 и приводимой в возвратно-поступательное движение. На упомянутых наклонных плоскостях семена, подпрыгивая и перемещаясь, перемешиваются с оплывателем и поступают на сетчатую плоскость 15, где вальцами оплыватель отсеиваются и попадают в воронку 16, откуда по мере накопления высыпаются открывающимся заслонкой 17.

Оплыватель и лиственные вальцы оплывателя семена с плоскости 15 поступают в приемник 18 и входные трубы 19, открываемые поочередно.

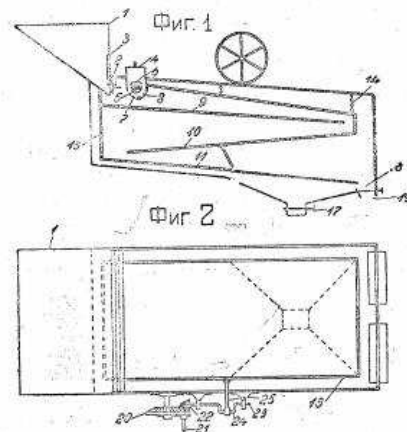
Качение коробок стенок 13 с находящимися в нем наклонными плоскостями 9, 10, 11, производится конической шестерней 20 (фиг. 2), вращаемой за ручку 21, которая передает вращение прилежащей к ней конической шестерне 22 и соединенному с ней валу 23, меньшему крупицам 24, соединенный с помощью тяги 25 со станком 15.

К предлагаемой машине может быть добавлен вентилятор 26 с воздухоочистителем какого-либо типа для полного сбора вальцами оплывателя.

Предмет изобретения.

Аппарат для сухого протравливания семян, состоящий из приспособления для подачи зерна и insecticides и наклонных плоскостей для смешивания зерна с insecticides и отсеивания избытка последнего от зерна, отличающийся тем, что он снабжен колебательным валом 24—25 для приведения наклонных плоскостей 9—11 в колебательное возвратное движение.

Е. Ш.



Литография «ИЗДАТ

Рисунок 2. Авторское свидетельство № 28062 на изобретение Б.Н. Мухачева «Аппарат для сухого протравливания семян»

Волна политических репрессий 1934–1935 гг. затронула в основном Москву и Ленинград, где начались аресты в среде научно-технической интеллигенции. Поводом для политической статьи и осуждения могло стать что угодно. Молодой и перспективный ученый Борис Мухачев был замечен, причислен к «врагам трудового народа» и в марте 1935 г. сослан под надзор Объединённого государственного политического управления при Совете народных комиссаров СССР в село Долинка (Карагандинская область, Казахстан). Началась принудительная «командировка» 1935–1938 гг. в отделении совхоза, управляемого Народным комиссариатом внутренних дел СССР (НКВД), известным как исполнитель политических репрессий 1930-х гг. На Карагандинской сельскохозяйственной опытной станции Мухачев работал агрономом научного Отдела по защите растений, а осенью 1938 г. был зачислен по вольному найму заведующим Отделом защиты растений. Здесь сосланных ученых было много, и им давали возможность заниматься наукой и изобретательством, завозили необходимую литературу и оборудование.

Для контроля за посевами и делянками можно было перемещаться по территории свободно. От Народного комиссариата земледелия СССР поступали задания по бесперебойному снабжению прилегающих областей элитным материалом зерновых культур. Кроме выведения засухо- и морозоустойчивых сортов ученым необходимо было учитывать невосприимчивость к болезням и вредителям. Получение максимальной урожайности было тесно связано с защитой семян от инфекций. Решающую роль в профилактике грибных и бактериальных болезней играли протравливание семян, а также дезинфекция почвы, обеззараживание зернохранилищ. В это время Мухачев руководил термическим протравливанием семян супер-элитной пшеницы от спор пыльной головни, подготавливая их для посева в области. Изобретательская жилка позволила ему переоборудовать кормозапарник в паровой котел, и семена обрабатывали паром прямо на станции, не вывозя в Долинку, где использовался пар от локомотива маслозавода. Как новатор в области защиты растений Борис Мухачев был участником первой Всесоюзной сельскохозяйственной выставки по разделу «Механизация и электрификация сельского хозяйства».

Работа на опытной станции велась по всем направлениям сельского хозяйства: разработке аграрных технологий; селекции зерновых культур и овощей, масличных культур и кормовых трав, домашнего скота и птицы; защите растений от вредителей и болезней; ветеринарии и др. Особое внимание, по распоряжению партии и правительства, уделялось озимым культурам, выведению зимостойких сортов. Интересуясь селекцией растений еще в студенческие годы, Мухачев принимал участие в исследованиях группы по селекции озимых культур, и результаты практической работы о зимовке посевов опубликовал в Трудах Карагандинской СХОС [4]. В этом издании в 1938–1946 гг. было опубликовано

свыше 200 научных статей репрессированных ученых, обобщающих научные исследования по растениеводству.

Незгоды принудительной лагерной жизни сочетались для Бориса Николаевича с работой в коллективе репрессированной научной интеллигенции. «Почетное и ответственное задание» — накормить огромный район развивающегося промышленного Центрального Казахстана, поднять производство сельхозпродукции в нем до небывалого уровня — было выполнено при участии многих видных ученых. В заключении работали ученые-биологи: растениевод и селекционер Л.А. Пельци, селекционер и генетик В.С. Пустовойт, агроном-садовод И.К. Фортунатов и другие. В трагически великом труде 200 агрономов Карлага есть весомая доля и Бориса Николаевича Мухачева.

В 1948 г. Мухачев получил назначение на должность начальника участка Карагандинской противосаранчовой экспедиции. Систематические наблюдения за развитием и размножением вредителей на сельхозугодьях, в отдаленных и труднодоступных местах, давали возможность определить степень заселенности и принять меры по защите урожая, а также подготовить сезонные и годовые прогнозы по численности саранчовых. Основные мероприятия экспедиции по борьбе с саранчой проводились при помощи сельскохозяйственной авиации, распылявшей инсектицидные составы на территории массовых скоплений. За успешную работу по подавлению очагов и предотвращению распространения вредителей Борис Николаевич был награжден Грамотой Верховного Совета КазССР.

В 1949 г. Мухачев переведен на должность начальника Государственной инспекции по карантину сельскохозяйственных растений Министерства сельского хозяйства СССР по Карагандинской области.

Выполняя обязанности заведующего энтомологическим отделением Карагандинской областной противомаларийной станции, Б.Н. Мухачев начал исследования кровососущих насекомых, демонстрируя широкий научный кругозор и прекрасное владение зоологическими методиками.

Ареалы малярийных комаров наиболее подробно изучались на территориях всех республик СССР в 20–40-х гг. XX века, в период, предшествовавший ликвидации малярии, и менее интенсивно — в 50–60-е годы. Многолетние наблюдения за развитием личинок малярийного комара, сбор фенологических данных о кровососущих насекомых Карагандинской области позволили Борису Николаевичу опубликовать несколько статей в научных журналах «Известия Академии наук КазССР» и «Ученые записки Карагандинского государственного пединститута», а также подготовить выступление на фенологическом совещании 1957 г. в г. Ленинграде [5–7]. Однако эти весьма ценные материалы остались совершенно не известны специалистам. Между тем, как первоисточники, указывающие вид и место сбора материала, они необходимы для описания ареалов и составления карт распространения видов малярийных комаров на территории Казахстана. На территории Карагандинской области более 60 лет эти виды не регистрируются, однако, вследствие изменения климата возможно появление климатогенных изменений пространственного распределения и развития этих переносчиков малярии.

В качестве лесопатолога Карагандинского областного управления лесного хозяйства Мухачев изучал вредителей древесно-кустарниковых пород области. Уже, имея большой объем данных и значительный опыт борьбы с различными фитофагами, он внедрил метод ранневесеннего опыливания парковых насаждений инсектицидами против ивовой волнянки. Для этого успешно использовался крымский вариант переоборудованного авторского конного опыливателя.

В 1952 г. Борис Николаевич защитил в Алма-Ате кандидатскую диссертацию «Вредные насекомые искусственных насаждений Караганды и ее окрестностей» [8]. В этой научной работе он систематизировал результаты своих многолетних наблюдений за вредителями растений. В 1954 г. Мухачев был приглашен на должность старшего преподавателя Карагандинского пединститута. С этого времени его жизнь связана с подготовкой педагогических и научных кадров биологов Казахстана.

«Хрущевская оттепель» конца 50-х гг., массовое освоение целинных и залежных земель в Казахстане требовали обновления сельскохозяйственного производства. Появились новые задачи и перед вузами: выпуск современных специалистов. При поддержке руководства КарПИ для подготовки научных и преподавательских кадров в 1959 г. на пустыре по адресу: переулок Телевизионный, д. № 12 была заложена Агробиологическая станция (АБС).

Освоение новой территории проводилось студентами и преподавателями несколько лет. На опытном поле, площадью 4 га, были заложены яблоневый сад, дендрарий и коллекционный питомник; выделены участки для учебных опытов и цветоводства, дикой флоры; оборудованы теплицы для растений различных климатических зон и выращивания овощных культур; размещен виварий; построены учебные здания (рис. 3).



Рисунок 3. Планировка опытных участков на Агробиологической станции

В организации АБС, ее становлении и опытнической работе Борис Николаевич принимал самое активное участие, от проектирования, поиска саженцев и семян до возведения крыши и оборудования лабораторий. Весь коллектив состоял из мастеров своего дела. Обучение проводили старшие преподаватели: Н.И. Чернюк (плодоводство), П.И. Калякина (ботаника, дикая флора), В.С. Рожкова (основы сельского хозяйства); технический персонал: ст. мастер теплицы А. Деньгина, механик Г.А. Зиберт, заведующая виварием А.Г. Шутилина и другие. Результаты опытнической и экспериментальной работы студентов становились основой курсовых и дипломных исследований, ежегодно демонстрировались на выставках, в организации которых всегда принимали участие декан и преподаватели факультета.

АБС дала возможность начинающим биологам узнать, как выглядят растения разных семейств, как растут и развиваются, болеют и страдают от вредителей. Кто-то здесь впервые познакомился с баклажанами, клематисом и виноградом, причем на участке часто росло сразу несколько сортов. Кто-то впервые увидел барбарис, тамарикс и белую акацию. В теплицах, как отражение круговорота жизни, весь год что-то проращивалось, цвело и созревало. Чтобы почувствовать себя натуралистом, нужно было лишь отойти на несколько метров от учебного корпуса и погрузиться в живой мир садового участка. К услугам наблюдателей и экспериментаторов-зоологов были не только вредители растений, но и опылители, энтомофаги, обитатели компоста и почвы; а также организмы небольшого пруда, население водоотстойников и сырых уголков сада; пернатые гости и постояльцы крон деревьев и многое другое. Селекционеры ставили опыты на сортоучастках. В питомнике велись исследования по интродукции и физиологии растений. Всеобщими любимцами, конечно же, были собаки вивария, где также жили лабораторные крысы и морские свинки. Они тоже служили науке: участвовали в экспериментах и исследованиях по физиологии пищеварения, анатомии и морфологии животных, таксидермии. На участке была расположена и маленькая метеостанция, позволявшая проводить замеры температуры воздуха и почвы, атмосферного давления, скорости и направления ветра.

Принцип «Позволь мне сделать это, и это станет моим навсегда» был основополагающим в организации учебного процесса факультета под руководством Б.Н. Мухачева задолго до популяризации методов интерактивного обучения. В это же время в пединституте были созданы материальная база и условия для проведения учебных практик по зоологии и ботанике; спортивных сборов; научно-исследовательской деятельности преподавателей, аспирантов и студентов в Каркаралинском лесхозе. Объектами изучения там становились компоненты лесных экосистем региона.

Благодаря созданной практической основе, уже с 1960 г. на факультете появилась возможность готовить специалистов по двум направлениям: «Биология и химия» и «Биология и основы сельскохозяйственного производства».

В начале 60-х гг. и до 1974 г. Б.Н. Мухачев возглавлял новую кафедру основ сельского хозяйства, которая в 1970 г., после прекращения в СССР гонений на генетиков, была переименована в кафедру

генетики, дарвинизма и основ сельского хозяйства. На кафедре основ сельского хозяйства при участии Мухачева функционировала Агрехимическая лаборатория, на базе которой прошли подготовку по повышению квалификации в области химизации сельского хозяйства более ста агрономов из разных областей Казахстана.

В 1964 г. Борис Николаевич и специалисты кафедры при помощи студентов выпускного курса провели агрохимическое обследование орошаемых земель восьми пригородных совхозов. Результатом стали агрохимические картограммы применения удобрений на научной основе, которые были выданы агрономам через землеустроительную экспедицию «Казгипрозем». На полях совхозов шла апробация системы применения гербицидов на посевах овощных и силосных культур. В этом же году Мухачев был награжден второй медалью «За освоение целинных и залежных земель».

Как рационализатор, имеющий опыт конструирования новых механизмов для сельского хозяйства, Борис Николаевич в соавторстве со старшим преподавателем кафедры Николаем Иосифовичем Чернюком и механиком Генрихом Абрамовичем Зибертом разработал оригинальную модель малообъемного навесного тракторного опрыскивателя. Опрыскиватель был собран Зибертом и в 1966 г. успешно испытан на полях совхозов имени Свердлова и Петровка, показав высокую производительность. Был изготовлен второй вариант опрыскивателя, вызвавший большой интерес у участников семинара-совещания по возделыванию картофеля. Аппараты использовались для инсектицидной обработки на полях совхоза Петровка.

В 1968 г. Мухачев получил ученое звание «Доцент», был награжден Почетной грамотой Верховного Совета КазССР. С 1974 по 1977 гг. на кафедре генетики и дарвинизма он преподавал дисциплины: «Защита растений», «Дарвинизм», «Генетика». Табу на генетику уже было окончательно снято, однако в генетических знаниях и профильных специалистах был большой недостаток. Как опытный биолог, Борис Николаевич был приглашен в Институт усовершенствования учителей для чтения лекций по курсу «Генетика и селекция растений». За трудовые заслуги и достижение наивысших результатов в трудовой деятельности в 1975 г. Борису Николаевичу присвоено звание «Ветеран труда» и вручена медаль.

На основе своих методических разработок по преподаваемым дисциплинам Борис Николаевич оформил несколько выпусков программированных контрольных заданий по общей биологии [9–14], оцененных студентами и школьниками и выдержавших несколько переизданий.

Хорошо осознавая важность иностранных языков и пропагандируя необходимость их направленного изучения, Б.Н. Мухачев, совместно со старшим преподавателем факультета иностранных языков В.С. Мальцевым, написал для студентов биологического факультета КарГУ пособие по изучению английского языка [15]. Спустя годы, это универсальное издание, адаптированное в соответствии с биологической тематикой, остается замечательным примером авторского союза профессионалов. Оно способствовало успешному освоению биологической терминологии и пониманию языковой научной специфики специальности, но сейчас незаслуженно забыто, хотя аналогов ему до сих пор нет.

Борис Николаевич продолжал преподавательскую работу на факультете и после выхода на пенсию. Он участвовал в выполнении хозяйственных и научных тематик, оформлял материалы по насекомым Музея природы КарГУ, приводя в порядок обширную коллекцию по жукам-усачам, а также чернотелкам и жужелицам. Занимался определением насекомых, собранных в период летних полевых практик.

Он очень любил и ценил книги. Его большая домашняя библиотека отражала широту интересов хозяина и включала множество раритетных биологических изданий, определителей, учебников и монографий, вышедших еще до революции 1917 года. В качестве примера приведем такое редкое зоологическое издание, уникальное по содержанию и оформлению, как «Атлас бабочек и гусениц Европы и отчасти Русско-Азиатских владений, с руководством к собиранию и изучению чешуекрылых» (авторы К. Ламперт, Н.А. Холодовский), вышедшее в Санкт-Петербурге в 1913 г. Часть книг из домашней библиотеки Б.Н. Мухачева хранится сейчас в Научной библиотеке биологического факультета Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова и их можно узнать по специфическому цветному экслибрису «Б.Н. Мухачев».

«Мода» на разносторонние знания и умения, появившаяся со времен строительства АБС, нашла последователей в многочисленных выпускниках факультета естествознания КарПИ и биологического факультета КарГУ. Ученики Бориса Николаевича Мухачева умели водить трактор, делать торфяные горшки для рассады, вытягивать носик стеклянной пипетки, а также скрещивать мух-дрозофил, получать безвирусный картофель и урожай винограда в суровом климате нашей области. «Талантливый

человек талантлив во всем» — наиболее подходящая характеристика деятельности Бориса Мухачева. Научное и творческое наследие его тесно связано с Карагандинским университетом, Карагандой и Карагандинской областью, но, к сожалению, еще не осмыслено нами и ждет своих продолжателей и энтузиастов.

Благодарности

Эта статья написана, благодаря проф. О.А. Абдрахманову, сохранившему автобиографический материал о Б.Н. Мухачеве; канд. биол. наук А.М. Айткулову, который любезно предоставил его для опубликования. Автор также признателен ученикам и коллегам Б.Н. Мухачева — канд. биол. наук Н.П. Славченко, канд. сел.-хоз. наук Г.В. Вишневской и другим, поделившимся своими воспоминаниями.

Список литературы

- 1 Бондарев А.В. Развитие технологий и орудий предпосевной обработки семян в истории сельскохозяйственного производства / А.В. Бондарев, И.М. Лаврухина // Активная честолобная интеллектуальная молодежь — сельскому хозяйству. — 2020. — № 2 (9). — С. 63–69.
- 2 Мухачев Б.Н. Авторское свидетельство № 2533 СССР. Машина для сухого протравливания семян / Б.Н. Мухачев. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/SU25331A1_19320430
- 3 Мухачев Б.Н. Авторское свидетельство № 28062 СССР. Аппарат для сухого протравливания семян / Б.Н. Мухачев. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/SU28062A1_19321031
- 4 Мухачев Б.Н. Перезимовка озимых культур на посевах станции в 1944/45 году / Б.Н. Мухачев // Тр. Караганд. СХОС. — 1945. — Вып. 1. — С. 24–28.
- 5 Мухачев Б.Н. Весенняя фенология малярийного комара в окрестностях Караганды / Б.Н. Мухачев / Изв. АН КазССР. Сер. физиол. и мед. — 1956. — Вып. 7. — С. 126–133.
- 6 Мухачев Б.Н. Прогнозирование весенних феноявлений из жизни обыкновенного малярийного комара по сумме эффективных температур / Б.Н. Мухачев // Ученые записки Караганд. гос. пед. ин-та. — 1958. — Т. 1. — С. 209–222.
- 7 Мухачев Б.Н. Методы прогноза весенних феноявлений из жизни малярийного комара / Б.Н. Мухачев // Тр. Фенолог. совещ. — 1960. — С. 448–450.
- 8 Мухачев Б.Н. Вредные насекомые искусственных насаждений Караганды и ее окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Б.Н. Мухачев. — Алма-Ата, 1952. — 14 с.
- 9 Мухачев Б.Н. Программированный контроль в курсе дарвинизма / Б.Н. Мухачев // Тез. докл. Респ. науч.-метод. семинара преподавателей высших учебных заведений по научной организации труда в учебном процессе, новым методам и средствам обучения. — Караганда, 1973. — С. 75.
- 10 Мухачев Б.Н. Программированные контрольные задания по общей биологии: метод. рек. / Б.Н. Мухачев. — Караганда, 1974. — 104 с.
- 11 Мухачев Б.Н. Программированный контроль на экзаменах по дарвинизму / Б.Н. Мухачев // Экспериментальные исследования по химии и биологии. — Караганда, 1974. — С. 270–273.
- 12 Мухачев Б.Н. Программированные контрольные задания по общей биологии / Б.Н. Мухачев // Сб. инструкт.-метод. материалов для ср. проф.-техн. училищ. Биология. — М., 1974. — С. 32–102.
- 13 Мухачев Б.Н. Программированный контроль в курсе общей биологии на подготовительном отделении / Б.Н. Мухачев // Экспериментальные методы исследования в химии и биологии. — 1975. — Вып. 2. Экология. — С. 139–141.
- 14 Мухачев Б.Н. Программированные контрольные задания по общей биологии / Б.Н. Мухачев. — Караганда, 1995. — 100 с.
- 15 Мальцев В.С. Пособие по английскому языку для студентов биологического факультета / В.С. Мальцев, Б.Н. Мухачев, З.Н. Очаковская. — Караганда, 1977. — 50 с.

В.С. Абуkenова

Қарағанды облысында энтомология және өсімдіктерді қорғау бойынша зерттеулер тарихынан Борис Николаевич Мухачевтің 115 жылдығына

Борис Николаевич Мухачев 1958 жылдан 1963 жылға дейін Қарағанды педагогикалық институтының жаратылыстану факультетінің деканы болды, өнертапқыш, жаңашыл-агроном, өз ісіне берілген ерекше

тұлға еді. Ауыл шаруашылығында жұмыс істеп жүрген кезінде ол астықты агрохимикаттармен тозандандыру процесін тездету және жеңілдету үшін механикалық құрылғылар жасай бастады және осы үшін екі авторлық куәлік алды. Жас өнертапқыш Мухачев 1939 жылғы Бірінші Бүкілодақтық ауылшаруашылық көрмесінің қатысушысы болды. Өткен ғасырдың 30–40 жылдары КСРО-да биологтардың үлесіне түскен тарихи сынақтар оның өмірбаянында өзіндік із қалдырды. Ол Карлагтың 200 озық агрономдарының қатарында болды. Қазақстандағы күздік дақылдарды іріктеумен айналысқан. Сонымен қатар, Қарағанды облысы бойынша шегірткеге және безгекке қарсы күресу жұмыстарын басқарған. Орталық Қазақстанның алқаптарында ауыл шаруашылығы өсімдіктерімен және зиянды жәндіктермен жұмыстың жаңашыл тәжірибесін сәтті дамытты. Қарағанды педагогикалық институтында педагогикалық қызметпен айналысып, Қазақстанның түрлі облыстарынан келген агрономдар үшін агрохимиялық зертхана мен ауыл шаруашылығын химияландыру саласында біліктілікті арттыру курстарын ұйымдастырған практик және ғалым болып қала берді. Оның басшылығымен құрылған агробиологиялық станция (алдымен ҚарПИ жаратылыстану факультеті және кейінірек — ҚарМУ биология факультеті) 30 жыл ішінде өсімдік шаруашылығы, зоология, физиология, ботаника, сәндік бау-бақша, өсімдік өсіру, табиғатты қорғау, метеорология саласында әдістемелік, ғылыми және білім беру жұмыстарын жүргізуде маңызды рөл атқарды.

Кілт сөздер: өсімдіктерді қорғау, зиянды жәндіктер, агробиологиялық станция, Қарағанды пединститутының жаратылыстану факультеті, Қарағанды облысы.

V.S. Abukenova

From the history of research on entomology and plant protection in the Karaganda region

On the 115th anniversary of Boris Nikolaevich Mukhachev

Boris Nikolayevich Mukhachev was the Dean of the Faculty of Natural Sciences of the Karaganda Pedagogical Institute from 1958 to 1963. He was an extraordinary man, inventor, agronomist-innovator obsessed with his work. At the beginning of his work in agriculture, he began to design mechanical devices to accelerate and facilitate the process of pollination of grain with agrochemicals and received two copyright certificates. The young innovator Mukhachev was a participant in the First All-Union Agricultural Exhibition in 1939. The historical trials that befell biologists in the USSR in the 30–40 years of the last century left a mark on his biography. He was among 200 advanced agronomists of Karlag. Mukhachev was engaged in the selection of winter crops in Kazakhstan. He led the fight against locusts and malaria in the Karaganda region. He successfully developed the experience of innovative work with agricultural plants and harmful insects in the fields of Central Kazakhstan. Mukhachev was engaged in pedagogical activity at the Karaganda Pedagogical Institute. Nevertheless, he remained a practitioner and a scientist, organizing the agrochemical laboratory and advanced training courses in the field of agricultural chemicalization for agronomists from different regions of Kazakhstan. The agrobiological station (of the Faculty of Natural Sciences of KarPI and later of the Faculty of Biology of KarSU), created under his leadership, during its 30 years of existence has played an important role in conducting methodological, scientific and educational work in the field of plant growing, zoology, physiology, botany, ornamental gardening, plant breeding, nature conservation, meteorology.

Keywords: plant protection, harmful insects, agrobiological station, Faculty of Natural Sciences of Karaganda Pedagogical Institute, Karaganda region.

References

- 1 Bondarev, A.V., & Lavrukina, I.M. (2020). Razvitie tekhnologii i orudii predposevnoi obrabotki semian v istorii sel'skokhoziaistvennogo proizvodstva [Development of technologies and tools for pre-sowing seed treatment in the history of agricultural production]. *Aktivnaia chestoliubivaia intellektualnaia molodezh — sel'skomu khoziaistvu — Active ambitious intellectual youth to agriculture*, 2 (9); 63–69 [in Russian].
- 2 Mukhachev, B.N. *Avtorskoe svidetel'stvo № 2533 SSSR. Mashina dlia sukhogo protravlivaniia semian [Copyright certificate No. 2533 USSR Machine for dry seed etching]*. Retrieved from https://yandex.ru/patents/doc/SU25331A1_19320430 [in Russian].
- 3 Mukhachev, B.N. *Avtorskoe svidetel'stvo № 28062 SSSR. Apparat dlia sukhogo protravlivaniia semian [Copyright certificate No. 28062 USSR Apparatus for dry seed etching]*. Retrieved from https://yandex.ru/patents/doc/SU28062A1_19321031 [in Russian].
- 4 Mukhachev, B.N. (1945). Perezimovka ozimnykh kultur na posevakh stantsii v 1944/45 godu [Overwintering of winter crops on the station's crops in 1944/45]. *Trudy Karagandinskoi sel'skokhoziaistvennoi opytnoi stantsii — Proceedings of the Karaganda Agricultural Experimental Station*, 1, 24–28 [in Russian].
- 5 Mukhachev, B.N. (1956). Vesenniaia fenologiia maliariinogo komara v okrestnostiakh Karagandy [Spring phenology of the malaria mosquito in the vicinity of Karaganda]. *Izvestiia AN Kazakhskoi SSR. Serii fiziologii i meditsiny — Proceeding of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Physiology and Medicine Series*, 7, 126–133 [in Russian].

- 6 Mukhachev, B.N. (1958). Prognozirovanie vesennikh fenoiavlenii iz zhizni obyknovennogo maliariinogo komara po summe effektivnykh temperatur [Forecasting of spring phenomena from the life of an ordinary malaria mosquito by the sum of effective temperatures]. *Uchenye zapiski Karagandinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta — Scientific notes of the Karaganda State Pedagogical Institute*, 1, 209–222 [in Russian].
- 7 Mukhachev, B.N. (1960). Metody prognoza vesennikh fenoiavlenii iz zhizni maliariinogo komara [Methods of forecasting spring phenomena from the life of a malaria mosquito]. *Trudy Fenologicheskogo soveshchaniia — Proceedings of the phenological meeting*, 448–450 [in Russian].
- 8 Mukhachev, B.N. (1952). Vrednye nasekomye iskusstvennykh nasazhdenii Karagandy i ee okrestnostei [Harmful insects of artificial plantings of Karaganda and its environs]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Alma-Ata [in Russian].
- 9 Mukhachev, B.N. (1973). Programmirovannyi kontrol v kurse darvinizma [Programmed control in the course of Darwinism]. *Tezisy dokladov Respublikanskogo nauchno-metodicheskogo seminara prepodavatelei vysshikh uchebnykh zavedenii po nauchnoi organizatsii truda v uchebnom protsesse, novym metodam i sredstvam obucheniiia — Abstracts of reports of the republican scientific and methodological seminar of teachers of higher education institutions on the scientific organization of labor in the educational process, new methods and means of teaching*. Karaganda: Karaganda State University [in Russian].
- 10 Mukhachev, B.N. (1974). *Programmirovannye kontrolnye zadaniia po obshchei biologii [Programmed control tasks in general biology]*. Karaganda: Karaganda State University [in Russian].
- 11 Mukhachev, B.N. (1974). Programmirovannyi kontrol na ekzamenakh po darvinizmu [Programmed control on Darwinism exams]. *Ekspierimentalnye issledovaniia po khimii i biologii — Experimental research in chemistry and biology*. Karaganda: Karaganda State University, 270–273 [in Russian].
- 12 Mukhachev, B.N. (1974). Programmirovannye kontrolnye zadaniia po obshchei biologii [Programmed control tasks on general biology]. *Sbornik instruktivno-metodicheskikh materialov dlia srednikh professionalno-tekhnicheskikh uchilishch. Biologiia — Collection of instructional and methodological materials for secondary vocational schools. Biology*. Moscow, 32–102 [in Russian].
- 13 Mukhachev, B.N. (1975). Programmirovannyi kontrol v kurse obshchei biologii na podgotovitelnom otdelenii [Programmed control in the course of general biology at the preparatory department]. *Ekspierimentalnye metody issledovaniia v khimii i biologii. Vypusk 2. Ekologiia — Experimental research methods in chemistry and biology, Issue 2. Ecology*. Karaganda: Karaganda State University, 139–141 [in Russian].
- 14 Mukhachev, B.N. (1995). *Programmirovannye kontrolnye zadaniia po obshchei biologii [Programmed control tasks on general biology]*. Karaganda: Karaganda State University [in Russian].
- 15 Maltsev, V.S., Mukhachev, B.N., & Ochakovskaia, Z.N. (1977). *Posobie po angliiskomu yazyku dlia studentov biologicheskogo fakulteta [English language manual for students of the Faculty of Biology]*. Karaganda: Karaganda State University [in Russian].

Д.М. Эменова*, Д.В. Агеев, А. Толеш, О.Б. Сельдюгаев,
Л.А. Зиновьев, М.А. Норцева

Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

*Автор для корреспонденции: danagul_rtk@mail.ru

Влияние физических методов предпосевной обработки на всхожесть семян некоторых лекарственных растений

Применение физических методов обработки позволяет улучшить показатели жизнеспособности семян многих видов культурных растений. Физические методы обработки являются более экологически безопасными, дешевыми, могут легко реализовываться при организации коллекционных участков и плантаций. Использование физических методов предпосевной обработки для семян лекарственных растений ранее не проводилось. В статье представлены результаты изучения влияния физических методов (облучение магнитным полем и барботирование) на всхожесть и энергию прорастания семян *Salvia stepposa*, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis* после хранения в течение 1,5 лет. Полученные результаты показали, что жизнеспособность семян всех трех видов достоверно повысилась по сравнению с контролем при облучении магнитным полем и применении барботирования в течение 24 ч. Лучшим физическим методом предпосевной обработки для семян шалфея степного признано сочетание криоконсервации и барботирования, для семян валерианы лекарственной и льна посевного — облучение двойным магнитным полем в течение 3-х суток.

Ключевые слова: лекарственные растения, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis*, *Salvia stepposa*, семенной материал, физические методы предпосевной обработки, магнитное поле, барботирование, всхожесть, энергия прорастания.

Введение

Выращивание лекарственных растений в Казахстане является актуальным направлением растениеводства, что связано с ростом производства отечественных фитопрепаратов и дефицитом производства товарного сырья [1]. Одним из важным аспектов интродукции и выращивания лекарственного сырья является семеноводство [2–5]. Для многих лекарственных культур сроки хранения ограничены [6], всхожесть низкая, что ставит задачу разработки эффективных и недорогих способов повышения их всхожести.

В сельскохозяйственной практике отмечена эффективность таких физических методов обработки, как скарификация, холодовая стратификация, магнитное поле, барботирование, лазерное облучение, применение ультразвука и др. [7–10]. Так, обработка семян кормовых растений с твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем позволила повысить их полевую всхожесть на 9,9 % [11]; применение электромагнитного поля позволяет повысить всхожесть семян бобовых культур на 6 % [12]; облучение семян зерновых культур и овощных лазером позволило увеличить всхожесть и урожай от 8,5 до 12 % [13, 14]; отмечено положительное влияние электромагнитного облучения, микроволн на всхожесть семян, рост и развитие проростков зерновых культур [15]. Основной объем ранее проведенных исследований касается вопросов активации всхожести традиционных зернобобовых и овощных культур, тогда как для лекарственных растений отмечены единичные работы [16]. Данный аспект позволяет определить перспективность оптимизации физических методов активации всхожести семян для лекарственных культур.

Цель настоящего исследования — изучить возможности применения физических факторов (магнитное поле и барботирование) на повышение показателей всхожести семян лекарственного растения шалфея степного, валерианы лекарственной и льна многолетнего.

Объекты и методика исследований

Объектами исследования являлись семена следующих лекарственных растений: валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L., *Valerianaceae*), льна посевного (*Linum usitatissimum* L., *Linaceae*) и шалфея степного (*Salvia stepposa* Des.-Shost., *Lamiaceae*) после 1,5 лет хранения. Семена валерианы и льна были собраны на коллекционном участке лекарственных и ароматических растений

Жезказганского ботанического сада (г. Жезказган, 3-я декада августа 2019 г.); шалфея степного – в горах Каркаралы, ущелье Тас-Булак (Каркаралинский район, Карагандинская область, 2-я декада сентября 2019 г.). Хранение семян вели в бумажных пакетах в холодильнике при температуре 0– -2 °С.

Валериана лекарственная является ценным лекарственным растением, включена в Фармакопею Республики Казахстан [17]. Подземные органы применяются как седативное средство, при лечении расстройств сна, депрессии, некоторых заболеваний сердечно-сосудистой системы [18]. Лен посевной также является фармакопейным видом [17], семена обладают легким слабительным, обволакивающим, противовоспалительным действием, применяются при лечении желудочно-кишечных заболеваний, запорах, наружно — при воспалительных заболеваниях кожи, ожогах, трофических язвах [19]. Шалфей степной используется в народной медицине как антибактериальное, противовоспалительное средство [20], что может служить альтернативой шалфею лекарственному.

Для активации всхожести семена после 1,5 лет хранения обрабатывали с применением физических методов, как барботирование и магнитное поле в сочетании с замораживанием в жидком азоте в течение 3-х суток. Варианты эксперимента следующие:

- 1) К: контроль, без обработки;
- 2) ОП1 — одинарное магнитное поле, сутки;
- 3) ОП3 — одинарное магнитное поле, 3 суток;
- 4) КОП1 — криоконсервация + одинарное магнитное поле, сутки;
- 5) КОП3 — криоконсервация + одинарное магнитное поле, 3 суток;
- 6) ДП1 — двойное магнитное поле, сутки;
- 7) ДП3 — двойное магнитное поле, 3 суток;
- 8) КДП1 — криоконсервация + двойное магнитное поле, сутки;
- 9) КДП3 — криоконсервация + двойное магнитное поле, 3 суток;
- 10) Б — барботирование, сутки;
- 11) КБ — криоконсервация + барботирование, сутки.

Для создания постоянного магнитного поля, в которое помещались обрабатываемые семена, использовалась система постоянных круглых магнитов диаметром 20 мм, размещенных на плоской поверхности пластиковой пластины в шахматном порядке на расстоянии 30 мм друг от друга (см. рис.). Размеры пластины составляли 400×400 мм. Обрабатываемые семена помещались в область наиболее однородного поля на перпендикуляре от центра пластины. Ориентация магнитного поля системы магнитов совпадала с ориентацией магнитного поля Земли.

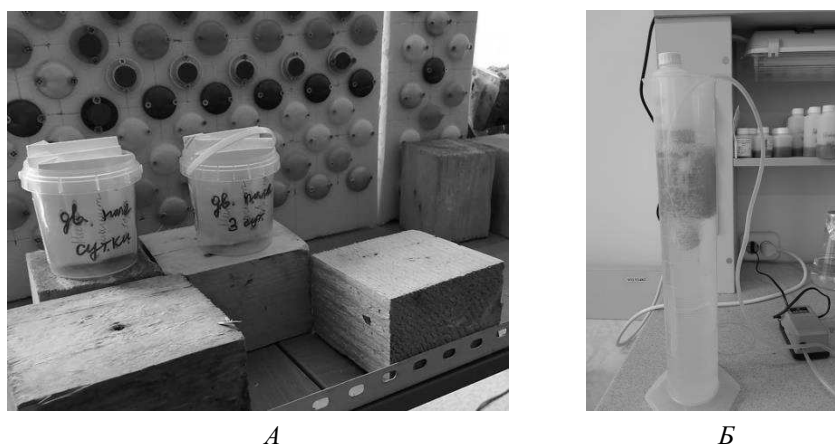


Рисунок. Предпосевная обработка семян в магнитном поле (А) и барботированием (Б)

Пакеты с семенами размещались на расстоянии 120 мм и 240 мм от пластины, что соответствовало напряженности магнитного поля 140 микротесла (двойное магнитное поле Земли) и 75 микротесла (стандартное магнитное поле Земли) соответственно. Эти величины определялись суммарным магнитным полем пластины и Земли. Измерение величины магнитного поля производилось с использованием встроенного магнитометра смартфона и ПО EMF Finder.

Барботирование (рис. 1) осуществляли в течение 24 ч в водной среде с применением погружного насоса Aquael. Кримоконсервацию семян проводили в пластиковых криобирках с погружением в жидкий азот в сосуды Дьюара на 3-е суток.

Проращивание семян вели на чашках Петри на 2-слойной фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой в соответствии со стандартными методиками [21]. Количество повторностей — 4, количество семян в каждой повторности — 25. Для объектов исследования оценивали энергию прорастания (количество семян на 3–5-е сутки) и всхожесть (общее количество проросших семян). Статистическую обработку результатов проводили с применением программы STATISTICA, статистическую значимость оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента [22].

Результаты и их обсуждение

Результаты лабораторных опытов показали, что применение физических методов предпосевной обработки во всех вариантах эксперимента приводило к повышению всхожести и энергии прорастания (табл. 1–3).

Таблица 1

Всхожесть и энергия прорастания семян *Linum usitatissimum* в зависимости от физических методов предпосевной обработки

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
К	70,00 ± 4,73 ^a	56,14 ± 2,11 ^a
ОП1	85,50 ± 3,69 ^b	80,25 ± 0,50 ^b
ОП3	93,25 ± 0,96 ^c	72,75 ± 4,26 ^a
КОП1	85,00 ± 4,89 ^{ab}	79,50 ± 3,08 ^b
КОП3	79,75 ± 0,50 ^a	68,25 ± 4,19 ^{ab}
ДП1	80,75 ± 3,25 ^a	70,00 ± 5,16 ^b
КДП1	79,75 ± 3,81 ^a	66,50 ± 3,55 ^{bc}
ДП3	95,00 ± 3,46 ^c	41,50 ± 5,67 ^a
КДП3	75,00 ± 4,08 ^a	68,25 ± 4,19 ^b
Б	80,04 ± 5,61 ^a	69,14 ± 5,02 ^a
КБ	81,00 ± 4,72 ^a	64,25 ± 4,50 ^a

Примечание. Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем и между вариантами эксперимента ($P \leq 0,05$).

Таблица 2

Всхожесть и энергия прорастания семян *Valeriana officinalis* в зависимости от физических методов предпосевной обработки

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
К	46,25 ± 3,01 ^a	15,00 ± 5,77 ^a
ОП1	85,50 ± 4,01 ^b	55,00 ± 10,00 ^b
ОП3	69,00 ± 8,13 ^b	36,25 ± 3,54 ^b
КОП1	78,25 ± 9,77 ^b	62,50 ± 12,58 ^b
КОП3	91,00 ± 8,68 ^b	57,75 ± 4,91 ^b
ДП1	86,00 ± 8,00 ^b	73,75 ± 3,58 ^c
ДП3	99,25 ± 0,96 ^{bc}	64,25 ± 8,50 ^c
КДП1	77,50 ± 7,23 ^{bc}	30,00 ± 11,55 ^a
КДП3	78,25 ± 7,17 ^b	65,50 ± 7,60 ^b
Б	85,14 ± 11,10 ^b	77,05 ± 9,60 ^c
КБ	82,75 ± 4,73 ^b	56,00 ± 8,00 ^b

Примечание. Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем и между вариантами эксперимента ($P \leq 0,05$).

**Всхожесть и энергия прорастания семян *Salvia stepposa*
в зависимости от физических методов предпосевной обработки**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
К	36,80 ± 3,40 ^a	30,15 ± 2,90 ^a
ОП1	51,25 ± 5,41 ^a	47,25 ± 6,64 ^a
ОП3	79,00 ± 9,35 ^b	66,25 ± 9,25 ^b
КОП1	59,50 ± 9,68 ^a	46,25 ± 7,02 ^a
КОП3	61,50 ± 6,90 ^b	58,25 ± 7,11 ^b
ДП1	50,75 ± 4,86 ^a	45,00 ± 19,15 ^a
ДП3	64,00 ± 5,94 ^b	55,25 ± 9,59 ^a
КДП1	63,50 ± 5,52 ^b	60,00 ± 6,33 ^b
КДП3	63,50 ± 4,34 ^b	58,75 ± 14,36 ^{ab}
Б	82,11 ± 5,90 ^c	75,04 ± 8,60 ^b
КБ	90,12 ± 4,50 ^c	82,45 ± 5,90 ^b

Примечание. Разные буквы указывают на достоверные различия в показателях прорастания в сравнении с контролем и между вариантами эксперимента ($P \leq 0,05$).

Для семян льна посевного самый высокий процент лабораторной всхожести отмечен в варианте предпосевной обработки с двойным полем в течение 3-х суток (95 %), при этом разница с контролем составила 25 %. Высокие результаты отмечены также в варианте с применением одинарного поля в течение 3-х суток — 93,25 %. Остальные варианты превышали контроль на 9,75–15,5 %. Максимальные значения энергии прорастания отмечены при обработке одинарным полем в течение суток — 80,25 % (выше контроля на 24,11 %) и варианте с применением криоконсервации и помещением в одинарное поле на сутки — 79,50 % (превышение над контролем 23,36 %). Достоверные отличия в сравнении с контролем отмечены для вариантов опыта ОП1, ОП3, КОП1, ДП3, остальные варианты не имели достоверной разницы.

Для валерианы лекарственной превышение всхожести семян по вариантам опыта в сравнении с контролем составило от 22,75 до 53,0 %, все варианты эксперимента имели достоверное различия. Энергия прорастания изменялась от 15 до 62,05 %, только вариант КДП1 не имел достоверного превышения над контролем. Лучшие показатели всхожести зафиксированы в варианте с применением двойного поля в течение 3-х суток — 99,25 %; энергии прорастания — при барботировании в течение суток — 77,05 %.

Всхожесть семян шалфея степного варьировала от 36,8 до 90,12 %, энергия прорастания от 30,15 до 82,45 %. Превышение показателей всхожести над контролем составило 13,95–53,32 %, энергии прорастания — 14,85–52,3 %. Статистическое достоверное превышение экспериментальных данных отмечено для вариантов ОП3, КОП3, ДП3, КДП1, КДП3, Б и КБ. Максимальные показатели отмечены в варианте с применением криоконсервации и барботирования. Так, всхожесть составила 90,12 %, энергия прорастания — 82,45 %.

Заключение

Выявлено положительное влияние физических методов предпосевной обработки путем криоконсервации, применения магнитного поля и барботирования на увеличение лабораторной всхожести и энергии прорастания семян валерианы лекарственной, льна посевного и шалфея степного. Отмечено, что в среднем процент всхожести семян увеличивался на 9,75–90,12 %, энергии прорастания — на 9,86–79,5 %.

Лучшие показатели жизнеспособности семян льна многолетнего после 18 месяцев хранения наблюдаются при варианте предпосевной обработки — двойное магнитное поле в течение 3-х суток; семян валерианы лекарственной — двойное магнитное поле в течение 3-х суток; для семян шалфея степного — сочетание криозамораживания с последующим барботированием.

Полученные результаты могут использоваться для активации всхожести семян лекарственных растений перед организацией посева в полевых условиях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке грантового проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (номер гранта AP09259548).

Список литературы

- 1 Черкашина Е.В. Проблемы производства лекарственного растительного сырья в Республике Казахстан / Е.В. Черкашина, А.А. Оспанова // Наука и образования: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. — Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2015. — С. 204–208.
- 2 Терехин А.А. Технология возделывания лекарственных растений: учеб. пос. / А.А. Терехин, В.В. Вандышев. — М.: РУДН, 2008. — 201 с.
- 3 Васфилов Е.С. Некоторые закономерности интродукции лекарственных растений, выявленные на основе анализа их уровней жизнеспособности / Е.С. Васфилов, О.Е. Сушенцов, К.С. Зайнуллина, Н.В. Портнягина, М.Г. Фомина // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биология. — 2013. — Вып. 2. — С. 4–10.
- 4 WHO guidelines on good agricultural and collection practices for medicinal plants. — Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2003. — 80 p.
- 5 Silori Ch.S. Medicinal plant cultivation and sustainable development / Ch.S. Silori, R. Badola // Mountain Research and Development. — 2000. — Vol. 20, No. 3. — P. 272–279. [https://doi.org/10.1659/02764714\(2000\)020\[0272: MPCASD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/02764714(2000)020[0272: MPCASD]2.0.CO;2)
- 6 Свистунова Н.Ю. Сохранение сортового и видового биоразнообразия семян лекарственных и ароматических культур / Н.Ю. Свистунова // Молодой ученый. — 2015. — № 9.2 (89.2). — С. 120, 121.
- 7 Siddique A. Physiological and biochemical basis of pre-sowing soaking seed treatment — an overview / A. Siddique, P. Kumar // Plant Archives. — 2018. — Vol. 18, No. 2. — P. 1933–1937.
- 8 Sousa Araujo S. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology / S. Sousa Araujo, S. Paparella, D. Dondi, A. Bentivoglio, D. Carbonera, A. Balestrazzi // Front. Plant Sci. — 2016. — Vol. 7. — Article 646. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>
- 9 Аксеновский А.В. Физические способы предпосевной обработки семян / А.В. Аксеновский, Э.Н. Аникьева, Д.А. Аксеновская // Наука и образование. — 2019. — Т. 2, № 4. — С. 223–230.
- 10 Kubeyev E.I. Decomposition of technological processes for evaluating the performance of production line for pre-sowing treatment of seeds / E.I. Kubeyev, B.S. Antropov // Agricultural machinery and technology. — 2018. — Vol. 12, No. 3. — P. 18–22. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-22-27>
- 11 Зубова Р.А. Обоснование режимов предпосевной обработки семян с твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем сверхвысокой частоты: дис. ... канд. техн. наук / Р.А. Зубова. — Красноярск, 2017. — 141 с.
- 12 Ерохин А.И. Физические методы предпосевной обработки семян и эффективность их использования / А.И. Ерохин, З.Р. Цуканова // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2014. — № 3 (11). — С. 84–88.
- 13 Букатый В.И. Лазер и урожай: моногр. / В.И. Букатый, В.П. Карманчиков. — Барнаул: АГУ, 2003. — 57 с.
- 14 Дворовенко Н.И. Лазерная стимуляция семян овощных культур / Н.И. Дворовенко // Вестн. Кемеров. с.-х. ин-та. — 1995. — № 1. — С. 34–36.
- 15 Bezpalko V.V. Ecologically safe methods for presowing treatment of cereal seeds / V.V. Bezpalko, L.V. Zhukova, S.V. Stankevych, Yu.H. Ogurtsov, I.I. Klymenko, R.A. Hutianskyi, A.M. Fesenko, V.P. Turenko, I.V. Zabrodina, S.V. Bondarenko, O.M. Batova, L.V. Golovan, I.V. Klymenko, A.A. Poedinceva, V.O. Melenti // Ukrainian Journal of Ecology. — 2019. — Vol. 9, No. 3. — P. 189–197.
- 16 Шиш С.Н. Влияние предпосевной обработки семян на состав масла чернушки посевной / С.Н. Шиш, А.Г. Шутова, Ж.Э. Мазец, С.А. Фатыхова, П.С. Шабуня // Физиология растений и генетика. — 2019. — Т. 41, № 2. — С. 161–171. <https://doi.org/10.15407/fgr2019.02.161>
- 17 Государственная фармакопея Республики Казахстан. — Т. 2. — Астана, 2009. — 803 с.
- 18 Al-Attraqchi O.H.A. Review of the Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Valeriana officinalis* / O.H.A. Al-Attraqchi, P.K. Deb, N.H.A. Al-Attraqchi // Current Traditional Medicine. — 2020. — Vol. 6, Iss. 4. — P. 260–277. <https://doi.org/10.2174/2215083805666190314112755>
- 19 Cunnane S.C. High a-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans / S.C. Cunnane, S. Ganguli, C. Menard, A.C. Liede, M.J. Hamadeh, Z.Y. Chen, T.M. Wolever, D.J. Jenkins // British Journal of Nutrition. — 1993. — Vol. 69, Iss. 2. — P. 443–453. <https://doi.org/10.1079/BJN19930046>
- 20 Levaya Ya.K. Antibacterial activity of ultrasonic extract of *Salvia stepposa* growing in Kazakhstan / Ya.K. Levaya, M.E. Zholdasbaev, G.A. Atazhanova, S.B. Akhmetova // Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Ser. — 2021. — Vol. 101, No. 1. — P. 45–49. <https://doi.org/10.31489/2021BMG1/45-49>
- 21 International rules for seed testing. — Japan: Sapporo, 2019. — 20 p.
- 22 Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

Д.М. Әменова, Д.В. Агеев, А. Толеш, О.Б. Сельдюгаев,
Л.А. Зиновьев, М.А. Норцева

Кейбір дәрілік өсімдіктердің тұқымдарының өнуіне алдын ала егудің физикалық әдістерінің әсері

Өңдеудің физикалық әдістерін пайдалану мәдени өсімдіктердің көптеген түрлерінің тұқымдарының өміршендігін жақсартуға мүмкіндік береді. Физикалық өңдеу әдістері экологиялық таза, арзан, коллекциялық учаскелер мен плантацияларды ұйымдастыруда оңай жүзеге асырылады. Дәрілік өсімдіктердің тұқымдары үшін егу алдындағы өңдеудің физикалық әдістерін қолдану бұрын жүргізілмеген. Мақалада *Salvia stepposa*, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis* тұқымдарының 1,5 жыл сақталғаннан кейін өңгіштігі мен өну қарқындылығына физикалық әдістердің (магнит өрісімен сәулелендіру және барботирлеу) әсерін зерттеудің нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер көрсеткендей, 24 сағат бойы магниттік өріспен сәулеленіп, барботажау кезіндегі бақылаумен салыстырғанда барлық үш түрдің тұқымдарының өміршендігі айтарлықтай жоғарылағанын көрсетті. Дала сәлбенінің тұқымдары үшін егу алдындағы өңдеудің ең жақсы физикалық әдісі — әдісі криоконсервация мен барботаждың үйлесімі, шүйгіншөп мен зығыр тұқымдары үшін — 3 күн ішінде магнит өрісімен сәулелендіру болып табылады.

Кілт сөздер: дәрілік өсімдіктер, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis*, *Salvia stepposa*, тұқым материалдары, егу алдындағы физикалық әдістер, магниттік өріс, барботажау, өңгіштік, өну қарқындылығы.

D.M. Amenova, D.V. Ageev, A. Tolesh, O.B. Seldiugaev,
L.A. Zinovev, M.A. Nortseva

Influence of physical methods of pre-sowing treatment on seed germination of some medicinal plants

The use of physical processing methods improves the viability of seeds of many species of cultivated plants. Physical processing methods are more environmentally friendly, cheap, can be easily implemented when organizing collection sites and plantations. The use of physical methods of pre-sowing seed treatment of medicinal plants has not previously been carried out. The article presents the results of studying the effects of physical methods (magnetic field irradiation and bubbling), on the germination rate and energy of germination of the seeds of *Salvia stepposa*, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis* after 1,5 years of storage. The results demonstrated that the viability of the seeds of all three species was significantly increased compared to the control after irradiation with a magnetic field and the use of bubbling for 24 hours. The best physical method of pre-sowing treatment for *Salvia stepposa* seeds was recognized as the combination of cryopreservation and bubbling, for *Linum usitatissimum* and *Valeriana officinalis* seeds were irradiation with a double magnetic field for 3 days.

Keywords: medicinal plants, *Linum usitatissimum*, *Valeriana officinalis*, *Salvia stepposa*, seed materials, physical methods of pre-sowing treatment, magnetic field, babbling, germination rate, energy of germination.

References

- 1 Cherkashina, E.V., & Ospanova, A.A. (2015). Problemy proizvodstva lekarstvennogo rastitelnogo syria v Respublike Kazakhstan [Problems of production of medicinal plants raw materials in Republic of Kazakhstan]. Proceedings from Science and education: experiences, prospects of development: *XIV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — XIV International scientific-practical conference*. Krasnoiarisk: Krasnoiariskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 204–208 [in Russian].
- 2 Terekhin, A.A., & Vandyshev, V.V. (2008). *Tekhnologiya vozdelevaniia lekarstvennykh rastenii [Technology of medicinal plants cultivation]*. Moscow: RUDN [in Russian].
- 3 Vasfilov, E.S., Sushentsov, O.E., Zainullina, K.S., Portniagina, N.V., & Fomina, M.G. (2013). Nekotorye zakonomernosti introduktsii lekarstvennykh rastenii, vyjavlennye na osnove analiza ikh urovnei zhiznennosti [Some patterns of introduction of medicinal plants revealed on the basis of analysis of their vitality levels]. *Vestnik Permskogo universiteta. Serii biologiiia — Bulletin of the Perm University. Biology Series*, 2, 4–10 [in Russian].
- 4 World Health Organization (2003). *WHO guidelines on good agricultural and collection practices for medicinal plants*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- 5 Silori, Ch.S., & Badola, R. (2000). Medicinal plant cultivation and sustainable development. *Mountain Research and Development*, 20 (3); 272–279. [https://doi.org/10.1659/02764714\(2000\)020\[0272: MPCASD\]2.0.CJ:2](https://doi.org/10.1659/02764714(2000)020[0272: MPCASD]2.0.CJ:2).

- 6 Svistunova, N.Yu. (2015). Sokhranenie sortovogo i vidovogo bioraznobraziia semian lekarstvennykh i aromaticheskikh kultur [Conservation of varietal and species biodiversity of medicinal and aromatic seeds]. *Molodoi uchenyi — Young Scientist*, 9.2 (89.2), 120, 121 [in Russian].
- 7 Siddique, A., & Kumar, P. (2018). Physiological and biochemical basis of pre-sowing soaking seed treatment — an overview. *Plant Archives*, 18 (2); 1933–1937.
- 8 Sousa Araujo, S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology. *Front. Plant Sci.*, 7; 646 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>.
- 9 Aksenovskii, A.V., Anikeva, E.N., & Aksenovskaia, D.A. (2019). Fizicheskie sposoby predposevnoi obrabotki semian [Physical methods of pre-sowing treatment of plants]. *Nauka i obrazovanie — Science and education*, 2 (4), 223–230 [in Russian].
- 10 Kubeyev, E.I. & Antropov, B.S. (2018). Decomposition of technological processes for evaluating the performance of production line for pre-sowing treatment of seeds. *Agricultural machinery and technology*, 12 (3); 18–22. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-22-27>
- 11 Zubova, R.A. (2017). Obosnovanie rezhimov predposevnoi obrabotki semian s tverdoi obolochkoi ultrazvukom i elektromagnitnym polem sverkhvysokoi chastoty [Substantiation of modes of pre-sowing seeds treatment with solid shell by ultrasound and electromagnetic field of ultra-high frequency]. *Candidate's thesis*. Krasnoiar'sk [in Russian].
- 12 Erokhin, A.I., & Tsukanova, Z.R. (2014). Fizicheskie metody predposevnoi obrabotki semian i effektivnost ikh ispolzovaniia [Physical methods of pre-sowing seeds treatment and efficiency of their use]. *Zernobobovye i krupianye kultury — Legumes and cereals*, 3 (11); 84–88 [in Russian].
- 13 Bukatyi, V.I., & Karmanchikov, V.P. (2003). *Lazer i urozhai: monografiia [Laser and harvest. Monograph]*. Barnaul: AGU, 57 [in Russian].
- 14 Dvorovenko, N.I. (1995). Lazernaia stimulatsiia semian ovoshchnykh kultur [Laser stimulation of vegetable seeds]. *Vestnik Kemerovskogo selskokhoziaistvennogo instituta — Bulletin of the Kemerovo Agrocultural Institute*, 1, 34–36 [in Russian].
- 15 Bezpalko, V.V., Zhukova, L.V., Stankevych, S.V., Ogurtsov, Yu.H., Klymenko, I.I., & Hutianskyi, R.A., et al. (2019). Ecologically safe methods for presowing treatment of cereal seeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3); 189–197.
- 16 Shish, S.N., Shutova, A.G., Mazets, Zh.E., Fatykhova, S.A., & Shabunia, P.S. (2019). Vliianie predposevnoi obrabotki semian na sostav masla chernushki posevnoi [Influence of pre-sowing seeds treatment on composition of blackberry seed oil]. *Fiziologiya rastenii i genetika — Plant physiology and genetics*, 41 (2); 161–171 [in Russian].
- 17 (2009). *Gosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan. Tom 2 [The state pharmacopeia of Republic of Kazakhstan. Volume 2]*. Astana [in Russian].
- 18 Al-Attraqchi, O.H.A., Deb, P.K., & Al-Attraqchi, N.H.A. (2020). Review of the Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Valeriana officinalis*. *Current Traditional Medicine*, 6 (4); 260–277. <https://doi.org/10.2174/2215083805666190314112755>.
- 19 Cunnane, S.C., Ganguli, S., Menard, C., Liede, A.C., Hamadeh, M.J., & Chen, Z.Y., et al. (1993). High α -linolenic acid flaxseed (*Linurn usiiaissimurn*): some nutritional properties in humans. *British Journal of Nutrition*, 69 (2); 443–453. <https://doi.org/10.1079/BJN19930046>.
- 20 Levaya, Ya.K., Zholdasbaev, M.E., Atazhanova, G.A., & Akhmetova, S.B. (2021). Antibacterial activity of ultrasonic extract of *Salvia stepposa* growing in Kazakhstan. *Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Ser.*, 1(101); 45–49. <https://doi.org/10.31489/2021BMG1/45-49>
- 21 (2019). *International rules for seed testing*. Japan: Sapporo.
- 22 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia [Biometrics]*. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].

Г.К. Асанова*

Научно-производственный холдинг «Фитохимия», Караганда, Казахстан

*Автор для корреспонденции: gulzina_as@mail.ru

Современное состояние популяций *Centaurea bipinnatifida* в горах Улытау (Карагандинская область)

Концепция сохранения биологического разнообразия предполагает необходимость изучения состояния популяций растений, произрастающих ограниченно в природе и имеющих тенденцию к сокращению. В Карагандинской области к редким видам и узким локальным эндемикам относится *Centaurea bipinnatifida*, обитание которого приурочено к горам Улытау. Для оценки состояния 3-х популяций данного вида изучены места их обитания, экологическая и фитоценологическая структура, ботанические особенности, морфометрические показатели растений и соотношение фаз онтогенеза. Указанный вид приурочен к степным и лугово-степным участкам в предгорьях Улытау, реже обитает по щебнистым и каменистым пологим склонам. Определено, что видовой состав сообществ насчитывает от 41 до 51 видов. Наибольшее число видов сосредоточено в семействах *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae* и *Fabaceae*. Среди экологических групп доминируют мезофиты, по жизненным формам преобладают травянистые многолетники. Анализ морфометрических показателей и возрастного спектра *Centaurea bipinnatifida* позволил определить, что все популяции характеризуются как устойчивые молодые и средневозрастные с преобладанием молодых или средневозрастных генеративных растений. По итогам полевых обследований можно рекомендовать разработку программы мониторинга популяций для поддержания их структуры и сохранения вида в природных условиях.

Ключевые слова: *Centaurea bipinnatifida*, эндемик, популяция, горы Улытау, онтогенетический спектр, морфологические и количественные индикаторы, современное состояние, флористический спектр.

Введение

Изучение эколого-ботанических особенностей природных популяций редких, исчезающих и хозяйственно-ценных растений обусловлено приоритетами Стратегии о сохранении биологического разнообразия [1] и рационального использования, в том числе как источников лекарственных препаратов [2, 3]. В настоящее время природные популяции многих лекарственных растений подвержены антропогенной нагрузке, связанной с уничтожением мест обитания, усиленным выпасом домашнего скота, неконтролируемым сбором, что приводит к деградации сообществ [4–7].

В Центральном Казахстане произрастает 116 видов эндемиков из 57 родов и 21 семейства [8], из которых к узким локальным относится *Centaurea bipinnatifida* (Trautv.) Tzvel. (семейство *Asteraceae*) [9]. Данный вид обитает только в горах Улытау, произрастая по склонам щебнистых и каменистых осыпей, в подгорных лугах и на степных участках, в межсочных понижениях.

Однако современное состояние его популяций до сих пор не изучено, по этой причине необходимы исследования по современному состоянию популяций василька двоякоперистого, что позволит в будущем планировать мероприятия по его мониторингу и охране в местах естественного произрастания.

Цель настоящего исследования — провести анализ популяций *C. bipinnatifida* на территории гор Улытау и определить необходимость природоохранных мероприятий для сохранения вида в природе.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись природные популяции *C. bipinnatifida* в горах Улытау (Улытауский район, Карагандинская область). Растение до 120–140 см высотой, со стержневым корнем и обильным войлочным опушением, уплотненным в пазухах прикорневых и нижних стеблевых листьев, в остальном голое, зеленое, реже сизоватое [10]. Стебли одиночные или немногочисленные, прямостоячие, преимущественно в верхней части ветвистые. Листья дважды перисто-рассеченные на очень узкие, хрящевато-острозубчатые дольки. Обертки 15–23 мм длиной и 10–20 мм шириной, голые, наружные и средние листочки без придатков, внутренние — с небольшими перепончатыми придатками. Цветки желтые, семянка 6–8 мм длиной. Хохолок беловатый или буроватый.

Исследования проведены в 2015–2018 гг. маршрутными и стационарными методами. Проанализированы 3 выявленные во время экспедиционных выездов популяции.

При описании популяций применяли традиционные методы геоботанического обследования с использованием эколого-морфологических показателей [11]. На каждой популяции закладывали от 10 до 15 учетных площадок размером $10 \times 10 \text{ м}^2$ (100 м^2). На площадке проводили учет особей *C. bipinnatifida* по возрастным группам, описывали флористический состав, отмечали GPS-координаты, географическое расположение [12, 13]. При описании морфологических показателей отмечали высоту генеративных особей, число побегов на 1-ой особи, количество соцветий на 1-ом генеративном побеге, замеры производили на 25-и генеративных экземплярах. Виды определяли согласно сводке «Флора Казахстана» [10] и Определителю сосудистых растений гор Улытау [14]. Сходство между флористическими списками популяций оценивали по формуле П. Жаккара. Название растений приводили в соответствие со сводкой С.К. Черепанова [15].

При описании онтогенеза использовали методику А.А. Уранова [16] с учетом ранее изученного цикла онтогенеза данного вида [17], тип популяции определяли по методике Т.А. Работнова [18]. Учитывали следующие возрастные группы: ювенильные растения (j), имматурные (im), взрослые вегетативные (v), молодые генеративные (g1), средневозрастные генеративные (g2), старые генеративные (g3) и сенильные (s). Проростки в природных популяциях выявлены не были. Классификацию жизненных форм видов, входящих в состав популяций, оценивали по методике И.Г. Серебрякова [19]; экологических групп — по классификации А.В. Куминовой [20].

Статистическую обработку результатов проводили при помощи программы Statistics 10 (StatSoft STATISTICA 10.2011).

Результаты и их обсуждение

Эколого-биологическая и фитоценотическая структура популяций

Рекогносцировочные обследования позволили выделить 3 популяции *C. bipinnatifida* в горах Улытау: 1) окрестности горы Едыге (П1). GPS-координаты: 48,58314 с.ш., 66,83183 в.д., высота 480 м над уровнем моря; 2) долина р. Жетыкыз (П2). GPS-координаты: 48,72199 с.ш., 66,97820 в.д., высота 396 м над уровнем моря; 3) окрестности зоны отдыха «Казахмыс» (П3). GPS-координаты: 48,59677 с.ш., 66,92887 в.д., высота 408 м над уровнем моря.

Популяция 1 расположена на подгорной равнине горы Едыге, на остепненном луге, образует тысячелистниково-злаково-разнотравное сообщество (*Achillea millefolium* + *Ach. nobilis* — *Stipa capillata* — *Herba varia*) (табл. 1, рис. 1). Равнина характеризуется светло-каштановыми почвами, насыщенными щебнистыми компонентами, и незначительным перепадом высот.

Т а б л и ц а 1

Флористический состав популяций с участием *C. bipinnatifida*

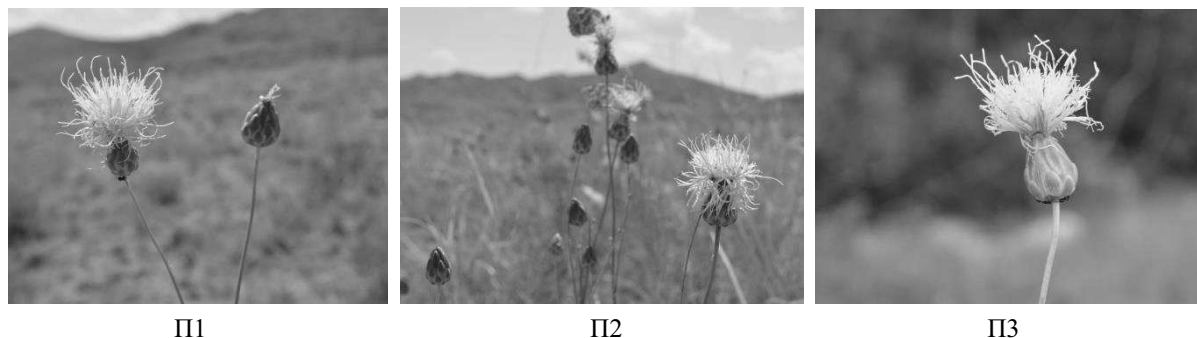
Наименование вида / семейства	Встречаемость видов в ЦП			Жизненная форма	Экологическая группа
	П1	П2	П3		
1	2	3	4	5	6
<i>Apiaceae</i>					
<i>Eryngium planum</i> L.	+	+	+	ТМ	МК
<i>Peucedanum morisonii</i> Bess.ex Spreng.	+	+	+	ТМ	М
<i>Asparagaceae</i>					
<i>Asparagus officinalis</i> L.	-	+	+	ТМ	М
<i>Asteraceae</i>					
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	+	ТМ	КМ
<i>Achillea nobilis</i> L.	+	+	+	ТМ	К
<i>Artemisia pontica</i> L.	+	-	+	ТМ	М
<i>Artemisia frigida</i> Willd.	+	-	+	ТМ	К
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	+	+	+	ТМ	МК
<i>Centaurea bipinnatifida</i> (Trautv.) Tzvel.	+	+	+	ТМ	МК
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	+	-	Д	МК
<i>Galatella angustissima</i> (Tausch) Novopokr.	+	+	-	ТМ	МК
<i>Galatella villosa</i> (L.) Reichenb.	+	-	+	ТМ	К
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	-	-	+	ТМ	К

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	-	+	+	TM	M
<i>Hieracium villosum</i> Jacq.	+	-	+	TM	KM
<i>Inula caspica</i> Blum ex Ledeb.	+	+	-	TM	M
<i>Jurinea multiflora</i> (L.) B.Fedtsch.	+	-	+	TM	K
<i>Lactuca tatarica</i> (L) C.A. Mey.	-	-	+	TM	M
<i>Senecio jacobaea</i> L.	+	-	+	TM	M
<i>Tanacetum ulutavicum</i> Tzvel.	+	-	+	TM	K
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	-	+	-	TM	M
<i>Boraginaceae</i>					
<i>Nonea pulla</i> DC.	+	+	-	TM	MK
<i>Brassicaceae</i>					
<i>Alissum lenense</i> Adams.	+	-	-	TM	K
<i>Caryophyllaceae</i>					
<i>Dianthus acicularis</i> Fisch. ex Ledeb.	-	-	+	TM	K
<i>Dianthus leptopetalus</i> Willd.	+	-	-	TM	MK
<i>Crassulaceae</i>					
<i>Sedum hybridum</i> L.	+	-	+	TM	MK
<i>Dipsacaceae</i>					
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	-	+	+	Д	M
<i>Scabiosa isetensis</i> L.	+	-	-	ПК	K
<i>Fabaceae</i>					
<i>Astragalus alopecurus</i> Pall.	+	-	-	TM	MK
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	-	+	-	TM	M
<i>Melilotus albus</i> Medik.	+	+	+	TM	M
<i>Medicago falcata</i> L.	+	+	+	TM	KM
<i>Vicia sepium</i> L.	+	+	+	TM	M
<i>Gentianaceae</i>					
<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	-	+	-	TM	MK
<i>Geraniaceae</i>					
<i>Geranium collinum</i> Steph.	-	+	+	TM	MK
<i>Hypericaceae</i>					
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	+	TM	M
<i>Hypericum scabrum</i> L.	+	+	-	TM	KM
<i>Iridaceae</i>					
<i>Iris scariosa</i> Willd. ex Link	+	-	+		
<i>Lamiaceae</i>					
<i>Phlomis tuberosa</i> (L.) Moench	+	+	+	TM	KM
<i>Salvia stepposa</i> Shost.	+	+	-	TM	KM
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	+	+	+	TM	M
<i>Ziziphora clinopodioides</i> Lam.	+	-	+	ПК	K
<i>Onagraceae</i>					
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	-	+	-	TM	M
<i>Plantaginaceae</i>					
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	-	+	TM	KM
<i>Plantago major</i> L.	-	+	+	Д	M
<i>Poaceae</i>					
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	-	+	TM	KM
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	+	-	+	TM	K
<i>Poa pratensis</i> L.	+	+	-	TM	M
<i>Stipa capillata</i> L.	+	-	+	TM	K
<i>Polygalaceae</i>					
<i>Polygala comosa</i> Schkuhr	-	+	-	TM	M
<i>Polygonaceae</i>					
<i>Polygonum aviculare</i> L.	-	-	+	Д	M
<i>Rumex marschallianus</i> Reichenb.	-	+	+	О	M
<i>Rumex confertus</i> Willd.	+	+	-	Д	MK

1	2	3	4	5	6
<i>Ranunculaceae</i>					
<i>Thalictrum flavum</i> L.	-	+	-	ТМ	М
<i>Thalictrum minus</i> L.	+	-	-	ТМ	М
<i>Rosaceae</i>					
<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt	+	+	-	К	М
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	+	+	+	ТМ	М
<i>Hulthemia persica</i> (Michx.ex Juss.) Bornm.	+	-	-	ПК	К
<i>Potentilla bifurca</i> L.	+	-	+	ТМ	КМ
<i>Potentilla anserina</i> L.	-	-	+	ТМ	М
<i>Potentilla humifusa</i> Willd.ex Schlecht.	+	+	+	ТМ	МК
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+	+	+	ТМ	МК
<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	+	-	+	К	КМ
<i>Rubiaceae</i>					
<i>Galium boreale</i> L.	+	+	-	ТМ	М
<i>Galium verum</i> L.	+	+	-	ТМ	М
<i>Scrophulariaceae</i>					
<i>Rhinanthus songaricus</i> (Sterneck) B.Fedtsch.	-	+	-	О	М
<i>Veronica spuria</i> L.	-	+	-	ТМ	М
<i>Veronica incana</i> L.	-	-	+	ТМ	К
<i>Verbascum phoeniceum</i> L.	+	+	+	Д	МК
<i>Valerianaceae</i>					
<i>Patrinia intermedia</i> (Hornem.) Roem. et Schult.	+	-	+	ТМ	К

Примечание. Жизненные формы: К — кустарник; ПК — полукустарнички; ТМ — травянистое многолетнее; О — однолетнее травянистое; Д — двулетнее травянистое; экологические группы: М — мезофиты; МК — мезоксерофиты; К — ксерофиты; КМ — мезоксерофиты



П1

П2

П3

Рисунок 1. Внешний вид *Centaurea bipinnatifida* в разных популяциях в горах Улытау

Общее проективное покрытие (далее ОПП) — 70 %. Растительность сложена 3-мя ярусами: верхний кустарниковый (*Spiraea hypericifolia*, *Cotoneaster melanocarpus*) до 90 см высотой; средний составлен из высокорослых трав (*Centaurea bipinnatifida*, *Melilotus albus*, *Medicago falcata*, *Calamagrostis epigeios*, *Rumex confertus*, *Salvia stepposa*, *Phlomoides tuberosa* и др.) — 30–70 см высотой; ярус низкорослых трав (*Festua valesiaca*, *Thymus marschallianus*, *Poa pratensis*, *Galium verum*, *Dianthus acicularis*, *Inula caspica*, *Patrinia intermedia* и др.) до 30 см высотой. В П1 представлены все возрастные группы василька двоякоперистого (рис. 2), на основании чего данную популяцию можно характеризовать как средневозрастную и устойчивую.

Популяция 2 произрастает в долине р. Жетыкыз в составе лабазниково-злаково-разнотравного сообщества (*Filipendula vulgaris* — *Stipa capillata* — *Herba varia*) (табл. 1). Территория пойменного типа, почвы каштановые, каменистые. Растительность сложена в 2 яруса: ярус высоких трав 30–70 см высотой (*Chamaenerion angustifolium*, *Tanacetum vulgare*, *Rumex confertus*, *Filipendula vulgaris*, *Scabiosa ochroleuca*, *hypericum perforatum*, *Hieracium umbellatum*, *Cichorium intybus*, *Centaurea bipinnatifida*, *Eryngium planum*, *Veronica spuria*, *Peucedanum morisonii*) и ярус низких трав до 25–30 см высотой (*Thymus marschallianus*, *Plantago major*, *Inula caspica*, *Achillea nobilis*, *Gentiana pneumonanthe*).

П2 характеризуется преобладанием молодых генеративных особей василька двоякоперистого (рис. 2), поэтому статус П2 молодой и устойчивый.

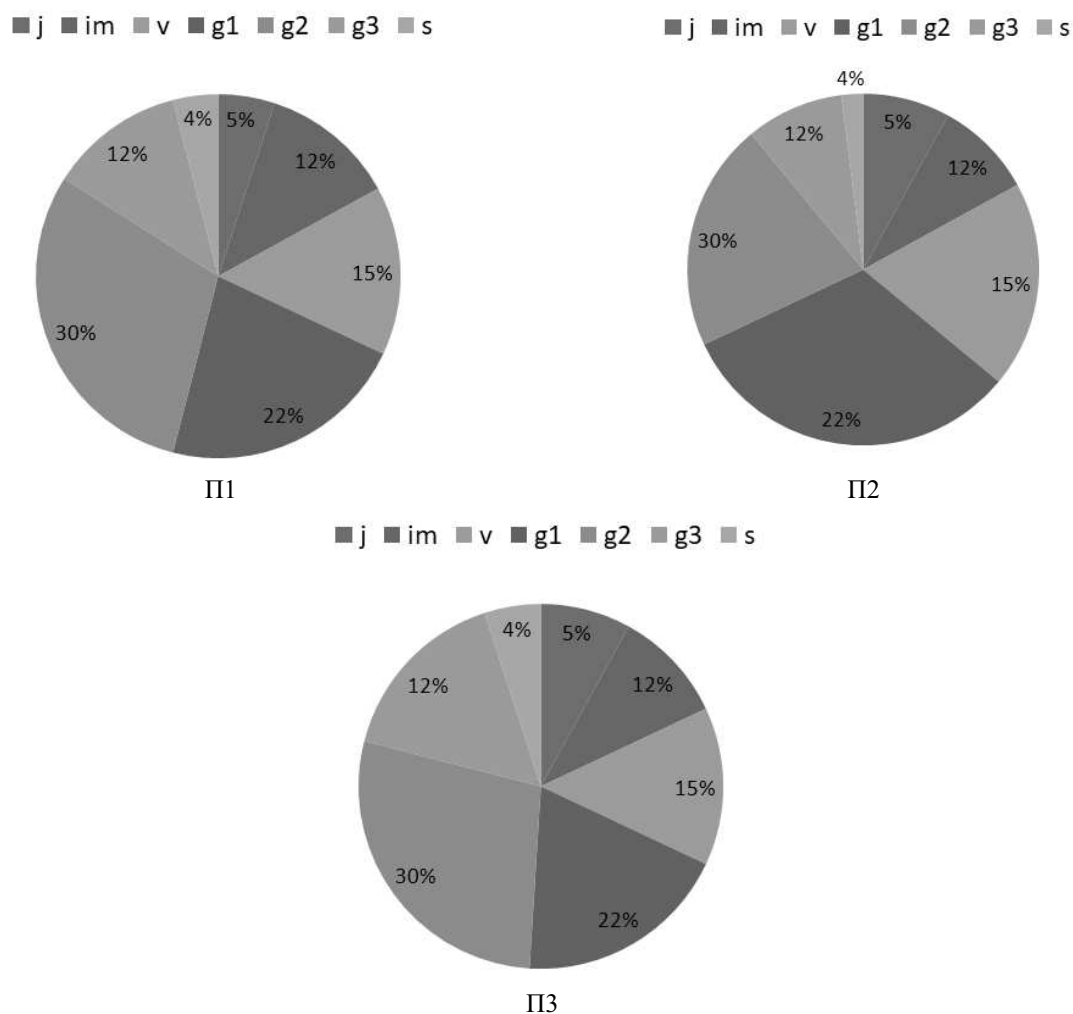


Рисунок 2. Онтогенетические спектры популяций *Centaurea bipinnatifida*

П3 расположена в 700 м на север от зоны отдыха «Казахмыс» в составе злаково-солонечниково-разнотравного (*Festuca valesiaca* — *Galatella villosa* — *Herba varia*) сообщества (табл. 1). Территория пологая, с небольшим уклоном, перепад высот составляет 15–20 м. Почвы светло-каштановые, каменистые. Растительность сложена в 3 яруса: кустарниковый 90–120 см (*Cotoneaster melanocarpa*, *Spiraea hypericifolia*); пояс высоких трав 40–80 см (*Centaurea scabiosa*, *C. bipinnatifida*, *Melilotus albus*, *Medicago falcata*, *Sanguisorba officinalis*, *Calamagrostis epigeios*) и пояс низких трав до 35 см (*Helichrysum arenarium*, *Galatella villosa*, *Tanacetum ulutavicum*, *Sedum hybridum*, *Geranium collinum*, *Iris scariosa*, *Ziziphora clinopodioides*, *Stipa capillata*, *Rumex marschallianus*, *Potentilla bifurca*, *Jurinea multiflora*, *Plantago lanceolata*). В описываемой П3 представлены все возрастные группы алтея лекарственного с доминированием средневозрастных генеративных растений (рис. 2). Статус популяции *C. bipinnatifida* можно охарактеризовать как устойчивый, способный к самовозобновлению.

Анализ морфометрических показателей популяций

По итогам замеров генеративных растений было установлено, что максимальные показатели высоты растений отмечены для Ц2 — 132,4 см, минимальные в Ц1 — 89,14 см (табл. 2). Между высотой генеративных особей Ц1 и Ц3 не выявлено статистически достоверной разницы.

Морфометрические показатели надземных органов *Centaurea bipinnatifida* в различных популяциях гор Улытау

Показатели	П1	П2	П3
Высота генеративных побегов, см	89,4 ± 5,6 ^a	132,4 ± 11,8 ^b	90,4 ± 3,9 ^a
Число генеративных побегов / особь, шт.	3,7 ± 0,9 ^a	7,8 ± 1,7 ^b	5,2 ± 1,0 ^a
Количество соцветий на 1-ом генеративном побеге, шт.	10,4 ± 1,4 ^a	18,5 ± 2,1 ^b	16,8 ± 1,6 ^b

Примечание. Разными буквами обозначены достоверно отличающиеся значения при P<0,05.

Аналогичные данные получены по числу генеративных побегов и количеству цветочных корзинок на 1-ом побеге. Разницу в метрических показателях можно объяснить условиями экотопов. Так, условия обитания Ц1 являются самыми ксерофитными, Ц2 — мезофитными, Ц3 занимает промежуточное положение по уровню влагообеспеченности.

Анализ флористического состава сообществ

По результатам анализа списка образцов растений, собранных в популяциях с участием василька двоякоперистого, выявлено произрастание 70 видов из 54 родов и 24 семейств (табл. 1). Таксономический анализ показал преобладание видов из семейств *Asteraceae* (18 видов из 12 родов), *Rosaceae* (8 видов из 6 родов), *Poaceae* и *Fabaceae* (по 5 видов из 5 родов). Данные 4 семейства включают 36 видов, или 51,43 % от общего состава флоры исследуемых популяций.

Анализ жизненных форм показал доминирование травянистых многолетников — 56 видов (80 %), на втором месте двулетники и полукустарнички — по 5 таксонов (7,14 %), на третьем — однолетники и кустарники — по 2 вида (2,85 %) (рис. 3).

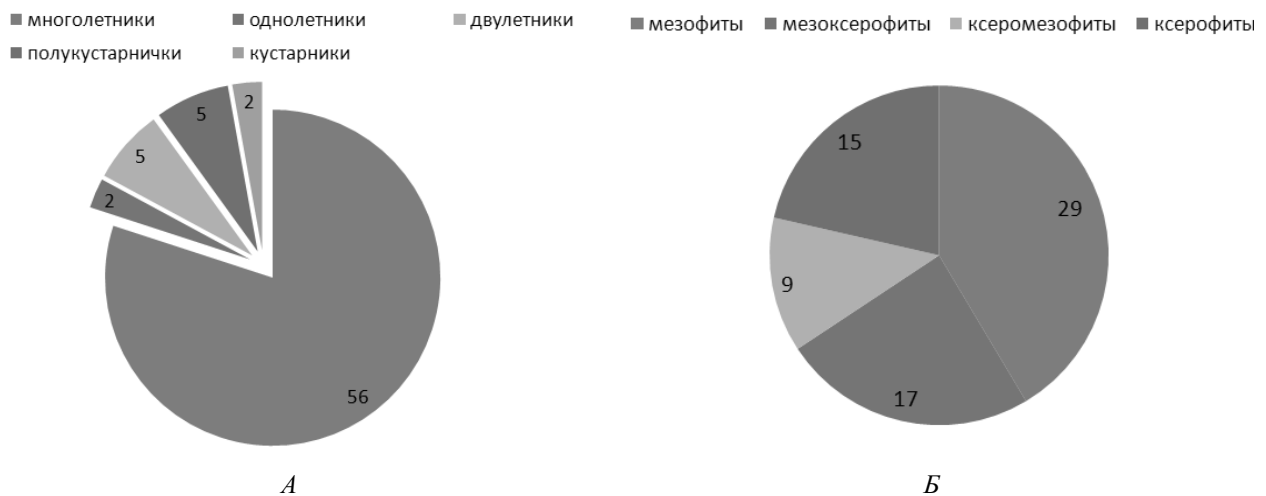


Рисунок 3. Соотношение жизненных форм (А) и экологических групп (Б) видов растений, входящих в состав сообществ с участием *Centaurea bipinnatifida*

Между составом популяций наблюдаются различия по видовому составу. Так, П1 включает 51 вид, П2 — 42, П3 — 44 таксона. Коэффициент сходства флоры между П1 и П2 составил 0,75; между Ц2 и Ц3 — 1,1; между Ц1 и Ц3 — 0,81.

Полученные данные подтверждают обитание василька двоякоперистого на луговых и лугово-степных участках с доминированием мезофитов и травянистых многолетников. Разница по числу видов в популяциях можно объяснить разницей в микроклиматических условиях и обеспеченностью влагой.

Заключение

Было проведено исследование структуры и морфометрических показателей 3-х популяций василька двоякоперистого в горах Улытау. Отмечено, что видовой состав сообществ представлен 70 видами из 54 родов и 24 семейств. Доминирующее число видов сосредоточено в семействах *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae* и *Fabaceae*. Анализ таксонов показал преобладание травянистых многолетников и

мезофитов. Выявлена разница между числом видов между популяциями, а также морфометрическими показателями генеративных особей василька двоякоперистого, что объясняется условиями микроклимата в точках произрастания.

В возрастном спектре популяций преобладают молодые и (или) средневозрастные генеративные особи *Centaurea bipinnatifida*. Популяции 1 и 3 можно характеризовать как устойчивые средневозрастные, популяцию 2 — как устойчивую молодую.

Полученные данные могут служить основой для создания программы мониторинга популяций *Centaurea bipinnatifida* в горах Улытау с целью сохранения редкого эндемичного растения в местах естественного произрастания.

Список литературы

- 1 Glowska L. A guide to the convention on biological diversity / L. Glowka, F. Burhenne-Guilmin, H. Synge. — Cambridge: IUCN, 1994. — 176 p.
- 2 Стратегия ВОЗ в области народной медицины на 2014–2023 гг. — Гонконг: ВОЗ, 2013. — 72 с.
- 3 Nature's pharmacy, our treasure chest: why we must conserve our natural heritage. A native plant conservation campaign report. — New-York, 2008. — 19 p.
- 4 Franklin J.F. Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes? / J.F. Franklin // *Ecological Applications*. — 1993. — Vol. 3 (2). — P. 202–205. <https://doi.org/10.2307/1941820>
- 5 Kubentayev S.A. Current state of population of *Rhodiola rosea* L. (*Crassulaceae*) in East Kazakhstan / S.A. Kubentayev, M.Zh. Zhumagul, M.S. Kurmanbayeva, D.T. Alibekov, Yu.A. Kotukhov, G.T. Sitpayeva, S.K. Mukhtubayeva, K.S. Izbastina // *Botanical Studies*. — 2021. — Vol. 62 (19). — P. 20. <https://doi.org/10.1186/s40529-021-00327-4>
- 6 Myers N. Biodiversity hotspots for conservation priorities / N. Myers, R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca, J. Kent // *Nature*. — 2000. — Vol. 403. — P. 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- 7 Perrino E.V. Crop Wild Relatives (CWR) Priority in Italy: Distribution, Ecology, In Situ and Ex Situ Conservation and Expected Actions / E.V. Perrino, R.P. Wagensommer // *Sustainability*. — 2021. — Vol. 13, № 4. — P. 1682. <https://doi.org/10.3390/su13041682>
- 8 Ишмуратова М.Ю. Эндемичные виды растений флоры Карагандинской области (Центральный Казахстан) / М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеукунова, А.Ш. Додонова, Е.А. Гаврилькова. — Караганда: Изд-во ТОО «Полиграфист», 2016. — 109 с.
- 9 Байтенов М.С. В мире редких растений / М.С. Байтенов. — Алма-Ата: Кайнар, 1985. — 176 с.
- 10 Флора Казахстана. — Т. 1–9. — Алма-Ата: Наука, 1956–1966.
- 11 Быков Б.А. Введение в фитоценологию / Б.А. Быков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1970. — 226 с.
- 12 Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры / В.В. Алехин. — М.: Наука, 1983. — 203 с.
- 13 Щербаков А.В. Полевое изучение флоры и гербаризация растений / А.В. Щербаков, А.В. Майоров. — М.: Изд-во МГУ, 2006. — 84 с.
- 14 Мырзалы Г.Ж. Определитель сосудистых растений гор Улытау / Г.Ж. Мырзалы, В.И. Ивлев, М.Ю. Ишмуратова, А.Н. Матвеев. — Караганда: Изд-во ТОО «Полиграфист», 2016. — 221 с.
- 15 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. — СПб., 1995. — 992 с.
- 16 Уранов А.А. Жизненное состояние видов в растительных сообществах / А.А. Уранов // Бюлл. Моск. общ-ва испытателей природы. Отд. биол. — 1969. — Вып. 1. — С. 141–149.
- 17 Asanova G.K. The study of ontogenesis of *Centaurea bipinnatifida* (Trautv.) Tzvel. in the condition of the city Karaganda / G.K. Asanova, A.Sh. Dodonova, M.Yu. Ishmuratova, W. Push // *Bulletin of Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*. — 2020. — No. 1 (97). — P. 15–21.
- 18 Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в лесных ценозах / Т.А. Работнов // Тр. БИНа АН СССР. Сер. 3. — 1950. — Вып. 6. — С. 7–204.
- 19 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И.Г. Серебряков. — М.: Высш. шк., 1982. — 380 с.
- 20 Куминова А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Куминова. — Новосибирск, 1960. — 449 с.

Г.К. Асанова

Ұлытау тауларындағы *Centaurea bipinnatifida* популяцияларының қазіргі жағдайы (Қарағанды облысы)

Биологиялық әртүрлілікті сақтау тұжырымдамасы табиғатта шектеулі өсетін және жойылуға бейім өсімдіктер популяциясының жағдайын зерттеу қажеттілігін болжайды. Қарағанды облысында сирек кездесетін түрлер мен ареалы тар жергілікті эндемиктерге Ұлытау тауларына бейімделген *Centaurea bipinnatifida* жатады. Осы түрдің 3 популяциясының жағдайын бағалау үшін олардың экологиялық және фитоценотикалық құрылымы, ботаникалық ерекшеліктері, өсімдіктердің морфометриялық көрсеткіштері және онтогенез фазаларының арақатынасы зерттелді. Бұл түр Ұлытау бөктеріндегі дала және шалғынды-дала учаскелерімен шектелген, қиыршық тасты және тасты жұмсақ беткейлерде сирек кездеседі. Қауымдастықтардың түр құрамы 41–ден 51–ге дейін болатыны анықталды. Түрлердің ең көп саны *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae* и *Fabaceae* тұқымдастарында шоғырланған. Экологиялық топтардың арасында мезофиттер басым, тіршілік формасы бойынша шөптесінді көпжылдықтар көп. *Centaurea bipinnatifida* морфометриялық көрсеткіштері мен жас ерекшеліктік спектрін талдаудың нәтижесінде барлық популяциялардың жас немесе орта жастағы генеративті өсімдіктердің басым болуымен тұрақты жас және орта жас деп сипатталатындығы дәлелденген. Далалық зерттеулердің нәтижелері бойынша популяциялардың құрылымын қолдау және табиғи жағдайда сақтау үшін мониторинг бағдарламасын әзірлеуді ұсынуға болады.

Кілт сөздер: *Centaurea bipinnatifida*, эндемик, популяция, Ұлытау таулары, онтогенетикалық спектр, морфологиялық және сандық индикаторлар, қазіргі күй, флористикалық спектр.

G.K. Asanova

Current state of populations of *Centaurea bipinnatifida* in Ulytau Mountains (Karaganda region)

The concept of conservation of biological diversity implies the need to study the state of plant populations that grow limited in nature and have a tendency to decline. In the Karaganda region, the list of rare species and local narrow endemics includes *Centaurea bipinnatifida*, whose habitation is confined to the Ulytau Mountains. To assess the state of 3 populations of this species, their ecological and phytocenotic structure, botanical features, morphometric indicators of plants, and the ratio of ontogenesis phases were studied. This species is confined to steppe and meadow-steppe areas in the foothills of Ulytau, less often lives along crushed and rocky gentle slopes. It was determined that the species composition of communities had from 41 to 51 species. The largest number of species is concentrated in families *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae* and *Fabaceae*. Mesophytes dominated among ecological groups, herbaceous perennials predominated among life forms. The analysis of the morphometric parameters and age spectrum of *Centaurea bipinnatifida* made it possible to determine that the entire population is characterized as stable young and medium-age with a predominance of young or medium-age generative plants. Based on the field surveys one can recommend the development of a population monitoring program to maintain their structure and preserve the species under natural conditions.

Keywords: *Centaurea bipinnatifida*, endemic, population, Ulytau Mountains, ontogenetic spectrum, morphological and quantitative indicators, current state, floristic spectrum.

References

- 1 Glowska, L., Burhenne-Guilmin, F., & Synge, H. (1994). *A guide to the convention on biological diversity*. Cambridge: IUCN.
- 2 *Strategiia VOZ v oblasti narodnoi meditsiny na 2014–2023 gg.* (2013). [*WHO Strategy for Traditional Medicine 2014–2023*]. Hongkong: WHO [in Russian].
- 3 (2008). *Nature's pharmacy, our treasure chest: why we must conserve our natural heritage. A native plant conservation campaign report*. New-York.
- 4 Franklin, J.F. (1993). Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes? *Ecological Applications*, 3 (2); 202–205. <https://doi.org/10.2307/1941820>
- 5 Kubentayev, S.A., Zhumagul, M.Zh., Kurmanbayeva, M.S., Alibekov, D.T., Kotukhov, Yu.A., & Sitpayeva, G.T., et al. (2021). Current state of population of *Rhodiola rosea* L. (*Crassulaceae*) in East Kazakhstan. *Botanical Studies*, 62 (19); 20. <https://doi.org/10.1186/s40529-021-00327-4>
- 6 Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403; 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>

- 7 Perrino, E.V., & Wagensommer, R.P. (2021). Crop Wild Relatives (CWR) Priority in Italy: Distribution, Ecology, In Situ and Ex Situ Conservation and Expected Actions. *Sustainability*, 13 (4); 1682. <https://doi.org/10.3390/su13041682>
- 8 Ishmuratova, M.Yu., Tleukenova, S.U., Dodonova, A.Sh., & Gavrilkova, E.A. (2016). *Endemichnye vidy rastenii flory Karagandinskoi oblasti (Tsentralnyi Kazakhstan) [Endemic plant species of Karaganda region flora (The Central Kazakhstan)]*. Karaganda: Publ. Ltd «Poligrafist» [in Russian].
- 9 Baitenov, M.S. (1985). *V mire redkikh rastenii [In world of rare plants]*. Alma-Ata: Kainar [in Russian].
- 10 (1956–1966). *Flora Kazakhstana. Tomy 1–9 [Flora of Kazakhstan. Volumes 1–9]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 11 Bykov, B.A. (1970). *Vvedenie v fitotsenologiiu [Introduction into phytocenology]*. Alma-Ata: Publ. house AS KazSSR [in Russian].
- 12 Alekhin, V.V. (1983). *Metodika polevogo izucheniia rastitelnosti i flory [Methodology of field study of vegetation and flora]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 13 Shcherbakov, A.V., & Maiorov, A.V. (2006). *Polevoe izuchenie flory i gerbarizatsiia rastenii [Field study of flora and plant herbarization]*. Moscow: Moscow State University [in Russian].
- 14 Myrzaly, G.Zh., Ivlev, V.I., Ishmuratova, M.Yu., & Matveev, A.N. (2016). *Opredelitel sosudistykh rastenii gor Ulytau [Determinant of vascular plants of the Ulytau Mountains]*. Karaganda: TOO «Poligrafist» [in Russian].
- 15 Cherepanov, S.K. (1995). *Sosudistye rasteniia Rossii i sopedelnykh gosudarstv [The vascular plants of Russia and adjacent countries]*. Saint Petersburg [in Russian].
- 16 Uranov, A.A. (1969). Zhiznennoe sostoianie vidov v rastitelnykh soobshchestvakh [Life states of species and vegetative communities]. *Biulleten Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody — Bulletin of the Moscow society of nature testes*, 1; 141–149 [in Russian].
- 17 Asanova, G.K., Dodonova, A.Sh., Ishmuratova, M.Yu., & Push, W. (2020). The study of ontogenesis of *Centaurea bipinnatifida* (Trautv.) Tzvel. in the condition of the city Karaganda. *Bulletin of Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 1 (97); 15–21.
- 18 Rabotnov, T.A. (1950). Zhiznennyi tsikl mnogoletnikh travianistykh rastenii v lesnykh tsenozakh [Life cycle of perennial herbaceous plants in forest prices]. *Trudy BINA Akademii nauk SSSR. Seriya 3 — Works of BIN AS USSR, series 3, 6, 7–204* [in Russian].
- 19 Serebriakov, I.G. (1982). *Ekologicheskaiia morfologiia rastenii. Zhiznennye formy pokrytosemennykh i khvoinykh [Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperm and conifers]*. Moscow: Vysshaia shkola [in Russian].
- 20 Kuminova, A.V. (1960). *Rastitelnyi pokrov Altaia [Vegetative cover of Altai]*. Novosibirsk, 449 [in Russian].

N.G. Amantaev*

*Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan***Corresponding author: nurbolat81@mail.ru*

Cryopreservation methods for *in vitro* potato crops: an overview

Potato is considered as one of the most important agricultural crops in the world. The genetic resources of potatoes (*Solanum tuberosum* L. *spp. tuberosum*) and similar cultivated varieties are preserved by storing tubers or plants *in vitro* and cryopreservation. Arrays of worldwide scientific research centers utilize the cryopreservation method to preserve plant genetic resources. It is used especially for those plants that are reproduced by vegetative method; it is impossible to preserve genetic identity of their material when propagating by seeds. Currently, international standards of gene banks have been developed (FAO, *Gene bank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, 2014*) for the long shelf life of samples of vegetative propagated plants and vegetable crops at ultra-low temperatures. These standards have been discussed by scientists from many countries in the world. It is connected with the fact that no cryopreservation methods are standardized for a particular plant object. Present overview provided information on various methods of cryopreservation of potatoes for long-term storage of the gene pool of vegetative reproduction. The most updated methods included quick-freeze: encapsulation-dehydration, vitrification, slow programmable freezing, encapsulation-vitrification, and droplet-vitrification. All these biotechnological methods made it possible to obtain healthy potato material, which was free from viral and fungal infections. They also facilitate to obtain test tube plants in large quantities, as well as to create large cryocollections of valuable forms of cultivated plant crops.

Keywords: potatoes, collection, cryopreservation, cryopreservation, cryoprotectants, freezing, dehydration, vitrification, droplet.

Introduction

After wheat, potatoes are one of the most important crops in the Republic of Kazakhstan [1]. Potatoes (*Solanum tuberosum*) are a species of perennial tuberous herbaceous plants from the *Solanum* genus (family *Solanaceae*). There are about 140 varieties of potatoes according to the register of breeding achievements and the list of promising varieties of agricultural plants in Kazakhstan (2017).

The Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing grew up to 200 samples of potatoes within 3 years (2015–2017), and also annually produce up to 700–1,000 tons of seed potatoes.

The main final indicators for 2015–2017:

- transfer of new varieties — 23 varieties;
- potatoes — 8 varieties;
- area-specific varieties of the Republic of Kazakhstan — 38;
- number of area-specific varieties (included in the register) — 470;
- potato gene pool amounted to 200 samples;
- production of potato seeds of higher reproductions — 1,759 tons.

The yield of crops increased significantly by utilizing organic fertilizers: by 31.64 to 59.89 %.

The target indicators of the strategic development of the Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing for the period 2018–2022 were as follows: 2,300 (2018), 2,350 (2019, 2020), 2,380 (2021), 2,400 (2022) tons; and the production of potato seeds of higher reproduction increased and were as follows: 600 (2018), 650 (2019), 750 (2020), 850 (2021), and 910 (2022) tons.

Since potatoes are heterozygous crops, it is difficult to maintain the genetic purity of a cultivated variety through continuous vegetative reproduction [2]. To prevent any loss of potato genetic resources, the method of long-term storage of a plant sample in gene banks, general resource centers and cryo-collections is used in the CIS and foreign countries [3, 4].

Preserving genetic resources in gene banks is of crucial importance due to the high biological value as a breeding sample, as well as for further scientific research in biotechnology, crop production and agriculture. Therefore, in order to preserve the genetic resource of the studied plant samples for long term, the cryopreservation method is the best option.

One of the advantages of cryopreservation at very low temperatures is the ability to significantly slow down or even cease metabolic processes and biological destruction in the cells of living organisms. In this case, the plant material remains genetically stable, resulting in zero genetic changes.

Currently, the major gene banks of the world, such as the International Potato Center (*International Potato Center, CIP*), Argentina — INTA (*Potato Collection INTA-Balcarce*); the Czech Republic — CRI (*Crop Research Institute*) and PRI (*Potato Research Institute, Havlickov Brod*); the Republic of Korea — NAC (*National Agrobiodiversity Center*); Peru — CIP (*International Potato Center*); Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (*IPK*), All-Russian Research Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research named after N.I. Vavilov (*VIR*), Scientific and Practical Center for Potato Growing and Fruit and Vegetable Growing of the National Academy of Sciences of Belarus (*SPC of NSA for Food in Belarus*) store and preserve potatoes using three storage systems: natural conditions (field collections), *in vitro*, ultra-low temperatures (cryo-collections) [5, 6].

Among the EU countries, the most representative collection of potato germplasm samples is located in Germany at the *Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research*. Over 1,000 potato samples are preserved in deep freezing conditions at $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ [7–9]. In the CIS countries, the cryopreservation methods for plants, including potatoes, are actively developed in Russia and Ukraine [10, 11]. In Kazakhstan, research in the field of cryopreservation of plant germplasm was first started in 2002 at the Institute of Plant Biology and Biotechnology [12, 13].

To date, the gene pool of potatoes in the Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing in the Republic of Kazakhstan (www.foodindustry.kz) has 2,250 (2017) samples of the world collection from 40 countries. This includes 445 samples of 46 wild and cultivated potato species, 740 varieties, 14 samples of CIP's inter-specific hybrids, 120 samples of VIR's inter-specific hybrids, and 731 samples of hybrids from the Kazakhstani selection.

According to the Approval on State Registration of Plant Varieties Recommended for Use in the Republic of Kazakhstan, Order No. 434 dated 30.07.2009 (amendment and addition No. 109 dated 05.04.2021), the following varieties are registered in the areas indicated below:

Karaganda region (21 varieties): early ripe — 7, medium-early — 8, medium-ripe — 3, mid-late — 2, late-ripe — 1;

Akmola region (32 varieties): early ripe — 15, medium-early — 10, medium-ripe — 4, mid-late — 3;

Aktobe region (14 varieties): early ripe — 4, medium-early — 5, medium-ripe — 3, mid-late — 2;

Almaty region (72 varieties): early ripe — 21, medium-early — 23, medium-ripe — 22, mid-late — 3, late-ripe — 3;

Atyrau region (3 varieties): early ripe — 1, medium-early — 1, mid-late — 1;

East Kazakhstan region (24 varieties): early ripe — 6, medium-early — 9, medium-ripe — 6, mid-late — 3;

Zhambyl region (10 varieties): early ripe — 2, medium-early — 3, medium-ripe — 5;

West Kazakhstan region (24 varieties): early ripe — 2, mid-early — 2, medium-ripe — 2, mid-late — 4;

Kyzylorda region (11 varieties): early ripe — 4, medium-early — 1, medium-ripe — 6;

Kostanay region (34 varieties): early ripe — 14, medium-early — 7, medium-ripe — 5, mid-late — 6, late-ripe — 2;

Mangystau region (2 varieties): early ripe — 1, medium-early — 1;

Pavlodar region (22 varieties): early ripe — 10, medium-early — 7, medium-ripe — 4, mid-late — 1;

North Kazakhstan region (23 varieties): early ripe — 10, medium-early — 7, medium-ripe — 4, mid-late — 2;

Turkestan region (14 varieties): early ripe — 4, medium-early — 5, medium-ripe — 2, mid-late — 3.

The genetic resources of potatoes in Kazakhstan have scientific and practical value and include the biodiversity of wild species and their unique forms, as well as regionalized varieties of domestic and foreign selection, old varieties of folk selection and unique hybrid material.

The principal owner of the republican gene pool is the Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing of the Ministry of Agriculture in the Republic of Kazakhstan (KazRIPVG) [14]. At the Research Institute of Potato and Vegetable Growing of Kazakhstan, the gene pool of potatoes of local and foreign selection is mainly presented by its field collections and is aimed at breeding new promising samples and varieties of potatoes. The biologists-researchers and breeders of our country have a wide variety of source material. The varieties come from local origin, near and far abroad, hybrid forms, wild and simplified cultural species [15].

Maintaining large collections of potatoes grown in the field is an unreliable and time-consuming process for researchers–breeders. This is due to adverse environmental conditions, viral and fungal diseases, insect pests, and other factors, which may lead to the loss of samples of the collection. This loss impoverishes not only the collection of source material but also represents a long-term labor of those researchers–breeders.

The preservation methods preserve the gene pool of field, *in vitro* and cryo-collections complement each other, and only their joint usage can ensure reliable long-term storage of the genetic diversity of potatoes [16].

The purpose of the given scientific overview is to describe the achievements in cryopreservation developed for the potatoes of different types and varieties.

The data were analyzed within the time span of 44 years (from 1977 to 2021) referencing 36 sources.

Results

Recently, researchers from many countries have been studying the possibility of using a fundamentally new method to preserve the gene pool of various plant species based on deep freezing and subsequent storage at low temperatures of cell cultures and meristematic shoot tops [17, 18].

Cryopreservation is the storage of biological material at $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ in liquid nitrogen in such a way as to maintain viability and ensure the recovery of plants after re-warming [19]. Potato cryopreservation began in 1977 with two-stage refrigeration procedures and ultrafast freezing methods [20–23].

The literature outlines the methods such as a drip method using dimethyl sulfoxide (DMSO), glass transition, encapsulation / dehydration, encapsulation / vitrification methods and drip vitrification methods.

As per the results of research conducted by scientists and researchers, the usage of the above methods leads to an improvement in the results of cryopreservation of potatoes with the frequency of survival and regeneration of the plant sample taken into account. To add more, these methods are used in research organizations around the world to create cryo-collections of potatoes [24–26].

As it has been shown in recent scientific literature, cryopreservation acts as cryotherapy or as a new method of revitalizing plant material from viral, mycoplasma and bacterial infections [27].

Potato cryopreservation began in 1977 with two-stage freezing procedures and rapid freezing [20–22]. The first protocols were time-consuming due to the need to use programmable freezers and led to low survival rates. Later on, protocols were improved and new methods were developed, such as the dimethyl sulfoxide droplet method (DMSO) [24], vitrification [28], encapsulation/dehydration [25], encapsulation/vitrification (Hirai and Sakai, 1999), and droplet vitrification methods [26]. These protocols have improved potato cryopreservation outcomes in terms of survival and regeneration frequency, and are now regularly used to create collections of cryopreserved potatoes.

Cryopreservation methods

The slow–freeze method is a gradual cooling of plant tissues in special solutions in freezers to $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Once a certain temperature is reached, a plant sample (plant tissues) is transferred to liquid nitrogen ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ — LN). The cooling rate is of great importance. The cooling rate varies for different types of plant material: 0.1–0.8 degrees per minute. For each plant sample, one needs to select an optimal freezing rate. The current methods of vitrification and encapsulation-dehydration open wide prospects. The advantages of these methods are simplicity, accessibility and no requirements for purchasing any expensive equipment. The method started being used in the works of B. Reed et al. for a number of fruit, berry, and other crops.

In slow freezing cryopreservation, the most commonly used mixture was cryoprotectants, which include 10 % of polyethylene glycol (PEG), 10 % of glucose and 10 % of dimethyl sulfoxide (DMSO) in a dissolved liquid medium. In some cases, slow freezing gives good results [28, 29].

The first studies on potato cryopreservation were conducted by Bajaj [20], who used freezing. Bajaj described that the water content in the cells was reduced by dehydration caused by freezing when using this method. To do this, tuber sprouts and axillary buds were cryo-protected with various solutions of glycerol and/or sucrose. They were then slowly cooled in the LN vapor phase. The researcher obtained a 7 % to 18 % survival rate of tuber sprouts and axillary buds using this protocol. The regeneration rate was up to 21 % for *Norland* and 33 % for *Red Pontiac*. On the other side, the works of L.E. Towill [22] underlined that the explants were slowly cooled at a rate of 0.2–0.3 $^{\circ}\text{C}$ min from -1 to $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ followed by immersion in LN.

Henshaw et al. [21, 30–34] applied a practically similar protocol by using 0.3 $^{\circ}\text{C}$ min from -1 to $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ with direct cooling in LN. The shoots' regeneration after reheating ranged from 4 % to 85 % depending on the potato species. In general, the described method is complex and time-consuming [35] and also requires special equipment for cryopreservation.

Quick-freeze method. This method involves the direct immersion of biological material in liquid nitrogen without prior cooling. This method is simpler, well reproducible, allowing to effectively store samples of different species represented by woody and herbaceous plants in the form of various types of explants — buds, meristems, embryos, pollen, calluses, and cells.

The quick-freeze method is based on the phenomenon of vitrification, in which intracellular water during freezing passes into the vitreous phase, bypassing the crystallization process as a result of which cellular organelles remain intact. This effect is achieved by using cryoprotectants. A mixture of cryoprotectants is used, which is part of the *Plant Vitrification Solution — a vitrifying solution* (PVS2) (30 % of glycerol, 15 % of DMSO, 15 % of *Polyethylene glycol* (PEG), 0.4M of sucrose), and also includes micro- and macro-elements according to the Murashige-Skuga (MS) nutrient medium prescription [30].

Compared to the previously mentioned freezing method, in the quick-freeze technique, the tips of the shoots were isolated, pre-cultured, and cryo-protected with MS [30] containing sucrose and 10 % of DMSO. Subsequently, each tip of the shoot was directly immersed in the LN at the tip of the hypodermic needle. Reheating was carried out quickly by transferring the needles directly to the MS-medium with benzyl aminopurine (BAP) at 35 °C. Afterwards, the tips of the shoots were removed from the solution and transferred to a regenerative medium. Grout and Henshaw [21] presented one of the first successful protocols for cryopreservation of the tops of potato shoots with a high survival rate of up to 20 % and the ability to regenerate the shoots up to 10 %. An important stage in this method is rapid freezing to turn water directly into amorphous ice. The opposite occurs with rapid reheating so that de-vitrification does not occur when returning to room temperature [21].

The method of *encapsulation-dehydration* is implemented by utilizing the technology of preparing artificial seeds. Apical meristems are encapsulated in an alginate gel, which makes it possible to dehydrate and dry-out the tissues, thus avoiding the formation of ice crystals from inside the cells. After partial dehydration, alginate encapsulated apical meristems are placed in cryotubes and quickly immersed in liquid nitrogen.

The encapsulation-dehydration method is used to produce artificial seeds. The essence of the method is in the fact that the apical meristems of the plant sample are immersed in an alginate gel; this allows dehydration and drying of plant tissues. Therefore, this method prevents the formation of ice crystals inside the cells. Afterwards, the dehydrated and dried in alginate apical meristems are placed in cryotubes and quickly immersed in liquid nitrogen.

This method involves encapsulating micro-plant explants into sodium alginate balls, followed by drying the laminar in the sterile air. The encapsulation-dehydration is used mainly for cryopreservation of apexes of micro-growths of fruit crops. There are also some isolated cases of using this method for cryopreservation of potato apexes [31].

Encapsulation-vitrification methods are a combination of certain elements of vitrification and encapsulation/dehydration. Hirai and Sakai [36] used 14 varieties of potatoes applying the above method in their experiments. The sprouts were grown in a solidified basal medium (MS medium with 0.5 g/L of casaminc acid, 30 g/L of sucrose, 2.5 g/L of Gellan gum) the temperature of 23 °C in a 16-hour photoperiod with a light intensity of 96 mol. For cryopreservation, axillary meristems from nodal segments with 5 leaf buds (approximately 1 mm in size) were isolated and pre-cultured in the main medium with 0.3 M of sucrose, 1 mg/L⁻¹ of GA3, 0.01 mg/L⁻¹ of BAP and 0.001 mg/L⁻¹ of NAA. The meristems were suspended in the MS medium with the addition of 2 % of Na-alginate and 0.4 M of sucrose.

The encapsulated meristems were PVS2-dehydrated at 0 °C for various periods. The balls with PVS2 were shaken (45 rpm) in a water bath. A total of 10–15 balls were suspended in a volume of 1 ml. The PVS2 solution was transferred for cryo-vitalization and was immersed directly in LN. For reheating, the cryovars were placed in a water bath at the temperature of 38 °C for 3 minutes. After removing the PVS2 solution, the reheated beads were washed with 1 ml of 1.2 M sucrose solution for 10 minutes. For regeneration, balls with the tops of the shoots were sown in the basal medium for 1 day. They were then transferred to a basal medium with 0.0005 mg/L⁻¹ of GA3. As a result of the research, the authors determined the ability to regenerate all 14 potato samples in the experiment. The rate of shoot formation and the growth rate were much higher and faster when using the encapsulation-vitrification method compared to the encapsulation/dehydration method. The authors observe that the encapsulation-vitrification method is simple (it takes less time to dehydrate the beads with PVS2 than using laminar airflow or silica gel). The advantage of this method is in a large number of explants, which can be cryopreserved at the same time. Therefore, this method is suitable for cryopreservation even on a large scale.

Vitrification method. When utilizing this method, the plant test material is treated with highly concentrated cryoprotectant solutions and quickly immersed in liquid nitrogen. As a result of this method, water is frozen in an amorphous state, which prevents the formation of intracellular ice crystals. The high concentrations of cryoprotectants used in this method can be toxic to the cells to prevent cell damage and death. The duration of treatment should be strictly controlled by the researchers [32].

Benson; Taylor et al. [1] described the process of vitrification in their papers as a way to freeze liquids without crystallization. In this process, the solutions inside the cells are vitrified, being amorphous in a glassy state. They lack organized structures, but they have the mechanical and physical properties of a solid. This method is one of the main and most widely used methods of cryopreservation of plants.

Vitrification is one of the main and most widely used methods of cryopreservation of plants. Most vitrification protocols use the Plant Vitrification Solution (*PVS2*).

This mixture consists of cryoprotectants containing 30 % of glycerol, 15 % of ethylene glycol, 15 % of DMSO in the MS medium with 0.4 M of sucrose added to it.

Sarkar and Naik [18] published the first vitrification protocol for the following potato varieties: “*Kufri Badsha*”, “*Kufri Chandramukhi*”, “*Kufri Lalima*”, “*Kufri Lauvkar*”, and “*Kufri Sindhuri*”. In this vitrification method, the apical tips of 0.5–0.7 mm-sized shoots were first isolated from 30-day sprouts and pre-cultured on the medium-density MS liquid filter paper discs, various combinations of sucrose (0.3, 0.5 and 0.7 M) and mannitol (0, 0.2 and 0.4 M) at a 16-hour photo-period at the light intensity of 24 °C.

Kryszczuk et al. [8] applied the vitrification method to four varieties of potatoes (“*Ackersegen*”, “*Blaue Schweden*”, “*Carnea*”, “*Desiree*”). In their works, they used the method of vitrification. This method obtained a significantly higher frequency of regeneration of the tops of shoots (58.0 %) compared to the method of droplet-vitrification with DMSO (13.8 %).

Droplet-vitrification method. This method consists of six stages. The first stage is the preparation of micro plants. The main task of the first stage is micropropagation, while obtaining a sufficient number of apexes to conduct three repetitions of the experiment. The second stage is the isolation of explants. This stage is aimed at obtaining a sufficient number of explants for cryopreservation. The apexes of micro growth shoots are used as explants. To isolate apexes, well-developed ones are chosen for the insulation of apexes. For each sample, cryopreservation is performed in three independent repetitions. At the third stage, the explants are treated with a cryo-protector and osmo- and cryo-protection of explants are performed. At this stage, a two-stage incubation of isolated explants is applied. The fourth stage is for freezing of explants in liquid nitrogen, which comprises the direct application of the liquid nitrogen over the apexes of the shoots. The fifth stage is thawing. This step is necessary to assess the frequency of post-cryogenic sample regeneration. The sixth stage is to study the ability of samples to post-cryogenic recovery (the frequency of post-cryogenic regeneration is assessed) [33].

In many methods of cryopreservation, a paramount stage is the pre-treatment of plant tissues. The pre-treatment is used to ensure that plants withstand the effects of toxic cryoprotectants and the freezing process itself. The tissues can be pre-treated by either chemical treatment using osmotic or penetrating cryoprotectants, cold acclimatization of test-tube plants, or by drying in the air stream or using drying agents. The main task of pre-treatment is to dehydrate the cells and stabilize cell membranes.

Dimethyl sulfoxide (DMSO) is most commonly used for chemical pre-treatment of plant cells and tissues. DMSO is used both for pre-cultivation and during cryopreservation. *Hardening of test-tube plants* is used to pre-treat many plant species of temperate climates for further cryopreservation. The duration of the hardening time varies from one week to several months. For the preliminary adaptation of shoots *in vitro*, a low favorable temperature (4, 5 °C) is used constantly during the entire hardening period, as well as changing temperature mode during the day [34, 35].

The DMSO droplet-vitrification is a simple freezing standard that is currently applied to a wide range of potato varieties. This method is quick and simple, and the process is inexpensive (Schäfer-Menuhr, 1996). Schäfer-Menuhr [24], Keller and Dreiling [9] believed that the problem was still the low rate of regeneration of some potato genotypes. In this regard, new additional and alternative studies are needed to be conducted to improve the results for samples of the studied plant material, which shows a low ability to regenerate.

The droplet-vitrification method (DMSO) is an optimization of the quick-freeze method [24]. The expression “droplet” refers to droplets of cryoprotectant on the aluminum foil where the shoots’ tips are placed for freezing with each tip of the shoot in the liquid medium. An innovative idea of using aluminum foil came from Kartha (1982) who cryopreserved the tips of cassava shoots on the foil using the freezing method. Schäfer-Menuhr et al. [24] adopted the idea of the droplet-vitrification method for the tips of potato shoots. Foil is a good carrier for the rapid transfer of a large number of shoot tips simultaneously to and from the LN

compared to the usage of hypodermic needles, where only one shoot tip can be transferred at a time. In addition, aluminum is a good thermal conductor, which is important for both rapid cooling and re-warming of explants. They used $20 \times 7 \times 0.03$ mm foil so that two foils fit well into one cryovalent.

In the original droplet freezing protocol, the tips of the shoots were isolated from the sprouts of 10 cm long, and the explants of 2, 3 mm long and 0.5–1 mm wide were then incubated in the MS medium with $30 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ of sucrose, $0.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ of ribosidazeatin, $0.2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ of GA3, and $0.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ of IAA (which is medium composition after Towill [22]) during the night time. The average survival of cryopreserved samples was 80 % with 40 % of the regenerative capacity of plants [24]. It was analyzed the effects of phytohormones ($0.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ of ribosidazeatin, $0.2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ of GA3, and $0.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ of IAA) in the droplets of agarose on the plant regeneration for 10 potato samples.

The original protocol, according to Schäfer-Menuhr [24] without any phytohormones in agarose droplets, showed a lower rate of plant regeneration compared to the use of agarose droplets containing phytohormones [20]. The plant regeneration ranged from 2.5 % to 22 % with an average value of 13.2 %. By applying the droplet-vitrification method, Kryszczuk et al. [8] compared the original DMSO drip protocol with slightly modified versions for potato varieties (*Ackersegen*, *Blaue Schweden*, *Carnea* and *Désirée*). In these studies, there was no survival at all during autoclaving, and DMSO regeneration was used instead of the sterilized DMSO filter. The use of solid media during regeneration increased the regeneration rate by an average of 15 % compared to the original protocol using a liquid medium (average regeneration rate of 13.8 %). The best results in plant regeneration were obtained by an average of 29.6 % in the plant regeneration owing to the use of cold pre-culture of potato donor plants (day/night temperature at $21/8$ °C, an 8-hour photoperiod, 7 days) until the tops of the shoots could be isolated. An improvement in regeneration results was found from 34.6 % to 45.2 % when a variable temperature was applied to the pre-culture donor plants *in vitro* (day/night temperature at $22/8$ °C, an 8-hour photoperiod for 7 days) before isolating the shoot tops.

To date, an average regeneration rate of 46 % has been achieved. This collection includes specimens previously kept in the German Collection of Microorganisms and Cell Cultures (DSMZ, Germany) and the Institute of Plant Growing of the Federal Agricultural Research Centre (FAL, Braunschweig, Germany), which were subsequently integrated into the IPK collection [9].

Methods of cryoplastic plates. The developed cryoplastic methods adapted the modified method of vitrification to ensure the stability and greater resistance of the explants to sudden changes in temperature. The concept of the methods is based on aluminum microplates containing several oval wells. These methods facilitate cryopreservation and re-warming procedures and minimize the risk of any mechanical damage or losing tiny explants [36].

Conclusions

Thus, cryopreservation is becoming an increasingly common method for long-term storage of plant genetic resources. It allows for the reliable preservation of the gene pool of potato varieties, hybrids and breeding clones of potatoes along with field collections. Each of the preservation methods of potato samples has its advantages and drawbacks. Therefore, improvements have been made in the development and successful application of the methods in cryopreservation of potatoes with different varieties, species, and hybrids.

In this regard, improvements have been made in the development and successful application of methods in the field of cryopreservation of potatoes with different varieties, species, and hybrids. There are many options for cryopreservation as there are many varieties, species and hybrids of potatoes to be cryopreserved, and these methods effectively complement each other. The extensive experience gained as a result of the cryobanks of potatoes in IPK, CIP, NAC RDA, CAES HRO and NIAS indicate storage, principles and viability after cryopreservation, etc. Numerous studies have been done to examine precisely the influence of various factors affecting cryopreservation (the physiological state of donor plants and shoot tips), including specific cryogenic factors (for example, the type of cryoprotectants and the rate of cooling and reheating).

Therefore, it is necessary to support potato varieties, species and hybrids “at-risk” that have an increased likelihood of being lost.

Thus, the methods of cryopreservation and their modification for potatoes and various types of vegetable crops have been developed. Applying these methods will create a cryogenic collection of the potato gene pool in Kazakhstan. The creation of large cryo-collections with a high level of regeneration of potato and vegetable crops presently remains to be of vital importance.

References

- 1 Айтбаев Т.Е. Сорты картофеля, допущенные к использованию в Республике Казахстан / Т.Е. Айтбаев // Генетические и агротехнологические ресурсы повышения качества продовольственного и технического картофеля: сб. тез. II науч.-практ. совещ. — М., 2012. — С. 5, 6.
- 2 Kaczmarczyk A. Potato Shoot Tip Cryopreservation. A Review / A. Kaczmarczyk, R. Veli-Matti, E.R. Joachim Keller // European Potato Journal. — 2011. — Vol. 54 (1). — P. 45–79. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9169-7>
- 3 Plant Cryopreservation. A Practical Guide / Reed B.M. (Ed.). — Springer Science+ Business Media LLC, 2008. — 513 p.
- 4 Espinoza N. Tissue culture micropropagation, conservation, and export of potato germplasm. Specialized Technology Document I. International Potato Center / N. Espinoza, R. Estrada, P. Tovar, J. Bryan, J.H. Dodds. Lima, Peru, 1986. — 20 p.
- 5 Дунаева С.Е. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro* и криоколлекциях: метод. указ. / С.Е. Дунаева, Г.И. Пендинен, О.Ю. Антонова, Н.А. Швачко, Н.Н. Волкова, Т.А. Гавриленко. — СПб., 2011. — 72 с.
- 6 Kaczmarczyk A. Influence of alternating temperature preculture on cryopreservation results for potato shoot tips / A. Kaczmarczyk, N. Shvachko, Y. Lupysheva, M.R. Hajirezaei, E.R.J. Keller // Plant Cell Rep. — 2008. — Vol. 27. — P. 1551–1558.
- 7 Mix-Wagner G. Recovery of potato apices after several years of storage in liquid nitrogen / G. Mix-Wagner, H.M. Schumacher, R.J. Cross // CryoLetters. — 2003. — Vol. 24, No. 1. — P. 33–41.
- 8 Kryszzuk A. Cryopreservation of potato (*Solanum tuberosum* L.) shoot tips using vitrification and droplet method / A. Kryszzuk, J. Keller, M. Grube, E. Zimnoch-Guzowska // J. Food Agricult. Environm. — 2006. — Vol. 4. — P. 196–200.
- 9 Keller E.R.J. Slow growth storage and cryopreservation — tools to facilitate germplasm maintenance of vegetatively propagated crops in living plant collections / E.R.J. Keller, A. Senula, S. Leunufna, M. Grube // Int. J. Refrig. — 2006. — Vol. 29. — P. 411–417.
- 10 Швачко Н.А. Криоконсервация образцов культурных видов картофеля из коллекции ВИР / Н.А. Швачко, Т.А. Гавриленко // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире: тез. докл. III Вавиловской междунар. конф. — СПб., 2012. — С. 228.
- 11 Стрибуль Т.Ф. Изучение влияния холодого закаливания картофеля на сохранность меристем, криоконсервированных медленным замораживанием / Т.Ф. Стрибуль, Н.А. Шевченко, Л.Ф. Розанов // Проблемы криобиологии. — 2006. — Т. 16, № 1. — С. 60–65.
- 12 Ромаданова Н.В. Влияние холодной обработки побегов *in vitro* на криосохранение апикальных меристем яблони / Н.В. Ромаданова, С.В. Кушнаренко // Биотехнология. Теория и практика. — 2007. — № 3. — С. 39–44.
- 13 Kushnarenko S. Characterization and Cryopreservation of *Malus sieversii* Seeds / S. Kushnarenko, E. Salnikov, M. Nurtazin, Z. Mukhitdinova, I. Rakhimbaev, B.M. Reed // The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology. — 2010. — Vol. 4 (Spec. Iss. 1). — P. 5–9.
- 14 Красавин В.Ф. Каталог генофонда картофеля Республики Казахстан (сорты картофеля казахстанской селекции) / В.Ф. Красавин, А.Н. Мошняков, Д.С. Шарипова, А.С. Удовицкий, В.А. Федосеев, В.К. Красавина, Г.Л. Лигай, В.С. Кулибаба, В.А. Кулибаба. — Алматы: Кайнар, 2011. — 54 с.
- 15 Красавин В.Ф. Изучение генетических ресурсов картофеля коллекции ВИР в условиях юго-востока Казахстана и их использование в селекции / В.Ф. Красавин // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2007. — Т. 163. — С. 29–41.
- 16 Mikula A. Cryopreservation enhances embryogenic capacity of *Gentiana cruciata* (L.) suspension culture and maintains (epi) genetic uniformity of regenerants / A. Mikula, K. Tomiczak, J.J. Rybczyn // Plant Cell Rep. — 2011. — Vol. 30. — P. 565–574.
- 17 Edesi J. Preservation of potato (*Solanum tuberosum*) germplasm by the mean of cryopreservation / J. Edesi, K. Kotkas, A.M. Mattila, H. Haggman // Meeting Workgroup 2 COST Action 871, Integration of cryopreservation in genebank strategies. — Germany, 2009. — P. 34.
- 18 Гавриленко Т.А. Стратегия долгосрочного сохранения генофонда вегетативно размножаемых сельскохозяйственных растений в контролируемых условиях среды / Т.А. Гавриленко, С.Е. Дунаева, Э.В. Трускинов, О.Ю. Антонова, Г.И. Пендинен, Ю.В. Лупышева, В.В. Роговая, Н.А. Швачко // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2007. — Т. 164. — С. 273–283.
- 19 Ковальчук И.Ю. Оптимизация методов криоконсервации гермоплазмы черной смородины (*Ribes nigrum* L.) / И.Ю. Ковальчук, Т.Т. Турдиев // Биотехнология. Теория и практика. — 2010. — № 2. — С. 54–61.
- 20 Bajaj Y.P.S. Initiation of shoots and callus from potato-tuber sprouts and axillary buds frozen at $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ / Y.P.S. Bajaj // Crop Improv. — 1977. — Vol. 4. — P. 48–53.
- 21 Grout B.W.W. Freeze preservation of potato shoot-tip cultures / B.W.W. Grout, G.G. Henshaw // Ann Bot. — 1978. — Vol. 42. — P. 1227–1229.
- 22 Towill L.E. *Solanum tuberosum* — a model for studying the cryobiology of shoot-tips in the tuberbearing *Solanum* species / L.E. Towill // Plant Sci Lett. — 1981. — Vol. 20. — P. 315–324.
- 23 Towill L.E. Survival at low temperatures of shoot-tips from cultivars of *Solanum tuberosum* group Tuberosum / L.E. Towill // Cryo-Letters. — 1981. — Vol. 2. — P. 373–382.
- 24 Schäfer-Menuhr A. Langzeitlagerung alter Kartoffelsorten durch Kryokonservierung der Meristeme in flüssigem Stickstoff / A. Schäfer-Menuhr, H.M. Schumacher, G. Mix-Wagner // Landbauforsch Völkenrode. — 1994. — Vol. 44. — P. 301–313.
- 25 Fabre J. Encapsulation-dehydration: a new approach to cryopreservation of *Solanum* shoot-tips / J. Fabre, J. Dereuddre // Cryo-Letters. — 1990. — Vol. 11. — P. 423–426.

- 26 Halmagyi A. Plant regrowth from potato shoot tips cryopreserved by a combined vitrification-droplet method / A. Halmagyi, C. Deliu, A. Coste // *Cryo-Letters*. — 2005. — Vol. 26. — P. 313–322.
- 27 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.
- 28 Кушнарченко С.В. Усовершенствование регламента криоконсервации апикальных меристем для создания криобанка сортов и гибридов картофеля / С.В. Кушнарченко, Н.В. Ромаданова, М.О. Бекебаева, Г.Н. Матакова // *Биотехнология. Теория и практика*. — 2015. — № 2. — С. 35–41. <https://doi.org/10.11134/btp.2.2015.4>
- 29 Ухатова Ю.В. Методы криоконсервации вегетативного размножаемых культурных растений. (Обзор) / Ю.В. Ухатова, Т.А. Гавриленко // *Биотехнология и селекция растений*. — 2018. — № 1(1). — С. 52–63. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2018-1-52-63>
- 30 Ли М. Изучение методики криосохранения генофонда растений / М. Ли // *Вестн. Евраз. нац. ун-та им. Л.Н. Гумилева. Сер. Биология*. — 2015. — С. 45–47.
- 31 Гавриленко Т.А. Модифицированный метод дроблет-витрификации для криоконсервации апексов *in vitro* растений картофеля / Т.А. Гавриленко, Н.А. Швачко, Н.Н. Волкова, Ю.В. Ухатова // *Вавилов. журн. генетики и селекции*. — 2019. — № 23 (4). — С 422–429. <https://doi.org/10.18699/VJ19.505>
- 32 Dereuddre J. Effect of cold hardening on cryopreservation of axillary pear (*Pyrus communnis* L. cv. Beurre Hardy) shoot-tips of *in vitro* shoots / J. Dereuddre, C. Scottez, Y. Arnaud, M. Duron // *C.R. Acad. Sci Paris*. — 1990. — Vol. 310. — P. 265–272.
- 33 Panis B. Droplet vitrification of apical meristems: a cryopreservation protocol applicable to all Musaceae / B. Panis, B. Piette, R. Swennen // *Plant Sci*. — 2005. — Vol. 168. — P. 45–55.
- 34 Reed B.M. The basics of *in vitro* storage and cryopreservation / B.M. Reed. — National Clonal Germplasm Repository. Corvallis. O.R. USA, 2003. — 34 p.
- 35 Schafer Menuhr A. Protocol for the Cryopreservation of Potato Varieties. DSMZ — German Collection of Microorganisms and Cell Cultures Mascheroder Weg 1b D — 38124. Braunschweig Germany, 1996. — P. 29–41.
- 36 Roque-Borda C.A. Cryopreservation of Agronomic Plant Germplasm Using Vitrification-Based Methods: An Overview of Selected Case Studies / C.A. Roque-Borda, K. Dariusz, A.V. de Souza, K. Behzad, F.V. Eduardo // *International Journal of Molecular Sciences*. — 2021. — Vol. 22 (11): 6157. — 33 p. <https://doi.org/10.3390/ijms22116157>

Н.Г. Амантаев

Картоптың *in vitro* дақылдарына арналған криоконсервациялау әдістері

Шолу

Картоп — бүкіл әлемдегі ең маңызды ауылшаруашылық дақылдарының бірі. Картоптың генетикалық ресурстары (*Solanum tuberosum* l. ssp. *tuberosum*) және онымен байланысты дақыл түрлері түйнек және криоконсервациялау арқылы сақталады. Әлемнің көптеген дамыған елдерінде криоконсервация өсімдіктердің генетикалық ресурстарын сақтау үшін кеңінен қолданылады. Бұл, әсіресе, тек вегетативті жолмен таралатын дақылдарға қатысты, себебі тұқыммен көбейту кезінде материалдың генетикалық сәйкестігін сақтау мүмкін емес. Қазіргі уақытта төмен температура жағдайында вегетативті түрде таралатын дақылдардың үлгілерін ұзақ уақыт сақтау үшін генбанктердің халықаралық стандарттары (*FAO, Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, 2014*) әзірленді, соңғы уақытта олар әлем ғалымдарының белсенді талқылау сатысында тұр. Себебі криоконсервациялау әдістерінің ешқайсысы белгілі бір өсімдік объектісі үшін бірыңғай жүйеленген емес. Бұл шолуда вегетативті көбею генофондын ұзақ мерзімді сақтау үшін картопты криоконсервациялаудың әртүрлі әдістері туралы ақпарат берілген. Ең заманауи криоконсервациялау әдістері: инкапсуляция–дегидратация, витрификация, баяулап кезен бойынша мұздату, инкапсуляция-витрификация, дроблет-витрификация. Барлық осы биотехнологиялық әдістер вирустық және саңырауқұлақ инфекцияларынан тазартылған картоп материалын алуға, көп мөлшерде пробиркалық өсімдіктер алуға, зертханалық жағдайда жыл бойы жұмыс істеуге және белгілі бір мерзімде өсімдіктердің шығарылымын жоспарлауға, пробиркалық өсімдіктерін ұзақ уақыт сақтауға және құнды формалардың «банкін» құруға мүмкіндік береді. т. б.

Кілт сөздер: картоп, коллекция, криоконсервация, криосақтау, криопротекторлар, мұздату, дегидратация, витрификация, дроблет.

Методы криоконсервации для культур *in vitro* картофеля

Обзор

Картофель — одна из наиглавнейших сельскохозяйственных культур во всем мире. Генетические ресурсы картофеля (*Solanum tuberosum l. ssp. tuberosum*) и родственных культурных видов сохраняются путем хранения клубней, растений *in vitro* и криоконсервации. Во многих научных исследовательских центрах мира используется метод криоконсервации для сохранения генетических ресурсов растений. Особенно это касается растений, которые размножаются вегетативным путем, для которых невозможно сохранить генетическую идентичность материала при размножении семенами. В данное время разработаны международные стандарты генбанков (FAO, *Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, 2014*) для длительного срока хранения образцов-материалов вегетативно размножаемых растений и овощных культур в условиях ультранизких температур, в последнее время эти стандарты находятся на стадии обсуждения учеными многих стран мира. Это связано с тем, что ни один из методов криоконсервации не стандартизован для конкретного растительного объекта. В настоящем обзоре представлена информация о различных методах криоконсервирования картофеля для долгосрочного хранения генофонда вегетативного размножения. К самым современным относят методы быстрого замораживания: инкапсуляция-дегидратация, витрификация, медленного программируемого замораживания, инкапсуляция-витрификация, дроплет-витрификация. Все перечисленные выше биотехнологические методы позволяют получать оздоровленный материал картофеля, свободный от вирусной и грибной инфекций, получать в больших количествах пробирочные растения, создавать большие криоколлекции ценных форм культивируемых растительных культур.

Ключевые слова: картофель, коллекция, криоконсервация, криосохранение, криопротекторы, замораживание, дегидратация, витрификация, дроплет.

References

- 1 Aitbaev, T.E. (2012). Sorta kartofelia, dopushchennye k ispolzovaniiu v Respublike Kazakhstan [Potato varieties approved for use in the Republic of Kazakhstan]. Proceedinga from Genetic and agro-technological resources for improving the quality of food and technical potatoes: *Vtoroe nauchno-prakticheskoe soveshchanie — 2nd scientific-practical meeting*. Moscow, 5–6 [in Russian].
- 2 Kaczmarczyk, A., Veli-Matti, R., & Joachim Keller, E.R. (2011). Potato Shoot Tip Cryopreservation. A Review. *European Potato Journal*, 54(1), 45–79. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9169-7>
- 3 *Plant Cryopreservation. A Practical Guide* (2008). B.M. Reed (Ed.). Springer Science+Business Media LLC.
- 4 Espinoza, N., Estrada, R., Tovar, P., Bryan, J., & Dodds J.H. (1986). *Tissue culture micropropagation, conservation, and export of potato germplasm. Specialized Technology Document 1*. International Potato Center. Lima, Peru.
- 5 Dunaeva, S.E., Pendinen, G.I., Antonova, O.Yu., Shvachko, N.A., Volkova, N.N., & Gavrilenko, T.A. (2011). *Sokhranenie vegetativno razmnozhaemykh kultur v in vitro i kriokollektsiakh: metodom ukazaniia* [Preservation of vegetatively propagated cultures *in vitro* and cryocollections]. Saint Petersburg [in Russian].
- 6 Kaczmarczyk, A., Shvachko, N., Lupysheva, Y., Hajirezaei, M.R., & Keller, E.R.J. (2008). Influence of alternating temperature pre-culture on cryopreservation results for potato shoot tips. *Plant Cell Rep.*, 27; 1551–1558.
- 7 Mix-Wagner, G., Schumacher, H.M., & Cross, R.J. (2003). Recovery of potato apices after several years of storage in liquid nitrogen. *CryoLetters*, 24, 1, 33–41.
- 8 Kryszczuk, A., Keller, J., Grübe, M., & Zimnoch-Guzowska, E. (2006). Cryopreservation of potato (*Solanum tuberosum* L.) shoot tips using vitrification and droplet method. *Journal of Food Agricultural Environment*, 4, 196–200.
- 9 Keller, E.R.J., Senula, A., Leunufna, S., & Grübe, M. (2006). Slow growth storage and cryopreservation — tools to facilitate germplasm maintenance of vegetatively propagated crops in living plant collections. *Int. J. Refrig.*, 29, 411–417.
- 10 Shvachko, N.A., & Gavrilenko, T.A. (2012). Kriokonservatsiia obraztsov kulturnykh vidov kartofelia iz kollektcii VIR [Cryopreservation of samples of cultivated potato species from the VIR collection]. Proceedings from Ideas of N.I. Vavilov in the modern world: *III Vavilovskaia mezhdunarodnaia konferentsiia — III Vavilov International Conference*. Saint Petersburg, 228 [in Russian].
- 11 Stribul, T.F., Shevchenko, N.A., & Rozanov, L.F. (2006). Izuchenie vliianiia kholodovogo zakalivaniia kartofelia na sokhranost meristem, kriokonservirovannykh medlennym zamorazhivaniem [Studying the effect of cold hardening of potatoes on the preservation of meristems cryopreserved by slow freezing]. *Problemy kriobiologii — Problems of cryobiology*, 16 (1), 60–65 [in Russian].
- 12 Romadanova, N.V., & Kushnarenko, S.V. (2007). Vliianie kholodovoi obrabotki pobegov *in vitro* na kriosokhranenie apikalnykh meristem yabloni [The effect of cold treatment of shoots *in vitro* on cryopreservation of apical meristems of apple trees]. *Biotekhnologiya. Teoriia i praktika — Biotechnology. Theory and Practice*, 3, 39–44 [in Russian].
- 13 Kushnarenko, S., Salnikov, E., Nurtazin, M., Mukhitdinova, Z., Rakhimbaev, I., & Reed, B.M. (2010). Characterization and Cryopreservation of *Malus sieversii* Seeds. *The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4 (Spec. Iss. 1); 5–9.

- 14 Krasavin, V.F., Moshniakov, A.N., Sharipova, D.S., Udovitsii, A.S., Fedoseev, V.A., & Krasavina, V.K. (2011). *Katalog genofonda kartofelia Respubliki Kazakhstan (sorta kartofelia kazakhstanskoi seleksii)* [Catalogue of the potato gene pool of the Republic of Kazakhstan (potato varieties of Kazakhstan selection)]. Almaty: Kainar [in Russian].
- 15 Krasavin, V.F. (2007). Izuchenie geneticheskikh resursov kartofelia kollektzii VIR v usloviakh yugo-vostoka Kazakhstana i ikh ispolzovanie v seleksii [The study of the genetic resources of the VIR potato collection in the conditions of the south-East of Kazakhstan and their use in breeding]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii — Works on applied botany, genetics and selection*, 163; 29–41 [in Russian].
- 16 Mikula, A., Tomiczak, K., & Rybczyn J.J. (2011). Cryopreservation enhances embryogenic capacity of *Gentiana cruciata* (L.) suspension culture and maintains (epi) genetic uniformity of regenerants. *Plant Cell Rep*, 30, 565–574.
- 17 Edesi, J., Kotkas, K., Mattila, A.M., & Haggman, H. (2009). Preservation of potato (*Solanum tuberosum*) germplasm by the mean of cryopreservation. *Meeting Workgroup 2 COST Action 871, Integration of cryopreservation in genebank strategies*. Germany.
- 18 Gavrilenko, T.A., Dunaeva, S.E., Truskinov, E.V., Antonova, O.Iu., Pendinen, G.I., & Lupysheva, Iu.V., et al. (2007). Strategiiia dolgosrochnogo sokhraneniia genofonda vegetativno razmnnozhayemykh selskokhoziaistvennykh rastenii v kontroliruemykh usloviakh sredy [Strategy of long-term conservation of the gene pool of vegetatively propagated agricultural plants in controlled environmental conditions]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii — Works on applied botany, genetics and selection*, 164; 273–283 [in Russian].
- 19 Kovalchuk, I.Yu., & Turdiev, T.T. (2010). Optimizatsiia metodov kriokonservatsii germoplazmy chernoi smorodiny (*Ribes nigrum* L.) [Optimization of methods of cryopreservation of germplasm of black currant (*Ribes nigrum* L.)]. *Biotekhnologiya. Teoriia i praktika — Biotechnology. Theory and Practice*, 2, 54–61 [in Russian].
- 20 Bajaj, Y.P.S. (1977). Initiation of shoots and callus from potato-tuber sprouts and axillary buds frozen at -196°C . *Crop Improv.*, 4; 48–53.
- 21 Grout, B.W.W., & Henshaw, G.G. (1978). Freeze preservation of potato shoot-tip cultures. *Ann Bot.*, 42; 1227–1229.
- 22 Towill, L.E. (1981a). *Solanum tuberosum* — a model for studying the cryobiology of shoot-tips in the tuberbearing *Solanum* species. *Plant Sci Lett.*, 20; 315–324.
- 23 Towill, L.E. (1981b). Survival at low temperatures of shoot-tips from cultivars of *Solanum tuberosum* group Tuberosum. *Cryo-Letters*, 2; 373–382.
- 24 Schäfer-Menuhr, A., Schumacher, H.M., & Mix-Wagner, G. (1994). Langzeitlagerung alter Kartoffelsorten durch Kryokonservierung der Meristeme in flüssigem Stickstoff [Long-term storage of old potato varieties by cryopreservation of the meristems in liquid nitrogen]. *Landbauforsch Völkenrode*, 44; 301–313 [in German].
- 25 Fabre, J., & Dereuddre, J. (1990). Encapsulation-dehydration: a new approach to cryopreservation of *Solanum* shoot-tips. *Cryo-Letters*, 11; 423–426.
- 26 Halmagyi, A., Deliu, C., & Coste, A. (2005). Plant regrowth from potato shoot tips cryopreserved by a combined vitrification-droplet method. *Cryo-Letters*, 26; 313–322.
- 27 Wang, Q., & Valkonen, J.P.T. (2008). Cryotherapy of the shoot tips: novel pathogen eradication method. *Trends in Plant Science*, 14 (3); 119–122.
- 28 Kushnarenko, S.V., Romadanova, N.V., Bekebaeva, M.O., & Matakova, G.N. (2015). Uovershenstvovanie reglamenta kriokonservatsii apikalnykh meristem dlia sozdaniia kriobanka sortov i gibridov kartofelia [Improvement of cryopreservation regulations of apical meristems for creating a cryobank of potato varieties and hybrids]. *Biotekhnologiya. Teoriia i praktika — Biotechnology. Theory and Practice*, 2; 35–41. <https://doi.org/10.11134/btp.2.2015.4> [in Russian].
- 29 Uhatova, Yu.V., & Gavrilenko, T.A. (2018). Metody kriokonservatsii vegetativnogo razmnnozhayemykh kulturnykh rastenii. (Obzor) [Methods of cryopreservation of vegetative propagated cultivated plants (Review)]. *Biotekhnologiya i seleksiia rastenii — Biotechnology and Plant Selection*, 1(1); 52–63. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2018-1-52-63> [in Russian].
- 30 Li, M. (2015). Izuchenie metodiki kriosokhraneniia genofonda rastenii [The study of cryopreservation techniques of the plant gene pool]. *Vestnik Evraziiskogo natsionalnogo universiteta imeni L.N. Gumilyova. Seriiia Biologiia — Bulletin of L.N. Gumilyev Eurasian National University. Biology Series*, 45–47 [in Russian].
- 31 Gavrilenko, T.A., Shvachko, N.A., Volkova, N.N., & Ukhato, Yu.V. (2019). Modifitsirovannyi metod droplet-vitrifikatsii dlia kriokonservatsii apeksov *in vitro* rastenii kartofelia [Modified droplet vitrification method for cryopreservation of potato plant apices *in vitro*]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii — Vavilov Journal of genetic and selection*, 23(4), 422–429. <https://doi.org/10.18699/VJ19.505> [in Russian].
- 32 Dereuddre, J., Scottez, C., Arnaud, Y., & Duron, M. (1990). Effect of cold hardening on cryopreservation of axillary pear (*Pyrus communis* L. cv. Beurre Hardy) shoot-tips of *in vitro* shoots. *C.R. Acad. Sci Paris*, 310; 265–272.
- 33 Panis, B., Piette, B., & Swennen, R. (2005). Droplet vitrification of apical meristems: a cryopreservation protocol applicable to all Musaceae. *Plant Sci.*, 168; 45–55.
- 34 Reed, B.M. (2003). *The basics of in vitro storage and cryopreservation*. National Clonal Germplasm Repository. Corvallis. O.R. USA.
- 35 Schafer Menuhr, A. (1996). Protocol for the Cryopreservation of Potato Varieties. *DSMZ — German Collection of Microorganisms and Cell Cultures Mascheroder Weg 1b D — 38124 Braunschweig Germany*, 29–41.
- 36 Roque-Borda, C.A., Dariusz, K., de Souza, A.V., Behzad K., & Eduardo, F.V. (2021). Cryopreservation of Agronomic Plant Germplasm Using Vitrification-Based Methods: An Overview of Selected Case Studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(11); 33. <https://doi.org/10.3390/ijms22116157>

A.K. Bisseneva^{1*}, G.P. Pogossyan¹, K.G. Li¹, M.P. Danilenko²

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

²Ben-Gurion University of the Negev, Beersheba, Israel

*Corresponding author: biseneva.anar@gmail.com

Analysis of the interaction of ACE2, TMPRSS2 genes and their polymorphisms with the SARS-CoV-2 virus

Host genes act as a factor related to susceptibility and resistance to viral infections. The article provides a description of modern scientific studies devoted to the study of the role of the ACE2, TMPRSS2 genes, and their single-nucleotide polymorphisms in infection with the SARS-CoV-2 virus. SNPs of the ACE2 gene, TMPRSS2 can affect the penetration of SARS-CoV-2 into the cell. In addition, the study of these polymorphisms will determine the predisposition of an individual to the disease COVID-19, or the nature of its course. Based on the literature sources, the role of angiotensin-converting enzyme 2 and transmembrane proteases in the participation of the SARS-CoV-2 virus penetration process with the body cells is noted. Other functions that ACE2 and TMPRSS2 receptors perform in the human body are also described. The characteristics of two genes and their fairly well-known polymorphisms are given. The tissues and organs in which genes are expressed are marked. Information on the frequency of alleles of genetic variants of genes in different populations is shown. In addition to describing the relationship of gene polymorphisms with the disease caused by SARS-CoV-2, information is provided on the association of these genetic variations with diseases of the blood vascular system and oncological diseases.

Keywords: ACE2, TMPRSS2, genes, SARS-CoV-2, COVID-19, single nucleotide polymorphisms, receptors.

Introduction

In December 2019, a new highly pathogenic SARS-CoV-2 caused an outbreak in Wuhan, Hubei Province, China [1], which quickly spread across China, and soon around the world, causing a pandemic. At the moment, the virus is rapidly mutating, spreading around the world and poses a serious threat to the health of the global population.

Phylogenetic analysis of the coronavirus genome has shown that SARS-CoV-2 belongs to the genus *Betacoronavirus*, which includes coronaviruses associated with SARS-CoV and MERS-CoV. Scientists have found that the SARS-CoV-2 sequences are almost identical and 79.6 % identical to the SARS-CoV sequence, as well as 96 % identical on the level of the entire genome to the bat coronavirus [2].

Currently, it has become obvious that SARS-CoV-2 uses angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2), encoded by the ACE2 gene, acting as a SARS-CoV-2 receptor for S (spike) protein, through which the virus can attach to host cells [3–5]. Consequently, it can be assumed that the high risk of infection and severe course of the COVID-19 disease depends on an increase in the number of ACE2 receptors.

SARS-CoV-2 has many S-proteins that perform the function of binding the virus to the organism's cell. According to Fang Li's research, "During virus entry, S1 binds to a receptor on the host cell surface for viral attachment, and S2 fuses the host and viral membranes, allowing viral genomes to enter host cells" [6]. Primarily, S-proteins bind to cellular receptors ACE2, whose main function is to bind the hormone angiotensin. After being attached to the cell membrane to introduce the virus genome into the cell, the S-protein undergoes a small transformation using the body's enzymes, transmembrane proteases TMPRSS2. It is proteases that cut and activate it, opening a fragment of a protein that triggers the fusion of the virus and cell shells [4].

ACE2 is a membrane protein that is involved in the normalization of blood pressure, the key constituent of the renin-angiotensin system (RAS). ACE2 participates in transferring certain amino acids, regulates the permeability of blood vessels [7]. The receptor is related to the mechanism of development of such diseases as heart failure, myocardial infarction, hypertension, lung diseases, diabetes mellitus, and intestinal dysbacteriosis [8].

The significance of ACE2 and TMPRSS2 genes, as well as their polymorphisms

TMPRSS2 gene (PP9284; PRSS10) — transmembrane serine protease 2 — encodes a protein of the same name from the family of serine proteases [9].

The TMPRSS2 gene encodes a protein that is present in all possible targets of SARS-CoV-2 infection, including respiratory epithelial cells, heart endothelium, microvascular endothelial cells, kidneys, and digestive tract [10].

According to the HUGO Gene Nomenclature Committee (HGNC), the “ACE2 gene is located on chromosome Xp22 and contains 22 exons and 112,671 bases” [11]. ACE2 mutations are related to cardiovascular disease, in addition to acute pulmonary insufficiency, phlogotic colitis [12, 13].

The ACE2 gene is expressed in the small intestine, kidneys, heart, thyroid gland, lungs, adipose tissue, colon, liver, bladder, blood, spleen, bone and brain, blood vessels and muscles [3]. In addition, ACE2 expression was detected in epithelial cells of the oral and nasal mucosa [14, 15].

The penetration of the virus and further infection depend on the complex interaction between several host components encoded by genes involved in controlling the penetration of the virus, as well as the presence of proteins and immune responses to neutralize the virus. In addition to the components of the host's immune response, the resistance of the virus and the heaviness of the incidence are affected by such a factor as the presence of concomitant or chronic diseases [16]. Mortality from COVID-19 is especially increasing in the category of elderly people and people with concomitant diseases (diabetes mellitus, diseases of the cardiovascular system, etc.) [17]. For example, among people who have been found to have COVID-19 suffering from hypertension and type 1 or type 2 diabetes mellitus, it was identified that the expression of ACE2 is significantly increased due to treatment with ACE inhibitors [18]. Therefore, increased expression of the ACE2 gene will favor SARS-CoV-2 infection and enhance the possibility of a heavy degree of disease development. However, the harm of taking ACE inhibitors has not yet been proven, and if they are refused, the risk of complications of these concomitant diseases is possible.

One of the significant factors determining the severity and susceptibility of coronavirus infection is the genetic differences between individuals. Such genetic variations are single-nucleotide polymorphisms (SNPs), which can suggest the disease progression. Exploring of ACE2 gene SNPs within different populations opens up the possibility to prove that variants of the ACE2 gene can be complicit in the control of susceptibility to COVID-19 disease. For example, in studies on the effects of various variants of the ACE2 gene, its polymorphisms associated with hypertension were found [19–21]. Another study revealed a high correlation between the frequency of rs2285666 polymorphism (the most studied) and the frequency of COVID-19 cases between rs2285666 frequency and mortality rates [22]. The research data conducted in Italy showed that the polymorphisms rs35803318 and rs2285666 have a significant difference in the frequency distribution among the Italian cohort in relation to other populations of the world [23]. rs2285666 has the following alleles C > A / C > G / C > T. According to the allele frequency data presented in the Database of Single-nucleotide Polymorphisms (dbSNP), the frequency of the allele C prevails among different populations [24]. The two-allele polymorphism rs35803318 C > T is dominated by the C allele, rs35803318 occupies the position of chrX: 15564086, is a synonymous variant of the ACE2 gene, i.e. does not change the amino acid chain in the protein [25].

The enhanced intensity of COVID-19 in males was presumably associated with ACE2 gene polymorphisms and expression levels. Simultaneously, typically ACE2 gene expression tended to be more intense in men compared to women [26, 27], although other studies showed ambiguous results [28, 29]. The high level of ACE2 gene expression in men can be explained by the fact that X chromosome carries this gene, i.e. men carry and express only one variant of ACE2. A group of scientists explains this as follows: “... females will typically express those variations in a mosaic distribution determined by early X-inactivation event” [30]. Consequently, when men have one variant of the ACE2 gene that is more suitable for SARS-CoV-2, that variant will be expressed in all cells. For a better understanding of the influence of gender on susceptibility to the virus and the course of the illness, studies should include an analysis of the ACE2 gene polymorphisms, taking into account gender specificity.

Serine protease TMPRSS2 is the second host protein (after ACE2) that affects the facilitation of SARS-CoV-2 binding to cells, but to date, it has received much less attention in genetic studies.

It has been presupposed that someone may have a genetic predisposition to SARS-CoV-2 infection, and of distinctive research interest are variants of the TMPRSS2 gene involved in the penetration of the virus into cells. Variants of this gene can regulate the risk of infection and severe disease, making some people more vulnerable than others [31, 32].

Scientists analyzed the allele frequencies of two non-synonymous variants rs12329760 and rs75603675 of the TMPRSS2 gene, found a significant relationship between the frequency of COVID-19 deaths and the allele frequencies of two SNPs. The obtained data demonstrate that East Asians have higher frequencies of the rs12329760 allele than Europeans and suggested that this may provide resistance to SARS-CoV-2 [33].

A study conducted by Italian scientists identified *ars35074065* that was simultaneously related to intensified *TMPRSS2* gene expression, however diminished expression of the interferon-inducible *MX1* gene in lung tissue [34]. That is, people with this SNP may have an elevated sensitivity to SARS-CoV-2 as a consequence of increased expression of the *TMPRSS2* gene on the cell cover and simultaneous weakening of the cellular antiviral response.

Researchers from Iran discovered 11,184 SNPs of the *TMPRSS2* gene; found out that 21 of them have an impact on the structure and function of the gene. Besides, we obtained data on the frequency of the SNPs allele in different populations and in the world as a whole. For example, in all the above populations, the SNP *rs12329760* is dominated by the C allele [35].

Another study showed plentiful SNPs of *TMPRSS2* in the Italian cohort, which were all predicatively associated with higher levels of gene expression [28]. It follows from this that the separation of the detected variants as positive and negative is untimely until supplementary research can be done to confirm their biology.

Furthermore, the scientists found no distinction in gene expression between males and females in non-sex-specific organs [28, 34].

The *TMPRSS2* gene is activated by androgen hormones in prostate cancer cells and is a clinical marker of this disease. As already mentioned above, the mortality rate and the number of severe cases of COVID-19 is especially increasing in the category of elderly people and people with concomitant diseases [17].

Conclusions

In general, the *ACE2* gene is one of the genetic factors that affects the resistance and receptiveness to COVID-19 disease, and the genetic variants within this gene can be key in determining the susceptibility, severity and outcome of the disease. However, there is still no accurate and complete evidence that *ACE2* gene polymorphisms affect the receptiveness and stability to SARS-CoV-2 infection, and have a close relationship with the intensity of COVID-19 in the context of concomitant diseases of the host, gender, age, and different populations.

This also applies to the *TMPRSS2* gene, since there is currently no information about the influence of *TMPRSS2* gene polymorphisms on the susceptibility, resistance and severity of the disease, as well as in terms of populations, age and gender.

Identification of polymorphisms of genes encoding virus-binding receptors, in particular the *TMPRSS2* gene, will open up opportunities for the development of personalized treatment.

Moreover, there is insufficient data on the evolution of polymorphisms that are related to susceptibility to SARS-CoV-2, their origin and frequency changes.

References

- [Electronic resource]. Access mode: <https://covid19.who.int/>
- Zhou P. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin / P. Zhou, X.L. Yang, X.G. Wang, B. Hu, L. Zhang, W. Zhang // *Nature*. — 2020. — Vol. 579, Iss. 7798. — P. 270–273. <http://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
- Li W. Angiotensin-converting enzyme 2 is a functional receptor for the SARS coronavirus / W. Li, M.J. Moore, N. Vasilieva // *Nature*. — 2003. — Vol. 426, Iss. 6965. — P. 450–454. <http://doi.org/10.1038/nature02145>
- Hoffmann M. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor / M. Hoffmann, H. Kleine-Weber, S. Schroeder // *Cell*. — 2020. — Vol. 181, No. 2. — P. 271–280. <http://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052>
- Kuba K. A crucial role of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) in SARS coronavirus-induced lung injury / K. Kuba, Y. Imai, S. Rao // *Nature Medicine*. — 2005. — Vol. 11. — P. 875–879. <http://doi.org/10.1038/nm1267>
- Li F. Structure, Function, and Evolution of Coronavirus Spike Proteins. Annual review of virology / F. Li // *Annual Review of Virology*. — 2016. — Vol. 3, No. 1. — P. 237–261. <http://doi.org/10.1146/annurev-virology-110615-042301>
- Hamming I. The emerging role of ACE2 in physiology and disease / I. Hamming, M.E. Cooper, B.L. Haagmans, N.M. Hooper, R. Korstanje, A.D. Osterhaus // *Journal of Pathology*. — 2007. — Vol. 212, Iss. 1. — P. 1–11. <http://doi.org/10.1002/path.2162>
- Patel V.B. Role of the ACE2/Angiotensin 1–7 Axis of the Renin-Angiotensin System in Heart Failure / V.B. Patel, J.C. Zhong, M.B. Grant // *Circulation Research*. — 2016. — Vol. 118, No. 8. — P. 1313–1326. <http://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.307708>
- Glowacka I. Evidence that *TMPRSS2* activates the severe acute respiratory syndrome coronavirus spike protein for membrane fusion and reduces viral control by the humoral immune response / I. Glowacka, S. Bertram, M.A. Müller, P. Allen, E. Soilleux, S. Pfefferle, I. Steffen, T.S. Tsegaye, Y. He, K. Gnirss, D. Niemeyer, H. Schneider, C. Drosten, S. Pöhlmann // *Journal of Virology*. — 2011. — Vol. 85, No. 9. — P. 4122–4134. <http://doi.org/10.1128/JVI.02232-10>

- 10 Dong M. ACE2, TMPRSS2 distribution and extrapulmonary organ injury in patients with COVID-19 / M. Dong, J. Zhang, X. Ma // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. — 2020. — Vol. 131, Iss. 21. — P. 110678. <http://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110678>
- 11 [Electronic resource]. Access mode: https://www.genenames.org/data/gene-symbol-report/#!/hgnc_id/HGNC:13557
- 12 Jia H. Pulmonary Angiotensin-Converting Enzyme 2 (ACE2) and Inflammatory Lung Disease / H. Jia // *Shock*. — 2016. — Vol. 46, № 3. — P. 239–248. <http://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000633>
- 13 Kuba K. A crucial role of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) in SARS coronavirus-induced lung injury / K. Kuba, Y. Imai, S. Rao // *Nature Medicine*. — 2005. — Vol. 11, No. 8. — P. 875–879. <http://doi.org/10.1038/nm1267>
- 14 Xu H. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa / H. Xu, L. Zhong, J. Deng // *International Journal of Oral Science*. — 2020. — Vol. 12. — P. 1–5. <http://doi.org/10.1038/s41368-020-0074-x>
- 15 Wu C. Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the putative receptor of Wuhan 2019-nCoV, in the nasal tissue / C. Wu, S. Zheng, Y. Chen, 2020. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.11.20022228v2>
- 16 Richardson S. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area / S. Richardson, J.S. Hirsch, M. Narasimhan // *JAMA*. — 2020. — Vol. 323, Iss. 20. — P. 2052–2059. <http://doi.org/10.1001/jama.2020.6775>
- 17 Fang L. Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection? / L. Fang, G. Karakulakis, M. Roth // *Lancet Respiratory Medicine*. — 2020. — Vol. 8, No. 4. — e21. [http://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30116-8](http://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30116-8)
- 18 Wan Y. Receptor recognition by novel coronavirus from Wuhan: An analysis based on decade-long structural studies of SARS / Y. Wan, J. Shang, R. Graham, R.S. Baric, F. Li // *Journal of Virology*. — 2020. — Vol. 94, № 7. — e00127–20. <http://doi.org/10.1128/JVI.00127-20>
- 19 Pan Y. Association of ACE2 polymorphisms with susceptibility to essential hypertension and dyslipidemia in Xinjiang, China / Y. Pan, T. Wang, Y. Li, T. Guan, Y. Lai, Y. Shen // *Lipids in Health and Disease*. — 2018. — Vol. 17, № 1. — P. 241. <http://doi.org/10.1186/s12944-018-0890-6>
- 20 Wu X. The association between ACE2 gene polymorphism and the stroke recurrence in Chinese population / X. Wu, B. Zhu, S. Zou, J. Shi // *Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases*. — 2018. — Vol. 27, № 10. — P. 2770–2780. <http://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.06.001>
- 21 Zhang Q. Association of angiotensin-converting enzyme 2 gene polymorphism and enzymatic activity with essential hypertension in different gender: a case-control study / Q. Zhang, M. Cong, N. Wang, X. Li, X., H. Zhang, K. Zhang // *Medicine*. — 2018. — Vol. 97, Iss. 42. — e12917. <http://doi.org/10.1097/MD.00000000000012917>
- 22 Srivastava A. Genetic Association of ACE2 rs2285666 Polymorphism With COVID-19 Spatial Distribution in India / A. Srivastava, A. Bandopadhyay, D. Das, R.K. Pandey, V. Singh, V., N. Khanam, N. Srivastava, P.P. Singh, P.K. Dubey, A. Pathak, P. Gupta, N. Rai, G.N.N. Sultana, G. Chaubey // *Frontiers in Genetics*. — 2020. — Vol. 11. — P. 564741. <http://doi.org/10.3389/fgene.2020.564741>
- 23 Straffella C. Analysis of ACE2 Genetic Variability among Populations Highlights a Possible Link with COVID-19-Related Neurological Complications / C. Straffella, V. Caputo, A. Termine, S. Barati, S. Gambardella, P. Borgiani, C. Caltagirone, G. Novelli, E. Giardina, R. Cascella // *Genes*. — 2020. — Vol. 11, № 7. — P. 741. <http://doi.org/10.3390/genes11070741>
- 24 [Electronic resource]. Access mode: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs2285666?horizontal_tab=true
- 25 Tukiainen T. Landscape of X chromosome inactivation across human tissues / T. Tukiainen, A.C. Villani, A. Yen // *Nature*. — 2017. — Vol. 550, Iss. 7675. — P. 244–248. <http://doi.org/10.1038/nature24265>
- 26 Zhao Y. Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the putative receptor of Wuhan 2019nCoV / Y. Zhao, Z. Zhao, Y. Wang, Y. Zhou, Y. Ma, W. Zuo // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. — 2020. — Vol. 202, Iss. 5. — P. 756–759. <http://doi.org/10.1164/rccm.202001-0179LE>
- 27 Asselta R. ACE2 and TMPRSS2 variants and expression as candidates to sex and country differences in COVID-19 severity in Italy / R. Asselta, E.M. Paraboschi, A. Mantovani, S. Duga // *Aging*. — 2020. — Vol. 2, № 11. — P. 10087–10098. <http://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047878>
- 28 Cai G. Bulk and single-cell transcriptomics identify tobacco-use disparity in lung gene expression of ACE2, the receptor of 2019-nCoV / G. Cai // *Preprints*. — 2020. — 2020020051 <http://doi.org/10.20944/preprints202002.0051.v3>
- 29 Gibson W.T. ACE 2 coding variants: a potential X-linked risk factor for COVID-19 disease / W.T. Gibson, D.M. Evans, J. An, S.J. Jones, S.J. [Electronic resource]. Access mode: <https://doi.org/10.1101/2020.04.05.026633>
- 30 Torre-Fuentes L. ACE2, TMPRSS2, and Furin variants and SARS-CoV-2 infection in Madrid, Spain / L. Torre-Fuentes, J. Matías-Guiu, L. Hernández-Lorenzo, P. Montero-Escribano, V. Pytel, J. Porta-Etessam, U. Gómez-Pinedo, J.A. Matías-Guiu // *Journal of Medical Virology*. — 2021. — Vol. 93, № 2. — P. 863–869. <https://doi.org/10.1002/jmv.26319>
- 31 Hou Y. New insights into genetic susceptibility of COVID-19: an ACE2 and TMPRSS2 polymorphism analysis / Y. Hou, J. Zhao, W. Martin, A. Kallianpur, M.K. Chung, L. Jehi, N. Sharifi, S. Erzurum, C. Eng, F. Cheng // *BMC Medicine*. — 2020. — Vol. 18, Iss. 1. — P. 216. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01673-z>
- 32 Sungwon J. Ethnicity-dependent allele frequencies are correlated with COVID-19 case fatality rate / J. Sungwon, B. Asta, Y. Changhan // *Authorea*. — 2020. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-37798/v1>
- 33 Russo R. Genetic analysis of the novel SARS-CoV-2 host receptor TMPRSS2 in different populations / R. Russo, I. Adolfo, V.A. Lasorsa, A. Iolascon, M. Capasso // *Journal of Clinical Pathology*. — 2020. — Vol. 74, № 5. — P. 307–313. <https://doi.org/10.1101/2020.04.23.057190>

34 Paniri A. First comprehensive computational analysis of functional consequences of TMPRSS2 SNPs in susceptibility to SARS-CoV-2 among different populations / A. Paniri, M.M. Hosseini, H. Akhavan-Niaki // Journal of Biomolecular Structure and Dynamics. — 2021. — Vol. 39, № 10. — P. 3576–3593. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1767690>

35 Wilson S. The membrane-anchored serine protease, TMPRSS2, activates PAR-2 in prostate cancer cells / S. Wilson, B. Greer, J. Hooper, A. Zijlstra, B. Walker, J. Quigley, S. Hawthorne // Biochemistry Journal. — 2005. — Vol. 388. — P. 967–972. <https://doi.org/10.1042/BJ20041066>

А.К. Бисенева, Г.П. Погосян, К.Г. Ли, М.П. Даниленко

ACE2, TMPRSS2 гендерінің және олардың полиморфизмдерінің SARS-CoV-2 вирусымен өзара әрекеттесуін талдау

Ағзаның гендері вирустық инфекцияларға сезімталдық пен төзімділікке байланысты фактор ретінде әрекет ететіні белгілі. Мақалада SARS-CoV-2 вирусын жұқтырудағы ACE2, TMPRSS2 гендерінің және олардың бірнуклеотидті полиморфизмдерінің рөлін зерттеуге арналған заманауи ғылыми зерттеулердің сипаттамасы ұсынылған. ACE2, TMPRSS2 генінің SNP SARS-CoV-2 жасушаға енуіне әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар, олар адамның COVID-19 ауруына бейімділігін немесе оның ағымының сипатын анықтауға мүмкіндік береді. Әдеби дереккөздерге сүйене отырып, ангиотензин түрлендіретін фермент 2 және трансмембраналық протеазалардың SARS-CoV-2 вирусының дене жасушаларына ену процесіне қатысудағы рөлі атап өтілді. ACE2 және TMPRSS2 рецепторлары адам ағзасында орындайтын басқа да функциялар сипатталған. Екі генге және олардың кеңінен танымал полиморфизмдеріне сипаттама берілген. Бұл гендердің генетикалық ақпаратты жүзеге асыратын тіндер мен мүшелері көрсетілген. Әр түрлі популяциялардағы гендердің генетикалық нұсқаларының аллельдерінің жиілігі туралы ақпарат айтылған. Гендердің полиморфизмдерінің SARS-CoV-2 туындаған аурумен байланысын сипаттаумен қатар, бұл генетикалық вариациялардың қан айналымы жүйесінің және онкологиялық ауруларымен байланысы туралы ақпарат келтірілген.

Кілт сөздер: SARS-CoV-2, COVID-19, ACE2, TMPRSS2, гендер, бірнуклеотидті полиморфизмдер, SNP, рецепторлар.

А.К. Бисенева, Г.П. Погосян, К.Г. Ли, М.П. Даниленко

Анализ взаимодействия генов ACE2, TMPRSS2 и их полиморфизмов с вирусом SARS-CoV-2

Общезвестно, что гены хозяина выступают в качестве фактора, имеющего отношение к восприимчивости и устойчивости к вирусным инфекциям. В статье представлено описание современных научных исследований, посвященных изучению роли генов ACE2, TMPRSS2 и их однонуклеотидных полиморфизмов в инфицировании вирусом SARS-CoV-2. SNPs гена ACE2, TMPRSS2, которые могут влиять на проникновение SARS-CoV-2 в клетку. Кроме того, исследование этих полиморфизмов позволит определить предрасположенность индивидуума к заболеванию COVID-19 либо характер его течения. На основании анализа литературных источников отмечена роль ангиотензин превращающего фермента 2 и трансмембранных протеаз в участии процесса проникновения вируса SARS-CoV-2 с клетками организма. Также описаны другие функции, которые рецепторы ACE2 и TMPRSS2 выполняют в организме человека. Дана характеристика двух генов и их довольно широко известных полиморфизмов. Отмечены ткани и органы, в которых экспрессируются гены. Показана информация о частоте аллелей генетических вариантов генов в разных популяциях. Помимо того, что описывается связь полиморфизмов генов с заболеванием, вызванным SARS-CoV-2, приводится информация об отношении этих генетических вариаций с заболеваниями кровеносной системы и онкологическими болезнями.

Ключевые слова: SARS-CoV-2, COVID-19, ACE2, TMPRSS2, гены, однонуклеотидный полиморфизм, SNP, рецепторы.

References

- 1 World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. covid19.who.int. Retrieved from <https://covid19.who.int/>.
- 2 Zhou, P., Yang, X.L., Wang, X.G., Hu, B., Zhang, L., & Zhang, W. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579 (7798); 270–273. <http://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>

- 3 Li, W., Moore, M.J., & Vasilieva, N. (2003). Angiotensin-converting enzyme 2 is a functional receptor for the SARS coronavirus. *Nature*, *426* (6965); 450–454. <http://doi.org/10.1038/nature02145>
- 4 Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., & Schroeder, S. (2020). SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*, *181* (2); 271–280. <http://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052>
- 5 Kuba, K., Imai, Y., & Rao, S. (2005). A crucial role of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) in SARS coronavirus-induced lung injury. *Nature Medicine*, *11*; 875–879. <http://doi.org/10.1038/nm1267>
- 6 Li, F. (2016). Structure, Function, and Evolution of Coronavirus Spike Proteins. Annual review of virology. *Annual Review of Virology*, *3* (1); 237–261. <http://doi.org/10.1146/annurev-virology-110615-042301>
- 7 Hamming, I., Cooper, M.E., Haagmans, B.L., Hooper, N.M., Korstanje, R., & Osterhaus, A.D. (2007). The emerging role of ACE2 in physiology and disease. *Journal of Pathology*, *212* (1); 1–11. <http://doi.org/10.1002/path.2162>
- 8 Patel, V.B., Zhong, J.C., & Grant, M.B. (2016). Role of the ACE2/Angiotensin 1–7 Axis of the Renin-Angiotensin System in Heart Failure. *Circulation Research*, *118* (8); 1313–1326. <http://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.307708>
- 9 Glowacka, I., Bertram, S., Müller, M.A., Allen, P., Soilleux, E., Pfefferle, S., Steffen, I., Tsegaye, T.S., He, Y., Gnirss, K., Niemeyer, D., Schneider, H., Drosten, C., & Pöhlmann, S. (2011). Evidence that TMPRSS2 activates the severe acute respiratory syndrome coronavirus spike protein for membrane fusion and reduces viral control by the humoral immune response. *Journal of Virology*, *85* (9); 4122–4134. <http://doi.org/10.1128/JVI.02232-10>
- 10 Dong, M., Zhang, J., & Ma, X. (2020). ACE2, TMPRSS2 distribution and extrapulmonary organ injury in patients with COVID-19. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *131* (21); 110678. <http://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110678>
- 11 Symbol report for ACE2. Retrieved from https://www.genenames.org/data/gene-symbol-report/#!/hgnc_id/HGNC:13557
- 12 Jia, H. (2016). Pulmonary Angiotensin-Converting Enzyme 2 (ACE2) and Inflammatory Lung Disease. *Shock*, *46* (3); 239–248. <http://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000633>
- 13 Kuba, K., Imai, Y., & Rao, S. (2005). A crucial role of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) in SARS coronavirus-induced lung injury. *Nature Medicine*, *11* (8); 875–879. <http://doi.org/10.1038/nm1267>
- 14 Xu, H., Zhong, L., & Deng, J. (2020). High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *International Journal of Oral Science*, *12*; 1–5. <http://doi.org/10.1038/s41368-020-0074-x>
- 15 Wu, C., Zheng, S., & Chen, Y. (2020). Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the putative receptor of Wuhan 2019-nCoV, in the nasal tissue. Electronic resource. Regime of access: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.11.20022228v2>
- 16 Richardson, S., Hirsch, J.S., & Narasimhan, M. (2020). Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area. *JAMA*, *323* (20); 2052–2059. <http://doi.org/10.1001/jama.2020.6775>
- 17 Fang, L., Karakiulakis, G., & Roth, M. (2020). Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection? *Lancet Respiratory Medicine*, *8*(4): e21. [http://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30116-8](http://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30116-8)
- 18 Wan, Y., Shang, J., Graham, R., Baric, R.S., & Li, F. (2020). Receptor recognition by novel coronavirus from Wuhan: An analysis based on decade-long structural studies of SARS. *Journal of Virology*, *94* (7); e00127–20. <http://doi.org/10.1128/JVI.00127-20>
- 19 Pan, Y., Wang, T., Li, Y., Guan, T., Lai, Y., & Shen, Y. (2018). Association of ACE2 polymorphisms with susceptibility to essential hypertension and dyslipidemia in Xinjiang, China. *Lipids in Health and Disease*, *17* (1); 241. <http://doi.org/10.1186/s12944-018-0890-6>
- 20 Wu, X., Zhu, B., Zou, S., & Shi, J. (2018). The association between ACE2 gene polymorphism and the stroke recurrence in Chinese population. *Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases*, *27* (10); 2770–2780. <http://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.06.001>
- 21 Zhang, Q., Cong, M., Wang, N., Li, X., Zhang, H., & Zhang, K. (2018). Association of angiotensin-converting enzyme 2 gene polymorphism and enzymatic activity with essential hypertension in different gender: a case-control study. *Medicine*, *97* (42); e12917. <http://doi.org/10.1097/MD.00000000000012917>
- 22 Srivastava, A., Bandopadhyay, A., Das, D., Pandey, R.K., Singh, V., Khanam, N., Srivastava, N., Singh, P.P., Dubey, P.K., Pathak, A., Gupta, P., Rai, N., Sultana, G.N.N., & Chaubey, G. (2020). Genetic Association of ACE2 rs2285666 Polymorphism With COVID-19 Spatial Distribution in India. *Frontiers in Genetics*, *11*; 564741. <http://doi.org/10.3389/fgene.2020.564741>
- 23 Strafella, C., Caputo, V., Termine, A., Barati, S., Gambardella, S., Borgiani, P., Caltagirone, C., Novelli, G., Giardina, E., & Cascella, R. (2020). Analysis of ACE2 Genetic Variability among Populations Highlights a Possible Link with COVID-19-Related Neurological Complications. *Genes*, *11* (7); 741. <http://doi.org/10.3390/genes11070741>
- 24 National Library of Medicine (April 9, 2021). Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs2285666?horizontal_tab=true
- 25 Tukiainen, T., Villani, A.C., & Yen, A. (2017). Landscape of X chromosome inactivation across human tissues. *Nature*, *550* (7675); 244–248. <http://doi.org/10.1038/nature24265>
- 26 Zhao, Y., Zhao, Z., Wang, Y., Zhou, Y., Ma, Y., & Zuo, W. (2020). Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the putative receptor of Wuhan 2019nCoV. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *202* (5); 756–759. <http://doi.org/10.1164/rccm.202001-0179LE>
- 27 Asselta, R., Paraboschi, E.M., Mantovani, A., & Duga, S. (2020). ACE2 and TMPRSS2 variants and expression as candidates to sex and country differences in COVID-19 severity in Italy. *Aging*, *2* (11); 10087–10098. <http://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047878>

- 28 Cai, G. (2020). Bulk and single-cell transcriptomics identify tobacco-use disparity in lung gene expression of ACE2, the receptor of 2019-nCoV. *Preprints*, 2020020051 <http://doi.org/10.20944/preprints202002.0051.v3>
- 29 Gibson, W.T., Evans, D.M., An, J., & Jones, S.J. (2020). ACE 2 coding variants: a potential X-linked risk factor for COVID-19 disease. <https://doi.org/10.1101/2020.04.05.026633>
- 30 Torre-Fuentes, L., Matías-Guiu, J., Hernández-Lorenzo, L., Montero-Escribano, P., Pytel, V., Porta-Etessam, J., Gómez-Pinedo, U., & Matías-Guiu, J.A. (2021). ACE2, TMPRSS2, and Furin variants and SARS-CoV-2 infection in Madrid, Spain. *Journal of Medical Virology*, 93 (2); 863–869. <https://doi.org/10.1002/jmv.26319>
- 31 Hou, Y., Zhao, J., Martin, W., Kallianpur, A., Chung, M.K., Jehi, L., Sharifi, N., Erzurum, S., Eng, C., & Cheng, F. (2020). New insights into genetic susceptibility of COVID-19: an ACE2 and TMPRSS2 polymorphism analysis. *BMC Medicine*, 18 (1); 216. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01673-z>
- 32 Sungwon, J., Asta, B., & Changhan, Y. (2020) Ethnicity-dependent allele frequencies are correlated with COVID-19 case fatality rate. *Authorea*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-37798/v1>
- 33 Russo, R., Adolfo, I., Lasorsa, V.A., Iolascon, A., & Capasso, M. (2020). Genetic analysis of the novel SARS-CoV-2 host receptor TMPRSS2 in different populations. *Journal of Clinical Pathology*, 74 (5); 307–313. <https://doi.org/10.1101/2020.04.23.057190>
- 34 Paniri, A., Hosseini, M.M., & Akhavan-Niaki, H. (2021). First comprehensive computational analysis of functional consequences of TMPRSS2 SNPs in susceptibility to SARS-CoV-2 among different populations. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 39 (10); 3576–3593. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1767690>
- 35 Wilson, S., Greer, B., Hooper, J., Zijlstra, A., Walker, B., Quigley, J., & Hawthorne, S. (2005). The membrane-anchored serine protease, TMPRSS2, activates PAR-2 in prostate cancer cells. *Biochemistry Journal*, 388; 967–972. <https://doi.org/10.1042/BJ20041066>

А.Н. Заканова^{1*}, Н.Т. Ержанов¹, Ю.Н. Литвинов², З.М. Сергазинова¹

¹Торайгыров Университет, Павлодар, Казахстан;

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия

*Автор для корреспонденции: assel.biology@gmail.com

Оценка эффективности относительных методов учета микромаммалий в условиях техногенной нагрузки Северного Казахстана

Методы учета численности подразделяются на абсолютные и относительные. В статье приведена сравнительная оценка относительных методов лова мелких млекопитающих. Собрана теоретическая и практическая информация о методах учета при помощи давилок и ловчих канавок. Авторами представлены методологические аспекты использования ловушек Геро и ловчих цилиндров и сравнительная оценка результатов применения двух способов учета в условиях резко континентального климата и степного ареала обитаний микромаммалий. Даны рекомендации по использованию относительных методов учета наземных хордовых животных. Исследование продолжалось на протяжении 2020–2021 гг. на территории Павлодарской области в районах с повышенной техногенной нагрузкой и территории, расположенной в 100 км от ближайших городов и заводов. При использовании метода ловчих канавок наблюдается широкое разнообразие пойманных видов и их большее количество по сравнению с выловленными методом давилок. Рассмотрены временные характеристики использования методов учета: пик показателей наблюдается в весенне-летний период, а именно с мая по август в обоих способах учета численности млекопитающих. Биотопы, расположенные вдали от крупных населенных пунктов, обладают более высоким видовым разнообразием, по сравнению с ареалом обитания близ промышленных заводов. На территории Павлодарской области установлено преимущество использования метода ловчих канавок по сравнению с методом давилок при учете численности мелких млекопитающих.

Ключевые слова: метод учета, ловушко-линии, давилки, ловушки Геро, ловчие канавки, мелкие млекопитающие, техногенная нагрузка, видовой состав.

Введение

Определение уровня численности млекопитающих может свидетельствовать об экологическом состоянии ареала обитания данных животных. Микромаммалии имеют важное значение в переносе вещества и энергии на последующие трофические уровни [1]. В Павлодарской области и в Северном Казахстане, в целом, распространены зверьки, ведущие преимущественно наземный образ жизни, например *Microtus gregalis*, *Sicista subtilis*, *Phodopus sungorus* [2]. Важным аспектом исследования является возможность отследить численность данных мелких млекопитающих при помощи разных методов лова.

Группа млекопитающих небольшого размера представляет особый интерес в экологических исследованиях, так как обладает более высоким обменом веществ, чем средние или крупные маммалии. Это объясняет высокую требовательность к качеству среды обитания мелких млекопитающих. Высокое видовое разнообразие будет свидетельствовать о стабильности и экологической благополучности исследуемой территории [3]. Поэтому учет мелких животных крайне важен на участках, подверженных антропогенной нагрузке.

Павлодарская область, расположенная на северо-востоке Казахстана, имеет большое значение в тяжелой промышленности республики, что приводит к повышенному загрязнению почвы и атмосферного воздуха. Согласно данным М.М. Гроза, А.В. Ермиенко, в Павлодарской области выбрасываются в атмосферу окись углерода, азота, хлора, токсические вещества, содержащиеся в автомобильных выхлопах, пыль [4]. По данным Казгидромета, с 2000 по 2005 гг. по каждому из веществ наблюдается превышение предельно-допустимой нормы до 5 раз [4]. В последнее время наблюдается преобразование растительных сообществ вследствие антропогенной нагрузки [5], и, как результат, на участках вблизи заводов присутствует эрозия и деструктуризация почвенного покрова [6]. Поэтому мониторинг экологического состояния территорий, находящихся вблизи промышленных территорий, является необходимым, так как мелкие млекопитающие выступают в качестве универсальных биоиндикаторов [3].

До настоящего времени в литературе отсутствует исчерпывающая информация об относительных методах учета, применимых в климатических условиях Северного Казахстана в разрезе антропогенного влияния.

Цель исследования — оценить, какие относительные методы учета мелких млекопитающих являются наиболее эффективными в условиях техногенной нагрузки на территории Северного Казахстана (на примере Павлодарской области).

Материалы и методы

Павлодарская область представлена равнинами на северо-востоке, с самыми высокими точками до 100–150 м над уровнем моря. Имеются водные резервуары, представленные озерными котлованами, небольшими холмами и гривами. Казахстанский мелкосопочник образует юго-западную часть, поднимающуюся над уровнем моря от 200 до 350 м. На территории области протекает крупная река Иртыш, имеются соленые и пресные озера, расположенные преимущественно в пойме реки. Зима в Павлодарской области холодная, до $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$ мороза. Одним из самых морозных месяцев является январь, средняя температура равна $-13\text{...}-19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Июль обычно жаркий, засушливый, среднесуточная температура составляет около $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепла. Средняя относительная влажность воздуха равна 72–73 %. Преобладают ветра со средней скоростью 4–5 м/с [7].

В условиях климатического и географического расположения Северного Казахстана среди всех методов относительного учета мелких млекопитающих наибольшее распространение получили следующие: метод учета давилок с использованием ловушек Геро (или Snaptraps) и метод ловчих канавок, или в некоторых источниках встречается понятие ловчих цилиндров и конусов. Метод ловушко-линий чаще используется в ареалах с преобладанием разных видов мышей, например рыжих и узкочерепных полевков, джунгарских хомячков. Метод ловчих цилиндров или конусов целесообразен при учете млекопитающих, которые изредка устраивают норы, обычно это мелкие млекопитающие, такие как представители рода Мышовки и семейства Землероек.

При использовании учетных линий ловушек, выстраиваются учетные линии при помощи давилок численностью, кратной 25 (например, 25, 50, 100). Давилки располагаются на расстоянии не более 1 м от направления линии. В пределах каждого биотопа, в нашем случае района, подверженному антропогенному загрязнению, линии ловушек располагают на расстоянии не меньше чем 150–200 м друг от друга. Чем ниже численность, тем больше необходимо учетных линий в биотопе, с целью попадания большего количества млекопитающих. Учетные линии охватывают от 2 % изучаемой территории. Размер плашки ловушки зависит от размера животного. В условиях резко-континентального климата удобней использовать ловушки, изготовленные из деревянной или дюралеевой основы. Для мелких млекопитающих, распространенных в антропогенной зоне Павлодарской области, подходят давилки размером 6×13 см. Ловушки снабжаются приманкой — корочка хлеба, кусочек пенопласта или поролон, смоченные нерафинированным растительным маслом.

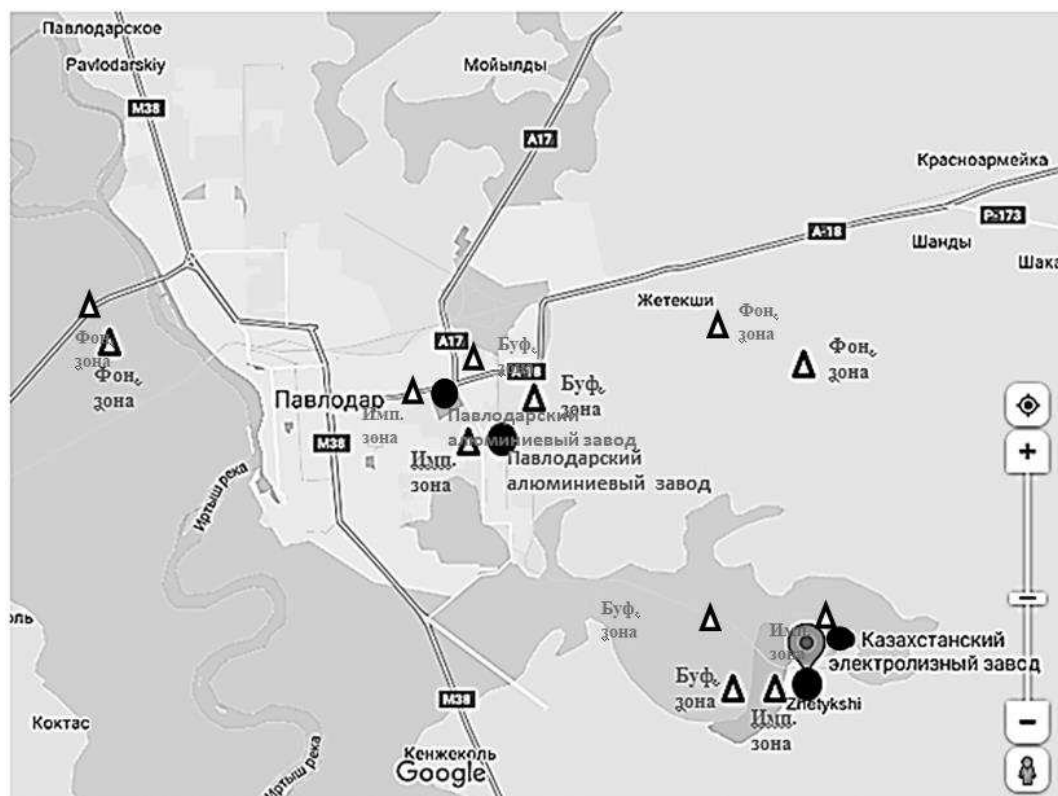
Единицей учета выступает линия ловушек, расположенных с интервалом 5 м. В условиях Павлодарской области возможно использование линий свыше 25 ловушек. Давилки выставляются в биотоп во второй половине дня и проверяются рано утром. Чем раньше произойдет сбор животных, тем больше шансов провести более достоверное исследование.

Однако в Северном Казахстане часты осадки и затяжные сильные дожди. Осадки затрудняют использование давилок. Приманка может намокать и срываться с крючка, а при попадании крупных капель воды на трапик ловушки срабатывает спусковой механизм. Поэтому наиболее целесообразным является для ловли и учета мелких млекопитающих в районах Павлодарской области ловчие канавки с цилиндрами. Впервые методику учета цилиндрами Деливрон и данный способ использовала Е.М. Снегиревская на территории Башкирского заповедника [8]. Позднее методика использовалась и дорабатывалась такими исследователями, как Попов и Наумов [9, 10].

При применении метода ловчих канавок для учета и ловли мелких млекопитающих выкапывают траншею размером в длину 50 м, одинаковой глубиной и шириной по 25 см. Для каждой канавки понадобится 5 конусов. Диаметр равен ширине траншеи — 25 см. Первый цилиндр или конус располагается в 5 м от начала и конца траншеи и в 10 м друг от друга. Края цилиндров должны плотно соприкасаться с землей и не выступать от поверхности дна траншеи. Если животных планируется выпускать, то на дне цилиндров лучше всего пробивать отверстия для стока воды, так как в летний период в Павлодарской области часты осадки.

Учетные линии располагались близ крупных промышленных заводов Павлодара: Казахстанский электролизный завод (КЭЗ) и Павлодарский алюминиевый завод (ПАЗ). Ближе к городу находится ПАЗ: 2 км от города к востоку, электролизный завод находится на удалении 12 км от населенного пункта на юго-восток. Исследование проводили с 2020 по 2021 гг., полевые работы заняли весенне-летний период. Согласно С.В. Мухачевой, Ю.А. Давыдовой (2016), зоны были поделены на импактную (0,5–3 км от источника техногенной нагрузки), буферную (3–5 км от источника техногенной нагрузки), фоновую (20–25 км от источника техногенной нагрузки) [11].

На каждой из трех зон выставлялись по две учетных линий с давилками (ИД1, ИД2, ИЛ1, ИЛ2, БД1, БД2, БЛ1, БЛ2, ФД1, ФД2, ФЛ1, ФЛ2) и выкапывались по две ловчие канавки с цилиндрами (см. рис.). Таким образом, в техногенной зоне располагались 6 учетных линий с давилками и 6 ловчих канавок.



Имп. зона — импактная зона; Буф. зона — буферная зона; Фон. зона — фоновая зона

Рисунок. Расположение участков отловов мелких млекопитающих на территории Павлодарской области

На всех трех группах участков наблюдалось выравнивание видовых характеристик степного растительного царства: люцерна серповидная *Medicago falcata*, овсяница бороздчатая *Festuca valesiaca*, полынь австрийская *Artemisia austriaca*, песчаная полынь *Artemisia arenaria*, рогач песчаный *Ceratocarpus arenarius*, рыжик посевной *Camelina sativa*, липучка колючеплодная *Lappula spinocarpos*, ковыль-волосатик *Stipa capillata*, лапчатка песчаная *Potentilla arenaria*, скерда кровельная *Crepis tectorum*, астрагал яичкоплодный *Astragalus testiculatus* [12]. Это свидетельствует об однородности питания млекопитающих — консументов первого порядка на всех трех участках.

За весенне-летний период 2021 г. рядом с источниками эмиссии было освоено 1200 конусо-суток (40 дней×6 канавок×5 конусов) и 6000 давилко-суток (40 дней×6 линий×25 давилок). В контрольной зоне было проработано 200 конусо-суток и 1000 давилко-суток. Всего было отловлено 173 особи млекопитающих.

Результаты и обсуждение

По мере приближения к заводам биотопы характеризуются уменьшением древесной растительности, начинают преобладать кустарниковые формы, которые постепенно сменяются травами. Все это

сказывается на численности мелких млекопитающих, проживающих на техногенных территориях. Суммарное обилие исследуемых животных ниже фонового в 2 раза. Сравнительный анализ количества животных отражено в таблице.

Т а б л и ц а

Количество, пойманных животных на трех зонах, в зависимости от удаленности от промышленной нагрузки (перерасчет на 100 давилко-суток и 100 конусо-суток)

Место отлова	Количество пойманных животных при помощи ловчих канавок	Количество пойманных животных при помощи давилок
Импактная зона (ИЛ1, ИЛ2, ИД1, ИД2)	3,25 жив. /100 кон.-сут.	0/100 дав.-сут.
Буферная зона (БЛ1, БЛ2, БД1, БД2)	4,75 жив. /100 кон.-сут.	0,1 жив. /100 дав.-сут.
Фоновая зона (ФЛ1, ФЛ2, ФД1, ФД2)	7,25 жив. /100 кон.-сут.	0,2 жив. /100 дав.-сут.
Контрольная зона (КД, КЛ)	12,75 жив. /100 кон.-сут.	2,75 /100 дав.-сут.

Всего в техногенной зоне было выловлено 67 животных и 106 в контрольной зоне при помощи ловчих канавок и давилок. В разрезе способа учета и лова микромамманий более эффективным на всех участках техногенной зоны является метод ловчих канавок. В контрольном биотопе немного более эффективным оказался метод давилок при помощи ловушек Геро. В импактной зоне метод давилок оказался неэффективным, так как не было выловлено ни одно животное. На этом же участке метод канавок показал более высокую результативность: было стравлено 13 грызунов (*Rodentia*) и насекомоядных (*Insectivora*). В буферной зоне было отловлено 2 животных при помощи ловушек Геро и 19 микромамманий при помощи канавок. На фоновом участке разрыв между методами учета был максимальным: 29 особей при помощи ловчих конусов и 4 особи при помощи давилок.

Показателем обилия служит количество особей на 100 давилко-суток и конусо-суток. Всего на всех участках было выловлено 112 животных при помощи ловчих канавок. В пересчете на 100 конусо-суток — 9,3 особи. В контрольной зоне этот показатель равен 1 животному на 100 давилко-суток.

Сравнивая количественный улов по месяцам, было сделано заключение, что наиболее эффективным месяцем для ловли микромамманий является июль. До 50 % годового улова животных пришлось именно на этот месяц. Следующими по продуктивности учета являются июнь и август, минимальное число особей отловили в мае и сентябре.

Следует отметить, что в техногенной зоне доминировали два вида грызунов (*Rodentia*): узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*, Pallas) и степная мышовка (*Sicista subtilis* Pallas, 1773). Это обусловлено высокими адаптивными способностями и экологической гибкостью данных видов. В контрольной зоне преобладали насекомоядные (*Insectivora*). Повсеместно встречались обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* L., 1758), малая бурозубка (*S. minutus* L., 1766) и тундрная бурозубка (*S. tundrensis* Merriam, 1900). Данное явление объясняется наличием разнообразных мест обитания для насекомоядных животных вдали от антропогенной нагрузки, более широкой кормовой базой по сравнению с импактными зонами. Преобладание консументов более высокого порядка на контрольных территориях может говорить о преобладании климаксного сообщества вдали от техногенных зон.

Мелкие млекопитающие, такие как узкочерепная полевка, степная мышовка, джунгарский хомячок, повсеместно встречаются на урбанистических районах Павлодарской области. Имеется корреляционная зависимость между техногенной нагрузкой на исследуемой территории и количественными характеристиками видов разных популяций мелких млекопитающих. Наблюдалось уменьшение видового состава по мере приближения к источнику эмиссии. Присутствует доминирование одного или двух видов рядом с крупным промышленным предприятием. Видовое разнообразие постепенно восстанавливается по мере отдаленности от заводов. На состав и структуру доминирования того или иного вида, помимо техногенной нагрузки, влияют и ландшафтно-географические особенности местности, что снижает видовую выровненность.

Заключение

Проведя полевые работы по лову и учету мелких млекопитающих в техногенной зоне Северного Казахстана, было выдвинуто несколько выводов. Если учитывать суммарное количество пойманных животных при помощи давилок или канавок, то более эффективным является метод ловчих канавок. На пересчет 100 конусо-суток показатель обилия оказался выше в 9 раз, чем при использовании давилок на 100 давилко-суток. Однако для получения более полной картины видового состава в

техногенной зоне наиболее эффективным является использование обоих методов учета. Согласно Н.А. Щипанову, Ю.Н. Литвинову, Б.И. Шефтель, метод учета землероек при помощи давилок неэффективен, так как они плохо попадают в ловушки, и результат не предоставляет полноту картины численности животных в ареале обитания [3]. В исследовании было выловлено небольшое количество бурозубок (*Sorex*) при помощи ловчих канавок на техногенных участках и на контрольных зонах при помощи давилок и конусов. Это говорит о том, что в биотопах с меньшим количеством насекомых будет результативно сочетать два способа учета. Что касается оценки видового состава и численности грызунов, то практически использовать оба средства учета мелких млекопитающих.

Таким образом, наиболее полноценные результаты по учету микромаммалий в техногенной зоне можно получить при использовании ловчих канавок. Однако ловчие канавки имеют ряд недостатков, наибольшим из которых является трудоемкость и кропотливость подготовки к исследованию.

Список литературы

- 1 Churchfield S. The natural history of shrews / S. Churchfield. — New York: Ithica, 1990. — 150 p.
- 2 Сергазинова З.М. Воздействие выбросов алюминиевого производства в Северном Казахстане на видовую структуру и характер накопления фтора у мелких млекопитающих / З.М. Сергазинова, Т.А. Дупал, Ю.А. Литвинов, Н.Т. Ержанов // Принципы экологии. — Петрозаводск, 2018. — С. 60–74.
- 3 Щипанов Н.А. Экспресс-метод оценки локального биологического разнообразия сообщества мелких млекопитающих / Н.А. Щипанов, Ю.Н. Литвинов, Б.И. Шефтель // Сиб. эколог. журн. — 2008. — № 5. — С. 783–791.
- 4 Гроза М.М. Экологические проблемы Павлодарской области / М.М. Гроза, А.В. Ермиенко // Наука и техника Казахстана. Сер. Естеств. науки. — 2005. — № 2. — С. 7–14.
- 5 Леонова Ю.М. Антропогенная трансформация растительности в зоне влияния промышленных объектов Павлодарской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.М. Леонова. — Алматы, 2010. — 26 с.
- 6 Ермиенко А.В. Влияние деятельности электролизного завода на экологическую обстановку Павлодарского района (Республика Казахстан): автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.В. Ермиенко. — Омск, 2010. — 18 с.
- 7 Агроклиматические ресурсы Павлодарской области: науч.-прикл. справоч. — Астана, 2017. — 127 с.
- 8 Снегиревская Е.М. Грызуны Башкирского заповедника / Е.М. Снегиревская // Тр. Башкир. гос. заповед. — 1939. — Вып. 1. — С. 29–132.
- 9 Попов В.А. Млекопитающие Волжско-Камского края. Насекомоядные, грызуны, рукокрылые / В.А. Попов. — Казань, 1960. — 468 с.
- 10 Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок / Н.П. Наумов // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. — 1955. — Т. 9. — С. 135–160.
- 11 Мухачева С.В. Население мелких млекопитающих импактных территорий: важность учета ландшафтно-экологического разнообразия / С.В. Мухачева, Ю.А. Давыдова // Принципы экологии. — 2016. — Т. 5, № 3. — С. 103.
- 12 Дупал Т.А. Предварительный анализ изменений структуры сообществ мелких млекопитающих под влиянием промышленных загрязнений в условиях Северного Казахстана / Т.А. Дупал, З.М. Сергазинова, Н.Т. Ержанов, Ю.Н. Литвинов // Сиб. эколог. журн. — 2017. — № 6. — С. 789–797.

А.Н. Заканова, Н.Т. Ержанов, Ю.Н. Литвинов, З.М. Сергазинова

Техногенді жүктеме жағдайында ұсақ сүт қоректілерді есепке алудың салыстырмалы әдістерінің тиімділігін бағалау

Сандарды есепке алу әдістері абсолютті және салыстырмалы болып бөлінеді. Мақалада ұсақ сүт қоректілерді аулаудың салыстырмалы әдістерінің тиімділігінің бағалауы берілген. Аң аулау мен ілмек түріндегі тұзақ құру әдістерінің көмегін есепке алу туралы теориялық және практикалық ақпарат жинақталған. Мақалада Геро тұзақтары мен тұзақ цилиндрлерін қолданудың әдіснамалық аспектілері және күрт континентальды климат пен микромаммалиялардың дала аймағында есепке алудың екі әдісін қолдану нәтижелерінің салыстырмалы бағалауы келтірілген. Жер үсті хордалылар жануарларды есепке алудың салыстырмалы әдістерін қолдану бойынша ұсыныстар айтылған. Зерттеу 2020-2021 жылдар аралығында Павлодар облысының аумағында техногендік жүктемесі жоғары аудандарда және жақын қалалар мен зауыттардан 100 км қашықтықта орналасқан аумақта жүргізілген. Аң аулау әдісін қолданған кезде ұсталған түрлердің алуан түрлілігі және олардың саны ілмек түріндегі тұзақ құру әдісімен салыстырғанда көп. Есепке алу әдістерін қолданудың уақытша сипаттамалары қарастырылған: бақылаудың шегі көктем-жаз мезгілінде байқалған, атап айтқанда мамырдан тамызға дейін сүтқоректілердің санын есепке алудың екі әдісі. Ірі елді мекендерден алыс орналасқан биотоптар

өнеркәсіптік зауыттардың жанындағы тіршілік ету ортасымен салыстырғанда түрлердің алуан түрлілігіне ие. Павлодар облысының аумағында ілмек түріндегі тұзақ құру әдісімен салыстырғанда аң аулау әдістерін пайдаланудың артықшылығы белгіленген.

Кілт сөздер: есепке алу әдісі, тұзақ-тізбектер, ілмек түріндегі тұзақ, Геро тұзағы, аң аулау әдістері, ұсак сүтқоректілер, техногендік жүктеме, түрлік құрам.

A.N. Zakanova, N.T. Yerzhanov, Yu.N. Litvinov, Z.M. Sergazinova

Assessment of the effectiveness of relative accounting methods for micromammals under the conditions of anthropogenic impact of northern Kazakhstan

Accounting methods for the number of organisms are divided into absolute and relative. The article provides a comparative assessment of the relative methods for small mammals catching. There is theoretical and practical information on the method of accounting using crushers and the method of trapping grooves in the article. The article presents the methodological aspects of using Gero traps and trapping cylinders and a comparative assessment of the results of using two methods of accounting in a sharply continental climate and steppe habitat of micromammals. Recommendations are given on the use of relative methods of accounting for terrestrial chordates. The study continued throughout 2020, 2021 on the territory of the Pavlodar region in areas with an increased anthropogenic impact and the territory located 100 km from the nearest cities and factories. When using the trap method, there is a wide variety of species caught and there are more of them compared to the crusher method. The temporal characteristics of the use of accounting methods are considered: the peak of indicators is observed in the spring-summer period, namely from May to August in both methods of accounting for the number of mammals. Biotopes located far from large settlements have higher species diversity in comparison with the habitat near industrial plants. On the territory of the Pavlodar region, the advantage of using the method of trapping grooves was established in comparison with the method of crushers when taking into account small mammals.

Keywords: accounting method, trap lines, crushers, Gero traps, trapping grooves, small mammals, anthropogenic impact, species composition.

References

- 1 Churchfield, S. (1990). *The natural history of shrews*. New York: Ithica.
- 2 Sergazinova, Z.M., Dupal, T.A., Litvinov, Yu.A., & Yerzhanov, N.T. (2018). Vozdeistvie vybrosov aluminievogo proizvodstva v Severnom Kazakhstane na vidovuiu strukturu i kharakter nakopleniia flora u melkikh mlekopitaiushchikh [Impact of emissions from aluminum production in Northern Kazakhstan on the species structure and nature of fluoride accumulation in small mammals]. *Printsiipy ekologii — Principles of ecology*. Petrozavodsk [in Russian].
- 3 Shchipanov, N.A., Litvinov Yu.N., & Sheftel, B.I. (2018). Ekspess-metod otsenki lokalnogo biologicheskogo raznoobrazii soobshchestva melkikh mlekopitaiushchikh [Express method for assessing local biological diversity of the community of small mammals]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal — Siberian Ecological Journal*, 5, 783–791 [in Russian].
- 4 Groza, M.M., & Ermienko, A.V. (2005). Ekologicheskie problemy Pavlodarskoi oblasti [Environmental problems of Pavlodar region]. *Nauka i tekhnika Kazakhstana. Seriya Estestvennye nauki — Science and techniques of Kazakhstan. Natural sciences*, 2, 7–14 [in Russian].
- 5 Leonova, Yu.M. (2010). Antropogennaia transformatsiia rastitelnosti v zone vliianiia promyshlennykh ob'ektov Pavlodarskoi oblasti [Anthropogenic transformation of vegetation in the zone of influence of industrial facilities of Pavlodar region]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Almaty [in Russian].
- 6 Ermienko, A.V. (2010). Vliianie deiatelnosti elektroliznogo zavoda na ekologicheskuiu obstanovku Pavlodarskogo raiona (Respublika Kazakhstan) [Influence of the electrolysis plant activity on the ecological situation of Pavlodar region (Republic of Kazakhstan)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Omsk [in Russian].
- 7 *Agroklimaticheskie resursy Pavlodarskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik (2017)*. [Agroclimatic resources of Pavlodar region: scientific-practical handbook]. Astana [in Russian].
- 8 Snegirevskaia, E.M. (1939). Gryzuny Bashkirskogo zapovednika [Rodents of the Bashkir Reserve]. *Trudy Bashkirskogo gosudarstvennogo zapovednika — Proceedings of Bashkir State Reserve*, 1, 29–132 [in Russian].
- 9 Popov, V.A. (1960). *Mlekopitaiushchie Volzhsko-Kamskogo kraia. Nasekomoiadnye, gryzuny, rukokrylye [Mammals of the Volga-Kama region. Insectivores, rodents, bats]*. Kazan [in Russian].
- 10 Naumov, N.P. (1955). Izuchenie podvizhnosti i chislennosti melkikh mlekopitaiushchikh s pomoshchiu lovcikh kanavok [Studying the mobility and number of small mammals using trapping grooves]. *Voprosy kraevoi, obshchei i eksperimentalnoi parazitologii i meditsinskoi zoologii — Questions of regional, common and experimental parasitology and medical zoology*, 9, 135–160 [in Russian].

11 Muhacheva, S.V., & Davydova, Yu.A. (2019). Naselenie melkikh mlekopitaiushchikh impaknykh territorii: vazhnost ucheta landshaftno-ekologicheskogo raznoobraziia [The population of small mammals in impact territories: The importance of accounting for landscape-ecological diversity]. *Printsipy ekologii — Principles of ecology*, 5 (3), 103 [in Russian].

12 Dupal, T.A., Sergazinova, Z.M., Erzhanov, N.T., & Litvinov, Yu.N. (2017). Predvaritelnyi analiz izmenenii struktury soobshchestv melkikh mlekopitaiushchikh pod vlianiem promyshlennykh zagriaznenii v usloviakh Severnogo Kazakhstana [Preliminary analysis of changes in the structure of communities of small mammals under the influence of industrial pollution in the conditions of Northern Kazakhstan]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal — Siberian Ecological Journal*, 6, 789–797 [in Russian].

G.K. Kabylbekova^{1*}, S.V. Didorenko², A.I. Abugaliyeva²,
M.S. Kudaybergenov², Z.A. Alikulov¹

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;

²Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: shaiza68@mail.ru

The effect of pre-sowing treatment of seeds with molybdenum and boron on the yield of Zhansaya soybean in the conditions of the Almaty region

The expansion of the planting acreage and increasing the productivity of such crops as soybeans are a priority trend of the agro-industrial complex of Kazakhstan. In the field of biological safety, there are two ways to solve the problem of increasing the yield: selection-genetic and technological. Using new technologies is the leading approach to develop and provide optimal conditions for the full realization of their genetic potential. Managing the growing season of new varieties of plants through the use of scientifically based crop rotation, as well as using micro-fertilizers and growth stimulants, allows achieving the highest profitability of crop production. Undoubtedly, there is the fact of correlation dependence between the development of cell bacteria and the intensity of photosynthesis. There have been studied the effect of pre-sowing treatment of soybean seeds with solutions of Mo and Co microelements on productivity. All the types of treatment have had a positive effect on productivity. Even the introduction of microelements without inoculation increased the yield in comparison with the control by 2.3 kg/ha. The biggest deviation from the control was given by the joint treatment of seeds with nitrogen-fixing bacteria and microelements: 8.4 centers/ha. The quality indicators (protein and fat content) were only slightly affected by the types of treatment. When treated only with a nitrogen-fixing drug and its combined use with microelements, the amount of protein in the seeds increased by 0.6 and 0.7 %, respectively, compared with the control.

Keywords: soybeans, microelements, molybdenum, boron, characteristics of productivity, crop yield.

Introduction

One of the priority aspects of developing the agro-industrial complex of Kazakhstan is the fodder base. A significant place is occupied with such a high-protein and oilseed crop as soybean. The sown area is increasing not only in the countries-leaders by its production but also in our country. Over the past 10 years, the area of soybean cultivation in the Republic was increased 2.5 times — from 53 thousand hectares in 2008 to 138.9 thousand hectares in 2019. Most part of the area is occupied by irrigated lands of the Almaty region (up to 90 %) [1].

The average crop yield in our country is 21,22 kg/ha. Thus, there is a growing need to increase the yield of this crop on a production scale, since in the experimental and demonstration plots it reaches 40–45 centers/ha with traditional irrigation, and up to 60–65 centers/ha after using drip irrigation.

In the field of biological safety, there are two ways to solve the problem of increasing productivity: i) selection-genetic; and ii) technological. In the process of selection-genetic work, new varieties were developed with potentially high biological and economic productivity, resistant to stress factors [2]. New technologies play the leading role in forming and ensuring the optimal conditions for the full realization of their genetic potential.

Managing the vegetation of new breeds of plants includes using micronutrient fertilizers and growth stimulants to allow achieving the highest profitability of crop production [3].

With “successful nitrogen fixation” soybeans can accumulate up to 400 kg/ha of nitrogen, although the most part is used by the plant itself. However, according to various investigators, after harvesting soybeans, 60 to 150 kg of nitrogen remains in the soil for subsequent crops in the composition of nodules, root and crop residues. The fact that trace elements have if not a direct but an indirect effect on nitrogen fixation is written in any textbook on plant physiology. Some of them are, for example, a part of nitrogen-fixing enzymes, while others form conditions for strengthening the processes.

There is a correlation between the development of nodule bacteria and the intensity of photosynthesis, in particular, the synthesis and transport of sugars. This is due to the fact that nitrogen-fixing microorganisms need a sufficient supply of sugars and other carbohydrates. Magnesium, manganese, copper, iron contribute to

the enhancement of photosynthesis and, therefore, the accumulation of carbohydrates and boron enhances the movement of sugars from the leaves to the root system. Moreover, numerous experiments of both domestic and foreign researchers indicate that the combined use of molybdenum and boron gives a better result than their separate use.

Cobalt in turn increases the content of hemoglobin in nodules, the content of which determines the intensity of their respiration. In the presence of cobalt, the nitrogen fixation process is active. At the early stages of plant development, molybdenum can promote the growth of the root system, accelerate and stimulate the development of the nodule bacteria activity [4].

Soybeans, like other legumes, have an increased yield of boron and molybdenum [5]. In this regard, scientists face the task of improving and optimizing methods of using micronutrient fertilizers in soybean cultivation. The analysis of scientific literature shows that in terms of the possibility of increasing crop yields through the use of foliar dressing when growing grain legumes, soybean has been most studied [6]. It was established that the dosages recommended in the scientific literature are not optimal and require adjustment [7].

Introducing boron and other microelements must be carried out on acidic ($\text{pH} < 5.5$) and alkaline ($\text{pH} > 7.5$) soils through their complicated availability to plants. Boron plays an important role in cell division and cell wall formation, so it is important throughout the growing season. It affects the number of flowers and fruits, ensures seed ripening.

The nitrogenous enzyme involved in the nitrogenification process also contains molybdenum. Soybean responds well to fertilization with molybdenum. Traditionally, it is used for pre-sowing seed treatment (for 1 centner of soybean seeds 30–50 g of molybdenum-acid ammonium (50 % Mo). With foliar dressing during the budding period—the beginning of flowering, the application rate is up to 200 g/ha. Cobalt is directly involved in the processes of nitrogen assimilation from the air since it is concentrated in the very nodules, where it promotes the reproduction of nodule bacteria. It is used for foliar feeding and introducing directly into the soil [8, 9].

It is possible to enrich soybean seeds to the required concentration both by foliar application and by seed treatment. Yu.N. Kazachkov's study [10] showed that in cases of using increased doses of molybdenum (50 and more g/ha), the coefficient of its assimilation was higher when wetting seeds and after spraying of plants.

It was noted that the use of molybdenum by the method of wetting seeds was not always effective. For example, in one of the experiments carried out by Yu.N. Kazachkov on meadow chernozem soil, the use of molybdenum in a dry year by wetting seeds with the dose of 100 g/ha, reduced the crop yield of soybean grain on 2–6 centner/ha [10]. In the Far East in recent years the high efficiency of sulfur and molybdenum fertilizers was noted in the cultivation of soybeans. The treatment of soybean seeds with molybdenum was considered a mandatory method in the existing zonal farming systems.

The minimum dose of molybdenum fertilizers for applying on wetting seeds is 50 g/ha, and for plant spraying — 200 g/ha. Preliminary enrichment of soybean seeds with molybdenum allows avoiding its antagonism with sulfur when fertilizers containing these elements are applied together and achieving an additional increase in the crop yield of soybean grain. The content of molybdenum in seeds, as shown in our long-term observations, was the most objective and the most acceptable diagnostic indicator of the need for soybean crops in molybdenum fertilizers [11].

Experimental

In our studies, we used the best soybean variety Zhansaya approved for production in the Almaty region. The originator of variety is the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing. Zhansaya belongs to the group of mid-ripening, the growing season in the Almaty region is 125–127 days. The plant height is 95–105 cm, the growth type is determinant. The mass of 1000 seeds is 165–170 g. The average yield is 4.5–4.7 tons/ha; the protein content in the grain is 40, 41 %; the oil content is 19 %. The variety has been approved for use in the Almaty region since the 2012 year.

The studies were carried out in 2019 at the field stations of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, which is located in the Almaty region at the altitude of 740 meters above sea level, N 43°15', E 76°54'. The zone is characterized by continental climatic conditions: mild and cool winters, cold springs, hot and dry summers, warm and dry autumns. The average duration of the frost-free period is 170–180 days with temperature fluctuations. However, the often recurring late spring and early autumn frosts often reduce the frost-free period to 140–150 days, which leads to frost damage in late-ripening soybean breeds.

Summer thermal resources in the region are high. The average sum of positive temperatures is 3500–4000°. This thermal model allows growing a lot of heat-loving crops here, including soybeans.

The distribution of atmospheric precipitation in the dry steppe zone is not the same. So, according to the meteorological station, the average long-term amount of atmospheric precipitation is 414.6 mm with the following distribution over the seasons: in winter 70.8 mm; in spring 166.9 mm; in summer 101.8 mm and in autumn 75.1 mm. In summer, the main amount of precipitation falls in June and is 53.9 mm.

The soil cover is represented by light chestnut, loamy, less often sandy loam soils.

According to the data of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing meteorological station, the meteorological conditions of the research period in 2019 in the research area significantly differed from the average long-term values. The temperature background from May to October was higher than the average long-term indicators by 0.5–3.2 °C (Tab. 1). High temperatures, both day and night, led to air droughts during the reproductive periods of soybeans.

Table 1

Average monthly air temperature and precipitation in the vegetation period, 2019

Month	Temperature, °C			Precipitation, mm		
	actual	average long-term	deviation	actual	average long-term	deviation
April	+12.4	+ 10.4	+2.0	183.0	56.5	+126.5
May	+16.9	+16.4	+0.5	39.3	61.6	-22.3
June	+22.3	+21.2	+1.1	72.7	53.9	+18.8
July	+26.9	+24.1	+2.8	25.7	26.6	-0.9
August	+24.9	+22.1	+2.8	67.7	21.3	+46.4
September	+18.5	+16.0	+2.5	67.2	15.9	+51.3
October	+11.5	+8.3	+3.2	44.7	29.1	+15.6

The excess of the average annual precipitation in April by 3.5 times had a favorable effect on the moisture recharge and subsequent seedlings. May, June, July, and the first half of August were characterized by an unstable distribution of precipitation.

Pre-sowing treatment of seed materials. Two weeks before sowing, the soybean seeds were treated with a solution of ammonium molybdenum acid (in doze 40 g/100 kg of seeds, 4 L of water) and cobalt (II) sulfate (in doze 4 g/100 kg of seeds, 7 L of water). Before sowing, the seeds were treated with a preparation containing Histick nitrogen-fixing bacteria (in doze 400 g/100 kg of seeds).

The experiment is based on the following scheme:

- i) control — without treatment;
- ii) 1st experiment: seed treatment with Mo and Co;
- iii) 2nd experiment: seed treatment with Histick;
- iv) 3rd experiment: seed treatment with Histick; Mo and Co.

Sowing was carried out on May 1. The accounting plot was 25 square meters, the seeding rate was 500 thousand seeds/ha, row spacing was 30 cm, seeding depth was 4 cm; randomized seeding was in triplicate.

All agrotechnological measures to prepare for sowing, watering, loosening row spacing, destroying weeds, harvesting were conducted according to the methodology of B.A. Dospekhov [12] and the method of State Breed Testing of agricultural crops [13]. Gravity vegetation irrigation on the irrigated plot was carried out three times on June 25, July 15, and August 7 with an irrigation rate of 1200 (m³/ha).

Phenological observations of the main phases of development were as follows: sowing, seedlings (VE), the appearance of the trigeminal leaf (V1), flowering (R2), bean formation (R4), the filling of beans (R6), ripening (R8) [14].

Statistical data processing was performed in the software environment R version 3.6.1 (2019–07–05) “Action of the Toes”). A two-sample Welch’s t-test from the built-in package {stats} was carried out.

Results and Discussion

Studying the phenological phases of development did not reveal the effect of pre-sowing treatment on their duration. Regardless of the pre-sowing treatment and without treatment, the phenological phases of development proceeded synchronously, and the growing season in all variants was 127 days (Tab. 2).

Table 2

Phenological phases of developing the Zhansaya soybean breed depending on the pre-sowing seed treatment (2019)

Experiment option	Seeding down	Seedlings	Flowering	Bean formation	Bean filling	Ripening
Control without treatment	1.05	13.05	10.06	28.07	25.08	17.09
Mo + Co	1.05	13.05	10.06	28.07	25.08	17.09
Histick	1.05	13.05	10.06	28.07	25.08	17.09
Histick + Mo+ Co	1.05	13.05	10.06	28.07	25.08	17.09

The productivity traits reflect the picture of productivity determined by a positive correlation with each of them. The main indicators of productivity in soybeans are considered to be the height, the number of side branches, the number of productive nodes, the number of beans per plant, the weight of seeds per plant, the weight of 1000 seeds.

In the analysis of productivity, the effect of pre-sowing treatment with microelements on the elements of soybean productivity was revealed (Tab. 3).

Table 3

Productivity traits of the Zhansaya soybean breed depending on pre-sowing seed treatment (2019)

Experiment option	Height, cm	Height of the lower beans attachment, cm	Number of branches, pcs	Number of productive nodes, pcs	Number of beans per plant, pcs	Weight of the seeds per plant, g	Weight of 1000 seeds
Control without treatment	67.9	5.5	1.6	15.7	37.0	26.2	165
Mo + Co	67.8	6.7	2.3	20.8	56.7	27.3	159
Histick	67.9	5.3	1.9	18.5	59.4	38.1	165
Histick + Mo+ Co	67.7	5.8	2.1	21.1	65.2	44.1	165

It is interesting to note that all the types of treatment did not affect the plant growth and the attachment height of the lower beans. That is, in general, the architectonics of the plant was preserved. Seed treatment had a great effect on increasing the flower setting, which was reflected in increasing the number of beans per plant from 37.0 without treatment to 65.2 pieces when treated with Histick preparation and microelements. Without increasing the mass of 1000 seeds for all the types of treatment, the mass of seeds per plant increased due to increasing the total number of seeds. The greatest difference in comparison with the control was shown in the experiment with joint treatment with a nitrogen-fixing drug and microelements.

When analyzing productivity, the effect of pre-sowing treatment with microelements on the crop yield of soybeans was also revealed (Tab. 4). All the types of treatment had a positive impact on the yield. Even the introduction of microelements without inoculation increased the yield by 2.3 kg/ha in comparison with the control.

Table 4

Crop yield and quality of the Zhansaya soybean breed with different types of treatment (2019)

Experiment option	Bulk yield from the plot, kg				Crop yield, c/ha	Deviation from the control, c/ha	Protein, %	Fat, %
	1 repeatability	2 repeatability	3 repeatability	average				
Control without treatment	8.7	7.9	8.5	8.4	34.9	0.0	39.1	22.7
Mo+ Co	7.0	9.1	10.7	8.9	37.2	+2.3	38.7	22.6
Histick	9.7	9.9	9.5	9.7	40.4	+5.5	39.7	22.0
Histick + Mo+ Co	10.0	10.0	11.2	10.4	43.3	+8.4	39.8	22.2
HCP						1,5		

The largest deviation from the control was given by the joint treatment of seeds with nitrogen-fixing bacteria and microelements: 8.4 c/ha.

The quality indicators (protein and fat content) were slightly affected by the types of treatment. When treated only with a nitrogen-fixing drug and its combined use with microelements, the amount of protein in the seeds increased by 0.6 and 0.7 %, respectively, compared with the control.

Conclusions

Expansion of the cultivated areas and the increase in the productivity of such a crop as soybean are a priority aspect of the agro-industrial complex of Kazakhstan. Pre-sowing of soybean seeds with solutions of microelements Mo and Co had a positive effect on the crop yield. Since these elements are involved in nitrogen fixation, the largest deviation from the control (8.4 centners/ha) was given by the joint treatment of seeds with nitrogen-fixing bacteria (Histick) and microelements. The crop yield increased due to the increase in the number of beans and seeds per plant. However, they all are united by the same properties: stimulating the growth and development of plants, increasing field germination, resistance to pests, diseases, and unfavorable environmental factors.

References

- 1 Официальный интернет-портал Комитета по статистике Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://stat.gov.kz/>
- 2 Дидоренко С.В. Этапы селекционно-генетического улучшения сои в Казахстане / С.В. Дидоренко // Достижения и перспективы развития земледелия и растениеводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Алматы, 2019. — С. 175–179.
- 3 Зотиков В.И. Влияние применения препаратов биостим масличной и ультрамагкомби на урожайность новых сортов зернобобовых культур / В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко, Г.А. Бударина, М.Т. Голопятов, А.С. Акулов, С.А. Семёнов, С.Д. Вилунов // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2019. — № 4 (32). — С. 4–12.
- 4 Чумак А. Молибден и соя: возможности и проблемы / А. Чумак, М. Довгаюк-Семенюк // Пропозиция. — 2017. — № 2. — С. 60–62.
- 5 Анспок П.И. Содержание микроэлементов в почвах и необходимость их применения / П.И. Анспок, Ю.Я. Лениныш // Химизация сельского хозяйства. — 1988. — № 2. — С. 73–75.
- 6 Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование листовой подкормки для оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений (обзор) / Н.Е. Новикова // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2018. — № 1 (25). — С. 60–67.
- 7 Асокин О.И. Эффективность некорневых подкормок сои молибденом и бором / О.И. Асокин // V Междунар. конф. молод. учен. и спец. — Краснодар: ВНИИМК, 2009. — С. 123–128.
- 8 Важные микроэлементы для сои. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://nanit.ua/materials/753-vazhnye-mikroelementy-dlya-soi.html>
- 9 Голов В.И. Поступление молибдена в растения сои и его последствие при внесении молибденовых удобрений на почвах Дальнего Востока / В.И. Голов, Ю.Н. Казачков // Агрохимия. — 1973. — № 10. — С. 103–109.
- 10 Казачков Ю.Н. Оценка результатов и корректировка применения молибдена под сою / Ю.Н. Казачков // Пути повышения продуктивности растениеводства, кормопроизводства и садоводства на Дальнем Востоке. — Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. — С. 49–57.
- 11 Голов В.И. Антагонизм серы и молибдена в растениях сои и возможности их совместного применения в качестве удобрений / В.И. Голов // Масличные культуры // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. — 2012. — Вып. 2. — С. 151, 152.
- 12 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М., 1973. — 250 с.
- 13 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — Алматы: ГКСИСК, 2002. — 378 с.
- 14 Fehr W.R. Stages of soybean development. Cooperative Extension Service / W.R. Fehr, C.E. Caviness. — Iowa: Iowa State University, 1979. — 210 p.

Г.К. Қабылбекова, С.В. Дидоренко, А.И. Әбуғалиева,
М.С. Құдайбергенов, З.А. Әлікұлов

Алматы облысы жағдайында тұқымдарды молибденмен және бормен себу алдындағы өңдеудің Жансая соясының өнімділігіне әсері

Егіс алқаптарын кеңейту және соя тәрізді дақылдың өнімділігін арттыру Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінің басым бағыты болып табылады. Биологиялық қауіпсіздік саласында өнімділікті арттыру мәселелерін шешудің екі жолы бар — селекциялық-генетикалық және технологиялық. Жаңа

технологиялар олардың генетикалық әлеуетін толық іске асыру үшін оңтайлы жағдайларды жасауда және қамтамасыз етуде жетекші орынға ие. Өсімдіктің жаңа сортының өсіп жетілу кезеңін ғылыми негізделген ауыспалы егісті пайдалану арқылы, сондай-ақ, микротаңайтқыштар мен өсу стимуляторларының көмегімен басқару өсімдік шаруашылығының жоғары рентабельділігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Әлбетте, түйінді бактериялардың дамуы мен фотосинтездің қарқындылығы арасындағы корреляциялық тәуелділік фактісінің болуы сөзсіз. Соя тұқымын себу алдында Мо және Со микроэлементтері ерітінділерімен өңдеу арқылы оның өнімділігіне әсері зерттелген. Өңдеудің барлық түрлері өнімділікке оң әсер етті. Тіпті, инокуляциясыз микроэлементтерді енгізу бақылаумен салыстырғанда өнімділікті 2,3 кг/га арттырды. Бақылаудағы ең үлкен ауытқу — тұқымдарды азот жинақтаушы бактериялары мен 8,4 кг/га микроэлементтерімен бірлескен өңдеу барысында берді. Өңдеу сапалық көрсеткіштерге (ақуыздар мен майлардың құрамына) аз әсер етті. Тек азотты бекітетін препаратпен өңдеу және оны микроэлементтермен біріктіріп қолдану кезінде тұқымдардағы ақуыз мөлшері бақылаумен салыстырғанда ғана 0,6 және 0,7 %-ға артты.

Кілт сөздер: соя, микроэлементтер, өнімділіктің сипаттамасы, ауыл шаруашылық дақылдарының шығымдылығы.

Г.К. Кабылбекова, С.В. Дидоренко, А.И. Аbugалиева,
М.С. Кудайбергенов, З.А. Аликулов

Влияние предпосевной обработки семян молибденом и бором на урожайность сои Жансая в условиях Алматинской области

Расширение посевных площадей и увеличение продуктивности такой культуры, как соя является приоритетным направлением агропромышленного комплекса Казахстана. В области биологической безопасности существует два пути решения проблемы повышения урожайности — селекционно-генетический и технологический. Новым технологиям принадлежит ведущее место в создании и обеспечении оптимальных условий для полной реализации их генетического потенциала. Управление вегетацией растений новых сортов путем использования научно обоснованного севооборота, а также с помощью микроудобрений и стимуляторов роста позволяет добиться высокой рентабельности растениеводства. Несомненным является факт корреляционной зависимости между развитием клубеньковых бактерий и интенсивностью фотосинтеза. Изучено влияние предпосевной обработки семян сои растворами микроэлементов *Mo* и *Co* на ее урожайность. Все виды обработок оказали положительное влияние на урожайность. Даже внесение микроэлементов без инокуляции повысило урожайность по сравнению с контролем на 2,3 ц/га. Самое большое отклонение от контроля дала совместная обработка семян азотфиксирующими бактериями и микроэлементами — 8,4 ц/га. На качественные показатели (содержание белков и жиров) виды обработок повлияли незначительно. При обработке только азотфиксирующим препаратом и комбинированном применении его с микроэлементами количество белка в семенах увеличивалось на 0,6 и 0,7 %, соответственно, по сравнению с контролем.

Ключевые слова: соя, микроэлементы, характеристика продуктивности, урожайность сельскохозяйственных культур.

References

- 1 Ofitsialnyi internet-portal Komiteta po statistike Respubliki Kazakhstan [Official Internet — portal of the Committee on Statistics of the Republic of Kazakhstan]. *stat.gov.kz* Retrieved from <https://stat.gov.kz/> [in Russian].
- 2 Didorenko, S.V. (2019). Etapy selektsionno-geneticheskogo uluchsheniia soi v Kazakhstane [Stages of selection and genetic improvement of soybeans in Kazakhstan]. Proceedings from Achievements and perspectives of development of agriculture and crop production: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific-practical Conference*. Almaty, 175–179 [in Russian].
- 3 Zotikov, V.I., Sidorenko, V.S., Budarina, G.A., Golopiatov, M.T., Akulov, A.S., Semenov, S.A., & Viliunov, S.D. (2019). Vliianie primeneniia preparatov biostim maslichnyi i ultramagkombi na urozhainost novykh sortov zernobobovykh kultur [The effect of the use of biostim oilseed and ultramagcombi preparations on the yield of new varieties of leguminous crops]. *Zernobobovye i krupianye kultury — Legumes and cereals*, 4 (32), 4–12 [in Russian].
- 4 Chumak, A., & Dovgaiuk-Semeniuk, M. (2017). Molibden i soia: vozmozhnosti i problemy [Molybdenum and soy: opportunities and challenges]. *Propozitsiia — Proposition*, 2, 60–62 [in Russian].
- 5 Anspok, P.I., & Leninsh, Yu.Ya. (1988). Soderzhanie mikroelementov v pochvakh i neobkhodimost ikh primeneniia [The content of trace elements in soils and the need for their use]. *Khimizatsiia selskogo khoziaistva — Chemicalization of agriculture*, 2, 73–75 [in Russian].

6 Novikova, N.E. (2018). Fiziologicheskoe obosnovanie listovoi podkormki dlia optimizatsii pitaniia zernovykh bobovykh kultur v ontogeneze rastenii (obzor) [Physiological justification of leaf feeding for optimizing the nutrition of grain legumes in plant ontogenesis (review)]. *Zernobobovye i krupianye kultury — Legumes and cereals*, 1 (25), 60–67 [in Russian].

7 Asokin, O.I. (2009). Effektivnost nekornevykh podkormok soi molibdenom i borom [The effectiveness of foliar top dressing of soybeans with molybdenum and boron]. Proceedings from: *V Mezhdunarodnaia konferentsiia molodykh uchenykh i spetsialistov — V International conference of young scientists and specialists*. Krasnodar: VNIIMK, 123–128 [in Russian].

8 Vazhnye mikroelementy dlia soi [Important microelements for soy]. *nanit.ua* Retrieved from <http://nanit.ua/materials/753-vazhnye-mikroelementy-dlya-soi.html> [in Russian].

9 Golov, V.I., & Kazachkov, Yu.N. (1973). Postuplenie molibdena v rasteniia soi i ego posledestvie pri vnesenii molibdenovykh udobrenii na pochvakh Dalnego Vostoka [The intake of molybdenum into soybean plants and its aftereffect when applying molybdenum fertilizers on the soils of the Far East]. *Agrokimiia — Agrochemistry*, 10, 103–109 [in Russian].

10 Kazachkov, Yu.N. (1987). Otsenka rezultatov i korrrektirovka primeneniia molibdena pod soiu [Evaluation of the results and adjustment of the use of molybdenum for soy]. *Puti povysheniia produktivnosti rastenievodstva, kormoproizvodstva i sadovodstva na Dalnem Vostoke — Ways to increase the productivity of crop production, feed production and horticulture in the Far East*. Vladivostok: Far East Department of AS USSR, 49–57 [in Russian].

11 Golov, V.I. (2012). Antagonizm sery i molibdena v rasteniiax soi i vozmozhnosti ikh sovmestnogo primeneniia v kachestve udobrenii [Antagonism of sulfur and molybdenum in soybean plants and the possibility of their joint use as fertilizers]. *Maslichnye kultury. Nauchno-tekhnicheskii biulleten VNIIMK — Oil crops. Scientific and technical bulletin of VNIIMK*, 2, 151, 152 [in Russian].

12 Dospekhov, B.A. (1973). *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]*. Moscow [in Russian].

13 (2002). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]*. Almaty: GKSISK [in Russian].

14 Fehr, W.R., & Cavines, C.E. (1979). *Stages of soybean development. Cooperative Extension Service*. Iowa: Iowa State University.

К.О. Карамендин*, А.И. Кыдырманов, Е.Я. Хан, А.Б. Сейдалина, Е.Т. Касымбеков

ТОО «НПЦ микробиологии и вирусологии», Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kobey.karamendin@gmail.com

Поиск зоонозных инфекций верблюдов, представляющих потенциальную опасность здоровью человека в Казахстане

Приводимые в мире исследования показывают важность контроля за распространением зоонозных инфекций. В последние годы выявлены новые, в том числе потенциальные пандемические штаммы коронавируса у верблюдов, что обуславливает необходимость регулярного мониторинга за состоянием вирусных популяций у этого животного. Цель исследования заключается в выявлении спектра вирусных и бактериальных популяций, циркулирующих среди верблюдов в Казахстане и представляющих опасность для здоровья человека и животных. В статье использованы вирусологические и молекулярно-генетические методы: взятие биологических образцов от верблюдов, выделение из них нуклеиновых кислот, получение библиотек для секвенирования нового поколения, биоинформационный анализ полученных данных и серологические тесты. В результате массового параллельного секвенирования обнаружены контиги вирусов, классифицированные на 3 больших рода: *Pestivirus*, *Circovirus* и *Hepevirus*. Особый интерес вызывает обнаружение коротких последовательностей, сходных с таковыми вируса гепатита E, что требует дальнейших, более глубоких исследований в этом направлении. Серологические исследования верблюдов Мангистауской области не выявили антитела на вирус Ближневосточного респираторного синдрома (БВРС, MERS-CoV), что говорит об отсутствии его циркуляции у верблюдов в Западном Казахстане либо о происшествии длительного времени после его возможного присутствия. Таким образом, исследование вирусных метагеномов верблюдов в регионе, близкому к Ближнему Востоку, является важной задачей научного поиска. Метагеномное исследование позволит выявить не только штаммы коронавируса, но и произвести анализ других неизвестных вирусных инфекций, важных как для сельского хозяйства, так и для здоровья человеческой популяции.

Ключевые слова: верблюд, медицина, гепатит, вирус, сельское здравоохранение, секвенирование, мониторинг.

Введение

С проникновением высоких технологий в медицину, молекулярную биологию и смежные отрасли открываются новые горизонты для изучения, казалось бы, хорошо известных живых объектов. Одним из них является домашний верблюд, заслуживающий пристального внимания. Семейство *Camelidae*, к которому принадлежат верблюды, относится к числу наименее изученных среди домашних животных в качестве источника зоонозных инфекций.

До недавнего времени верблюд считался обычным сельскохозяйственным животным с характерными только для него вирусными инфекциями. Обнаружение в 2013 г. коронавируса БВРС, вызвавшего пандемию и после него другой новый верблюжий коронавирус UAE-НКU23, стало причиной повышенного интереса к поиску новых патогенов у этих животных, представляющих угрозу общественному здравоохранению [1, 2].

Верблюды относятся к роду *Camelus* (Linnaeus, 1758), состоящему из двух видов: *C. dromedarius*, дромедар, или одногорбый верблюд, и второй вид — *C. bactrianus* (Linnaeus), бактриан, или двугорбый верблюд. В Казахстане распространены оба вида. Сравнительно недавно у верблюдов были описаны вирусы семейств *Herpesviridae*, *Picornaviridae*, *Poxviridae*, *Flaviviridae* и *Rhabdoviridae* [3–7]. У них же были открыты новые вирусы гепатита E (HEV), которые являются опасными для здоровья людей [8]. Указанные выше данные о появлении среди верблюдов новых патогенов и слабая изученность данного вопроса в Казахстане побудили авторов определить современное состояние по вирусным возбудителям в местной популяции верблюдов.

Цель исследования заключалась в выявлении спектра вирусных популяций, циркулирующих среди верблюдов в Казахстане и представляющих опасность для здоровья человека и животных, их молекулярно-генетических исследованиях.

Материалы и методы исследования

Материалы собраны во время регулярных выездов в регионы, где в значительном количестве содержат верблюдов. В данной статье приведены результаты исследований проб от верблюдов из Мангистауской области.

Носовые и ректальные смывы, а также сыворотки крови получены от верблюдов в соответствии с протоколами МЭБ. Смывы брали с помощью стерильных ватных тампонов и помещали в реагент DNA Shield (Zymo Research, США). Собраны всего 90 проб от верблюдов. Сыворотки крови собраны с использованием систем Vacutainer, которые в целях сохранности хранили в жидком азоте (-196°C).

РНК вирусов выделены с помощью QIAampViral RNA Mini Kit (Qiagen GmbH, Hilden Германия) по протоколу производителя. Набор NEB Next Ultra Directional RNA Library Prep Kit for Illumina (NEB, США) применялся при конструировании библиотек согласно инструкции производителя. Секвенирование осуществлено с использованием прибора Illumina MiSeq (США).

Биоинформационный анализ для сборки ридов в контиги с последующей аннотацией проведен на высокопроизводительном сервере с установленной программой Geneious Prime (Biomatters, Новая Зеландия).

Серологические исследования на возможную циркуляцию антител к MERS коронавирусу проведены в иммуноферментном анализе (ИФА) с использованием набора Camelanti-MERS — S1 IgGELISA Kit (Alpha Diagnostics) [9] согласно инструкции производителя.

Результаты исследования

Сбор биопроб от верблюдов

Для исследований собраны пробы от верблюдов Мангистауской области с помощью стерильных ватных тампонов, которые были помещены во флаконы со специальной средой DNA Shield (Zymo Research, США), позволяющей сохранять нуклеиновые кислоты вирусов при комнатной температуре. Всего от 45 верблюдов из этой области собраны носоглоточные, ректальные смывы, а также сыворотка крови. В дальнейшем, пробы из смывов были объединены в пулы по возрасту для последующего секвенирования. Для исследования сыворотки крови образцы были разведены специальными реагентами в составе ИФА наборов.

Подготовка собранных материалов для метагеномного секвенирования вирусов

Набор NEB Next Ultra RNA Library Prep Kit for Illumina (NEB, США) использован для секвенирования виroma респираторного и желудочно-кишечного трактов верблюдов: в качестве матрицы использовали РНК, очищенную с помощью нуклеаз от рибосомальных РНК (Ambion, США), измеряли ее первоначальную концентрацию. Из полученной РНК синтезировали комплементарную двухцепочечную ДНК. Фрагментацию ДНК до размеров около 450–500 п.о. проводили с применением ферментативного метода, используя набор Fragmentase (NEB, США). К данным фрагментам к ДНК затем прикрепляли молекулу аденина и в последующем лигировали адаптеры. Продукты очищали и амплифицировали в ПЦР для создания библиотеки и далее определяли концентрации на приборе Qubit 2.0. Длины библиотек исследовали на приборе Bioanalyzer 2100 (Agilent Technologies, Германия), и они составили 400–600 нуклеотидов, что соответствовало требованиям для загрузки в проточную ячейку MiSeq Reagent Kit v.3.

Биоинформационный анализ результатов массового параллельного секвенирования с помощью специализированного программного обеспечения

Полученные сиквенсы были обработаны в специализированной компьютерной программе GeneiousPrime 2021. Был проведен BLAST-поиск гомологичных последовательностей в Международной базе данных «Генбанк». Данные были выравнены в режиме онлайн с нерезервированными и вирусными справочными базами данных GenBank с использованием BLASTx и BLASTn. Совпадения BLAST были определены как значимые, если значение E составляло $10e^{-5}$. Контиги бактерий и эукариот были исключены из поиска, а вирусоподобные последовательности были подвергнуты дальнейшему анализу.

Как показано в таблице, контиги вирусов позвоночных составляют наибольшую популяцию вирусов в виrome из всех исследованных проб и могут быть классифицированы на 3 больших рода: *Pestivirus*, *Circovirus* и *Hepevirus*.

BLAST-поиск нуклеотидных последовательностей контигов от чаек и крачек в Генбанке

Вид верблюда	Совпадение в Генбанке	Количество контигов	Длина	% идентичности с контигом	Покрытие запроса	Bit-Score	E-Value	Степень сходства
Дромадер	Bovine_viral_diarrhea_virus	>200	142	89.4 %	47.18 %	180.245	3.81e-43	68.3 %
Дромадер	Circovirus-like NI/2007-3	>10	127	94.5 %	42.19 %	196.865	3.78e-48	68.3 %
Дромадер	Hepatitis_E_virus	3	119	80.3 %	39.67 %	159.932	4.94e-37	65.2 %

Как видно из данных таблицы, в результате исследования вирома верблюдов Туркестанской области обнаружены нуклеотидные последовательности геномов вирусов разных семейств, характерных не только для верблюда, но и для человека. Особенно актуально обнаружение вируса, на 65 % сходного с вирусом гепатита E человека. Определено, что в составе вирома со средним процентом вероятности присутствуют герпесвирусы в виде вируса диареи коров, а также цирковирусы.

Серологические исследования

Собранные от верблюдов сыворотки были проверены на наличие антител к вирусу БВРС, вызываемого коронавирусом, по ним получены отрицательные результаты.

Обсуждение результатов

Как было указано ранее, изучение верблюдов, как одного из важных инструментов в цепи передачи вирусов дикого происхождения к человеку, началось сравнительно недавно с открытием коронавируса БВРС, вызвавшего значительную смертность среди людей [1].

В Мангистауской области Казахстана, граничащей с Туркменистаном, имеющим выход на страны Ближнего Востока и Аравийского полуострова, имеется поголовье верблюдов, составляющее 47 000 голов, что может содержать определенную опасность проникновения вируса на территорию нашей республики. Эпизоотическое состояние по коронавирусу БВРС в местной популяции дромедаров неизвестно. В Алматинской области содержится поголовье верблюдов около 7800 голов, часть которых завезена из-за рубежа, что создает риски распространения возбудителя. В Казахстане преобладают бактрианы — вид, который мало изучен в отношении вируса БВРС, особенности течения болезни у этого вида также неизвестны. Сероэпидемиологические исследования верблюдов в Египте выявили высокую распространенность антител к MERS коронавирусу с использованием методов микронеutralизации и нейтрализации [10]. Ранее в 2015 г. в Казахстане были проведены серологические исследования верблюдов на коронавирус MERS-CoV, и антитела к данному заболеванию не были обнаружены [11]. К сожалению, в указанном исследовании не были охвачены прикаспийские Атырауская и Мангистауская области, где сосредоточено поголовье верблюдов, потенциально имеющее отношение к Ближнему Востоку через Туркменистан.

В рамках данной статьи проведены серологические исследования в ранее не исследованных прикаспийских областях Казахстана. Во всех исследованных сыворотках антитела к MERS коронавирусу не обнаружены, что свидетельствует об отсутствии его в местной популяции или о происшествии значительного промежутка времени, в случае циркуляции вируса ранее.

В ходе мониторинговых исследований в мире был открыт новый вид коронавирусов, названный верблюжьим коронавирусом DcCoV UAE-HKU23, найденный у дромедаров Ближнего Востока [**Ошибка! Закладка не определена.**], что указывает на возможность циркуляции новых ранее неизвестных коронавирусов, в том числе и среди казахстанских верблюдов. В настоящем исследовании новые штаммы верблюжьих коронавирусов нами не обнаружены.

Продолжающиеся исследования вирома верблюдов на Ближнем Востоке обнаружили значительное количество и широкое разнообразие контигов семейств *Circoviridae* и *Picobirnaviridae* [12]. Было определено, что последовательности некоторых контигов были сходны с бокавирусом человека, что свидетельствует о необходимости дальнейших, более глубоких исследований для выявления связи между бокавирусами человека и животных. В настоящей статье описан случай выявления цирковируса у верблюдов Мангистауской области, что определяет необходимость более детального анализа генома

и вирусологических свойств, в целях определения потенциала возбудителя для человека в виду его неизученности.

Особого внимания заслуживает вирус гепатита E, который ранее не выявлялся у верблюдов [13]. Гепатит E, приобретенный человеком от животных, является важной причиной хронического гепатита у пациентов с ослабленным иммунитетом. Заболевание хоть и относится к самоограничивающимся инфекциям, но среди инфицированных беременных наблюдаются высокие показатели смертности. HEV7 и HEV8 были недавно идентифицированы у дромедаров и бактрианов, соответственно. HEV7 является представителем нового генотипа, который имеет важное значение для здоровья населения. В рамках данного исследования выявлены нуклеотидные последовательности, сходные с высоким процентом идентичности с таковыми вируса гепатита E. Результаты указывают на важность дальнейших мониторинговых исследований за циркуляцией этого вируса, с целью оценки его эпидемического риска для населения региона.

Исследования и статистика ВОЗ показали, что вирус гепатита E у человека явился причиной возникновения 3,3 миллионов случаев с симптомами острого гепатита во всем мире, а в некоторых регионах мира по заболеваемости превзошел более распространенный гепатит A [14]. Следует отметить, что роль гепатита E в инфекционной патологии среди беременных женщин в Казахстане совершенно не изучена. На основании приведенных данных можно предположить, что бактрианы, больше распространенные в Казахстане, также могут быть резервуарами HEV. Чтобы проверить эти предположения и улучшить наше понимание эпидемиологии HEV у верблюдов, необходимы дальнейшие молекулярно-эпидемиологические исследования.

Таким образом, исследования последних лет показывают, что верблюды имеют гораздо большее значение в эпидемиологии, чем считалось ранее, и важной задачей является выявить современное состояние вирусных популяций у верблюдов с использованием последних достижений молекулярной биологии и массового параллельного секвенирования. Поскольку эти животные тесно связаны с людьми, знание о разнообразии вирусов, циркулирующих среди них, важно для понимания их роли в появлении новых вызовов здравоохранению Казахстана и мира в целом.

В дальнейшем планируется изучить полные геномы выделенных вирусов, провести их детальные генетические исследования. Результаты продолжающихся серологических исследований позволят получить современные данные о наличии антител к коронавирусу БВРС и его возможной циркуляции в поголовье верблюдов в других регионах Казахстана.

Вирус БВРС все еще остается актуальным в мире и потенциально может считаться возвратной инфекцией. Изучение особенностей эволюции коронавирусов верблюдов, разработка методов контроля над заболеваемостью и анализ природных резервуаров возбудителя являются важнейшими направлениями исследований с использованием комплекса эпидемиологических, вирусологических и молекулярно-генетических методов.

Заключение

Основной научный вопрос — возможность циркуляции в популяциях верблюдов, вирусов, потенциально опасных для здоровья человека, как это произошло в 2012 г., когда был выявлен ближневосточный коронавирус у человека. Предыдущие исследования MERS обнаружили, что верблюды являются важным звеном в передаче коронавируса человеку. В связи с этим исследование вирусных метагеномов верблюдов в регионе, близкому к Ближнему Востоку, является важной задачей научного поиска. Метагеномное исследование позволит выявить не только коронавирусы, но и произвести анализ других и неизвестных вирусных инфекций, важных как для сельского хозяйства, так и для здоровья человеческой популяции. Основная применяемая стратегия — массовое параллельное секвенирование, которое позволяет выявить в образцах нуклеиновые кислоты всех организмов, чьи РНК/ДНК присутствуют в исследуемой пробе, включая вирусы и бактерии. Главное преимущество метода — в выявлении некультивируемых и неизвестных организмов, которые невозможно выявить традиционными методами.

Работа выполнена в рамках гранта № AP08855617 «Метагеномный мониторинг возбудителей вирусных и бактериальных инфекций верблюдов Казахстана» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 de Groot R.J. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV): announcement of the Coronavirus Study Group / R.J. de Groot, S.C. Baker, R.S. Baric, C.S. Brown, C. Drosten, L. Enjuanes, R.A. Fouchier, M. Galiano, A.E. Gorbalenya, Z.A. Memish, S. Perlman, L.L. Poon, E.J. Snijder, G.M. Stephens, P.C. Woo, A.M. Zaki, M. Zambon, J. Ziebuhr // *Journal of virology*. — 2013. — Vol. 87, No. 14. — P. 7790–7792. <https://doi.org/10.1128/JVI.01244-13>
- 2 Woo P.C. Isolation and Characterization of Dromedary Camel Coronavirus UAE-HKU23 from Dromedaries of the Middle East: Minimal Serological Cross-Reactivity between MERS Coronavirus and Dromedary Camel Coronavirus UAE-HKU23 / P.C. Woo, S.K. Lau, R.Y. Fan, C.C. Lau, E.Y. Wong, S. Joseph, A.K. Tsang, R. Wernery, C.C. Yip, C.C. Tsang, U. Wernery, K.Y. Yuen // *International journal of molecular sciences*. — 2016. — Vol. 17, No. 5. — P. 691. <https://doi.org/10.3390/ijms17050691>
- 3 Intisar K.S. Natural exposure of Dromedary camels in Sudan to infectious bovine rhinotracheitis virus (bovine herpes virus-1) / K.S. Intisar, Y.H. Ali, A.I. Khalafalla, E.A. Mahasin, A.S. Amin // *Acta tropica*. — 2009. — Vol. 111 (3). — P. 243–246. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.05.001>
- 4 Wernery U. Abortions in dromedaries (*Camelus dromedarius*) caused by equine rhinitis A virus / U. Wernery, N.J. Knowles, C. Hamblin, R. Wernery, S. Joseph, J. Kinne, P. Nagy // *The Journal of general virology*. — 2008. — Vol. 89 (Pt 3). — P. 660–666. <https://doi.org/10.1099/vir.0.82215-0>
- 5 Wernery U. Experimental camelpox infection in vaccinated and unvaccinated dromedaries / U. Wernery, R. Zachariah // *Journal of veterinary medicine. Series B*. — 1999. — Vol. 46, No. 2. — P. 131–135. <https://doi.org/10.1111/j.0931-1793.1999.00250.x>
- 6 Yousif A.A. Cytopathic genotype 2 bovine viral diarrhoea virus in dromedary camels / A.A. Yousif, L.J. Braun, M.S. Saber, T. Aboelleil, C.C.L. Chase // *Arab J. Biotech*. — 2004. — Vol. 7, No. 1. — P. 123–140.
- 7 Kumar A. Rabies in a camel — a case report / A. Kumar, N. Jindal // *Tropical animal health and production*. — 1997. — Vol. 29, № 1. — P. 34. <https://doi.org/10.1007/BF02632346>
- 8 Woo P.C. New hepatitis E virus genotype in camels, the Middle East / P.C. Woo, S.K. Lau, J.L. Teng, A.K. Tsang, M. Joseph, E.Y. Wong, Y. Tang, S. Sivakumar, J. Xie, R. Bai, R. Wernery, U. Wernery, K.Y. Yuen // *Emerging infectious diseases*. — 2014. — Vol. 20, No. 6. — P. 1044–1048. <https://doi.org/10.3201/eid2006.140140>
- 9 Экспертный комитет ВОЗ по биологической стандартизации. Документ № WHO/BS/2020.2398. Establishment of 1st WHO International Standard for anti-MERS-CoV antibody. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.who.int/publications/m/item/WHOBS2020.2398>
- 10 Perera R.A. Seroepidemiology for MERS coronavirus using microneutralisation and pseudoparticle virus neutralisation assays reveal a high prevalence of antibody in dromedary camels in Egypt, June 2013. *Euro surveillance* / R.A. Perera, P. Wang, M.R. Goma, R. El-Shesheny, A. Kandeil, O. Bagato, L.Y. Siu, M.M. Shehata, A.S. Kayed, Y. Moatasim, M. Li, L.L. Poon, Y. Guan, R.J. Webby, M.A. Ali, J.S. Peiris, G. Kayali // *European communicable disease bulletin*. — 2013. — Vol. 18, No. 36. — P. 20574. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es2013.18.36.20574>
- 11 Miguel E. Absence of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus in Camelids, Kazakhstan, 2015 / E. Miguel, R.A. Perera, A. Baubekova, V. Chevalier, B. Faye, N. Akhmetsadykov, C.Y. Ng, F. Roger, M. Peiris // *Emerging infectious diseases*. — 2016. — Vol. 22, No. 3. — P. 555–557. <https://doi.org/10.3201/eid2203.151284>
- 12 Woo P.C. Metagenomic analysis of viromes of dromedary camel fecal samples reveals large number and high diversity of circoviruses and picobirnaviruses / P.C. Woo, S.K. Lau, J.L. Teng, A.K. Tsang, M. Joseph, E.Y. Wong, Y. Tang, S. Sivakumar, R. Bai, R. Wernery, U. Wernery, K.Y. Yuen // *Virology*. — 2014. — Vol. 471–473. — P. 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2014.09.020>
- 13 Sridhar S. Hepatitis E Virus Genotypes and Evolution: Emergence of Camel Hepatitis E Variants / S. Sridhar, J. Teng, T.H. Chiu, S. Lau, P. Woo // *International journal of molecular sciences*. — 2017. — Vol. 18, № 4. — P. 869. <https://doi.org/10.3390/ijms18040869>
- 14 Ren X. Changing Epidemiology of Hepatitis A and Hepatitis E Viruses in China, 1990–2014 / X. Ren, P. Wu, L. Wang, M. Geng, L. Zeng, J. Zhang, N. Xia, S. Lai, H.R. Dalton, B.J. Cowling, H. Yu // *Emerging infectious diseases*. — 2017. — Vol. 23, No. 2. — P. 276–279. <https://doi.org/10.3201/2302.161095>

К.Ө. Қарамендин, А.И. Қыдырманов, Е.Я. Хан, Ә.Б. Сейдалина, Е.Т. Қасымбеков

Адам денсаулығына қауіпті болуы мүмкін Қазақстан түйелерінің зооноздық инфекцияларын іздеу

Әлемдік зерттеулер зоонозды инфекциялардың таралуын бақылаудың маңыздылығын көрсетеді. Соңғы жылдары түйеде жаңа, оның ішінде ықтимал пандемиялық коронавирустың штамдары анықталды, бұл осы жануардың вирустық популяциясының жағдайын бақылауды қажет етеді. Зерттеудің мақсаты — Қазақстанда түйелер арасында айналымдағы және адам мен жануарлардың денсаулығына қауіп төндіретін вирустық және бактериялық популяциялардың спектрін анықтау, олардың молекулалық-генетикалық зерттеулері. Вирусологиялық және молекулалық-генетикалық әдістер қолданылған: түйеден сынама алуды, олардан нуклеин қышқылдарын бөліп алу, жаппай параллельді секвендеу үшін кітапханалар дайындау, алынған мәліметтерге биоинформатикалық талдау және серологиялық тесттер.

Жаппай параллельді секвендеу нәтижесінде 3 үлкен туыстыққа жататын вирустық бөліктер анықталды: пестивирус, цирковирус және гепевирус. Е гепатитінің вирусына ұқсас қысқа тізбектердің табылуы ерекше қызығушылық тудырады, бұл осы бағытта одан әрі терең зерттеулерді қажет етеді. Маңғыстау облысының түйелеріне жүргізілген серологиялық зерттеулерде Таяу Шығыс респираторлық синдромы вирусына (MERS-CoV) антиденелер анықталмады. Бұл нәтиже MERS-CoV вирусының Батыс Қазақстан түйелерінің айналымында жоқ екенін немесе айналымда болса көп уақыт өткенін көрсетеді. Таяу Шығысқа жақын аймақтағы түйелердің вирустық метагеномдарын зерттеу ғылыми зерттеулердің маңызды міндеті болып табылады. Метагеномикалық зерттеу тек коронавирусты ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығы үшін де, халықтың денсаулығы үшін де маңызды басқа және белгісіз вирустық инфекцияларды анықтайды.

Кілт сөздер: түйе, медицина, гепатит, микробиотаның вирустық компоненті, ауылдық денсаулық сақтау, секвенирлеу, мониторинг.

К.О. Karamendin, A.I. Kydyrmanov, E.Ya. Khan, A.B. Seidalina, Y.T. Kasymbekov

Search for zoonotic camel infections posing a potential human health threat in Kazakhstan

Worldwide studies have shown the importance of controlling the spread of zoonotic infections. In recent years, new pandemic strains of coronaviruses in camels have been identified, which necessitates regular monitoring of the state of viral populations of this animal. The research scope is to identify the spectrum of viral and bacterial populations circulating in camels in Kazakhstan posing threat to human and animal health, their molecular genetic studies. Virological and molecular-genetic methods were used: taking biological samples from camels, extracting nucleic acids from them, obtaining libraries for massive parallel sequencing, bioinformatic analysis of the data obtained and serological tests. Massive parallel sequencing revealed the viral contigs classified into 3 large genera: *Pestivirus*, *Circovirus*, and *Hepevirus*. Of particular interest is the discovery of short sequences similar to those of the hepatitis E virus, which requires further deeper studies in this direction. Serological studies of camels from the Mangystau region did not reveal antibodies to the Middle East respiratory syndrome virus (MERS-CoV), which shows their absence in active circulation or much time has been passed since their possible presence in camels. The study of viral metagenomes of camels in the region close to the Middle East is an important task of scientific research. A metagenomic study will allow to detect not only coronaviruses, but also to analyze other and unknown viral infections that are important both for agriculture and for the health of the human population.

Keywords: camel, medicine, hepatitis, virome, rural healthcare, sequencing, monitoring.

References

- 1 de Groot, R.J., Baker, S.C., Baric, R.S., Brown, C.S., Drosten, C., & Enjuanes, L., et al. (2013). Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV): announcement of the coronavirus study group. *Journal of Virology*, 87 (14); 7790–7792. <https://doi.org/10.1128/JVI.01244-13>
- 2 Woo, P.C., Lau, S.K., Fan, R.Y., Lau, C.C., Wong, E.Y., & Joseph, S., et al. (2016). Isolation and Characterization of Dromedary Camel Coronavirus UAE-HKU23 from Dromedaries of the Middle East: Minimal Serological Cross-Reactivity between MERS Coronavirus and Dromedary Camel Coronavirus UAE-HKU23. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (5); 691. <https://doi.org/10.3390/ijms17050691>
- 3 Intisar, K.S., Ali, Y.H., Khalafalla, A.I., Mahasin, E.A., & Amin, A.S. (2009). Natural exposure of Dromedary camels in Sudan to infectious bovine rhinotracheitis virus (bovine herpes virus-1). *Acta Tropica*, 111 (3); 243–246. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.05.001>
- 4 Wernery, U., Knowles, N.J., Hamblin, C., Wernery, R., Joseph, S., Kinne, J., & Nagy, P. (2008). Abortions in dromedaries (*Camelus dromedarius*) caused by equine rhinitis A virus. *Journal of General Virology*, 89 (Pt 3); 660–666. <https://doi.org/10.1099/vir.0.82215-0>
- 5 Wernery, U., & Zachariah, R. (1999). Experimental camelpox infection in vaccinated and unvaccinated dromedaries. *Journal of Veterinary Medicine, Series D*, 46 (2); 131–135. <https://doi.org/10.1111/j.0931-1793.1999.00250.x>
- 6 Yousif, A.A., Braun, L.J., Saber, M.S., Aboelleil, T., & Chase, C.C.L. (2004). Cytopathic genotype 2 bovine viral diarrhoea virus in dromedary camels. *Arab. J. Biotech.*, 7 (1); 123–140.
- 7 Kumar, A., & Jindal, N. (1997). Rabies in a camel — A case report. *Tropical Animal Health and Production*, 29 (1); P. 34. <https://doi.org/10.1007/BF02632346>
- 8 Woo, P.C., Lau, S.K., Teng, J.L., Tsang, A.K., Joseph, M., & Wong, E.Y., et al. (2014). New hepatitis E virus genotype in camels, the Middle East. *Emerging Infectious Diseases*, 20 (6); 1044–1048. <https://doi.org/10.3201/eid2006.140140>

9 Ekspertnyi komitet VOZ po biologicheskoi standartizatsii. Dokument № WHO/BS/2020.2398 [Expert Committee On Biological Standardization. Document No. WHO/BS/2020.2398]. Establishment of 1st WHO International Standard for anti-MERS-CoV antibody. *www.who.int* Retrieved from <https://www.who.int/publications/m/item/WHOBS2020.2398> [in Russian].

10 Perera, R.A., Wang, P., Gomaa, M.R., El-Shesheny, R., Kandeil, A., & Bagato, O., et al. (2013). Seroepidemiology for MERS coronavirus using microneutralisation and pseudoparticle virus neutralisation assays reveal a high prevalence of antibody in dromedary camels in Egypt, June 2013. *Euro Surveillance*, 18 (36); 20574. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es2013.18.36.20574>

11 Miguel, E., Perera, R.A., Baubekova, A., Chevalier, V., Faye, B., & Akhmetsadykov, N., et al. (2016). Absence of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus in Camelids, Kazakhstan, 2015. *Emerging infectious diseases*, 22 (3); 555–557. <https://doi.org/10.3201/eid2203.151284>

12 Woo, P.C., Lau, S.K., Teng, J.L., Tsang, A.K., Joseph, M., & Wong, E.Y., et al. (2014). Metagenomic analysis of viromes of dromedary camel fecal samples reveals large number and high diversity of circoviruses and picobirnaviruses. *Virology*, 471–473; 117–25. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2014.09.020>

13 Sridhar, S., Teng, J.L.L., Chiu, T.H., Lau, S., & Woo, P. (2017). Hepatitis E Virus Genotypes and Evolution: Emergence of Camel Hepatitis E Variants. *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (4); 869. <https://doi.org/10.3390/ijms18040869>

14 Ren, X., Wu, P., Wang, L., Geng, M., Zeng, L., & Zhang, J., et al. (2017). Changing epidemiology of hepatitis A and hepatitis E viruses in China, 1990–2014. *Emerging Infectious Diseases*, 23 (2); 276–279. <https://doi.org/10.3201/2302.161095>

N.S. Ongarbayeva, N.T. Saktaganov*, T.I. Glebova,
M.G. Shamenova, N.G. Klivleyeva

Research and Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan

**Corresponding author: nsaktaganov1984@mail.ru*

Isolation and characteristics of influenza viruses circulating among swine populations in Kazakhstan during 2018–2019

Swine influenza is regarded as a highly contagious and acute infection. Swine can serve as a tool for the emergence of new influenza viruses that are potentially dangerous to humans. This paper shows the results of the isolation of influenza virus strains circulating among swine in Kazakhstan during 2018–2019 and the characterization of their biological properties. Biological samples were collected from pigs of 2 to 5 months of age in peasant livestock farms in East Kazakhstan, North Kazakhstan, Almaty, and Pavlodar regions. During the execution of the polymerase chain reaction for 662 collected samples, the genetic material of the influenza virus was found in 3.17 % of cases, of which the influenza A/H1N1 virus RNA was detected in 1.08 % and that of the A/H3N2 virus in 0.30 %. With performing virological studies of the obtained samples, three hemagglutinating agents were retrieved and indicated as influenza A viruses of the H1N1 and H3N2 subtypes. The isolated strains of swine influenza A virus revealed similarities with each other in a number of characteristics (temperature sensitivity of hemagglutinin, rates of adsorption and elution, sensitivity to nonspecific serum inhibitors), but differed in infectious activity. The results achieved in the detection of virus genetic material in the polymerase chain reaction and the data of virological studies confirmed the circulation of influenza A/H1N1 and A/H3N2 viruses among the swine population in different regions of Kazakhstan during 2018–2019. These findings highlight the importance of continuous monitoring of swine influenza viruses for detection of possibility of interspecies transmission of this infectious agent.

Keywords: virus, influenza, strain, isolate, antigen, hemagglutinin, swine, Kazakhstan.

Introduction

The influenza virus (IV) belongs to the *Orthomyxoviridae* family and is the major causative agent of infectious diseases of respiratory tract of humans and animals. Today, it is common to classify influenza viruses into four types: A, B, C, D.

Influenza A virus (IAV) can infect epithelial cells of almost all species of birds and mammals including humans [1]. Swine IV mainly affects the epithelium of the respiratory tract, causing cough, fever, somnolence, and anorexia. IAV is one of the most widespread excitors of respiratory tract diseases in pigs throughout the world [2]. The rate of IAVs infection in swine is high (up to 100 %); the disease is accompanied by low lethality: only 1 % of infected animals die. However, reproductive disorders along with weight loss and exacerbation of secondary infections characteristic of swine influenza result in some serious problems in animals and huge economic losses for the swine industry [3].

Currently, three influenza A subtypes are the most commonly circulating in swine: H1N1, H3N2, and H1N2 [4]. The swine population plays a significant role in the IAVs' evolution since they are a unique reservoir for the re-assortment of multi-host infectious agents. The presence of cellular receptors for human, mammalian, and avian IAVs in swine explains the possibility of their transmission from humans and birds to swine and vice versa [5]. There is abundant evidence that all IV subtypes can persist in swine. The simultaneous infection of an animal with viruses of various origins can lead to their re-assortment. The resulting IV re-assorting strains may give rise to a new influenza pandemic. Such an example is presented by two influenza pandemics of the XX century (IV A/H2N2 and A/H3N2), as well as the triple re-assorting H1N1pdm09, which has overcome the interspecies barrier, rapidly spread among the population of all countries of the world [6].

In recent years, A/H1N1pdm09 virus which caused the 2009–2010 influenza pandemic and subsequently almost displaced the previously circulating seasonal A/H1N1 strains continues to circulate in Kazakhstan. At the same time, the circulation of viruses with the antigenic formula A/H3N2 and two type B lines is going on in parallel with IV A/H1N1pdm09 [7].

Human and swine IVs exhibit a number of common features which suggests their relationship and common origin [8]. The issue of interspecies transmission of human and swine IAV (H1N1) is an important factor in the studies of the evolution, ecology, and epidemiology of the pathogen.

In the Republic of Kazakhstan, influenza epizootics among swine are a matter of great concern. In 1984, as a result of virological examination of piglets with clinical signs of respiratory diseases in swine farms located in East Kazakhstan, three IV A/H1N1 strains were isolated. The circulation of influenza A/H1N1 and A/H3N2 viruses was revealed in 2014–2018 among pigs of different ages in peasant farms located in different regions of the country [9, 10].

Determination of the biological and antigenic characteristics of circulating viruses makes it possible to identify the key directions in variation, phylogenetic relationships of the strains that were observed earlier and constantly appear in different countries and regions. The presence of mechanisms for antigenic variation in the influenza virus can lead to a radical change in their biological properties [11–15].

To understand the origin and structure of pandemic IVs, predict and prevent epidemics and pandemics, the surveillance of influenza infection among swine and the identification of new reassortant variants will therefore never lose their relevance.

In this regard, the goal of this investigation is to obtain and describe swine IV among animal populations in Kazakhstan during 2018–2019.

Experimental

Nasopharyngeal swabs from pigs were gathered in flasks with 2 mL of medium 199; 0.5 % bovine serum albumin and a complex of antibiotic drugs (50,000 units/mL of penicillin; 50 µg/mL of streptomycin; 3,000 µg/mL of gentamicin; 5,000 units/mL of nystatin). The specimens were retained for a day at 4 °C and preserved in liquid nitrogen (–196 °C).

RT-PCR was implemented on a Rotor-Gene Q 6Plex amplifier (QIAGEN, Germany) using RIBO-prep, AmpliSens® Influenza virus A/B-FL, AmpliSens® Influenza virus A-type FL, and AmpliSens® Influenza virus A/H1-swine-FL kits (Moscow).

9–11-day-old developing chicken embryos (CE) were used as a model for the isolation of hemagglutinating agents (HAA). To indicate the virus in the hemagglutination assay, a 0.75 % suspension of chicken and human 0 (1) blood group erythrocytes was used.

New viruses were typed in the hemagglutination inhibition (HAI) assay and the neuraminidase inhibition (NAI) assay according to the WHO recommendations with the panels of polyclonal serums [16].

The infectious activity of the strains was established in accordance with the generally accepted method [17], their titer was manifested in lgEID₅₀/0.2 mL.

Antigenic surface glycoproteins were examined in the HAI assay according to the WHO recommendations [18] with rabbit immune serums.

The adsorbing properties of viruses were studied for 18 hours on formalized chicken erythrocytes with constant stirring at 4 °C. The rate of elution from erythrocytes of the Kazakhstan swine IV strains was determined in buffered saline at 37 °C with a time interval of 30–240 min.

The sensitivity of hemagglutinin (HA) to the temperature factor was determined by the ability of viruses to agglutinate erythrocytes after heating at 56 °C for 5, 10, 15, 30, and 60 min [19].

The spectrum of hemagglutinating activity of the strains was established in the hemagglutination assay with 0.75 % suspensions of guinea pig, hen, ram, and human blood group 0 (1) red blood cells [20].

The responsiveness of strains to nonspecific inhibitors was recognized in the HI assay with guinea pig, hen, and rabbit blood serums with native (without heating) and after heating (at 62 °C for 30 min and 100 °C for 10 min).

Statistical processing of the results was implemented by obtaining the geometric mean of the data collected in the thrice-repeated experiments and determining their standard deviations.

Results and Discussion

To carry out virological studies, in 2018–2019 biological samples were collected from 2–5-month-old pigs in peasant livestock farms located in the Almaty, North Kazakhstan, East Kazakhstan, and Pavlodar regions. A total of 662 nasopharyngeal swabs were obtained. The results of the primary investigation of nasopharyngeal samples for presence of genetic material of IVs in RT-PCR assays are presented in Table 1.

Table 1

Characterization and RT-PCR screening of biological samples collected from swine in 2018–2019

Place of collecting	Number of collected samples	The number of PCR-positive samples to			
		Influenza virus of type A	Influenza virus subtypes		Influenza type A virus with an unspecified subtype
			A/Hsw1N1	A/H3N2	
Almaty region	97	7	3	2	2
Karaganda region	110	2	0	0	2
East Kazakhstan region	103	1	1	0	0
Pavlodar region	172	7	2	0	2
North-Kazakhstan region	180	4	1	0	3
Total	662	21	7	2	9

As shown in Table 1, while carrying out studies of samples in RT-PCR, the IV genetic material was revealed in 21 one (3.17 % of the total amount of investigated samples). When subtyping IV-positive samples, influenza A/Hsw1N1 virus RNA was detected in seven samples (1.08 %), while influenza A/H3N2 virus RNA in two samples (0.30 %). The subtype could not be identified in nine biological samples (1.36 %).

Thus, the primary screening of nasopharyngeal swabs showed the circulation of influenza A/Hsw1N1 and A/H3N2 viruses among the swine population in Kazakhstan.

In the case of primary infection of CEs with samples collected from different regions of Kazakhstan in 2018–2019, three HAAs were identified (A/swine/Pavlodar/43/19, A/swine/Pavlodar/44/19, and A/swine/Almaty/45/19) with hemagglutination titers which varied in the range of 1:32–1:128.

The antigenic formula of the isolates was determined in the HAI and NAI assays and RT-PCR. Table 2 is presented the results of HA subtype identification in the HAI assay.

Table 2

Identification of hemagglutinin subtypes of swine influenza viruses in HAI assay in Kazakhstan 2019

Diagnostic sera to reference strains	Homologous titers	Isolat		
		swine/Pavlodar/43/19	swine/Pavlodar/44/19	swine/Almaty/45/19
A/Michigan/45/2015 (H1N1) pdm	160	80	40	<20
A/USA/1976/31 (H1N1)	1280	160	80	<20
A/California/04/09 (H1N1) pdm	640	40	40	<20
A/New Jersey/8/76 (H1N1)	640	80	80	<20
A/Singapore/INFIMH-16-0019/2016 (H3N2)	160	<20	<20	40
A/Perth/16/09 (H3N2)	640	<20	<20	80
A/Panama/2007/99 (H3N2)	640	<20	<20	160
B/Colorado/06/2017	160	<20	<20	<20

Table 2 shows that the hemagglutinating activity of the A/swine/Pavlodar/43/19 and A/swine/Pavlodar/44/19 isolates from 1/16 to 1/4 of the homologous titer (1:40–1:160) was inhibited by diagnostic serums against reference viruses with antigenic formula A/H1N1. This made it possible to assign HAA from the Pavlodar region (43/19 and 44/19) to IAV with the H1 HA subtype. Isolate A/swine/Almaty/45/19 reacted with immune serums against reference variants with antigenic formula A/H3N2 in 1/8–1/4 of the homologous titer (1:40–1:160), which identified it as IV with the H3HA subtype.

Identification of the neuraminidase subtype, carried out in the NAI assay, showed that the enzymatic activity of isolates with the A/H1 HA subtype (A/swine/Pavlodar/43/19 and A/swine/Pavlodar/44/19) was inhibited by polyclonal diagnostic serum against A/H1N1 virus, while that with the A/H3 HA subtype (A/swine/Almaty/45/19) by the serum against A/H3N2 virus in the titers of 1:100.

RT-PCR studies confirmed the belonging of two strains isolated from biological samples collected in Pavlodar (43/19 and 44/19) to IV A/H1N1 and that of the 45/19 strain isolated from samples obtained in Almaty to influenza A/H3N2 virus.

According to the results of identification in the HAI and NAI assays and RT-PCR, the Pavlodar isolates: 43/19 and 44/19 were authenticated as influenza A/H1N1 viruses, the Almaty isolate 45/19 was allocated to influenza A virus with antigenic formula H3N2.

Isolates were cloned by the limiting dilution method on developing CE. As the results showed, the hemagglutinating activity of strains (A/swine/Pavlodar/43/19, A/swine/Pavlodar/44/19, and A/swine/Almaty/45/19) was in the range of 1:512–1:1024.

In Table 3 the results of studies of the major biological properties (infectious activity, HA thermal sensitivity, adsorption-elution) of the regional and reference IV strains are shown.

Table 3

Biological properties of swine influenza virus strain isolated in 2019 in comparison with reference viruses

Isolat	Infectious activity (lg EID _{50/0.2})	Thermostability of hemagglutinin		Adsorption of influenza viruses on CE, %	Elution speed at 37 °C in h.
		Initial	60 min		
A/swine/Pavlodar/43/19 (H1N1)	5.4	8.9±0.2*	9.8±0.4	90	1.0
A/swine/Pavlodar/44/19 (H1N1)	4.8	9.8±0.4	9.6±0.4	100	1.0
A/swine/Almaty/45/19 (H3N2)	3.8	9.7±0.2	9.6±0.2	90	0.5
A/swine/Iowa/15/30 (H1N1)	8.7	9.7±0.6	6.3±0.6	100	1.0
A/swine/USA/1976/31 (H1N1)	8.0	8.7±0.6	6.6±0.6	90	0.5
A/California/04/09 (H1N1) pdm	6.0	8.7±0.6	6.6±0.6	100	1.0
A/Wisconsin/67/05 (H3N2)	6.8	7.7±0.4	6.3±0.4	90	1.0

Note — * the geometric mean logarithms to the base 2 for hemagglutinin inverse titers after heating at 56 °C are presented

Table 3 shows that the infectious activity of swine IV strains on EC ranged from 3.8 to 5.4 lg EID_{50/0.2} mL. On this basis, the Kazakhstan isolates were slightly inferior to the reference strains, the infectivity of which was 6.0–8.7 lg EID_{50/0.2} mL.

While studying the HA sensitivity of the Kazakhstan 2019 swine influenza viruses to heating at 56 °C, it was found that, as the reference strains, they were classified as thermostable variants, since after heating for 60 min they retained the ability to agglutinate chicken erythrocytes in high titers.

All examined viruses had good adsorption and elution capacity in relation to chicken erythrocytes, since the percentage of their adsorption on erythrocytes was 90–100 %, the elution process was completed after 30–60 min of incubation at 37 °C.

While examining the spectrum of hemagglutinating activity with erythrocytes from humans with 0 (1) blood group and various animal species, it was found that the Kazakhstan strains, as the reference variants, actively agglutinated in high titers all types of erythrocytes taken in the experiment (Tab. 4).

Table 4

**Hemagglutinating activity of isolates and reference strains
in relation to erythrocytes from humans and various animal species**

Isolat	Red blood cells			
	hen	guinea pig	ram	Human of group "0"
A/swine/Pavlodar/43/19 (H1N1)	8.2±0.6	10.1±0.0	9.8±0.0	10.8±0.6
A/swine/Pavlodar/44/19(H1N1)	8.6±0.6	9.8±0.6	10.0±0.0	10.2±0.0
A/swine/Almaty/45/19 (H3N2)	8.8±0.6	11.0±0.6	10.2±1.0	10.1±0.0
A/swine/Iowa/15/30(H1N1)	9.7±0.6	12.0±0.0	9.5±1.0	9.6±1.5
A/swine/USA/1976/31(H1N1)	8.7±0.6	11.0±0.0	8.2±1.0	9.3±1.0
A/California/04/09 (H1N1) pdm	8.7±0.6	9.3±0.6	6.6±0.0	8.0±0.0
A/Wisconsin/67/05 (H3N2)	7.7±0.6	8.6±1.0	9.8±0.6	9.5±1.5

Note — the geometric mean logarithms to the base 2 for hemagglutinin inverse titers are presented.

The sensitivity of isolated strains to serum inhibitors was determined in the HAI assay with the guinea pig, chicken, and rabbit blood serums. The data are illustrated in Table 5.

Sensitivity of isolates and reference strains to nonspecific inhibitors of blood serums

Isolat	Animal blood serum								
	Guinea pig			hen			rabbit		
	native	warmed up (62°C)	warmed up (100°C)	native	warmed up (62°C)	warmed up (100°C)	native	warmed up (62°C)	warmed up (100°C)
A/swine/Pavlodar/43/19 (H1N1)	<20	40	80	<20	40	80	<20	20	40
A/swine/Pavlodar /44/19(H1N1)	<20	20	80	<20	40	40	<20	40	80
A/swine/Almaty/45/19 (H3N2)	<20	40	160	<20	80	160	<20	80	160
A/swine/Iowa/15/30	<20	40	80	<20	<20	40	<20	80	160
A/swine/USA/1976/31	<20	80	80	<20	<20	40	<20	40	160
A/California/04/09 (H1N1) pdm	<20	40	80	<20	<20	40	<20	80	80
A/Wisconsin/67/05 (H3N2)	<20	40	160	<20	80	160	<20	80	160

Note — the reciprocals of specific anti-hemagglutinin titers are presented/

It is indicated in Table 5 that all strains were inhibitor-resistant. Their hemagglutinating activity was not inhibited by native chicken, guinea pig, and rabbit serums. At the same time, the heating of blood serums promoted an increase in their inhibitory activity. Titers increased in the HAI assay with serums heated at 62°C and even more during boiling (1:20–1:160).

Thereby, influenza virus strains isolated from pigs nasal swabs of Pavlodar and Almaty regions in 2018–2019 showed similarities with each other in terms of HA thermal sensitivity, adsorption and elution rates, sensitivity to nonspecific serum inhibitors, but differed in infectious activity.

Conclusions

Pigs as a mixing vessel play a major role in the interspecies adaptation and spread of IVs. In order to reduce the likelihood and minimize the role of these animals as a source of the next pandemic causative agent, a decisive role is therefore assigned to the continuous surveillance of influenza in the populations of these animals. Obtaining the comprehensive picture of the infectious process of the influenza infection process will make it possible to predict the epidemiological and epizootic situation; thus, to choose the correct strategy and tactics for conducting preventive measures, identifying the unique biological properties of swine IV is an important component.

References

- 1 Sandbulte M.R. Optimal use of vaccines for control of influenza A virus in swine / M.R. Sandbulte, A.R. Spickler, P.K. Zaabel, J.A. Roth // *Vaccines*. — 2015. — Vol. 3, No. 1. — P. 22–73. <https://doi.org/10.3390/vaccines3010022>
- 2 Brown I.H. The epidemiology and evolution of influenza viruses in pigs / I.H. Brown // *Vet Microbiol.* — 2000. — Vol. 74, No. 1–2. — P. 29–46. [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(00\)00164-4](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(00)00164-4)
- 3 Olsen C.W. Swine influenza // In book: *Diseases of Swine*, 9th Edition / C.W. Olsen, I. Brown, B.C. Easterday, K. Van Reeth, K. — Iowa: Iowa State University Press, 2006. — P. 469–482.
- 4 Kyriakis C.S. Virological Surveillance and Preliminary Antigenic Characterization of Influenza Viruses in Pigs in Five European Countries from 2006 to 2008 / C.S. Kyriakis, I.H. Brown, E. Foni, G. Kuntz-Simon, J. Maldonado, F. Madec, S.C. Essen, C. Chiapponi, K. Van Reerh // *Zoonoses and Public Health*. — 2011. — Vol. 58, No. 2. — P. 93–101. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01301.x>
- 5 Ma W. Swine influenza virus: Current status and challenge / W. Ma // *Virus Research*. — 2020. — Vol. 288, Iss. 198118. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198118>
- 6 Neumann G., Noda T., Kawaoka Y. Emergence and pandemic potential of swineorigin H1N1 influenza virus // *Nature*. — 2009. — Vol. 459, No. 7249. — P. 931–939. DOI: 10.1038/nature08157
- 7 Klivleyeva N.G. Detection of influenza virus and pathogens of acute respiratory viral infections in population of Kazakhstan during 2018–2019 epidemic season / N.G. Klivleyeva, N.S. Ongarbayeva, A.M. Baimukhametova, N.T. Saktaganov, G.V. Lukmanova, T.I. Glebova, M.K. Sayatov, V.E. Berezin, G.E. Nusupbaeva, A.M. Aikimbayev // *Russian Journal of Infection and Immunity*. — 2021. — Vol. 11, No. 1. — P. 137–147. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-DOI-1348>
- 8 Покровский В.И. Грипп птиц: основы патогенности и вклад в эволюцию пандемических вирусов / В.И. Покровский, О.И. Киселев // *Грипп птиц: происхождение инфекционных биокатастроф*. — СПб.: Росток, 2005. — С. 15–60.

- 9 Кливлеева Н.Г. Обнаружение вирусов гриппа А(H1N1) у людей и свиней в регионе Северного Казахстана в 2014–2016 гг. / Н.Г. Кливлеева, Н.Т. Сактаганов, Т.И. Глебова, Г.В. Лукманова, М.Г. Шаменова, М.Х. Саятов, Н.С. Онгарбаева, М.Қ. Қалқожаева, А.М. Баймухаметова, Л.К. Амирашева, М.К. Мустафин, Б.М. Мустафин, Г.А. Байсеев // Изв. НАН РК. Серия биол. и мед. — 2017. — № 5 (323). — С. 106–114.
- 10 Klivleyeva N.G. Circulation of Influenza Viruses Among Humans and Swine in the Territory of Kazakhstan During 2017–2018 / N.G. Klivleyeva, N.S. Ongarbayeva, N.T. Saktaganov, T.I. Glebova, G.V. Lukmanova, M.G. Shamenova, M.Kh. Sayatov, V.E. Berezin, G.E. Nusupbaeva, A.M. Aikimbayev, R.J. Webby // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. — 2019. — Vol. 2, No. 378. — P. 6–13. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.35>
- 11 Gregory V. Emergence of influenza A H1N2 reassortant viruses in the human population during 2001 / V. Gregory // Virology. — 2002. — Vol. 300, № 1. — P. 1–7.
- 12 Xu X. International circulation of human influenza A (H1N2) reassortant viruses during the 2001–2002 influenza season / X. Xu, C.B. Smith, B.A. Mungall, S.E. Lindstrom, H.E. Hall, K. Subbarao, N.J. Cox, A. Klimov // J. Infect. Dis. — 2002. — Vol. 186, No. 10. — P. 490–493.
- 13 Киселев О.И. Грипп А/H1N1 как типичная эмерджентная инфекция / О.И. Киселев, В.П. Малый, В.В. Зарубабаев, А.Л. Коваленко, Т.В. Сологуб, М.Г., Романцов, О.В. Волобуева, О.В. Голобова, Т.И. Лядова, М.А. Тымкович [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://medi.ru/info/426/>
- 14 Сактаганов Н.Т. Характеристика биологических свойств изолятов вируса гриппа свиней А/H1N1, выделенных в Актыбинской области в 2014 г. / Н.Т. Сактаганов, Н.Г. Кливлеева, Т.И. Глебова, М.Қ. Қалқожаева, Г.В. Лукманова, Н.С. Онгарбаева, С.Б. Байсейіт, А.М. Баймухаметова, М.Г. Шаменова // Ветеринария. — 2019. — № 2. — С. 21–25. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2019.22.2.21-25>
- 15 Saktaganov N.T. Study on antigenic relationships and biological properties of swine influenza a/h1n1 virus strains isolated in Northern Kazakhstan in 2018 / N.T. Saktaganov, N.G. Klivleyeva, N.S. Ongarbayeva, T.I. Glebova, G.V. Lukmanova, A.M. Baimukhametova // Сельскохозяйственная биология. — 2020. — Vol. 55, No. 2. — P. 355–363. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.355eng>
- 16 Douwdal W.A. Influenza virus / W.A. Douwdal, A. Kendal, G.R. Noble // Diagnostic Procedures for Viral, Rickettsial and Chlamydial Infection. — Washington, 1979. — P. 585–609.
- 17 Ramakrishnan M.A. Determination of 50 % endpoint titer using a simple formula / M.A. Ramakrishnan // World J. Virol. — 2006. — No. 5. — P. 85–86.
- 18 WHO Global Influenza Surveillance Network. Manual for the laboratory diagnosis and virological surveillance of influenza. — Geneva: WHO, 2011. — 153 p.
- 19 Cloud S. Characterisation of nine avian paramyxoviruses / S. Cloud, J. Rosenberger // Avian Dis. — 1986. — Vol. 24. — P. 139–152.
- 20 Ito T. Receptor specificity of influenza A viruses correlates with the agglutination of erythrocytes from different animal species / T. Ito, Y. Suzuki, L. Mitnaul, A. Vines, H. Kida, Y. Kawaoka // J. Virol. — 1997. — Vol. 227. — P. 493–499. <https://doi.org/10.1006/viro.1996.8323>

Н.С. Онгарбаева, Н.Т. Сактаганов, Т.И. Глебова,
М.Г. Шаменова, Н.Г. Кливлеева

2018–2019 жылдары Қазақстанда шошқа популяциясында таралған тұмау вирусын оқшаулау және сипаттамасы

Шошқа тұмауы өте жұқпалы және өткір инфекция болып саналады. Сонымен қатар, шошқалар адамдар үшін ықтимал қауіпті тұмаудың жаңа вирустарының пайда болуының құралы бола алады. Мақалада 2018–2019 жылдары Қазақстанда шошқаларда таралған тұмау вирусының штамдарын оқшаулау нәтижелері және олардың биологиялық қасиеттерінің сипаттамасы келтірілген. Биологиялық сынамаларды жинау Шығыс Қазақстан, Солтүстік Қазақстан, Алматы және Павлодар облыстарының шошқа өсірумен айналысатын шаруа қожалықтарындағы 2–5 айлық шошқаларға жүргізілді. Жиналған 662 үлгінің полимеразды тізбекті реакциясы кезінде тұмау вирусының генетикалық материалы 3,17 % жағдайда анықталды, оның ішінде А/H1N1 тұмау вирусының РНҚ 1,08 %, ал А/H3N2 вирусының РНҚ 0,30 % анықталды. Биосынамаға вирусологиялық зерттеулер жүргізу кезінде А/H1N1 және А/H3N2 тұмауының вирустары ретінде анықталған үш гемагглютинациялаушы агент табылды. Шошқаның А тұмауы вирусының оқшауланған штамдары бірқатар белгілері бойынша (гемагглютининнің термосезімталдығы, адсорбция және элюция жылдамдығы, қан сарысуының сипатты емес тежегіштеріне сезімталдық) бір-біріне ұқсас болды, бірақ инфекциялық белсенділігімен ерекшеленді. Полимеразды тізбекті реакциядағы вирустық генетикалық материал детекциясының нәтижелері және вирусологиялық зерттеулердің деректері 2018–2019 жылдары Қазақстанның әртүрлі өңірлеріндегі шошқа популяциясында А/H1N1 және А/H3N2 тұмауы вирусының айналымын растайды. Алынған мәліметтер осы инфекциялық агенттің тұраралық берілу мүмкіндігін анықтау үшін шошқа тұмауы вирусын үнемі бақылаудың маңыздылығын көрсетеді.

Кілт сөздер: вирус, тұмау, штамм, изолят, антиген, гемагглютинин, шошқа, Қазақстан.

Н.С. Онгарбаева, Н.Т. Сактаганов, Т.И. Глебова,
М.Г. Шаменова, Н.Г. Кливлеева

Изоляция и характеристика вирусов гриппа, циркулировавших в популяциях свиней в Казахстане в 2018–2019 гг.

Грипп свиней считается высококонтагиозной и остропротекающей инфекцией. Свиньи могут служить инструментом возникновения новых потенциально опасных для человека вирусов гриппа. В статье приведены результаты изоляции штаммов вируса гриппа, циркулировавших у свиней в Казахстане в 2018–2019 гг., и характеристика их биологических свойств. Сбор биологических проб проводили от свиней 2–5-месячного возраста в крестьянских животноводческих хозяйствах Восточно-Казахстанской, Северо-Казахстанской, Алматинской и Павлодарской областей. В ходе полимеразной цепной реакции генетический материал вируса гриппа был обнаружен в 3,17 % случаев, из которых РНК вируса гриппа А/Н1N1 была обнаружена в 1,08 %, а вирус А/Н3N2 — в 0,30 %. При проведении вирусологических исследований биопроб выделены три гемагглютинирующие агента, идентифицированные как вирусы гриппа А/Н1N1 и А/Н3N2. Изолированные штаммы вируса гриппа А свиней по ряду признаков (термоустойчивость гемагглютинина, скорость адсорбции и элюции, чувствительность к неспецифическим ингибиторам сывороток крови) проявляли сходство между собой, но различались по инфекционной активности. Результаты детекции вирусного генетического материала в полимеразной цепной реакции и данные вирусологических исследований подтверждают циркуляцию в 2018–2019 гг. в популяции свиней в различных регионах Казахстана вирусов гриппа А/Н1N1 и А/Н3N2. Полученные данные подчеркивают важность постоянного мониторинга вирусов гриппа свиней для выявления возможности межвидовой передачи этого инфекционного агента.

Ключевые слова: вирус, грипп, штамм, изолят, антиген, гемагглютинин, свинья, Казахстан.

References

- 1 Sandbulte, M.R., Spickler, A.R., Zabel, P.K., & Roth, J.A. (2015). Optimal Use of Vaccines for Control of Influenza A Virus in Swine. *Vaccines*, 3(1); 22–73. <https://doi.org/10.3390/vaccines3010022>
- 2 Brown, I.H. (2000). The epidemiology and evolution of influenza viruses in pigs. *Veterinary microbiology*, 74 (1–2); 29–46. [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(00\)00164-4](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(00)00164-4)
- 3 Olsen, C.W., Brown, I., Easterday, B.C., & Van Reeth, K. (2006). Swine influenza. *Diseases of Swine* (9th Ed.), Iowa: Iowa State University Press, 469–482.
- 4 Kyriakis, C.S., Brown, I.H., Foni, E., Kuntz-Simon, G., Maldonado, J., & Madec, F., et al. (2011). Virological surveillance and preliminary antigenic characterization of influenza viruses in pigs in five European countries from 2006 to 2008. *Zoonoses and public health*, 58 (2); 93–101. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2009.01301.x>
- 5 Ma, W. (2020). Swine influenza virus: Current status and challenge. *Virus research*, 288; 198118. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198118>
- 6 Neumann, G., Noda, T., & Kawaoka, Y. (2009). Emergence and pandemic potential of swine-origin H1N1 influenza virus. *Nature*, 459; 931–939. <https://doi.org/10.1038/nature08157>
- 7 Klivleyeva, N.G., Ongarbayeva, N.S., Baimukhametova, A.M., Saktaganov, N.T., Lukmanova, G.V., & Glebova, T.I., et al. (2021). Detection of influenza virus and pathogens of acute respiratory viral infections in population of Kazakhstan during 2018–2019 epidemic season. *Russian Journal of Infection and Immunity*, 11(1); 137–147. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-DOI-1348>
- 8 Pokrovskii, V.I., & Kiselev, O.I. (2005). Gripp ptits: osnovy patogennosti i vklad v evoliutsiiu pandemicheskikh virusov [Avian Influenza: Fundamentals of Pathogenicity and Contribution to the Evolution of Pandemic Viruses]. *Gripp ptits: proiskhozhdenie infektsionnykh biokatastrof — Avian influenza: the origin of infectious bio-disasters*. Saint Petersburg: Rostok [in Russian].
- 9 Klivleyeva, N.G., Saktaganov, N.T., Glebova, T.I., Lukmanova, G.V., Shamenova, M.G., & Saiatov, M.Kh., et al. (2017). Obnaruzhenie virusov grippa A(H1N1) u liudei i svinei v regione Severnogo Kazakhstana v 2014–2016 gg. [Detection of influenza A (H1N1) viruses in humans and pigs in the region of northern Kazakhstan in 2014–2016]. *Izvestiia NAN RK. Seriya biologiya i meditsina — Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Biology and Medicine*, 5(323), 106–114 [in Russian].
- 10 Klivleyeva, N.G., Ongarbayeva, N.S., Saktaganov, N.T., Glebova, T.I., Lukmanova, G.V., & Shamenova, M.G., et al. (2019). Circulation of influenza viruses among humans and swine in the territory of Kazakhstan during 2017–2018. *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2(378); 6–13. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.35>
- 11 Gregory, V., Bennett, M., Orkhan, M.H., Al Hajjar, S., Varsano, N., & Mendelson, E., et al. (2002). Emergence of influenza A H1N2 reassortant viruses in the human population during 2001. *Virology*, 300 (1); 1–7. <https://doi.org/10.1006/viro.2002.1513>
- 12 Xu, X., Smith, C.B., Mungall, B.A., Lindstrom, S. E., Hall, H.E., Subbarao, K., Cox, N.J., & Klimov, A. (2002). Intercontinental circulation of human influenza A (H1N2) reassortant viruses during the 2001–2002 influenza season. *The Journal of infectious diseases*, 186 (10); 1490–1493. <https://doi.org/10.1086/344738>

- 13 Kiselev, O.I., Malyi, V.P., Zarubabaev, V.V., Kovalenko, A.L., Sologub, T.V., & Romantsov, M.G., et al. Gripp A/H1N1 kak tipichnaia emerzhethnaia infektsiia [Influenza A/H1N1 as a typical emerging infection]. *medi.ru* Retrieved from <https://medi.ru/info/426/> [in Russian].
- 14 Saktaganov, N.T., Klivleeva, N.G., Glebova, T.I., Qalqozhaeva, M.Q., Lukmanova, G.V., & Ongarbaeva, N.S., et al. (2019). Kharakteristika biologicheskikh svoistv izolyatov virusa grippa svinei A/N1N1, vydelennykh v Aktiubinskoi oblasti v 2014 g. [Characteristics of the biological properties of the swine influenza virus A / H1N1 isolated in the Aktobe region in 2014]. *Veterinariia — Veterinary medicine*, 2, 21–25. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2019.22.2.21-25> [in Russian].
- 15 Saktaganov, N.T., Klivleyeva, N.G., Ongarbayeva, N.S., Glebova, T.I., Lukmanova, G.V., & Baimukhametova, A.M. (2020). Study on antigenic relationships and biological properties of swine influenza a/H1N1 virus strains isolated in Northern Kazakhstan in 2018. *Agricultural Biology*, 55 (2); 355–363. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.355eng>
- 16 Douwdal, W.A., Kendal, A., & Noble, G.R. (1979). *Influenza virus. Diagnostic Procedures for Viral, Rickettsial and Chlamydial Infection*. Washington.
- 17 Ramakrishnan, M.A. (2016). Determination of 50 % endpoint titer using a simple formula. *World journal of virology*, 5(2); 85–86. <https://doi.org/10.5501/wjv.v5.i2.85>
- 18 World Health Organization (2011). *WHO Global Influenza Surveillance Network. Manual for the laboratory diagnosis and virological surveillance of influenza*. Geneva: WHO.
- 19 Cloud, S., & Rosenberger, J. (1986). Characterisation of nine avian paramyxoviruses. *Avian Dis.*, 24; 139–152.
- 20 Ito, T., Suzuki, Y., Mitnaul, L., Vines, A., Kida, H., & Kawaoka, Y. (1997). Receptor specificity of influenza A viruses correlates with the agglutination of erythrocytes from different animal species. *Virology*, 227(2); 493–499. <https://doi.org/10.1006/viro.1996.8323>

B.B. Osmonali^{1,2*}, P.V. Vesselova¹, G.M. Kudabayeva¹, N.Z. Akhtayeva²

¹*Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan;*

²*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*Corresponding author: be96ka_kz@mail.ru)

Phytocenotic features of species of the genus *Salsola* L. (*Chenopodiaceae* Vent. / *Amaranthaceae* Juss.) in the desert part of the Syrdarya river valley

The study of species of the genus *Salsola* L. in the desert part of the Syrdarya river valley (Kyzylorda region) is of great importance for identifying the features of the structure of phytocenoses in this region, which will facilitate rational use of plant resources and make recommendations for the radical improvement and recultivation of pastures in this territory. Various phytocenoses are confined to this territory, including those with the participation (dominance) of species of the genus *Salsola* L. Classical botanical methods were used in the research process. Fundamental floral summaries were used to identify the collected material. Vegetation was studied applying traditional methods of field geobotanical research. According to the results of the expedition work in the desert part of the Syrdarya river valley, 24 plant communities were described with the participation and dominance of species of the genus *Salsola* L. The communities differed from each other in the composition of the species. This is due to the diversity of the combination of environmental factors: natural physical and geographical and anthropogenic. The 24 communities represented can be divided into two groups: 1) communities dominated by species of the genus *Salsola*; 2) communities containing species of the genus *Salsola*. As a result, it was found that the annual species of the genus *Salsola*: *S. nitraria*, *S. paulsenii* and *S. tragus* are well adapted to the habitat conditions in the study area and can be used in reclamation work in desert zones.

Keywords: genus *Salsola* L., annual species, phytocenosis, dominants, Syrdarya river valley, ecology, anthropogenic factors, succession.

Introduction

In desert regions, people's lives are usually confined to rivers as water sources. The anthropogenic impact on the territory of the Syrdarya river valley is characterized by the historical duration and the greatest intensity. In addition, floodplain landscapes are characterized by a number of features that must be taken into account when intensifying their economic use. They are dynamic, easily vulnerable, subject to destruction by water, wind, various modes of transport, intensive grazing of farm animals, etc. [1].

Ecological and biological features, seasonal and multi-annual dynamics, structure and productivity of individual plant communities of the Syrdarya river valley were studied by different researchers, among them N.P. Ogar [2] and O.M. Demina [3]. In the works of above-mentioned researchers, there is information about the seasonal development of dominant plants, their yield and biological productivity of aboveground and underground phytomass, depending on the regime of surface flooding, the level of groundwater occurrence and soil salinity.

Since the mid-90s, N.P. Ogar has been studying the dynamics of the spatial structure of the vegetation of the Syrdarya river delta [2, 4]. The sphere of her interest was studies on the structure of vegetation cover depending on the age of floodplain terraces. The author showed that all the main types of vegetation are primary: shrubby and tree-shrubby “tugai”, meadows and grass swamps, but their floral composition and areal distribution are unequal in segments of different ages [2]. On the basis of a comprehensive analysis of the relationship between vegetation and ecological conditions, N.P. Ogar compiled generalized ecological and dynamic vegetation series that characterize the sub-zonal segments of the floodplain of the Syrdarya river [4]. They are the basis of legends for vegetation maps of different scales.

The description of the tree and shrub vegetation of the Syrdaryariver is in the work of S.A. Nikitin [5]. The scientist mentions the distribution of oleaster tugai in the Terenozek region and flood willows in the Syrdarya river delta. In the course of the studies of A.B. Baibulov, these communities were not noted [6].

In 2005–2008, detailed work was carried out to study the biodiversity of wetlands in all lake systems of the Syrdarya delta under the leadership of N.P. Ogar, with the participation of A.B. Baibulov. Studies of the vegetation cover of the Aral Sea coast were carried out by L.A. Demicheva et al. (2004–2006) [7–10].

The study of species of the genus *Salsola* L. in the Kyzylorda region has both theoretical and practical significance. Thus, knowledge of the peculiarities of the structure of phytocenoses in this region will allow us to develop recommendations for optimal nature management that do not cause considerable damage to plant resources and take into account measures to radically improve the pastures of this territory.

The vegetation cover of the desert part of the Syrdarya river valley is degraded for a variety of reasons, especially due to anthropogenic activities (grazing, agriculture, various construction works, road digression, and much more).

Pastures located near settlements, cattle tracks in the floodplain of the river, as well as the territory where road construction works are carried out are subject to significant violations. In the composition of the vegetation cover of these territories, various phytocenoses are observed, including communities with the participation (dominance) of species of the genus *Salsola*. The main consequence of the violation of these and any other phytocenoses is a decrease in their species diversity (due to the loss of the most vulnerable, as well as forage plants and their replacement with weeds, including poisonous species).

Objects and methods of research

The objects of the study were species of the genus *Salsola* L. (*Chenopodiaceae* Vent., or *Amaranthaceae* Juss.) and phytocenoses formed with the participation of these species in the desert part of the Syrdarya river valley.

Classical botanical (route–reconnaissance; ecological–systematic; ecological–geographical) methods were used in the research process. During the work, the herbarium material of the collection funds of the Institute of Botany and Phytointroduction (AA) was studied. Fundamental floristic and the latest modern works were used to identify the collected material during the expedition. Vegetation was studied using traditional methods of field geobotanical research and the works [11–24].

For each species of the genus *Salsola*, its participation in complex plant messages of varying degrees of disturbance is printed, assessed on a three-point scale (weakly, medium, severely disturbed) [24]. Representatives of the genus *Salsola*, in the features of annual species, are considered pioneers of overgrowth of disturbed arid territories. Poorly disturbed areas are when a particular community is dominated by shrubs, semi-shrubs, shrubs or semi-shrubs with perennials, that form a more or less stable community. As we understand it, there are practical networks of undisturbed territories in the Syrdarya river valley (due to Scott grazing). The average disturbed areas are dominated by the above-mentioned life forms, but at the same time subdomination or simply an abundance of annual sinanthropic widows in this community (ephemera are not considered). Heavily disturbed areas are a community with absolute dominance of annual *Salsola* species (for the study of the territory).

The description of phytocens and the collection of materials was carried out during the expedition research in the Syrdarya River valley (2018–2019) as part of the release of the grant project “Monitoring studies of the restoration of valuable vegetation in abandoned rice fields of the Kyzylorda region, prospects for their use” (2018–2020), and is also used by data on the past grant project “Monitoring of the vegetation composition of livestock runs — a scientific approach to the sustainable use of desert pastures of Kazakhstan (on the example of the Kyzylorda region)” (2015–2017).

Results and Discussion

During the expedition work in the desert part of the Syrdarya river valley, 24 plant communities were described with the participation or dominance of species of the genus *Salsola*. Communities differed from each other in the composition of species, which is due to the diversity of environmental factors: physical and geographical (terrain elements, soil, moisture, salinization, etc.) and anthropogenic (disturbed areas due to grazing, construction and repair work, unregulated traffic, etc.) (Fig. 1).

The described communities can be divided into two groups:

- communities with the dominance of the genus *Salsola* species;
- communities containing species of the genus *Salsola*.

The 1st group of communities: *Arbusculi Salsoletum*, *Orientali Salsoletum*, *Annual Salsoletum* (4 different types), *Hispidi Tamaretum annual salsolosum motley grass*, *Annual Salsoletum convolvulosum*, *Pseudalhari Alhagetum arbusculisalsolosum*. We divide this group of communities into 3 sub-groups (Fig. 2).

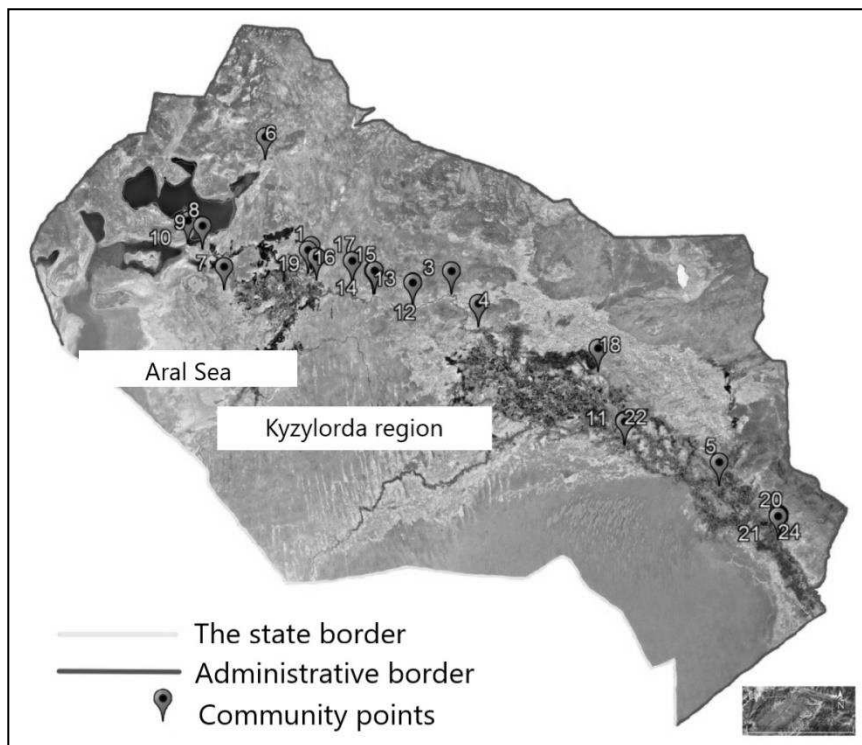


Figure 1. Map-scheme of the Kyzylorda region with the points of description of communities

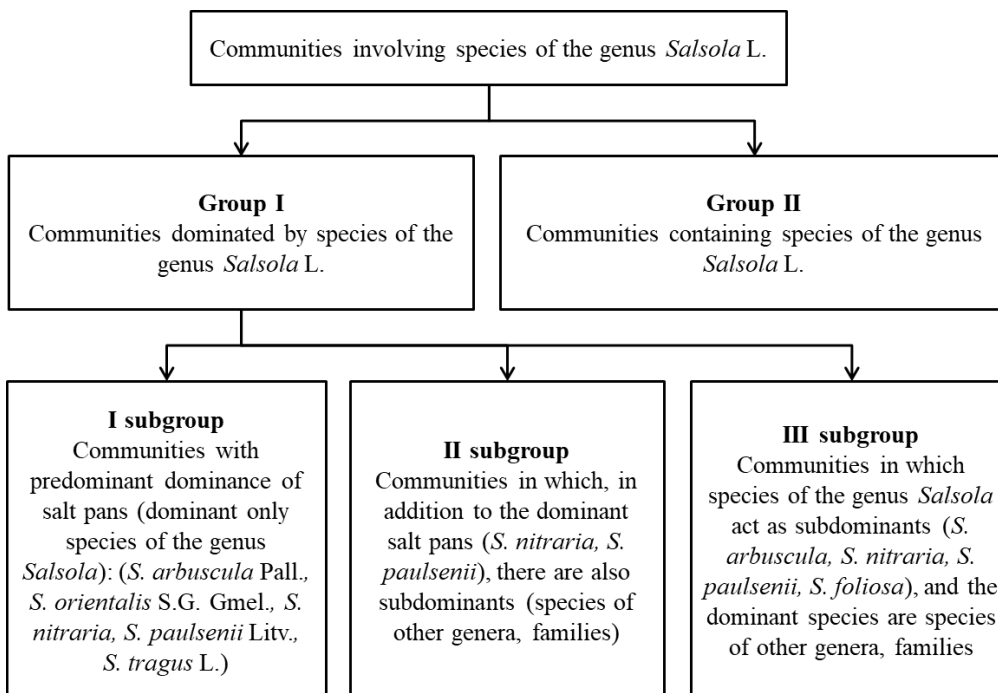


Figure 2. Scheme of the sub-division of communities with the participation of species of the genus *Salsola* L. according to the degree of their participation in the composition of the vegetation of the desert part of the Syrdarya river valley

I sub-group

The first sub-group includes *Arbusculi Salsoletum*, *Orientali Salsoletum*, and *Annual Salsoletum* communities. The total number was 6 communities. These communities were dominated by shrubs (*S. arbuscula*), semi-shrubs (*S. orientalis*), and annuals (*S. tragus*, *S. nitraria*, *S. paulsenii*).

1. The *Arbusculi Salsoletum* community dominated by *S. arbuscula* (cop1 — abundant) was observed by us in a fixed sandy desert, as is typical for this species. GPS coordinates N 45°44'59.2"; E 62°52'03.6", height 83 m above sea level. Habitat: near the highway, from slightly disturbed to moderately disturbed areas. There were 18 species in the community. This community also included other species of salt marsh (*S. nitraria* (sol) (solitariae) — plants are rare), *S. paulsenii* (sol), which are represented only by individuals. Significant species of this community included: *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. and *Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Fisch. The addition of the community also involves *Ceratocarpus utriculosus* Bluket, *Atriplex tatarica* L., *Zygophyllum fabago* L., and others.

2. The *Orientali Salsoletum* community dominated by *S. orientalis* (sp (sparsae) — plants are found occasionally, scattered, in small numbers) was noted by us in the clay desert. GPS coordinates N 45°45.728'; E 61°12.748'; height 62 m above sea level. Habitat is pasture, also from slightly disturbed to moderately disturbed areas. The total projective coverage (TPC) was 35 %. There were 12 species in the community. From family *Chenopodiaceae* also participated in the community: *Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens, *Climacoptera brachiata* (Pall.) Botsch., *Petrosimonia sibirica* (Pall.) Bunge, *Girgensohnia oppositiflora* (Pall.) Fenzl, *Ceratocarpus utriculosus* et al.

3. *Annual Salsoletum* communities:

– We found a *Nitraria Salsoletum* community with the dominants *S. nitraria* (cop1), *S. paulsenii* (sp) in a fixed sandy desert in the Aral Sea region (the coast of the Small Aral Sea). GPS coordinates N 45°50'51.66"; E 62°13'53.61"; height 93 m above sea level. Habitat: heavily disturbed areas. TPC was 30 %. There were 5 species in the community.

We have observed a *Tragusi Salsoletum* community dominated by *S. tragus* (sp) in the clay desert, not only in the valley of the Syrdarya River but also in the eastern Aral Sea region (in the area separating the Small and Large Aral Sea, on the dried-up bottom of the sea). GPS coordinates N 46°6.930'; E 60°46.280'; height 27 m above sea level. Habitat: heavily disturbed areas. TPC was 15 %. There were 8 species in the community. In this community, *S. nitraria* (sp) was found, which, like *Alhagi pseudalhagi*, participated in the addition of the community.

The listed *Annual Salsoletum* communities served as an example of successions that occur as a result of water withdrawal from a given territory. The species *S. nitraria*, *S. paulsenii*, and especially *S. tragus* were very characteristic of such habitats. In the absence of competition, these species quickly master this territory.

According to our observations, another clear example of succession was a community with the participation of *S. nitraria* (sp) and *S. paulsenii* (sp.), on a fixed sandy desert. GPS coordinates N 46°4.049'; E 60°56.860'; height 35 m above sea level. Habitat: along roads in the Kyzylorda region, from medium to severely disturbed areas. TPC was 30 %. There were 6 species in the community. *S. nitraria* and *S. paulsenii* are adapted to disturbed places and grow well on the slopes of roads where rainwater flows. They formed small-species annuals of the *Salsoletum* community.

Nitrari Salsoletum community dominated by *S. nitraria* (cop1) with the participation of *S. tragus* (sp), on a fixed sandy desert. GPS coordinates N 45°39'33.0"; E 63°18'26.4"; height 103 m above sea level. The habitat was heavily disturbed lands. There were 11 species in the community.

II sub-group

We included the *Annual Salsoletum convolvulosum* community in the subgroup of the joint dominance of *S. nitraria* (cop 1) and *S. paulsenii* (cop1). This community is located on a fixed sandy desert. GPS coordinates N 45°44'57.8"; E 62°52'53.8"; height 67 m above sea level. The habitat was also heavily disturbed lands. There were 15 species in the community.

III sub-group

The sub-dominance sub-group included *Pseudalhagi Alhagetum arbusculi salsolosum* and *Hispidi Tamaretumannual salsolosum* motley grass communities.

In the first *Pseudalhagi Alhagetum arbusculi salsolosum* community, the sub-dominant was *S. arbuscula* (cop1), and the dominant was *Alhagi pseudalhagi*. Fixed sandy desert. GPS coordinates N 44°15.236'; E 66°38.131'; height 139 m above sea level. Habitat: near the highway, moderately disturbed areas. TPC was 35 %. There were 7 species in the community: *Krascheninnikovia ceratoides*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Atriplex tatarica*, *Zygophyllum fabago*, *Salsola nitraria* (sol) are present in the community.

In *Hispidi Tamaretumannual salsolosum* motley grass community, the sub-dominants were annuals *S. nitraria* (cop 1), *S. foliosa* (sp), and *Tamarix hispida* dominated. Clay desert. GPS coordinates N 45°30.147'; E 64°02.722'; height 99 m above sea level. Habitat: near the highway, moderately disturbed areas. TPC was 30 %. There were 15 species in the community. The herbal composition is represented by the following types:

Climacoptera brachiata, *C. lanata* (Pall.) Botsch., *C. crassa* (M. Bieb.) Botsch., *Petrosimonia sibirica*, there were also isolated *Anabasis aphylla* L., *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. et al.

Communities contained species of the genus *Salsola*: *Aphyllumi Haloxyletum* (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin), *Pseudalhagi Alhagetum* (*Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Fisch.), *Strobilaceumi Halocnemum* (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb.), *Hispidi Tamaretum* (*Tamarix hispida* Willd), *Aphyllumi Haloxyletumhispidi tamarosum*, *Terrae-albi Artemisetum* (*Artemisia terrae-albae* Krasch.), *Harmali Peganetum* (*Peganum harmala* L.), *Halodendroni Halimodendetumhispidi tamarosum* (*Halimodendron halodendron* (Pall.) Voss), *Alopecuroidi Pseudosophoretum fabagizygyphollosum* (*Pseudosophora alopecuroides* (L.) Sweet, *Zygophyllum fabago* L.), *Fabagi Zygophylletum hispidi tamarosum* et al.

Among the studied species of the genus *Salsola*, all of the above communities included: *S. nitraria*, *S. paulsenii* and *S. tragus*, while *S. nitraria* scarce is presented. All communities in which these three species were noted, but they did not dominate, are found on weakly or less frequently on medium disturbed lands (near roads, settlements and pastures).

In undisturbed communities, these species occupied the sub-ordinate role, not dominated. However, in places of violation of the soil and vegetation cover, annual pickles dominated as pioneers of overgrowth of disturbed lands. And for several years they prevailed over perennial species. As vegetation recovers, annual species moved to a sub-ordinate position.

It was noted, there were no species of the genus *Salsola* on the deposits of rice fields (which have ceased to be used due to secondary salinization). There are several reasons for this phenomenon. So, in the spring, abandoned rice fields still receive water, and species of the genus *Salsola* prefer drier soil. The degree of salinization of abandoned rice fields exceeds the limit of ecological plasticity of species of the genus *Salsola* [25–27].

Conclusions

The annual species of the genus *Salsola*: *S. nitraria*, *S. paulsenii*, and *S. tragus* are well-adapted to the habitat conditions in the studied area. In undisturbed and almost undisturbed phytocenoses. These species, as a rule, are not dominant or subdominant. So, on undisturbed lands, they occur only once or several dozen, depending on the characteristics of the habitat. Meanwhile, in disturbed areas, these annuals can form temporary communities in which they act as dominants. Of all the presented annual salt pans, *S. nitraria* is characteristic and dominates on strongly, medium and slightly disturbed lands. Two other species of annual salt pans (*S. paulsenii* and *S. tragus*) act as dominants only occasionally in severely disturbed territories, but they feel good on medium disturbed lands. It should also be added that the shrub species *S. arbuscula* and *S. orientalis*, depending on the growing area, can occur and even dominate in weakly and moderately disturbed lands. Annual species of salt pans are oligotrophic plants, which allows them, unlike other species, to grow in disturbed areas poor in organic compounds. Dying, they enrich the soil with organic matter necessary for perennial species, thereby contributing to the restoration of vegetation. Consequently, annual species of the genus *Salsola* (*S. nitraria*, *S. paulsenii* and *S. tragus*) are promising in terms of their use in reclamation works in the desert zone.

Acknowledgements

The research was conducted according with grant project: AR09258929 “Prospects for using the correlation between the composition of the anthropophilic element of the flora of the desert part of the Syrdarya River valley and the type of land disturbance for forecast purposes” (2021–2023).

References

- 1 Утаубаева А.У. Растительность долины реки Калдыгайты и ее динамика: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.У. Утаубаева. — Алматы, 2000. — 29 с.
- 2 Огарь Н.П. Растительность долин рек / Н.П. Огарь // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны). — СПб., 2003. — С. 119–141.
- 3 Демина О.М. Луговая растительность Казахстана / О.М. Демина, С.А. Арыстангалиева. — Алма-Ата, 1986. — 74 с.
- 4 Огарь Н.П. Растительность долин рек семиаридных и аридных регионов континентальной Азии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.П. Огарь. — Алматы, 1999. — 38 с.

- 5 Никитин С.А. Защитные насаждения полупустыни / С.А. Никитин. — М.: Наука, 1971. — 77 с.
- 6 Байбулов А.Б. Оценка современного состояния растительности долины и дельты реки Сырдарья с использованием ГИС-технологий: дис. ... канд. биол. наук / А.Б. Байбулов. — Алматы, 2009. — 131 с.
- 7 Димеева Л.А. Экологические особенности растительности северо-западного побережья Аральского моря / Л.А. Димеева // Проблемы освоения пустынь. — 2004. — № 4. — С. 23–28.
- 8 Dimeyeva L. Plant strategies and revegetation of degraded rangelands in the Aral Sea region // Ökologische Forschung in globalen Kontext / L. Dimeyeva. — Göttingen: Cuvillier, 2005. — P. 141–148.
- 9 Димеева Л.А. Экологическая оценка фитомелиорации пастбищ Приаралья / Л.А. Димеева, С.К. Альмурзаева // Проблемы освоения пустынь. — 2005. — № 3. — С. 18–23.
- 10 Димеева Л.А. Влияние физико-химических свойств засоленных почв на результаты фитомелиорации осушенного дна Аральского моря / Л.А. Димеева, В.Н. Пермитина // Аридные экосистемы. — 2006. — Т. 12, № 29. — С. 82–93.
- 11 Ведененский А.И. Определитель растений Средней Азии / А.И. Ведененский. — Т. III. — Ташкент: ФАН, 1972. — 267 с.
- 12 Быков Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. — Алма-Ата: Наука, 1978. — 288 с.
- 13 Ledneva S.A. The natural regeneration of desert ecosystem vegetation at the 2013 crash site of a Proton-M launch vehicle, Republic of Kazakhstan / S.A. Ledneva, T.V. Koroleva, I.N. Semenkova, G.V. Klinkb, P.P. Krechetova, A.V. Sharapova, A.M. Karpachevskiy // Ecological Indicators. — 2019. — Vol. 101. — P. 603–613. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.045>
- 14 Lednev S.A. State of Desert Phytocenoses in the Republic of Kazakhstan at Crash Sites of Launch Vehicles / S.A. Lednev, I.N. Semenkova, T.V. Koroleva, A.V. Sharapova // Arid Ecosystems. — 2020. — Vol. 10 (3). — P. 244–250. <https://doi.org/10.1134/S2079096120030038>
- 15 Krechetov P.P. Transformation of the soil-vegetation cover in carrier rocket first-stage impact areas / P.P. Krechetov, V.V. Neronov, T.V. Koroleva, O.V. Chernistova // Arid Ecosystems. — 2011. — Vol. 1 (1). — P. 59–64.
- 16 Kuzmina Zh.V. Monitoring of growth of black haloxylon (*Haloxylon aphyllum*) on hydromorphic salt marches of dried bottom of Aral Sea / Zh.V. Kuzmina, S.Ye. Treshkin // Arid Ecosystems. — 2013. — Vol. 3 (4). — P. 220–226.
- 17 Kuzmina Zh.V. Experimental formation of natural vegetation on saline lands in the dry part of the Aral Sea / Zh.V. Kuzmina, S.E. Treshkin, N.K. Mamutov // Arid Ecosystems. — 2006. — Vol. 12 (29). — P. 27–39.
- 18 Lednev S. Revegetation of areas disturbed by rocket impact in Central Kazakhstan / S. Lednev, T. Koroleva, P. Krechetov, A. Sharapova, I. Semenov, A. Karpachevskiy // Ecoscience. — 2018. — Vol. 25 (1). — P. 25–38.
- 19 Meirman G.T. Seeding experiments on the dry Aral Sea floor for phytomelioration, in Sustainable Land Use in Deserts / G.T. Meirman, L. Dimeyeva, K. Dzhamantkyov, W. Wucherer, S.-W. Breckle. — New York: Springer-Verlag, 2012. — P. 318–322.
- 20 Ebrahimi M. Effects of *Haloxylon* spp. of different age classes on vegetation cover and soil properties on an arid desert steppe in Iran / M. Ebrahimi, F. Mohammadi, A. Fakhireh, A. Bameri // Pedosphere. — 2019. — Vol. 29 (5). — P. 619–631.
- 21 Hautier Y. Anthropogenic environmental changes affect ecosystem stability via biodiversity / Y. Hautier, D. Tilman, F. Isbell, E.W. Seabloom, E.T. Borer // Science. — 2015. — Vol. 348 (6232). — P. 336–340.
- 22 Lega M. Genetic drift linked to heterogeneous landscape and ecological specialization drives diversification in the Alpine endemic columbine *Aquilegia thalictrifolia* / M. Lega, S. Fior, M. Li, S. Leonardi, C. Varotto // Heredity. — 2014. — Vol. 105. — P. 542–554.
- 23 Hu Z.Y. Evaluation of reanalysis, spatially interpolated and satellite remotely sensed precipitation data sets in central Asia / Z.Y. Hu, Q. Hu, C. Zhang, X. Chen, Q.X. Li // Journal of Geophysical Research. — 2016. — Vol. 121. — P. 5648–5663.
- 24 Hua F.L. Germination heterochrony in annual plants of *Salsola* L.: an effective survival strategy in changing environments / F.L. Hua, L. Tong, Q.H. Zhi, L. Ning, C.L. Zun, R.H. Xiao // Scientific Reports. — 2018. — Vol. 8. — P. 6576. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23319-0>
- 25 Веселова П.В. Антропофильный элемент флоры пустынной части долины р. Сырдарья (Кызылординская область) / П.В. Веселова, Г.М. Кудобаева, Н.В. Нелина, Б.К. Билибаева, Б.Б. Осмонали. — Алматы, 2017. — 38 с.
- 26 Осмонали Б.Б. Представленность сем. *Chenopodiaceae* Less. в составе растительности малолетних залежей рисовых полей (Казалинский массив, Кызылординская область) / Б.Б. Осмонали // Материалы Междунар. науч. конф. студ. и молод. учен. «Фараби Әлемі». — Алматы: Қазақ ун-ті, 2019. — С. 64–65.
- 27 Веселова П.В. Характерные виды растений залежных земель Казалинского рисового массива (Кызылординская область) / П.В. Веселова, Г.М. Кудобаева, А.А. Шорманова, Н.В. Нелина, Б.Б. Осмонали, Б.К. Билибаева. — Алматы, 2019. — 100 с.

Б.Б. Осмонали, П.В. Веселова, Г.М. Кудабаева, Н.З. Ахтаева

Сырдария өзені аңғарының шөлді бөлігіндегі *Salsola* L. туысы (*Chenopodiaceae* Vent. / *Amaranthaceae* Juss.) түрлерінің фитоценодикалық ерекшеліктері

Сырдария өзені аңғарының (Қызылорда облысының аумағы) шөлді бөлігіндегі *Salsola* L. туысы түрлерін зерттеу өсімдік ресурстарын ұтымды пайдалануға және осы өңірдің фитоценоздары құрылымының ерекшеліктерін анықтау аумақтың жайылымдарын түбегейлі жақсарту және рекультивациялау жөнінде ұсынымдар жасауға мүмкіндік беретін үлкен маңызға ие. Қарастырылып отырған аумаққа әртүрлі фитоценоздар топтастырылған, соның ішінде *Salsola* тұқымдас түрлеріне де қатысты (басым болу). Зерттеу барысында классикалық ботаникалық әдістер қолданылды. Жиналған материалды сәйкестендіру үшін негізгі флористикалық мәліметтер қолданылды. Өсімдіктер далалық геоботаникалық зерттеулердің дәстүрлі әдістерін қолдана отырып зерттелді. Экспедициялық жұмыстардың нәтижелері бойынша Сырдария өзенінің аңғарының шөлді бөлігіндегі 24 өсімдік қауымдастығы *Salsola* L. тұқымдасының түрлерінің қатысуымен және басымдығымен сипатталған. Қауымдастықтар бір-бірінен түрлердің құрамымен ерекшеленген. Бұл қоршаған орта факторларының әр түрлі үйлесуіне байланысты: табиғи физикалық-географиялық және антропогендік. Ұсынылған 24 қауымдастықты екі топқа бөлуге болады: 1) *Salsola* туысы түрлерінің үстемдігі (доминант) бар қауымдастықтар; 2) құрамында *Salsola* тұқымының түрлері бар. Нәтижесінде *Salsola* туысының біржылдық түрлері: *S. nitraria*, *S. paulsenii* және *S. tragus* зерттелген аумақта орта жағдайларына жақсы бейімделген және оларды шөлді аймақтарда қалпына келтіру жұмыстарында қолдануға болады.

Кілт сөздер: *Salsola* L. туысы, біржылдық түрлер, фитоценоз, доминанттар, Сырдария өзені аңғары, экология, антропогендік факторлар, сукцессия.

Б.Б. Осмонали, П.В. Веселова, Г.М. Кудабаева, Н.З. Ахтаева

Фитоценотические особенности видов рода *Salsola* L. (*Chenopodiaceae* Vent. / *Amaranthaceae* Juss.) в пустынной части долины р. Сырдарьи

Исследование эколого-географической приуроченности видов рода *Salsola* L. пустынной части долины реки Сырдарьи (в пределах Кызылординской области) имеет большое значение для выявления особенностей структуры фитоценозов этого региона. Критический анализ его результатов позволит разработать эффективные рекомендации по устойчивому использованию растительных ресурсов, в том числе и по коренному улучшению и рекультивации пастбищ данной территории. К рассматриваемой территории приурочены различные фитоценозы, в том числе с участием (доминированием) видов рода *Salsola*. В процессе исследований были применены классические ботанические методы. Для идентификации собранного материала использовались фундаментальные флористические сводки. Растительность изучалась при помощи традиционных методов полевых геоботанических исследований. В результате экспедиционных работ в пустынной части долины р. Сырдарьи было описано 24 растительных сообщества с участием и доминированием видов рода *Salsola*. Сообщества отличались друг от друга составом видов, что обусловлено разнообразием сочетания факторов среды обитания: естественных физико-географических и антропогенных. Представленные 24 сообщества можно разделить на две группы: 1) с доминированием видов рода *Salsola*; 2) в составе которых присутствуют виды рода *Salsola*. В ходе исследований было выявлено, что однолетние виды рода *Salsola*: *S. nitraria*, *S. paulsenii* и *S. tragus* хорошо приспособлены к условиям обитания на изучаемой территории, их можно использовать в рекультивационных работах в пустынных зонах.

Ключевые слова: род *Salsola* L., однолетние виды, фитоценоз, доминанты, долина р. Сырдарьи, экология, антропогенные факторы, сукцессия.

References

- 1 Utaubaeva, A.U. (2000). Rastitelnost doliny reki Kaldygaity i ee dinamika [Vegetation of the Kaldygaity River valley and its dynamics]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Almaty [in Russian].
- 2 Ogar, N.P. (2003). Rastitelnost dolin rek [Vegetation of river valleys]. *Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Srednei Azii (v predelakh pustynnoi zony)* — *Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (in border of desert zone)*. Saint Petersburg [in Russian].
- 3 Demina, O.M., & Arystangaliev, S.A. (1986). *Lugovaya rastitelnost Kazakhstana [Meadow vegetation of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].

- 4 Ogar, N.P. (1999). Rastitelnost dolin rek semiaridnykh i aridnykh regionov kontinentalnoi Azii [Vegetation of river valleys of semiarid and arid regions of continental Asia]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Almaty [in Russian].
- 5 Nikitin, S.A. (1971). *Zashchitnye nasazhdeniia polupustyni* [Protective plantings of semi-desert]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 6 Baibulov, A.B. (2009). Otsenka sovremennogo sostoiianiia rastitelnosti doliny i delty reki Syrdaria s ispolzovaniem GIS-tekhologii [Assessment of the current state of vegetation of the Syrdarya River valley and delta using GIS technologies]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Almaty [in Russian].
- 7 Dimeeva, L.A. (2004). Ekologicheskie osobennosti rastitelnosti severo-zapadnogo poberezhia Aralskogo moria [Ecological features of vegetation of the north-western coast of the Aral Sea]. *Problemy osvoeniia pustyn — Desert development problem*, 4, 23–28 [in Russian].
- 8 Dimeeva, L. (2005). Plant strategies and revegetation of degraded rangelands in the Aral Sea region. *Ökologische Forschunginglobalen Kontext*. Göttingen: Cuviller; 141–148.
- 9 Dimeeva, L.A., & Almurzaeva, S.K. (2005). Ekologicheskaia otsenka fitomelioratsii pastbishch Priaralia [Ecological assessment of phytomelioration of pastures of the Aral Sea region]. *Problemy osvoeniia pustyn — Desert development problem*, 3, 18–23 [in Russian].
- 10 Dimeeva, L.A., & Permitina, V.N. (2006). Vliianie fiziko-khimicheskikh svoystv zasolennykh pochv na rezultaty fitomelioratsii osushennogo dna Aralskogo moria [Influence of physico-chemical properties of saline soils on the results of phytomelioration of the drained bottom of the Aral Sea]. *Aridnye ekosistemy — Arid ecosystems*, 12 (29), 82–93 [in Russian].
- 11 Vedenenskii, A.I. (1972). *Opredelitel rastenii Srednei Azii* [Determinant of plants of Central Asia], 3. Tashkent: FAN [in Russian].
- 12 Bykov, B.A. (1978). *Geobotanika* [Geobotany]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 13 Ledneva, S.A., Koroleva, T.V., Semenkova, I.N., Klinkb, G.V., Krechetova, P.P., Sharapova, A.V., & Karpachevskiy, A.M. (2019). The natural regeneration of desert ecosystem vegetation at the 2013 crash site of a Proton-M launch vehicle, Republic of Kazakhstan. *Ecological Indicators*, 101; 603–613. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.045>
- 14 Lednev, S.A., Semenkova, I.N., Koroleva, T.V., & Sharapova, A.V. (2020). State of Desert Phytocenoses in the Republic of Kazakhstan at Crash Sites of Launch Vehicles. *Arid Ecosystems*, 10 (3); 244–250. <https://doi.org/10.1134/S2079096120030038>
- 15 Krechetov, P.P., Neronov, V.V., Koroleva, T.V., & Chernistova, O.V. (2011). Transformation of the soil-vegetation cover in carrier rocket first-stage impact areas. *Arid Ecosystems*, 1 (1); 59–64.
- 16 Kuzmina, Zh.V., & Treshkin, S.Ye. (2013). Monitoring of growth of black haloxylon (*Haloxylon aphyllum*) on hydromorphic salt marches of dried bottom of Aral Sea. *Arid Ecosystems*, 3 (4); 220–226.
- 17 Kuzmina, Zh.V., Treshkin, S.E., & Mamutov, N.K. (2006). Experimental formation of natural vegetation on saline lands in the dry part of the Aral Sea. *Arid Ecosystems*, 12 (29); 27–39.
- 18 Lednev, S., Koroleva, T., Krechetov, P., Sharapova, A., Semenov, I., & Karpachevskiy, A. (2018). Revegetation of areas disturbed by rocket impact in Central Kazakhstan. *Ecoscience*, 25 (1); 25–38.
- 19 Meirman, G.T., Dimeyeva, L., Dzhamantkyov, K., Wucherer, W., & Breckle, S.-W. (2012). *Seeding experiments on the dry Aral Sea floor for phytomelioration, in Sustainable Land Use in Deserts*. New York: Springer.
- 20 Ebrahimi, M., Mohammadi, F., Fakhireh, A., & Bameri, A. (2019). Effects of *Haloxylon spp.* of different age classes on vegetation cover and soil properties on an arid desert steppe in Iran. *Pedosphere*, 29 (5); 619–631.
- 21 Hautier, Y., Tilman, D., Isbell, F., Seabloom, E.W., & Borer, E.T. (2015). Anthropogenic environmental changes affect ecosystem stability via biodiversity. *Science*, 348 (6232); 336–340.
- 22 Lega, M., Fior, S., Li, M., Leonardi, S., & Varotto, C. (2014). Genetic drift linked to heterogeneous landscape and ecological specialization drives diversification in the Alpine endemic columbine *Aquilegia thalictrifolia*. *Heredity*, 105; 542–554.
- 23 Hu, Z.Y., Hu, Q., Zhang, C., Chen, X., & Li, Q.X. (2016). Evaluation of reanalysis, spatially interpolated and satellite remotely sensed precipitation data sets in central Asia. *Journal of Geophysical Research*, 121; 5648–5663.
- 24 Hua, F.L., Tong, L., Zhi, Q.H., Ning, L., Zun, C.L., & Xiao, R.H. (2018). Germination heterochrony in annual plants of *Salsola* L.: an effective survival strategy in changing environments. *Scientific Reports*, 8; 6576. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23319-0>
- 25 Veselova, P.V., Kudabaeva, G.M., Nelina, N.V., Bilibaeva, B.K., & Osmonali, B.B. (2017). Antropofilnyi element flory pustynnoi chasti doliny reki Syrdaria (Kyzylordinskaia oblast) [Anthropophilic element of the flora of the desert part of the Syrdarya River valley (Kyzylorda region)]. Almaty [in Russian].
- 26 Osmonali, B.B. (2019). Predstavlennost sem. *Chenopodiaceae* Less. v sostave rastitelnosti maloletnikh zalezhei risovykh polei (Kazalinskii massiv, Kyzylordinskaia oblast) [Representation of the fam. Chenopodiaceae Less. as part of the vegetation of young deposits of rice fields (Kazalinsky massif, Kyzylorda region)]. Proceedings from «Farabi Alemi»: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia studentov i molodykh uchennykh — International Scientific Conference of students and young researchers*. (pp. 64–65). Almaty: Kazakh University [in Russian].
- 27 Veselova, P.V., Kudabaeva, G.M., Shormanova, A.A., Nelina, N.V., Osmonali, B.B., & Bilibaeva, B.K. (2019). *Kharakternyye vidy rastenii zalezhykh zemel Kazalinskogo risovogo massiva (Kyzylordinskaia oblast)* [Characteristic plant species of fallow lands of the Kazalinsky rice massif (Kyzylorda region)]. Almaty [in Russian].

Н.В. Ромаданова¹, М.М. Аралбаева¹, Н.К. Рымханова¹, Д.Ш. Байгараев²,
А.К. Рамазанов², М.Ю. Ишмуратова^{2*}, С.В. Кушнарченко¹

¹Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы, Казахстан;

²Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

*Автор для корреспонденции: margarita.ishmur@mail.ru

Криоконсервация как способ повышения лабораторной всхожести и энергии прорастания семян

В Казахстане и во всем мире существует проблема утраты биоразнообразия растительных ресурсов. Поэтому ведутся работы по созданию криогенных банков, в которых проводится длительное хранение гермоплазмы растений при сверхнизкой температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для семян, сохраняемых в криогенных банках, требуется изучение их состояния покоя и действия веществ, которые могли бы стимулировать их всхожесть. Важными объектами для исследования являются лекарственные растения, так как в Республике отсутствует отлаженная система промышленного выращивания лекарственных растений и производства фармацевтических препаратов на основе местного сырья. Поэтому требуется научная информация о долгосрочном сохранении жизнеспособного семенного материала и способах стимуляции прорастания семян. В результате проведенных экспериментов выявлено положительное влияние гибберелловой кислоты (ГК) и жидкого азота (ЖА) на увеличение процента энергии прорастания (ЭП) и лабораторной всхожести (ЛВ) семян лекарственных растений. В среднем, после воздействия ЖА на семена, увеличивался процент ЭП в 1,4 и ЛВ в 1,5 раза. После воздействия на семена ГК процент ЭП увеличивался в 1,2 раза, а ЛВ — в 2,9 раза. Выявлено, что для стимуляции ЭП и ЛВ достаточно обработки семян одним из способов, ГК или ЖА. Установлено, что семена расторопши пятнистой теряют всхожесть после хранения при температуре $1\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 9 месяцев. Возможно, для стимуляции ЭП и ЛВ требуется обработка химическими реагентами свежесобранных семян. Отмечена эффективность воздействия ЖА на ЭП в культуре *in vitro* семян валерианы лекарственной и ромашки аптечной сорт «Карагандинская» в 4,5 и в 1,8 раза соответственно. Процент ЛВ валерианы лекарственной после воздействия ЖА возрос в 1,3 раза, при этом не было отмечено влияния ЖА на ЛВ семян ромашки аптечной сорт «Карагандинская».

Ключевые слова: семена, лекарственные растения, криогенный банк, культура *in vitro*, энергия прорастания, лабораторная всхожесть.

Введение

В Казахстане произрастает порядка 500 видов лекарственных растений, однако многие из них находятся под угрозой исчезновения [1–4]. Учитывая глобальный характер проблемы, необходимо задействование научных подходов сохранения растительных ресурсов, например, таких как криоконсервация семян при температуре жидкого азота [5, 6]. Создание семенных банков — это важная задача для всего мирового сообщества. На данный момент насчитывается около 1750 генетических банков семян по всему миру, в которых сохраняется порядка 10000 образцов, в том числе лекарственных растений [7]. В Казахстане начаты работы по сохранению семян дикорастущих видов, включая лекарственные, в РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК при температурах: $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. [8]. В лаборатории криосохранения гермоплазмы РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК (ИББР), кроме режима $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, используется также технология криоконсервации при $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, работа в области криоконсервации ведется с 2002 г. [9–12]. Криогенная коллекция ИББР насчитывает более 700 образцов, в том числе на хранение заложены и семена лекарственных растений [13, 14].

Важность криогенных коллекций заключается в том, что метод криоконсервации в жидком азоте позволяет остановить физиологические процессы в растительных клетках и обеспечить длительное хранение при сверхнизкой температуре [5, 6, 9–15]. Кроме того, семенам подавляющего большинства дикорастущих и культурных растений свойственно состояние органического покоя. Некоторые из них уже через несколько часов после сбора теряют свою всхожесть, а основная масса семян теряет всхожесть в процессе хранения, даже в условиях хранения при пониженных положительных температурах. У некоторых видов покой семян настолько глубок, что для прорастания им необходима длительная и

сложная предпосевная подготовка, при этом появление всходов может растянуться на несколько лет [5, 6, 16, 17].

В литературных источниках имеется достаточно много работ, касающихся возможности ускоренного прорастивания семян разных видов с помощью обработки гормонами и некоторыми другими веществами, стимулирующими прорастание, а также с использованием ряда физических воздействий, в том числе и действием пониженной температуры [11, 16, 18, 19]. Во многих исследованиях продемонстрировано стимулирующее действие сверхнизких температур на ЭП и ЛВ семян дикорастущих и культурных растений. Из 60 видов растений дальневосточного региона России криоконсервация не оказала отрицательного влияния на прорастание 56 видов (93,3 %), а для 13 видов (21,7 %) ультранизкие температуры стимулировали всхожесть семян [20]. Положительное влияние глубокого замораживания было показано для семян дикорастущих видов семейства *Roaceae*, яблони Сиверса и риса [10, 11, 21].

Целью настоящей работы являлось исследование действия различных стимуляторов на лабораторную всхожесть (ЛВ) и энергию прорастания (ЭП) семян лекарственных растений: валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L.), льна многолетнего (*Linum perenne* L.), расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) и ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L.) сортов «Карагандинская» и «Подмосковная» для последующего создания криобанка. Важность данного исследования заключается в том, что широко известны лекарственные свойства этих растений. Например, валериана лекарственная применяется в качестве седативного средства и как спазмолитик (в отношении гладкой мускулатуры органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и мочевыделительной системы). Обладает также желчегонным действием, увеличивает секрецию ЖКТ, расширяет коронарные сосуды. Семена льна многолетнего применяются при лечении сахарного диабета, язв, желудочно-кишечных и мочеполовых заболеваний, невралгии ожогов, сердечно-сосудистых заболеваний, лен нормализует артериальное давление, снижает уровень холестерина, устраняет аритмию и уменьшает риск развития инфаркта, инсульта и т.д. Препараты из расторопши пятнистой применяются для лечения болезней печени, селезенки, при желчных камнях, желтухе, хроническом кашле и других заболеваниях. Настои и отвары цветочных корзинок ромашки и её эфирное масло применяют как желудочное, противовоспалительное, спазмолитическое, кровоостанавливающее, потогонное, антисептическое, болеутоляющее, седативное, противосудорожное, желчегонное средство, для лечения бронхиальной астмы, ревматизма, аллергических гастритов и колитов, экземы, ожогов рентгеновскими лучами и др. [2, 3, 22].

Во многих странах для производства лекарственных препаратов налажен промышленный сбор этих дикорастущих растений, организованы культурные посадки из семян, собранных в природных условиях и сортов, выведенных селекционерами [23]. Производителями фитопродукции в Казахстане являются компании «Зерде-Фито» и «Кызылмай», работающие в основном на привозном сырье [24, 25]. Единственным предприятием в стране, которое занимается сбором и выращиванием лекарственных растений в промышленных масштабах, является ТОО «Azia Gold» [26]. ТОО «Azia Gold» совместно с компанией Martin Bauer GmbH & Co.KG в 2019 г. планировали открытие завода по переработке лекарственных трав, но планы были отложены в связи с пандемией COVID-19.

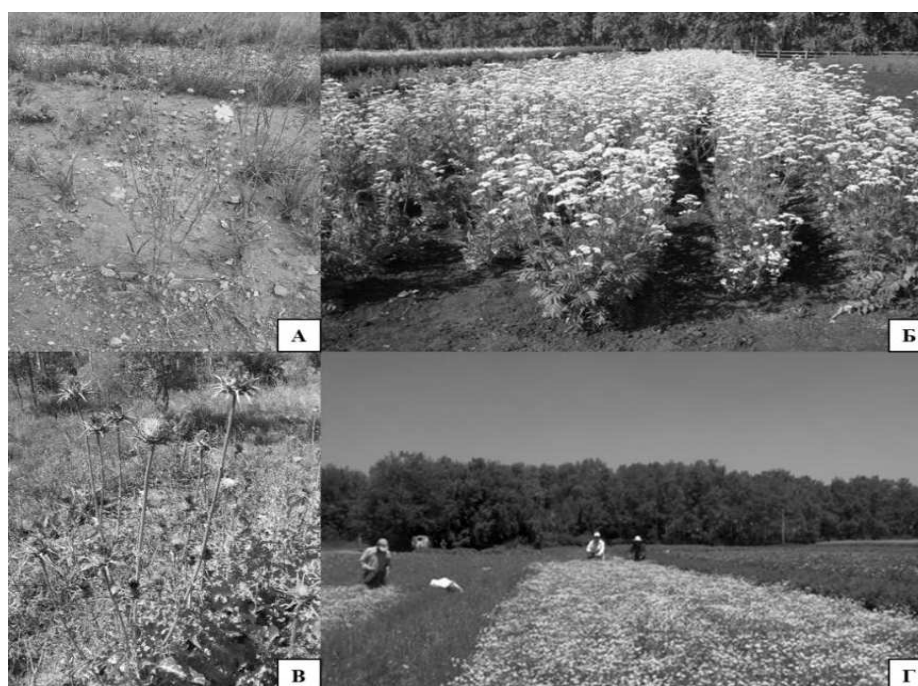
В связи со всем изложенным выше, выявлено, что в Казахстане не налажены системы выращивания лекарственных растений в промышленных масштабах и производства лекарственных препаратов на основе местного сырья. Для производителей, кроме вложений в технологию производства, требуется также научная информация о долгосрочном сохранении жизнеспособного семенного материала, а также данные о способах стимуляции энергии прорастания семян. Настоящая статья посвящена этому исследованию.

Материалы и методы

Сбор семян валерианы лекарственной, льна многолетнего, расторопши пятнистой и ромашки аптечной сортов «Карагандинская» и «Подмосковная» проводился в августе–сентябре 2020 г. (см. табл.; рис. 1). Хранение образцов проводили в бумажной упаковке, при температуре 1 ± 1 °С в программируемом холодильнике Indesit DF 5201 X RM. Срок хранения составил 9–10 месяцев.

Места сбора семенного материала для исследований

№	Вид	Место сбора	GPS координаты
1	Валериана лекарственная	Окрестности г. Караганды	49,79623 с.ш., 73,25428 в.д., высота 420 м над ур. м.
2	Лен многолетний	Горы Каркаралы, ущелье Тасбулак	49,44637 с.ш., 75,48398 в.д., высота 640 м над ур. м.
3	Расторопша пятнистая	Жезказганский ботанический сад	47,76526 с.ш., 67,78100 в.д., высота 411 м над ур. м.
4	Ромашка аптечная, сорт «Карагандинская»	Питомник лекарственных растений, г. Караганда	49,79330 с.ш., 73,02354 в.д., высота 352 м над ур. м.
5	Ромашка аптечная, сорт «Подмосковная»		

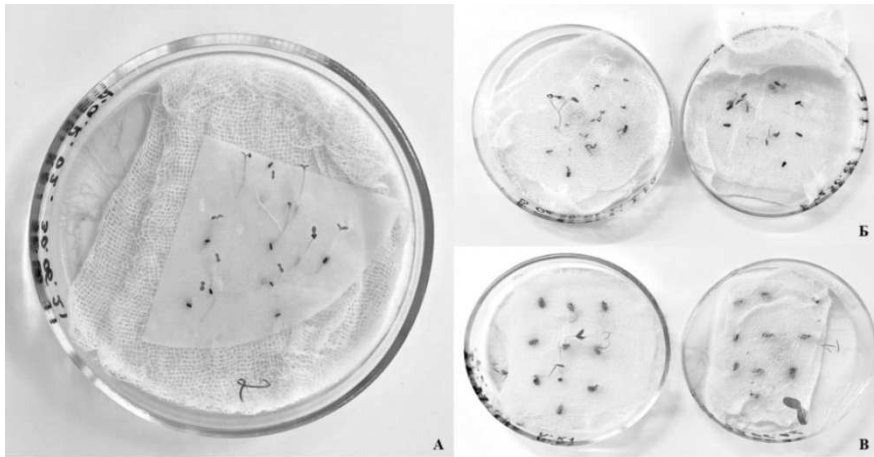


A — *Linum perenne*; Б — *Valeriana officinalis*; В — *Silybum marianum*;
Г — *Matricaria chamomilla* сорт «Подмосковная»

Рисунок 1. Сбор семян лекарственных растений

Для экспериментов семена разделили на партии по 10 шт. и проращивали, используя следующие предварительные обработки:

1. Для семян всех видов растений проводили проращивание семян с предварительным замачиванием их в дистиллированной воде в течение 4 ч, после чего воду сливали, семена промывали. В чашку Петри (ЧП) на дно складывали в 4-е слоя марлю, на которую выкладывали в один слой семена (рис. 2). Все семена, кроме ромашки, сверху накрывали 2-мя слоями марли, для семян ромашки необходимо попадание прямых лучей солнечного света [27]. Кроме того, семена ромашки очень мелкие со средними размерами 0,8–1,2×0,25–0,4 мм, поэтому для того, чтобы семена не упали между слоями, на марлю сверху помещали фильтровальную бумагу, на которую выкладывали семена (рис. 1А) [22, 23, 28]. Выложенные на марлю семена заливали дистиллированной водой так, чтобы нижняя часть семян была в воде, а верхняя часть не была погружена в воду. ЧП закрывали пищевой пленкой, в которой проделывали отверстия для аэрации. Контроль 1 (К1).



А — *Matricaria chamomilla* сорт «Карагандинская»; Б — *Valeriana officinalis*; В — *Linum perenne*

Рисунок 2. Проращение семян лекарственных растений через 12 суток

2. Для семян валерианы лекарственной, расторопши пятнистой и ромашки аптечной после замачивания в течение 4 ч в дистиллированной воде, как было описано выше, проводили обработку семян в растворе гибберелловой кислоты (ГК), в виду того что по литературным данным органические кислоты стимулируют ЭП у этих видов растений [16]. Для этого семена после замачивания и промывания погружали на 1 ч в ГК в концентрации 100 мг/л. После обработки ГК семена выкладывали в ЧП с марлей, как было описано выше, для проращивания. Контроль 2 (К2).

3. Проращивание семян валерианы лекарственной и ромашки аптечной проводили в культуре *in vitro*. Для этого семена предварительно обработали раствором отбеливателя «Белизна» (гипохлорит натрия (5–15 %), щелочные компоненты <5 %, вода), разбавленного 1:4 в течение 5 мин. После чего в ламинарном боксе трижды промывали стерильной дистиллированной водой и помещали в пробирки по 5 шт. на питательную среду Кнопа (1 г/л $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,25 г/л $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,25 г/л K_2HPO_4 , 0,125 г/л KCl , 27,8 мг/л $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 37,3 мг/л $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1,75 г/л джелрата, 4 г/л агара, pH 5,7) [29]. Контроль 3 (К3).

4. Семена всех исследуемых видов лекарственных растений без каких-либо предварительных обработок погружали на 18 ч в жидкий азот (ЖА) при температуре -196°C . Размораживание проводили при температуре 4°C в течение 30 мин, затем еще 30 мин при комнатной температуре. После чего семена замачивали в дистиллированной воде в течение 4 ч, промывали и ставили на проращивание в ЧП с марлей, как было описано выше. Опыт 1 (О1).

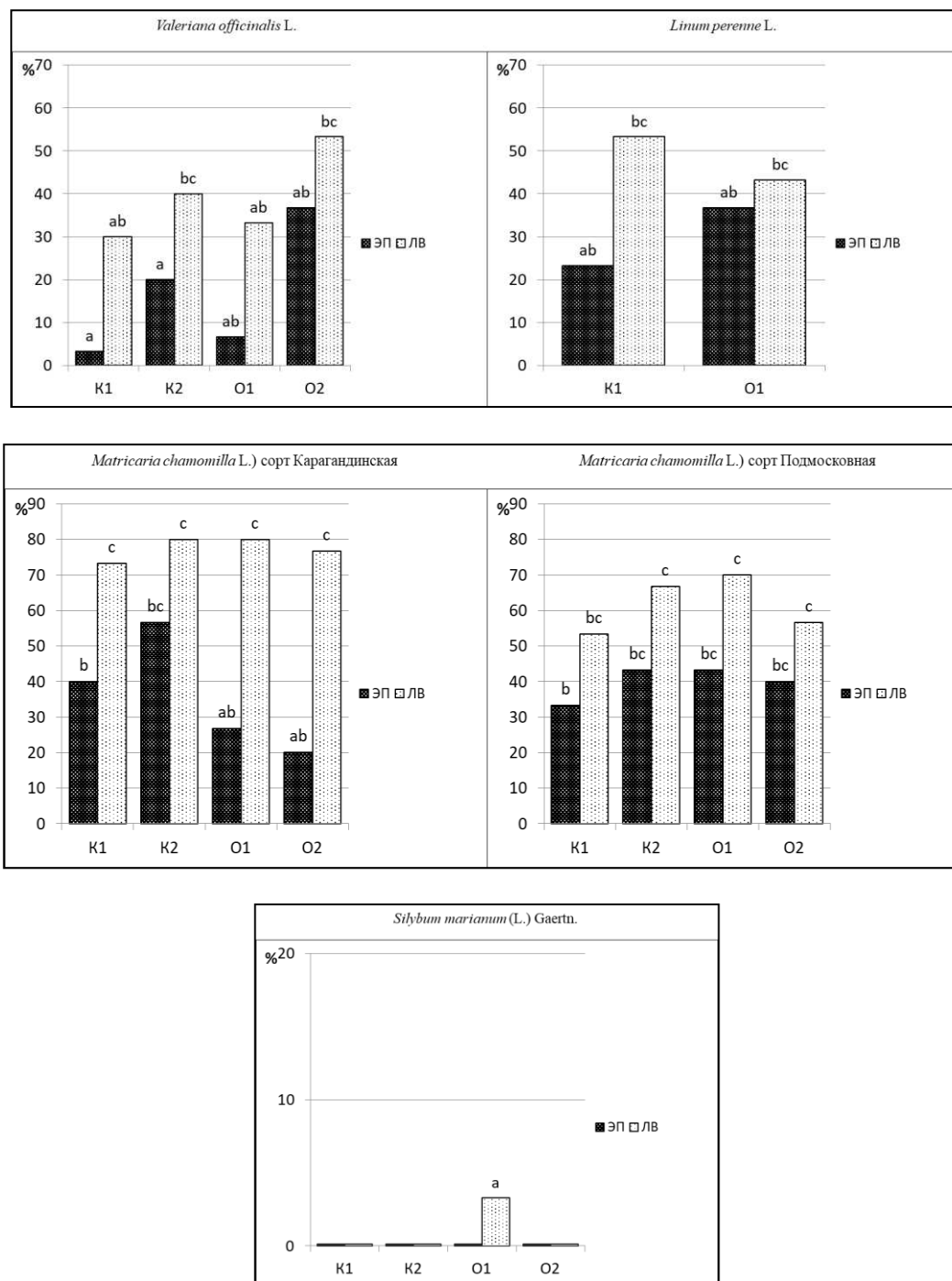
5. Семена валерианы лекарственной, расторопши пятнистой и ромашки аптечной обоих сортов погружали на 18 ч в ЖА, после процедуры оттаивания проводили замачивание в течение 4 ч и обработку в растворе ГК (100 мг/л). Проращивали в ЧП, как было описано выше. Опыт 2 (О2).

6. Семена валерианы лекарственной и ромашки аптечной сорт «Карагандинская» погружали на 18 ч в ЖА, после процедуры оттаивания проводили стерилизацию в ламинарном боксе раствором отбеливателя «Белизна» (1:4) в течение 5 мин, трижды промывали стерильной дистиллированной водой и помещали в пробирки по 5 шт. на питательную среду Кнопа. Опыт 3 (О3).

Жизнеспособность семян оценивали по ЭП проценту проросших семян на 3 сутки и по ЛВ проценту проросших семян на 7 сутки [11]. Эксперименты проводили в 3-х повторностях ($n = 30$). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике, описанной в пособии Г.Ф. Лакина, и в программном пакете SYSTAT [30, 31].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных экспериментов выявлено, что обработка семян раствором гибберелловой кислоты и жидким азотом стимулирует и энергию прорастания, и лабораторную всхожесть семян всех изучаемых растений (рис. 3).



K1 — проращивание семян без дополнительной обработки; *K2* — проращивание семян после обработки в растворе ГК (100 мг/л) в течение 1 ч; *O1* — проращивание семян после экспозиции в ЖА в течение 18 ч; *O2* — проращивание семян после экспозиции в ЖА в течение 18 ч и обработке в растворе ГК (100 мг/л) в течение 1 ч

Рисунок 3. Влияние гибберелловой кислоты и жидкого азота на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян лекарственных растений

Самый высокий процент ЭП и ЛВ после обработки ГК и ЖА был отмечен у сортов ромашки. В меньшей степени возрастает процент ЭП у льна многолетнего, ЛВ семян этого растения после обработки ЖА несколько ниже (43,3 %), чем ЛВ без обработки (53,3 %), тем не менее статистическая разница между вариантами недостоверна. Следует отметить, что достаточно обработки только ГК или только ЖА для стимуляции ЭП и ЛВ у семян всех исследуемых растений, единственно у валерианы лекарственной отмечено возрастание ЭП и ЛВ при одновременной обработке ГК и ЖА. Так ЭП при

обработке семян этого растения ГК (К2) составила 20,0 %, а при обработке и ГК и ЖА — 36,7 (О2), после погружения семян в ЖА ЭП составила 6,7 % (О1), что в 5,5 раз меньше, чем после обработки и ГК и ЖА. ЛВ семян валерианы после обработки ГК была 40,0 %, при обработке и ГК и ЖА увеличилась для 53,3 %, ЛВ после обработки ЖА — 33,3 %, тогда как после действия гормона и азота составила 53,3 %.

Как уже говорилось ранее, семена подавляющего большинства дикорастущих и культурных растений теряют всхожесть по прошествии какого-то времени даже в условиях хранения при пониженных положительных температурах. В нашем случае у семян расторопши пятнистой после хранения при температуре $1 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 9 месяцев всхожести не наблюдалось, только после обработки ЖА было отмечено, что одно семя возшло. В данном случае требуется пересмотреть ее условия хранения, возможно, для семян этого растения для сохранения всхожести требуется погружение в ЖА сразу после сбора.

Для семян валерианы лекарственной и ромашки аптечной, сорт «Карагандинская», было проведено проращивание семян в культуре *in vitro* (рис. 4, 5).



А — *Valeriana officinalis*; Б — *Matricaria chamomilla* сорт «Карагандинская»

Рисунок 4. Проращивание семян лекарственных растений в культуре *in vitro* через 12 суток после посадки на питательной среде Кнопа

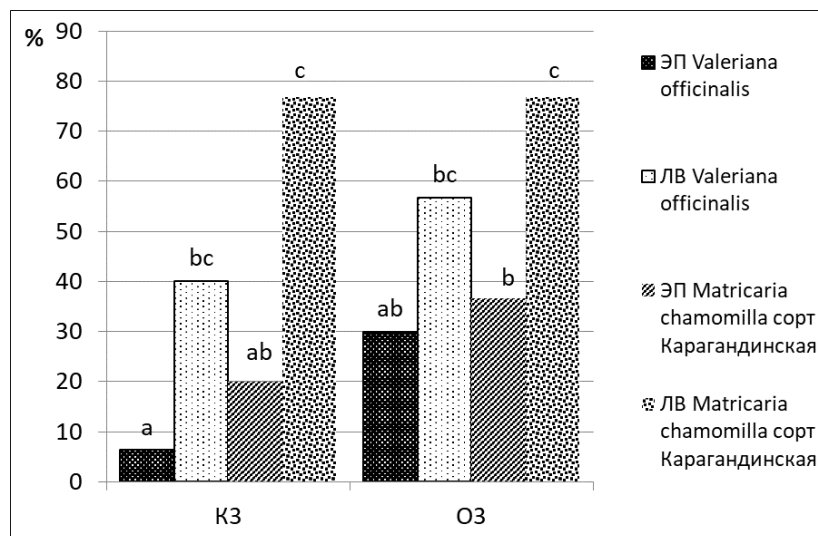


Рисунок 5. Влияние жидкого азота на энергию проращивания и лабораторную всхожесть в культуре *in vitro* семян лекарственных растений

Отмечено, что погружение в ЖА семян этих растений положительно сказывается на ЭП и ЛВ в культуре *in vitro*. Так, у валерианы лекарственной ЭП без обработки ЖА составила 6,7 %, тогда как после ЖА — 30,0 %, ЛВ этого растения до обработки была 40,0 % после ЖА — 53,3 %. У ромашки аптечной ЭП до обработки составила 20,0 %, после ЖА — 36,7 %, при этом влияния ЖА на ЛВ отмечено не было.

Заключение

Выявлено положительное влияние гибберелловой кислоты и жидкого азота на стимуляцию энергии прорастания и лабораторной всхожести семян лекарственных растений. В среднем процент ЭП после воздействия ЖА на семена увеличивался в 1,4 раза, ЛВ — в 1,5 раза. Процент ЭП после воздействия ГК на семена увеличивался в 2,9 раза, ЛВ — в 1,2 раза. При этом для стимуляции ЭП и ЛВ достаточно обработки семян или ГК или ЖА для всех исследуемых растений, так как разницы между вариантами не наблюдалось, только у валерианы лекарственной отмечено возрастание ЭП и ЛВ при одновременной обработке ГК и ЖА.

Установлено, что семена расторопши пятнистой теряют всхожесть после хранения при температуре 1 ± 1 °С в течение 9 месяцев. Требуется провести эксперименты по определению ЭП и ЛВ семян сразу после сбора, возможно, для стимуляции ЭП и ЛВ необходима будет обработка химическими реagenтами свежесобранных семян.

Отмечено, что экспозиция в ЖА в течение 18 ч положительно повлияла на ЭП в культуре *in vitro* семян валерианы лекарственной и ромашки аптечной, сорт «Карагандинская». Так, процент ЭП у валерианы лекарственной после обработки ЖА возрос в 4,5 раза, а ромашки аптечной — в 1,8 раза. Процент ЛВ валерианы лекарственной после воздействия ЖА возрос в 1,3 раза, влияния ЖА на ЛВ ромашки аптечной, сорт «Карагандинская» отмечено не было.

Работа выполнена в рамках грантового проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан: AP09259548 «Криоконсервация семенного материала дикорастущих и лекарственных растений и организация банка краткосрочного и долгосрочного хранения».

Список литературы

- 1 Флора Казахстана. — Т. 7. — Алма-Ата: Наука, 1964. — 345 с.
- 2 Доброхотова К.В. Лекарственные растения Казахстана / К.В. Доброхотова, В.В. Чудинов. — Алма-Ата: Казах. гос. изд-во, 1961. — 109 с.
- 3 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справоч. изд. / 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 S., S. Ahuja 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, No. 37. — P. 2–10. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0108-7>
- 7 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/3/i1500r/i1500r03.pdf8>
- 8 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://botsad.kz/ru/labs/view/laboratoriya_semenovodstva
- 9 Ромаданова Н.В. Сохранение генетического материала некоторых видов барбариса в криобанке / Н.В. Ромаданова, Л.Н. Карашолакова, И.А. Махмутова, Ф.Д. Кабулова, К.Т. Абидкулова, С.В. Кушнарченко // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2019. — № 3(95). — С. 20–26.
- 10 Kushnarenko S. Characterization and Cryopreservation of *Malus sieversii* Seeds / S. Kushnarenko, E. Salnikov, M. Nurtazin, Z. Mukhitdinova, I. Rakhimbaev, B.M. Reed // The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology. — 2010. — Vol. 4, Spec. Iss. 1. — P. 5–9.
- 11 Кушнарченко С.В. Криоконсервация семян. Методические рекомендации / С.В. Кушнарченко, З.Р. Мухитдинова, М.М. Аралбаева. — Алматы: TST-Company, 2011. — 33 с.
- 12 Reed B.M. Evaluation of critical points in technology transfer of cryopreservation protocols to international plant conservation laboratories / B.M. Reed, I. Kovalchuk, S. Kushnarenko, A. Meier-Dinkel, K. Schoenweiss, S. Pluta, K. Straczynska, E.E. Benson // CryoLetters. — 2004. — Vol. 25, No. 5. — P. 341–352.
- 13 Ромаданова Н.В. Каталог коллекции *in vitro*, криобанка и саженцев яблони, лесного и грецкого орехов / Н.В. Ромаданова, М.А. Жексембекова, М.М. Аралбаева, Т.Е. Толеген, Т.Е. Кокен, М.М. Нурманов, С.В. Кушнарченко. — Алматы, 2020. — 58 с.

- 14 Romadanova N. Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit *in vitro* / N. Romadanova, S. Kushnarenko, L. Karasholakova // Cellular & Developmental Biology. — 2017. — Vol. 53, No. 4. — P. 382–393. <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9849-y>
- 15 Medical plant conservation. — Vol. 14. — Ontario, 2011. — 36 p.
- 16 Николаева М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. — Л.: Наука, 1985. — 348 с.
- 17 Dowsett C.A. Adaption of a technique for the accelerated ageing of weed seeds to evaluate their longevity / C.A. Dowsett, T. James, P. Trivedi // New Zealand Plant Protection. — 2012. — Vol. 65. — P. 69–73. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2012.65.5427>
- 18 Bewley J.D. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination / J.D. Bewley, M. Black. — Berlin; Heidelberg; New York, 1982. — Vol. 2. — 375 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-68643-6>
- 19 Bareke T. Biology of seed development and germination physiology / T. Bareke // Plants & Agriculture Research. — 2018. — Vol. 8, Iss. 4. — P. 336–346. <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00335>
- 20 Воронкова Н.М. Влияние глубокого замораживания на прорастание семян растений прибрежно-морских и прилегающих территорий Дальнего Востока России / Н.М. Воронкова, А.Б. Холина // Вестн. ДВО РАН. — 2016. — № 3. — С. 31–38.
- 21 Турдиев Т.Т. Способ восстановления жизнеспособности и повышения всхожести семян риса после длительного хранения / Т.Т. Турдиев, Л.К. Мамонов, И.Ю. Ковальчук, Б.Н. Усенбеков, Д.Т. Казкеев, С.М. Байбасынова, А.Б. Рысбекова, А.Н. Подольских // Инновационный патент РК на изобретение № 29084 от 17.07.2013.
- 22 Путырский И.Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / И.Н. Путырский, В.Н. Прохоров. — М.: Махаон, 2000. — 656 с.
- 23 Терехин А.А. Технология возделывания лекарственных растений: учеб. пос. / А.А. Терехин, В.В. Вандышев. — М., 2008. — 201 с.
- 24 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://damu.kz/klienty-fonda/detail.php?ELEMENT_ID=7873
- 25 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kyzylmay.com/>
- 26 Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.emis.com/php/company-profile/KZ/Azia_Gold_Asia_Gold_TOO_Azia_Gold_%D0%90%D0%B7%D0%B8%D1%8F_%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B4_%D0%A2%D0%9E%D0%9E_ru_8596189.html
- 27 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://agbz.kz/kak-razvivat-biznes-na-travah/>
- 28 Губанов И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. — Т. 3. Покрытосеменные (двудольные, раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева. — М.: КМК, 2004. — 520 с.
- 29 Кноп W. Quantitative untersuchungen über den ernährungsprozess der pflanze / W. Кноп // Landw. Versuchssat. — 1865. — Vol. 7. — P. 93.
- 30 Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пос. для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
- 31 SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc, San Jose, CA, pp. Statistics software.

Н.В. Ромаданова, М.М. Аралбаева, Н.К. Рымханова, Д.Ш. Байгараев,
А.К. Рамазанов, М.Ю. Ишмуратова, С.В. Кушнаренко

Криоконсервация тұқымдардың зертханалық өну және өсу энергиясын жоғарылату әдісі

Қазақстанда және бүкіл әлемде өсімдік ресурстарының биоалуантүрлілігін жоғалту мәселесі бар. Сондықтан өсімдік гермоплазмасын ұзақ сақтау $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ өте төмен температурада жүргізілетін криогендік банктерін құру бойынша жұмыс жүргізілуде. Криогенді банктерде сақталатын тұқымдар үшін олардың тыныштық күйін және өнуіне жағдай жасайтын заттардың әрекетін зерттеу қажет. Дәрілік өсімдіктер зерттеудің маңызды объектілері болып табылады, себебі республикада дәрілік өсімдіктерді өнеркәсіптік өсіру мен жергілікті шикізатқа негізделген фармацевтикалық препараттар өндірісінің жақсы жұмыс істейтін жүйесі жоқ. Сондықтан өміршең тұқымдық материалдың ұзақ уақыт сақталуы және тұқым өнуін ынталандыратын әдістер туралы ғылыми ақпарат қажет. Эксперименттер нәтижесінде дәрілік өсімдіктердің тұқымының өсу энергиясының (ӨЭ) және зертханалық өнуінің (ЗӨ) пайыздық өсіміне гибберел қышқылы (ГК) мен сұйық азоттың (СА) оң әсері анықталды. Орташа алғанда, тұқымдарға СА әсер еткеннен кейін, ӨЭ пайызы 1,4-ке және ЗӨ 1,5 есеге өсті. Тұқымдарға ГК әсер еткеннен кейін, ӨЭ пайызы 1,2 есе, ал ЗӨ 2,9 есе өсті. ӨЭ мен ЗӨ ынталандыру үшін тұқымдарды ГК немесе СА әдістерінің бірімен өңдеу жеткілікті екендігі анықталды. Ала тікен тұқымдары $1\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада 9 ай сақталғаннан кейін өнгіштігін жоғалтатыны байқалған. Мүмкін, ӨЭ мен ЗӨ ынталандыру үшін жаңадан жиналған тұқымдарды химиялық реагенттермен өңдеу қажет шығар. Дәрілік валериана және дәріханалық түймедақ тұқымының Қарағандылық сортының *in vitro* культурасында СА әсері ӨЭ 4,5 және 1,8 есеге байқалды. СА әсерінен кейін дәрілік валериананың пайыздық көрсеткіші 1,3 есеге өсті, ал дәріханалық түймедақ Қарағандылық сортына ЗӨ әсер етуі байқалмады.

Кілт сөдер: тұқым, дәрілік өсімдіктер, криогендік банк, *in vitro* культурасы, өсу энергиясы, зертханалық өну.

N.V. Romadanova, M.M. Aralbaeva, N.K. Rymkhanova, D.Sh. Baigaraev,
A.K. Ramazanov, M.Iu. Ishmuratova, S.V. Kushnarenko

Cryopreservation as a way to improve laboratory germination and germination energy of seeds

In all across the world, including Kazakhstan, there is a problem of loss of plant resources biodiversity. Therefore, work is underway to create cryogenic banks, in which long-term storage of plant germplasm is carried out at an ultra-low temperature of $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. For seeds stored in cryogenic banks, it is necessary to study their dormant state and the action of substances that could stimulate their germination. Medicinal plants are important objects for research since the Republic lacks a well-functioning system of industrial cultivation of medicinal plants and the production of pharmaceuticals based on local raw materials. Consequently, scientific information is required on the long-term maintenance of viable seed material and methods of stimulating seed germination. As a result of the experiments, the positive effect of gibberellic acid (GA) and liquid nitrogen (LN) on the increase in the percentage of germination energy (GE) and laboratory germination (LG) of medicinal plants seeds were revealed. On average, after LN exposure to seeds, the percentage of GE increased by 1.4 and LG by 1.5 times. After the exposure to GA, the percentage of GE increased by 1.2 times, and LG by 2.9 times. It was found that, to stimulate GE and LG, it is sufficient to treat seeds with one of the reagents, GA or LN. It was found that the seeds of *Silybum marianum* lose their germination after storage at a temperature of $1\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 9 months. The stimulation of GE and LG may require the treatment of freshly harvested seeds with chemical reagents. The effectiveness of the exposure of LN on *in vitro* seeds GE of *Valeriana officinalis* and *Matricaria chamomilla* variety Karagandinskaya by 4.5 and 1.8 times, respectively, was noted. The LG percentage of *Valeriana officinalis* after exposure to LN increased by 1.3 times, while the effect of LN on the LG of *Matricaria chamomilla* variety Karagandinskaya seeds was not observed.

Keywords: seeds, medicinal plants, cryogenic bank, *in vitro* culture, germination energy, laboratory germination.

References

- 1 (1964). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 2 Dobrokhotova, K.V., & Chudinov, V.V. (1961). *Lekarstvennye rasteniia Kazakhstana [Medicinal plants of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Kazakh State Publ. House [in Russian].
- 3 Grudzinskaia, L.M., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V., & Karzhaubekova, Zh.Zh. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana: spravochnoe izdanie [Annotated list of medicinal plants in Kazakhstan: reference edition]* Almaty [in Russian].
- 4 (2014). *Krasnaia kniga Kazakhstana. Tom 2. Rasteniia [Red Book of Kazakhstan. Volume 2. Plants]*. Astana: «Art Print XXI» Ltd [in Russian].
- 5 Dixit, S., Ahuja, S., Narula, 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. 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 Retrieved from <http://www.fao.org/3/i1500r/i1500r03.pdf> [in Russian].
- 8 The Main Botanical Garden of Almaty (2017). Laboratory of seed production and plant protection. *botsad.kz*. Retrieved from https://botsad.kz/ru/labs/view/laboratoriya_semenovodstva [in Russian].
- 9 Romadanova, N.V., Karasholakova, L.N., Makhmutova, I.A., Kabulova, F.D., Abidkulova, K.T., & Kushnarenko, S.V. (2019). Sokhranenie geneticheskogo materiala nekotorykh vidov barbarisa v kriobanke [Conservation of the genetic material of some barberry species in a cryobank]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Biologiya. Meditsina. Geografiia — Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Series*, 3(95), 20–26 [in Russian].
- 10 Kushnarenko, S., Salnikov, E., Nurtazin, M., Mukhitdinova, Z., Rakhimbaev, I., & Reed, B.M. (2010). Characterization and Cryopreservation of *Malus sieversii* Seeds. *The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4(1); 5–9.
- 11 Kushnarenko, S.V., Mukhitdinova, Z.R., & Aralbaeva, M.M. (2011). *Kriokonservatsiia semian: Metodicheskie rekomendatsii [Cryopreservation of seeds. Methodical recommendations]*. Almaty: TST-Company [in Russian].
- 12 Reed, B.M., Kovalchuk, I., Kushnarenko, S., Meier-Dinkel, A., Schoenweiss, K., Pluta, S., Straczynska, K., & Benson, E.E. (2004). Evaluation of critical points in technology transfer of cryopreservation protocols to international plant conservation laboratories. *CryoLetters*, 25(5); 341–352.

- 13 Romadanova, N.V., Zheksembekova, M.A., Aralbaeva, M.M., Tolegen, T.E., Koken, T.E., Nurmanov, M.M., & Kushnarenko, S.V. (2020). *Katalog kolleksii in vitro, kriobanka i sazhensev yabloni, lesnogo i gretskogo orekhov [Catalog of the in vitro collection, cryobank and seedlings of apple, hazel and walnuts]*. Almaty [in Russian].
- 14 Romadanova, N., Kushnarenko, S. & Karasholokova, L. (2017). Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit *in vitro*. *Cellular & Developmental Biology*, 53 (4); 382–393. <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9849-y>
- 15 (2011). *Medical plant conservation*. Ontario.
- 16 Nikolaeva, M.G., Razumova, M.V., & Gladkova, V.N. (1985). *Spravochnik po prorashchivaniiu pokoiashchikhsia semian [A guide to germinating dormant seeds]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 17 Dowsett, C.A., James, T., & Trivedi, P. (2012). Adaption of a technique for the accelerated ageing of weed seeds to evaluate their longevity. *New Zealand Plant Protection*, 65; 69–73. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2012.65.5427>
- 18 Bewley, J.D., & Black, M. (1982). *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Berlin; Heidelberg; New York. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-68643-6>
- 19 Bareke, T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Plants & Agriculture Research*, 8(4); 336–346. <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00335>
- 20 Voronkova, N.M., & Kholina, A.B. (2016). Vliianie glubokogo zamorazhivaniia na prorastanie semian rastenii pribrezhno-morskikh i priligaishchikh territorii Dalnego Vostoka Rossii [Effect of deep freezing on seed germination of plants in coastal and adjacent territories of the Russian Far East]. *Vestnik DVO — Bulletin of Far-East Department of RAS*, 3; 31–38 [in Russian].
- 21 Turdiev, T.T., Mamonov, L.K., Kovalchuk, I.Yu., Usenbekov, B.N., Kazkeev, D.T., Baibasynova, S.M., Rysbekova, A.B., & Podolskikh, A.N. (2013). Sposob vosstanovleniia zhiznesposobnosti i povysheniia vskhozhesti semian Risa posle dlitel'nogo khraneniia [A method to restore the viability and increase the germination of rice seeds after long-term storage]. *Innovatsionnyi patent RK na izobretenie — Innovative patent of RK for invention* [in Russian].
- 22 Putyrskii, I.N., & Prokhorov, V.N. (2000). *Universalnaia entsiklopediia lekarstvennykh rastenii [Universal encyclopedia of medicinal plants]*. Moscow: Makhaon [in Russian].
- 23 Terekhin, A.A., & Vandyshev, V.V. (2008). *Tekhnologiia vozdel'vaniia lekarstvennykh rastenii [Technology of cultivation of medicinal plants]*. Moscow [in Russian].
- 24 Retrieved from https://damu.kz/klienty-fonda/detail.php?ELEMENT_ID=7873 [in Russian].
- 25 Retrieved from <https://kyzylmay.com/> [in Russian].
- 26 Retrieved from https://www.emis.com/php/company-profile/KZ/Azia_Gold_Asia_Gold_TOO_Azia_Gold_%D0%90%D0%B7%D0%B8%D1%8F_%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B4_%D0%A2%D0%9E%D0%9E_ru_8596189.html [in Russian].
- 27 Retrieved from <https://agbz.kz/kak-razvivat-biznes-na-travah/> [in Russian].
- 28 Gubanov, I.A., & Kiseleva K.V. (2004). *Illustrirovannii opredelitel rastenii Srednei Rossii. Tom 3. Pokrytosemennye (dvudolnye, razdelnolepestnye) [Illustrated guide to plants of Central Russia. Volume 3: Angiosperm (monocotyledons, choripetalous)]*. Moscow: Institute of technological research [in Russian].
- 29 Knop, W. (1865). *Quantitative utersuchungenüber den ernährungsprozess der pflanze [Quantitative uterine searches about the nutritional process of the plant]*. Landw, Versuchssat [in German].
- 30 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia: uchebnoe posobie dlia biologicheskikh spetsialnostei vuzov [Biometrics: A Textbook for Biological specialists of universities]*. Moscow: Vysshaia shkola [in Russian].
- 31 SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc, San Jose, CA, pp. Statistics software.

A.T. Serikbai^{1*}, A.M. Aitkulov¹, A.K. Zeynidenov¹, Z.T. Kystaubaeva²

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

²Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan

*Corresponding author: arailym_serikbai@mail.ru

Evaluation of macroparticles and nanoparticles of zinc and zinc oxide's toxicity based on the *Artemia salina* model

This article is devoted to the study of the effect of macroparticles and nanoparticles of zinc and zinc oxide on animals. The toxicity of pollutants to the fauna of aquatic ecosystems was assessed in course of a laboratory experiment. The test objects, the larvae of crustaceans of *Artemia salina*, were exposed to the particles of zinc (Zn) and zinc oxide (ZnO). The particle content in the water was 5 mg, 10 mg, 20 mg per 100 ml. The obtained results of the research indicate that the zinc and zinc oxide nanoparticles in the studied concentrations show a slight degree of toxicity during the 48-hour experiment period. The macroparticles of these substances have higher toxic properties for eggs and larvae of *Artemia salina*.

Keywords: macroparticles, nanoparticles, zinc, zinc oxide, *Artemia salina*, aquatic ecosystems.

Introduction

In recent years, intensive work has been done worldwide to obtain and apply nanoscale materials in various branches of science, industry, and agriculture. Numerous works indicate that nanoparticles also exhibit a biological effect in addition to the required physical and chemical properties. This effect can be both positive and negative for the biological system. In this regard, the problem of assessing the impact of nanoparticles on the environment is of vital importance.

The results of the studies related to the possible effects of nanoparticles on the body of animals and the mechanism of their biological action do not have an unambiguous interpretation and often demonstrate contradictory results. The importance of specialized studies of the biological properties of nanoparticles and materials is explained by the fact that the physical, chemical, and biological properties of most substances change during the transition from macro- to the nanoscale, and the nanomaterials can cause a completely different, sometimes opposite effect when contacted and penetrated biological structures. In addition, nanomaterials are characterized by high bioavailability: they easily penetrate through any biological barriers and are impermeable to particles of microscopic size. The studies conducted using various types of biological systems (cells, bacteria, and living organisms) show that nanoparticles can have an eco-toxicological effect. These features are important for assessing and predicting the biological and environmental safety of nanoscale materials [1].

The nanoparticles of biophilic elements, namely zinc, are of particular interest. L.V. Zhong in his study [2] noted that nanoparticles of ZnO have a large number of nanostructured variants, which might explain the fact that the influence of these nanoparticles on animal organisms causes both positive and negative effects.

The positive effect of zinc nanoparticles and their compounds on various organisms was especially widely published in biomedical studies. In many works, it has been proved that the use of pure suspensions of zinc nanoparticles, as well as in combination with chitosan, activates the processes of regeneration of mammalian skin wounds [3, 4]. Another research of the above-mentioned authors demonstrated the antibacterial effect of zinc nanoparticles on the strains of staphylococcus. The positive effect of ZnO nanoparticles is found not only in mammals but also in birds, which is associated with an improvement in the physiological parameters of the intestinal barrier and biochemical characteristics of antioxidant protection [3–5].

However, these substances can have a toxic effect in higher doses. There are numerous studies describing the negative effect of zinc nanoparticles on various organisms. For example, in the works of I.I. Tomilin, nano- and micro-particles and zinc ions have a toxic effect on freshwater hydrobionts of different trophic levels: ceriodaphnia branched crustaceans (*Ceriodaphnia affinis*), larvae of dipteran chironomids (*Chironomus riparius*) and aquarium fish (*Brachydanio rerio*). Zhao et al. (2016) and Chun et al. (2017) observed some negative effects of nanoparticles and demonstrate that as the concentration of nanoparticles in water bodies increases, the rate of development of embryos and the hatching rates of Danio fish decreases [6, 7]. Choi et al. (2016) showed that the cause of this may be a violation of the gene expression of the Danio fish embryos. It is also

shown that, unlike $ZnSO_4$, ZnO nanoparticles caused inflammatory processes of the pericardium, tail and yolk sac and disruption of the immune system. Other species of fish, in particular carps, also respond by reducing innate and adaptive immunity to feeding ZnO nanoparticles [8–10].

Zinc nanoparticles have the properties of high bioavailability for animal organisms, which is demonstrated in the work of R.V. Raspopov [11], where the distribution of zinc nanoparticles by organs and tissues was revealed by the method of radioactive tracers.

In addition, nanoparticles, in particular, zinc oxide ones, are steadily accumulated in the body of animals. It is shown that the presence of ZnO nanoparticles in water resulted in accumulation in the gills and intestines of fish (a rain trout) even after cleaning the medium, which caused oxidative stress in the gills and disruption of liver antioxidant protection mechanisms even in case of quick removal of the pollutant from that medium. Apart from the liver and gills, when nanoparticles are found in water, their accumulation is established in other organs of animals. Zn was observed to be accumulated in the brain, liver and muscles, which led to disruption of normal metabolic functioning of the liver. Some authors mentioned that the ZnO nanoparticles remain stable at the high pH values, but when the pH drops, Zn ions began to be generated. In the study of Du et al. (2016) dedicated to the study of the response of Danio embryos to the exposure of nanoparticles, more damage was recorded during the growth and development of larvae, in which both chemicals were present compared to the system exposed to two separate agents [12, 13].

Similar results were obtained in the experiments conducted with other species of fish. The effects of different concentrations, small (10–30 nm) and large (100 nm) ZnO nanoparticles, on tilapia as (*Oreochromis niloticus*) caused a significant accumulation of both small and large ZnO nanoparticles in the tissues of the liver, gills, intestines, kidneys, brain and muscles, which led to a violation of oxidative metabolism. The fact that, under the same exposure conditions, the accumulation of small ZnO nanoparticles was significantly higher compared to the larger nanoparticles of this substance is of particular importance [14].

The problem of the multidirectional manifestation of zinc oxide nanoparticles' impact was well-described in the works of D.R. Vishnu et al. [15]. In the comparative experiments on rodents and fish, the importance of studying the toxicity of nanoparticles of this compound is proved with similar conclusions reached by Chen et al. [16]. These studies emphasized the need to study the toxic effects of ZnO nanoparticles on terrestrial and aquatic animals. This results in the need to reduce the number of nanoparticles in animal diets and to revise the concentrations of these pollutants in natural environments, especially in the presence of over one pollutant, which can lead to the manifestation of synergetic toxicity. The possibility of synergy is associated with the high reactivity of nanoparticles and their ability to easily form complexes with other substances.

It was noted that in Kazakhstan there were several publications devoted to the disclosure of the physical and chemical properties of nanoparticles, but the study of their biological effect and toxicity for living organisms has not previously been done.

Thus, the study of the effects of metal nanoparticles on biological objects, including hydrobionts, remained an interesting and practically significant task. The effect of concentrations of macro- and nanoparticles of zinc and zinc oxide on the *Artemia salina* nauplii were studied in this research in an aqueous saline solution.

Experimental

The suspensions of zinc and zinc oxide particles of different concentrations (5, 10, 20 mg per 100 ml of water) were used in the experiment. The particle size was 80–100 nm (nanoparticles) and 500–1000 nm (macroparticles). As the test objects, the *Artemia salina* crustacean, lived in salty reservoirs, were used in the experiment. The dry eggs of *Artemia salina* (12 g of eggs per 500 cm³ of water) were poured with settled tap water at the required concentration of NaCl. Under favorable conditions, *Artemia salina* nauplii hatched from eggs through 1–2 days. For the experiment, the hatched nauplii, 4 individuals each, were placed in 30 ml glass cups in a saline solution with different concentrations of zinc or zinc oxide macroparticles and nanoparticles. The experiment was conducted with 5-fold repetition with 20 individuals in each experimental and control group [17]. The duration of exposure to the pollutants was 48 hours long. After 48 hours, the alive and dead individuals were counted and compared against the indicators of the control group.

Results and Discussion

The study of the effect of macroparticles on the hatching of crustaceans indicates that the presence of zinc and zinc oxide macroparticles in the aquatic medium leads to a decrease in the percentage of hatched *Artemia salina* eggs.

The content of Zn macroparticles at the concentration of 20 mg /100 ml led to a maximum reduction in hatches by 55 % compared to the control group (Tab. 1).

Table 1

Percentage of *Artemia salina* nauplii hatched after exposure to zinc macroparticles

Sample	Control	5 mg/100 ml	10 mg/100 ml	20 mg/100 ml
1	4	2	2	
2	4	3	3	1
3	4	1	1	3
4	4	3	3	3
5	4	2	2	2
Total	20	11	11	9
A, %	100	55	55	45

The presence of ZnO macroparticles in the medium also led to a decrease in the hatched crustaceans, but to a lesser extent compared to the zinc macroparticles (Tab. 2). The maximum decrease in hatching percentage was observed at the concentrations of 5 and 20 mg per 100 ml. In other experimental groups exposed to the smaller and higher concentrations of the substance, a significant decrease of larval density by 45 % was also observed.

Table 2

Percentage of *Artemia salina* larvae hatched after exposure to zinc oxide macroparticles

Sample	Control	5 mg /100 ml	10 mg /100 ml	20 mg /100 ml
1	4	3	2	2
2	4	3	2	3
3	4	2	2	2
4	4	1	5	2
5	4	2	3	2
Total	20	11	14	11
A, %	100	55	70	55

Nanoparticles of zinc in most of the studied concentrations illustrated the same survival rate of crustacean larvae for both control and experimental groups with no toxic properties (Tab. 3). The exception was the maximum concentration of zinc nanoparticles in the medium of 20 mg per 100 ml, which caused a decrease in egg pecking by 10 %.

Table 3

Percentage of *Artemia salina* larvae hatched when exposed to zinc nanoparticles

Sample	Control	5 mg /100 ml	10 mg /100 ml	20 mg /100 ml
1	4	4	4	4
2	4	4	4	4
3	4	4	4	2
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
Total	20	20	20	18
A, %	100	100	100	90

After studying the effects of zinc oxide nanoparticles, it was noted that only the lowest concentration of these particles (5 mg/100 ml) demonstrated some toxic effect. The higher concentrations of the substance caused the same hatching of larvae showing absent of toxicity (Tab. 4).

Percentage of *Artemia salina* larvae hatched when exposed to zinc oxide nanoparticles

Sample	Control	5 mg /100 ml	10 mg /100 ml	20 mg /100 ml
1	4	2	4	4
2	4	4	4	4
3	4	4	4	4
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
Total	20	18	20	20
A, %	100	90	100	100

Based on the study, it can be stated that zinc and zinc oxide nanoparticles in the studied concentrations demonstrated a slight degree of toxicity during the experiment period of 48 hours. The macroparticles of these substances have higher toxic properties for eggs and larvae of *Artemia salina*.

Conclusions

The effect of metal particles on the representatives of the aquatic fauna of the invertebrate *Artemia salina* depends not only on the chemical composition of the agents, their concentration in the medium but also on the size of the active particles. Macro- and nanoparticles of zinc and zinc oxide show a different level of toxicity. A large toxic effect on *Artemia salina* eggs is posed by the zinc macroparticles. A smaller but significant level of toxic reaction on the crustacean eggs was caused by zinc oxide macroparticles. Nanoparticles of zinc and zinc oxide exhibit negligible toxicity.

Based on the study, it is assumed that the effect of these toxicants may vary depending on the duration of the experiment and the stage of development of the crustacean. In this regard, it is planned to continue research in order to obtain the data of how both macro- and nanoparticles of zinc and its oxide may affect the later stages of development of *Artemia salina*.

References

- 1 Томилина И.И. Морфологические деформации сильнохитинизированных структур ротового аппарата личинок рода *Chironomus riparius* как показатель органического загрязнения пресных водоемов / И.И. Томилина, Л.П. Гребенюк // Биология внутренних вод. — 2014. — № 3. — С. 79–91.
- 2 Zhong L.W. Zinc oxide nanostructures: growth, properties and applications / L.W. Zhong // Journal of physics: condensed matter. — 2004. — Vol. 16, No. 25. — P. 829–858.
- 3 Бабушкина И.В. Регенерация экспериментальной раны под влиянием наночастиц цинка / И.В. Бабушкина, Е.В. Гладкова, И.А. Мамонова, С.В. Белова, Е.В. Карякина // Вестн. нов. мед. технол. — 2012. — Т. XIX, № 4. — С. 16.
- 4 Бабушкина И.В. Влияние наночастиц цинка на бактериальные клетки / И.В. Бабушкина, Е.Г. Чеботарева, М. Эльбубу, С.Б. Орлов, Е.В. Бородулина, В.Б. Бородулин // Вестн. РУДН. Сер. Медицина. — 2012. — № 3. — С. 22–25.
- 5 Zhaogang Y. The cytotoxicity of zinc oxide nanoparticles to 3D brain organoids results from excessive intracellular zinc ions and defective autophagy / Y. Zhaogang, L. Liangliang, W. Junkang, Zh. Jiaqi, H. Chaobo // Cell Biology and Toxicology. — 2021. <https://doi.org/10.1007/s10565-021-09678-x>
- 6 Zhao X. Zinc oxide nanoparticles induce oxidative DNA damage and ros-triggered mitochondria-mediated apoptosis in zebra fish embryos / X. Zhao, X. Ren, R. Zhu, Z. Luo, B. Ren // Aquat. Toxicol. — 2016. — Vol. 180. — P. 56–70.
- 7 Chun H.S. Two zinc-aminoclays' In-vitro cytotoxicity assessment in hela cells and In-vivo embryotoxicity assay in zebra fish / H.S. Chun, D. Park, S. Eun Lim, K.H. Jeong, J.S. Park, H.J. Park, S. Kang // Ecotoxicol. Environ. Saf. — 2017. — Vol. 137. — P. 103–112.
- 8 Choi J.S. Developmental toxicity of zinc oxide nanoparticles to zebrafish (*Danio rerio*): a transcriptomic analysis / J.S. Choi, R.O. Kim, S. Yoon, W.K. Kim // PLoS One. — 2016. — Vol. 11, № 8. — e0160763.
- 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.
- 10 Chupani L. Effects of chronic dietary exposure of zinc oxide nanoparticles on the serum protein profile of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.) / L. Chupani, E. Zusková, H. Niksirat, A. Panáček, V. Lünsmann, S.-B. Haange, M. von Bergen, N. Jehmlich // Sci. Total. Environ. — 2017. — Vol. 579. — P. 1504–1511.
- 11 Распопов Р.В. Характеристика эффективности использования наночастиц оксида цинка в питании / Р.В. Распопов, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина // Эксперименты на лабораторных животных. — 2011. — № 5. — С. 46–51.

12 Du J. Effects of ZnO nanoparticles on perfluorooctanesulfonate induced thyroid-disrupting on zebra fish larvae / J. Du, S. Wang, H. You, Z. Liu // J. Environ. Sci. — 2016. — Vol. 47. — P. 153–164.

13 Yin Y. Elevated CO₂ levels increase the toxicity of ZnO nanoparticles to goldfish (*Carassius auratus*) in a water-sediment ecosystem / Y. Yin, Z. Hu, W. Du, F. Ai, R. Ji, J.L. Gardea-Torresdey, H. Guo // J. Hazard. Mater. — 2017. — Vol. 327. — P. 64–70.

14 Hasan K. Effects of zinc oxide nanoparticles on bioaccumulation and oxidative stress in different organs of tilapia (*Oreochromis niloticus*) / K. Hasan, A. Fatix, G. Mert, Y. Sevdan, A. Mexmet, T. Veysel // Environmental Toxicology and Pharmacology. — 2015. — Vol. 40. — P. 936–947.

15 Vishnu D. Rajputa Effects of zinc-oxide nanoparticles on soil, plants, animals and soil organisms: A review / Vishnu D. Rajputa // Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. — 2018. — Vol. 9. — P. 76–78.

16 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, No. 3. — P. 97–106.

17 Терехова В.А. Методика определения токсичности по выживаемости солоноватоводных рачков *Artemia salina* / В.А. Терехова, Е.Ф. Исакова, Т.А. Самойлова. — М.: МГУ, 2009. — 28 с.

А.Т. Серікбай, А.М. Айтқұлов, А.К. Зейніденов, З. Т.Қыстаубаева

Мырыш пен мырыш оксидінің макробөлшектері мен нанобөлшектерінің *Artemia salina* үлгісінде уыттылығын бағалау

Мақала мырыш пен мырыш оксидінің макробөлшектерінің (МБ) және нанобөлшектерінің (НБ) жануарларға әсерін зерттеуге арналған. Су экожүйелерінің фаунасы үшін ластаушы заттардың уыттылық деңгейін бағалау зертханалық тәжірибеде жүргізілді, онда зерттелетін тест-объектісі — шаян тәрізділерінің дернәсілдері *Artemia salina* мырыш (Zn) және мырыш оксидінің (ZnO) бөлшектерінің әсеріне ұшырады. Су бөлшектерінің мөлшері 100 мл-де 5, 10, 20 мг болды. Зерттеу нәтижелері зерттелген концентрациялардағы мырыш пен мырыш оксидінің нанобөлшектері 48 сағаттық тәжірибе кезеңінде елеусіз уыттылық дәрежесін көрсетті. Мырыштың макробөлшектері *Artemia salina* жұмыртқалары мен дернәсілдері үшін салыстырмалы түрде жоғарырақ улы қасиетке ие.

Кілт сөздер: макробөлшектер, нанобөлшектер, мырыш, мырыш оксиді, *Artemia salina*, су экожүйелері.

А.Т. Серікбай, А.М. Айтқұлов, А.К. Зейніденов, З.Т. Қыстаубаева

Оценка токсичности макрочастиц и наночастиц цинка и оксида цинка на модели *Artemia salina*

Статья посвящена исследованию влияния макрочастиц и наночастиц цинка и оксида цинка на животных. Оценку уровня токсичности поллютантов для фауны водных экосистем проводили в условиях лабораторного эксперимента, где тест-объекты — личинки рачков *Artemia salina* подвергались воздействию частиц цинка и оксида цинка. Содержание частиц в воде составляло 5, 10, 20 мг на 100 мл. Результаты исследования свидетельствуют, что наночастицы цинка и оксида цинка в изученных концентрациях проявляют незначительную степень токсичности в течение 48 ч эксперимента. Авторами сделан вывод, что макрочастицы этих веществ обладают более высокими токсичными свойствами для яиц и личинок *Artemia salina*.

Ключевые слова: макрочастицы, наночастицы, цинк, оксид цинка, *Artemia salina*, водные экосистемы.

References

1 Tomilina, I.I., & Grebeniuk, L.P. (2014). Morfologicheskie deformatsii silnokhitinizirovannykh struktur rotovogo apparata lichinok roda *Chironomus riparius* kak pokazatel organicheskogo zagriazneniia presnykh vodoemov [Morphological deformations of highly chitinized structures of the oral apparatus of larvae of the genus *Chironomus riparius* as an indicator of organic pollution of fresh water bodies]. *Biologiya vnutremnikh vod — Biology of Inland Waters*, 3, 79–91 [in Russian].

2 Zhong, L.W. (2004). Zinc oxide nanostructures: growth, properties and applications. *Journal of physics: condensed matter*, 16 (25); 829–858.

3 Babushkina, I.V., Gladkova, E.V., Mamonova, I.A., Belova, S.V., & Kariakina, E.V. (2012). Regeneratsiia eksperimentalnoi rany pod vliianiem nanochastits tsinka [Regeneration of experimental wound under the influence of zinc nanoparticles]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii — Bulletin of medical technologies*, 19 (4), 16 [in Russian].

- 4 Babushkina, I.V., Chebotareva, E.G., Elbubu, M., Orlov, S.B., Borodulina, E.V., & Borodulin, V.B. (2012). Vliianie nanochastits tsinka na bakterialnye kletki [Effects of zinc nanoparticles on bacterial cells]. *Vestnik RUDN. Seriya Meditsina — RUDN Journal of Medicine*, 3, 22–25 [in Russian].
- 5 Zhaogang, Y., Liangliang, L., Junkang, W., Jiaqi, Zh., & Chaobo, H. (2021). The cytotoxicity of zinc oxide nanoparticles to 3D brain organoids results from excessive intracellular zinc ions and defective autophagy. *Cell Biology and Toxicology*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10565-021-09678-x>
- 6 Zhao, X., Ren, X., Zhu, R., Luo, Z., & Ren, B. (2016). Zinc oxide nanoparticles induce oxidative DNA damage and ROS-triggered mitochondria-mediated apoptosis in zebrafish embryos. *Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands)*, 180, 56–70. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2016.09.013>
- 7 Chun, H.S., Park, D., Eun Lim, S., Jeong, K.H., Park, J.S., & Park, H.J. et al. (2017). Two zinc-aminoclays' in-vitro cytotoxicity assessment in HeLa cells and in-vivo embryotoxicity assay in zebrafish. *Ecotoxicology and environmental safety*, 137, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.11.022>
- 8 Choi, J.S., Kim, R.O., Yoon, S., & Kim, W.K. (2016). Developmental Toxicity of Zinc Oxide Nanoparticles to Zebrafish (*Danio rerio*): A Transcriptomic Analysis. *PLoS one*, 11(8), e0160763. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160763>
- 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.
- 10 Chupani, L., Zusková, E., Niksirat, H., Panáček, A., Lünsmann, V., Haange, S. B., von Bergen, M., & Jehmlich, N. (2017). Effects of chronic dietary exposure of zinc oxide nanoparticles on the serum protein profile of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). *The Science of the total environment*, 579, 1504–1511. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.154>
- 11 Raspopov, R.V., Trushina, E.N., & Mustafina, O.K. (2011). Kharakteristika effektivnosti ispolzovaniia nanochastits oksida tsinka v pitanii [Characterization of the nutritional efficiency of zinc oxide nanoparticles]. *Eksperty na laboratornykh zhyvotnykh — Experiments on laboratorial animals*, 5, 46–51 [in Russian].
- 12 Du, J., Wang, S., You, H., & Liu, Z. (2016). Effects of ZnO nanoparticles on perfluorooctane sulfonate induced thyroid-disrupting on zebrafish larvae. *Journal of environmental sciences (China)*, 47, 153–164. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.01.018>
- 13 Yin, Y., Hu, Z., Du, W., Ai, F., Ji, R., Gardea-Torresdey, J.L. & Guo, H. (2017). Elevated CO₂ levels increase the toxicity of ZnO nanoparticles to goldfish (*Carassius auratus*) in a water-sediment ecosystem. *J. Hazard. Mater.*, 327; 64–70.
- 14 Hasan, K., Fatih, A., Mert, G., Sevdan, Y., Mexmet, A. & Veysel, T. (2015). Effects of zinc oxide nanoparticles on bioaccumulation and oxidative stress in different organs of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 40; 936–947.
- 15 Vishnu, D. Rajputa (2018). Effects of zinc-oxide nanoparticles on soil, plants, animals and soil organisms: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 9; 76–78.
- 16 Chen, A., Feng, X., Sun, T., Zhang, Y., An, S., & Shao, L. (2016). Evaluation of the effect of time on the distribution of zinc oxide nanoparticles in tissues of rats and mice: a systematic review. *IET nanobiotechnology*, 10(3), 97–106. <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2015.0006>
- 17 Terekhova, V.A., Isakova, E.F., & Samoilo, T.A. (2009). Metodika opredeleniia toksichnosti po vyzhivaemosti solonovodnykh rachkov *Artemia salina* [Methodology for determining the survival toxicity of brackish crustaceans *Artemia salina*]. Moscow: Moscow State University [in Russian].

А.А. Сумбембаев^{1, 2*}, А.Н. Данилова¹, Н.В. Премина³, Е.В. Матвеева¹

¹Алтайский ботанический сад, Риддер, Казахстан;

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

³Западно-Алтайский государственный природный заповедник, Риддер, Казахстан

*Автор для корреспонденции: aydars@list.ru

Эколого-ценотический и флористический анализ популяций *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo в Казахстанской части Алтайской горной страны

Целью статьи явилось определение экологического оптимума и пластичности вида в обследованных сообществах на основе сходства и различия фитоценозов. Материалы получены в результате обследования территории маршрутно-рекогносцировочным методом. На основании полевых исследований в обследуемом регионе выделено четыре основные популяции, отмечено 12 местонахождений. Установлено, что ценофлора популяций *D. fuchsia* в Казахстанской части Алтайской горной страны сформирована 251 видом, относящимся к 49 семействам, 155 родам. Характерными видами-маркерами являются *Betula verrucosa*, *Juncus compressus*, *Poa palustris*, *Poa pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Sanguisorba officinalis*. Ценоэкоотипы занимают влажные луговины, опушки березовых и смешанных лесов, долины рек и ручьев с неоднородным увлажнением и богатым гумусным субстратом. Флоропопуляционное сходство обследованных популяций варьирует в пределах 12–24 %. В экологическом отношении во всех популяциях основу фитоценозов составляют мезофиты — 74 %, доля мезогигрофитов — 18, ксеромезофитов — 8 %. В составе жизненных форм доминируют травянистые растения — 219 видов (87 %). Древесно-кустарниковая флора представлена бедно — 32 вида (13 %). Самоподдержание и размножение вида осуществляется семенами. Экологический оптимум *D. fuchsia* приходится на разнотравно-вейниковые, разнотравно-лабазниковые, злаково-луговые, хвощево-злаковые, осоково-кустарниковые фитоценозы.

Ключевые слова: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, Казахстанский Алтай, популяция, флора, структура, фитоценоз.

Введение

Dactylorhiza fuchsia (Druce) Soo — гигро-мезофит, сциофит с евро-сибирским ареалом, произрастает по сырым лугам, заболоченным низинам, в низкотравных сообществах [1]. Казахстанские изолированные точки распространения *D. Fuchsia* являются периферийной остаточной частью сибирского горно-таежного ареала вида. Редкий вид с сокращающимся ареалом [2–4], но способен образовывать обильное возобновление. Находится под охраной в заповедниках [5] и национальных парках [6]. В Казахстанском Алтае часто поднимается до среднего горного пояса темнохвойных лесов [7]. Предпочитает богатые гумусом почвы. Цветовая палитра соцветий фиолетовая для открытых мест и светло-розовая для затененных участков [8]. Часто встречаются белые формы соцветий, которые не имеют пятен на листьях [9]. Взрослые генеративные особи часто образуют розеточные листья при основании [10]. Морфологически близок к *D. maculata* [11], от которого отличается обратнойцевидными, не килеватыми нижними листьями, трехлопастной нижней цветовой губой с заостренной средней частью.

Вид описан из Англии [11]. Ареал: Европа, Сибирь, Западная Монголия, северо-западный Китай, север Средней Азии. Степень редкости: находящийся под угрозой исчезновения (critically endangered — CR) [4].

Специальные исследования по изучению эколого-ценотических характеристик сообществ и флористического состава популяций *D. fuchsia* на территории Казахстанской части Алтайской горной страны не проводились. Изучение современного состояния популяций *D. fuchsii* и ценотической структуры сообществ необходимо для установления флоро-популяционного сходства сообществ, экологического оптимума вида в условиях Казахстанского Алтая, возрастного состава и самоподдержания популяций.

Цель данного исследования — эколого-ценотический и флористический анализ популяций *D. fuchsii* в Казахстанской части Алтайской горной страны; определение экологического оптимума и пластичности вида в обследованных сообществах на основе сходства и различия фитоценозов.

Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи: установлена и проанализирована флористическая структура сообществ с участием *D. fuchsii*; выявлены конкретные эколого-фитоценотические показатели, в границах которых реализуется экологическое существование ценопопуляций; установлен коэффициент корреляции флоры для 4 популяций изучаемого вида.

Материалы и методы

Исследования проводились в Казахстанской части Алтайской горной страны (Казахстанский Алтай), которая является фрагментом самой крупной Алтае-Саянской горной системы, границы которой простираются от озера Зайсан до озера Байкал. К Казахстану относится только ее юго-западная окраина [12]. Климатические условия Казахстанского Алтая определяются, прежде всего, его расположением в центре Евразийского материка с относительно одинаковой удаленностью от океанов, близостью пустынь Монголии и Средней Азии, а также положением в системе континентально-океанического переноса воздушных масс [13]. Почвы, как правило, светло-каштановые, составляющие основной фон, на котором проявляется характерный для региона вертикальный спектр почв: темно-каштановые, степные черноземы и лесостепные, серые лесные почвы, горно-таежные кислоземы и горнолуговые [14, 15].

Исследования проводились в 2018–2020 гг. маршрутно-рекогносцировочным методом в Катон-Карагайском, Маркакольском, Глубоковском и Шемонаихинском административных районах. В географическом отношении маршруты экспедиций проходили по территории Казахстанского Алтая с охватом хребтов: Сарымсақты, Южный Алтай, Западная Листвяга, Ивановский, Убинский, Ульбинский, Азутау, Линейский и Бухтарминские горы, а также обследованы долины рек Черная Уба, Большая Поперечка, Калджир, Бухтарма, Сарымсақты, Белая, Согорная и Нарын. Проведено 4 экспедиционных выезда, местоположения выявленных популяций приведены на карте-схеме (рис. 1), при этом особи обследовались в разные фазы сезонного развития (рис. 2, 3).

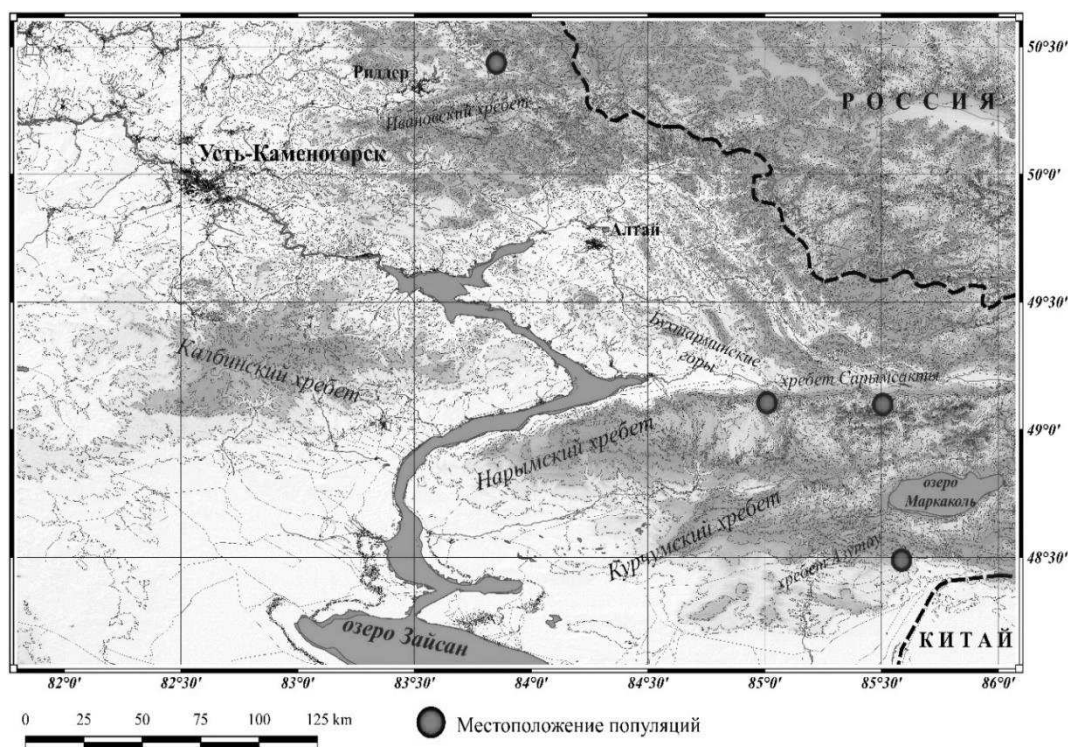


Рисунок 1. Карта-схема местонахождений популяции *Dactylorhiza fuchsii* в Казахстанском Алтае



Рисунок 2. *Dactylorhiza fuchsii*



Рисунок 3. Популяция *D. fuchsii* в период массового цветения

Картирование местонахождений проведено в программе Qgis 3.12.0-București. Категория редкости и статус вида указаны в соответствии с «The IUCN Red List of Threatened Species» [4]. Статистическая обработка результатов проведена в STATISTICA 10.0. Флоро-популяционное сходство исследованных популяций вычислено по формуле Жаккара [16]. Латинские названия даны по WCSP [17] и электронного ресурса The Plant List [18]. Структура семейств указана по системе А.Л. Тахтаджяна [19]. Наименование видов и родов в семействах расположены по алфавиту.

Результаты и их обсуждение

В результате экспедиционных полевых работ в естественных местах обитания на территории Казахстанского Алтая выявлены и обследованы 4 основные популяции, названные по географической принадлежности местонахождений: Сарымсактинская, Бухтарминская, Западно-Алтайская и Азутауская, где описано 12 ценопопуляций.

Сарымсактинская популяция. Выявлена в предгорьях хребта Сарымсакты. Популяция хорошо защищена от сильной инсоляции и ветрового воздействия. Влажность почвы — умеренная в течение всего периода вегетации, благодаря хорошо выраженному напочвенному покрову, который также способствует терморегуляции. Несмотря на близкое залегание грунтовых вод, образование на поверхности почвы застоя воды не отмечено. Травостой хорошо сформирован, четко трехъярусный, сложен 112 видами. По характеру жизненных форм преобладают травянистые виды — 92 вида (82 %), на долю древесно-кустарниковой флоры приходится 20 видов (18 %). В экологическом плане преобладают мезофиты — 77 видов (68 %), незначительную часть составляют мезогигрофиты — 22 вида (20 %) и ксеромезофиты — 13 видов (12 %). По флористическому составу и доминирующим видам в пределах Сарымсактинской популяции выделено 3 ценопопуляции.

Ценопопуляция разнотравно-вейникового (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *heteroherba*) фитоценоза. Размещена на юго-восточном предгорье Бухтарминских гор, в 3 км юго-западнее с. Катон-Карагай; координаты местоположения: 49°11'01" с.ш., 85°30'53" в.д., 912 м над ур. м.; площадь — 500 м². Приурочена к влажным луговинам, полянам в сильно разреженных березовых насаждениях. Данный участок соответствует требованиям вида по освещенности, увлажнению, высоте над уровнем моря. Возобновление вида семенное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 1,55 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция разнотравно-лабазникового (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim, *Sonchus arvensis* L., *Equisetum arvense* L.) фитоценоза. Расположена на северо-западном предгорье хребта Сарымсакты, в окр. с. Топкаин под пологом разреженного березового леса, в долине ручья в составе кустарниковых формаций; координаты местоположения: 85°31'04" с.ш., 49°11'26" в.д., 857 м над ур. м.; площадь — 350 м²; почва умеренно увлажненная, освещенность рассеянная. Данный участок соответствует

требованиям вида по освещенности, увлажнению, высоте над уровнем моря. Возобновление вида семенное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 2,0 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция бруснично-шикшевого (*Empetrum nigrum* L., *Vaccinium vitis-idaea* L.) фитоценоза. Отмечена на хр. Сарымсақты, в окр. с. Катон-Карагай на заболоченной лесной опушке; координаты местонахождения: 85°33'30" с.ш., 49°11'18" в.д., 946 м над ур. м.; площадь — 250 м². Участок сильно увлажненный, полностью освещенный в течение всего светового дня, что не соответствует экологическому оптимуму для роста и развития особей. Экологические параметры освещенности и увлажнения не соответствуют требованиям вида. Ценопопуляция депрессивная, со слабым семенным возобновлением, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 0,2 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Бухтарминская популяция. Расположена в западной части Бухтарминских гор. Вид расселен небольшими группами по долине реки Нарын. Почвенный субстрат представлен луговыми почвами с верхним гумусным слоем толщиной 10 см. Ниже залегает слой илистых лессовых отложений толщиной 50 см. Подстилающий слой — речная обкатанная галька. Растительный покров умеренно развит, с покрытием 50–60 %, сформирован 59 видами высших сосудистых растений; из них травянистые растения представлены 49 видами (83 %), древесно-кустарниковый ярус, образующий полог леса, состоит из 10 видов (17 %). В экологическом плане доминируют мезофиты — 43 вида (73 %), мезогигрофитов — 11 (10 %), ксеромезофитов 5 видов (8 %). Доля участия вида в сложении фитоценоза — 2 %.

В пределах Бухтарминской популяции выделена одна ценопопуляция.

Ценопопуляция мать-и-мачехово-хвощевого (*Tussilago farfara* L., *Equisetum sylvaticum* L.) фитоценоза. Отмечена в западной части Бухтарминских гор, в окр. с. Маймыр, в долине р. Нарын, урочище Боташ под пологом древесного яруса в виде прибрежной узкой полосы вдоль ручья; площадь — 100 м²; почва умеренно увлажненная, освещенность рассеянная; координаты местоположения: 49°10'14" с.ш., 85°00'01" в.д., 739 м над ур. м. Данный участок соответствует требованиям вида по освещенности, увлажнению, высоте над уровнем моря. Возобновление вида семенное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 1,0 шт./м². Нами установлен единичный случай вегетативного размножения.

Западно-Алтайская популяция. Занимает северные и юго-западные склоны в нижнем и среднем горном поясах Ивановского и Линейского хребтов. Популяция сформирована отдельными группами вдоль горных ручьев, по долинам рек. Вид приурочен к опушкам пихтового и березового лесов, моховым полянам с рассеянной освещенностью. Предпочитает хорошо дренированные гумусированные почвы со средним или сильным увлажнением, без застоя воды. Флористический состав представлен 141 видом. По характеру жизненных форм преобладают травянистые растения — 125 видов (89 %), на долю древесно-кустарниковой растительности приходится 16 видов (11 %). По экологической приуроченности преобладают мезофиты — 102 вида (72 %), мезогигрофиты представлены 26 видами (19 %), мезоксерофиты — 13 (9 %). В зависимости от доминирующих видов и условий произрастания в Западно-Алтайской популяции выделено 5 фитоценозов с участием *D. fuchsii*.

Ценопопуляция злаково-лукового (*Allium microdictyon* Prokh., *Dactylis glomerata* L., *Phleum phleoides* (L.) H. Karst.) фитоценоза. Расположена в юго-западном предгорье Ивановского хребта на моховой поляне по окраине пихтово-березового леса; площадь — 550 м²; почва умеренно увлажненная, освещенность рассеянная; координаты местонахождения: 50°20'38" с.ш., 83°53'34" в.д., 1212 м над ур. м. Местообитание соответствует требованиям вида по освещенности, увлажнению, высоте над уровнем моря. Возобновление вида семенное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 2,0 шт./м². Вегетативного размножения не установлено.

Ценопопуляция хвощево-осокового (*Carex elongata* L., *Equisetum arvense* L.) фитоценоза. Выделена на юго-западном предгорье Ивановского хребта, в долине р. Большая Поперечка, окр. пос. Серый Луг в заболоченной низине; площадь — 150 м²; почва сильно увлажненная, освещенность полная в течение всего светового дня; координаты местонахождения 50°20'56" с.ш., 83°53'31" в.д., 1197 м над ур. м. Экологические параметры освещенности и увлажнения не соответствуют требованиям вида. Ценопопуляция со слабым семенным возобновлением, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 0,9 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция хвощево-злакового (*Equisetum arvense* L., *Festuca altissima* All., *Agrostis gigantea* Roth) фитоценоза. Расположена на берегу горного ручья, крутизной 45° северного склона Ивановского хребта в окр. пос. Серый Луг; площадь — 100 м², почва среднесухая, освещенность — полутень.

Экологические параметры освещенности и увлажнения соответствует требованиям вида. Ценопопуляция с высоким семенным возобновлением, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 2,5 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция осоково-разнотравного (*Carex elongata* L., *heteroherba*) фитоценоза. Выделена на юго-западном склоне Линейского хребта, в уроч. Крутьма; площадь — 200 м². Вид расселен узкой полосой на заболоченной луговине по руслу ручья; почва сильно увлажненная, освещенность полная в течение всего светового дня; координаты местонахождения: 84°08'54" с.ш., 50°23'51" в.д., 1359 м над ур. м. Состояние ценопопуляции угнетенное, так как сильная увлажненность участка и высотное расположение над уровнем моря не благоприятны для роста и развития вида. Семенное возобновление ослабленное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 0,75 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция осоково-кустарникового (*Betula verrucosa* Ehrh., *B. microphylla* Bunge, *Carex elongata* L.) фитоценоза. Отмечена на западном отроге Линейского хребта, в долине р. Черная Уба. Описана на опушке древесно-кустарникового сообщества; площадь — 250 м²; почва умеренно увлажненная, освещенность рассеянная; координаты местоположения: 84°10'50" с.ш., 50°24'50" в.д., 1300 м над ур. м. Состояние ценопопуляции угнетенное, так высотное расположение над уровнем моря неблагоприятно сказывается на растениях. Семенное возобновление ослабленное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 0,55 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Азутауская популяция. Расположена на северо-западном склоне хребта Азутау в районе Мраморного перевала. Участок характеризуется умеренным освещением и увлажнением. Местами отмечен выход воды на поверхность грунта. Верхний почвенный горизонт обильно гумусирован за счет преобладающих растительных остатков и на 70–80 % покрыт мхом. Ценофлора Азутауской популяции представлена 77 видами высших растений. По характеру жизненных форм доминируют травянистые растения — 74 вида (96 %), древесно-кустарниковый ярус представлен 3 видами (4 %).

В зависимости от доминирующих видов и флористического состава в пределах Азутауской популяции выделено три фитоценоза.

Ценопопуляция вейниково-черноголовкового (*Calamagrostis epigeois* (L.) Roth, *Prunella vulgaris* L.) фитоценоза. Расположена на северо-западном склоне хр. Азутау в понижении, окруженном с северо-востока *Salix viminalis* L., с юго-запада *Betula verrucosa* Ehrh.; площадь — 100 м²; почва — умеренно увлажненная, освещенность — рассеянная; координаты местоположения: 48°30'07" с.ш., 85°53'12" в.д., 1365 м над ур. м. Состояние ценопопуляции депрессивное, высотное расположение над уровнем моря не благоприятно сказывается на растениях. Семенное возобновление ослабленное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 0,8 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция кустарниково-разнотравного (*Salix caprea* L., *S. viminalis* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Carex disticha* Huds.) фитоценоза. Выделена на северо-западном склоне хр. Азутау, в районе Мраморного перевала; площадь — 200 м²; почва умеренно увлажненная, освещенность рассеянная; координаты местонахождения: 48°28'16" с.ш., 85°54'42" в.д., 1370 м над ур. м. Жизненность ценопопуляции низкая, высотное расположение над уровнем моря отрицательно сказывается на растениях. Семенное возобновление ослабленное, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 0,5 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

Ценопопуляция осокового (*Carex juncella* Fries) фитоценоза. Расположена на северо-восточном предгорье хр. Азутау, в пониженной луговине уроч. Карагашты; площадь — 500 м²; почва умеренно увлажненная, освещенность — полная в течение всего светового дня; координаты местонахождения: 48°31'22" с.ш., 85°53'25" в.д., 1290 м над ур. м. Экологические параметры освещенности и увлажнения соответствуют требованиям вида. Ценопопуляция с хорошим семенным возобновлением, средняя численность молодых разновозрастных вегетативных особей — 1,5 шт./м². Вегетативного размножения не выявлено.

В результате флористических обследований установлено, что в формировании ценофлоры 4 популяций *D. fuchsia* в Казахстанской части Алтайской горной страны участвует 251 вид, принадлежащий к 49 семействам и 155 родам (табл. 1).

Видовой состав ценофлоры популяций *D. fuchsia* в Казахстанской части Алтайской горной страны

Виды растений	Популяция			
	Сарым-сак-тинская	Бухтар-минская	Западно-Ал-тайская	Азутау-ская
1	2	3	4	5
<i>Alliaceae</i> J.G. Agardh.				
<i>Allium microdictyon</i> Prokh.	-	-	+	-
<i>Allium ledebourianum</i> Schults. & Schult. Fil.	-	-	+	-
<i>Apiaceae</i> Lindl.				
<i>Aegopodium alpestre</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Angelica decurrens</i> (Ledeb.) B. Feddtsch.	+	-	+	-
<i>Angelica sylvestris</i> L.	+	+	+	-
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	+	-	+	-
<i>Bupleurum longifolium</i> L. subsp. <i>aureum</i> (Fisch. Ex Hoffm.) Soo	-	-	+	-
<i>Carum carvi</i> L.	-	+	+	+
<i>Heracleum dissectum</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Heracleum sibiricum</i> L.	-	-	+	-
<i>Schulzia crinita</i> (Pall.) Spreng.	-	-	+	-
<i>Sium sisaroides</i> DC.	-	-	+	-
<i>Asteraceae</i> Dumort.				
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	-	+	-
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	-	-	+	-
<i>Bidens tripartita</i> L.	-	-	+	-
<i>Cacalia hastata</i> L.	-	-	+	-
<i>Cirsium helenioides</i> (L.) Hill	-	-	+	-
<i>Cirsium incanum</i> (S.G. Gmel.) Fisch.	-	-	+	-
<i>Crepis sibirica</i> L.	+	+	+	-
<i>Hieracium dublitzkii</i> B. Fedtsch. & Nevski	-	-	+	-
<i>Inula britannica</i> L.	+	-	+	-
<i>Ligularia altaica</i> DC.	-	-	+	-
<i>Ligularia robusta</i> (Ledeb.) DC.	+	-	-	-
<i>Omalotheca sylvaticum</i> (L.) Sch. Bip. & F. Schultz	-	-	+	-
<i>Saussurea parviflora</i> (Poir.) DC.	+	-	-	-
<i>Saussurea frolovii</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Sonchus arvensis</i> L.	+	-	+	-
<i>Stemmacantha carthamoides</i> (Willd.) M. Dittrich	-	-	+	-
<i>Tanacetum tanacetoides</i> (DC.) Tzvel.	-	-	+	-
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	-	-	-	+
<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	+	-
<i>Balsaminaceae</i> A. Rich.				
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	-	-	+	-
<i>Betulaceae</i> Gray				
<i>Betula pendula</i> Roth	+	-	+	-
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	+	+	+	+
<i>Betula microphylla</i> Bunge	-	-	+	-
<i>Boraginaceae</i> Juss.				
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	-	-	+	+
<i>Lappula microcarpa</i> (Ledeb.) Guerke	-	-	+	-
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	-	-	+	-
<i>Myosotis cespitosa</i> K.F. Schultz	-	-	+	-
<i>Myosotis krylovii</i> Serg.	-	-	+	+
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	-	-	+	+
<i>Pulmonaria mollis</i> Wulf. Ex Hornem.	-	+	+	-
<i>Brassicaceae</i> Burnett				
<i>Draba sibirica</i> (Pall.) Thell.	+	+	-	+

1	2	3	4	5
<i>Hesperis sibirica</i> L.	-	-	-	+
<i>Thlaspi arvense</i> L.	-	-	-	+
<i>Campanulaceae</i> Juss.				
<i>Campanula altaica</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Caprifoliaceae</i> Juss.				
<i>Linnaea borealis</i> L.	-	+	+	-
<i>Lonicera altaica</i> Pall.	-	-	+	-
<i>Lonicera tatarica</i> L.	+	+	-	-
<i>Caryophyllaceae</i> Juss.				
<i>Cerastium arvense</i> L.	-	-	+	-
<i>Cerastium pauciflorum</i> Stev. Ex Ser.	+	-	-	-
<i>Dichodon cerastoides</i> (L.) Reichenb.	+	-	-	-
<i>Gypsophila paniculata</i> L.	+	-	-	-
<i>Lychnis chalcedonica</i> L.	+	-	-	+
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	+	-	-	-
<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl	+	-	+	+
<i>Stellaria graminea</i> L.	-	-	-	+
<i>Cyperaceae</i> Juss.				
<i>Blysmus rufus</i> (Huds.) Link	-	+	-	+
<i>Carex acuta</i> L.	-	-	-	+
<i>Carex alba</i> Scop.	+	-	-	-
<i>Carex dichroa</i> (Freyn) V. Krecz.	+	-	-	-
<i>Carex disticha</i> Huds.	-	+	-	+
<i>Carex elongata</i> L.	-	-	+	-
<i>Carex juncella</i> (Fries) Th. Fries	-	+	-	+
<i>Carex macroura</i> Meinsh.	+	+	-	+
<i>Carex atherodes</i> Spreng	-	-	+	-
<i>Carex cespitosa</i> L.	-	-	+	-
<i>Carex cinerea</i> Poll.	-	-	-	+
<i>Carex pauciflora</i> Lightf	-	-	+	-
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard.	-	+	-	-
<i>Carex vulpine</i> L.	-	-	-	+
<i>Droseraceae</i> Salisb.				
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	+	-	-	-
<i>Empetraceae</i> S.F. Gray				
<i>Empetrum nigrum</i> L.	+	-	-	-
<i>Equisetaceae</i> Michx. Ex DC				
<i>Equisetum arvense</i> L.,	+	-	+	+
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	-	-	-	+
<i>Equisetum palustre</i> L.	+	-	-	-
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	+	-	+	+
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	+	-	-	-
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	+	+	-	+
<i>Ericaceae</i> Juss.				
<i>Oxycoccus microcarpus</i> Turcz. Ex Rupr.	+	-	-	-
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	+	-	-	-
<i>Euphorbiaceae</i> Juss.				
<i>Euphorbia longifolia</i> Lam.	-	-	+	-
<i>Fabaceae</i> Lindl.				
<i>Amoria hybrida</i> (L) C. Presl	-	+	-	+
<i>Amoria repens</i> (L.) C. Presl	-	+	+	-
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	-	-	+	-
<i>Lathyrus gmelinii</i> Fritsch	+	+	-	-
<i>Lathyrus luteus</i> (L.) Peterm. Subsp.	-	-	+	-
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	+	-	-	-
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	-	-	+	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>Orobus lacteus</i> (Bieb.) Wissjul.	-	-	+	-
<i>Trifolium pratense</i> L.	-	-	+	+
<i>Vicia sepium</i> L.	+	+	+	-
<i>Geraniaceae</i> Juss.				
<i>Geranium albiflorum</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Geranium collinum</i> Steph.	-	-	+	-
<i>Geranium pratense</i> L.	-	-	+	-
<i>Geranium pseudosibiricum</i> J. Mayer	+	+	-	-
<i>Gentianaceae</i> Juss.				
<i>Swertia obtusa</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Glossulariaceae</i> DC.				
<i>Ribes nigrum</i> L.	-	+	-	-
<i>Ribes rubrum</i> L.	-	-	+	-
<i>Hypericaceae</i> Juss.				
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	-	-
<i>Hypericum hirsutum</i> L.	-	-	+	-
<i>Juncaceae</i> Juss.				
<i>Juncus compressus</i> Jacq.	+	+	+	+
<i>Juncus filiformis</i> L.	-	+	-	-
<i>Juncus gerardii</i> Loisel.	-	-	-	+
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	-	-	-	+
<i>Juncaginaceae</i> Rich.				
<i>Triglochin palustre</i> L.	+	-	-	-
<i>Lamiaceae</i> Martinov				
<i>Lamium album</i> L.	-	-	+	-
<i>Mentha asiatica</i> Boriss.	+	-	-	-
<i>Mentha arvensis</i> L.	-	-	+	-
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds	-	-	+	-
<i>Nepeta pannonica</i> L.	-	-	-	+
<i>Origanum vulgare</i> L.	-	-	+	-
<i>Phlomis tuberosa</i> (L.) Moench	-	-	+	-
<i>Phlomis alpina</i> (Pall.) Adyl., R. Kam. & Machmedov	-	-	+	-
<i>Prunella vulgaris</i> L.	-	+	+	+
<i>Stachys palustris</i> L.	-	-	+	-
<i>Melanthiaceae</i> Batch ex Borkh.				
<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	+	-	+	-
<i>Onagraceae</i> Juss.				
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	-	-	+	-
<i>Epilobium palustre</i> L.	-	-	+	-
<i>Orchidaceae</i> Juss.				
<i>Cypripedium macranthon</i> Sw.	+	-	-	-
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo	+	+	+	+
<i>Dactylorhiza salina</i> (Turcz. Ex Lindl.) Soo	-	-	-	+
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo	-	-	+	-
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	+	-	-	-
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	+	-	-	-
<i>Herminium monorchis</i> (L.) R. Br.	+	-	-	-
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	+	+	-	-
<i>Orchis militaris</i> L.	+	-	-	-
<i>Oxalidaceae</i> R. Br.				
<i>Oxalis acetosella</i> L.	-	-	+	-
<i>Paeoniaceae</i> Rudolphi				
<i>Paeonia anomala</i> L.	+	-	-	-
<i>Parnassiaceae</i> S.F. Gray				
<i>Parnassia palustris</i> L.	+	-	+	+
<i>Papaveraceae</i> Juss.				

1	2	3	4	5
<i>Chelidonium majus</i> L.	+	+	-	-
<i>Pinaceae</i> Lindl.				
<i>Abies sibirica</i> Ledeb.	-	-	+	-
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	+	-	+	-
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	+	-	+	-
<i>Plantaginaceae</i> Juss.				
<i>Linaria vulgaris</i> L.	+	-	-	+
<i>Plantago media</i> L.	-	-	+	-
<i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.	-	-	+	-
<i>Poaceae</i> Barnhart				
<i>Agrostis albida</i> Trin.	-	-	+	-
<i>Agrostis gigantea</i> Roth	-	-	+	-
<i>Agrostis clavata</i> Trin.	-	-	+	-
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	+	-	-	-
<i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.	-	+	-	-
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host	-	+	-	+
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	-	-	+
<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.	-	+	-	-
<i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Gaertn., Mey. & Scherb.	+	-	+	-
<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.	-	+	-	+
<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) Beauv.	-	-	-	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	-
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	+	-	+	+
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	+	-	+	+
<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	+	-	-	-
<i>Elymus mutabilis</i> (Drob.) Tzvel.	+	-	+	-
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	-	+	+
<i>Festuca altissima</i> All.	+	-	+	+
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	+	+	-	-
<i>Hierochloë odorata</i> (L.) Beauv.	+	-	-	-
<i>Hordeum brevisubulatum</i> (Trin.) Link	+	-	-	-
<i>Melica altissima</i> L.	+	-	-	-
<i>Melica nutans</i> L.	+	+	-	+
<i>Milium effusum</i> L.	+	-	-	+
<i>Phalaroides arundinaceae</i> (L.) Rauschert	-	-	-	+
<i>Phleum alpinum</i> L.	-	-	+	-
<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.	+	-	+	-
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud.	+	-	+	-
<i>Poa angustifolia</i> L.	-	-	-	+
<i>Poa nemoralis</i> L.	-	+	-	-
<i>Poa palustris</i> L.	+	+	+	+
<i>Poa pratensis</i> L.	+	+	+	+
<i>Poa remota</i> Forsell.	+	-	+	-
<i>Polygonaceae</i> Juss.				
<i>Bistorta major</i> S.F. Gray	+	-	-	+
<i>Bistorta vivipara</i> (L.) S.F. Gray	+	-	-	-
<i>Polygonum viviparum</i> L.	-	+	-	-
<i>Rumex acetosa</i> L.	+	-	+	+
<i>Rumex acetosella</i> L.	-	-	-	+
<i>Rumex aquaticus</i> L.	+	+	+	-
<i>Rumex crispus</i> L.	-	-	+	-
<i>Rumex confertus</i> Willd.	-	-	-	+
<i>Polygolaceae</i> R. Br.				
<i>Polygola comosa</i> Schkuhr	-	+	-	-
<i>Polemoniaceae</i> Juss.				
<i>Polemonium caeruleum</i> L.	-	-	+	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>Primulaceae</i> Vent.				
<i>Androsace filiformis</i> Retz.	-	-	+	-
<i>Primula macrocalyx</i> Bunge				
<i>Pyrolaceae</i> Dumort.				
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	+	-	-	-
<i>Ranunculaceae</i> Juss.				
<i>Achimilla sibirica</i> Zam.	-	+	-	-
<i>Achimilla xanthochlora</i> Rothm.	-	+	-	-
<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle	-	-	+	-
<i>Aconitum volubile</i> Pall. Ex Koelle	+	+	-	+
<i>Aconitum anthoroideum</i> DC.	+	-	+	-
<i>Atragene sibirica</i> L.	+	-	-	-
<i>Caltha palustris</i> L.	-	-	+	-
<i>Clematis integrifolia</i> L.	-	-	-	+
<i>Ranunculus acris</i> L.	+	-	+	+
<i>Ranunculus grandifolius</i> C.A. Mey.	-	-	+	+
<i>Ranunculus krylovii</i> Ovez.	+	-	-	+
<i>Ranunculus monophyllus</i> Ovez.	+	-	-	-
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	-	-	-
<i>Thalictrum flavum</i> L.	+	+	+	+
<i>Thalictrum foetidum</i> L.	+	-	+	-
<i>Thalictrum isopiroides</i> C.A. Mey	-	-	+	-
<i>Thalictrum minus</i> L.	+	-	+	+
<i>Thalictrum simplex</i> L.	+	+	+	+
<i>Trollius altaicus</i> C.A. Mey	-	-	-	+
<i>Trollius asiaticus</i> L.	-	-	+	-
<i>Rosaceae</i> Juss.				
<i>Agrimonia asiatica</i> Juz.	-	-	-	+
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	+	+	-	+
<i>Alchemilla altaica</i> Juz.	-	-	+	-
<i>Alchemilla bungei</i> Juz.	-	-	+	
<i>Alchemilla sibirica</i> Zam.	+	-	-	+
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.	-	-	+	+
<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. Ex Blytt	-	+	-	-
<i>Crataegus chlorocarpa</i> Lenne & C. Koch	+	+	-	-
<i>Crataegus sanguinea</i> Pall	+	-	-	-
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	+	+	+
<i>Fragaria vesca</i> L.	-	+	-	-
<i>Fragaria viridis</i> (Duch.) Weston	-	+	-	-
<i>Geum rivale</i> L.	+	+	+	+
<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh	+	-	-	-
<i>Padus avium</i> Mill.	+	+	-	-
<i>Padus racemosa</i> (Lam.) Gilib.	+	-	-	-
<i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz	+	-	+	-
<i>Potentilla anserine</i> L.	-	-	-	+
<i>Potentilla chrysantha</i> Trev.	-	-	+	+
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	-	-	+	-
<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	+	+	-	-
<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	+	-	-
<i>Sanguisorba alpina</i> Bunge	-	-	+	-
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+	+	+	+
<i>Sorbus sibirica</i> Hedl.	-	-	+	-
<i>Spirea media</i> Franz Schmidt	-	-	+	-
<i>Rubiaceae</i> Juss.				
<i>Galium boreale</i> L.	-	-	+	-
<i>Galium verum</i> L.	+	-	-	+

1	2	3	4	5
<i>Salicaceae</i> Mirb.				
<i>Populus tremula</i> L.	-	-	+	-
<i>Salix bebbiana</i> Sarg.	+	-	-	-
<i>Salix caprea</i> L.	+	-	+	-
<i>Salix cinirea</i> L.	-	-	+	+
<i>Salix pyrolifolia</i> Ledeb.	+	-	-	-
<i>Salix viminalis</i> L.	+	-	+	+
<i>Scrophulariaceae</i> Juss.				
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	-	-	+	-
<i>Pedicularis altaica</i> Steph. Ex Stev.	-	-	-	+
<i>Pedicularis proboscidea</i> Stev.	+	-	+	-
<i>Pedicularis resupinata</i> L.	-	-	-	+
<i>Rhinanthus aestivalis</i> (N. Zing.)	-	-	+	-
<i>Rhinanthus songaricus</i> (Sterneck) B. Fedtsch.	+	-	+	-
<i>Scrophularia altaica</i> Murr.	-	-	+	-
<i>Trilliaceae</i> Lindl.				
<i>Paris quadrifolia</i> L.	+	-	-	-
<i>Urticaceae</i> Martinov				
<i>Urtica dioica</i> L.	-	-	-	+
<i>Viburnaceae</i> Rafin.				
<i>Viburnum opulus</i> L.	-	+	-	-
<i>Violaceae</i> Batsch				
<i>Viola altaica</i> Vved.	-	-	+	-

На основании анализа полученных результатов установлено, что в составе изучаемой флоры характерными видами-маркерами являются *Betula verrucosa* Ehrh., *Juncus compressus* Jacq., *Poa palustris* L., *Poa pratensis* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Geum rivale* L., *Sanguisorba officinalis* L. Флоропопуляционное сходство обследованных популяций варьирует в пределах 12–24 %. Сходство видового состава составляет: Сарымсактинской с Бухтарминской — 24 %, Сарымсактинской с Западно-Алтайской — 23, Сарымсактинской с Азутауской — 23, Бухтарминской с Азутауской — 21, Бухтарминской с Западно-Алтайской — 12, Западно-Алтайской с Азутауской — 17 %.

В составе жизненных форм в ценофлоре популяций доминируют травы — 219 видов (87 %), незначительна доля кустарников и деревьев — 32 (13 %). По количеству видов самыми многочисленными являются семейства *Asteraceae*, *Poaceae*, *Ranunculaceae* и *Rosaceae*.

По отношению к увлажнению местообитаний во всех популяциях основу фитоценозов составляют мезофиты — 74 %, в меньшей доле представлены мезогигрофиты — 18 % и ксеромезофиты — 8 %.

При сравнении флористического состава популяций *D. fuchsia* с флорой Казахстанского Алтая (табл. 2), установлено, что семейства *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Ranunculaceae* и *Rosaceae* существенно отличаются по доле участия в формировании флористического состава. Это связано с низким количеством ксеромезофитных видов и преобладающим числом мезофитных видов, характерных для смешанных и темнохвойных лесов. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составляет 0,407, связь слабая и прямая. По спектру 10 ведущих семейств флора популяций *D. fuchsia* значительно схожа с флорой всего Казахстанского Алтая.

Таблица 2

Соотношение количественных показателей родов и видов в семействах флоры популяций *D. fuchsia* и флоры Казахстанского Алтая

Семейство	Ценофлора популяций <i>D. fuchsii</i>		Флора Казахстанского Алтая
	Число родов / % от общего числа	Число видов / % от общего числа	Число видов / % от общего числа
1	2	3	4
<i>Apiaceae</i> Lindl.	8/5,19	10/3,98	71/2,9
<i>Asteraceae</i> Dumort.	16/10,39	19/7,57	324/13,3
<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	6/3,91	8/3,19	81/3,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
<i>Fabaceae</i> Lindl.	7/4,55	10/3,98	183/7,5
<i>Lamiaceae</i> Martinov	7/4,55	10/3,98	77/3,2
<i>Orchidaceae</i> Juss.	7/4,55	9/2,79	22/0,9
<i>Poaceae</i> Barnhart	19/12,34	33/13,15	308/12,6
<i>Ranunculaceae</i> Juss.	8/5,19	20/7,97	10/4,2
<i>Rosaceae</i> Juss.	15/9,74	24/9,56	109/4,5
<i>Scrophulariaceae</i> Juss.	4/2,61	7/2,79	71/2,9
Всего	97/62,99	150/59,76	1256/51,8

Наличие сорных видов в фитоценозах *Heracleum dissectum* Ledeb., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch., *Sonchus arvensis* L. подтверждает присутствие антропогенной нагрузки на изучаемые популяции (табл. 2).

Заключение

Впервые в Казахстане проведен эколого-ценотический и флористический анализ для 4 популяций *D. fuchsia* в Казахстанской части Алтайской горной страны. Установлено, что местообитания *D. fuchsia* в регионе характеризуются определенной эколого-фитоценотической амплитудой освоения условий природной среды, что позволило выделить 12 ценопопуляций в высотном диапазоне от 739 до 1370 м над ур. м. В отношении экологии ценопопуляции *D. fuchsia* являются экологически неоднородными, так как выделены в широком диапазоне местообитаний. По отношению к свету участки имеют полное или рассеянное освещение, а также полутень; влажность почвы варьирует от средне-сухой до сильно увлажненной. В фитоценотическом отношении установлено, что экологический оптимум вида приходится на разнотравно-вейниковые, разнотравно-лабазниковые, злаково-луговые, хвощево-злаковые, осоково-кустарниковые фитоценозы.

Флора популяций *D. fuchsia* в Казахстанской части Алтайской горной страны насчитывает 251 вид, принадлежащих к 49 семействам и 155 родам. Характерными видами маркерами являются *Betula verrucosa* Ehrh., *Juncus compressus* Jacq., *Poa palustris* L., *Poa pratensis* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Geum rivale* L., *Sanguisorba officinalis* L. Флоропопуляционное сходство обследованных популяций варьирует в пределах 12–24 %. Сходство видового состава составляет: Сарымсактинской с Бухтарминской — 24 %, Сарымсактинской с Западно-Алтайской — 23, Сарымсактинской с Азутауской — 23, Бухтарминской с Азутауской — 21, Бухтарминской с Западно-Алтайской — 12, Западно-Алтайской с Азутауской — 17 %. В экологическом отношении во всех популяциях основу фитоценозов составляют мезофиты — 74 %, в меньшей доле представлены мезогигрофиты — 18 и ксеромезофиты — 8 %. Самыми многочисленными семействами являются *Asteraceae*, *Poaceae*, *Ranunculaceae* и *Rosaceae*.

Статья подготовлена при финансовой поддержке НТП «Разработка научно-практических основ и инновационных подходов интродукции растений в природных зонах Западного и Восточного Казахстана для рационального и эффективного использования» Министерства образования и науки РК на 2021–2022 гг.

Список литературы

- 1 Вахрамеева М.Г. Орхидные России (биология, экология и охрана) / М.Г. Вахрамеева, Т.И. Варлыгина, И.В. Татаренко. — М., 2014. — 474 с.
- 2 Красная книга Казахстана. — Т. 2: Растения. — Астана, 2014. — 452 с.
- 3 Fuller F. *Dactylorhiza* und *Orchis*. Die Orchideen Deutschland. Die Neue Brehm-Bucherei. Ed. 2. No. 286 / F. Fuller. — Wittenberg Lutherstadt, 1972. — 127 p.
- 4 The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T176037A7181293. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iucnredlist.org/>
- 5 Пережогин Ю.В. Уязвимые элементы флоры Костанайской области / Ю.В. Пережогин // Биологическое разнообразие азиатских степей: материалы III Междунар. науч. конф. — Костанай: КГПИ, 2017. — С. 366.
- 6 Султангазина Г.Ж. Редкие растения национального природного парка «Бурабай» / Г.Ж. Султангазина, И.А. Хрустаева, А.Н. Куприянов // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. экол. — 2013. — № 3(39). — С. 264–270.

- 7 Данилова А.Н. Орхидные Казахстана Алтай. Перспективы сохранения / А.Н. Данилова, А.А. Сумбембаев, Ю.А. Котухов, О.А. Ануфриева. — Усть-Каменогорск: Медиа-Альянс, 2020. — 89 с.
- 8 Kamińska E. Ecological organization of the population of *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soy. / E. Kamińska, I. Miernicka, I. Mroz, J. Sarosiek // Acta Univ Wratislaviensis. — 1990. — Vol. 1055. — P. 77–93.
- 9 Box M.S. Floral ontogenetic evidence of repeated speciation via paedomorphosis in subtribe *Orchidinae* (*Orchidaceae*) / M.S. Box // Botanical Journal of the Linnean Society. — 2008. — Vol. 157, No. 3. — P. 429–454.
- 10 Dafni A. Stigmatic exudate and the pollination of *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó / A. Dafni, S.R.J. Woodell // Flora (Jena). — 1986. — Vol. 178. — P. 343–350.
- 11 Аверьянов Л.В. Конспект рода *Dactylorhiza* Neck. ex Nevski (Orchidaceae), 2 / Л.В. Аверьянов // Новости систематики высших растений. — 1989. — Т. 26. — С. 47–57.
- 12 Физическая география Казахстана. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kazgeo.ucoz.org>
- 13 Байтулин И.О. Флора сосудистых растений Казахстана Алтай / И.О. Байтулин, Ю.А. Котухов. — Алматы, 2011. — 160 с.
- 14 Котухов Ю.А. Современное состояние популяций редких и исчезающих растений Восточного Казахстана. — Кн. 2. / Ю.А. Котухов, А.Н. Данилова, О.А. Ануфриева. — Алматы, 2009. — 145 с.
- 15 Котухов Ю.А. Современное состояние популяций редких и исчезающих растений Восточного Казахстана. — Кн. 1. / Ю.А. Котухов, А.Н. Данилова, О.А. Ануфриева. — Алматы, 2006. — 177 с.
- 16 Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines / P. Jaccard // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. — 1901. — Vol. 37, No. 140. — P. 241–272.
- 17 World Checklist of Selected Plant Families. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wmsp.science.kew.org/>
- 18 The Plant List (2013). Version 1.1. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/>
- 19 Takhtajan A.I. Flowering plants. 2 ed. / A.I. Takhtajan. — Saint Petersburg: Springer, 2009. — 871 p.

А.А. Сумбембаев, А.Н. Данилова, Н.В. Премина, Е.В. Матвеева

Алтай таулы елінің Қазақстандық бөлігіндегі *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo популяцияларына экологиялық-ценотикалық және флористикалық талдау

Жұмыстың мақсаты Алтай таулы елінің Қазақстан бөлігіндегі *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo популяцияларына экологиялық-ценотикалық және флористикалық талдау жүргізу, фитоценоздардың ұқсастығы мен айырмашылығы негізінде зерттелген қауымдастықтардағы түрлердің экологиялық онтайлылығы мен пластикасын анықтау. Материалдар аумақты маршруттық-барлау әдісі бойынша зерттеу нәтижесінде алынған. Зерттелген аймақтағы далалық зерттеулер негізінде төрт негізгі популяция анықталды, 12 елді мекен белгіленді. Алтай таулы елінің Қазақстан бөлігіндегі *D. fuchsii* популяцияларының ценофлорасы 49 тұқымдасқа, 155 тұқымға жататын 251 түрден құралғандығы анықталды. Таңбалауыштардың типтік түрлері *Betula verrucosa*, *Juncus compressus*, *Poa palustris*, *Poa pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Sanguisorba officinalis*. Экотиптер ылғалды шабындықтарды, қайыңдар мен аралас ормандардың шеттерін, өзен аңғарлары мен ағындарын біркелкі емес ылғалдылығымен және бай гумус субстратымен алып жатыр. Зерттелген популяциялардың флоропопуляцияға ұқсастығы 12–24 % аралығында өзгереді. Экологиялық тұрғыдан барлық популяцияларда фитоценоздардың негізін мезофиттер құрайды — 74 %, мезогрофиттердің үлесі — 18 %, ксеромесофиттер — 8 %. Тіршілік формаларының құрамында шөптесін өсімдіктер басым — 219 түр (87 %). Ағаш-бұта флорасы нашар ұсынылған — 32 түр (13 %). Түрдің өзін-өзі күтуі және көбеюі тұқым арқылы жүзеге асырылады. *D. fuchsii* экологиялық оптимумы түрлі шөпті-айрауыққа, түрлі шөпті-шалғындыққа, дөңді-пиязға, қырық буын тұқымдас-жармаға, қаратеректі-бұталы фитоценоздарға түседі.

Кілт сөздер: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, Қазақстан Алтайы, популяциясы, флорасы, құрылымы, фитоценоз.

A.A. Sumbembayev, A.N. Danilova, N.V. Premina, E.V. Matveyeva

Ecological-cenotic and floristic analysis of *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo populations in the Kazakhstan part of the Altai mountain country

The purpose of this work is to conduct an ecological-cenotic and floristic analysis of the *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo populations in the Kazakhstan part of the Altai mountain country, to determine the ecological optimum and plasticity of the species in the surveyed communities based on the similarities and differences of

phytocoenoses. The materials were obtained as a result of a survey of the territory using the route-reconnaissance method. Based on field studies in the surveyed region, four main populations were identified, 12 localities were marked. It was found that the coenoflora of *D. fuchsii* populations in the Kazakhstan part of the Altai mountain country was formed by 251 species belonging to 49 families, 155 genera. Typical marker species are *Betula verrucosa*, *Juncus compressus*, *Poa palustris*, *Poa pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Sanguisorba officinalis*. The coenocotypes occupy wet meadows, edges of birch and mixed forests, river valleys and streams with inhomogeneous moisture and rich humus substrate. The floropopulation similarity of the studied populations varies within 12–24 %. Ecologically, in all populations, the basis of phytocoenoses is made up of mesophytes — 74 %, the share of mesohygrophytes — 18 %, xeromesophytes — 8 %. Herbaceous plants dominate in the composition of life forms — 219 species (87 %). The tree-shrub flora is poorly represented — 32 species (13 %). Self-maintenance and reproduction of the species are carried out by seeds. The ecological optimum of *D. fuchsii* falls on the *Calamagrostis-heteroherba*, *Filipendula* — *Sonchus* — *Equisetum*, *Allium* — *Dactylis* — *Phleum*, *Equisetum* — *Festuca* — *Agrostis*, *Betula* — *Carex* phytocoenoses.

Keywords: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, Kazakhstan Altai, population, flora, structure, phytocoenosis.

References

- 1 Vakhrameeva, M.G., Varlygina, T.I., & Tatarenko I.V. (2014). *Orkhidnye Rossii (biologiya, ekologiya i okhrana) [Orchids of Russia (biology, ecology and conservation)]*. Moscow [in Russian].
- 2 (2014). *Krasnaia kniga Kazakhstana. Tom 2: Rastenii [The Red Book of Kazakhstan. Vol. 2: Plants]*. Astana [in Russian].
- 3 Fuller, F. (1972). *Dactylorhiza und Orchis. Die Orchideen Deutschland. Die Neue Brehm-Bucherei [Dactylorhiza and Orchis. Orchids of Germany. New Brehm-Bucherei]*. (Ed. 2. No. 286). Wittenberg Lutherstadt, 127 [in German].
- 4 *The IUCN Red List of Threatened Species* (2011): e.T176037A7181293. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/>.
- 5 Perezhogin, Yu.V. (2017). Uiazvimye elementy flory Kostanaiskoi oblasti [Vulnerable elements of the flora of Kostanay region]. Proceedings from Biological diversity of the Asian steppes: III Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — III International scientific conference. (p. 366). Kostanai: KGPI [in Russian].
- 6 Sultangazina, G.Zh., Khrustaleva, I.A., & Kupriianov, A.N. (2013). Redkie rasteniia natsionalnogo prirodnogo parka «Burabay» [Rare plants of the national natural park “Burabay”]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Seriya Ekologiya — Bulletin of Kazakh National University, Ecology Series*, 3 (39), 264–270 [in Russian].
- 7 Danilova, A.N., Sumbembaev, A.A., Kotukhov, Yu.A., & Anufrieva, O.A. (2020). *Orkhidnye Kazakhstanskogo Altaia. Perspektivy sokhraneniia [Orchids of the Kazakhstan Altai. Conservation prospects]*. Ust-Kamenogorsk: Media–Alians [in Russian].
- 8 Kamińska, E., Miernicka, I., Mroz, I., & Sarosiek J. (1990). Ecological organization of the population of *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo. *Acta Univ Wratislaviensis*, 1055, 77–93.
- 9 Box, M.S. (2008). Floral ontogenetic evidence of repeated speciation via paedomorphosis in subtribe Orchidinae (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 157 (3); 429–454.
- 10 Dafni, A., & Woodell, S.R.J. (1986). Stigmatic exudate and the pollination of *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó. *Flora (Jena)*, 178; 343–350.
- 11 Averianov, L.V. (1989). Konspekt roda *Dactylorhiza* Neck. ex Nevski (Orchidaceae), 2 [Synopsis of the genus *Dactylorhiza* Neck. ex Nevski (Orchidaceae), 2]. *Novosti sistematiki vysshikh rastenii — News of the taxonomy of higher plants*, 26, 47–57 [in Russian].
- 12 Fizicheskaiia geografiia Kazakhstana [Physical geography of Kazakhstan]. www.kazgeo.ucoz.org Retrieved from <http://www.kazgeo.ucoz.org> [in Russian].
- 13 Batulin, I.O., & Kotukhov, Yu.A. (2011). *Flora sosudistykh rastenii Kazakhstanskogo Altaia [Flora of vascular plants of Kazakhstan Altai]*. Almaty [in Russian].
- 14 Kotukhov, Yu.A., Danilova, A.N., & Anufrieva, O.A. (2009). *Sovremennoe sostoianie populiatsii redkikh i ischezaiushchikh rastenii Vostochnogo Kazakhstana. Kniga 2 [The current state of populations of rare and endangered plants in East Kazakhstan. Book 2]*. Almaty [in Russian].
- 15 Kotukhov, Yu.A., Danilova, A.N., & Anufrieva, O.A. (2006). *Sovremennoe sostoianie populiatsii redkikh i ischezaiushchikh rastenii Vostochnogo Kazakhstana. Kniga 1 [The current state of populations of rare and endangered plants in East Kazakhstan. Book 1]*. Almaty [in Russian].
- 16 Jaccard, P. (1901). Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines [Distribution of Alpine flora in the Drans River basin and in some neighboring regions]. *Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur.*, 37 (140); 241–272 [in German].
- 17 World Checklist of Selected Plant Families. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. wcp.science.kew.org Retrieved from <http://wcp.science.kew.org>.
- 18 The Plant List (2013). Version 1.1. www.theplantlist.org Retrieved from <http://www.theplantlist.org/>.
- 19 Takhtajan, A.I. (2009). Flowering plants. (2 ed.). Saint Petersburg: Springer.

Zh.O. Tleuova^{1*}, L.A. Makeeva¹, Z.E. Bayazitova²,
G.A. Kapbassova¹, Z.M. Shaimerdenova¹

¹A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan;

²Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

*Corresponding author: lady.zhulduz@bk.ru

Stabilization of organic municipal solid waste by composting

The article examines the process of vermicomposting of municipal organic waste. To determine the optimal composition of bio humus, various options and proportions of mixing organic waste with soil are considered. In the course of the study, three different variations of organic waste were developed, mixed with manure: 1 — soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1); 2 — soil, vegetables and fruits, wood waste (1:1); 3 — soil, cow manure (1:1). The results of the experiment showed that all substrates have high germination of tomato seeds. However, a mixture of soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure increases the yield of tomatoes by 11 % compared to other experimental substrates. Vermicomposting E. was performed using *E. fetida* worms. This kind of worms is characterized by high yield. For vermic content, the moisture content must be at the level of 60 %. Bacteria also play an important role in vermicompost. With air humidity below 40 %, their activity decreases and stops at temperatures below 10 %. In this experiment, solid organic waste processing technology reduces the shortage of cheap organic fertilizers in the market and offers new opportunities for profit for small enterprises. The results obtained can be used for processing organic waste of the city on an industrial scale and applied as fertilizer in agriculture.

Keywords: organic waste, vermic suppression, safety, organic municipal waste, *E. fetida*, bio humus, vehicles process communal expenses.

Introduction

The growth of the world's population has caused an increase in the consumption of goods and services, which has led to an increase in organic waste. These wastes are valuable organic resources. Organic waste can accumulate many pathogenic microorganisms and heavy metals. Overgrowth causes soil and environmental problems when the waste is applied directly to agricultural land.

Currently, the idea of organic agriculture is actively promoted around the world. Organic agriculture also contributes to the preservation of the environment through the rational use of natural resources. Demand for a safe and sustainable strategy for the treatment of organic waste includes best-known practices of composting and vermicomposting for the biological stabilization of solid organic waste, their conversion into a safe and stable material that can be used as nutrients and soil conditioners in agriculture [1].

Vermicomposting is one of the most effective tools for solving the problem of environmental pollution. Recently, many studies have been conducted to make bio humus one of the best organic substitutes for chemical fertilizers. Bio humus is richer in micronutrients and nitrogen-fixing and phosphate-loving bacteria than compost [2]. Vermicomposting is a mesophilic process accompanied by the action of earthworms [3]. These worms are active at a temperature of 10–32 °C. In the process of composting, organic waste goes through a thermophilic stage, during which it is disinfected by pathogenic microorganisms.

The purpose of this study is to assess the potential for stabilization of organic waste through vermicomposting using *E. fetida* larvae and to analyze the quality of organic fertilizers produced for agricultural purposes.

Experimental

The experiment was organized according to the block diagram with three repetitions. Changes in the physicochemical and biological characteristics of vermicompost were studied at intervals of 20 days over 100 days using standard laboratory procedures. Biodegradation of wastes was determined by modifying the treatment of primary wastes (up to 2, 2.5, 3.0, 3.5, 4 kg) and by controlling the heterogeneous mixture of organic municipal solid wastes (2 kg). The same amount of worms was collected in each of the units in 5–6 days. The C:N ratio was estimated to analyze the nutrient concentration in the compost.

Procedure for taking samples. To assess the various physical, chemical, and biological variations of the vermicompost, representative samples were collected every 20 days from four different points (bottom, surface, side, and center) of the vermicompost heap.

Experiment and physicochemical analysis was held in the laboratory of Myrzakhmetov Koksheyau University.

Results and Discussion

Household waste was pre-sorted by hand into organic and inorganic fractions. It was then mixed with the soil according to the experimental scheme.

In the experiment, organic waste was mixed with manure:

№ 1 — soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1);

№ 2 — soil, vegetables, and fruits, wood waste (1:1);

№ 3 — soil, cow manure (1:1).

Bio humus showed high levels of potassium and nitrogen in all three variants.

Due to the effect of enzymatic and microbial activity that occurs during the process, vermicomposting produces a higher quality product than compost [4]. This process is faster than traditional compost. In addition, when the material passes through the digestive system of the worm, there is an acceleration of plant growth and a decrease in phytotoxic properties, found available N, C, P, K, Ca and Mg, vitamin B, D, and similar substances [5]. Plant growth hormones, in particular cytokinins and auxins, are found in organic waste treated by worms. Thus, the worms accelerate the rate of mineralization and convert the manure to a higher nutritional value and level of humification than traditional compost. The composition of total nutrients in biohumus: nitrogen 0.7–1.42 %, organic carbon 10.3–16.25 %, potassium 0.11–0.49 %, copper 2.3–8.95 mg/kg, sodium 0.05–0.31 %, phosphorus 0.1–0.30 %, iron 2.14–9.48 mg/kg, zinc 5.63–10.87 mg/kg.

Two tropical species, the *African slider*, *Eudrilus eugeniae* (Kinberg), and the eastern worm, *Perionyx excavatus* (Perrier) and two normal, red worms, *Eisenia andrei* (Bouche) and *Eisenia fetida* (Savigny) are widely used in vermicomposting. In the study, *E. fetida* worms are used. It depends on the speed of digestion, assimilation, and consumption of organic matter. In addition, they have a high tolerance to a wide range of environmental factors, short life cycles, high reproductive capacity, tolerance, and processing resistance. Several other species of *Drawida nepalensis*, *Lampito mauritrr*, *Dichogaster* spp., *Polypheretima*, long, *Amyntas* spp. *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia hortensis* have also been used to make compost under certain conditions.

Before the process of vermicomposting, it is necessary to go through the process of composting. Thermophilic composting leads to disinfection of organic matter and elimination of toxic compounds. However, the elimination of the pathogen occurs during the transit of worms in the intestine, but it is recommended to make a thermophilic compost to prevent the death of worms.

Stages of vermicomposting:

1. Materials required for vermicomposting: carbon and nitrogen-rich organic matter, materials, shovels, earth, columns, hollow blocks, plastic sheets or used waste, water (depending on the season), and water sprinklers, shading materials, nylon nets, and worm composting.

2. Site selection: bio humus production can be done anywhere with cool and high humidity shades.

3. Grinding of organic waste: grinding of collected organic waste with mechanical separation. Selection of metal, glass, and ceramics.

4. Pre-fermentation of organic waste: it should be done at least 20–25 days in advance by mixing the waste with raw materials (for example, liquid manure of cattle). It is necessary to fill it with water. Cow manure should be stored for 20–25 days to prevent overheating during vermicomposting. It is important to mix carbon-containing substances with nitrogen to obtain the correct proportions of organic materials in the ratio C:N (30:1).

5. Preparation of worm cover. Requirements for this coating: good swelling potential, low protein content [5]. Depending on the different waste materials, the deviation capacity, volumetric potential, and C:N are included in Table 1.

6. Cover for vermiculture: the first floor — newspapers, straw, coconut waste, etc. at the bottom / in the container. Newspaper is one of the most digestible bedding materials. Low-average digestibility for sawdust. Spreading the second moistened fine sand crop 3 cm thick, followed by a layer of garden soil (3 cm). The floor of the unit should be sealed to prevent worms from entering the soil.

7. Construction of organic waste mix: the third floor is drained of pre-prepared organic waste. After that, a thin layer of cow manure mixture is placed on the surface of the waste as a primary feed for compost worms.

Then one needs to add compost worms without growing them. Earthworms consume various organic wastes and reduce their volume by 40–60 %. The worm eats waste equal to body weight and produces 50 % of waste per day.

8. Composting process: after the addition of compost worms, 15 days pass until the end of the thermophilic process. During this process, a rapid temperature rise is observed, followed by a gradual decrease. The temperature should be maintained at 30 °C, it is recommended to raise and moisten the coating at ambient temperature (<35 °C).

The absorption capacity of the waste is illustrated in Table 1.

Table 1

Absorption capacity of wastes

Waste	Absorption capacity	C:N ratio
Cow manure	medium – high	20–44
Peat	Good	58
Oat straw	below	52–87
Wheat straw	below	113–143
Paper waste	average	120–165
Cardboard paper	average	560
Shrubs	average	50
Sawdust	below	145–700
Waste from deciduous trees	below	440–760
Waste from coniferous trees	below	200–1200

Table 1 shows that the optimum absorption capacity of peat is lower than that of sawdust and straw. Many worms decompose organic matter, but plants need an organism that produces stable humus with the nutrients available. Bio humus requires an optimal level of C:N (30:1) ratio, as it is beneficial to the life of the worm. Food waste is usually 15:1, fruit waste — 35:1, tree leaves — 60:1, and sawdust — 500:1. If this ratio increases, the decomposition slows down. If the ratio decreases, the nitrogen concentration disappears and bad odors appear. The ratio of C:N concentration in the experiment is shown in Figure 1.

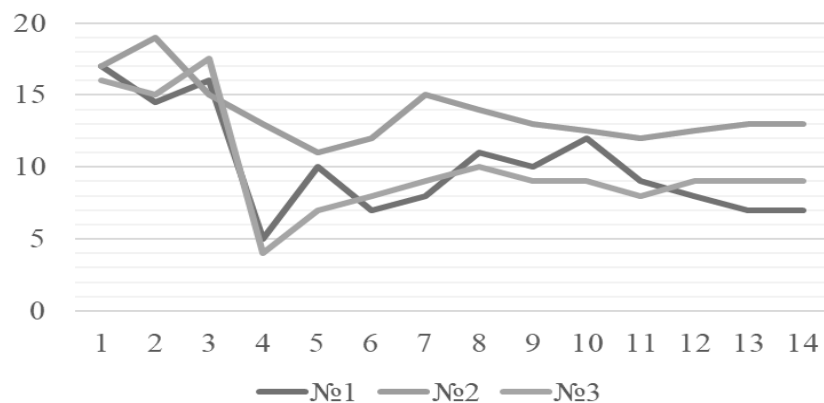


Figure 1. The ratio of C:N concentration in the experiment

C/N ratio is one of the main factors affecting compost quality. The results show that as the duration of composting increases (from the first to the 12th week), the proportion of organic carbon decreases, and over time, the total concentration of nitrogen changes. This means that the C/N ratio for all types of composting changes from time to time. However, over time, the C/N ratio in all types of compost has decreased, indicating the emergence of a stable product.

The average values of the \pm standard error of the chemical and biochemical properties of the primary raw waste used in the study are demonstrated in Table 2.

Table 2

Mean values of \pm standard error of chemical and biochemical properties of primary raw wastes used in the study

Chemical and biochemical properties	Raw materials		
	№ 1 — soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1)	№ 2 — soil, vegetables and fruits, wood waste (1:1)	№ 3 — soil, cow manure (1:1)
pH	6.34 \pm 0.02	7.39 \pm 0.02	6.67 \pm 0.01
Nitrogen N (g kg ⁻¹)	26.23 \pm 0.09	10.08 \pm 0.16	15.59 \pm 0.19
Organic carbon C (g kg ⁻¹)	299.38 \pm 2.25	308.13 \pm 1.65	301.88 \pm 1.08
C:N ratio	23:54	58:125	125:175
Growth rate	42.06 \pm 1.27	6.475 \pm 0.48	31.84 \pm 1.58

The optimum moisture content of compost for microorganisms is 60 %. There is a direct link between the moisture in the waste and the growth of worms. It was identified that the growth of worms is optimal at 65–75 % humidity. The compost used to make compost must retain sufficient moisture, as the worms breathe through the skin, which can lead to the destruction of the worms when the moisture content of the compost is less than 45 %. *E. fetida* and *E. Andrei* worms can withstand humidity from 50 % to 90 %, but the optimum humidity for them is 80–90 %. Bacteria also play an important role in vermicomposting. When the moisture content is below 40 %, their activity decreases and stops below 10 %.

The conditions for the use of different types of waste in compost are shown in Table 3.

Table 3

Conditions for the use of different types of waste in compost

№	Waste	The effect on the life of worms
1	Furniture chips	Do not use them as they are treated with chemicals
2	Wood waste, branches	They need to be crushed to increase processing efficiency
3	Leaves, grass, and straw	It is necessary to follow the moisture of the mass
4	Citrus residues	Ventilation is required
5	Oils	Sources of unpleasant odors
6	Weeds	They must be pasteurized at high temperature in an opaque package

Checking the growth and yield of mature compost samples.

Before sowing tomato seeds in compost samples, equal parts of compost samples (1 kg each) were placed in plastic bags and the compost samples were watered under running water to keep them moist for several days. After that, each tomato seed was sown in permanent and finally composted specimens. Indicators of the chemical and biochemical properties of the sampled raw materials are shown in Table 4.

Table 4

Indicators of chemical and biochemical properties of sampled raw materials

Chemical and biochemical properties	Raw materials		
	№ 1 — soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1)	№ 2 — soil, vegetables and fruits, wood waste (1:1)	№ 3 — soil, cow manure (1:1)
Growth rate	fast	average	fast
The average vegetation of the bush	4.5 \pm 0.8	3.7 \pm 1.6	4.3 \pm 1.2

The number of germinated seeds was calculated for the study of seedlings, and it was determined that all seeds germinate and grow in composted samples. Consequently, all compost samples obtained were rated as mature.

As can be seen from Table 1, it is recommended that compost paper mixed with various municipal organic wastes, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1) be processed in the ratio. Tomatoes are grown in

a mixture of № 1 yield on average 11 % more than composts № 2 and № 3. In the mixture, tomatoes grew rapidly.

Conclusions

This study shows that cow manure should be added to create an optimal mass composition for vermicomposting municipal waste. In the experiment, three compositions for vermicomposting were created: № 1 — soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1); № 2 — soil, vegetables, and fruits, wood waste (1:1); № 3 — soil, cow manure (1:1). Composition № 1 showed 11 % more tomato growth efficiency than other compositions. Therefore, the proportions: soil, paper, vegetables, fruits, wood waste, cow manure (1:0.5:1) are the most suitable for making vermicompost.

In the context of this experiment, the technology of solid organic waste treatment will reduce the shortage of cheap organic fertilizers on the market and offer new revenue opportunities for small businesses. In addition, the quality of compost was of standard quality as a fertilizer in agriculture can be used as seed yeast to improve ripe compost and obtain ready-made compost with good characteristics.

References

- 1 Sarpong D. Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae / D. Sarpong, S. Odoro-Kwarteng, S.F. Gyasi, R. Buamah, E. Donkor, E. Awuah, M.K. Baah // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. — 2019. — Vol. 8. — P. 45–54.
- 2 Sarkar P. Bioconversion of organic solid wastes into biofortified compost using a microbial consortium / P. Sarkar, R. Chourasia // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. — 2017. — Vol. 6, Iss. 4. — P. 321–334. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0180-8>
- 3 Bernal M.P. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review / M.P. Bernal, J.A. Alburquerque, R. Moral // Bioresour Technol. — 2009. — Vol. 100, (22). — P. 5444–5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- 4 Анисимова Н.М. Опыт переработки органических отходов в Республике Казахстан с помощью вермикюльтуры / Н.М. Анисимова, Ю.Н. Душкина, В.В. Мустафина. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://csd-center.kz/>
- 5 Мустафаев Б.А. Переработка органических отходов, производство биогумуса — основа воспроизводства плодородия почв / Б.А. Мустафаев, З.Е. Какеежанова, А.Б. Кенжетеева // Вестн. Омск. гос. аграр. ун-та. Сельскохозяйственные науки. — 2012. — № 4(8). — С. 47–52.

Ж.О. Тлеуова, Л.А. Макеева, З.Е. Баязитова, Г.А. Капбасова, З.М. Шаймерденова

Органикалық коммуналдық қалдықтарды компосттау әдісімен тұрақтандыру

Мақалада коммуналдық органикалық қалдықтарды вермикомпосттау процесі зерттелген. Биогумустың онтайлы құрамын анықтау үшін органикалық қалдықтарды топырақпен араластырудың әртүрлі нұсқалары мен пропорциялары қарастырылған. Зерттеу барысында көп араласқан органикалық қалдықтардың үш түрлі вариациясы жасалды: № 1 — топырақ, қағаз, көкөністер, жемістер, ағаш қалдықтары, сиыр көңі (1:0,5:1); № 2 — топырақ, көкөністер мен жемістер, ағаш қалдықтары (1:1); № 3 — топырақ, сиыр көңі (1:1). Эксперимент нәтижелері барлық субстраттарда қызанақ тұқымдарының жоғары өнімділігі бар екенін көрсетті. Бірақ топырақ, қағаз, көкөністер, жемістер, ағаш қалдықтары, сиыр көңінің қоспасы басқа тәжірибелік субстраттармен салыстырғанда қызанақтың өнімділігін 11 %-ға арттырады. Вермикомпостинг *E. fetida* құрттарының көмегімен жүргізілді. Құрттардың бұл түрі жоғары өнімділікпен сипатталады. Вермикомпостинг үшін ылғал мөлшері 60 % деңгейінде болуы керек. Бактериялар вермикомпостингте де маңызды рөл атқарады. Ауаның ылғалдылығы 40 %—дан төмен болған кезде олардың белсенділігі төмендейді және 10 %—дан төмен температурада тоқтайды. Осы эксперимент жағдайында қатты органикалық қалдықтарды қайта өңдеу технологиясы нарықтағы арзан органикалық тыңайтқыштардың тапшылығын азайтуға және шағын кәсіпорындар үшін пайда табуын жаңа мүмкіндіктерін ұсынуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер қаланың органикалық қалдықтарын өнеркәсіптік ауқымда өңдеу үшін пайдаланылуы және ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: органикалық қалдықтар, вермикомпостинг, компостинг, коммуналдық органикалық қалдықтар, *E. fetida*, биогумус, вермикомпостинг процесі, коммуналдық шығындар.

Ж.О. Тлеуова, Л.А. Макеева, З.Е. Баязитова, Г.А. Капбасова, З.М. Шаймерденова

Стабилизация органических коммунальных отходов методом компостирования

В статье изучен процесс вермикомпостирования коммунальных органических отходов. Для определения оптимального состава биогумуса рассмотрены различные варианты и пропорции смешивания органических отходов с почвой. В ходе исследования были разработаны три различных вариации органических отходов, смешанных с навозом: № 1 — почва, бумага, овощи, фрукты, древесные отходы, коровий навоз (1:0,5:1); № 2 — почва, овощи и фрукты, древесные отходы (1:1); № 3 — почва, коровий навоз (1:1). Результаты эксперимента показали, что все субстраты имеют высокую всхожесть семян томатов. Но смесь почвы, бумаги, овощей, фруктов, древесных отходов, коровьего навоза увеличивает урожайность томатов на 11 % по сравнению с другими подопытными субстратами. Вермикомпостинг проводили с помощью червей *E. fetida*. Этот вид червей характеризуется высокой урожайностью. Для вермикомпостирования содержание влаги должно быть на уровне 60 %. Бактерии также играют важную роль в вермикомпостировании. При влажности воздуха ниже 40 % их активность снижается и прекращается при температуре ниже 10 %. В условиях этого эксперимента технология переработки твердых органических отходов позволяет сократить дефицит дешевых органических удобрений на рынке и предложить новые возможности для получения прибыли для малых предприятий. Полученные результаты могут быть использованы для переработки органических отходов города в промышленных масштабах и применены в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: органические отходы, вермикомпостинг, компостинг, коммунальные органические отходы, *E. fetida*, биогумус, процесс вермикомпостирования, коммунальные расходы.

References

- 1 Sarpong, D., Oduro-Kwarteng, S., Gyasi, S.F., Buamah, R., Donkor, E., Awuah, E., & Baah, M.K. (2019). Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8; 45–54.
- 2 Sarkar, P. & Chourasia, R. (2017). Bioconversion of organic solid wastes into biofortified compost using a microbial consortium. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 6(4); 321–334. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0180-8>.
- 3 Bernal, M.P., Alburquerque, J.A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresour. Technol.*, 100(22), 5444–5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- 4 Anisimova, N.M., Dushkina, Yu.N., & Mustafina, V.V. (2015). Opyt pererabotki organicheskikh otkhodov v Respublike Kazakhstan s pomoshchiu vermikultury [Experience of processing organic waste in the Republic of Kazakhstan using vermiculture]. *csd-center.kz* Retrieved from <https://csd-center.kz/> [in Russian].
- 5 Mustafaeв, B.A., Kakezhanova, Z.E., & Kenezhetaeva, A.B. (2012). Pererabotka organicheskikh otkhodov, proizvodstvo biogumusa — osnova vosproizvodstva plodorodiiia pochv [Processing of organic waste, biohumus production — the basis of reproduction of soil]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Selskokhoziaistvennyye nauki — Bulletin of Omsk State Agrarian University, Agricultural sciences*, 4 (8), 47–52 [in Russian].

В.А. Федоренко*

*Институт зоологии, Алматы, Казахстан***Автор для корреспонденции: arthey@mail.ru*

Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* (М.Н.С. Lichtenstein, 1823) в Казахстане

Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* (М.Н.С. Lichtenstein, 1823) для современной территории Казахстана впервые отмечен в 1993 г. За последующие без малого три десятка лет эти данные пополнились незначительно — зафиксировано ещё восемь встреч, большая часть из которых относится к территории Мангышлака. Несмотря на то, что в Мангистауской области пустынный снегирь неоднократно отмечен в гнездовой период, до настоящего времени достоверных фактов его гнездования в Казахстане не было. В статье дан обзор всех находок пустынного снегиря для республики, кадастр для них, а также карта местонахождений пустынного снегиря, как в Казахстане, так и на территориях соседних стран. В результате полевых работ зарегистрировано новое местонахождение пустынного снегиря на юге республики — в Туркестанской области, в восточной части пустыни Кызылкум, в горах Каратау. Отмечено две пары птиц. Впервые на территории Казахстана найдено гнездо пустынного снегиря. Оно располагалось в нише одного из валунов, на каменистом склоне юго-восточной экспозиции горы Карамола. Гнездо находилось на стадии строительства лотка, проведены наблюдения за его строительством. При последующей проверке гнездо оказалось недостроенным и брошенным. Гнездо заколлектировано и помещено в коллекцию Института зоологии МОН РК. Таким образом, получены первые данные о биологии пустынного снегиря в Казахстане.

Ключевые слова: пустынный снегирь, *Bucanetes githagineus*, *Fringillidae*, вьюрковые, биология, гнездо, распространение, пустыня Кызылкум, Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Таджикистан, Средняя Азия.

Введение

Гнездовой ареал пустынного снегиря с Запада на восток охватывает Канарские острова, Северную Африку, юго-восточное побережье Испании, Переднюю Азию, Среднюю Азию, Афганистан и Пакистан [1, 2].

В Средней Азии пустынный снегирь найден в Казахстане, Узбекистане, Туркменистане и Таджикистане. В Таджикистане птицы отмечены в гнездовой период на юге Ваханского хребта у пос. Ишкашим на границе с Афганистаном [3]. В Туркменистане пустынный снегирь на гнездовании найден на хребтах Большой Балхан и Копетдаг, на Бадхызе у солончака Еройландуз, а также в Центральных Каракумах в районе пос. Дарваза [4–9]. Кроме того, в весеннее время птицы отмечены на Западном Узбое и у г. Гёкдепе [6, 10]. В Узбекистане гнездовые находки известны из Центральных Кызылкум — гор Арыстантау, Актау, Тохтатау и гор Тамдытау в оазисе Тамды [5, 11, 12]. В весеннее время в Узбекистане пустынный снегирь отмечен на хр. Нуратау, у горы Каратаг восточнее Тудакульского водохранилища, на хр. Кугитанг у пос. Кызылма [13], в окрестностях Шорсуйского водохранилища [14–16] и на Устюрте у сора Барсакельмес на развалинах Алан [17].

В Казахстане пустынный снегирь найден относительно недавно — в 1993 г. на Мангышлаке, в ущелье Западного Каратау недалеко от пос. Шетпе, где художник В.А. Горбатов наблюдал стайку птиц и спаривание [18, 19]. Более ранние данные о гнездовании пустынного снегиря в Казахстане [20] относятся к современной территории Узбекистана. В последующем в весеннее-летнее время на Западном чинке Устюрта пара пустынных снегирей и взрослый самец были сфотографированы Ж. Нурмухамбетовым у колодца Кокесем (Кокосим) 26 апреля 2011 г. [21] и 1 мая 2015 г. [22] соответственно, и 18 июля 2015 г. у колодца Маметказган сфотографирована самка [23]. А 9 мая 2018 г. А.И. Беляев, Г.Ю. Дякин и А.О. Ясько сфотографировали одиночного взрослого самца во впадине Карагие у родника Ашибулак [24]. Кроме того, во внегнездовое время одна птица отмечена иностранными натуралистами 31 марта 2009 г. у пос. Фетисово [25], а 1 и 2 ноября 2014 г. А.А. Исабеков сфотографировал несколько птиц на мысе Жыланды в окрестностях пос. Курык [26]. Очевидно, все это указывает на гнездование пустынного снегиря в Мангистауской области, однако, фактического подтверждения

этому до сих пор нет. Помимо названных встреч, известны также две находки пустынной снегиря в Алматинской области на артезиане у пос. Каншенгель, где 16 мая 2001 г. В.А. Ковшарь отмечала взрослого самца [18], а 25 мая 2014 г. М. Valkenburg сфотографировал самку (М. Valkenburg, устн. сообщ.). На этом данные о пустынном снегире в Казахстане исчерпываются.

Методы и материалы

Новые данные о пустынном снегире собраны в горах Каратау в Восточных Кызылкумах, в ходе экспедиции по Туркестанской области, проходившей в период с 26 апреля по 26 мая 2021 г. Наблюдения за строительством гнезда проводились в утреннее (до 9 ч) и вечернее время (после 17 ч) в течение двух дней. Фотосъемка птиц велась дистанционно с помощью камеры Nikon d7100 в связке с объективом Tamron SP 150–600mm f/5–6.3 Di VC USD. Для определения координат использовалось приложение OziExplorer версии 1.18 в смартфоне. Карты для нанесения точек выполнены в программе QGIS (Quantum GIS) версии 2.18.2 на основе растровой карты высотности, взятой из набора данных от Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) (<http://srtm.csi.cgiar.org>), карты нормализованного разностного индекса растительности NDVI со спутника SPOT-VEGETATION (коллекция S10 NDVI), предоставляемые научно-исследовательской организацией VITO (<http://www.vito-eodata.be>) и векторных карт водных объектов Digital Chart of the World для разных стран, доступные на сайте Diva-GIS (<http://www.diva-gis.org>). К карте прилагается кадастр находок пустынного снегиря на территории Казахстана. Координаты даны оригинальные для тех точек, для которых их указали авторы, а для остальных координаты определены по спутниковой карте в соответствии с текстовым описанием и подходящим биотопом.

Результаты и их обсуждение

При обследовании юго-восточных склонов горы Карамола, в южной части гор Каратау, 9 мая в вечернее время (18 ч) автором сначала по голосу (позывка), а затем визуально был отмечен и сфотографирован самец пустынного снегиря (рис. 1). В это же время другим наблюдателем (Ю.А. Зима, устн. сообщ.) самец был сфотографирован в 300 м восточнее.



Рисунок 1. Самец (слева) и самка со стройматериалом (справа) пустынного снегиря *Bucanetes githagineus* на гнездовом участке, г. Карамола, Туркестанская обл., 10.05.2021 г.

Утром 10 мая (8 ч) на каменистом склоне среди обвалившихся валунов (42.278797° N, 67.760171° E) была встречена пара пустынных снегирей. Сначала был отмечен поющий самец, издающий продолжительные жужжащие звуки, затем самка со стройматериалом в клюве, и, наконец, найдено строящееся гнездо.

Гнездо находилось в естественной нише, в валуне размером около 2×2 м, на каменистом глинисто-щебнистом склоне юго-восточной экспозиции у подножья чинка (рис. 2). Вертикально вытянутая ниша с гнездом со срединной внешней перегородкой располагалась на высоте 1 м от земли и имела размеры 35×15 см и глубину 15 см. Гнездо находилось на стадии строительства лотка. Оно представляло собой рыхлую конструкцию из наружного слоя из толстых грубых веточек, преимущественно стеблей полыни (*Artemisia* sp.), и стенок лотка из сухих тонких листьев и стебельков травы. Общий размер гнезда 110×110 мм, высота 60 мм, размер лотка 50×50 мм.



Рисунок 2. Место нахождения гнезда (слева) и ниша с гнездом (справа) пустынного снегиря *Bucanetes githagineus*, г. Карамола, Туркестанская обл., 10.05.2021 г.

При строительстве гнезда птицы перемещались парой — самка прилетала со стройматериалом, а самец при этом сопровождал её и пел, пока она строила гнездо. Затем птицы вместе улетали. Стройматериал самка приносила с интервалами в 5–10 мин. Наблюдение велось до 9 ч, когда активность птиц снизилась. Вечером того же дня птицы прилетали до 18 ч. На гнездовом участке перемещались и другие особи пустынных снегирей. Одновременно удалось зафиксировать стайку из четырех особей — двух самцов и двух самок. Позже, при проверке гнезда через 3 дня, оно оказалось недостроенным и брошенным. Гнездо помещено в коллекцию Института зоологии под № 1280.

Суммируя литературные сведения, данные электронных ресурсов и новую находку, карта местонахождений пустынного снегиря в регионе выглядит следующим образом (рис. 3).

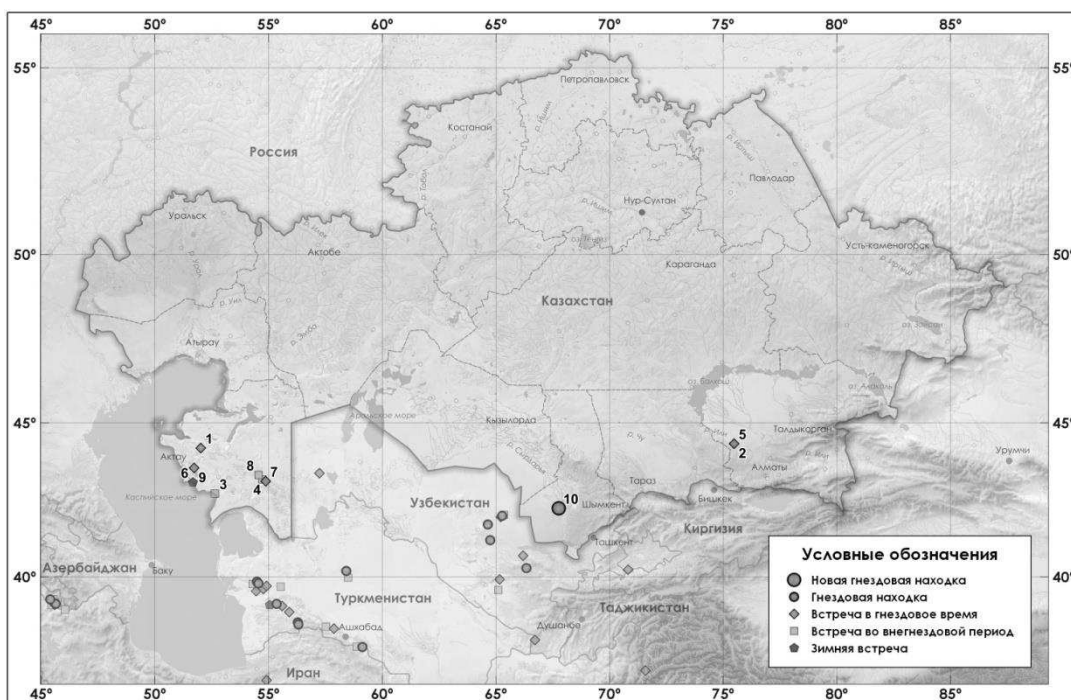


Рисунок 3. Места находок пустынного снегиря *Bucanetes githagineus* в Казахстане и на сопредельных территориях

Кадастр к рисунку 3: 1 — Мангистауская обл., хр. Западный Каратау, сев.-зап. пос. Шетпе (44.213306° N, 52.018238° E), 01.06.1993 г., стайка [18, 19]; 2 — Алматинская обл., окр. пос. Каншенгель, артезиан (44.350965° N, 75.472030° E), 16.05.2001 г., 1 ad. ♂ [18]; 3 — Мангистауская обл., окр. пос. Фетисово (42.754966° N, 52.641238° E), 31.03.2009 г., 1 ad. [25]; 4 — Мангистауская обл.,

Устюртский ГПЗ, окр. кол. Кокесем (Кокосим) (43.186028° N, 54.859542° E), 26.04.2011 г., 1 ad. ♂ и 1 ad. ♀ [21]; 5 — Алматинская обл., окр. пос. Каншенгель, артезиан (44.350965° N, 75.472030° E), 25.05.2014 г., 1 ad. ♀ (М. Valkenburg, устн. сообщ.); 6 — Мангистауская обл., мыс Жыланды, окр. пос. Курык (43.119541° N, 51.671383° E), 01–02.11.2014 г., 2 особи [26]; 7 — Мангистауская обл., Устюртский ГПЗ, окр. кол. Кокесем (Кокосим) (43.155606° N, 54.874262° E), 01.05.2015 г., 1 ad. ♂ [22]; 8 — Мангистауская обл., Устюртский ГПЗ, окр. кол. Маметказган (43.354454° N, 54.558920° E), 18.07.2015 г., 1 ad. ♀ [23]; 9 — Мангистауская обл., впад. Карагие, у род. Ашибулак (43.582269° N, 51.723541° E), 18.07.2015 г., 1 ad. ♀ [24]; 10 — Туркестанская обл., горы Карактау, юго-вост. подножье г. Карамола (42.278797° N, 67.760171° E), 09–10.05.2021 г., 2 ad. ♂, 2 ad. ♀, гнездо (собств. данные).

Заключение

При анализе точек находок пустынного снегиря в Казахстане и на сопредельных территориях на карте нахождение его на гнездовании на юге Туркестанской области не выглядит неожиданным. Тем не менее, стоит отметить, что горы Каратау часто посещаются орнитологами и бердвотчерами, и ранее здесь регистрировался только монгольский снегирь *Bucanetes mongolicus* (Swinhoe, 1870) [27]. По всей видимости, появление пустынного снегиря здесь на гнездовании — это результат общего расширения его ареала на север [28], и в дальнейшем можно ожидать увеличения встреч с ним как на юге Туркестанской области, так и в других районах Казахстана.

Благодарность

Выражаю искреннюю благодарность М.А. Грицыне за сведения о пустынном снегире в Узбекистане и помощь в поиске литературы, а также С.Х. Зариповой за помощь в переводе аннотации на казахский язык.

Исследования выполнены в рамках Программы целевого финансирования ИРН OR11465437 (2021–2022 гг.) по теме «Разработка национального электронного банка данных по научной зоологической коллекции Республики Казахстан, обеспечивающего их эффективное использование в науке и образовании».

Список литературы

- 1 Arlott N. Birds of India, Pakistan, Nepal, Bhutan, Bangladesh and Sri Lanka / N. Arlott. — London, 2015. — 400 p.
- 2 Shirihai H. Handbook of Western Palearctic Birds, Volume 2. Passerines: Flycatchers to Buntings / H. Shirihai, L. Svensson. — London, 2018. — 623 p.
- 3 Федоренко В.А. Результаты орнитологической экспедиции в Таджикистан в мае–июне 2017 года / В.А. Федоренко, С.А. Торопов, А.Б. Жданко // Рус. орнитолог. журн. — 2017. — № 26 (1490). — С. 3541–3560.
- 4 Зарудный Н.А. Орнитологическая фауна Закаспийского края (Северной Персии, Закаспийской области, Хивинского оазиса и равнинной Бухары) / Н.А. Зарудный // Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отдел зоологический. — 1896. — № 2. — С. 1–555.
- 5 Билькевич С.И. Птицы гор «Большой Балхан» и южного к ним подступа / С.И. Билькевич, Н.А. Зарудный // Изв. Туркестанского отдела Императорского русского географического общества. — 1918. — № 14. — С. 37–71.
- 6 Рустамов А.К. Птицы Туркменистана. Т. II / А.К. Рустамов. — Ашхабад, 1958. — 252 с.
- 7 Мищенко Ю.В. Новые материалы по орнитофауне Копетдага / Ю.В. Мищенко // Вестн. зоол. — 1983. — № 5. — С. 87, 88.
- 8 Мищенко Ю.В. 1988. Толстоклювый пустынный выюрок в Туркмении / Ю.В. Мищенко // Вестн. зоол. — 1988. — № 2. — С. 75, 76.
- 9 Полозов С.А. Заметки по гнездовому, социальному и кормовому поведению пустынного снегиря в Западном Копетдаге / С.А. Полозов // Орнитология. — 1990. — № 24. — С. 132, 133.
- 10 Akasaka Y. Толстоклювый пустынный выюрок *Bucanetes githagineus* / Y. Akasaka // Macaulay Library. — 2018. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://macaulaylibrary.org/asset/99021761>
- 11 Зарудный Н.А. Птицы пустыни Кызылкум / Н.А. Зарудный // Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отдел зоологический. — 1915. — № 14. — С. 1–149.
- 12 Захидов Т.З. Биоценозы пустыни Кызылкум / Т.З. Захидов. — Ташкент, 1971. — 304 с.
- 13 Митропольский М.Г. Материалы по гнездящейся фауне птиц хребта Кугитанг (Сурхандарьинская область, Узбекистан) / М.Г. Митропольский, Е.А. Филатова, В.А. Солдатов // Наземные позвоночные животные аридных экосистем: материалы Междунар. конф., посвящ. памяти Н.А. Зарудного. — Ташкент, 2012. — С. 215–225.

- 14 Мекленбурцев Р. Материалы по фауне птиц и млекопитающих хребта Нурау / Р. Мекленбурцев // Тр. Среднеазиат. гос. ун-та. Сер. VIII-а. Зоология. — 1937. — № 26. — С. 1–51.
- 15 Grienerberger M. Пустынный вьюрок *Bucanetes githagineus* / M. Grienerberger // Xeno-canto: Голоса птиц по всему миру. — 2021. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.xeno-canto.org/647830>
- 16 Абдураупов Т. Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* / Т. Абдураупов // Birds.uz. — 2021. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://birds.uz/species/446>
- 17 Грицина М.А. Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* / М.А. Грицина // Birds.uz. — 2021. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://birds.uz/species/20127>
- 18 Gavrilov E.I. The Birds of Kazakhstan / E.I. Gavrilov, A.E. Gavrilov. — Almaty, 2005. — 226 p.
- 19 Белялов О.В. Материалы к орнитофауне Мангышлака и Устюрта / О.В. Белялов // Selevinia. — 2014. — № 22. — С. 122–130.
- 20 Корелов М.Н. Род Пустынный снегирь — *Bucanetes* / М.Н. Корелов // Птицы Казахстана. — 1974. — Т. 5. — С. 263–371.
- 21 Исабеков А.А. Некоторые интересные находки птиц в Казахстане за последние годы (по материалам фотосайта www.birds.kz) / А.А. Исабеков, О.В. Белялов // Орнитолог. вестн. Казахстана и Средней Азии. — 2013. — № 2. — С. 208–210.
- 22 Нурмухамбетов Ж. Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823) / Ж. Нурмухамбетов // Birds.kz: Птицы Казахстана. — 2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://birds.kz/v2photo.php?l=ru&s=006900014&n=1>
- 23 Нурмухамбетов Ж. Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823) / Ж. Нурмухамбетов // Birds.kz: Птицы Казахстана. — 2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://birds.kz/v2photo.php?l=ru&s=006900020&n=2>
- 24 Беляев А.И. Пустынный снегирь *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823) / А.И. Беляев, Г.Ю. Дякин, А.О. Ясько // Birds.kz: Птицы Казахстана. — 2018. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://birds.kz/v2photo.php?l=ru&s=039303262&n=1>
- 25 Le Neve A. Kazakhstan nature trip report; March to June 2009. National Avian Research Center / A. Le Neve, C. Gouraud, F. Morion, J. Judas // Mammalwatching.com. — 2010. — P. 1–69. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mammalwatching.com/wp-content/uploads/2017/09/Le-Neve-Kazakhstan-2010.pdf>
- 26 Исабеков А.А. Орнитологические наблюдения в Мангыстау осенью–зимой 2014 г. / А.А. Исабеков // Рус. орнитолог. журн. — 2015. — № 24 (1092). — С. 55–72.
- 27 Губин Б.М. Птицы пустынь Казахстана. — Кн. III / Б.М. Губин. — Алматы, 2020. — 359 с.
- 28 Лукьянчук О.А. Первая встреча пустынного снегиря *Bucanetes githagineus* на территории России / О.А. Лукьянчук, Е.М. Литвинова // Рус. орнитолог. журн. — 2017. — № 26 (1478). — С. 3144–3147.

В.А. Федоренко

Қазақстандағы шөл суықторғайы *Bucanetes githagineus* (М. Н. С. Lichtenstein, 1823)

Шөл суықторғайы *Bucanetes githagineus* (М. Н. С. Lichtenstein, 1823) Қазақстанның қазіргі аумағында алғаш рет 1993 жылы тіркелген. Алдағы үш онжылдықтың ішінде бұл деректер аздап толықтырылды — тағы сегіз кездесу тіркелген, олардың көпшілігі Маңғышлақ аумағына тиесілі. Маңғыстау облысында шөл суықторғайы ұя салу кезеңінде бірнеше рет байқалғанына қарамастан, оның Қазақстанда ұя салғаны туралы нақты деректер осы уақытқа дейін болған жоқ. Мақалада республика бойынша шөл суықторғайының барлық табылған жерлеріне шолу, олардың кадастры, сондай-ақ Қазақстанда да, көршілес елдердің аумақтарында да шөл суықторғайының орналасу картасы берілген. Дала жұмыстарының нәтижесінде республиканың оңтүстігінде — Түркістан облысында, Қызылқұм шөлінің шығыс бөлігінде, Қаратау тауларында шөл суықторғайының жаңа мекені тіркелді. Құстың екі жұбы кездесті. Қазақстан аумағында алғаш рет шөл суықторғайының ұясы табылды. Ұя Қарамола тауының оңтүстік-шығыс беткейіндегі жартастың көлбеуінде, қойтастардың бірінің қуысында орналасқан. Ұя науа құрылысы салынған кезінде табылды, оның құрылысына бақылау жүргізілді. Кейінгі тексерген кезде ұя аяқталмай, тастап кеткен болып шықты. Одан кейін ұя жиналып алынып, ҚР БҒМ Зоология институтының қорына қойылды. Осылайша Қазақстандағы шөл суықторғайы биологиясы туралы алғашқы деректер алынды.

Кілт сөздер: шөл суықторғайы, *Bucanetes githagineus*, *Fringillidae*, құнақтестер, биология, құстың ұясы, таралуы, Қызылқұм шөлі, Қазақстан, Өзбекстан, Түрікменстан, Тәжікстан, Орта Азия.

V.A. Fedorenko

Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus* (M. H. C. Lichtenstein, 1823) in Kazakhstan

The trumpeter finch *Bucanetes githagineus* (M. H.C. Lichtenstein, 1823) was first recorded for the modern territory of Kazakhstan in 1993. Over the next nearly three decades, these data were slightly replenished, with eight more sightings recorded, most of which belong to the territory of Mangyshlak. Although, in Mangystau, the trumpeter finch has been repeatedly recorded during the nesting period, there have been no reliable facts of its nesting in Kazakhstan until now. The article provides an overview of all the findings of the trumpeter finch for the republic, an annotation for them, as well as a map of the locations of the trumpeter finch both in Kazakhstan and in the territories of neighboring countries. As a result of fieldwork, a new location of the trumpeter finch was registered in the south of the republic: Turkistan Region, the eastern part of the Kyzylkum Desert, the Karatau mountains. Two pairs of birds were recorded. For the first time, a nest of a trumpeter finch was found on the territory of Kazakhstan. The nest was located in a niche of one of the boulders, on a rocky slope of the southeastern exposure of Karamola Mountain. The nest was under construction for a cup. Observations of its construction were carried out. Upon subsequent inspection, the nest turned out to be unfinished and abandoned. The nest was collected and placed in the collection of the Institute of Zoology of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. Thus, the first data on the biology of the trumpeter finch in Kazakhstan were obtained.

Keywords: trumpeter finch, *Bucanetes githagineus*, *Fringillidae*, true finches, biology, nest, distribution, Kyzylkum desert, Kazakhstan, Uzbekistan, Turkmenistan, Tajikistan, Central Asia.

References

- 1 Arlott, N. (2015). *Birds of India, Pakistan, Nepal, Bhutan, Bangladesh and Sri Lanka*. London.
- 2 Shirihai, H. (2018). *Handbook of Western Palearctic Birds, Volume 2. Passerines: Flycatchers to Buntings*. London.
- 3 Fedorenko, V.A., Topopov, S.A., & Zhdanko, A.B. (2017). Rezultaty ornitologicheskoi ekspeditsii v Tadjikistan v mae–iune 2017 goda [Results of the ornithological expedition to Tajikistan in May–June 2017]. *Russkii ornitologicheskii zhurnal — Russian Journal of Ornithology*, 26 (1490), 3541–3560 [in Russian].
- 4 Zarudnyi, N.A. (1896). Ornitologicheskaja fauna Zakaspijskogo kraia (Severnoi Persii, Zakaspijskoi oblasti, Khivinskogo oazisa i ravninnoi Bukhary) [Ornithological fauna of the Transcaspiian region (Northern Persia, Transcaspiian region, Khiva oasis and flat Bukhara)]. *Materialy k poznaniiu fauny i flory Rossijskoi imperii. Otdel zoologicheskii — Materials to the study of flora and fauna of Russian Empire, Zoological Department*, 2, 1–555 [in Russian].
- 5 Bilkevich, S.I., & Zarudnyi, N.A. (1918). Ptitsy gor «Bolshoi Balkhan» i yuzhnogo k nim podstupa [Birds of the “Big Balkhan” mountains and the southern approach to them]. *Izvestiia Turkestanskogo otdela Imperatorskogo russkogo geograficheskogo obshchestva — Proceedings of Turkestan department of Imperial Russian geographical Society*, 14, 37–71 [in Russian].
- 6 Rustamov, A.K. (1958). *Ptitsy Turkmenistana [Birds of Turkmenistan]*. — Vol. 2. Ashkhabad [in Russian].
- 7 Mischenko, Yu.V. (1983). Novye materialy po ornitofaune Kopetdaga [New materials on the avifauna of the Kopetdag]. *Vestnik zoologii — Bulletin of Zoology*, 5, 87, 88 [in Russian].
- 8 Mischenko, Yu.V. (1988). Tolstokliuyvi pustynnyi viurok v Turkmenii [Trumpeter Finch in Turkmenistan]. *Vestnik zoologii — Bulletin of Zoology*, 2, 75, 76 [in Russian].
- 9 Polozov, S.A. (1990). Zametki po gnezdovomu, sotsialnomu i kormovomu povedeniiu pustynnogo snegiria v Zapadnom Kopetdage [Notes on the breeding, social and feeding behavior of the Trumpeter Finch in the Western Kopetdag]. *Ornitologiya — Ornithology*, 24, 132, 133 [in Russian].
- 10 Akasaka, Y. (2018). Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus*. Macaulay Library. *macaulaylibrary.org* Retrieved from <https://macaulaylibrary.org/asset/99021761>.
- 11 Zarudnyi, N.A. (1915). Ptitsy pustyni Kyzylkum [Birds of the Kyzylkum Desert]. *Materialy k poznaniiu fauny i flory Rossijskoi imperii. Otdel zoologicheskii — Materials to the study of flora and fauna of Russian Empire, Zoological Department*, 14, 1–149 [in Russian].
- 12 Zakhidov, T.Z. (1971). *Biotsenozy pustyni Kyzylkum [Biocenoses of the Kyzylkum Desert]*. Tashkent [in Russian].
- 13 Mitropolskii, M.G., Filatova, E.A., & Soldatov, V.A. (2012). Materialy po gnezdiashcheisii faune ptits khrebta Kugitang (Surkhandarinskaja oblast, Uzbekistan) [Materials on the nesting bird fauna of the Kugitang ridge (Surkhandarya region, Uzbekistan)]. Proceedings from Terrestrial vertebrates of arid ecosystems: *Mezhdunarodnaia konferentsiia, posviashchennaia pamiati N.A. Zarudnogo — International Conference dedicated to the memory of N.A. Zarudni*, 215–225. Tashkent [in Russian].
- 14 Meklenburtsev, R. (1937). Materialy po faune ptits i mlekopitaiushchikh khrebta Nuratau [Materials on the fauna of birds and mammals of the Nura-tau ridge]. *Trudy Sredneaziatskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya VIII–a. Zoologiya — Proceedings of Middle-Asian State University. Series VII–a. Zoology*, 26, 1–51 [in Russian].

- 15 Grienerberger, M. (2021). Pustynnyi viurok *Bucanetes githagineus*. xeno-canto: Golosa ptits po vsemu miru. — 2021 [Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus*. xeno-canto: Sharing bird sounds from around the world]. *www.xeno-canto.org* Retrieved from <https://www.xeno-canto.org/647830> [in Russian].
- 16 Abduraupov, T. (2021). Pustynnyi snegir *Bucanetes githagineus* [Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus*]. *birds.uz*. Retrieved from <https://birds.uz/species/446> [in Russian].
- 17 Gritsina, M.A. (2021). Pustynnyi snegir *Bucanetes githagineus* [Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus*]. *birds.uz*. Retrieved from <https://birds.uz/species/20127> [in Russian].
- 18 Gavrilov, E.I., & Gavrilov, A.E. (2005). *The Birds of Kazakhstan*. Almaty, 226.
- 19 Belialov, O.V. (2014). Materialy k ornitofaune Mangyshlaka i Ustiurta [Materials for the avifauna of Mangyshlak and Ustyurt]. *Selevinia*, 22, 122–130 [in Russian].
- 20 Korelov, M.N. (1974). Rod Pustynnyi snegir — *Bucanetes* [Genus *Bucanetes*]. *Ptitsy Kazakhstana — Birds of Kazakhstan*, 5, 263–371 [in Russian].
- 21 Isabekov, A.A., & Belialov, O.V. (2013). Nekotorye interesnye nakhodki ptits v Kazakhstane za poslednie gody (po materialam fotosaita www.birds.kz.) [Some interesting finds of birds in Kazakhstan in recent years (based on the materials of the photo site www.birds.kz.)]. *Ornitologicheskii vestnik Kazakhstana i Srednei Azii — Ornithological News of Kazakhstan and Middle Asia*, 2, 208–210 [in Russian].
- 22 Nurmukhambetov, Zh. (2015). Pustynnyi snegir *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823) [Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823)]. *Birds.kz: Ptitsy Kazakhstana — Birds of Kazakhstan*. Retrieved from <https://birds.kz/v2photo.php?l=ru&s=006900014&n=1> [in Russian].
- 23 Nurmukhambetov, Zh. (2015). Pustynnyi snegir *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823) // *Birds.kz: Ptitsy Kazakhstana — Birds of Kazakhstan*. Retrieved from: <https://birds.kz/v2photo.php?l=ru&s=006900020&n=2>
- 24 Beliaev, A.I., Diakin, G.Yu. & Yasko, A.O. (2018). Pustynnyi snegir *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823) [Trumpeter Finch *Bucanetes githagineus* (Lichtenstein, 1823)]. *Birds.kz: Ptitsy Kazakhstana — Birds of Kazakhstan*. Retrieved from <https://birds.kz/v2photo.php?l=ru&s=039303262&n=1> [in Russian].
- 25 Le Neve, A., Gouraud, C., Morion, F., & Judas, J. (2010). Kazakhstan nature trip report; March to June 2009. National Avian Research Center. *Mammalwatching.com*. Retrieved from <https://www.mammalwatching.com/wp-content/uploads/2017/09/Le-Neve-Kazakhstan-2010.pdf>.
- 26 Isabekov, A.A. (2015). Ornitologicheskie nabludeniia v Mangistau oseniu–zimoi 2014 g. [Ornithological observations in the Mangistau in autumn and winter 2014]. *Russkii ornitologicheskii zhurnal — Russian Journal of Ornithology*, 24 (1092), 55–72 [in Russian].
- 27 Gubin, B.M. (2020). *Ptitsy pustyn Kazakhstana. — Kniga III [Birds of the deserts of Kazakhstan. Book 3]*. Almaty [in Russian].
- 28 Lukianchuk, O.A., & Litvinova, E.M. (2017). Pervaia vstrecha pustynnogo snegiria *Bucanetes githagineus* na territorii Rossii [The first record of the trumpeter finch *Bucanetes githagineus* in the territory of Russia]. *Russkii ornitologicheskii zhurnal — Russian Journal of Ornithology*, 26 (1478), 3144–3147 [in Russian].

Pratibha A. Avhad, Shailesh S. Chalikwar, Bhushan A. Bhairav*

R.C. Patel College of Pharmaceutical Education and Research, Shirpur, Maharashtra, India

**Corresponding author: bbhairav@gmail.com*

A comprehensive review on complex generics

Complex generic is a generic with multifaceted dynamic constituent, multifaceted preparation, multifaceted path of administration, or multifaceted medicine device mixture. For over three decades, generics have been a desirable and cost-effective production route. Since the pharmaceutical cluster aimed at cheap generic medicines takes active development, biopharmaceutical firms remain focusing on multifaceted medicine, which provides extra worth towards affected person via speaking extra unmet requirements besides allow them to attain pharmaceutical souk variation and advanced using. The complexity of chemisimilar and biosimilar products has limited the replacement of unwieldy large-scale clinical trial data with simpler, single-dose, pharmacokinetic and pharmacodynamic comparisons between test and reference. This limitation should be recognized by defining the sensitivity of any test used to detect differences in dose.

Keywords: complex generics, GDUFA, governing guidelines, challenges, opportunities.

Introduction

A generic medicine is a medicine that can be arranged as an auxiliary for the inventor creation for the bioequivalence takes stood verified. The authorized WHO description of generic medicine: “identical multi-source therapeutic creation” [1]. To be “generic”, a therapeutic creation must preliminarily show the similar qualitative and quantitative constituents of dynamic ingredient and the equal dosage form as that of the original remedy. Complex generics present additional challenges. Biopharmaceutical firms that select the correct associates toward assist through invention, conception and governing policies will secure substantial benefits. The guidelines fundamental the valuation of excellence of generic medicines, besides their bioequivalence to product title, take not altered meaning fully under the Hatch-Waxman Act in 1984. So far, the goods produced in the industry are meaning fully extra difficult nowadays, which might suggest that II bioequivalent goods remain distinguishable, respectively. Multifaceted generic production necessities have a higher degree of competences than simple generics developed in an environment of increasing expenses and amplified analysis over worldwide advance then industrial processes.

Review

Complex Generics

Complex generics is defined as common medications for which it is particularly difficult to establish therapeutic equivalence as described in Orange Book. Multifaceted generics are a generic that might take a complex dynamic component, complex preparation, complex path of distribution, or complex medicine device mixtures [1, 2]. To be «complex generic», a therapeutic ingredient essential primarily show not individual similar qualitative and quantitative constituent of dynamic ingredients and the similar dosage form as that of the original ingredient but similarly lots of several extra parameters are measured to evidence «repetitiveness», such as physical classification like particle size distribution, medicine set-up, particle morphology, physical state of entrapment, drug release, viscosity, globule size, zeta potential, excipient description etc. Generic

mixture of drug substance remains generally characterized in GDUFA II direction and denote to oral goods with more than one dynamic, multifaceted preparations, such as liposomes, suspensions, emulsions, and gels, complex paths of direction, also as locally acting goods (topical creams and gels, nasal spray, and inhalation goods), drug mixtures with devices, long-acting injectables [3].

The advancement of generic [505(j)] and distinguished [505(b)(2)] LAI goods support to deliver affected person and health care workers with more action choices and to decrease general health care expenses, including those related with drug goods direction and affected person obedience. In this review, we analyse the scenery of LAI goods and categorize the most mutual procedural tasks that probable generic goods applicants' appearance [4]. We focus on five preparation skills that explanation for ~90 % of permitted LAI goods, with those qualified for generic goods registering over the succeeding five ages, to demonstrate technology-specific tasks.

Complex Generic Combination Drug Products

The multifaceted generic goods might take a multifaceted dynamic component, preparation, route of distribution, or be a medication-device mixture. Since the goods include generic components, numerous firms are revolving their attention to multifaceted generic medicines, which bring additional problems to affected person including supplementary requirements through encouraging such medicine struggle and persistent entrée [5].

Complicated mixture of generic component goods can be abundant with stimulating components, and need abundant information to influence the governing activities of comparison of the two medicinal goods. The endorsement necessities need considerable earlier than for biosimilars and for generic goods. Here, the procedure cast-off to making the good has an affected influence on the excellence and presentation of the good. The subsequent governing procedure for the generic constituents is ample nearer to that for biosimilars, as understood in the governing direction for glatiramer acetate ANDAs.

Chemisimilars

When the pharmacokinetic profile correlates with the dose, such comparisons show assay sensitivity and readily detect differences in dose. This approach has also been applied to certain chemical products, termed 'chemisimilars', which have variable or complex synthesis of the active substance, or complex formulation, or a complex delivery device [6]. Once demonstrating batch-to-batch steadiness or correspondence of generics shows that artificial organic medicine is multifaceted. This rises through precise release preparations, mutable or multifaceted mixture, or substances wherever the configurations of sub ingredient are not well distinct. The equivalents with biosimilars are understandable, and sometimes cross applications are mandatory, where comparative information is jointed with stand-alone effectiveness and protection experimental information. Many such goods are replacements to the modernizing goods without existence interchangeable. Chemisimilar is a beneficial term occasionally cast-off by EU officials to define these multifaceted organic generics [7].

These include semi-synthetic antibiotics, approximately liposomal preparations and some slow-release trans-cutaneous coverings.

When proving batch-to-batch consistency, or equivalence of generics, some innovator synthetic chemical drugs are complex. This arises with controlled release formulations, variable or complex synthesis, or chemicals where the composition of subcomponents are not well defined. The parallels with biosimilars are obvious, and sometimes hybrid applications are required, where comparative data are combined with stand-alone efficacy and safety clinical data [8]. Many such products are alternatives to the innovator products without being substitutable.

Biosimilar

Biosimilar medicinal products are large, complex molecules that deliver active components to a binding site. A test protein may have the same primary, secondary and tertiary structure as a reference protein. When the pharmacokinetic profile correlates with the dose, such comparisons show assay sensitivity and readily detect differences in dose. For large biological molecules, different manufactured batches cannot be validated using pharmacokinetic data alone [9]. For these biosimilars, there is a three-stage assessment of pharmaceutical quality; laboratory testing and clinical data. Biosimilar therapeutic components are huge, composite particles that bring movement to an obligatory location. A test protein might take the similar primary, secondary and tertiary structure as a situation protein. So far movement at, or transport to, the obligatory location may be pretentious by additional organic variances, such as glycosylation, N-sylation, phosphorylation, deamination, corrosion or PEGylation. Dissimilar obligatory locations might be responsible for efficiency, opposing actions, and breakdown and elimination paths. This complication is a challenge for biosimilar guideline. Different binding sites may be responsible for efficacy, adverse events, and metabolism and excretion pathways. This complexity is a challenge (or difficult) for biosimilar regulation. Small differences in manufacture or formulation can have serious clinical consequences, as documented with some bio similar epoetins and insulin.

Minor variances in production or preparation can have thoughtful experimental significances, as recognized with approximately biosimilar epoetin and Humulin. The equilibrium among responsive to testing and experimental tests that demonstration no variance in the approved sign remains to be challenging for biosimilar guideline. The current standard on biosimilar interferon b (IFN-b) for multiple sclerosis (MS) states to dose-responsive to models. The financial impact of generic drug competition can be dramatic, but significant differences in regulatory and development processes between generics and biosimilars limit such comparisons and likely present significant challenges for biosimilar approval and adoption in the US market [10]. However, a value-based care environment and their cost-savings potential make biosimilars an attractive option for the therapeutic arsenal. Oncologists' understanding of biosimilars is critical to moving forward.

Hatch-Waxman Act

The way of the Hatch-Waxman Act in 1984 completed it easy for makers of generic medicines to arrive the U.S. medical market [11]. Earlier in 1984, generics makers remained obligatory to prove the security and efficiency of their goods using experimental trials. Conferring to Mossinghoff (1999), previous to Hatch-Waxman act, added 150 components occurred in the pharmaceutical usage which required neither patent security nor generic entrance. Hatch-Waxman Act removed the obligation for distinct experimental trials for generic producer. The Act also aided modernizer goods by encompassing the life of therapeutic patents which obligated long period on their "patent timepieces" coming up for FDA endorsement [12].

Grabowski and Vernon (1996) file the rise in generic goods operation subsequent the way of Hatch-Waxman Act in 1984. They invention that generic provision in the primary 1980s be around 10 out of a hundred, but enlarged to 40 out of a hundred in the middle-1990s. Berndt and Aitken (2010) display that meanwhile then generic treatment shares take remained cumulatively intensely. Among 1999 and 2004, the share production of generic goods increased from 49.7 out of a hundred to 74.5 out of a hundred. This quick generic entrance is allied through consistently quick failures in generics values. Rizzo and Zeckhauser (2005) asked that this deterioration in values of generics was allied through the deterioration in the usual value of product tag goods. Lately, the values of approximately generic goods take enlarged intensely subsequent in a Household Board on Omission and Administration Improvement search. Although generic components employment has evidently enlarged subsequent Hatch-Waxman Act signifying, but convenience and affordability of medications take enhanced buyer wellbeing, around remain likewise parts of apprehension.

As an outcome of Hatch-Waxman Act, the FD&C Act necessitates that not used one of the subsequent IV documentations be complete when documenting an ANDA or 505(b) (2) resolutions:

Para I: That such patent data takes not remained not used.

Para II: That such patent takes perished.

Para III: The generic medication motivation not go on the usual way till the patent ending time permits.

Para IV: The patent in query is unacceptable, impossible to enforce, or will not infringe through the making, use, or auction of the generic components.

GDUFA Act

The Generic Medication Handler Payment Revisions/Act (GDUFA) is a regulation enacted through the government of the United States of America (USA), on 9th July 2012, beneath the Food and Drug Administration Safety and Innovation Act (FDASIA) near quicken the admittance of harmless and active generic medicines to the civic and decrease the inclusive price for commercial use [13].

The act is a result of the increasing challenges in the Regulatory landscape which needs to be re-authorized every five years. According to the law, all the generic drugs manufacturers, including manufacturers of active ingredients for generic drugs, are required to submit a user fee to the FDA.

It is rule intended towards rapidity admittance to harmless and active medicines to the civic, besides decrease charges to manufacturing. Until October 2012, it was the individual obligatory handler payments for organizations succumbing New Drug Application (NDA).

By means of October 1, 2012, beneath GDUFA, entirely companies that making humanoid generic medicine goods and dynamic constituents for humanoid generic medicine goods, that are circulated in U.S. Business are topic to FDA handler payments [14].

GDUFA charges remain rise the capability of the Activity to accomplish perilous program purposes and to decrease charges seeing the decrease appraisal timelines.

Challenges

Developing multifaceted generic goods is stimulating as therapeutic correspondence, but might not interpret to a cathartically corresponding preparation.

The major task includes those places advancing through the modernizers of these goods, counting patent tasks and resident appeals. Added in that one of the stimulating features is the key variance in suggestion standards among numerous universal activities; which makes it difficult to develop the same product for distribution in different parts of the world.

In addition to the tasks inside the commerce, multifaceted generic associated suggestions to existing the substantial task to the OGD.

The GDUFA (Generic Drug User Fee Act), dissimilar its novel medicine complement PDUFA (Prescription Drug User Fee Act), does not take the establishment for steady pre-ANDA conferences or for suggestion of INDs.

The tasks associated to governing suggestions for multifaceted generics can be overwhelmed or curtailed by empathetic the substitute suggestion procedures needed for these medicines and subsequent over consequently.

One all-time major challenge is to counter anti-generic campaigns attributed to be advocated by patient and physician groups, but suspected to be at least in part funded by innovator companies. One effective way by which generics have learnt to compete with innovator companies is through diligent mergers and acquisitions.

One all-time major challenge is to counter anti-generic campaigns attributed to be advocated by patient and physician groups, but suspected to be at least in part funded by innovator companies. Another challenging situation is attempt by innovators to delay or stop generic entry by filing citizen's petitions with the FDA.

Opportunities

Generics firms too frequently variation in the excipients in a preparation since the constructor of the pioneer medicine takes a formulation patent; the generics firm is observing to evade this patent. A generics firm's capability to shift excipients in oral goods frequently boundaries the worth of preparation patents for oral goods.

The problem for the pioneer medicine firm is classically wide preparation privileges can be change on inaccuracy situation and some preparation privileges are frequently circumvent able.

Based on the FDA direction on liposomal doxorubicin, it is currently deceptive that, at a least, the generic liposome would take to compare with the pioneer preparation in state of medicine, interior atmosphere, element/bubble morphology, element/bubble size distribution, polymer alignment, electrical exterior latent and medicine removed [15].

A challenge to evade the entitlement by replacing a dissimilar polymer or a little dropping the attention of a specific polymer would not be permitted for a multifaceted generic.

The mixture of uniform an actual arrangement or procedure patent entitlement by the FDA's overall necessities for parenteral medicine goods and the discriminating necessities for unconventional or multifaceted transport systems can outcome in the important and elongated dated.

The necessity for translucent and consistent governing appeal for complex generics

In current ages, the worldwide systematic and governing civic takes in progress to distinguish the important systematic tasks that occur for complex generic medicine goods, concerning their valuation of therapeutic equivalence. Though, hard work to bring into line governing procedures is still continuing. In the United States, the quantity of suggestion obligatory for the endorsement of a multifaceted generic till seems to frequently depend on a case-by-case appeal by the FDA. To reproduce on recent governing repetition and to deliver realistic recommendations for using tasks within prevailing governing outlines, this paper designates the opinions of the NBCD Occupied Collection on how to type greatest usage of prevailing abbreviated approval paths of 505(j) and 505(b)(2) for approving complex generics.

Current governing rehearsal for complex generics

For the generic medicine goods to be official and estimated as therapeutically equivalence (TE), it needs to be pharmaceutically equivalent (PE) as well as bioequivalent (BE) to the Reference Listed Drug (RLD). This approach is appropriate for "humble" minor particle generics, but comes difficult with tasks for PE and/or BE with complex generics.

A pragmatic and science-based governing approach for complex generic

Since current effort by the FDA on decreasing the sprints of complex generic medicine advance, the FDA has printed their description of "complex generic drug products." Complex drug products are defined as goods with:

- a complex dynamic component (e.g., peptides, polymeric composites, complex combinations of APIs, and obviously obtained components);

- a complex preparation (e.g., liposomes and colloids);
- a complex route of distribution (e.g., locally acting drugs, such as dermatologic goods and complex ophthalmological goods and otic dosage forms that are framed as suspensions, emulsions, or gels);
- a complex dosage form (e.g., transdermal, metered dose bronchodilators, and extended release injectables).

505(j) Guideline

“An ANDA is an application succumbed and official beneath section 505(j) of the FD&C Act for a medicine good that is a replacement of an earlier official medicine good. An ANDA depend on FDA’s verdict that the earlier agreed drug goods, i.e., the Reference Listed Drug (RLD), is harmless and active. An ANDA usually essential encompass data to display that the planned generic product1 is the similar by means of the RLD with admiration to the dynamic constituent(s), situations of usage, way of administration, dosage form, asset, and cataloguing (by certain allowable variances) and 2 is bioequivalent to the RLD. An ANDA do not be succumbed if experimental surveys are obligatory to found the protection and efficiency of the planned medicine goods” (Fig. 1).

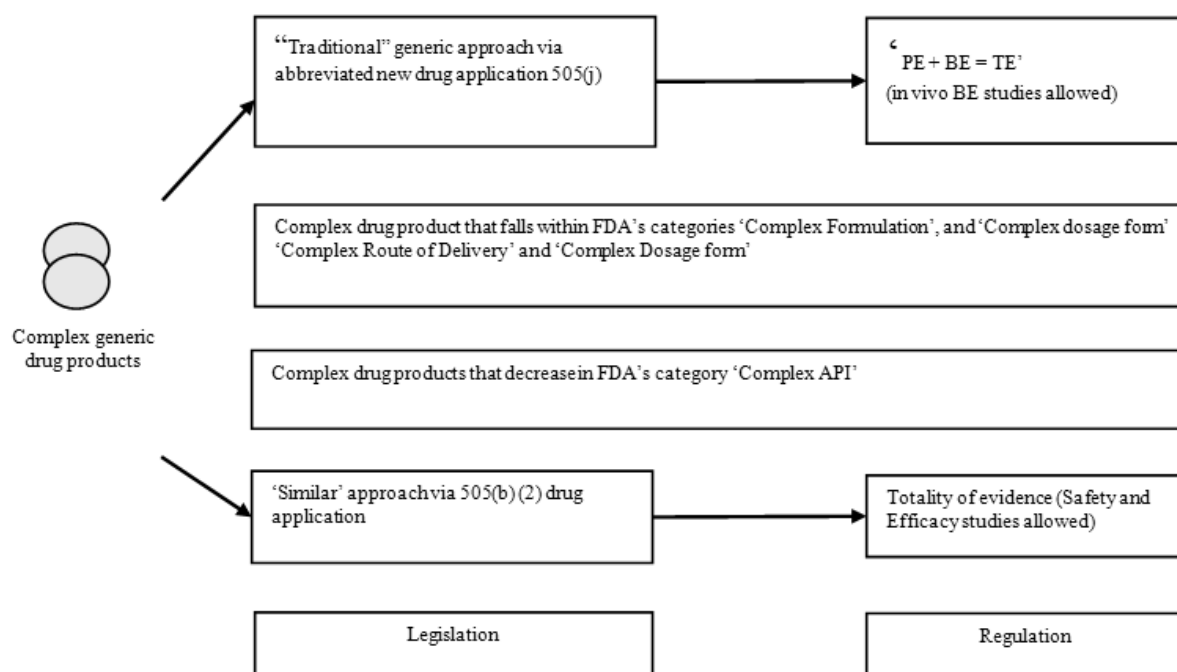


Figure 1. Two governing paths 505(j) and 505(b)(2)

505(b)(2) Guideline

“A 505(b)(2) application is an NDA succumbed beneath section 505(b)(1) and official beneath section 505(c) of the FD&C Act that covers complete information of surveys of protection and efficiency, wherever at least approximately of the data obligatory for endorsement arises from revisions not directed by or for a correct of location otherwise usage”.

How to agreement with dynamics in a defined governing outline

Rendering to the International Conference on Harmonization (ICH), a CQA is a guide for physical, chemical, biological, or microbiological assets or characteristic, which are fundamental inside a suitable boundary, series, or circulation to confirm the wanted goods excellence. For multifaceted medicine goods encompassing multifaceted APIs, there is a pure necessity to rise the information on individuals’ goods features that take an influence on the excellence and the experimental outline of the goods. Subsequent to CQAs, a improved empathetic of additional related features is wanted to rise the strength of valuations for complex drug goods.

They have faith in numerous situations aimed at a vigorous appeal through 505(j) and 505(b)(2) occur (individually of such 4 situations are additional reflected arranged beneath):

1. Empathetic of all related critical quality attributes (CQAs);
2. A confident quantity of elasticity in the governing approaches for multifaceted generic medicine goods;
3. An inclusive and widely obtainable list of all multifaceted goods per GDUFA II Obligation Letter;

4. Supplementary valuation of latent variances and fences through affection to Book programs or successive practice in experimental exercise.

Conclusions

To conclude, the guidelines fundamental the valuation of excellence of generic medicines, and their bioequivalence to product title goods, have not altered meaningfully despite the adopted act of the Hatch-Waxman Act in 1984. So far, various products are much more complex, which may indicate that 2 bioequivalent goods are not indistinguishable for individual addition. As long as suggestion from medicines to delicate epilepsy, misery and other situations this paper express that converting from a modernizer product to a generic might outcome in opposing significances for affected person. Moreover, generic and product title medicines cause additional constituents and uniform last goods after external the U.S. specifically from countries like India and China which have unfortunate governing omission. This would influence excellence in US market.

Future of Complex Generics

The upcoming of generics is in growth of complex generics, biologics or biosimilars for which here is an enlarged selectness dated of 12 ages in favour of the modernizer in dissimilarity to the 5-year New Chemical Entity (NCE) selectness. The legislation governing biosimilars is not the Hatch Waxman Act, but the 2010 Biosimilar Price Competition and Innovation Act (BPCIA) with a different set of regulatory exclusivity provisions. It is extremely serious for pharma firms to interchange on after ordinary generics to complex generics, specific goods, biosimilars and advanced goods, which motivate upcoming therapeutic development.

References

- 1 Bate, R., Mathur, A., Lever, H.M., Thakur, D., Graedon, J., Cooperman, T., Mason, P., & Fox, E.R. (2016). Generics substitution, bioequivalence standards, and international oversight: complex issues facing the FDA. *Trends Pharmacol. Sci.*, 37 (3); 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2015.11.005>
- 2 Raw, A.S., & Wu, L. (2019). Scientific Considerations in the Approval of Complex Generics. *In book The scientific considerations in the approval of complex generics. Springer*, 32; 157–173. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11751-1_9
- 3 Klein, K., Borchard, G., Shah, V.P., Flühmann, B., McNeil, S.E., & de Vlieger, J.S. (2021). A pragmatic regulatory approach for complex generics through the US FDA 505 (j) or 505 (b)(2) approval pathways. *Ann N Y Acad Sci.*, 1502(1); 5–13. <https://doi.org/10.1111/nyas.14662>
- 4 Warren, J.B. (2013). Generics, chemisimilars and biosimilars: is clinical testing fit for purpose. *British Journal of clinical pharmacology*, 75 (1); 7–14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04323.x>
- 5 Nambiar, S., Madurawe, R.D., Zuk, S.M., Khan, S.R., Ellison, C.D., & Faustino, P.J., et al. (2012). Product quality of parenteral vancomycin products in the United States. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 56(3); 2819–2823. <https://doi.org/10.1128/AAC.05344-11>
- 6 Sterken, R.K. (2017). The meaning of generics. *Philosophy Compass*, 12 (8); e12431. <https://doi.org/10.1111/phc3.12431>
- 7 Leslie, S.-J. (2008). Generics: Cognition and Acquisition. *Philosophical review*, 117 (1); 1–47. <https://doi.org/10.1215/00318108-2007-023>
- 8 Bell, C., Anderson, J., Ganguly, T., Prescott, J., Capila, I., Lansing, J.C., Sachleben, R., Iyer, M., Fier, I., Roach, J., & Storey, K. (2017). Development of Glatopa® (glatiramer acetate): The first FDA-approved generic disease-modifying therapy for relapsing forms of multiple sclerosis. *Journal of Pharmacy Practice*, 31 (2); 89719001772584. <https://doi.org/10.1177/0897190017725984>
- 9 O'Brien, M.N., Jiang, W., Wang, Y., & Loffredo, D.M. (2021). Challenges and opportunities in the development of complex generic long-acting injectable drug products. *J Control Release.*, 336; 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.017>
- 10 Misra, A. (2010). Are biosimilars really generics? *Expert Opin Biol Ther.*, 10 (4); 489–494. <https://doi.org/10.1517/14712591003662615>
- 11 Boehm, G., Yao, L., Han, L., & Zheng, Q. (2013). Development of generic drug industry in the USA after the Hatch-Waxman Act of 1984. *Acta Pharmaceutica Sinica*, 3 (5); 297–311. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2013.07.004>
- 12 Gupta, R., Kesselheim, A.S., Dowling, N., Greene, J., & Ross, J.S. (2016). Generic drug approvals since the 1984 Hatch-Waxman Act. *JAMA Intern Med.*, 176 (9); 1391–1393. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.3411>
- 13 Sindkhedkar, M., Jagtap, S., Shah, C., & Palle, V.P. (2020). Pharmaceutical Research in India: Current Status and Opportunities. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 86 (2); 1015–1022. <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2020/153225>
- 14 Warren, J.B., & Oselin, K. (2011). Generic and therapeutic substitution: a viewpoint on achieving best practice in Europe. *British Journal of clinical pharmacology*, 72 (5); 727–730. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2011.03939.x>
- 15 Nabhan, C., Parsad, S., Mato, A.R., & Feinberg, B.A. (2018). Biosimilars in oncology in the United States: a review. *JAMA oncology*, 4 (2); 241–247. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2017.2004>

Прагибха А. Авхад, Шайлеш С. Чаликвар, Бхушан А. Бхайрав

Кешенді дженериктерді жан-жақты қарастыру

Кешенді дженерик көпжақты динамикалық компонент, көп қырлы препарат, көптеген жолмен енгізілетін немесе медициналық препараттардың қоспасы бар дженерик болып табылады. Үш онжылдықтан астам уақыт бойы дженериктер өндірістің қажетті және үнемді әдісі болды. Қымбат емес патенттелмеген дәрі-дәрмектерге бағытталған фармацевтикалық кластер белсенді дамып келе жатқандықтан, биофармацевтикалық фирмалар зардап шеккен адамға қосымша құндылық беретін фармацевтикалық өзгерістерге қол жеткізуге және препараттарды тасымалдауға болатын сан қырлы медицинаға, оның ішінде қосымша талаптарға назар аударады. Химиялық ұқсас және биотәрізді өнімдердің күрделілігі клиникалық зерттеулердің үлкен ірі ауқымды деректерін тест пен үлгі-нұсқа арасындағы қарапайым, бір реттік, фармакокинетикалық және фармакодинамикалық салыстырулармен алмастыруды шектейді. Бұл шектеу дозаның айырмашылығын анықтау үшін қолданылатын кез келген тесттің сезімталдығын анықтау арқылы танылуы керек.

Кілт сөздер: күрделі дженериктер, GDUFA, жетекші қағидалар, мәселелер, мүмкіндіктер.

Прагибха А. Авхад, Шайлеш С. Чаликвар, Бхушан А. Бхайрав

Всесторонний обзор комплексных дженериков

Комплексный дженерик является препаратом с многосторонним динамическим компонентом, т.е. многогранным, многосторонним путем введения или смесью медицинских препаратов. На протяжении более трех десятилетий дженерики были желательным и экономически эффективным способом производства. Поскольку фармацевтический кластер, направленный на недорогие непатентованные лекарства, активно развивается, биофармацевтические фирмы по-прежнему фокусируются на многогранной медицине, которая обеспечивает дополнительную ценность для пострадавшего человека, в том числе и дополнительные требования, которые позволяют им достичь фармацевтических изменений и продвижения препаратов. Сложность химиоподобных и биоподобных продуктов ограничивает замену громоздких крупномасштабных данных клинических испытаний более простыми, однократными, фармакокинетическими и фармакодинамическими сравнениями между тестом и эталоном. Данное ограничение должно быть признано путем определения чувствительности любого теста, используемого для выявления различий в дозе.

Ключевые слова: комплексные дженерики, GDUFA, руководящие принципы, проблемы, возможности.

A. Chesca^{1*}, T. Sandle², G.A. Abdulina³, P. Anamaria⁴

¹Transilvania University of Brasov, Brasov, Romania;

²Manchester University, Manchester, United Kingdom;

³Karaganda Medical University, Kazakhstan;

⁴Hospital of Codlea City, Brasov, Romania

*Corresponding author: anto.chesca@gmail.com

Acute phlegmonous appendicitis

Acute phlegmonous appendicitis is an outstanding topic in medicine. The issue can be approached in terms of diagnosis and the importance of practical surgery. The clinical diagnosis can be supported by macroscopic and microscopic anatomo-pathological diagnoses. The microscopic diagnosis can be established after studying morphological characteristics observed by analogy with microscopic preparations stained by traditional and special methods. Pathological microscopic preparations can be analyzed and compared with histological preparations that display normal appendix. This paper presents some best practice examples. To provide a precise explanation to medical staff, a series of images of microscopic slides were taken from patients for microscopic analysis. The creation of permanent microscopic slides was based on knowledge of the steps required for classical histological methods using standard H&E staining techniques. Samples were taken from patients of both sexes, children under 16 years old, from urban and rural areas. It is important to clarify misunderstood epidemiological features of appendicitis. Perforating and non-perforating appendicitis, apparently, are separate in nature, and since the need for spontaneous resolution of appendicitis is essential. It is important to have better quality reference materials to enable the medical staff to make the correct decision; this paper seeks to add to this area of knowledge. Ensuring that the diagnosis is correct can have important implications for the management of appendicitis suspicion. This must be supplemented with histological assessments together with important personal, hereditary antecedents in the patient's pathological history. For example, determinations of the lymphocytopenia and neutrophil-lymphocyte ratio can predict bacteremia better than conventional infection markers in the emergency department. Histopathological analysis remains important for such determinations.

Keywords: appendix, children, microscopic analyze, diagnostic, appendicitis, histopathological examinations.

Introduction

Appendicitis is considered to be one of the most common pathologies at ages 10–20 years. However, this pathology can also occur at any age category, without prior knowledge of the determining or incriminating factors [1, 2]. Studies have shown that appendicitis is more prevalent in males than in females [3, 4]. The exact cause of acute appendicitis is unknown, but it is considered likely to have a multi-factorial determinant. In this context, luminal obstruction, microbial infection, and dietary plus familial factors have been suggested to be common and probably synergistic [5–7]. The diagnosis of acute appendicitis is based on a history and a thorough examination [8, 9]. With phlegmonous and complicated appendicitis, these most likely represent independent entities depending on the hereditary immune mechanisms [10–12]. In context, compared to more complicated diseases, phlegmonous appendicitis seems to depend mainly on local inflammation [6, 13, 14]. Further regarding the paraclinical diagnosis, the blood laboratory test (hemoleukogram) will show any signs of eosinophilia [12, 15]. Studies also show that significant values of myeloproliferative disease appear in the blood, namely eosinophilia and basophilia, which can be found in phlegmonous inflammation [16, 17]. Hence, for paraclinical diagnosis, it is important to clarify the role of C-reactive protein (CRP) as an indicator of surgical indication for appendicitis [18–20].

To establish the diagnosis of this pathology, histopathological examinations of appendectomy specimens have been used in this paper [21, 22]. This is done to advance medical understanding and improve diagnoses. In this regard, even when the macroscopic appearance of appendectomy specimens is normal, histopathological evaluation allows for a more accurate diagnosis [23–25].

Experimental

To help the medical staff understand the concerns presented above, a series of images were taken after preparing microscopic slides. For this purpose, the operating parts are intended to provide a pathological anatomy service to aid macroscopic examination for diagnostic purposes. After performing microscopic

preparations, they were examined by performing microscopic analysis. The realization of the permanent microscopic preparations was based on knowledge of the steps required for classical histological methods, using a standard H&E staining technique. The samples were extracted from patients of both sexes, children under 16 years of age, from urban and rural areas.

Case 1 — male — urban

Diagnostic. Acute phlegmonous appendicitis on appendicular empyema and with acute peritonitis; Biological product — Appendix

Macroscopic — as usually

Microscopic — Appendix with fibrinoleukocyte content, wall with acute, dispersed inflammatory infiltrates, areas of wall dissolution, and leukocyte exudates on the peritoneal serosa

Case 2 — male — rural

Diagnostic. Acute phlegmonous appendicitis; Biological product — Appendix

Macroscopic — Appendix 50 mm long, diameter 5–6 mm, whitish serous with purplish areas

Microscopic — in preparing samples using H&E staining

Case 3 — male — urban

Diagnostic. Acute phlegmonous appendicitis with acute peritonitis; Biological product — Appendix

Macroscopic — Appendix with a length of 50 mm, thickened, diameter 10–14 mm, covered by pseudomembranes, in retained lumen content

Microscopic — in preparing samples using H&E staining

Case 4 — male — urban

Diagnostic. Acute phlegmonous appendicitis; Biological product — Appendix

Macroscopic — as usually

Microscopic — in preparing samples using H&E staining

Case 5 — male — rural

Diagnostic. Acute phlegmonous appendicitis with acute peritonitis Biological product — Appendix

Macroscopic — Appendix 35 mm long, thickened, purplish, with tearing area of the wall

Microscopic — in preparing samples using H&E staining

Case 6 — male — urban

Diagnostic. Acute phlegmonous appendicitis with acute peritonitis; Biological product — Appendix

Macroscopic Appendix with a length of 50 mm, thickened, diameter 10–14 mm, covered by pseudomembranes, in retained lumen content.

Microscopic — in preparing samples using H&E staining.

Results and Discussion

Figure 1 illustrates Specific epithelium; Adjacent lymphoid formations; The underlying connective tissue.

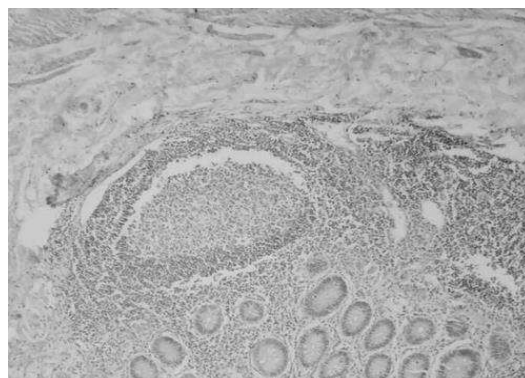


Figure 1. Appendix $\times 10$ H&E staining

Figure 2 demonstrates Specific epithelium; Adjacent lymphoid formations; The underlying connective tissue from another perspective of observation.

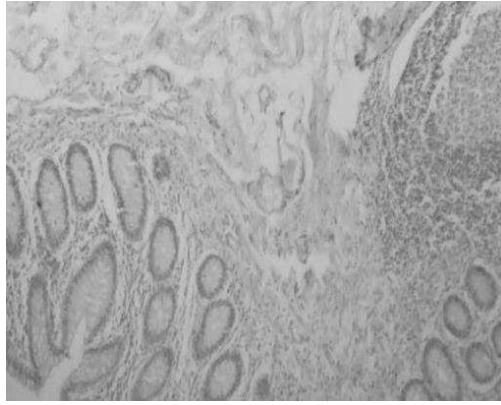


Figure 2. Appendix $\times 10$ H&E staining

Specific epithelium. Adjacent lymphoid formations. The underlying connective tissue. Specific staining (Fig. 3).

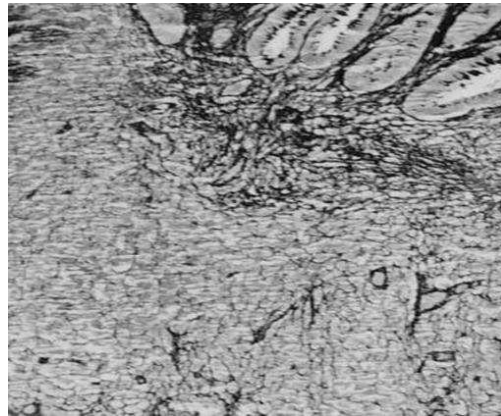


Figure 3. Appendix $\times 10$ Argentic impregnation Gomori staining

Specific lymphoid formations. Adjacent specific epithelium a little visible. The underlying connective tissue. Specific staining (Fig. 4).

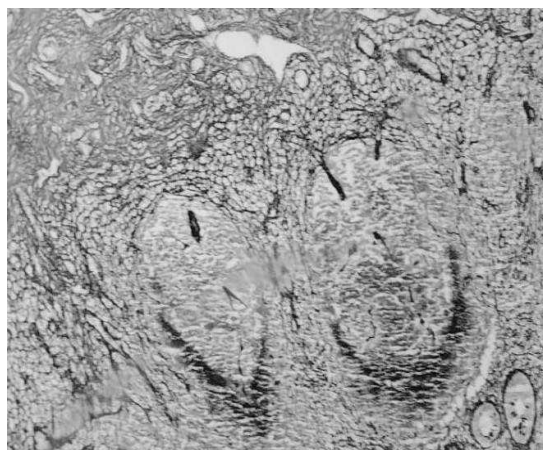


Figure 4. Appendix $\times 10$ Argentic impregnation Gomori staining

Specific lymphoid formations. The underlying connective tissue. Usually staining (Fig. 5).

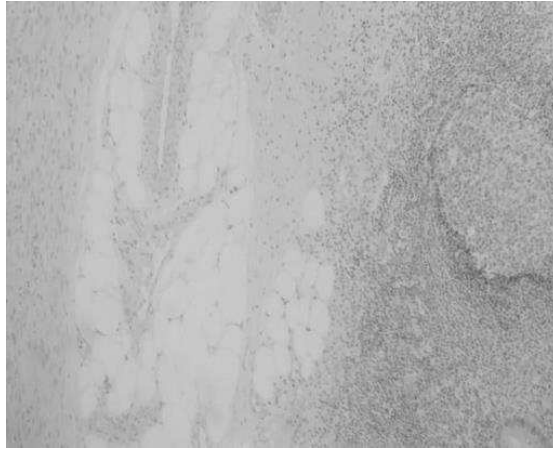


Figure 5. Phlegmonous appendicitis H&E staining $\times 10$

Specific lymphoid formation. The underlying connective tissue. Adipose tissue. Usually staining (Fig. 6).

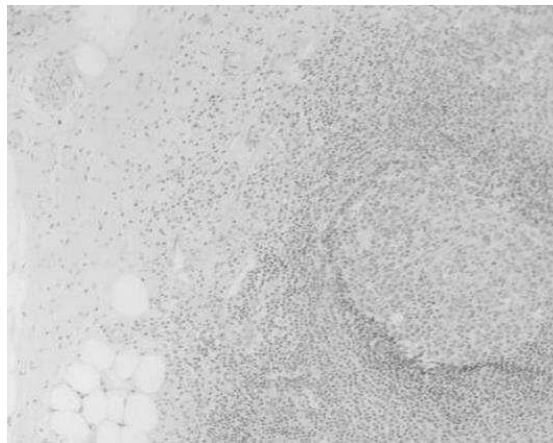


Figure 6. Phlegmonous appendicitis H&E staining $\times 10$

Specific epithelium. Lymphoid formations the underlying connective tissue. Adipose tissue. Another perspective of observing (Fig. 7).

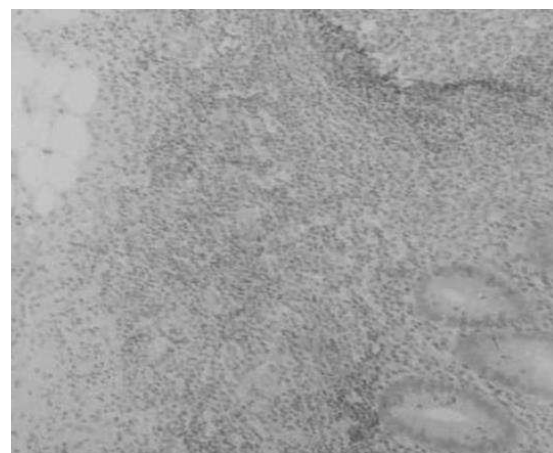


Figure 7. Adipose tissue. H&E staining $\times 10$

Phlegmonous appendicitis has been studied morpho-pathologically, macroscopically, and microscopically for diagnostic purposes. The microscopic preparations were prepared using operative parts processed

according to the classical histological technique and stained with usual and special stains. From the images with phlegmonous appendicitis, it is noted that appendix changes are variable but characteristic. Macroscopically the appendix appears purple with variable centimeter dimensions. Macroscopically, the appendix may have whitish serosa with purplish areas. Also, from the macroscopic images, the appendix in phlegmonous appendicitis appears thickened, purplish, with the tearing area of the wall. Macroscopically for particular cases presented, the appendix appears covered by pseudomembranes, in the lumen having retained content. There are particular occurrences of acute phlegmonous appendicitis with acute peritonitis. In acute phlegmonous appendicitis on the appendicular empyema and with acute peritonitis, the microscopic appendix appears with specific changes that materialize in the presence of fibrinoleukocyte content, the wall with acute, scattered inflammatory infiltrates, wall dissolution areas, and leukocyte exudates on the peritoneal serosa. Microscopically, the pathognomonic characteristics that plead for the diagnosis of phlegmonous appendicitis are highlighted, and those accompany and strengthen the structural characteristics seen macroscopically on the operative parts. Morpho-pathologically acute phlegmonous appendicitis presents parietal microabscesses that can converge and open to the lumen. By perforating the appendix, the peritoneum (the thin membrane that lines the abdomen inside) becomes infected with bacteria, thus producing peritonitis. Peritonitis is a serious, life-threatening complication. This is a serious condition that requires urgent attention. Most often, the doctor can diagnose acute appendicitis based on the symptoms (presented above), the medical history and the physical examination of the patient. However, medical personnel may be needed to conduct further diagnosis and investigations, such as blood and urine tests, ultrasound, radiology, or magnetic resonance imaging (MRI). These investigations are necessary to help to guide the diagnosis, implicitly to differentiate from other conditions with similar symptoms.

Conclusions

It is important to clarify the misunderstood epidemiological features of appendicitis.

Perforating and non-perforating appendicitis appear to be separate entities, and as the need to spontaneously resolve appendicitis is essential having better reference materials to enable medical staff to make the correct decision is essential; this paper seeks to add to this area of knowledge. Ensuring that the diagnosis is correct can have important implications for the management of appendicitis suspicion. This must be supplemented with histological; assessments together with important personal, heredocolateral antecedents in the patient's pathological history. For example, determining the lymphocytopenia and neutrophil-lymphocyte ratio can predict bacteremia better than conventional infection markers in an emergency care unit. The histopathological stain remains important for such determinations.

Innovations and breakthroughs

The authors strongly emphasize and recommend that all appendectomy specimens be examined by histopathological analysis, even if the specimens have a normally coarse appearance.

References

- 1 Rothrock, S.G., & Pagane, J. (2000). Acute appendicitis in children: emergency department diagnosis and management. *Ann Emerg Med.*, 36; 39–51.
- 2 Teo, A.T. et al. (2015). Institutional review of patients presenting with suspected appendicitis. *ANZ J Surg.*, 85 (6); 420–424.
- 3 Kaminski, A., Liu, I.L., Applebaum, H., Lee, S.L., & Haigh, P.I. (2005). Routine interval appendectomy is not justified after initial nonoperative treatment of acute appendicitis. *Arch Surg.*, 140; 897–901. <https://doi.org/10.1001/archsurg.140.9.897>.
- 4 Kotagal, M., Richards, M.K., Flum, D.R., Acierno, S.P., Weinsheimer, R.L., & Goldin, A.B. (2015). Use and accuracy of diagnostic imaging in the evaluation of pediatric appendicitis. *Journal of pediatric surgery*, 50(4), 642–646.
- 5 Salö, M., Friman, G., Stenström, P., Ohlsson, B., & Arnbjörnsson, E. (2014). Appendicitis in children: evaluation of the pediatric appendicitis score in younger and older children. *Surgery research and practice*, 2014, 438076.
- 6 Hale, D.A., Molloy, M., Pearl, R.H., Schutt, D.C., Jaques, D.P. (1997). Appendectomy: a contemporary appraisal. *Ann Surg*, 225; 252–261.
- 7 Glass, C.C., & Rangel, S.J. (2016). Overview and diagnosis of acute appendicitis in children. *Seminars in pediatric surgery*, 25(4); 198–203.
- 8 Rubér, M., Berg, A., Ekerfelt, C., Olaison, G., & Andersson, R.E. (2006). Different cytokine profiles in patients with a history of gangrenous or phlegmonous appendicitis. *Clinical and experimental immunology*, 143(1), 117–124.

- 9 Blakely, M.L., Williams, R., Dassinger, M.S., Eubanks, J.W., 3rd, Fischer, P., & Huang, E.Y., et al. (2011). Early vs interval appendectomy for children with perforated appendicitis. *Archives of surgery (Chicago, Ill. : 1960)*, 146(6), 660–665.
- 10 Stewart, B., Khanduri, P., McCord, C., Ohene-Yeboah, M., Uranues, S., Vega Rivera, F., & Mock, C. (2014). Global disease burden of conditions requiring emergency surgery. *The British journal of surgery*, 101(1), e9–e22.
- 11 Flum, D.R. (2015). Clinical practice. Acute appendicitis—appendectomy or the “antibiotics first” strategy. *The New England journal of medicine*, 372(20), 1937–1943.
- 12 Fallon, S.C., Kim, M.E., Hallmark, C.A., Carpenter, J.L., Eldin, K.W., & Lopez, M.E., et al. (2015). Correlating surgical and pathological diagnoses in pediatric appendicitis. *Journal of pediatric surgery*, 50(4), 638–641.
- 13 D'Souza, N., & Nugent, K. (2016). Appendicitis. *American family physician*, 93(2), 142–143.
- 14 Yang, H.R., Wang, Y.C., Chung, P.K., Chen, W.K., Jeng, L.B., & Chen, R.J. (2006). Laboratory tests in patients with acute appendicitis. *ANZ journal of surgery*, 76(1-2), 71–74. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03645.x>
- 15 Romano, A., Parikh, P., Byers, P., & Namias, N. (2014). Simple acute appendicitis versus non-perforated gangrenous appendicitis: is there a difference in the rate of post-operative infectious complications. *Surgery Infection*, 15; 517–520.
- 16 Stahlfeld, K., Hower, J., Homitsky, S., & Madden, J. (2007). Is acute appendicitis a surgical emergency? *The American surgeon*, 73(6), 626–630.
- 17 Andersson, R.E., Hugander, A.P., Ghazi, S.H., Ravn, H., Offenbartl, S.K., Nystrom, P.O., & Olaison, G.P. (1999). Diagnostic value of disease history, clinical presentation, and inflammatory parameters of appendicitis. *World J Surg.*, 23; 133–140. <https://doi.org/10.1007/PL00013174>
- 18 Friedell, M.L., & Perez-Izquierdo, M. (2000). Is there a role for interval appendectomy in the management of acute appendicitis? *Am Surg.*, 66; 1158–1162.
- 19 Pham, X.B.D., Sullins, V.F., Kim, D.Y., Blake, R., Kaji, A.H., de Virgilio, C.M., & et al. (2016). Factors predictive of complicated appendicitis in children. *J Surg Res.*, 206; 62–66. <https://doi.org/10.1016/j.jamcoll.2016.03.004>
- 20 Samuel M. (2002). Pediatric appendicitis score. *Journal of pediatric surgery*, 37(6), 877–881. <https://doi.org/10.1053/j.jpsu.2002.32893>.
- 21 Mason R.J. (2008). Surgery for appendicitis: is it necessary? *Surgical infections*, 9(4), 481–488. <https://doi.org/10.1089/sur.2007.079>
- 22 Carr N.J. (2000). The pathology of acute appendicitis. *Annals of diagnostic pathology*, 4(1), 46–58. [https://doi.org/10.1016/s1092-9134\(00\)90011-x](https://doi.org/10.1016/s1092-9134(00)90011-x)
- 23 Yeh, C.C., Wu, S.C., Liao, C.C., Su, L.T., Hsieh, C.H., & Li, T.C. (2011). Laparoscopic appendectomy for acute appendicitis is more favorable for patients with comorbidities, the elderly, and those with complicated appendicitis: a nationwide population-based study. *Surgical endoscopy*, 25(9), 2932–2942. <https://doi.org/10.1007/s00464-011-1645-x>
- 24 Kulik, D.M., Uleryk, E.M., & Maguire, J.L. (2013). Does this child have appendicitis? A systematic review of clinical prediction rules for children with acute abdominal pain. *Journal of clinical epidemiology*, 66(1), 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2012.09.004>
- 25 Kwan, K.Y., & Nager, A.L. (2010). Diagnosing pediatric appendicitis: usefulness of laboratory markers. *The American journal of emergency medicine*, 28(9), 1009–1015. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2009.06.004>

А. Ческа, Т. Сандл, Г.А. Абдулина, П. Анамария

Жедел флегмонозды аппендицит

Жедел флегмонозды аппендицит медициналық тұрғыдан үлкен назар аудартады. Бұл мәселеге диагноз және практикалық хирургияның маңыздылығы тұрғысынан қарау керек. Сондай-ақ, клиникалық диагнозды макроскопиялық және микроскопиялық анатомиялық және патологиялық диагнозбен растайды. Микроскопиялық диагнозды әдеттегі және арнайы әдістермен боялған микроскопиялық препараттарға ұқсас байқалатын морфологиялық сипаттамаларды зерттегеннен кейін анықтауға болады. Патологиялық микроскопиялық препараттарды талдауға және қалыпты аппендикстің гистологиялық препараттарымен салыстыру қажет. Мақалада ең жақсы тәжірибелердің кейбір мысалдары келтірілген. Медициналық қызметкерлерге жоғарыда келтірілген мәселелерді түсінуге көмектесу үшін пациенттерде микроскопиялық талдау үшін микроскопиялық слайдтардың бірқатар суреттері дайындалған. Тұрақты микроскопиялық препараттарды жасау стандарты Н&Е стандартты бояу техникасын қолдана отырып, классикалық гистологиялық әдістерге қажетті кезеңдерді білуге негізделген. Зерттеу үшін үлгілер екі жыныстағы пациенттерден, 16 жасқа дейінгі балалардан, қалалық және ауылдық жерлерден алынды. Аппендициттің дұрыс түсінілмеген эпидемиологиялық ерекшеліктерін нақтылау өзекті. Сонымен, перфорацияланбаған және перфорацияланбаған емес аппендицит табиғаты бойынша бөлек, сондықтан аппендициттің өздігінен жойылу қажеттілігі маңызды. Медициналық қызметкерлерге дұрыс шешім қабылдауға мүмкіндік беретін жақсы анықтамалық материалдардың болуы маңызды; яғни, мақала білімнің осы саласын кеңейтуге бағытталған. Диагноздың дұрыстығын тексеру аппендицит күдік туындаған кезде емдеудің негізгі салдары болуы мүмкін. Бұл гистологиялық зерттеу арқылы дәлелденуі керек; пациенттің патологиялық

тарихындағы маңызды жеке, тұқым қуалайтын–кепілдік antecedentтермен бірге бағалау. Мысалы, жедел жәрдем бөлімінде лимфоцитопения мен нейтрофилдер мен лимфоциттердің арақатынасын анықтау инфекцияның әдеттегі маркерлеріне қарағанда бактериемияны жақсы болжай алады. Гистопатологиялық талдау мұндай анықтамалар үшін маңызды болып қала береді.

Кілт сөздер: аппендикс, балалар, микроскопиялық талдау, диагностика, аппендицит, гистопатологиялық зерттеулер.

А. Ческа, Т. Сандл, Г.А. Абдулина, П. Анамария

Острый флегмонозный аппендицит

Острый флегмонозный аппендицит привлекает большое внимание с медицинской точки зрения. К вопросу можно подойти с точки зрения диагноза и важности практической хирургии. Также клинический диагноз может быть подтвержден макроскопическим и микроскопическим анатомо-патологическим диагнозом. Микроскопический диагноз может быть установлен после изучения морфологических характеристик, наблюдаемых по аналогии с микроскопическими препаратами, окрашенными обычными и специальными методами. Патологические микроскопические препараты можно анализировать и сравнивать с гистологическими препаратами, у которых есть нормальный аппендикс. В настоящей статье представлены некоторые примеры передовой практики. Чтобы помочь медицинскому персоналу понять проблемы, представленные выше, была сделана серия изображений микроскопических слайдов у пациентов для проведения микроскопического анализа. Создание постоянных микроскопических препаратов было основано на знании этапов, необходимых для классических гистологических методов, с использованием стандартной техники окрашивания Н&Е. Образцы были взяты у пациентов обоего пола, детей до 16 лет, из городской и сельской местности. Важно прояснить неправильно понятое эпидемиологические особенности аппендицита. Так, перфорирующий и неперфорирующий аппендицит, по-видимому, являются отдельными по своей сути, и, поскольку необходимость спонтанного разрешения аппендицита важна. Кроме того, необходимо иметь более качественные справочные материалы, позволяющие медицинскому персоналу принять правильное решение; авторы данной статьи попытались расширить эту область знаний. Проверка правильности диагноза может иметь важные последствия для лечения при подозрении на аппендицит, его нужно обосновать гистологическим исследованием; оценить вместе с важными личными, наследственно-коллатеральными antecedentами в патологическом анамнезе пациента. Всем известно, например, определение лимфоцитопении и соотношения нейтрофилов и лимфоцитов может прогнозировать бактериемия лучше, чем обычные маркеры инфекции в отделении неотложной помощи. Гистопатологический анализ остается крайне важным для таких определений.

Ключевые слова: аппендикс, дети, микроскопический анализ, диагностика, аппендицит, гистопатологические исследования.

Н.М. Дүзбаева, А.С. Шокабаева*

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қазақстан
Хат-хабарларға арналған автор: sh_aika_88@mail.ru

Степногорск қаласы тұрғындарының денсаулық жағдайын цитоморфологиялық зерттеу

Мақалада Степногорск қаласының жағымсыз экологиялық факторлары әсер ететін аумағында тұратын тұрғындардың риноцитограммасының және ұрттың буккальды эпителийінің (ҰБЭ) цитоморфологиялық жағдайы бағаланған. Қаланың аумағындағы тұрғындардың (тексеру тобы) мұрын қуысының және ұрттың шырышты қабықшаларының цитологиялық жағдайын анықтау үшін цитоморфологиялық зерттеу әдістері қолданылды. Алынған цитоморфологиялық нәтижелер бойынша риноцитограмма мен ҰБЭ цитограммасындағы мукоцилиарлық жүйенің құраушы бөлігі ретінде қорғаныштық тосқауыл қызметтерін орындайтын құрылымдық элементтердің өзгеруін анықтауға мүмкіндік берді. Степногорск қаласында тұратын тұрғындарда мұрынның шырышты қабықшасында зақымдалған жалпақ эпителиоциттер саны 17,1 есеге, зақымдалған кубтәрізді және цилиндртәрізді эпителиоциттер саны 14,1 есеге, сәйкесінше жоғарлағанын көрсетуі, сонымен қатар, ұрттың буккальды эпителийінде апоптозды денешіктері бар эпителиоциттер саны 5,9 есеге, кариорексис белгісі бар жасушалар саны 2,2 есеге, екі ядролы жасушалар саны 6,8 есеге артуы жоғарғы тыныс алу жолдарының репаративтік процесінің бұзылуын айқындап, созылмалы патологиясының дамуына жағдай туғызады. Осылайша, экологиялық жағымсыз аудандарда тұратын тұрғындардың мұрын қуысының шырышты қабықшасының және ұртының буккальды эпителийінің жағындыларын инвазивсіз цитоморфологиялық зерттеу нысана мүше ретінде метаболизмдік және патогенетикалық өзгерістердің ерте көрініс беруін анықтауға мүмкіндік берді.

Кілт сөздер: цитоморфология, өнеркәсіптік қалдықтар, буккальды эпителий, риноцитограмма, цитогенетикалық бұзылулар, экология, радиация, қоршаған орта.

Kipicne

Степногорск қаласының маңындағы орталық өнеркәсіптік алаңында орналасқан «Целинный» тау-химия комбинатының (ЦТХК) 5 кен басқармасы және уран кен орындарын іздестіруді жүргізетін «Степгеология» АҚ геологиялық барлау кәсіпорнының (ГБК) объектілері ірі антропогендік ошақтардың көздеріне жатқызылады және олардың өнеркәсіптік қалдықтары бүгінгі күнге дейін өзекті мәселе болып қалуда [1].

Тау жыныстарын қайта өңдеу қалдықтары ірі өнеркәсіптік қазан шұңқырларда — көлдерде, қалдық қоймаларда жинақталған. Соған байланысты аталған аймақ үшін үлкен аумақты алып жатқан ЦТХК кен басқармаларының өнеркәсіптік аймақтарының жанындағы радиоактивті қалдықтары сол аумақта тұратын тұрғындарға экологиялық қауіп туғызатыны баршаға мәлім. Бұл аумақтарда табиғи радионуклидтердің көп мөлшері бар интрузивті және эффузивті жыныстардың шығуы жиі кездеседі. Осы ресурстарды пайдаланудың онжылдықтағы геологиялық барлау және пайдалану жұмыстары кезінде тау жыныстарының үйінділері және су төгінділері түрінде радиациялық ластану ошақтарының көп санының пайда болуына ықпал етті [2].

Степногорск қаласының экологиялық жағымсыздық жағдайында тұратын халықтың нозологияға дейінгі денсаулық жағдайының мәселелері жеткілікті зерттелмеген күйінде қалып отыр. Ауруларды ерте диагностикалауда клиникаға дейінгі тәсіл ерекше өзектілікке ие болады, бұл халықты профилактикалық тексеру кезінде аурулардың донозоологиялық өзгерістері мен симптомсыз сатыларын анықтауға мүмкіндік береді [3]. Әсіресе, организмнің өліміне әкелмейтін төмен қарқынды иондаушы сәулелену жасушалық-тіндік процестерді өзгертеді: бос радикалды механизмдердің белсенділенуіне, ДНҚ бұзылысының жоғарылауына, жасушалардың қартаюуының жеделдеуіне, апоптозға және компенсаторлық механизмі бар жасушалардың пролиферациясына әкеледі [4].

Қоршаған ортаның ластануы, ең алдымен тікелей байланыста болатын жоғарғы тыныс алу жолдарының шырышты қабықшасына әсер етіп, генетикалық анықталған жасушалық қорғаныс механизмдері бар шекаралық эпителийге зақым келтіретіні белгілі. Тіндік тосқауылдарға енетін химиялық қосылыстар молекулалық, субжасушалық және жасушалық құрылымдармен өзара

эрекеттесіп, алғашқы байланыс кезінде организмнің белгілі бір реакциясын тудырып, патологиялық өзгерістерге әкеледі [5, 6].

Зерттеу мақсаты: Степногорск қаласының жағымсыз экологиялық факторлары әсер ететін аумағында тұратын тұрғындардың риноцитограммасының және ұрттың буккальды эпителийінің цитоморфологиялық жағдайын бағалау.

Материалдар мен әдістер

Степногорск қаласының аумағында үнемі тұратын 30–60 жастағы 20 тұрғындардың (тексеру тобы) мұрын қуысы мен ұрттың шырышты қабықшаларының цитологиялық жағдайын анықтау үшін инвазивсіз цитоморфологиялық зерттеу әдістері қолданылды [7].

Бақылау тобы ретінде іс жүзінде дені сау Степногорск қаласында тұрмаған, экологиялық таза аумақта тұратын тұрғындардың нәтижелеріне талдау жасалынды.

Риноцитограмма үшін мұрын қуысының шырышты қабықшасынан жағынды алынды. Сонымен қатар, ауыз қуысын шаюдан кейін шпатель көмегімен оң және сол жақ ұрттың ішкі жағынан жағынды алынды. Эпителициттердің көп мөлшерін жинау үшін процедура бірнеше рет қайталанды. Ұрттың шырышты қабығынан алынған жағынды стерильді шпательмен алынды. Жағындылар ауада кептіріліп, биопрепараттар Май-Грюнвальд ерітіндісімен бекітілді, содан кейін Романовский—Гимза әдісімен боялды. Микроскопиялау кезінде әр биопрепараттан 100 жасушадан есептелінді. Ұрттың эпителийінің күйін бағалау бақылау тобының цитологиялық көрсеткіштермен салыстыру арқылы жүргізілді. Дайындалған шырышты қабықшаның жағындысынан микроскоппен қарау кезінде жасушалардың құрамы, морфологиялық жағдайы мен олардың сандық қатынасы есептелінді.

Зерттеу материалдары Statistica 10.0 статистикалық деректерді өңдеу бағдарламаларын қолдана отырып, математикалық–статистикалық әдістермен өңделінді. Студенттің t критерийі бойынша айырмашылықтың сенімділігін бағалау әдістері қолданылды. Статистикалық сенімділік критерийі ретінде екі байланыссыз топ үшін мәні ($p < 0,001$) таңдалды.

Зерттеу нәтижелері

Мұрын қуысының шырышты қабықшасының жұқпаларын цитоморфологиялық бағалауда тексеру тобындағы тұрғындардың 8 (40 %) өткір ринит, 7 (35 %) — созылмалы ринит, 5 (25 %) бөлінетін шырышты сұйықтықтың мөлшері аз екені тіркелді (1-кесте).

1 - к е с т е

Тексерілген тұрғындардың мұрынының шырышты қабықшасы жағындысының риноцитограммасы мен морфометриясы (%), (M±m)

Жасуша типтері	Бақылау тобы $n = 20$	Тексеру тобы $n = 20$
Жалпақ эпителий	65,41±1,1	10,2±0,86*
Зақымдалған жалпақ эпителий	3,1±0,05	53,05±2,94*
Куб- және цилиндртәрізді эпителиалды жасушалар	15,56±3,1	6,95±1,25*
Зақымдалу белгілері бар куб- және цилиндртәрізді эпителиоциттер	1,0±0,02	14,12±1,09*
Сегментті- және таяқшайдролы нейтрофилдер	8,2±0,9	2,15±0,74*
Зақымдалу белгілері бар сегментті- және таяқшайдролы нейтрофилдер	3,2±0,5	9,23±1,63*
Моноциттер	0,34±0,05	0,00±0,00
Эозинофилдер	0,5±0,01	0,70±0,34*
Лимфоциттер	0,6±0,01	0,8±0,01*
Микрофлорамен себілу пайызы (стрептококкалар, стафилококкалар)	1,4±0,02	5,56±1,44*
АИ: жалпақ эпителийдің	0,09±0,03	0,85±0,01*
АИ: куб — және цилиндртәрізді эпителийдің	0,05±0,01	0,71±0,02*
АИ: нейтрофилдердің	0,30±0,02	0,71±0,03*

Ескерту : * — ($p < 0,001$) бақылау тобымен салыстырғанда сенімді өзгерістер.

Мұрын қуысының шырышты қабықшасын (риноцитограмма бойынша) зерттеу нәтижелерін талдауы көрсеткендей, тексеру тобында дені сау адамдармен салыстырғанда, қалыпты жалпақ эпителий мөлшері 6,4 есеге төмендеуі байқалады. Зақымдалу белгілері бар жалпақ эпителиоциттердің саны 17,1 есе көп кездесті. Кубтәрізді және цилиндртәрізді эпителиалды жасушалар 2,3 есеге аз болды,

ал зақымдану белгілері бар кубтәрізді және цилиндртәрізді эпителиалды жасушалар саны 14,1 есеге жоғарылаған. Қалыпты сегменті– және таяқшядролы нейтрофилдер саны 3,8 есеге төмендеген, ал зақымдалған (вакуольденген және деструктивті) сегменті– және таяқшядролы нейтрофилдер саны 2,9 есеге көп кездесті. Эозинофилдің мөлшері 1,4 есеге жоғары болды, лимфоциттердің мөлшері 1,3 есе артуы байқалды.

Сонымен қатар, тексеру тобында микрофлорамен (стафилококктар мен стрептококктар) себілуі мөлшері 3,97 есеге жоғарлауы байқалды. Бақылау тобымен салыстырғанда тексеру тобындағы тұрғындарда жалпақ эпителийдің альтерация индексі 9,4 есеге, кубтәрізді және цилиндртәрізді эпителийдің АИ — 14,2 есеге, ал нейтрофилдердің АИ — 2,4 есеге жоғарылаған (1–кесте).

Алынған нәтижелер әдебиеттердегі мәліметтерге сәйкес келеді. Цитотоксикалық әсер, ең алдымен мұрын қуысының шырышты қабықшасының полиморфты өзгерістері түрінде өткір және созылмалы ринитте байқалады. Зерттеулер көрсеткендей, Степногорск қаласының экологиялық жағымсыз ауданында тұратын тұрғындарда жоғарғы тыныс алу жолдарындағы эпителийдің тазарту қабілетінің төмендеуінен жасушалардың бір бөлігі базальды қабатқа дейін еніп, жалпақ, куб– және цилиндр тәрізді эпителиоциттердің, нейтрофилдердің ерте альтерациясын дамытып, метаболизмдік өзгерістердің бастапқы механизмінің туындауын көрсетеді, ол өз кезегінде мукоцилиарлы клиренстің функционалдық жеткіліксіздігін қоса жоғарылатады.

Осы зерттеулермен қатар, зерттелінетін аудандарда тұратын тұрғындардың ұртындағы буккальды эпителий (ҰБЭ) жасушаларының цитологиялық статусы зерттелінді.

ҰБЭ жағындысын цитоморфологиялық бағалауда тексеру тобындағы адамдарда апоптозды денешіктері бар жасушалар (1а сурет) саны 5,9 есеге, кариорексис (1б сурет) белгілері бар жасушалар 2,2 есеге жоғарылауы байқалды (2–кесте).

2 - кесте

Тексерілген тұрғындардың ұртындағы буккальды эпителий жасушаларының цитоморфологиялық көрсеткіштері (%), (M±m)

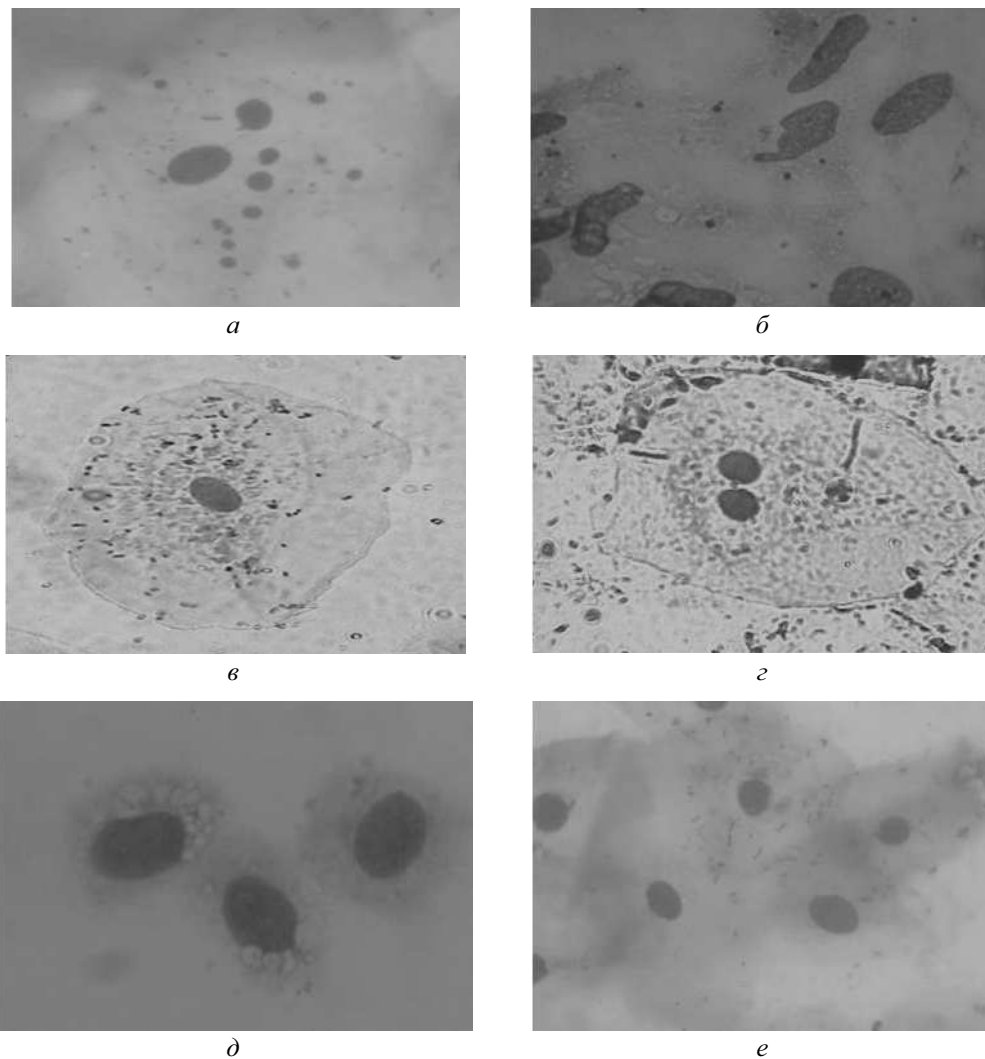
Көрсеткіштер	Бақылау тобы <i>n</i> = 20	Тексеру тобы <i>n</i> = 20
Апоптозды денешіктері бар жасушалар	0,00±0,00	5,90±0,06*
Кариорексис	15,4±1,41	33,17±2,20*
Ядросыз жасушалар	3,00±1,38	5,59±0,40*
Дегенерацияға ұшыраған нейтрофилді лейкоциттер	4,89±1,20	11,12±0,31*
Екіядролы жасушалар	0,45±0,11	3,05±0,11*
Қалыпты жасушалар	76,16±4,78	28,75±2,45*
Жасушалық вакуольды дистрофия	0,00±0,00	10,61±1,04*
Қан жасушалары: моноциттер, лимфоциттер, эритроциттер	0,00±0,00	0,10±0,02
Микрофлорамен (стрептококктар, стафилококктар) себілу пайызы	12,0±2,75	35,16±3,55*

Ескерту: * — $p < 0,001$ бақылау тобымен салыстырғанда сенімді өзгерістер

Тексеру тобында ұрттың қалыпты буккальды жасушаларының (1в сурет) саны 2,6 есеге төмендеген. Екі ядролы жасушалар (1г сурет) саны 6,8 есеге артуы байқалады. Ядросыз жасушалар саны 1,9 есе жоғары, дегенерацияға ұшыраған нейтрофилді лейкоциттер саны бақылау тобымен салыстырғанда 2,3 есеге жоғарылаған ($p < 0,001$).

Жасушалық вакуольды дистрофия (1д сурет) 10,6 есеге жоғарылаған. Микрофлорамен (стрептококктар, стафилококктар) себілу пайызы (1е сурет) 2,9 есеге жоғары екенін көрсетті (2–кесте).

Ұрттың шырышты қабығындағы эпителиалды жасушалардың дифференциялануы барысында олардың беткі физика–химиялық қасиеттері өзгереді, ол ауыз қуысында үнемі болатын микроорганизмдердің адгезивті өзара әсерлесуі қабілетінде көрініс беріп, эпителиалды қабаттың тосқауылдық қызметін әлсіретуге әкеледі. Сонымен бірге кариорексис белгілері бар жасушалардың, эпителиоциттердегі апоптозды денешіктердің пайда болуы және жасушалық вакуольды дистрофиялық өзгерістер ішкі және сыртқы ортаның зиянды факторларының цитотоксикалық әсерінен көрсетеді. Екі ядролы және ядросыз жасушалар санының айтарлықтай артуы генотоксикалық әсердің болуын білдіреді.



a — апоптозды жасуша; *б* — кариорексис; *в* — қалыпты эпителиоцит; *г* — екі ядролы жасуша; *д* — жасушалық вакуольды дистрофия; *е* — микрофлорамен (стрептококктар, стафилококктар) себілу пайызы жоғары жасушалар

1-сурет. Буккальды эпителиоциттер және риноцитограмма бойынша цитоморфологиялық өзгерістер

Қорытынды

Алынған цитоморфологиялық нәтижелер бойынша риноцитограмма мен ҰБЭ цитограммасындағы мукоцилиарлық жүйенің құраушы бөлігі ретінде қорғаныштық тосқауыл қызметтерін орындайтын құрылымдық элементтердің өзгеруін анықтауға мүмкіндік берді. Жоғарғы тыныс алу жолдарының жасушалары қоршаған ортаның жағымсыз физикалық және химиялық факторлары әсеріне сезімтал бола отырып, жергілікті және жүйелік гомеостаздың әртүрлі бұзылыстарында функционалдық-метаболизмдік және патогенетикалық өзгерістерге ұшырайды.

Цитоморфологиялық зерттеулер (риноцитограмма мен ҰБЭ цитограммасы) нәтижелері бойынша Степногорск қаласында тұратын тұрғындарда мұрынның шырышты қабықшасында зақымдалған жалпақ эпителиоциттер саны 17,1 есеге, зақымдалған кубтәрізді және цилиндртәрізді эпителиоциттер саны 14,1 есеге, сәйкесінше жоғарлағанын көрсетуі, сонымен қатар ұрттың буккальды эпителийінде апоптозды денешіктері бар эпителиоциттер саны 5,9 есеге, кариорексис белгісі бар жасушалар саны 2,2 есеге, екі ядролы жасушалар саны 6,8 есеге артуы жоғарғы тыныс алу жолдарының репаративтік процесінің бұзылуын айқындап, созылмалы патологиясының дамуына жағдай туғызады. Сонымен, экологиялық жағымсыз аудандарда тұратын тұрғындардың мұрын қуысының шырышты қабықшасының және ұрттың буккальды эпителийінің инвазивсіз цитоморфологиялық зерттеуі

ағзадағы метаболизмдік және патогенетикалық өзгерістердің ерте донозологиялық көрінісін анықтауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Язиков В.Г. Урановые ресурсы Республики Казахстан / В.Г. Язиков // Уран и ядерная энергетика. — 1993. — С. 112–113.
- 2 Hertz-Picciotto I. Early childhood lower respiratory illness and air pollution / I. Hertz-Picciotto, B.R. James, Y. Pohsin, D. Miroslav, J. Jesse, L. Michael // Environmental Health Perspective. — 2007. — Vol. 115, Iss. 10. — P. 1510–1518.
- 3 Вронский В.А. Экология урбанизированных территорий / В.А. Вронский // География и экология. — 2016. — № 3. — С. 11–17.
- 4 Беляева Н.Н. Использование неинвазивной оценки цитологического статуса слизистой оболочки носа и рта в социально-гигиеническом мониторинге / Н.Н. Беляева, О.Ю. Пономарева, В.П. Александрова // Гигиена и санитария. — 2009. — № 6. — С. 74–77.
- 5 Рахманин Ю.А. Донозологическая диагностика в проблеме «окружающая среда–здоровье населения» / Ю.А. Рахманин, Ю.А. Ревазова // Гигиена и санитария. — 2004. — № 6. — С. 3–5.
- 6 Базелюк Л.Т. Цитоморфологическая оценка риноцитогаммы и буккального эпителия щек у детей, подвергающихся химической нагрузке в условиях промышленного города Темиртау / Л.Т. Базелюк, А.Б. Ешмагамбетова // Современная медицина: актуальные вопросы: сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: СибАК, 2012. — С. 83–86.
- 7 Базелюк Л.Т. Инвазивсіз цитоморфологиялық әдіспен өнеркәсіптік қала жағдайында тұратын балалардың жоғарғы тыныс алу жолдарының цитологиялық статусын бағалау. Әдістемелік нұсқаулық / Л.Т. Базелюк, Н.М. Дузбаева. — Қарағанды, 2009. — 33 б.

Н.М. Дузбаева, А.С. Шокабаева

Цитоморфологическое исследование состояния здоровья населения города Степногорска

В статье оценено цитоморфологическое состояние риноцитогаммы и буккального эпителия щек (БЭЩ) населения, проживающего на территории г. Степногорска, на которую влияют неблагоприятные экологические факторы. Для определения цитологического состояния полости носа и слизистых оболочек у населения на территории г. Степногорска были использованы цитоморфологические методы исследования. Полученные цитоморфологические результаты позволили выявить изменения структурных элементов, выполняющих функции защитной барьера как составной части мукоцилиарной системы на риноцитогамме и цитограмме БЭЩ. У населения, проживающего в г. Степногорске, увеличение количества плоских эпителиоцитов, поврежденных слизистой оболочкой носа, в 17,1 раза, в 14,1 раз-в пораженных кубовидных и цилиндрических эпителиоцитов, соответственно, а также увеличение количества эпителиоцитов с апоптозными телами в буккальном эпителии в 5,9 раза, клеток с признаком кариорексис в 2,2 раза, двухъядерных клеток в 6,8 раза выявляют нарушения репаративного процесса верхних дыхательных путей и способствуют развитию хронической патологии. Так, неинвазивное цитоморфологическое исследование мазков слизистой оболочки полости носа и буккального эпителия щек у жителей, проживающих в экологически неблагоприятных районах, позволило выявить раннее проявление метаболических и патогенетических изменений.

Ключевые слова: цитоморфология, промышленные отходы, буккальный эпителий, риноцитогамма, экология, цитогенетические нарушения, радиация, окружающая среда.

N.M. Duzbayeva, A.S. Shokabayeva

Cytomorphological study of the health status of Stepnogorsk city's population

The article evaluates the cytomorphological state of the rhinocytogram and buccal epithelium of the population living in the territory of Stepnogorsk, which is affected by adverse environmental factors. Cytomorphological research methods were used to determine the cytological state of the nasal cavity and mucous membranes in the population on the territory of Stepnogorsk. The obtained cytomorphological results revealed changes in the structural elements that perform the functions of a protective barrier as an integral part of the mucociliary system on the rhinocytogram and the BESCH cytogram. In the population living in Stepnogorsk, an increase in the number of flat epithelial cells damaged by the nasal mucosa by 17.1 times, by 14.1 times-in the affected cuboid and cylindrical epithelial cells, respectively, as well as an increase in the number of epithelial cells with

apoptotic bodies in the buccal epithelium by 5.9 times, cells with a sign of karyorrhexis by 2.2 times, dual-core cells by 6.8 times reveal violations of the reparative process of the upper respiratory tract and contribute to the development of chronic pathology. Thus, noninvasive cytomorphological examination of smears of the nasal mucosa and buccal epithelium of the cheeks in residents living in ecologically unfavorable areas revealed the early manifestation of metabolic and pathogenetic changes.

Keywords: cytomorphology, industrial waste, buccal epithelium, rhinocytogram, ecology, cytogenetic disorders, radiation, environment.

References

- 1 Yazikov, V.G. (1993). Uranovye resursy Respubliki Kazakhstan [Uranium resources of the Republic of Kazakhstan]. *Uran i yadernaia energetika — Uran and Nuclear Energy*, 112–113 [in Russian].
- 2 Hertz-Picciotto, I., Baker, R.J., Yap, P.S., Dostál, M., Joad, J.P., & Lipsett, M., et al. (2007). Early childhood lower respiratory illness and air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 115(10), 1510–1518.
- 3 Vronskii, V.A. (2016). Ekologiya urbanizirovannykh territorii [Ecology of urbanized territories]. *Geografiya i ekologiya — Geography and ecology*, 3, 11–17 [in Russian].
- 4 Beliaeva, N.N., Ponomareva, O. Yu., & Alexandrova, V.P. (2009). Ispolzovanie neinvazivnoi otsenki tsitologicheskogo statusa slizistoi obolochki nosa i rta v sotsialno-gigienicheskom monitoringe [Use of an unconditional assessment of the cytological status of the mucous membrane of the nose and mouth for social and hygienic monitoring]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 6, 74–77 [in Russian].
- 5 Rakhmanin, Yu.A., & Revazova, Yu.A. (2004). Donozologicheskaya diagnostika v probleme «okruzhaiushchaya sreda–zdorove naseleniia» [Donosological diagnostics in the problem of the surrounding environment-health of the population]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 6, 3–5 [in Russian].
- 6 Bazeliuk, L.T., & Eshmagambetova, A.B. (2012). Tsitomorfoloicheskaia otsenka rinotsitogrammy i bukkal'nogo epiteliia shchek u detei, podvergaiushchikhsia khimicheskoi nagruzke v usloviakh promyshlennogo goroda Temirtau [Cytomorphological assessment of rhinocytogram and buccal epithelium of cheeks in children exposed to chemical stress in the conditions of the industrial city of Temirtau]. Proceedings from Modern medicine: topical issues: *IV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsiia — IV International Scientific and Practical Conference*. (pp. 83–86). Novosibirsk: SibAK [in Russian].
- 7 Bazeliuk, L.T., & Duzbaeva, N.M. (2009). *Invazivsiz tsitomorfoloogiialyq adispenn onerkasiptik qala zhagdaiynda turatyn balalardyn zhogaryn tynys alu zholdarynyn tsitologiialyq statusyn bagalau. Adistemelik nusqaulyq [Assessment of the cytological status of the upper respiratory tract of children living in industrial urban conditions by non-invasive cytomorphological. Methodological guidelines]*. Karaganda [in Kazakh].

Г.Г. Мейрамов¹, Ж.Д. Мунтинов², В.И. Корчин³, Ф.С. Абикенова^{2*},
А.К. Абдрахметова², М.Т. Оспанов², Д.Н. Омаров²

¹Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан;

²Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан;

³Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Ханты-Мансийск, Россия

*Автор для корреспонденции: abikenova.pf@mail.ru

Опыт применения противовирусных препаратов в терапии конъюнктивита при COVID-19

Авторами исследовано влияние препарата «Фавипиравир» в комплексной терапии конъюнктивита, вызванного коронавирусом COVID-19. Диагноз «коронавирусная инфекция» был подтвержден положительными ПЦР-тестами; степень тяжести оценивалась на основании рентгеноскопического обследования легких и компьютерной томографии. Для лечения глазных симптомов конъюнктивита, вызванных SARS-CoV-2, использованы противовирусные препараты: Ацикловир, Офтальмоферон и Фавипиравир. Авторами показано, что лечение с помощью Фавипиравира в сочетании с противовирусными препаратами в 1,86 раз сокращает сроки лечения у пациентов 2-й группы по сравнению с пациентами 1-й группы, прошедшими терапию Ацикловиром и Офтальмофероном. Высокая эффективность лечения конъюнктивита Фавипиравиром обусловлена механизмом его тропного действия в отношении РНК-содержащих вирусов, обусловленного его способностью встраиваться в цепь РНК коронавируса COVID-19, ингибируя его РНК-зависимую РНК-полимеразу и нарушая репликацию коронавируса. Помимо этого, Фавипиравир индуцирует летальные мутации РНК-трансверсии, приводя к гибели вируса. Пролонгирование сроков лечения конъюнктивита пациентов 1-й группы можно объяснить эффектом Ацикловира, направленного на ингибирование вирусной ДНК-полимеразы и блокирование синтеза ДНК вируса, в то время как коронавирус COVID-19 относится к одноцепочному РНК-содержащему вирусу, несмотря на действие Офтальмоферона, способного нарушать репродукцию вируса посредством взаимодействия со специфическими мембранными рецепторами — белком CD 147 эпителия конъюнктивы глаза.

Ключевые слова: конъюнктивит, коронавирус COVID-19 SARS-CoV-2, Ацикловир, Офтальмоферон, Фавипиравир, РНК-содержащий вирус.

Введение

Известно, что в марте 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила пандемией вспышку коронавирусной инфекции, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2 [1]. По состоянию на 1 февраля в мире зарегистрировано более 100 млн случаев заболевания, при которых 2 млн закончились летально [2]. Установлено, что данная инфекция распространяется контактным и аэрозольным путями [3] и обладает высокой степенью контагиозности, что во многом может быть связано с молекулярной структурой S1-субъединицы белка S, в составе которой преобладают положительно заряженные аминокислоты [4].

В настоящее время в связи с относительно малой изученностью заболевания имеются незначительные сведения о терапии глазной симптоматики конъюнктивита при развитии COVID-19. Согласно метаанализам, проведенным в период с августа по ноябрь 2020 г. с количеством пациентов от 1533 до 2347, частота встречаемости конъюнктивита при COVID-19 составляет от 8 до 11,2 % случаев от общего количества больных данной инфекцией, причем положительные ПЦР-тесты, полученные при взятии мазка конъюнктивы, составляли 3 % [5–7]. Установлено, что приблизительно 2 % проявлений коронавирусной инфекции начинались с глазных симптомов и являлись единственным проявлением COVID-19 [7]. Отдельный интерес вызывает тот факт, что среди детей распространенность конъюнктивита, вызванного коронавирусом SARS-CoV-2, равнялась 54 % [8]. Также можно отметить, что в журнале «Lancet» уже в феврале 2020 г., в свете предыдущих публикаций о коронавирусе, поверхность глаза назвали потенциальной мишенью для проникновения данной инфекции [9].

Известно, что важным звеном в механизме действия вируса на клетку-реципиент является его интернализация с высвобождением РНК коронавируса в цитоплазму клетки с последующей репликацией вирусного генома и освобождением новых вирионов из инфицированной клетки, которые

запускают механизм воспалительного ответа [13]. Вспышка коронавирусной инфекции характеризуется огромным спектром разных вариантов протекания и наличием разной симптоматики, в том числе и развитием глазных симптомов, в частности, картины вирусного фолликулярного конъюнктивита [5–8].

Изыскание эффективной патогенетической терапии противовирусными препаратами, блокирующими звенья патогенеза коронавируса, является на сегодняшний день актуальной задачей клинической офтальмологии.

Цель исследования — описать опыт применения противовирусных препаратов в лечении конъюнктивита, вызванного вирусом COVID–19.

Материалы и методы исследования

Нами было обследовано и пролечено 220 пациентов в возрасте от 20 до 65 лет с характерной симптоматикой конъюнктивита, вызванной коронавирусной инфекцией. Исследования провели на базе инфекционного стационара для больных коронавирусной инфекцией Центральной больницы г. Темиртау; период обследований — с 13.07.2020 г. по 27.07.2020 г.; с 07.12.2020 г. по 21.12.2020 г. Диагноз «коронавирусная инфекция», который был подтвержден положительными ПЦР-тестами; степень тяжести оценивалась на основании рентгеноскопического обследования легких и компьютерной томографии. 100 % пациентам была выставлена средняя степень тяжести коронавирусной инфекции. Для лечения глазных симптомов, вызванных SARS–CoV–2, были использованы противовирусные препараты: Ацикловир, Офтальмоферон и Фавипиравир. В зависимости от назначения противовирусных препаратов были выделены две группы пациентов. В первую группу входили 118 пациентов, из них 57 (48,3 %) женщин и 61 (51,7 %) мужчина; во вторую — 102 пациента, из них 56 (54,9 %) женщин и 46 (45,1 %) мужчин.

Первой группе пациентов назначили глазную мазь Ацикловир 3 % 5 раз в день, глазные капли Офтальмоферон по 1 капле 5 раз в день в течение 12 дней. Второй группе пациентов назначили Фавипиравир в таблетках в первые сутки 1600 мг × 2 раза в день, со 2 по 7 сутки по 600 мг × 2 раза в день, глазную мазь Ацикловир 3 % 5 раз в день и Офтальмоферон глазные капли 10 мл по 1 капле 5 раз в день в течение 7 дней. Лечение конъюнктивита проводилось до исключения его симптомов.

Результаты исследования обработаны статистически с расчетом средних показателей и ошибки средней ($M \pm m$); достоверность различий сравниваемых величин оценивалась с помощью параметрического t -критерия Стьюдента. Предварительные данные, полученные в ходе исследования, были проверены на нормальное распределение и равенство общих дисперсий сравниваемых популяций, кроме того, было установлено, что они соответствуют этим требованиям. Различия результатов исследования при $p < 0,05$ достоверны. Корреляционная зависимость рассчитывалась с помощью корреляционного анализа Пирсона.

Результаты и их обсуждение

Эффективность терапии конъюнктивита, вызванного ковидной этиологией, оценивали по исчезновению глазных симптомов: блефароспазм, слезотечение, гиперемия конъюнктивы, светобоязнь, отделяемое слизистого характера, рези и боли в глазу. Установлено, что средняя продолжительность лечения пациентов первой группы составила $12,44 \pm 1,57$ дней, из них среди женщин — $13,96 \pm 1,52$ дней; мужчин $11,95 \pm 1,36$ дней соответственно ($p < 0,05$). В ходе анализа диаграммы удельного веса у пациентов 1-й группы, в зависимости от сроков лечения конъюнктивита SARS–CoV–2 (%), отмечается аналогичная тенденция: у 50,42 % респондентов продолжительность лечения заболевания находится в диапазоне от 11 до 12 дней (рис. 1).

Из 118 пациентов 1-й группы 78,8 % респондентов составили лица в возрасте от 56 до 65 лет. Одновременно установлено, что сроки лечения конъюнктивита, индуцированного SARS–CoV–2 в возрастной группе пациентов от 20 до 25 лет, составили $17,1 \pm 1,15$ дней, в то время как положительный эффект от терапии у пациентов в возрастной группе от 26 до 65 лет не имел принципиальных различий и составил $12,33 \pm 1,66$ дня. Данное обстоятельство, возможно, объяснить нарушением режима терапии респондентов.

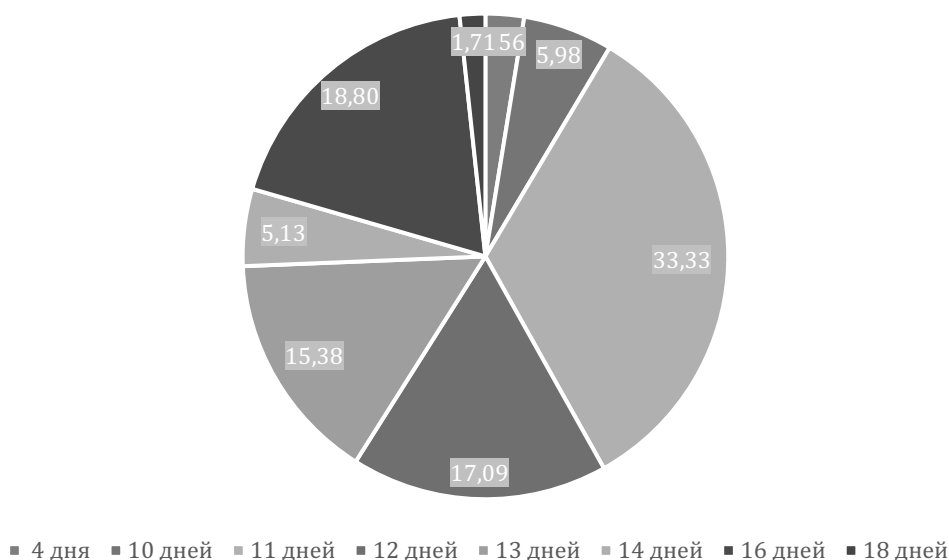


Рисунок 1. Удельный вес пациентов 1-й группы в зависимости от сроков лечения конъюнктивита SARS-CoV-2 (%)

Из 102 пациентов 2-й группы, которым к тому же комплексу препаратов (глазная мазь Ацикловир 3 % и глазные капли Офтальмоферон), получаемому и пациентами 1-й группы, добавили противовирусный препарат Фавипиравир, доля лиц старше 56 лет составила 50 %. Отмечено, что при лечении конъюнктивита пациентам 2-й группы сроки лечения в среднем составили $6,68 \pm 1,35$ суток, в том числе среди женщин $7,15 \pm 1,47$ суток и мужчин $5,91 \pm 1,03$ суток ($p < 0,05$). На основании данных, приведенных в диаграмме, у 75,61 % пациентов 2-й группы сроки лечения конъюнктивита длились от 6 до 7 дней (рис. 2).

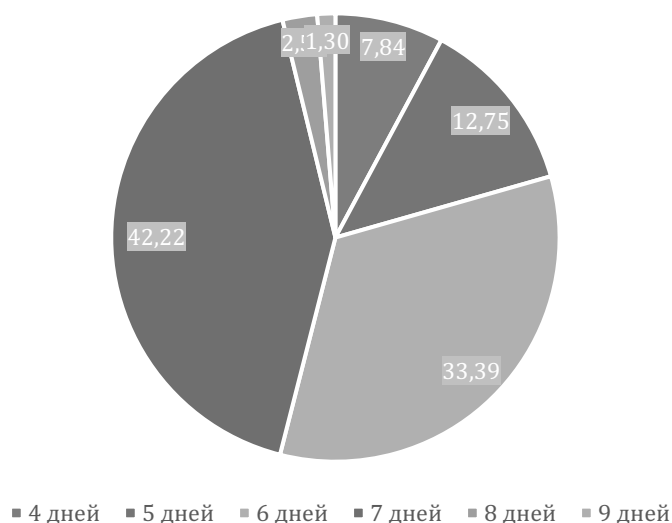


Рисунок 2. Удельный вес пациентов 2-й группы в зависимости от сроков лечения конъюнктивита SARS-CoV-2 (%)

Продолжительность терапии от конъюнктивита ковидной этиологии у мужчин 2-й группы была короче, чем у женщин, в 1,1 раза. Однонаправленная тенденция в сроках лечения конъюнктивита отмечается у пациентов 1-й группы, данный показатель равнялся в 1,25 раза соответственно.

Нами установлена корреляционная связь между дозой препаратов и полом пациентов. Отчетливо выраженная прямая корреляционная связь прослеживается между дозой Фавипиравира и пациентами мужского пола ($r = 0,9012$; $p < 0,05$), однонаправленная тенденция характерна и у женщин ($r = 0,8633$

соответственно, $p < 0,05$). При расчете коэффициента корреляции между дозами Ацикловира и Офтальмоферона у мужчин она равнялась $r = 0,8024$ и $r = 0,7615$ при $p < 0,05$; между дозами препаратов у женщин также отмечается сильная прямая корреляционная связь $r = 0,7522$ и $r = 0,7331$, соответственно, при $p < 0,05$.

Таким образом, показано, что терапия конъюнктивита с добавлением противовирусного препарата Фавипиравира позволила сократить сроки лечения заболевания до полного исчезновения симптомов у пациентов 2-й группы, по сравнению с пациентами 1-й группы, в среднем в 1,86 раза, с 12 до 7 дней.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют, о том, что добавление Фавипиравира в комплексную терапию противовирусными препаратами в 1,86 раз сокращает сроки лечения конъюнктивита, вызванного коронавирусом COVID-19, у пациентов 2-й группы, по сравнению с пациентами 1-й группы, прошедших терапию Ацикловиром и Офтальмофероном. Высокая эффективность лечения конъюнктивита и сокращение сроков лечения данной вирусной инфекции Фавипиравиром обусловлены механизмом его тропного действия в отношении РНК-содержащих вирусов, которые вызваны его способностью встраиваться в цепь РНК коронавируса COVID-19, избирательно ингибировать его РНК-зависимую РНК-полимеразу и нарушать репликацию коронавируса, что является важным звеном в патогенезе цитотоксического действия SARS-CoV-2 [14]. Помимо этого, Фавипиравир потенцирует мутации РНК-транскрипции коронавируса, приводя к его гибели [15].

Пролонгирование сроков лечения конъюнктивита у пациентов 1-й группы можно объяснить эффектом Ацикловира, направленного на ингибирование вирусной ДНК-полимеразы и блокирование синтеза ДНК вируса, в то время, как коронавирус COVID-19 относится к одноцепочному РНК-содержащему вирусу, несмотря на действие Офтальмоферона, способного нарушать репродукцию вируса посредством взаимодействия со специфическими мембранными рецепторами — белком CD 147 эпителия конъюнктивы глаза [16, 17]. Необходимо отметить, что длительное применение Фавипиравира не рекомендуется, так как данный препарат обладает побочными эффектами, тератогенным действием и противопоказан не только беременным, но и мужчинам и женщинам, планирующим беременность [18]. Одновременно хотелось бы предположить, что пролонгирование срока лечения от SARS-CoV-2 у женщин как 1-й, так и 2-й группы исследования связано с более низкой реактивностью организма к инфекционным агентам, чем у мужчин, обусловленного особенностями гормональной регуляции организма обоих полов [19, 20].

Список литературы

- 1 Вступительное слово Генерального директора на пресс-брифинге по COVID-19 от 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020>
- 2 Панель мониторинга COVID-19. Центр системных наук и инженерии Университета Джонса Хопкинса. — 2021. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecfb>
- 3 Вопросы и ответы: Как передается COVID-19? Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>
- 4 Харченко Е.П. Коронавирус SARS-Cov-2: особенности структурных белков, контагиозность и возможные иммунные коллизии / Е.П. Харченко // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. — 2020 — Т. 19, № 2. — С. 13–30. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-2-13-30>
- 5 Wang K. CD147-spike protein is a novel route for SARS-CoV-2 infection to host cells / K. Wang, W. Chen, Z. Zhang, Y. Deng, J.-Q. Lian, P. Du et al. // Signal transduction and targeted therapy. — 2020. — Vol. 283, Iss. 5. — P. 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00426-x>
- 6 Inomata T. Clinical and prodromal ocular symptoms in coronavirus disease: a systematic review / T. Inomata, K. Kitazawa, T. Kuno, J. Sung, M. Nakamura, M. Iwagami, H. Takagi et al. // Invest Ophthalmol Vis Sci. — 2020. — Vol. 61, № 10. — P. 29. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.10.29>
- 7 Жиликова Е.Т. Анализ рынка фармацевтических препаратов для лечения вирусных конъюнктивитов. Научные результаты биомедицинских исследований / Е.Т. Жиликова, А.В. Баскакова, О.О. Новиков, М.Ю. Новикова. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rynka-farmatsevticheskikh-preparatov-dlya-lecheniya-virusnyh-konyunktivitov>

- 8 Cao K. Evidence of 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19) Ocular Transmission: A Systematic Review and Meta-Analysis / K. Cao, B. Kline, Y. Han, G.-S. Ying, N.L. Wang // *BioMed Research International*. — 2020. — Article ID 7605453. <https://doi.org/10.1155/2020/7605453>
- 9 Aggarwal K. Ocular surface manifestations of coronavirus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis / K. Aggarwal, A. Agarwal, N. Jaiswal, N. Dahiya, A. Ahuja, S. Mahajan, L. Tong, M. Duggal, M. Singh, R. Agarwal, V. Gupta // *PLoS One*. — 2020. — Vol. 15, Iss. 11. — e0241661. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241661>
- 10 Baradaran A. COVID-19 Associated Multisystem Inflammatory Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis / A. Baradaran, A. Malek, N. Moazzen, Z. Abbasi Shaye // *Iran J Allergy Asthma Immunol*. — 2020. — Vol. 19, № 6. — P. 570–588. <https://doi.org/10.18502/ijaai.v19i6.4927>
- 11 Lu C.-W. The transmission of CoV 2019-n through the surface of the eye cannot be ignored / C.-W. Lu, X.-F. Liu, Z.-F. Jia // *Lancet*. — 2020. — Vol. 395 (10224). — e39. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30313-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30313-5)
- 12 Ulrich H. CD147 as a Target for COVID-19 Treatment: Suggested Effects of Azithromycin and Stem Cell Engagement / H. Ulrich, M.M. Pillat // *Stem Cell Rev Rep*. — 2020. — Vol. 16, № 3. — P. 434–440. <https://doi.org/10.1007/s12015-020-09976-7>
- 13 Li Y.P. Eyes on coronavirus / Y.P. Li, N. Wang, Z.B. Jin // *Stem Cell Res*. — 2021. — Vol. 51. — Article ID 102200. <https://doi.org/10.1016/j.scr.2021.102200>
- 14 Абатуров А.Н. Патогенез COVID-19 / А.Е. Абатуров, Е.А. Агафонова, Е.Л. Кривуша, А.А. Никулина // *Здоровье дитины*. — 2020. — Т. 15, № 2. — С. 133–144. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.15.2.2020.200596>
- 15 Shiraki K. Favipiravir, an anti-influenza drug against life-threatening RNA virus infections / K. Shiraki, T. Daikoku // *Pharmacol Ther*. — 2020. — Vol. 209. — Article ID 107512. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107512>
- 16 Гайсёнок О.В. Применение ингибиторов вирусных РНК-полимераз в сочетании с ингибитором фузии в лечении пациентов с COVID-19: гипотеза / О.В. Гайсёнок // *Вопросы вирусологии*. — 2020. — Т. 65, № 3. — С. 167–175. <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-3-167-175>
- 17 Майчук Ю.Ф. Офтальмоферон в лечении аллергических, инфекционно-аллергических, токсико-аллергических конъюнктивитов и болезни сухого глаза / Ю.Ф. Майчук // *Рос. офтальмол. журн*. — 2011. — № 3. — С. 78–84.
- 18 Kaptein S.J.F. Antiviral treatment of SARS-CoV-2-infected hamsters reveals a weak effect of favipiravir and a complete lack of effect for hydroxychloroquine / S.J.F. Kaptein, S. Jacobs, L. Langendries, L. Seldeslachts, S. ter Horst et al. // *BioRxiv*. Preprint. — 2020. — June 19. <https://doi.org/10.1101/2020.06.19.159053>
- 19 Шафиркин А.В. Реактивность и резистентность организма млекопитающих. Принцип формирования регуляции и прогнозирования / А.В. Шафиркин, И.Б. Ушаков, А.С. Штемберг. — М.: Наука, 2007. — 189 с.
- 20 Курчевенко С.И. Формирование естественной реактивности при воздействии производственных физических факторов / С.И. Курчевенко, Т.М. Бодинкова // *Техносферная безопасность*. — 2016. — Т. 1, № 4. — С. 1–6.

Г.Г. Мейрамов, Ж.Д. Мунтинов, В.И. Корчин, Ф.С. Абикенова,
А.К. Абдрахметова, М.Т. Оспанов, Д.Н. Омаров

COVID-19 кезінде конъюнктивит терапиясында вирусқа қарсы препараттарды қолдану тәжірибесі

Мақалада фавипирамир препаратының COVID-19 коронавирусынан туындаған конъюнктивиттің кешенді терапиясына әсері зерттелген. «Коронавирустық инфекция» диагнозы оң ПТР-тесттермен расталды; ауырлық дәрежесі өкпені рентгеноскопиялық тексеру және компьютерлік томография негізінде бағаланды. SARS-CoV-2 туындаған көздің конъюнктивит белгілерін емдеу үшін вирусқа қарсы препараттар қолданылды: ацикловир, офтальмоферон және фавипирамир. Авторлар фавипирамирді вирусқа қарсы препараттармен біріктіріп емдеуде, яғни ацикловир және офтальмоферонмен ем алған 1 топтағы пациенттерге қарағанда 2-топтағы пациенттер емдеу ұзақтығын 1,86 есе қысқартатынын дәлелдеген. Конъюнктивитті фавипирамирмен емдеудің жоғары тиімділігі оның құрамында РНҚ бар вирустарға қатысты троптық әсер ету механизміне және оның РНҚ-ға тәуелді РНҚ полимеразасын тежейтін және коронавирустың репликациясын бұзатын COVID-19 коронавирусының РНҚ тізбегіне ену қабілетіне байланысты. Сонымен қатар, фавипирамир вирустың өліміне әкелетін РНҚ-трансверсия ажал мутацияларын тудырады. Бірінші топтағы пациенттердің конъюнктивитін емдеу мерзімдерін ұзартуды вирустық ДНҚ полимеразасын тежеуге және вирустың ДНҚ синтезін тежеуге бағытталған ацикловир әсерімен түсіндіруге болады, ал COVID-19 коронавирусы құрамында РНҚ бар біртүзбекті вирус болса да, офтальмоферонның әсеріне қарамастан, көздің конъюнктивальды эпителийінің CD147 ақуызының мембраналық рецепторларымен әрекеттесу арқылы вирустың көбеюін бұзуы мүмкін.

Кілт сөздер: конъюнктивит, COVID-19 коронавирусы, SARS-CoV-2, ацикловир, офтальмоферон, фавипирамир, құрамында РНҚ бар вирус.

G.G. Meyramov, Zh.D. Muntinov, V.I. Korchin, F.S. Abikenova,
A.K. Abdrakhmetova, M.T. Ospanov, D.N. Omarov

Experience in the use of antiviral drugs in the treatment of conjunctivitis in COVID-19

The study presents the effect of the drug Favipiravir in the complex therapy of conjunctivitis caused by COVID-19. The diagnosis of coronavirus infection was confirmed by positive PCR tests; the severity was assessed based on fluoroscopic examination of the lungs and computed tomography. To treat eye symptoms of conjunctivitis caused by SARS-CoV-2, antiviral drugs have been used: Acyclovir, Ophthalmoferon, and Favipiravir. The authors have shown that treatment with Favipiravir in combination with antiviral drugs reduces the duration of treatment by 1.86 times in patients of group 2 compared to patients of the first group who were treated with acyclovir and Ophthalmoferon. The high effectiveness of treatment of conjunctivitis with Favipiravir is due to the mechanism of its tropic action in relation to RNA-containing viruses, due to its ability to integrate into the RNA chain of the COVID-19, inhibiting its RNA-dependent RNA polymerase and disrupt the replication of the coronavirus. In addition, Favipiravir induces lethal RNA transversion mutations, leading to the death of the virus. The prolongation of the duration of treatment of conjunctivitis in patients of the first group can be explained by the effect of Acyclovir, aimed at inhibiting viral DNA polymerase and blocking the synthesis of viral DNA, while the COVID-19 belongs to a single-stranded RNA-containing virus, despite the action of Ophthalmoferon, which can disrupt the reproduction of the virus by interacting with specific membrane receptors, the CD147 protein of the conjunctival epithelium.

Keywords: conjunctivitis, coronavirus, COVID-19, SARS-CoV-2, Acyclovir, Oftalmoferon, Favipiravir, RNA-containing virus.

Reference

- 1 (2020). Vstupitelnoe slovo Generalnogo direktora na press-brifinge po COVID-19 ot 11 marta 2020 goda [Introductory speech of the Director General at the press briefing on COVID-19 on March 11, 2020]. *Vsemirnaia organizatsiia zdravookhraneniia – World Health Organization*. Retrieved from <https://www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020> [in Russian].
- 2 (2021). Panel monitoringa COVID-19. Tsentri sistemnykh nauk i inzhenerii Universiteta Dzhonsa Khopkinsa [Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)]. *gisanddata.maps.arcgis.com* Retrieved from <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> [in Russian].
- 3 (2019). Voprosy i otvety: Kak peredaetsia COVID-19? Vsemirnaia organizatsiia zdravookhraneniia [Questions and answers: How is COVID-19 transmitted? World Health Organization]. *www.who.int* Retrieved from <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted> [in Russian].
- 4 Kharchenko, E.P. (2020). Koronavirus SARS-Cov-2: osobennosti strukturnykh belkov, kontagioznost i vozmozhnye immunnye kollizii [Coronavirus SARS-Cov-2: features of structural proteins, contagion and possible immune collisions]. *Epidemiologiia i vaksinoprofilaktika — Epidemiology and Vaccine Prevention*, 19 (2), 13–30 [in Russian]. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-2-13-30>
- 5 Wang, K., Chen, W., Zhang, Z., Deng, Y., Lian, J.-Q., Du, P., & et al. (2020). CD147-spike protein is a novel route for SARS-CoV-2 infection to host cells. *Signal transduction and targeted therapy*, 283 (5); 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00426-x>
- 6 Inomata, T., Kitazawa, K., Kuno, T., Sung, J., Nakamura, M., Iwagami, M., Takagi, H., & et al. (2020). Clinical and prodromal ocular symptoms in coronavirus disease: a systematic review. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*, 61 (10); 29. <https://doi.org/10.1167/iavs.61.10.29>
- 7 Zhiliakova, E.T., Baskakova, A.V., Novikov, O.O., & Novikova, M.Yu. Analiz rynka farmatsevticheskikh preparatov dlia lecheniia virusnykh koniunktivitov. Nauchnye rezultaty biomeditsinskikh issledovaniia [Market analysis of pharmaceuticals for the treatment of viral conjunctivitis. Scientific results of biomedical research]. *cyberleninka.ru* Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rynka-farmatsevticheskikh-preparatov-dlya-lecheniya-virusnykh-koniunktivitov> [in Russian].
- 8 Cao, K., Kline, B., Han, Y., Ying, G.-S., & Wang, N.L. (2020). Evidence of 2019 Novel Coronavirus Disease (COVID-19) Ocular Transmission: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*, 7605453. <https://doi.org/10.1155/2020/7605453>.
- 9 Aggarwal, K., Agarwal, A., Jaiswal, N., Dahiya, N., Ahuja, A., & Mahajan, S., et al. (2020). Ocular surface manifestations of coronavirus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 15 (11); e0241661. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241661>
- 10 Baradaran, A., Malek, A., Moazzen, N., & Abbasi Shaye, Z. (2020). COVID-19 Associated Multisystem Inflammatory Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Iran J Allergy Asthma Immunol.*, 19 (6); 570–588; <https://doi.org/10.18502/ijaa.v19i6.4927>
- 11 Lu, C., Liu, X., & Jia, Z. (2020). 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *The Lancet*, 395 (10224); e39. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30313-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30313-5)

- 12 Ulrich, H. & Pillat, M.M. (2020). CD147 as a Target for COVID-19 Treatment: Suggested Effects of Azithromycin and Stem Cell Engagement. *Stem Cell Rev Rep.*, 16 (3); 434–440. <https://doi.org/10.1007/s12015-020-09976-7>
- 13 Li Y.P., Ma, Y., Wang, N., & Jin, Z.B. (2021). Eyes on coronavirus. *Stem Cell Res.*, 51; ID 102200. <https://doi.org/10.1016/j.scr.2021.1022000>.
- 14 Abaturon, A.N., Agafonova, E.A., Krivusha, E.L., & Nikulina, A.A. (2020). Patogenez COVID-19 [Patogenesis of COVID-19]. *Zdorove ditiny — Children Health*, 15 (2); 133–144 [in Russian]. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.15.2.2020.200596>
- 15 Shiraki, K., & Daikoku, T. (2020). Favipiravir, an anti-influenza drug against life-threatening RNA virus infections. *Pharmacol Ther.*, 209; 107512. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107512>.
- 16 Gaisyonok, O.V. (2020). Primenenie ingibitorov virusnykh RNK-polimeraz v sochetanii s ingibitorom fuzii v lechenii patsientov s COVID-19: gipoteza [Use of viral RNA polymerase inhibitors in combination with a fusion inhibitor in the treatment of patients with COVID-19: hypothesis]. *Voprosy virusologii — Questions of virology*, 65 (3); 167–175 [in Russian]. <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-3-167-175>.
- 17 Maichuk, Yu.F. (2011). Oftalmoferon v lechenii allergicheskikh, infektsionno-allergicheskikh, toksiko-allergicheskikh koniunktivitov i bolezni sukhogo glaza [Ophthalmoferon in the treatment of allergic, infectious-allergic, toxic-allergic conjunctivitis, and dry eye disease]. *Oftalmologiya — Ophthalmology*, 3, 78–84 [in Russian].
- 18 Kaptein, S.J.F., Jacobs, S., & Langendries, L., et al. (2020). Antiviral treatment of SARS-CoV-2-infected hamsters reveals a weak effect of favipiravir and a complete lack of effect for hydroxychloroquine. *BioRxiv. Preprint*, 19. <https://doi.org/10.1101/2020.06.19.159053>.
- 19 Shafirkin, A.V., Ushakov, I.B., & Shtemberg, A.S. (2007). *Reaktivnost i rezistentnost organizma mlekopitaiushchikh. Printsip formirovaniia reguliatsii i prognozirovaniia [Reactivity and resistance of mammalian organism. Principle of regulation and forecasting]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 20 Kurchevenko, S.I., & Bodinkova, T.M. (2016). Formirovanie estestvennoi reaktivnosti pri vozdeistvii proizvodstvennykh fizicheskikh faktorov [Formation of natural reactivity under the influence of production physical factors]. *Tekhnosfernaia bezopasnost — Technosphere safety*, 1 (4), 1–6 [in Russian].

Д.А. Садыкова*

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
*Хат-хабарларға арналған автор: sadykovadameli77@gmail.com

Астананың туризм әлеуетін дамыту арқылы «марка қала» бейнесін қалыптастыру

Ғаламдық жаһанданған әлемде бәсекелестік тек елдер мен компаниялар арасында ғана емес, сонымен қатар қалалар мен экономикалық аймақтар арасында да қалыптасқан. Бәсекелестіктің маңызды элементтерінің бірі болып табылатын маркетинг елдің беделі, экономикасы, халықаралық туризм, шетелдік инвесторларды тарту құрметіне ие болу тұрғысына, сонымен бірге жалпы мемлекет үшін ғана емес «жергілікті жерлер» деп аталатын субэкономикалық аймақтар үшін де маңызды. Соңғы жылдары қаланың өсіп келе жатқан брендингі және марка қала туралы түсінік халықаралық деңгейде қабылданған маңызды тақырыптардың біріне айналды. Нидерланд сөзінен шыққан «марка қала» тұжырымдамасымен бірдей мағынаға ие жергілікті жер брендингі, жергілікті жер маркетингі және жергілікті жер сатылымдар «Brand City» тәсілінің жоғары әсер ететіндігін көрсетеді. Шын мәнінде, әр қала өзінің географиялық ерекшеліктерімен, өнімдерімен, рекреациялық ресурстарымен, қала жоспары құрылысымен немесе тарихи құндылықтарымен ерекшеленетін бренд болып табылады. Жер бетіндегі әрбір қаланың өзіндік ерекшеліктері мен айырмашылықтары бар. Алайда барлық бренд қалалар үшін бірдей мәнге ие емес. Қаланың «марка қала» жетістігін тану аймақтың және мемлекеттің жетістіктерін мойындауға байланысты. «Марка қала» болу мемлекет туризмінің бәсекеге қабілеттілігі үшін де өте маңызды. Қазақстан әлемдік деңгейде туристік әлеуеті жоғары мемлекеттердің бірі. Елімізде табиғи және тарихи тұрғыдан ерекшеліктерге ие көптеген қалалар бар. Қазақстанның жаңа және серпінді қалаларының бірі — Астананың «Марка қала» ретінде ерекшеліктерін анықтау мемлекеттің басқа қалаларына үлгі ретінде қолдануға негіз болатынын айқындайды. Сонымен бірге көптеген ірі елдердің танымал бренд қалалары секілді Қазақстанның қалаларын брендтеу арқылы әлемде насихаттауға жол ашады.

Кілт сөздер: Астана, «марка қала», мемлекет, туризм, экономика, имидж, рекреациялық аймақ.

Кіріспе

Әлемдік жаһандану құбылысы бүкіл әлемде қарқын алған сайын, елдер арасындағы бәсекелестік деңгейі артып келеді. Дамыған елдер өздерінің бірқатар экономикалық артықшылықтарына байланысты даму деңгейіне жетті және аз болса да, аймақтар арасындағы теңгерімсіздікті қалыптастырды. Бірақ бұл теңгерімсіздік дамушы және дамымаған елдерге қатысты емес. Қазіргі кезде барлық дамушы елдердің басты проблемасы мемлекет экономикасын қолда бар ресурстармен дамытуды қамтамасыз ету.

Бұл проблеманы жеңудің бір жолы – осы елдердің дамуы үшін басым секторды анықтау. Сондықтан дамушы елдерде индустрияландыру болмағандықтан экономикалық даму бағыттары туризм әлеуетін бағалау арқылы мүмкіндіктерге ие болады. Туризм секторы экономикалық аймақтық даму және аймақтағы туризмнен алынған ресурстарды тиімді пайдалану үшін өте жоғары маңызға ие. Сондықтан біздің елдегі экономикалық даму мәселелерін туризм секторын пайдаланып шешуге болады.

«Марка–қала» ұғымы алғаш рет 1980 жылдары Нидерландыдағы зерттеулерде қолданылды. Европаның Ұлыбритания мен Германия елдерінде «марка-қала» түсінігі қалыптасты. *«Марка қала» мемлекет үшін өнім. Төмен сапалы өнімді маркалау мүмкін емес сияқты, сапасы төмен қалаларды ешқашан маркалауға болмайды. Қаланың сапасы — бұл жолдар, алаңдар, тарих, көрікті жерлер, табиғи сұлулық, эстетика, тазалық, трафик, қауіпсіздік сияқты көптеген маңызды параметрлерге байланысты»* [1].

«Марка қаланың» ең үлкен мақсаты — экономикалық қайтарым. Марка қалалардың өнімдері мен қызметтері басқа қалаларға қарағанда үлкен сұранысқа ие. Экономиканы ынталандыру және қала тұрғындарының әл-ауқатын жақсарту үшін қалалар бренд болуы керек» [2].

«Қаланың марка екендігі туралы неғұрлым көп білсеңіз, осы танымалдылыққа байланысты келушілер мен инвесторлар соғұрлым көп болады, қалада тұратын халықтың мәселелері тезірек шешіледі және табыс жағдайлары соғұрлым көп болады» [3].

«Марка қала» туралы маңызды ойлардың бірі — барлық қалалар марка бола алмайды. Әр қаланың өзіндік ерекше аспектілері болуы мүмкін. Бірақ бұл «марка қала» болу үшін жеткіліксіз. Біздің еліміздегі көптеген қалалардың өзіндік ерекше табиғи, тарихи ерекшеліктерімен бірге ұлттық тағамдары мен ерекше салт-дәстүрі мен мәдениеті бар, бірақ бұл қаланың марка болу үшін жеткіліксіз. Қаланың «марка қала» болуы – өте ұзақ процесс. «Марка қала» бір жоба аясында қалыптасуы да мүмкін, бірақ өнім маркетингі секілді қалалық маркетингте ең маңыздысы маркетинг тақырыбы болатын нысан сапалы және инновациялық болуы керек. «Марка қала» қызметіндегі маркетинг нысаны қала болғандықтан, қаланы құрайтын барлық компоненттер білікті, әр түрлі, инновациялық және тартымды болуы керек. Инфрақұрылымы сапасыз, қызмет көрсету секторы мен көлігі жоқ аймақтар басқа қалалардан ерекшелене алмайды. Себебі бүкіл әлемде қалалардың дамуы керемет болғанмен «марка қала» болуы қиын. Сондықтан «марка қаласын» құрайтын барлық элементтер жақсы талдануы қажет.

Қала маркасын мықты маркаға айналдыру үшін қала маркасын қолдайтын құндылықтар мен ерекшеліктер болуы керек. Сондықтан қалаларды маркалауда кейбір маңызды сәттерді мұқият зерделеу қажет. Қала маркасы қаланың сыртқы келбетімен қала халқының тәжірибесін, сенімдері мен мінез-құлқын қамтиды. Қаланың марка болуға қосқан үлесі инвесторларды тартады, «қала маркасы» арқылы қала тұрғындарының табысы мен өмір сүру сапасы, көлік, денсаулық сақтау және байланыс мүмкіндіктері артады. Марканың басты мақсаттарының бірі – экономикалық кірісті арттыру. Аймақ пен қала экономикасын жандандыру үшін қалаларды маркалау қажет.

«Марка қаланың қалыптасуы — бұл аймақтағы сауданың дамуымен, туристік белсенділіктің өсуімен және халықтың қозғалысымен өте тығыз байланысты. Марка қала болу — бұл қаланың әлеуетін дамытады. Қаланы тану туристік қозғалыстарды жақсартады».

«Қалалық марканы стратегиялық басқару қала тұрғындарының ұзақ мерзімді әл-ауқатын арттыруға, сыртқы туризм мен келушілердің санын арттыруға, өз инвесторларының табысын барынша арттыратын бизнес ортаны қамтамасыз етуге, туризм экономикасының дамуын арттыруға, әлеуметтік-мәдени және экологиялық шығындар арасындағы тұрақты тепе-теңдікке қол жеткізуге бағытталған».

«Қала маркасы — қалалар үшін маркалауға қатысты ойлау, жоспар, стратегия, әдістер мен әдістерді қолдану» [4].

Жаһандану құбылысы бүгінде қалалардың бір-біріне ұқсас болуына әсер етті. Ал қалалардың бәсекеге қабілеттілігі мен тартымдылығын арттыру үшін қалалардың «марка қала» болуы маңызды. Сондықтан қала «марка қала» болуы үшін дұрыс сараланып бәсекелестікке қабілеттілігі айқындалуы керек. Мұның ең тиімді әдісі — қаланың «Марка қала» имиджін анықтау, қалыптастыру. Қала имиджінің факторларын анықтау «Марка қала» жолын анықтауда өте маңызды.

Қазақстан жер аумағы, табиғи және тарихи байлықтарымен әлемге беделді мемлекеттердің бірі. Елімізде табиғи және тарихи тұрғыдан ерекшеліктерге ие көптеген қалалар бар. Алайда Қазақстанның жаңа және серпінді қалаларының бірі — елорданың «Марка қала» бейнесін қалыптастыруда туризм құндылықтары мен ерекшеліктерін анықтау арқылы мемлекеттің басқа қалаларына үлгі ретінде қолдануға негіз болатынын айқындау. Әлемдік ірі елдердің танымал марка қалалары секілді Қазақстанның қалаларын маркалау арқылы әлемге насихаттау. Осы мақсатта Астана қаласынан тыс жерлерде Қазақстанның бес экономикалық ауданында тұратын 500 адамға сауалнама жүргізіліп, олардың нәтижелері Астана қаласының «Марка қала» имиджін қалыптастыру, туризм әлеуетін анықтау бағытында пайдаланылды.

Елорданың туристік көрікті жерлерінің кейбір ерекшеліктерінің сапасын талдау зерттеу бөлімінде сауалнама әдісі арқылы алынған мәліметтер Windows 18,0 үшін SPSS (әлеуметтік ғылымдарға арналған статистикалық пакет) деп аталатын статистикалық пакет бағдарламасы арқылы бағаланды. Зерттеуде қолданылатын деректерді жинау әдісі ретінде қолданылатын сауалнама түрінде бұрын өріс жазында қолданылған үлгі алынды және масштабқа біршама бейімделу жасалды.

Астана қаласының табиғи-экономикалық және туристік жағдайы

Астана — Еуразия орталығында Есіл өзенінің оң жағалауында, геосаяси тұрғыдан маңызды жерде орналасқан. 1994 жылғы шілдеде Елбасымыз Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаев «Қазақстан — 2030» даму стратегиясын жоспарлау шеңберінде Қазақстанның елордасын Алматыдан Ақмолаға ауыстыру туралы шешім қабылдады. Қала ірі көлік жолдары тораптарында орналасқан. Астана қаласының жер бедері биіктігі 300–400 метрден аспайтын ойпатты жазық. Есіл өзенінің оң жағалауында Атбасармен, ал сол жағалауында теңіз жазығымен шектеседі. Табиғи жағдайы дала, шөлейт зоналарына тән болған өсімдіктер мен жануарлар тіршілік етеді. Астана қаласының маңында Қорғалжын, Қожақол, Шолақшалқар, Балықтыкөл, Ешілішқарқар және тұзды көлдерімен бірге батысында 1968 жылы құрылған Қорғалжын қорығы бар. Қорықтағы қызғылт фламинго біздің табиғатымыздың ең әдемі құстарының бірі болып саналады.

Астана қаласында машина жасау өнеркәсібі және металл өңдеу кәсіпорындары мен ауыл шаруашылығы жақсы дамыған. Астанада құрылыс саласының кәсіпорындары кірпіш, темірбетон конструкцияларын шығарады. Сонымен қатар, жергілікті құрылыс материалдары ретінде тас, саз және әктас қолданылады. Жергілікті мемлекеттік мекемелер мен бизнес-сектордың бірлескен күш-жігерінің арқасында бағдарлама кезеңінде қалада 9 бірлескен кәсіпорын «Экотон» жасушалық бетоннан бұйымдар өндіру зауыты, «Азия–Ақмола» ЖШС, шыңдалған шыныдан жасалған қаптама өндіру зауыты, «БИК-элит» ЖШҚ, «Шебер СК» ЖШҚ, «КЗ» ЖШС ағаш өңдеу зауыты және пластикалық құбырлар өндіру зауыты құрылып, пайдалануға берілді. Астанада «Шағын бизнесті дамыту және қолдау бағдарламасына сәйкес бәсекеге қабілеттілікті арттыру жөніндегі шаралардың кешенді бағдарламасы іске асырылуда.

2002 жылы Астана — жаңа қала арнайы экономикалық аймағын құру туралы Жарлық шықты, ол қолайлы инвестициялық климатты қамтамасыз етіп, жеке инвесторларды тартты. Астана қаласының бас жоспарын жасауға көп көңіл бөлініп, «ең жақсы бас жоспарға» екі рет байқау өткізілді. Екіншісінде Ресей, Италия, Жапония, Австралия, Германия, Түркия, Польша, Өзбекстан, Беларусь және т.б. елдердегі шеберлер мен шығармашылық ұжымдар қатысып, әлемдік сәулет өнерінің шебері және тероетик Кейшо Курокава жеңіп шықты.

Елбасы Н.Ә. Назарбаев өзінің «Еуразия жүрегінде» атты кең тынысты еңбегінде: *«Астана дегеніміз мемлекеттің орталығы ғана емес, орталық биліктің шоғырлануы да емес. Ол ең алдымен мемлекет дамуының векторларын айқындайтын және қоғамды жаһандық үрдістерге сәйкес құрылымдауға мүмкіндік беретін геосаяси түзілім. Бұл — шексіз таусылмас сапардың, Қазақстан Республикасының үздіксіз прогресс пен даму жолының бастауы»* деп атап көрсетті [5].

Елордада қабылдаған «Индустриялық-инновациялық даму бағдарламасы» экономиканың барлық саласын қала аумағында ғана емес, бүкіл республика бойынша қалыптастыруға жол ашты. Мемлекет астанасын республика орталығына көшіру туралы шешім Қазақстанды өрлеу жолына түсірді. «Астананың өркендеуі — Қазақстанның өркендеуіне» айналды. Астана — мемлекеттің бюджетіне салмақ салмай, қанат жайған әлемдегі елордалардың тұңғышы.

1999 жылы Елбасымыз Н.Ә. Назарбаевтың идеясымен Елордада Қазақстанның көне дәстүрден тамырланатын символын тұрғызу жобасы ұсынылды. Астананың символы ретінде «Бәйтерек» идеясы тандалып алынды. Биіктігі 97 метрде орналасқан «Бәйтерек» аңызды ақиқатпен ағастыра асқақтап тұр. Дәл осы жылы Астана ЮНЕСКО-ның «Әлем қаласы» атағын алып, әлемдегі ең ақылды, заманауи қалалардың бірі ретінде Еуразияның мәдени, ғылыми, өнеркәсіпті, туризм дамыған ерекше үлгіге тән қалаларының біріне айналды. Әлемдік деңгейде танылған Астананың туристік мүмкіндіктері күн санап артып келеді. Елордаға келген туристерді қызықтыратын «Президент алақанының рельефтік бейнесі» қалаға келушілердің арман тілектерін айтатын орынға айналды. «Атамекен» этномемориялды кешені әлемде өз жер көлемі мен 9-шы орынды иеленетін Қазақстанды аралап шығуға мүмкіндік қалыптастырды. Халықаралық стандартты «Интерконтиненталь» бесжұлдыздық қонақ үйі 1998 жылы маусымда жаңа Астананың ресми презентациясына келген жоғарғы мәртебелі қонақтарды қарсы алды. Хан шатыр, Бейбітшілік және Келісім сарайы, Алтын жүрек монументі, «Думан» ойын-сауық

орталығы, ЕХРО көрмесі туристер үшін маңызды нысандарға айналды. Астана құрылысына шетелдік инвесторлардың көптеп тартылуы көптеген сәулет құрылыстары мен кешендерін салды. Астана ірі авиациялық орталықтармен Еуропа, Азия және Таяу Шығыс елдерімен тікелей байланыс жасайды. Астана әуежайы 28 халықаралық бағытқа ұшатын 21 авиакомпанияға қызмет көрсетеді және жолаушылар ағынын жылына 3 млн-нан 7 млн-ға дейін арттырды. Дүниежүзілік Банктің «Doing Business» 2017 рейтингінде Қазақстан 190 елдің ішінде 35-ші орында тұр. Астана қаласында бизнес көлемін арттыру үшін үкімет бірқатар реформалар жүргізді. Астана қаласының әлеуметтік және экономикалық жағдайларын жақсарту бағытында маңызды бағдарламалар қабылданды. Астананың дамуы — Қазақстанның дамуы. Сондықтан еліміздің болашақ серпінді, жас, заманауи қаласы ретінде туристік ерекшеліктерін анықтап марка қалаға айналдыру арқылы әлемге таныту, еліміздің қалаларын насихаттау бүгінгі күннің өзекті мәселесі екені айқын.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Астананың туристік көрікті жерлерінің кейбір ерекшеліктерінің сапасын талдау

Астана қаласының туристік ерекшеліктері бойынша жүргізілген зерттеу жұмысының сауалнамасына Қазақстанның бес экономикалық ауданынан 500 адам қатысып төмендегідей қорытындыға ие болды (1 кесте).

1 кесте

Қазақстанның 5 экономикалық ауданындағы адамдардың демографиялық талдауы

Аудан	Жас	Солтүстік		Оңтүстік		Батыс		Орталық		Шығыс	
		саны	%	саны	%	саны	%	саны	%	саны	%
Жыныс	Еркек	51	44,7	92	55,8	59	55,1	28	45,5	23	37,7
	Әйел	63	55,3	73	44,2	48	44,9	25	50,9	38	62,3
Жасы	20–30	30	26,3	60	36,4	40	37,4	17	30,9	11	18,0
	31–40	41	36,0	32	19,4	34	31,8	12	21,8	31	50,8
	41–50	22	19,3	46	27,9	12	11,2	12	21,8	15	24,6
	51–60	21	18,4	27	16,4	21	19,6	12	21,8	4	6,6
Білімі	Орта мектеп бітірген	29	25,4	65	39,4	16	5,0	13	23,6	12	19,7
	Университет түлегі	55	48,2	77	46,7	72	73,6	32	58,2	26	42,6
	Магистрант/ Докторант түлектері	30	26,3	23	13,9	19	17,8	8	14,5	23	37,7
Саяхат мақсаты	Жаңа бір жер көру	29	25,4	59	35,8	49	45,8	19	34,5	28	45,9
	Өртүрлі мәдениет/ өмір сүру ортасы	28	24,6	38	23,0	16	15,0	9	16,4	7	11,5
	Күйзелісті басу және демалу	22	19,3	38	23,0	8	7,5	7	12,7	5	8,2
	Көңілді уақытты өткізу	18	15,8	20	12,1	17	15,9	9	16,4	12	19,7
	Жұмыс үшін		14,9	10	6,1	17	15,9	9	16,4	9	14,8
Жалпы		114	100	165	100	107	100	53	96,4	61	100

Сауалнамаға 233 әйел (46,6 %) және 237 ер адам (53,4 %), яғни 20–30 жас аралығында – 158, 31–40 жас аралығында – 150, 41–50 жас аралығында – 107, 51–60 жас аралығында – 85 адам және колледж түлектері бойынша — 135 (27,0 %), ЖОО түлектері — 262 (52,4 %), магистранттар мен докторанттардан — 103 түлек (20,6 %) қатысты. Әр топтан жасы, білімі және оның «Астанаға сапарының мақсаты не» деген сұраққа «жаңа қаланы көру» — 184 (36,8 %), «әртүрлі мәдениеттер/өмір салтын көру» — 98 (19,6 %), «күйзелісті басу және демалу» — 80 (16,0 %), «көңілді уақытты өткізу» — 76 (15,2 %), «жұмыс үшін» — 62 (12,4 %) жауап алынды.

Астанадан тыс жерде тұратын адамдардың Астанаға келу мақсаты, негізінен, «жаңа қаланы көру» жауабының болуы маркетингте Астананың өз атының жоғары орын алуы және Қазақстан халқы үшін «жаңа астана» астана ретінде маңызды болып саналады.

Сауалнамаға қатысқан Солтүстік Қазақстан экономикалық аймағының Астана қаласынан тыс жерде тұратын 114 тұрғынының орташа нәтижелері бойынша Астана қаласының туристік ерекшеліктеріне қатысты қабылдау деңгейлері арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар. Зерттеу

нәтижесі бойынша «Қолжетімді бағамен қонақ үйлер мен мейрамханалар», «курорттық демалыс орындарының алуан түрлілігі», «демалыс пен адамдар үшін жайлы орта», «мәдени шаралар фестивальдар, жеке қауіпсіздік және қауіпсіздік», «су спорт нысандары жел және су спорты», «әр түрлі ашық іс-шаралар», «қалаға оңай кіру», «жергілікті турлар мен саяхаттар», «қоршаған ортаның сапасы, пайдаланылмаған аудандардың тазалығы», «тарихи мұражайлар», «қала тұрғындары көмектесуге дайын» жауаптары айтарлықтай жоғары болды. «Астана марка қала болу үшін жеткілікті күш салуда» деген ұғымның орташа мәні 4,1319 болатын ең күшті факторлық жүктемесі бар екені анықталды. Керісінше, «қаланың негізгі туристік орталығы», «климаттық жағдайлар, ауа-райы, теңіз, өзен сипаттамалары» деген тіркес 2,9123 мәні бар ең әлсіз факторлық жүктеме ретінде анықталды.

Сауалнамаға қатысқан Оңтүстік Қазақстан экономикалық ауданының 165 тұрғынының зерттеу нәтижелері бойынша «Қала тұрғындары көмектесуге дайын», «туристік ақпараттық бюро ақпарат көмек тілі», «тау, орман, теңіз, су табиғатының ерекшеліктері», «тарихи ескерткіштер мұражайлары», «жергілікті тамақтану мәдениеті», «су спорт нысандары, жел және су спорты», «көлік ережелері, қоғамдық көлік, такси», «курорттық демалыс орындарының әртүрлілігі», «сапалы тұрғын үй нысандары», «түнгі ойын-сауық орындары», «демалыс пен адамдарға ыңғайлы орта», «тазалық пен денсаулық стандарттары» жауаптарының масштабтағы жүктеме факторы айтарлықтай күшті болды. «Астана марка қала болу үшін жеткілікті күш жұмсайды» деген тіркестің орташа мәні 4,0364 болатын ең күшті факторлық жүктемесі бар екені анықталды. Керісінше, «қаланың басты туристік орталығы», «климаттық жағдайлар, ауа-райы, теңіз, өзен сипаттамалары», «Астананың басқа қалалармен айырмашылығы мен ерекшеліктері» деген тіркес 2,2442 мәні бар ең әлсіз факторлық жүктеме ретінде анықталды. Туристік сипаттамалардың басқа критерийлері орташа деңгейден жоғары екенін көрсетті.

Сауалнамаға қатысқан Батыс Қазақстан экономикалық аймағының 107 тұрғынының зерттеу нәтижелері бойынша «Тау, орман, теңіз, су табиғатының ерекшеліктері», «тарихи ескерткіштер мұражайлары», «жергілікті тамақтану мәдениеті», «туристік ақпараттық бюро ақпараттық көмек тілі», «Мәдени іс-шаралар фестивальдары», «сауда орталықтары, мүмкіндіктер», «демалыс орындарының әртүрлілігі», «қала тұрғындары көмектесуге дайын», «су спорт нысандары, жел және су спорты», «түнгі ойын-сауық орындары», «көлік ережелері қоғамдық көлік таксиі» масштабтағы жүктеме факторы айтарлықтай жоғары болды. «Астана марка қала болу үшін жеткілікті күш жұмсайды» деген тіркестің орташа мәні 4,1215 болатын ең күшті факторлық жүктемесі бар екені анықталды. Керісінше, «қаланың негізгі туристік орталығы», «климаттық жағдайлар, ауа-райы, теңіз, өзен сипаттамалары» деген тіркес 2,4151 мәні бар ең әлсіз факторлық жүктеме ретінде анықталады. Туристік сипаттамалардың басқа критерийлері орташа деңгейден жоғары.

Сауалнамаға қатысқан Шығыс Қазақстан экономикалық аймағының 61 тұрғынының зерттеу нәтижелері бойынша «Демалыс пен адамдар үшін жайлы орта», «Мәдени іс-шаралар фестивальдар», «жеке қауіпсіздік және жалпы қауіпсіздік», «су спорт нысандары жел және су спорты», «ашық ауада түрлі іс-шаралар», «қалаға оңай кіру», «жергілікті турлар мен саяхаттар», «экологиялық таза пайдаланылмайтын аудандар», «тарихи ескерткіштер, мұражайлар», «қала тұрғындары көмектесуге дайын» жауаптары «Астана марка қала болу үшін жеткілікті күш жұмсайды» деген тіркестің орташа мәні 4,1509 болатын ең күшті факторлық жүктемесі бар екені анықталды. Керісінше, «қаланың негізгі туристік орталығы», «климаттық жағдайлар, ауа-райы, теңіз, өзен сипаттамалары» деген тіркес 2,4151 мәні бар ең әлсіз факторлық жүктеме ретінде анықталады.

Сауалнамаға қатысқан Орталық Қазақстан экономикалық аймағының 53 тұрғынының зерттеу нәтижелері бойынша «Демалыс пен адамдар үшін жайлы орта», «Мәдени іс-шаралар фестивальдар», «жеке қауіпсіздік және жалпы қауіпсіздік», «су спорт нысандары, жел және су спорты», «ашық ауада түрлі іс-шаралар», «қалаға оңай кіру», «жергілікті турлар мен саяхаттар», «экологиялық таза пайдаланылмайтын аудандар», «тарихи ескерткіштер, мұражайлар», «қала тұрғындары көмектесуге дайын», масштабтағы факторлық жүктемелер өте күшті. «Астана марка қала болу үшін жеткілікті күш жұмсайды» деген тіркестің орташа мәні 4,1509 болатын ең күшті факторлық жүктемесі бар екені анықталды. Керісінше, «қаланың негізгі туристік орталығы», «климаттық жағдайлар, ауа-райы, теңіз, өзен сипаттамалары» деген тіркес 2,4151 мәні бар ең әлсіз факторлық жүктеме ретінде анықталады.

Астананың туристік ерекшеліктерінің сапасы бойынша жүргізілген зерттеу қорытындысы бойынша оң пікір алынды.

Астана қаласының туристік имиджін қалыптастыруға ықпал ететін элементтер (2–8 кестелер).

1. Табиғи ресурстары (Есіл өзені, Теңіз-Қорғалжын көлі, Қорғалжын көлі, Қорғалжын қорығы, жазықтық жер бедері).

2. Жалпы инфрақұрылым (Астана халықаралық әуежайы, Астана–Арқалық–Торғай–Ырғыз–Шалқар, Астана–Теміртау, Астана–Алматы автомагистральдары, технологиялардың байланыс қызметтері).

3. Туристік инфрақұрылым (Заманауи саябақ, Президенттік мәдени орталық, аквапарк, Астана—Бәйтерек ескерткіші, Хан Шатыр, Бейбітшілік және келісім сарайы, Пирамида, Тәуелсіздік сарайы, Астананың тарихи мұражайы, ЭКСПО–2017).

4. Ойын-сауық орындары (Цирк, кинотеатрлар, спорт орталықтары және Қазақстан үшін жаңа ойын-сауық орталықтары — «Атамекен Қазақстан картасы» тарихи-этнографиялық кешені және «Думан» океанариумы, кафе, мейрамхана, кинотеатр, тренажер залы, теннис орталығы және дүкендер. Қазақстанның орталық концерт залы, «Океанариум» ойын-сауық орталығы, «Атамекен» этно-мемориалдық кешені).

5. Мәдениет, тарих және өнер (Алтын Жүрек ескерткіші (Золотое Сердце), Астананың тарихи мұражайы, Қазақстан Республикасы Тұңғыш Президентінің мұражайы, Хазірет Сұлтан мешіті — Орталық Азиядағы ең ірі мешіт, Қазақ мемлекетінің алғашқы Конституциясы, «Жеті Жарғыны» Алты Алашқа әкелген және үш жүз билеушінің қолында алты Алаштың орталығы болған әз-Тауке ханның жазғы резиденциясы).

6. Әлеуметтік орта (Қазақ және орыс тілдері — жергілікті тұрғындардың қонақжайлылығы мен достығы, өмір сапасы).

Астана қаласының имиджін талдау

2 кесте

Астананың маңызды туристік орталықтары

Астананың маңызды туристік орталықтары	Жауап саны	% қатынасы
Бәйтерек	331	66,2
Ханшатыр	71	14,2
Бейбітшілік және келісім сарайы	25	5,0
EXPO орталығы	45	9,0
Есіл өзені	28	5,6
Барлығы	500	100,0

3 кесте

Астананың басқа қалалардан ерекшеліктері

Астананың басқа қалалардан ерекшеліктері	Жауап саны	% қатынасы
Мемлекет астанасы	217	43,4
Бейбітшілік және Келісім орталығы	84	16,8
Жаңа заманауи қала	129	25,8
Қаражат және жұмыс орталығы	44	8,8
Өнеркәсіпті қала	26	5,2
Барлығы	500	100,0

4 кесте

Астана халқы «марка қала» болуға дайын ба?

Астана халқы «марка қала» болуға дайын ба?	Жауап саны	% қатынасы
Дайын	298	59,6
Дайын емес	40	8,0
Орташа	80	16,0
Біршама дайын	11	2,2
Жоғары деңгейде дайын	71	14,2
Барлығы	500	100,0

Астананың маңызды мәдени мұрасы

Астананың маңызды мәдени мұрасы	Жауап саны	% қатынасы
Тарихи ескерткіштер	246	49,2
Табиғи ерекшеліктер	128	25,6
Жергілікті тамақтану	24	4,8
Жергілікті халықтың қарым-қатынасы	19	3,8
Қауіпсіздігі	83	16,6
Барлығы	500	100,0

Астана қандай қала?

Астана қандай қала?	Жауап саны	% қатынасы
Туристік қала	200	40,0
Өнеркәсіпті қала	70	14,0
Мәдени орталығы	112	22,4
Білім және ғылым орталығы	81	16,2
Жұмыс орталығы	37	7,4
Барлығы	500	100,0

Астана қаласының кемшіліктері

Астана қаласының кемшіліктері	Жауап саны	% қатынасы
Шөл және шөлейт аймақтағы қоныстануы	58	11,6
Қатал климаты	282	56,4
Желдің көп болуы	134	26,8
Судың аз болуы	16	3,2
Масалардың көп болуы	10	2,0
Барлығы	500	100,0

Астана қаласының артықшылығы

Астана қаласының артықшылығы	Жауап саны	% қатынасы
Мемлекет орталығында орналасуы	199	39,8
Үлкен жол тораптарының болуы	90	18,0
Жазық жерде орналасуы	77	15,4
Тарихи ерекшеліктер	26	5,2
Геосаяси жағдайы	108	21,6
Барлығы	500	100,0

Астана қаласының «марка қала» имиджінің марка құндылығына әсері сауалнамаға Астана қаласының қандай құндылықтарын марка деп есептейтіні туралы сұрақтар қойылды және зерттеу қорытындысы бойынша алынған мәліметтер негізінде қаланың танымалдылығы мен туризмді дамыту арасында тікелей байланыс бар екендігі айқындалды. Астананың имиджі мен негізгі ерекшеліктеріне қатысты «қаланың мемлекет орталығында орналасуы», «тарихи ерекшеліктер», «геосаяси жағдай», «туристік қала», «мәдени орталық», «жаңа заманауи қала», «Бәйтерек», «ӘКСПО—орталық», «табиғи ерекшеліктер», «қауіпсіздік», «Астана халқы қаланың маркаға айналуына дайын», «геосаяси жағдай» мәліметтер нәтижесінде Астана қаласының марка құндылықтары өте жоғары деген қорытынды алынды. Астана қаласының имидж талдау бойынша қаланың «шөлді және шөлейт аймаққа қоныстанғанын» және «климаты қатал» екенін көрсетеді (9–11 кестелер).

Қаланың абстрактілі бейнесінің элементтері

Қаланың абстрактілі бейнесінің элементтері	Орташа	Стандарт
Таза	3,5702	3,25–4,24
Қауіпсіз	3,7105	3,25–4,24
Заманауи	3,8509	3,25–4,24
Дамыған	3,8895	3,25–4,24
Туристік	3,7719	3,25–4,24

Астана қаласының артықшылықтары

Астана қаласының артықшылықтары тақырыбына сәйкес жүргізілген зерттеу қорытындысы бойынша төмендегідей нәтижелер алынды.

Астана қаласының артықшылықтары

Астана қаласының артықшылықтары	Орташа	Стандарт
Табиғи көріктілігі	3,7962	4,24
Тарихи ерекшеліктері	4,1509	4,24
Геосаяси орналасуы	4,1509	4,24
Жергілікті тамақ мәдениеті	3,8679	4,24
Демалыс орындары	4,0702	4,24
Географиялық жағдайы	4,1132	4,24
Жазық жерде орналасуы	4,0189	4,24
Туристік орталықтары	4,3774	4,24
Экологиялық сапасы жоғары	3,9825	4,24

Астана қаласының ең маңызды артықшылықтары оның табиғи көріктілігі, тарихи байлығы, қалаға тасымалдаудың қарапайымдылығы, геосаяси қоныстану, жергілікті тамақтану мәдениеті, жергілікті турлар мен саяхаттар, жаңа заманауи қала, қоршаған ортаның сапасы, тазалық, жақсы мүмкіндіктер болып саналады. Қаладағы жасыл алаңдар, ұлттық парктер, демалыс орындары, түнгі ойын-сауық орындары, демалыс пен адамдар үшін жайлы жағдай, байланыс инфрақұрылымы, көлік сапасы ең жоғары деңгейде бағаланады.

Астана қаласының кемшіліктері

Астана қаласының кемшіліктері	Орташа	Стандарт
Шөл және шөлейт аймақта қоныстануы	2,0912	2,24
Қатал климатқа ие болуы	2,1386	2,24

Астана қаласының кемшіліктері бойынша жүргізілген сауалнамалардың нәтижелері бойынша қатал климаты мен шөлдi, шөлейтгi аймақтарда қоныстануы.

Талқылау

Астана қаласын зерттеу қорытындысы бойынша «Марка қала» абстрактілі 10 бейненің ішіндегі ең мықтысы — қаланың «заманауи» және «дамыған жаңа астана», «қауіпсіз» және «таза қала» ретінде қабылдануы.

Астананың «ерекше бедел–бейнесі» факторларының бірі Сарыарқа даласында еліміздің жаңа астанасын қалыптастыру, мемлекетімізді нығайтып, көркейтетін жаңа мәдени және ғылыми, саяси және экономикалық ауқымды ортаның, айбынды және қуатты орталықтың «қазіргі заманғы астанасын» құру болып табылады. Туризм үшін экономикалық және демографиялық әлеуеті бар

Астана қаласының қалыптасуы жан—жақты даму болашағын айқындайды. 1998 жылы ЮНЕСКО декларациясында Астана «Бейбітшілік қаласы» ретінде таныстырылып, медальмен марапатталды. Бразилияда өткен Әлем чемпионатында Астана әлемнің 12 қаласы арасында ең жоғары атаққа ие болды. 1998 жылы Астана бүкіл әлемдік еркін экономикалық аймақтарының халықаралық қауымдастығының мүшесі болды, Астанада халықаралық симпозиумдар мен конгрестер ұйымдастырылды. Астана белгілі жапон сәулетшісі Кишо Курокаваның «өмір сүру принципі» жобасы бойынша салынды. Астанада халықаралық маркетинг жұмыстарын ұйымдастыру нәтижесінде шетелдік туристер санын ұлғайтты. Астана құрылысына тікелей шетелдік инвесторларды тартты. Астананың маңызды өнеркәсіптік әлеуетін арттырды, ойын-сауық орындары мен әлемдік деңгейдегі туризм нысандарының болуы — қаланың ерекше имиджінің қалыптасуына әсер етті.

Елорданың имиджін қалыптастыру бағытындағы зерттеу мен зерттеудің талдауы қаланың бірегей және ерекше элементтеріне ие екендігін көрсетеді. «Астана имиджінің элементтері қаланың «Марка қала» болу үшін жеткілікті ме?» деген ең маңызды сұрағы бойынша жүргізілген сауалнама бойынша «елдің тарихи, экономикалық, саяси және мәдени орталығы, заманауи қала» деген қорытындыға келеді. Сауалнама бойынша Қазақстан халқының жауабынан Астананың «Марка қалаға» айналу әлеуеті жоғары екендігін айқындалды. Астана қаласының «Марка қала» әлеуеті саяси тұрақтылық, қауіпсіздік, өнеркәсіп, тарих, мәдениет, сауда, экономика және туризм болып табылады. Қала «марка қала» брендингі үшін сыртқы келушілер мен инвесторлар үшін керемет ерекшеліктер болуы керек. Осыған байланысты, алдымен жоғары әлеуетті деп саналатын салаларға инвестиция салу керек, сол саланы көрсетіп, сол салаларды тиімді түрде алға жылжытып, соңында қайтарымды бақылау және бағалау қажет.

Астана қаласының көрікті жерлерін пайдалана отырып, жасалатын Астана қаласының имиджіне Елорданың жаңа мәртебесі және қаланың қазіргі заманғы келбеті, оның тарихи байлығы, инфрақұрылымы және геосаяси жағдайы, географиялық жағдайы, туризмді дамыту, Ақмола–Қараөткел өңірінің ежелгі ескерткіштері, археологиялық қазба жұмыстары, Ұлы далада ежелгі елдің бай, әскери–жеке тәжірибесіне негізделген өзара үйлестірілген, құрылыс мәдениеті бар қала тарихы, Есіл өзенінің жағасында орналасуы, Ұлы Жібек жолында орналасқан стратегиялық маңызы бар қала мәртебесінің болуы маңызды артықшылықтар берілді.

Қорытынды

Әлемдік елдердің тәжірибесі бойынша бір мемлекеттік деңгейдегі қаланың маркаға айналуы үшін жылына кемінде 5–10 миллион турист келуі керек, ал әлемдік деңгейдегі қаланы маркалау үшін (мысалы, Парижмен салыстырғанда) жылына кемінде 20–30 миллион адам келуі қажет. Бұл дегеніміз, елде немесе бүкіл әлемде сіздің қалаңыздың атауы соншалықты керемет болғанымен қаланы «Марка қала» деп атауға, жарнамалауға ешқашан мүмкін емес деген сөз. Стратег Саймон Анхольт: *«minmi кішкентай ауылдарда да олар туралы аз білетін адамдардың көз алдында марка бейнесі бар. Бұл кез-келген түрдегі маркасы жоқ ел болуы мүмкін, бірақ оның атын ешкім естімеген ел»*. Дегенмен әрбір елді мекеннің ерекшеліктері марканың қалыптасуына мүмкіндік қалыптастыратын туризмнің дамуымен өте тығыз байланысты екендігін айқындайды.

Осыған орай қаланың маркасы ең алдымен қаланың тартымдылығын арттыруға, оның тарихи және туристік көрікті жерлерін дамытуға, жергілікті өнімдер мен қызметтерді жариялауға бағытталған жұмысты қамтиды. Осыған байланысты қаланың өмір сүру сапасы да өзгереді, қаланы стратегиялық жоспарлау арқылы марка имиджі де қалыптасады.

1999 жылы ЮНЕСКО–ның «Әлем қаласы» атағын алған Астана қаласы әлемдегі ең ақылды, заманауи қалалардың бірі ретінде Еуразияның мәдени, ғылыми, өнеркәсіпті, туризм дамыған ерекше үлгіге тән қаланың біріне айналды. 2010 жылы өткен Summit OBSE, ЭКСПО–2017 халықаралық көрмесі Астана қаласының марка имиджін қалыптастыратын маңызды іс шаралар болды. Халықаралық көрмедегі энергетикалық нарықтардың жаһандануы Қазақстан Республикасының Ұлттық жетістіктерінің бірі болып табылады. ЭКСПО–2017 көрмесін сәтті өткізуі Қазақстандағы туристік сектордың дамуына әсер етті. Туроператорлардың қызметтеріне сұраныс екі есеге жуық өсті. Астанада жұмыс орындарының саны 10 %–ға артты, ал бюджеті қызмет көрсету саласынан 1,2 есеге артты.

2017 жылғы 1 қаңтардан бастап Қазақстан 45 елде (Еуропа, Азия және Америка) визаның күшін жойды, ал 48 елге виза беру рәсімі оңайлатылды. Соңғы уақытта Астана қаласына келетін туристер саны артып келеді. 2018 жылғы шілдеде Қазақстан астанасы Астанада Жібек жолы елдері мэрлерінің форумында Қазақстан Республикасының жаңа туристік топонимдері жарияланды, онда әлемдік

туризмге арналған туристік тартымдылық объектілері ұсынылды. Форумға 60–тан астам елден 2 мыңнан астам қатысушы, оның ішінде Жібек жолы елдерінен 70 мэр, 30 көшбасшы, бүкіл әлем бойынша 200 ірі сауда палаталары мен көпұлтты компаниялар, 150–ден астам шетелдік баяндамашылар мен модераторлар қатысты. Форум аясында Еуразиялық экономикалық ынтымақтастық ұйымының Бас хатшысы Владимир Пискурев «Халықаралық туристік тартымдылықты және тұрақты туризмді дамыту Комитетінің» атынан Астана қаласының әкіміне Астананың ең маңызды және танылған белгішесі «Астана — Бәйтерек» мұнарасының ерекше туристік тартымдылық объектілерінің дүниежүзілік тізіміне енгізілгенін растайтын халықаралық сертификатты ұсынды. Сондай-ақ, ерекше туристік тартымдылығы бар нысандардың әлемдік тізімге енгізілгенін растайтын сертификат Астанадағы «Нұр Астана» орталық мешітіне табыс етілді. Шетелдік туристердің жартысынан астамы (51 %) Астанаға іскерлік сапарлар үшін келеді. Қазақстанның туристік саласының 2017 жылғы ең жоғарғы көрсеткіші ЭКСПО-мен байланысты болды.

Статистикалық сараптамаға сәйкес 2017 жылы Астанада тұрғын үйге қызмет көрсететін келушілер саны 35 %-ға 990 мың адамға дейін, сырттан келушілер туризмі 18,3 % — ға (7,7 млн адамға дейін), ішкі туризм 20,2 % — ға (5,56 млн адамға дейін) өсті.

Астана — еліміздің туризм тұрғысынан дамыған, марка имиджі де қалыптасқан замануи қала. Астана қаласының маркасы туристік мүмкіндіктер шеңберінде айқындалады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Ak M. Marka Yönetimi ve imaj / M. Ak. — Istanbul: Kültür Sanat Basım Evi, 2011. — 179 s.
- 2 Avcılar M.Y. Şehir Markası Kavramı ve Marka Şehir Yaratma Stratejilerine Yönelik Literatür İncelemesi / M.Y. Avcılar // Journal of social sciences and humanities researches. — 2015. — Issue 34. — P. 76–94.
- 3 Çağatay Ü.S. Turizm Pazarlaması / Ü.S. Çağatay. — Istanbul: Litera Türk Nüve Kültür, 2007. — 254 s.
- 4 Çerçi A. Destinasyon Markalama ve Yavaş Seferihisarın Destinasyon Marka İmajı / A. Çerçi. — Ankara: Yüksek lisans Tezi, 2013. — 62 s.
- 5 Назарбаев Н.Ә. Еуразия жүрегінде / Н.Ә. Назарбаев. — Астана, 2006. — 192 б.
- 6 Sadykova D. Kuzey Kazakistan ekonomik bölgesinin kalkinmasına Astana şehrinin «Marka şehir» / D. Sadykova // Dotor a tezi. — Nigde, 2019. — 143 s.

Д.А. Садыкова

Формирование имиджа «город-марка» посредством развития туристического потенциала города Астаны

В глобализованном мире развивается конкуренция не только между странами и компаниями, но и между городами и экономическими регионами. Маркетинг, являющийся одним из важных элементов конкуренции, важен не только с точки зрения международного туризма, привлечения иностранных инвесторов, а также для государства, в целом, но и для субэкономических регионов, так называемых «мест». В последние годы понятие о все возрастающем брендинге и марке города превращается в одну из важных тем, принятых на международном уровне. Наряду с концепцией «город-марка», возникшего из нидерландского языка как «местный брендинг», «местный маркетинг» «местные продажи», демонстрирует высокий уровень влияния способа «Brand City». На самом деле, каждый город является своеобразным брендом, отличающимся своими географическими особенностями, продукцией, рекреационными ресурсами, градостроительным планом или историческими ценностями. У каждого города на земле есть свои особенности и отличия. Однако каждый бренд не имеет одинакового значения для городов. Признание достижения городом уровня «города-марки» связано с признанием достижений страны. Становление города «маркой» также важно и для конкурентоспособности страны в туристическом плане. Казахстан в масштабе всего мира является страной с высоким туристическим потенциалом. В нашей стране много городов, имеющих свои исторические и природные особенности. Определение особенностей Астаны как одного из новых и прорывных городов Казахстана — «городом-маркой» станет основой для применения в качестве модели для других городов страны. В то же время, как и известные брендовые города многих крупных стран, он прокладывает путь для продвижения казахстанских городов в мире посредством брендинга.

Ключевые слова: Астана, «город-марка», государство, туризм, экономика, имидж, рекреационная зона.

D.A. Sadykova

Development of tourism through the formation of the image of Astana (Nur-Sultan) as a “brand city”

In a global world, competition has developed not only between countries and companies, but also between cities and economic regions. Marketing, which is one of the most important elements of competition, is significant not only for the country's Reputation, Economy, International Tourism, gaining the honor of attracting foreign investors, but also for the state as a whole, as well as for sub-economic regions called “local lands”. In recent years, the growing branding of the city and the brand the concept of the city has become one of the paramount topics accepted internationally. Alongside the concept of the “brand city” originating from the Dutch language, local branding, local marketing and local sales demonstrate a high level of influence of the “brand city”. In fact, each city is a brand that stands out for its geographical features, products, recreational resources, urban planning, or historical values. Each city on earth has its characteristics and differences. However, not all brands have the same value for cities. The recognition of the achievements of the city “branding” is related to the recognition of the achievements of the region and the state. Being a “brand city” is also considerable for the competitiveness of state tourism. Kazakhstan is one of the countries with the highest tourist potential at the world level. There are many cities in the country that have natural and historical features. The identification of the features of one of the new and dynamic cities of Kazakhstan — Astana (Nur-Sultan) as a “brand city” — will be the basis for applying it as a model for other cities of the state. At the same time, branding of cities of Kazakhstan, as well as well-known brand cities of many major countries, paves the way for the promotion in the world.

Keywords: Astana, brand city, state, tourism, economy, image, recreation area.

References

- 1 Ak, M. (2011). *Marka Yönetimi ve imaj [Brand management and image]*. Istanbul: Kültür Sanat Basım Evi, 179 [in Turkish].
- 2 Avcılar, M.Y. (2015). Şehir Markası Kavramı ve Marka Şehir Yaratma Stratejilerine Yönelik Literatür İncelemesi [Literature Review on the Concept of a City Brand and Strategies for Creating a Brand City]. *Journal of social sciences and humanities researches*, 34; 76–94 [in Turkish].
- 3 Çağatay, Ü.S. (2007). *Turizm Pazarlaması [Tourism marketing]*. Istanbul: Litera Türk Nüve Kültür [in Turkish].
- 4 Çerçi, A. (2013). *Destinasyon Markalama ve Yavaş Seferihisarın Destinasyon Marka İmajı [Destination Branding and Slow Navigation Wrap Destination Brand Image]*. Ankara: Yüksek lisans Tezi [in Turkish].
- 5 Nazarbayev, N.A. (2006). *Yeuraziia zhureginde [Eurasia in my heart]*. Astana [in Kazakh].
- 6 Sadykova, D. (2019). Kuzey Kazakistan ekonomik bölgesinin kalkınmasına Astana şehrinin «Marka şehir» [Development of the North Kazakhstan economic region as “Brand city”]. *Doctor's thesis*. Nigde [in Turkish].

Z.A. Murzagulova*, T.V. Karnaukhova, I.B. Fakhrudanova, R.M. Tazitdinova

Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

**Corresponding author: zhazira0402@gmail.com*

Use of the Earth Remote Sensing Data to assess the state of recreational forests in the Kokshetau National Park

Currently, modern satellite systems are increasingly used in various areas of studying natural resources and the dynamics of natural phenomena, and in carrying out an ecological assessment of the state of the environment. At the same time, remote sensing data provide greater visibility, data acquisition in dynamics, high speed of image acquisition, and transmission. The article presents the results of spatio-temporal changes in the vegetation biomass of the Kokshetau National Park based on the calculation and analysis of the vegetation index. Based on the analysis of the NDVI values, the tendencies of changes in phytomass were estimated and correlations with the main climatic characteristics of the territory for the studied period were revealed. For the research, we used Landsat satellite images and geoinformation mapping in the ArcGIS software package. In general, there is a negative trend in the values of the indices for the forests of all functional zones over a 10-year period. For the preservation and further renewal of forests, the National Park of Kokshetau needs to carry out a number of regulatory measures.

Keywords: National Park, NDVI, ArcMap, assessment, forests, forest fires, space images, vegetation indices.

Introduction

Forests are an important recreational resource for the national parks of the steppe zone of Kazakhstan. Among the positive functions of forests, it is especially worth noting their medicinal and restorative properties, which have a beneficial effect on the human condition. The forests of the national parks are intended for use in nature conservation, local history, scientific and cultural purposes, and for regulated tourism.

The forests of the mountainous areas of the natural park are relict — this is the main value and attractiveness of the park, therefore, much attention is paid to their current state (Fig. 1). The main coniferous species are Scots pine (*Pinus sylvestris*), occupying the foothills, slopes, and tops of low hills and ridges. The admixture contains downy birch (*Betula pubescens*), drooping birch (*Betula pendula*), and aspen (*Populus tremula*). Pure birch and aspen forests grow in lowland, along the banks of rivers and lakes [1].



Figure 1. Mountain-forest landscapes of the Kokshetau National Park

Kokshetau National Park is located in the southern steppe zone. A significant part of its territory is used for arable land and pastures. Forests cover limited areas. Therefore, in 2017, about 50,000 people visited the Kokshetau National Park for tourist and recreational purposes. This flow will likely increase in the future. Therefore, the problem of preserving and renewing relict forests on the territory of Kokshetau National Park is urgent.

The aim of this study is to assess the condition of the forests of Kokshetau National Park.

Effective work of national parks is largely determined by the correct zoning of the territory. The territory of the national park is divided into sections where different modes of protection, recreational use, as well as various works are conducted. Each functional zone has its own spatial and temporal management regulations, in which activities carried out that, aimed at fulfilling the assigned tasks for the entire national park. Each functional area has its boundaries. The following functional zones are distinguished within the boundaries of the national parks: reserved regime, ecological stabilization, limited economic activity, tourism and recreational activities.

We assessed the state of recreational forests within three zones: reserved regime, ecological stabilization, tourism and recreational activities. We did not include the forests of the zone of limited economic activity in the research, since in this zone the forests perform a different function. The state of vegetation largely depends on the content in plant cells' photosynthetic pigments and moisture. Today, it is rather difficult to determine the absolute values of these indicators using remote sensing methods, but we can use relative indicators of vegetation status based on spectral vegetation indices. This method makes it possible not only to carry out large-scale monitoring and assessment of landscapes through the spectral characteristics of the surface, but also to carry out a retrospective analysis of changes in the state of vegetation. It can also be used to assess the dynamics of changes in vegetation cover.

Experimental

The conditions of forests are often assessed by biomass productivity. To obtain this indicator, we calculated the normalized difference vegetation index for 2010–2019. This index can be used to judge the development of the green mass of plants during the growing season. More developed vegetation has high NDVI values; less developed vegetation has low NDVI values [2, 3]. The selection of satellite images was carried out on the official website of the US Geological Survey, taking into account the research period, minimum cloud cover and the growing season [4]. We used satellites images from Landsat 5, 7, 8 obtained in July–August from 2010 to 2019 to analyze changes in forest productivity. The calculations of the values were carried out in the ArcMap10.3 software package and using the Excel program.

The first step was to calculate the NDVI index values for each image using the Raster Calculator tool. The index was calculated according to formula (1):

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}, \quad (1)$$

where *NIR* — reflection in the near-infrared spectrum, *Red* — reflection in the red range of the spectrum [5, 6]. Figure 2 shows the change in the state of vegetation cover for 2010 and 2019.

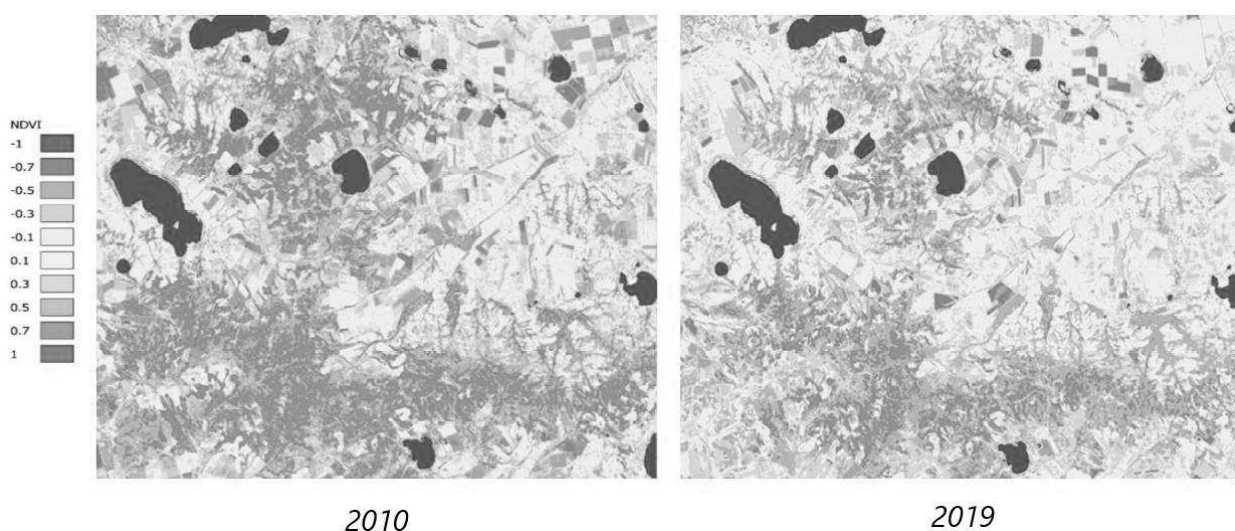


Figure 2. Change in the state of vegetation in 2010 and 2019

Further, within the boundaries of each functional zone of the Kokshetau National Park, the average values of the NDVI index was calculated using the ArcMap spatial analysis toolkit.

The calculated average NDVI values for each functional area for assessing the state of forest cover are presented in the form of a line diagram.

Results and Discussion

The graphs reflecting the changes in the NDVI values of forests of various functional zones over ten years have approximately the same course (Fig/ 3). The highest index values are for the forests of the reserved regime, the average values are for the forests of the zone of tourism and recreational activities, the lowest values are for the forests of the zone of household stabilization.

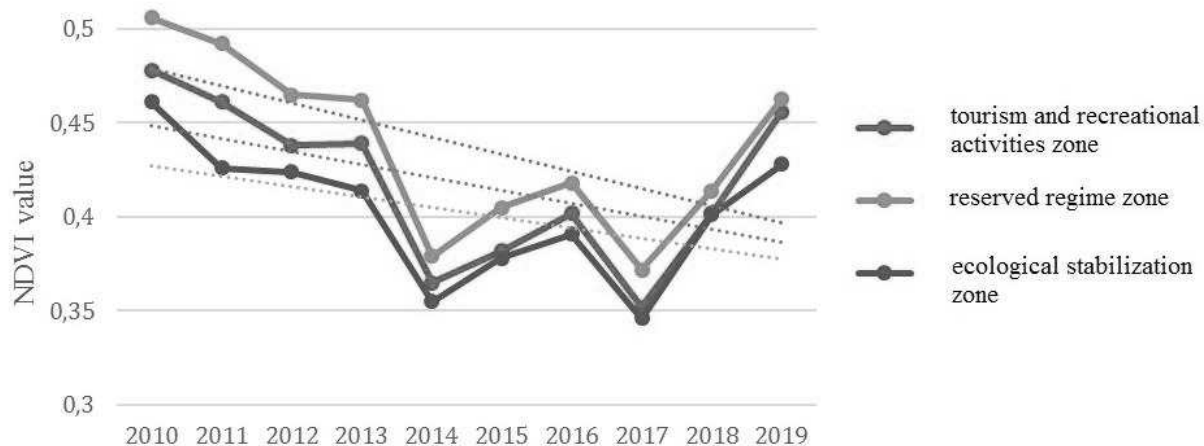


Figure 3. Graph of changes in NDVI values of forests of functional zones depending on the year

In 2010, the NDVI values for the forests of all functional zones were at their maximum. Further, there was a gradual decline in indicators until 2013, which turned into a sharp decline in 2014. In the next two years, the value of the indices indicated a slight rise, and then a second sharp decline in 2017. Since 2017, we have noted a rapid increase in the NDVI values of forests of all functional zones, but it should be noted that in 2019, these values remain below the level of 2010. Thus, in general, there is a negative trend in the values of indices for forests of all functional zones over a 10-year period.

As known, the decline in the NDVI index may be related to climatic conditions [7]. High air temperature combined with low precipitation can cause drought, worsening the condition of vegetation. Thus, to determine the reasons for the decline in the index, we analyzed the temperature and precipitation trends over the period under study. We calculated the average air temperatures and average precipitation for the summer periods 2010–2019 (Fig. 4).

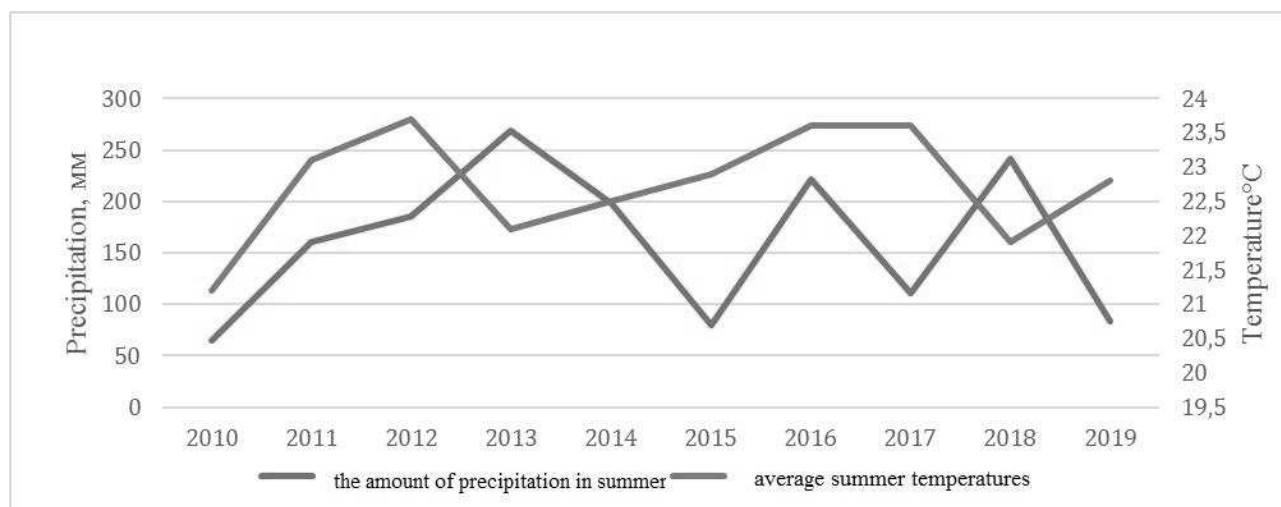


Figure 4. Average change of air temperatures and precipitation during the summer months in NP Kokshetau, 2010–2019

Analysis of the graphs illustrates that in the years with the lowest NDVI values (2014 and 2017), the average monthly air temperature, as well as the average monthly precipitation, were not minimal. Thus, we cannot associate low NDVI values with low values of average monthly air temperature and average monthly precipitation. Since we did not find a relationship between the fall in NDVI values and climatic indicators, we analyzed other factors. We classified forest fires as such factors. Forest fires can have a profound effect on the health of forests because they spread during the summer fire-hazardous period [8]. Therefore, we analyzed the number and area of fires in the forests of the national park from 2014 to 2018 (Tab. 1).

Table 1

The number and area of fires in the forests of the Kokshetau National Park since 2014 to 2018

Branch names	2014 quantity / hectare	2015 quantity / hectare	2016 quantity / hectare	2017 quantity / hectare	2018 quantity / hectare	Total: quantity / hectare
Airtau	-	1/0,01	-	-	2/0,08	3/0,09
Arykbalyk	-	-	-	2/1,3	1/0,62	3/1,92
Shalkar	4/4,68	1/0,12	-	2/3,2	1/0,3	8/8,3
Zerenda branch	4/0,39	4/0,07	2/0,48	-	1/0,6	11/1,54
Ormandy-Bulak	-	-	-	-	1/0,07	1/0,07
Total:	8/5,07	6/0,2	2/0,48	4/4,5	6/1,67	26/11,92

Analysis of the table shows that in 2014 and 2017, fires covered a significant area of the national park. The main cause of fires is non-observance of fire safety rules in forests. Thus, it can be stated that the decline in the NDVI index values in all functional zones is associated with forest fires.

Conclusions

Analysis of the dynamics of forest productivity using the NDVI index for 2010–2019 showed that the highest values of the index are for forests of the protected regime, the minimum values are for forests in the zone of ecological stabilization. It was found that two sharp drops in the NDVI index values in 2014 and 2017 for the forests of all the zones under consideration are associated not with climatic conditions, but with fires. In general, there is a noticeable downward trend in productivity for forests of all functional zones.

Analysis of the state of forests in terms of biomass productivity showed that in order to preserve and further regenerate forests, the Kokshetau National Park needs to carry out a number of regulatory measures.

References

- 1 Казбеков А.А. Национальный природный парк «Кокшетау» / А.А. Казбеков, К.Е. Сагадиев. — Кокшетау: Кокше-Полиграфия, 2002. — 160 с.
- 2 Мырзагалиева А.Б. Ресурсы лекарственных растений / А.Б. Мырзагалиева. — Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2012. — 316 с.
- 3 Исаев А.С. Использование спутниковых данных для мониторинга биоразнообразия лесов / А.С. Исаев, С.В. Князева, М.Ю. Пузаченко, Т.В. Черненко // Исследование Земли из космоса. — 2009. — № 2. — С. 1–12.
- 4 Кравцова В.И. Особенности дешифрирования северных лесов на космических снимках сверхвысокого разрешения / В.И. Кравцова // Лесоведение. — 2013. — № 1. — С. 56–65.
- 5 Спивак Л.Ф. Спутниковые вегетационные индексы для территории Казахстана / Л.Ф. Спивак, И.С. Витковская, Н.Р. Муратова, М.Ж. Батырбаева. — Алматы, 2017. — 121 с.
- 6 Муратова Н.Р. Оценка состояния естественной растительности Прикаспийского региона в зависимости от погодных и ландшафтных особенностей / Н.Р. Муратова, С. Северская, А.Г. Терехов, Н.Т. Аманова, Н. Цычуева // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2006. — Т. 3, № 2. — С. 351–358.
- 7 Черепанов А.С. Вегетационные индексы / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика. — 2011. — № 2. — С. 98–102.
- 8 Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 416 с.

Ж.А. Мурзагулова, Т.В. Карнаухова, И.Б. Фахруденова, Р.М. Тазитдинова

Көкшетау ұлттық паркінің рекреациялық ормандарының жағдайын бағалау үшін қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану

Қазіргі кезде заманауи спутниктік жүйелер табиғи ресурстар мен табиғат құбылыстарының динамикасын зерттеудің әр түрлі салаларында, сондай-ақ қоршаған ортаның жай-күйіне экологиялық баға беру кезінде көбірек қолданылуда. Сонымен бірге қашықтықтан зондтау деректері үлкен көрінуді, динамикалық деректерді жинауды, суреттерді алу мен берудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді. Мақалада Көкшетау ұлттық паркінің рекреациялық ормандарының жағдайын бағалау үшін Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану нәтижелері келтірілген. Бұл мәселені шешу үшін өсімдік жамылғысының сандық бағаларын қолдана отырып, спектрлік мәліметтерді өңдеу әдісі таңдалды, яғни өсімдіктердің нормаланған айырмашылығы индексі (NDVI). Зерттеу үшін Landsat спутниктік кескіндерін және ArcGIS бағдарламалық кешеніндегі геоаппараттық карталар қолданылған. Тұтастай алғанда, 10 жылдық кезең ішінде барлық функционалды аймақтардың ормандары үшін көрсеткіштер мәнінде теріс тенденция байқалады. Ормандарды сақтау және одан әрі қалпына келтіру үшін Көкшетау ұлттық саябағы бірқатар реттеуші шараларды қабылдауы керек.

Кілт сөздер: ұлттық парк, NDVI, ArcMap, бағалау, ормандар, дала өрттері, жерсеріктік суреттер, өсімдіктер индексі.

Ж.А. Мурзагулова, Т.В. Карнаухова, И.Б. Фахруденова, Р.М. Тазитдинова

Использование данных дистанционного зондирования Земли для оценки состояния рекреационных лесов Кокшетауского национального парка

В статье представлены результаты дистанционного зондирования Земли, использованные при оценке лесов Национального парка Кокшетау. Для решения этой задачи был выбран метод обработки спектральных данных с использованием количественных оценок растительного покрова — нормированный разностный вегетационный индекс. Кроме того, применялись спутниковые снимки *Landsat* и геоинформационные карты в программном пакете *ArcGIS*. В целом, заметна отрицательная динамика значений показателя по лесам всех функциональных зон за 10-летний период. Для сохранения и дальнейшего восстановления лесов Кокшетаускому национальному парку рекомендовано провести ряд регуляционных мероприятий.

Ключевые слова: национальный парк, нормированный разностный вегетационный индекс (NDVI), ArcMap, оценка, леса, лесные пожары, космические снимки, геоинформационные карты.

References

- 1 Kazbekov, A.A., & Sagadiev, K.E. (2002). *Natsionalnyi prirodnyi park «Kokshetau» [National Natural Park “Kokshetau”]. Kokshetau: Kokshe-Poligrafia [in Russian].*
- 2 Myrzagalieva, A.B. (2012). *Resursy lekarstvennykh rastenii [Resources of medicinal plants]. Ust-Kamenogorsk: Izdatelstvo Vostochno-Kazakhstanskogo gosudarstvennogo universiteta imeni S. Amanzholova [in Russian].*
- 3 Isaev, A.S., Kniazeva, S.V., Puzachenko, M.Yu., & Chernenkova, T.V. (2009). Ispolzovanie sputnikovykh dannykh dlia monitoringa bioraznoobraziia lesov [Using satellite data to monitor forest biodiversity]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa — Exploration of the Earth from space*, 2, 1–12 [in Russian].
- 4 Kravtsova, V.I. (2013). Osobennosti deshifirovaniia severnykh lesov na kosmicheskikh snimkakh sverkhvysokogo razresheniia [Peculiarities of interpretation of northern forests on ultra-high resolution satellite images]. *Lesovedenie — Forestry*, 1, 56–65 [in Russian].
- 5 Spivak, L.F., Vitkovskaia, I.S., Muratova, N.R., & Batorybaeva, M.Zh. (2017). *Sputnikovye vegetatsionnye indeksy dlia territorii Kazakhstana [Satellite vegetation indices for the territory of Kazakhstan]. Almaty, 121 [in Russian].*
- 6 Muratova, N.R., Severskaia, S., Terekhov, A.G., Amanova, N.T., & Tsycheva, N. (2006). Otsenka sostoiianiia estestvennoi rastitelnosti Prikaspiiskogo regiona v zavisimosti ot pogodnykh i landshaftnykh osobennostei [Assessment of natural vegetation state of the Caspian region depending on weather and landscape characteristics]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniia Zemli iz kosmosa — Modern problems of distant zoning of the Earth from space*, 3 (2), 351–358 [in Russian].
- 7 Cherepanov, A.S., & Druzhinina, E.G. (2011). Vegetatsionnye indeksy [Vegetation indexes]. *Geomatika — Geomatics*, 2, 98–102 [in Russian].
- 8 Puzachenko, Yu.G. (2004). *Matematicheskie metody v ekologicheskikh i geograficheskikh issledovaniiaakh [Mathematical Methods in Environmental and Geographic Research]. Moscow: Izdatelskii tsentr «Akademii» [in Russian].*

М.С. Құрманова^{1,2*}, А.С. Мадиев³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

²«Қазгидромет» РМҚ, Алматы, Қазақстан

³«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

*Хат-хабарларға арналған автор: meruert.kurmanova@mail.ru

Атмосфералық жауын-шашын минерализациясының Қазақстан территориясы бойынша бақыланған өзгерісі

Мақалада Қазақстан Республикасының территориясында атмосфералық жауын-шашын минерализациясын зерттеудің негізгі нәтижелері келтірілген. Бірқатар көлдер аймағында жауын-шашын минерализациясының күрт төмендеуі мен жоғарылау тенденциясы бар екендігі анықталды. Жауын-шашын минерализациясының статистикалық маңызды өсу тренді Шалқар көлі (Ақтөбе облысы), Марқакөл көлі маңындарында бақыланса, төмендеу тренді Балқаш (батыс бөлігі), Билікөл, Үлкен Шабакты, Кіші Шабакты және Бурабай көлдері аумағында анықталды. Жауын-шашын жер үсті және жер асты суларының пайда болуының негізгі факторы болып табылады. Қазақстан территориясының аумағының үлкендігіне, орографиялық және климаттық жағдайына байланысты территория аумағында жауын-шашынның әркелкі таралуы бақыланады. Еліміздің едәуір бөлігі, таулы аймақтарды қоспағанда, атмосфералық жауын-шашынның тапшылығын сезінуде. Геохимия ғылымында атмосфералық жауын-шашын химиялық құрамын зерттеу атмосфера–жер беті–теңіз арасындағы тұздық алмасуды сипаттайды. Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым (ДМҰ) бағдарламасы бойынша жауын–шашын сынамасынан: аниондар — сульфаттар, хлоридтер, нитраттар; катиондар — аммоний, натрий, калий, кальций, магний; ауыр металдар — қорғасын, мыс, кадмий, мышьяк, қышқылдық және үлесті электрөткізгіштік анықталады. Атмосфералық жауын-шашын химиялық құрамындағы әртүрлі коспаларды білу агрохимиктер, гидрохимиктер, гидрогеологтар мен геохимиктер үшін табиғи және жер үсті суларын, топырақтың беткі қабатын зерттеу, алдын алу шараларын жүргізу үшін, сондай-ақ, санитарлық-гигиеналық мақсаттарға, өндірістік аудандардағы ауа ластану деңгейін анықтау үшін де өте маңызды.

Кілт сөздер: атмосфералық жауын шашын, ион суммасы, тренд, көл, сынама, статистикалық маңыздылық, гидрохимия, гидрология.

Kіріспе

Жауын-шашын жер бетіне жаңбыр, қар, бұршақ, шық және қылау түрінде түседі. Олар ауадағы конденсацияланған су буын білдіреді. Атмосфералық су химиялық тұрғыдан нашар зерттелген.

Атмосфералық жауын-шашынның химиялық құрамы бұлт түзілетін атмосфера қабаты ластануының интегральді сипаттамасы болып табылады. Атмосфералық жауын–шашын сынамасы ауылдық жердегі метеорологиялық станцияларда да, қалалық аймақтағы немесе өнеркәсіптік аудандарда орналасқан станцияларда да алынады. Ауылдық жерлердегі жауын–шашын сынамасы алынатын станциялар желісі ДМҰ атмосфера ластануының фондық бақылау станцияларына кіреді. Жауын–шашын сынамасын алуда сынамаға бөгде заттардың түсуін болдырмау керек. Атмосфераның фондық ластану мониторингі бақылау жүйесі минималды ластанған (базалық станция) аудандардағы метеостанцияларда және адамның шаруашылық әрекеті белсенді болатын аудандарда жүргізіледі. Яғни, адам шаруашылығының әрекеті белсенді болған сайын қоршаған ортаға түсетін экологиялық жүктеменің артуы немесе кемуі өзгеріске ұшырауы мүмкін. Талдау үшін жауын–шашынның алғашқы ең ластанған бөлігін алу қажет, сол себепті метеостанциялар тәуліктік жұмыс тәртібінде жұмыс жасауы маңызды. Сынаманы автоматты түрде алуда құрылғы қақпақты жауын–шашын жауып бастағанда ашып, ол тоқтаған соң жабады. Ол жауын–шашындағы рН және электрөткізгіштікті өлшейді. Сынама іріктеу ағаштардан, төбелерден, ғимараттардан, электр желілерінен, ауаның ластануының жергілікті көздері 100 м–ден аз емес қашықтықтағы ашық алаңда жүргізіледі. Сынаманы алу кезеңіне байланысты жиынтық және бір реттік сынама болуы мүмкін. Бір реттік сынама жекелеген кезеңдегі жауын–шашында немесе қарда алынады. Жауын–шашынды алу бірнеше минуттан бірнеше сағатқа, кей кездерде тәулік аралығында алынады. Егер жауын–шашын 1 сағаттан аз аралықта немесе өзгермеген бұлт жағдайында жиналатын болса, онда сынаманы бір ыдыста жинайды. 1 сағаттан астам

аралықта жинаса жекелеген ыдыстарға алады. Жиынтық сынамаға белгілі бір уақыт аралығында (ай, апта, тәулік) жиналған жауын-шашын кіреді. Мұндай сынама анықталатын компоненттердің орташа мәнін сипаттайды [1]. Сынамаларды зертханаға келіп түскеннен кейін 10 тәуліктен кешіктірмей талдайды. Мына макрокомпоненттер анықталады: рН мәні, электр өткізгіштігі, белсенді және жалпы қышқылдығы, макрокомпоненттердің массалық концентрациясы: сульфат-иондар, нитрат-иондар, хлорид-иондар, гидрокарбонат-иондар, аммоний, натрий, калий, кальций және магний иондары — және микрокомпоненттер: фосфат-иондар, мырыш, қорғасын, кадмий, марганец және никель иондары. 1-кестеде атмосфералық жауын-шашын сынамаларын химиялық талдау әдістері келтірілді.

К е с т е 1

Атмосфералық сынамаларды химиялық талдау әдістері

Анықталатын элемент	Талдау әдісі	Сынама көлемі, см ³
Аммоний ионы	Колориметрикалық	10
Үлесті электрөткізгіштік	Кондуктометрикалық	30
рН	Электрометрикалық	30
Гидрокарбонат ионы	Титриметрикалық	25
Сульфат ионы	Нефелометрикалық	25
Нитрат ионы	Колориметрикалық	10
Хлорид ионы	Титриметрикалық	50
Натрий, калий иондары	Жалынды фотометрикалық	10
Кальций, магний, цинк иондары	Жалынды атомдық-абсорбционды	10
Микроэлементтер	Жалынды атомдық-абсорбционды	400

Ескерту. Сынаманың аз көлемінде (250 см³-тен аз) ең алдымен рН, меншікті электр өткізгіштігі, белсенді қышқылдығы, сульфат-иондардың, нитрат-иондардың массалық концентрациясы және т. б. анықталады.

Қарқынды түрде ластаушы заттар атмосферадан жауын-шашынмен шайылуы барысында жойылады. Шайылып өту процесін шартты түрде екі кезеңге бөліп қарастырады. Бірінші кезеңде шайылатын ластаушы зат ядро конденсациясы болып, бұлт тамшысы құрылымында болады немесе түсетін жауын тамшысына айналмай тұрған даму кезеңіндегі бұлт тамшысында орын алады. Бұл кезең бұлтшілік шайылумен айқындалады. Екінші кезеңде ластаушы зат түсіп келе жатқан тамшысымен бірге төселме беткейге жанасқанға дейінгі аралықты қамтиды.

Атмосферадағы ірі бөлшектердің концентрациясына әсер ететін негізгі факторлар — эмиссия көздері және метеорологиялық факторлар [2]. Ғалымдар [3, 4] диаметрі 10 мкм (PM 10) және 5 мкм (PM 2.5) болатын бөлшектердің ылғалды шайылуында жауын-шашынның әсері жалпы жауын-шашын мөлшерінің, орташа қарқындылығының және ұзақтығының артуымен өседі деп санайды. Сондай-ақ, көптеген ғалымдар бұлттарды атмосфералық жауын-шашыннан тазартудың рөлін атмосфералық бақылаулар тұрғысынан зерттейді [5–7]. Мақалада [8] су сапасындағы ең үлкен өзгеріс жауын-шашыннан кейінгі 2-ші күні болатындығы және кейбір химиялық параметрлер концентрациясының өзгеруі ұзақ уақыт сақталатындығы анықталды. Судың сапасы ұзаққа созылған су деңгейінің төмен кезеңінде критикалық мәндерге дейін нашарлауы мүмкін [9]. Судың көптеген физикалық-химиялық параметрлері критикалық мәндерден асып кетуі мүмкін, бұл өзеннің экожүйесіне және биоценозына кері әсер етеді. Жауын-шашын мөлшері көбейген жерлерде судың сапасына әсер етуі мүмкін, өйткені жауын-шашынның көп мөлшері өзендер мен көлдерге ағып жатқан судың көбеюіне, шөгінділердің, қоректік заттардың, ластаушы заттардың, қоқыстардың, жануарлардың қалдықтары сумен қамтамасыз етуде немесе суды тазартуда, оларды жарамсыз, қауіпті етуі мүмкін. ДМҰ нұсқауына байланысты [10] фондық бақылау станцияларындағы сынама алу 7 тәулікті құрайды. Әрбір апталық кезең сейсенбі күні 08:00-де басталады [11].

Гидросфераның шамамен 94 %-ын мұхиттар мен теңіздер құраса, 4 %-ы жер асты суларының, шамамен 2 %-мұздықтар мен қарлардың (негізінен Арктика, Антарктида мен Гренландия), 0,4 %-құрлықтардағы жер үсті суларының (өзен, көл, батпақ) үлесіне тиеді. Су үнемі қозғалыста болғандықтан, оның көлемі мен сапасы уақыт және кеңістіктік тұрғыда өзгеріп отырады.

Гидросферадағы су қорының таралуы 2-кестеде берілген.

Гидросферадағы су қорының таралуы

Су объектілері	Су көлемі, л	Жалпы су көлемінен %-дық үлесі
Тұщы көлдер	125×10^{15}	0,009
Ащы көлдер мен ішкі теңіздер	104×10^{15}	0,008
Өзен арнасы	1×10^{15}	0,0001
Жер асты сулары (жарты миля)	$4,170 \times 10^{15}$	0,31
Терең жер асты сулары	$4,170 \times 10^{15}$	0,31
Мұздықтар	29000×10^{15}	2,15
Атмосфера	13×10^{15}	0,001
Әлемдік мұхит	1320000×10^{15}	97,2

2-кестеге сәйкес су қорының жер шары бойынша ең жоғарғы үлесі әлемдік мұхитқа және ең төменгі үлесі өзен арнасына тиесілі. Су ресурсы ғасырлық және қалпына келетін су қорлары болып бөлінеді. Ғасырлық табиғи су қорына (м^3 , км^3) көлдер, өзендер, мұздықтар мен жер асты суларындағы тұщы сулар кіреді. Қайта қалпына келетін су ресурсына ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{жыл}$, $\text{км}^3/\text{жыл}$) су айналымы процесінен жыл сайын жаңарып отыратын су көздері кіреді [12].

Көл суларының химиялық құрамы көлді қоректендіретін жер үсті және жер асты суларының құрамымен, физикалық-географиялық жағдайлардың кешеніне, сондай-ақ геологиялық құрылымына байланысты тығыз байланысты. Жауын-шашын жер үсті және жер асты суларының пайда болуының негізгі факторы болып табылады. Жауын-шашын мөлшері көбейген жерлерде судың сапасына әсер етуі мүмкін, өйткені жауын-шашынның көп мөлшері өзендер мен көлдерге ағып жатқан судың көбеюіне, шөгінділердің, қоректік заттардың, ластаушы заттардың, қоқыстардың, жануарлардың қалдықтары сумен қамтамасыз етуде немесе суды тазартуда, оларды жарамсыз, қауіпті етуі мүмкін. Жағалау бойындағы тұщы су ресурстарына теңіз деңгейінің көтерілу қаупі төніп тұр. Теңіз көтерілген кезде ащы су тұщы су аймақтарына ауысады. Бұл су менеджерлерін басқа тұщы су көздерін іздеуге мәжбүр етуі немесе ауыз сумен қамтамасыз ету ретінде пайдаланылатын кейбір жағалаудағы тұщы су қабаттарын тұзсыздандыру (немесе судан тұзды шығару) қажеттілігін күшейтуі мүмкін.

Зерттеу нысаны

Қазақстандағы бақылау көлдері. Қазіргі уақытта 30-ға жуық көл мемлекеттік мониторингпен қамтылған, бірақ біз өз жұмысымызда бақылау мәліметтерімен толығырақ қамтамасыз етілген көлдерге талдау жүргіземіз.

Зерттеу базасы

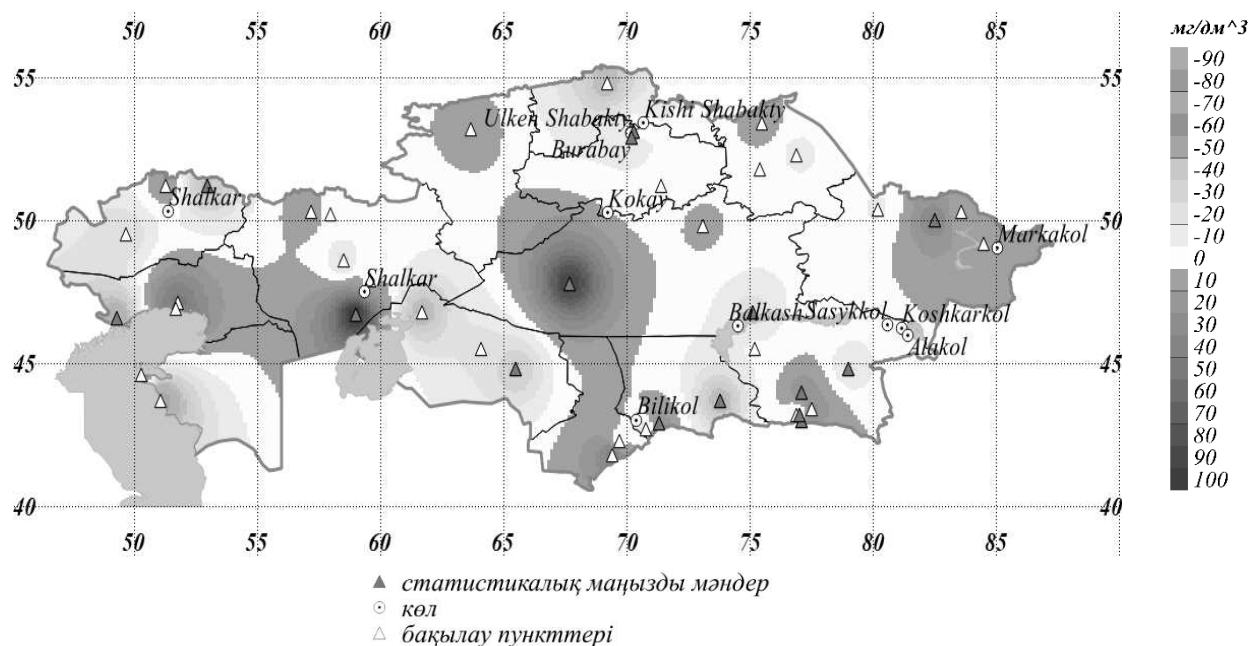
«Қазгидромет» РМК экологиялық мониторинг департаменті.

Материалдар және зерттеу әдістері

Жұмыста атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық ион суммасының құрамының 2001–2018 жж. кезеңіндегі уақыттық қатары қолданылды. Трендтің маңыздылығы Фишер тесті (F-тест) арқылы жүзеге асырылды. Фишердің критерийіне сәйкес ($\alpha=0,05$), қатардың ұзақтығы 18 жыл болса, тренд $\geq 4,41$ мәндерінде маңызды болып саналады.

Нәтижелер мен пікірталас

Қазгидромет ЭМД-де алынған орташа жылдық мәліметтер негізінде атмосфералық жауын-шашынның иондық құрамының өзгерісін (тренд) көрсететін карта Қазақстан территориясы бойынша тұрғызылды (1-суретті қараңыз).



1-сурет. Қазақстан территориясы бойынша атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық ион суммасының өзгерісі картасы

Жауын-шашынның орташа жылдық ион суммасының статистикалық маңызды өсу тренді Шалқар көлі (Ақтөбе облысы) маңындағы Аяққұм метеорологиялық станциясында 99,9 мг/дм³/10 жыл сайын бақыланса, Балқаш көлінің батыс бөлігінде маңызды төмендеу тренді 26,8 ...30 мг/дм³/10 жыл анықталды. Билікөл көлі аумағында минерализацияның төмендеуі әр 10 жыл сайын 6,5–10 мг/дм³ құрады. Үлкен Шабакты, Кіші Шабакты және Бурабай көлдерінде статистикалық маңызды минерализация мәндерінің төмендеуі 3,8...24,4 мг/дм³/10 жыл аралығында болды. Маркакөл көлі аумағында минерализация өсу тенденциясымен сипатталады, сәйкесінше (10–20 мг/дм³/10 жыл)

Қорытынды

Көптеген өнеркәсіптер, ауылшаруашылығы, ауыз сумен жабдықтау кәсіпорындары судың сапасына, атап айтқанда минералдануға белгілі бір талаптар қояды, өйткені тұздың көп мөлшері судағы өсімдіктер мен жануарлар организмдеріне, өнімнің сапасына кері әсерін тигізеді. Зерттеулердің нәтижелері қарастырылған су объектілері аумағында минерализация мөлшерінің өсуімен қатар, төмендеуі бақыланғанда көрінген. Экологиялық апаттардың алдын алу үшін көлдерде жан-жақты кешенді ғылыми зерттеулер мен қоршаған ортаны қорғаудың тиісті шараларын жүргізу қажет.

Әдебиеттер тізімі

- 1 ГОСТ 17.15.05–85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
- 2 Li H.X. Spatial and temporal distribution characteristics and meteorological causes of PM 2.5 in xi'an city / H.X. Li, X.M. Shi // Ecology and Environmental Sciences. — 2016. — Vol. 25, № 2. — P. 266–271.
- 3 Bae S.Y. Relative contributions of individual phoretic effect in the below-cloud scavenging process / S.Y. Bae, C.H. Jung, Y.P. Kim // Journal of Aerosol Science. — 2009. — Vol. 40, № 7. — P. 621–632.
- 4 Mircea M. Precipitation scavenging coefficient: influence of measured aerosol and raindrop size distributions / M. Mircea, S. Stefan, S. Fuzzi // Atmospheric Environment. — 2000. — Vol. 34, № 29–30. — P. 5169–5174.
- 5 Zhang L. Numerical studies of aerosol scavenging by low-level, warm stratiform clouds and precipitation / L. Zhang, D.V. Michelangeli, P.A. Taylor // Atmospheric Environment. — 2004. — Vol. 38, № 28. — P. 4653–4665.
- 6 Li K.F. Analysis on precipitation scavenging on PM10 and PM2.5 in central and south of Beijing-Tianjin-Hebei region / K.F. Li, H.D. Zhang, Y.H. Xie // Journal of Arid Land Resources and Environment. — 2019. — Vol. 33, № 3. — P. 69–74.
- 7 Gou X.H. Variation characteristics of atmospheric particulate matter concentration in yinchuan area and its relationship with meteorological conditions / X.H. Gou, X.Y. Yan, Y.L. Liu // Journal of Meteorology and Environment. — 2016. — Vol. 32, № 6. — P. 58–68.

- 8 Puczko K. Extreme Hydro-Meteorological Events Influence to Water Quality of Small Rivers in Urban Area: A Case Study in Northeast Poland / K. Puczko // Sci Rep. — 2020. — Vol. 10. — Article ID 10255. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67190-4>
- 9 Pietruszyński L. The impact of hydrometeorological events on the state of the urban river quality / L. Pietruszyński, R. Cieśliński // Ecol. Chem. Eng. — 2019. — Vol. 26. — P. 521–533.
- 10 Meszasos E. Manual for BAPMoN Station operators / E. Meszasos, D.M. Whelpdale // WMO/TD. — 1985. — № 66, October.
- 11 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. — Л.: Гидрометеониздат, 1985. — 299 с.
- 12 Шевцов М.Н. Водно-экологические проблемы и использование водных ресурсов / М.Н. Шевцов. — Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. — 197 с.

М.С. Құрманова, А.С. Мадібеков

Наблюдаемые изменения минерализации атмосферных осадков на территории Казахстана

В статье установлено, что на территории некоторых озер наблюдается тенденция как резкого снижения, так и увеличения минерализации атмосферных осадков. Статистически значимое увеличение минерализации осадков наблюдалось в районах озер Шалкар (Актюбинская область), Маркаколь, а тенденция к снижению отмечается в озерах Балхаш (западная часть), Биликоль, Улькен, Киши Шабакты и Боровое. Осадки являются основным фактором образования поверхностных и грунтовых вод. В связи с климатическими и орографическими особенностями Казахстана наблюдается неравномерное распределение осадков по территории. Значительная часть страны, за исключением горных районов, испытывает дефицит атмосферных осадков. В геохимии изучение химического состава атмосферных осадков описывает обмен солями между атмосферой, земной поверхностью и морем. Знание химического состава атмосферных осадков имеет важное значение при выявлении характера загрязнения воздуха в промышленных зонах. По программе Всемирной метеорологической организации пробы осадков отбираются по следующим веществам: анионы — сульфаты, хлориды, нитраты; катионы — аммоний, натрий, калий, кальций, магний; тяжелые металлы — свинец, медь, кадмий, мышьяк, кислотность и удельный вес. Знание различных смесей атмосферных осадков имеет существенное значение для агрохимиков, гидрохимиков, гидрогеологов и геохимиков для изучения природных и поверхностных вод, поверхности почвы, а также для проведения профилактических мероприятий.

Ключевые слова: атмосферные осадки, содержание ионов, тренд, озеро, проба, статистическая значимость, гидрохимия, гидрология.

M.S. Kurmanova, A.S. Madibekov

Observed changes in mineralization of atmospheric precipitation in the territory of Kazakhstan

The article presents the main results of the study of mineralization of atmospheric precipitation in the territory of the Republic of Kazakhstan. It has been established that there is a tendency in the territory of some lakes as a sharp decrease, as well as an increase in the mineralization of atmospheric precipitation. Statistically significant increasing in mineralization of precipitation was observed near the lakes Shalkar (Aktobe region), Markakol, and the tendency to decrease is observed in the lakes of Balkhash (western part), Bilikol, Ulken, Kishi Shabakty. Precipitation is the main factor in the formation of surface and groundwater. Due to climatic and orographic features of Kazakhstan, there is an uneven distribution of precipitation in the territory. A significant part of the country, with the exception of mountainous areas, suffers from a deficit of atmospheric precipitation. In geochemistry, the study of the chemical composition of atmospheric precipitation describes the exchange of salts between the atmosphere, the earth's surface, and the sea. Knowledge of the chemical composition of precipitation is necessary for sanitary and hygienic purposes in order to know the nature of air pollution in industrial zones. According to the program of the World Meteorological Organization (WMO), precipitation samples are collected for the following substances, such as: anions — sulfates, chlorides, nitrates; cations — ammonium, sodium, potassium, calcium, magnesium; heavy metals — lead, copper, cadmium, arsenic, acidity and specific gravity. The knowledge of different mixtures of atmospheric precipitation has an important value for agrochemists, hydrochemists, hydrogeologists and geochemists for the study of natural and surface waters, the surface of the soil, as well as for the preventive measures.

Keywords: atmospheric precipitation, ion content, trend, lake, sample, statistical significance, hydrochemistry, hydrology

References

- 1 (1985) *GOST 17.15.05–85. Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniia k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, lda i atmosferykh osadkov [GOST 17.15.05-85. Nature conservation. Hydrosphere. General sampling requirements for surface and sea waters, ice and precipitation]* [in Russian].
- 2 Li, H.X. & Shi, X.M. (2016). Spatial and temporal distribution characteristics and meteorological causes of PM_{2.5} in xi'an city. *Ecology and Environmental Sciences*, 25 (2); 266–271.
- 3 Bae, S.Y., Jung, C.H. & Kim, Y.P. (2009). Relative contributions of individual phoretic effect in the below-cloud scavenging process. *Journal of Aerosol Science*, 40 (7); 621–632.
- 4 Mircea, M., Stefan, S. & Fuzzi, S. (2000). Precipitation scavenging coefficient: influence of measured aerosol and raindrop size distributions. *Atmospheric Environment*, 34 (29–30); 5169–5174.
- 5 Zhang, L., Michelangeli, D.V. & Taylor, P.A. (2004). Numerical studies of aerosol scavenging by low-level, warm stratiform clouds and precipitation. *Atmospheric Environment*, 38 (28); 4653–4665.
- 6 Li, K.F., Zhang, H.D. & Xie, Y.H. (2019). Analysis on precipitation scavenging on PM₁₀ and PM_{2.5} in central and south of Beijing-Tianjin-Hebei region. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 33 (3); 69–74.
- 7 Gou, X.H., Yan, X.Y. & Liu, Y.L. (2016). Variation characteristics of atmospheric particulate matter concentration in yinchuan area and its relationship with meteorological conditions. *Journal of Meteorology and Environment*, 32 (6); 58–68.
- 8 Puczko, K. (2020). Extreme Hydro-Meteorological Events Influence to Water Quality of Small Rivers in Urban Area: A Case Study in Northeast Poland. *Sci Rep*, 10, 10255. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67190-4>
- 9 Pietruszyński, L. & Cieśliński, R. (2019). The impact of hydrometeorological events on the state of the urban river quality. *Ecol. Chem. Eng.*, 26, 521–533.
- 10 Meszasos, E. & Whelpdale, D.M. (1985). *Manual for BAPMoN Station operators*. WMO/TD N 66, October.
- 11 (1985). *Nastavlenie gidrometeorologicheskim stantsiiam i postam [Instruction to hydrometeorological stations and posts]*. Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].
- 12 Shevtsov, M.N. (2015). *Vodno-ekologicheskie problemy i ispolzovanie vodnykh resursov [Water-ecological problems and use of water resources]*. Khabarovsk: Izdatelstvo Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta [in Russian].

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

Abdulina Galiya A. — Candidate of medical science, Associate Professor, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan; galiya54@inbox.ru

Abikenova Fatima S. — Associate Professor of Department of Pathology, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan; abikenova.pf@mail.ru

Abrakhmetova Asel K. — Ophthalmologist in MD Vision LP, Karaganda, Kazakhstan; asel7212@mail.ru

Abugaliyeva Aigul I. — Doctor of biological science, Professor, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan; kazniizr@mail.ru

Abukenova Veronica Sergeevna — Candidate of biological science, Docent of the Zoology Department, Karaganda University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; abu.veronika@ya.ru

Ageev Dmitriy Viktorovich — Researcher of the Biotechnology and Eco-Monitoring Research Center of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Master of biology, Karaganda, Kazakhstan; ageevdimon88@mail.ru

Akhtayeva Nursulu Ziyakhanovna — Candidate of biological science, Docent, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; akhtaeva@mail.ru

Alikulov Zerekbay Alikulovich — Associate Professor of Department of Biology and Ecology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan; Kazakhstan; zer-kaz68@mail.ru.

Amantayev Nurbolat Gabdullayevich — PhD-student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; nurbolat81@mail.ru

Amenova Danagu I Manatkyzy — PhD-student, the Botany Department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; danagul_rtk@mail.ru

Anamaria Pestrea — MD, Hospital of Codlea City, Brasov, Romania; anapestrea@yahoo.com

Aralbaeva Moldir Malikovna — Young Researcher of Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; ipbbkz@gmail.com

Asanova Gulzina Kabylbekovna — Head of Laboratory of Botany and Biotechnology, International Research and Production Holding 'Phytochemistry', Karaganda, Kazakhstan; gulzina_as@mail.ru

Avhad Pratibha A. — PhD, Department of Pharmaceutical Quality Assurance, R.C. Patel College of Pharmaceutical Education and Research, Shirpur, Maharashtra, India; bbhairav@gmail.com

Aitkulov Aidar Muratovich — Candidate of biological sciences, Associate Professor, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; tot099@mail.ru

Baigaraev Damirzan Shayakhmetovich — PhD-student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; kz_biotechnologist@mail.ru

Bayazitova Zulfia Erzatovna — Candidate of Biological Sciences, Professor, Department of Mining, Construction and Ecology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; z_bayazitova@mail.ru

Bhairav Bhushan A. — Department of Pharmaceutical Quality Assurance, R.C. Patel College of Pharmaceutical Education and Research, Shirpur, Maharashtra, India; bbhairav@gmail.com

Bisseneva Anar Kazbekovna — PhD-student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; anar_pion@mail.ru

Chalikwar Shailesh S. — PhD, Department of Pharmaceutical Quality Assurance, R.C. Patel College of Pharmaceutical Education and Research, Shirpur, Maharashtra, India; bbhairav@gmail.com

- 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, Romania; anto.chesca@gmail.com
- Danilenko Michael Petrovich** — Doctor of biological science, Professor of Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel; michadan@gmail.com
- Danilova Alevtina Nikolaevna** — Candidate of biological science, Leading Researcher of Natural flora Laboratory, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan; a-n-danilova@yandex.ru
- Didorenko Svetlana Vladimirovna** — Candidate of biological sciences, Professor of biological sciences, Head of the laboratory of oilseeds, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan; svetl_did68@mail.ru
- Duzbayeva Nazira Matkerimovna** — Candidate of biological sciences, Associate Professor, Department of zoology, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; dmnazira@mail.ru
- Fakhrudanova Iya B.** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Mining, Construction and Ecology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; agrokgu@mail.ru
- Fedorenko Vassiliy Alexandrovich** — Engineer, Institute of Zoology, Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Department of Ornithology and Herpetology, Almaty, Kazakhstan; arthey@mail.ru
- Glebova Tatyana Ivanovna** — Candidate of biological sciences, Leading Researcher, Laboratory of Biochemistry of Viruses, Scientific Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; taty1962@mail.ru
- Ishmuratova Margarita Yulaevna** — Candidate of biological science, Associate Professor, Professor of the Botany Department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; margarita.ishmur@mail.ru
- Kabyzbekova Gauhar K.** — PhD-student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan; shaiza68@mail.ru
- Kapbassova Gulzhanat Askerbaevna** — Doctor of business administration in natural resources management, Senior Lecturer of Department of Ecology, Life Safety and Environmental Protection, A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; askerbaevna_82@mail.ru
- Karamendin Kobey Omertaevich** — Candidate of veterinary sciences, Professor, Laboratory of Viral Ecology, Scientific and Production Center of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan, kobey.karamendin@gmail.com
- Karnaukhova Tatajana Vladimirovna** — Senior Lecturer of Department of Mining, Construction and Ecology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; 80481014@mail.ru
- Kasymbekov Yermuhammet Torebekovich** — Research Scientist, Laboratory of Viral Ecology, Scientific and Production Center of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; kasymbek.ermuxan@mail.ru
- Khan Elizaveta Yakovlevna** — Research Scientist, Laboratory of Viral Ecology, Scientific and Production Center of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; lizaveta4ka@list.ru
- Klivleyeva Nailya Galiveyevna** — Candidate of biological sciences, Head of the Laboratory of Biochemistry of Viruses, Scientific Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; i_nailya@list.ru
- Korchin Vladimir I.** — Doctor of medical sciences, Professor of Department of pathological physiology of Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia; vikhmgmi@mail.ru
- Kudabayeva Gulmira Mauletovna** — Candidate of biology science, Leading Researcher, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; kgm_anita@mail.ru
- Kudaybergenov Mukhtar Sarsenbekovich** — Doctor of biological science, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan; kazniizr@mail.ru
- Kurmanova Meruyert Serikkyzy** — PhD student of Department of Meteorology and Hydrology, Al-Farabi Kazakh National University, Kazhydromet, Almaty, Kazakhstan; meruert.kurmanova@mail.ru

- Kushnarenko Svetlana Veniaminovna** — Associate Professor, PhD, Head of the Laboratory of Germplasm Cryopreservation at the Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; svetlana_bio@mail.ru
- Kydyrmanov Aidyn Isagalievich** — Doctor of veterinary sciences, Head of the Laboratory of Viral Ecology, Scientific and Production Center of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan, kydyrmanov@yandex.kz
- Kystaubaeva Zaure T.** — Candidate of biological science, Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan; zaure1001@mail.ru
- Li Konstantin Grigorievich** — Candidate of biological science, Senior Researcher of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; lee11@mail.ru
- Litvinov Yuri Narcissovich** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Ecology Vertebrate Animal Communities Laboratory, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Novosibirsk, Russia, litvinov@eco.nsc.ru
- Madibekov Azamat Sansyzbaevich** — PhD, Associate Professor of Department of Meteorology and Hydrology, Al-Farabi Kazakh National University, JSC “Institute of Geography and Water Safety”, Almaty, Kazakhstan; madibekov@mail.ru
- Makeeva Lyudmila Anatolyevna** — Candidate of Biological Sciences, Head of Department of Ecology, Life Safety and Environmental Protection, A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; ludmila_mak_72@mail.ru
- Matveyeva Ekaterina Vladimirovna** — Junior Researcher, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan; matveyeva77@gmail.com
- Meyramov Gabit Gabdullovich** — Doctor of medical science, Professor of Department of Zoology, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; meyradow@mail.ru
- Michael Danilenko** — PhD, the professor of the Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel; michadan@gmail.com
- Muntinov Zhanat D.** — Ophthalmologist in MD Vision LP, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan, Zmuntinov@mail.ru
- Murzagulova Zaure A.** — Master-student, Department of Mining, Construction and Ecology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan zhazira0402@gmail.com
- Nortseva Marina Anatoljevna** — Senior Lecturer of the Botany Department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; nor_marina@mail.ru
- Omarov Dias N.** — Student, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan, Omarov_d@qmu.kz
- Ongarbayeva Nuray Sirlybayevna** — Master of natural sciences, Researcher, Laboratory of Biochemistry of Viruses, Scientific Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; nuray.syrlybay@gmail.com
- Osmonali Bektemir Birimkululy** — PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, Junior Researcher, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; be96ka_kz@mail.ru
- Ospanov Miras T.** — Student, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan, Ospanov_m@qmu.kz
- Pogossyan Gayane Pavlovna** — Candidate of biological science, Professor of the Botany Department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; gayane_63@mail.ru
- Premina Natalya Victorovna** — Researcher, Department of Science and Ecology, West Altai State Natural Reserve, Ridder, Kazakhstan; preminanv@mail.ru
- Ramazanov Alibek Kairidenovich** — PhD-student of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; kairidenovich_rak@mail.ru
- Romadanova Natalya Vladimirovna** — Associate Professor, PhD, Leading Researcher, Laboratory of Germplasm Cryopreservation, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; nata_romadanova@mail.ru
- Rymkhanova Nurgul K.** — Young Researcher of Institute of plant biology and biotechnology, Almaty, Kazakhstan; ipbbkz@gmail.com

- Sadykova Damezhan Adilkhanovna** — Doctor of philosophy, Senior Lecturer of Department of Biology, Institute of Natural Sciences, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan; sadykovadameli77@gmail.com, damelia_71@mail.ru
- Saktaganov Nurbol Temirbayevich** — Master of veterinary medicine, Researcher, Laboratory of Biochemistry of Viruses Scientific Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; nsaktaganov1984@mail.ru
- Sandle Tim** — PhD, Head of Microbiology at Bio Products Laboratory, Manchester University, UK; tim-sandle@btinternet.com
- Seldiugaev Oleg Borisovich** — Candidate of chemical science, Young Researcher, Research Laboratory “Robotics and Intelligent machine” of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; seldugaev@mail.ru
- Sergazinova Zarina Muhtarovna** — PhD, Senior Lecturer of the Biology and Ecology Department, Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan, wwwszm@mail.ru
- Serikbai Arailym Talgatkyzy** — Master of Science, PhD student of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; arailym_serikbai@mail.ru
- Seidalina Aigerim Bekbulatovna** — Research Scientist, Laboratory of Viral Ecology, Scientific and Production Center of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; luckyai@list.ru
- Shaimerdenova Zinep Mamanovna** — Master of Natural Sciences, Senior Lecturer of Department of Ecology, Life Safety and Environmental Protection, A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; zinep_1991@mail.ru
- Shamenova Mira Galautdinovna** — Candidate of biological sciences, Senior Researcher, Laboratory of Biochemistry of Viruses, Scientific Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan; mirhen52@mail.ru
- Shokabayeva Aigerim Serikovna** — Master student of the faculty of biology and geography of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; sh_aika_88@mail.ru.
- Sumbembayev Aidar Aitkazyevich** — PhD-student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Senior Researcher of Natural Flora Lab, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan; aydars@list.ru
- Tazitdinova Rumiya Maratovna** — PhD, Associate Professor, Department of Mining, Construction and Ecology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; irm85@mail.ru
- Tleuova Zhulduz Omerbekovna** — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Department of Ecology, Life Safety and Environmental Protection, A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; lady.zhulduz@bk.ru
- Tolesh Aigerim** — Master student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; omarova55a@mail.ru
- Vesselova Polina Vasilevna** — Candidate of biology science, Leading Researcher, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan; pol_ves@mail.ru
- Yerzhanov Nurlan Telmanovich** — Doctor of biological sciences, Professor, Deputy Chairman of the Board for Scientific Work and International Cooperation of Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan, dirni@mail.ru
- Zakanova Assel Nauryzbaevna** — PhD-student of the Biology and Ecology Department, Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan; assel.biology@gmail.com
- Zeynidenov Asylbek Kalkenovich** — PhD, Associate Professor, Dean of physical-technical faculty of Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; a.k.zeinidenov@gmail.com
- Zinovjev Leonid Alexandrovich** — candidate of biological science, head of research laboratory “Robotics and Intelligent machine”, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; lzinovyev@yandex.ru