

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



№ 2(94)/2019

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

**ҚАРАҒАНДЫ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

**ВЕСТНИК
КАРАГАНДИНСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**BULLETIN
OF THE KARAGANDA
UNIVERSITY**

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

**ҚАРАҒАНДЫ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

ВЕСТНИК
КАРАГАНДИНСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

BULLETIN
OF THE KARAGANDA
UNIVERSITY

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

№ 2(94)/2019

Сәуір–мамыр–маусым
28 маусым 2019 ж.

Апрель–май–июнь
28 июня 2019 г.

April–May–June
June, 28, 2019

1996 жылдан бастап шығады
Издается с 1996 года
Founded in 1996

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

Қарағанды, 2019
Караганда, 2019
Karaganda, 2019

Бас редакторы

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

А.Т. Едрисов

Бас редактордың орынбасары **Е.М. Тажбаев**, хим. ғыл. д-ры, профессор,
ҚР ҰҒА корр.-мүшесі

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

Редакция алқасы

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

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

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

E-mail: vestnick_kargu@ksu.kz; starikova.anna.bgf@mail.ru (*жауапты хатшы*).

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

Редакторлары

Ж.Т. Нурмуханова, И.Н. Муртазина

Компьютерде беттеген

В.В. Бутяйкин

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

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

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

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

Басуға 29.06.2019 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 26,12 б.т. Таралымы
300 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 82.

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

100012, Қазақстан, Қарағанды қ., Гоголь к-сі, 38. Тел. 51-38-20. E-mail: izd_kargu@mail.ru

Главный редактор

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

А.Т. Едрисов

Зам. главного редактора

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

Ответственный секретарь

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

Редакционная коллегия

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

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

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

E-mail: vestnick_kargu@ksu.kz; starikova.anna.bgf@mail.ru (*отв. секретарь*).

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

Редакторы

Ж.Т. Нурмуханова, И.Н. Муртазина

Компьютерная верстка

В.В. Бутяйкин

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

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

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

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

Подписано в печать 29.06.2019 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 26,12 п.л. Тираж 300 экз. Цена договорная. Заказ № 82.

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

100012, г. Казахстан, Караганда, ул. Гоголя, 38, тел.: (7212) 51-38-20. E-mail: izd_kargu@mail.ru

Main Editor

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

A.T. Yedrissov

Deputy main Editor **E.M. Tazhbaev**, Doctor of chem. sciences, Professor,
Corresponding member of NAS RK

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

Editorial board

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

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

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

E-mail: vestnick_kargu@ksu.kz; starikova.anna.bgf@mail.ru (*secretary*).

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

Editors

Zh.T. Nurmukhanova, I.N. Murtazina

Computer layout

V.V. Butyaikin

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

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

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

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

Signed in print 29.06.2019. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 26,12 p.sh. Circulation 300 copies. Price upon request. Order № 82.

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

38, Gogol Str., Karaganda, 100012, Kazakhstan, Tel.: (7212) 51-38-20. E-mail: izd_kargu@mail.ru

МАЗМҰНЫ

БИОЛОГИЯ

<i>Мейрамов Ф.Ф., Конерт К.-Д., Корчин В.И., Шайбек А.Ж., Картбаева Г.Т., Коваленко О.Л.</i> Оқшауланған панкреатит аралшықтар культурасымен жұмыс істеу барысында гистохимиялық зерттеу әдістерін қолдану	10
<i>Бейшова И.С., Султангазина Г., Ульянов В.А., Бейшов Р.С., Бельтюкова Н.Н., Кутинская А.М.</i> Қазақстанның солтүстік өңірінде өсетін <i>Adonis wolgensis</i> Stev. ценопопуляциясының генетикалық әртүрлілігі	17
<i>Садырова Г.А., Байжігітов Д.К.</i> Кетпен-Темірлік жотасының аумағындағы петрофильді флоралық кешеннің алуантүрлілігі	26
<i>Сумбембаев А.А., Котухов Ю.А., Данилова А.Н., Әбуғалиева С.И.</i> Алтай ботаникалық бағына алғашқы реттік жерсіндіруге тартылған <i>Dactylorhiza Nevski</i> (Orchidaceae Lindl.) туыс түрлерінің морфологиялық сипаттамасы	36
<i>Жұмағалиева Ж.Ж., Елеупаева Ш.К., Черник Б.П.</i> Биология сабағында оқушылардың танымдық іс-әрекетін ұйымдастыру тәсілдері	47
<i>Конкабаева А.Е., Арыстанбай А.А., Муханова Ш.А., Колосов Р.А.</i> Құрамында мысы бар ақуыздар және олардың метаболизмге әсері	54
<i>Иманбаева А.А., Гасанова Г.Г., Ишмуратова М.Ю., Мылтыкова Р., Ескендіров Ф.А.</i> Маңғыстау тәжірибелік ботаникалық бағы аумағындағы Батыс Қазақстанның табиғи флорасының ағаш-бұта өсімдіктерін интродукциялау	64
<i>Ахметова М.Ж., Тыкежанова Г.М., Миндубаева Ф.А., Нигматуллина Р.Р.</i> Серотонин: биологиялық қасиеттері және оның рецепторлары	71
<i>Лысакова Т.Н., Нукжанова А.М., Дмитриев П.С., Вендт Ян А.</i> 2016, 2018 жылдарында Солтүстік Қазақстан облысында қатты тұрмыстық қалдықтар аумағындағы топырақтарды зерттеу әдістері ретіндегі биоиндикация	80
<i>Тағаев Д.А., Жапарова Ә.Т.</i> Қарқаралы өзеніндегі (Орталық Қазақстан) сібір теңге балығының (<i>Gobio sibiricus</i> Nikolskii, 1936) пластикалық белгілерінің өзгергіштігі	86
<i>Тазитдинова Р.М., Бейсенова Р.Р., Григорьев А.И., Исаенко О.П.</i> Көкшетау қаласының өндіріс аумағы топырағы ауыр металдармен ластануы	93
<i>Кушнарченко С.В., Ромаданова Н.В., Огарь Н.П., Аралбаева М.М., Верзилов М.А.</i> Қазақстандағы кәдімгі орман жаңғағының (<i>Corylus avellana</i> L.) популяциясының қазіргі жағдайы	99
<i>Айдарбаева Д.Қ., Шолтанқұлова Г.А., Шоқанова А.Ш.</i> Алматы облысының пайдалы өсімдіктері популяциясының қазіргі жағдайы және оларды үйлестіріп қолдану жолдары	105
<i>Зубань И.А., Вилков В.С., Калашиников М.Н., Жадан К.С.</i> Солтүстік Қазақстан облысының кейбір негізгі қоныс учаскелерінде қаздар мен қарашақаздар санының динамикасы	113
<i>Мухами Н.Н., Кендирбаева С.К., Шораева К.А., Алмежанова М.Д., Строчков В.М., Сұлтанқұлова К.Т.</i> <i>Pasteurella multocida</i> бактериясының hgbA вирулентті генінің генетикалық талдауы ...	120
<i>Нұғыманова Ш.М., Старикова А.Е., Норцева М.А.</i> Қарағанды қаласының өсімдік жамылғысының жай-күйін талдау	125
<i>Смағали А., Сапарбаева Н.А.</i> Қара жемісті шетен (<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott.) өсімдігінің экспланттарын <i>in vitro</i> культурасына енгізу	130
<i>Сирман Д.Ю., Кожанова Г.Б., Потехина А.Н., Тлеукенова С.У., Абдрешева М.К., Мартынова Е.Н., Альмусин Г.Т.</i> Гидропоника жағдайында түрлі субстраттарда өсіру кезінде өскіндердің шикі және құрғақ массасының жиналуына «ШұбаркөлКөмір» АҚ өндірісінің натрий гуматының әсері	136

<i>Мырзабаев А.Б., Гонгальский К.Б., Ибрайбеков Ж.Г., Бритько В.В., Кинаятов М.А.</i> Киік (<i>Saiga tatarica</i>) Қазақстан аймағындағы популяцияларының тарихи таралуы және оның қазіргі кездегі көрінісі	143
<i>Лебедева Л.П., Айташева З.Ф., Жумабаева Б.Ә., Киселев И.А., Әлібекова Д.Ә.</i> <i>Danio rerio</i> заманауи биомедицина мен биотехнологиядағы зерттеу нысаны ретінде	149
<i>Сағындықова М.С., Иманбаева А.А., Ишмуратова М.Ю.</i> Маңғыстау облысы жағдайында <i>Ferula foetida</i> (Bunge) Regel популяциясының құрылымын зерттеу	159
<i>Сұлтангазина Г.Ж., Шарипова Г.Қ.</i> «Бұрабай» табиғи паркінің флорасындағы <i>Sucregaceae</i>	170

МЕДИЦИНА

<i>Нұрлыбаева Қ.А., Айтқұлов А.М., Мұқашева М.А., Мұқашева Г.Ж.</i> Центильді шкаланы қолдана отырып Қарағанды облысының бастауыш мектеп жасындағы балалардың шашындағы химиялық элементтердің құрамын бағалау	177
<i>Динмухамедова А.С., Елеуаева Ш.К., Айзман Р.И.</i> Балалар бүйрегіндегі су мен тұз алмасуының кейбір өзгешеліктері мен олардың зәр шығару жүйесіне әсері	182

ГЕОГРАФИЯ

<i>Имашев Э.Ж.</i> Батыс Қазақстан облысы өндірістік инфрақұрылымының территориялық дамуын бағалау	188
<i>Кенжина К.Д., Ауельбекова А.К.</i> «Бұйратау» МҰТС жерін геоботаникалық аудандастырудың картографиялық негіздері: әдістері, түрлері және жіктелуі	200
АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР	206

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

<i>Мейрамов Г.Г., Конерт К.-Д., Корчин В.И., Шайбек А.Ж., Картбаева Г.Т., Коваленко О.Л.</i> Использование гистохимических методов исследования при работе с культурой изолированных панкреатических островков	10
<i>Бейшова И.С., Султангазина Г., Ульянов В.А., Бейшов Р.С., Бельтюкова Н.Н., Кутинская А.М.</i> Генетическое разнообразие ценопопуляций <i>Adonis wolgensis</i> Stev., произрастающих в северных регионах Казахстана	17
<i>Садырова Г.А., Байжигитов Д.К.</i> Разнообразие флоры петрофильного флористического комплекса на территории хребта Кетпен-Темирлик	26
<i>Сумбембаев А.А., Котухов Ю.А., Данилова А.Н., Абугалиева С.И.</i> Морфологическая характеристика образцов видов рода <i>Dactylorhiza</i> Nevski (Orchidaceae Lindl.), привлеченных для первичной интродукции в Алтайский ботанический сад	36
<i>Жумагалиева Ж.Ж., Елеуаева Ш.К., Черник Б.П.</i> Методы организации познавательной деятельности студентов на уроках биологии	47
<i>Конкабаева А.Е., Арыстанбай А.А., Муханова Ш.А., Колосов Р.А.</i> Медьсодержащие белки и их влияние на метаболизм	54
<i>Иманбаева А.А., Гасанова Г.Г., Ишмуратова М.Ю., Мылтыкова Р., Ескендиров Ф.А.</i> Интродукция древесно-кустарниковых растений природной флоры Западного Казахстана на территории Мангышлакского экспериментального ботанического сада	64

<i>Ахметова М.Ж., Тыкежанова Г.М., Миндубаева Ф.А., Нигматуллина Р.Р.</i> Серотонин: биологические свойства и его рецепторы	71
<i>Лысакова Т.Н., Нукжанова А.М., Дмитриев П.С., Вендт Ян А.</i> Биоиндикационный метод исследования почв на территории свалок твердых бытовых отходов Северо-Казахстанской области в период 2016 и 2018 годов	80
<i>Тагаев Д.А., Жапарова А.Т.</i> Изменчивость пластических признаков сибирского пескаря (<i>Gobio sibiricus</i> Nikolskii, 1936) из р. Каркаралы (Центральный Казахстан).....	86
<i>Тазитдинова Р.М., Бейсенова Р.Р., Григорьев А.И., Исаенко О.П.</i> Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами в промышленных районах г. Кокшетау	93
<i>Кушнаренко С.В., Ромаданова Н.В., Огарь Н.П., Аралбаева М.М., Верзилов М.А.</i> Современное состояние популяции лещины обыкновенной (<i>Corylus avellana</i> L.) в Казахстане.....	99
<i>Айдарбаева Д.К., Шолпанкулова Г.А., Шоканова А.Ш.</i> Современное состояние популяций полезных растений Алматинской области и пути их сбалансированного использования.....	105
<i>Зубань И.А., Вилков В.С., Калашиников М.Н., Жадан К.С.</i> Динамика численности гусей и казарок на некоторых ключевых миграционных участках Северо-Казахстанской области	113
<i>Мухами Н.Н., Кендирбаева С.К., Шораева К.А., Алмежанова М.Д., Строчков В.М., Султанкулова К.Т.</i> Генетический анализ вирулентного гена hgbA бактерии <i>Pasteurella multocida</i>	120
<i>Нугуманова Ш.М., Старикова А.Е., Норцева М.А.</i> Анализ состояния растительного покрова города Караганды	125
<i>Смагали А., Сапарбаева Н.А.</i> Введение в культуру <i>in vitro</i> черноплодной рябины (<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott.).....	130
<i>Сирман Д.Ю., Кожанова Г.Б., Потехина А.Н., Тлеуменова С.У., Абдрешева М.К., Мартынова Е.Н., Альмусин Г.Т.</i> Влияние гумата натрия производства АО «ШубаркольКомир» на накопление сырой и сухой массы проростков при выращивании на различных субстратах в условиях гидропоники.....	136
<i>Мырзабаев А.Б., Гонгальский К.Б., Ибрайбеков Ж.Г., Бритько В.В., Кинаятов М.А.</i> Историческое распространение популяции и современная ситуация с сайгаками (<i>Saiga tatarica</i>) на территории Казахстана	143
<i>Лебедева Л.П., Айташева З.Г., Жумабаева Б.А., Киселев И.А., Алибекова Д.А.</i> <i>Danio rerio</i> как объект исследования в современной биомедицине и биотехнологии.....	149
<i>Сагындыкова М.С., Иманбаева А.А., Ишмуратова М.Ю.</i> Изучение структуры популяций <i>Ferula foetida</i> (Bunge) Regel в условиях Мангистауской области.....	159
<i>Султангазина Г.Ж., Шарипова Г.К.</i> Сурегасеае во флоре природного парка «Бурабай»	170

МЕДИЦИНА

<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Мукашева Г.Ж.</i> Оценка содержания химических элементов в волосах детей младшего школьного возраста Карагандинской области с применением центильной шкалы для биологического образца.....	177
<i>Динмухамедова А.С., Елеупаева Ш.К., Айзман Р.И.</i> Некоторые особенности водно-солевого обмена почек у детей и их влияние на мочевыводительную систему	182

ГЕОГРАФИЯ

<i>Имашев Э.Ж.</i> Оценка территориального развития производственной инфраструктуры Западно-Казахстанской области	188
<i>Кенжина К.Д., Ауельбекова А.К.</i> Картографические основы геоботанического районирования ГНПП «Буйратау»: методы, виды и классификация.....	200
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	206

CONTENT

BIOLOGY

<i>Meyramov G.G., Kohnert K.-D., Korchin V.I., Shaybek A.Zh., Kartbaeva G.T., Kovalenko O.L.</i> Using of histochemical methods for experiences with tissue culture of isolated pancreatic islets	10
<i>Beyshova I.S., Sultangazina G., Ulyanov V.A., Beyshov R.S., Beltyukova N.N., Kutinskaia A.M.</i> Genetic diversity of the coenopopulations of <i>Adonis wolgensis</i> Stev. growing in the northern regions of Kazakhstan	17
<i>Sadyrova G.A., Bayzhigitov D.K.</i> Diversity of flora of petrofile floristic complex on the territory of the Ketpen-Temirlik ridge	26
<i>Sumbembaev A.A., Danilova A.N., Kotukhov Yu.A., Abugaliyeva S.I.</i> Morphological characteristics of samples of species genus <i>Dactylorhiza</i> Nevski (Orchidaceae Lindl.) attracted for primary introduction in the Altai botanical garden	36
<i>Zhumagaliyeva Zh.Zh., Eleupaeva Sh.K., Chernik B.P.</i> Methods of organization of cognitive activity of pupils in biology lessons	47
<i>Konkabaeva A.E., Arystanbai A.A., Mukhanova Sh.A., Kolossov R.A.</i> The copper-containing proteins and their effect on metabolism	54
<i>Imanbayeva A.A., Gassanova G.G., Ishmuratova M.Yu., Myltykova R., Eskendirov F.A.</i> Introduction of woody and shrubby plants of the natural flora of the Western Kazakhstan at the territory of Mangyshlak experimental botanical garden	64
<i>Akhmetova M.Zh., Tykezhanova G.M., Mindubaeva F.A., Nigmatullina R.R.</i> Serotonin: biological properties and its receptors	71
<i>Lyssakova T.N., Nukzhanova A.M., Dmitriev P.S., Wendt Jan A.</i> Bioindication method of soil research in the landfill of municipal solid waste in the North Kazakhstan region in 2016 and 2018	80
<i>Tagayev D.A., Zhaparova A.T.</i> Variability of plastic features of Siberian gudgeon (<i>Gobio sibiricus</i> Nikolskii, 1936) from the Karkaraly River (Central Kazakhstan)	86
<i>Tazitdinova R.M., Beisenova R.R., Grigoryev A.I., Issayenko O.P.</i> Contamination of soil with heavy metals in industrial districts of Kokshetau	93
<i>Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Ogar N.P., Aralbaeva M.M., Verzilov M.A.</i> Current state of Hazelnut (<i>Corylus avellana</i> L.) population in Kazakhstan	99
<i>Aidarbaeva D.K., Sholpankulova G.A., Shokanova A.Sh.</i> Current state of populations of useful plants of Almaty region and ways of their balanced use	105
<i>Zuban I.A., Vilkov V.S., Kalashnikov M.N., Zhadan K.S.</i> Dynamics of the number of geese and brant geese in some key migration areas of the North Kazakhstan region	113
<i>Mukhami N.N., Kendirbayeva S.K., Shorayeva K.A., Almezhanova M.D., Strochkov V.M., Sultankulova K.T.</i> Genetic analysis of the hgbA virulent gene of <i>Pasteurella multocida</i> bacterium	120
<i>Nugumanova Sh.M., Starikova A.E., Nortseva M.A.</i> Analysis of the vegetation cover status of the city of Karaganda	125
<i>Smagali A., Saparbaeva N.A.</i> Introduction to culture in vitro of Chokeberry (<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott.)	130
<i>Sirman D.Yu., Kozhanova G.B., Potechina A.N., Tleukenova S.U., Abdresheva M.K., Martynova E.N., Almusin G.T.</i> Influence of the sodium humate of production of JSC «Shubarkol komir» on the accumulation of crude and dry mass of sprouts at cultivation on various substrates in the conditions of hydroponics	136
<i>Myrzabaev A.B., Gongalsky K.B., Ibraibekov J.G., Britko V.V., Kinayatov M.A.</i> History of distribution and contemporary situation of <i>Saiga tatarica</i> on the territory of Kazakhstan	143

<i>Lebedeva L.P., Aitasheva Z.G., Zhumabayeva B.A., Kiselev I.A., Alibekova D.A. Danio rerio as an object of research in modern biotechnology and biomedicine</i>	149
<i>Sagyndykova M.S., Imanbayeva A.A., Ishmuratova M.Yu. Study of population structure of <i>Ferula foetida</i> (Bunge) Regel in the conditions of Mangystau region.....</i>	159
<i>Sultangazina G.J., Sharipova G.K. Cyperaceae in the flora of «Burabay» Nature park</i>	170

MEDICINE

<i>Nurlybaeva K.A., Aitkulov A.M., Mukasheva M.A., Mukasheva G.Zh. Assessment of the content of chemical elements in the hair of children of primary school age of Karaganda region with the use of a centile scale for a biological sample.....</i>	177
<i>Dinmukhamedova A.S., Yeleupayeva Sh.K., Aizman R.I. Some features of water-salt metabolism of kidneys of children and their effects on the urinary system</i>	182

GEOGRAPHY

<i>Imashev E.Zh. Assessment of the territorial development of the industrial infrastructure of the West Kazakhstan region</i>	188
<i>Kenzhina K.D., Auelbekova A.K. Cartographic basics of geobotanical zoning of the SNNP «Buyratau»: methods, types and classification.....</i>	200
INFORMATION ABOUT AUTHORS.....	206

УДК 616-018:616:379-008.64

Г.Г. Мейрамов¹, К.-Д. Конерт², В.И. Корчин³,
А.Ж. Шайбек¹, Г.Т. Картбаева¹, О.Л. Коваленко¹

¹Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан;

²Институт Диабета «Герхардт Катч», Германия;

³Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Россия
(E-mail: meyratow@mail.ru)

Использование гистохимических методов исследования при работе с культурой изолированных панкреатических островков

Метод культуры изолированных панкреатических островков (ОПЖ) имеет два решающих преимущества по сравнению с опытами на животных, а именно: 1) можно исследовать характер прямого влияния исследуемых веществ на клетки тканей; 2) имеется возможность изучать влияние точно заданных концентраций исследуемых веществ на клетки исследуемой ткани. В работе представлены результаты применения изолированных ОПЖ для изучения характера прямого воздействия изучаемых веществ на β -клетки с помощью нескольких гистологических и гистохимических методик, дополняющих друг друга. Авторами показано, что каждый из нескольких методов обладает определенными очевидными преимуществами перед другими относительно возможностей оценки состояния гистоструктуры ОПЖ, чувствительности метода и содержания инсулина в β -клетках. Выявлены также преимущества технического характера отдельных гистохимических методов при работе с ОПЖ. При получении, очистке и отборе ОПЖ авторами на основании своего опыта установлено, что окончательный отбор материала лучше производить вручную, путем ручного отбора островков при визуальном микроскопическом контроле. В процессе заливки ОПЖ в парафиновые блоки авторы предлагают технологию заливки, обеспечивающую равномерное распределение ОПЖ в процессе заливки в парафиновом блоке по его вертикали, предупреждающую их оседание на дно в виде одного-двух слоев.

Ключевые слова: панкреатические островки, β -клетки, гистологические и гистохимические методы окраски.

Исследование состояния гистоструктуры панкреатических островков и содержания инсулина в β -клетках в опытах на модели животных позволили получить большой объем данных о механизмах развития сахарного диабета и о возможностях его предотвращения. Между тем данная модель, несмотря на наличие положительных сторон, имеет два очевидных недостатка: 1) при изучении действия тех или иных веществ на инсулиноген или 3-ю функцию β -клеток невозможно точно определить, какая концентрация исследуемого вещества, введенного в организм различными способами, достигает β -клеток и действует на них; 2) нельзя также быть уверенным в том, что введенное вещество является причиной возможных изменений β -клеток, а не продукт его метаболизации. Этих недостатков лишена модель культуры изолированных панкреатических островков, а именно: 1) она позволяет задать строго определенную концентрацию исследуемого вещества, введенного в питательную среду; 2) оценивается прямое влияние исследуемого вещества на β -клетки.

В 1967 г. R. Lacy и M. Kostianovsky [1] впервые получили культуру изолированных панкреатических островков с помощью фермента коллагеназы, расщепляющей коллагеновые волокна с последующим получением суспензии изолированных панкреатических островков.

В данном исследовании приведены результаты длительного использования гистологических методов окраски, адаптированных применительно к модели культуры изолированных панкреатических островков.

Цель исследования: адаптация технологий использования гистологических и гистохимических методов окраски инсулина в β -клетках панкреатических островков в опытах на модели культуры изолированных панкреатических островков.

Материал и методы исследования

Опыты проведены на неонатальных крысятах 4–5-дневного возраста линии LEWIS, предоставленные виварием г. Дюссельдорфа (ФРГ) и линии Вистар. Для изоляции использована коллагеназа, любезно предоставленная фирмами «BoehringerMannheim» (ФРГ), «FLUKA» (Швейцария), «SERVA» (ФРГ), «SIGMA» (США). Изоляцию проводили по методике R. Lacy и M. Kostianovsky [1], усовершенствованной сотрудниками Института Диабета «Герхардт Катч» (г. Карлсбург, ФРГ) и адаптированной нами к применению высокоспецифичных методов окраски инсулина в β -клетках.

Методика изоляции. Поджелудочные железы неонатальных крысят помещали во флакон с притертой пробкой, добавляли 2 %-ный раствор коллагеназы, приготовленный на растворе Hanks и встряхивали 3 мин на водяной бане при температуре +37 °С. Затем после оседания крупных фрагментов ткани железы, не подвергшейся дезагрегации (около 25–30 с), отсасывали раствор Hanks, содержащий изолированные островки вместе с обрывками экзокринной ткани и помещали его в колбу с охлажденным Hanks объемом 50–60 мл. Оставшуюся в осадке ткань поджелудочной железы вновь заливали теплым раствором коллагеназы и дезагрегацию повторяли еще 2 раза по 3 мин, каждый раз сливая содержащий островки раствор Hanks в колбу. Накопившийся материал четырежды промывали в свежих порциях раствора Hanks и центрифугировали в течение 2 мин при 400 об/мин, после чего разделяли в градиенте плотности декстрана («SERVA», ФРГ) или фиколла («Pharmacia Fine Chemicals», Швеция) или же проводили ручной отбор островков. Островки при этом располагались на уровне, соответствующем плотности раствора, равном 1,060–1,065, откуда их извлекали и 4 раза промывали в холодном растворе Hanks. Окончательный отбор островков проводили вручную под стереомикроскопом, после чего их повторно промывали в растворе Hanks.

Процедура отбора и очистки считалась завершенной после того, как под микроскопом в растворе Hanks обнаруживались только очищенные островки без примесей в виде групп клеток экзокринной ткани и обрывков соединительнотканых волокон. Каждый пул, полученный от 4 крысят, составлял 530–712 островков. Для оценки состояния ОПЖ и содержания в β -клетках инсулина изолированные островки после предварительного культивирования в питательной среде RPMI-1640 («SERVA», ФРГ) с добавлением 5 %-ной эмбриональной сыворотки и 5,5 мМ глюкозы фиксировали 1 ч в жидкости Буэна, обезжизняли в спиртах возрастающей крепости и заливали в парафин. Срезы толщиной 4 мкм окрашивали альдегидфуксином [2] (Avocado Chemical Company, США), а также на инсулин с помощью высокоспецифичного псевдоизоцианинового метода («SERVA», ФРГ) [3–5] метода с использованием реактива «Виктория 4R» (диметилнафтилметан, цв. инлекс 42563, «FERAK» ФРГ, «MERCCK», ФРГ) в комплексе с флоксином, фосфорвольфрамовой кислотой и светлым зеленым по методу F. Wohlrab и соавторов [6] в нашей модификации [7]. Гранулы инсулина в цитоплазме β -клеток окрашиваются в темно-синий цвет. Метод является строго специфичным в отношении выявления инсулина.

Содержание инсулина в β -клетках определяли путем количественной оценки интенсивности флюоресценции или светопоглощения в окрашенных на инсулин препаратах, которые исследовали в светооптическом и люминесцентном микроскопе при длине волны возбуждающего света, равной 350–370 нм и в светооптическом микроскопе. Содержание инсулина в β -клетках определяли фотометрически в относительных единицах [8].

Обнаруженные в препаратах островки были подразделены на 2 группы: 1) неповрежденные; 2) поврежденные со сниженным содержанием инсулина. Их количество подсчитывалось и выражалось в процентном отношении к общему числу ОПЖ.

Иммуногистохимическое выявление инсулина в β -клетках проводили с помощью строго специфичных в отношении инсулина антител иммуно-гистохимическим методом. Для исследования использованы стандартные наборы антител производства фирмы «ДАКО» (Дания). Окрашенный этим методом инсулин в β -клетках приобретает темно-коричневый цвет. Данный метод является абсолютно специфичным в отношении выявления инсулина в β -клетках.

Из всех известных методов выявления инсулина наиболее чувствительными являются люминесцентные методы, позволяющие выявлять ничтожные количества гормона. Известно, что и их помощью выявляются различные металлы, содержание которых не превышает 10^{-7} – 10^{-8} . Для люминесцентного выявления инсулина нами был использован высокочувствительный и строго специфичный псевдоизо-

цианиновый люминесцентный метод по Т.Н. Schiebler и S. Schiessler [3], Coalson [4] в нашей модификации [5]. Гистохимическая псевдоизоцианиновая реакция основана на взаимодействии в β -клетках N_2N -диэтилпсевдоизоцианина хлорида с А-цепью молекулы инсулина. Образующийся комплекс люминесцирует ярко-красным светом при исследовании в ультрафиолетовых лучах люминесцентного микроскопа при длине волны возбуждающего света, равной 350–370 нм. С этой целью использован светофильтр УФС-1. В отраженном ультрафиолетовом свете β -клетки, окрашенные псевдоизоцианином, ярко люминесцируют оранжевым цветом на фоне неокрашенной темной экзокринной ткани.

Для количественной оценки содержания депонированного инсулина в β -клетках окрашенных псевдоизоцианином и иммуногистохимическим методом препаратов использовали измерение интенсивности свечения или степени светопоглощения, для чего использовали микрофлюориметрическое устройство [8] на базе ФЭУ-31, совмещенного через микрофотонасадку с люминесцентным или светооптическим микроскопом. Оценка содержания инсулина в панкреатических островках проводилась в относительных единицах (о.е.) по величине показателя флюоресценции K и показателя светопоглощения K_2 , определенных по формулам: $K = \Phi_1/\Phi_2$, где Φ_1 — величина фототока, возникшего при возбуждении люминесценции флюоресцирующим инсулином в β -клетках (в мкА) и Φ_2 — величина фототока, возникшего при возбуждении слабой люминесценции в экзокринной ткани. Расчет содержания инсулина производился на основе прямой зависимости: чем интенсивнее флюоресценция — тем больше света пропускается на фотометр и тем выше содержание инсулина. При использовании альдегидфуксина метода, наоборот, оценивали по формуле с обратной зависимостью ($K_2 = A_2/A_1$, где A_1 — интенсивное светопоглощение β -клетками, содержащими инсулин и A_2 — слабое светопоглощение клетками экзокринной ткани, не содержащими инсулин). То есть, чем плотнее окраска — тем больше света поглощается фотометром, соответственно тем меньше величина фототока и тем выше содержание инсулина. Полученные цифровые данные обрабатывали статистически с использованием t -критерия Стьюдента.

Результаты

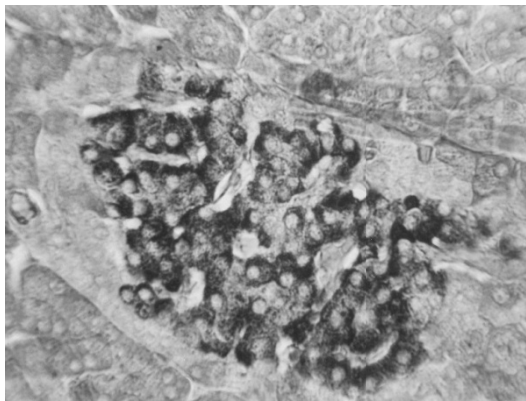
Анализ процедуры отбора островков при подготовке суспензии к фиксации дал следующие результаты. Разделение в градиенте плотности и последующий отбор островков для фиксации выявил наличие $9,7 \pm 2,3$ % с внешними признаками повреждений, тогда как мануальный отбор под микроскопом позволил снизить их количество до $2,6 \pm 0,4$ %, т.е. практически исключить их попадание в исследуемый материал, снизив, таким образом возможность ошибочной оценки при изучении влияния того или иного вещества на состояние гистоструктуры панкреатических островков.

Результаты окраски срезов островков позволили выявить следующую картину. В окрашенных альдегидфуксином препаратах поджелудочной железы интактных животных насыщенная фиолетовая окраска свидетельствует о наличии значительных количеств депонированной формы инсулина в цитоплазме β -клеток соответственно наблюдаемой при исследовании панкреатических островков на модели культуры ткани поджелудочной железы (рис. 1.1, 1.3, 1.5, 1.7). В островках, инкубированных в течение 15 мин в питательной среде, содержащей 3,5 мг/мл (30 мг/100 мл) раствора дитизона, наблюдались островки, подвергшиеся значительным изменениям: в поле зрения выявлены островки 70–80 % площади которых на срезах подверглась некрозу и деструкции; инсулин в β -клетках практически отсутствовал (рис. 1.2, 1.4, 1.6, 1.8). Подобная картина обнаружена нами в 20 из 22 исследованных островках (90 %). Похожая картина выявлена при исследовании окрашенных иммуногистохимическим, псевдоизоцианиновым и Виктория-4 методами.

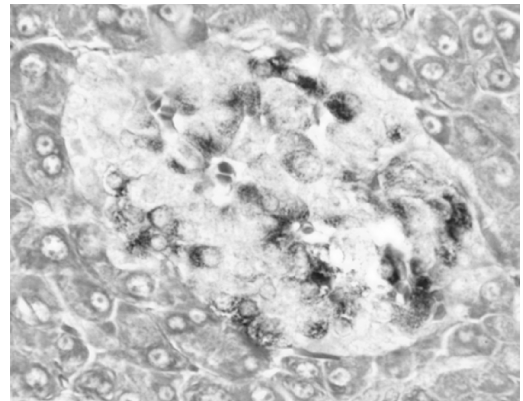
Особенности подготовки культуры изолированных панкреатических островков к приготовлению гистологических срезов

Исследование состояния гистоструктуры панкреатических островков с использованием модели культуры изолированных панкреатических островков предьявляет несколько иные условия при подготовке суспензии фиксированных изолированных панкреатических островков. Особенности эти следующие:

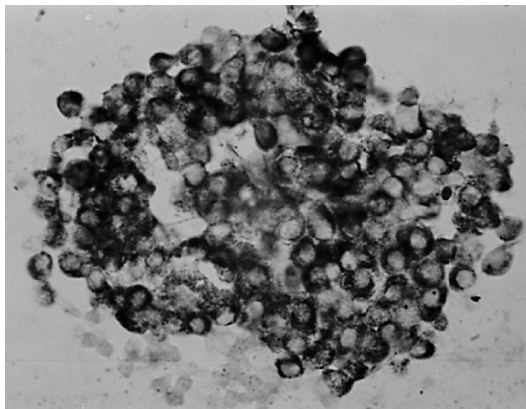
1. Отбор изолированных островков. Необходимо помнить о том, что даже при самой щадящей процедуре изоляции островков, не предусматривающей предварительное иссечение ткани поджелудочной железы, около 10 % полученного пула имеют те или иные механические повреждения. В случае применения градиента плотности (декстран, фиколл), используемого при необходимости получения большого количества островков (для экспериментальной трансплантации) какое-то их количество попадает в общее число подготавливаемого материала. Нами был применен ручной метод визуального отбора островков из полученной суспензии при небольших увеличениях микроскопа, что позволило практически исключить попадание поврежденных островков и примесей в исследуемый материал.



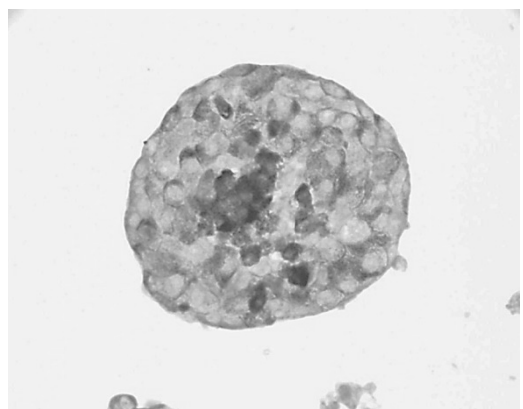
1.1



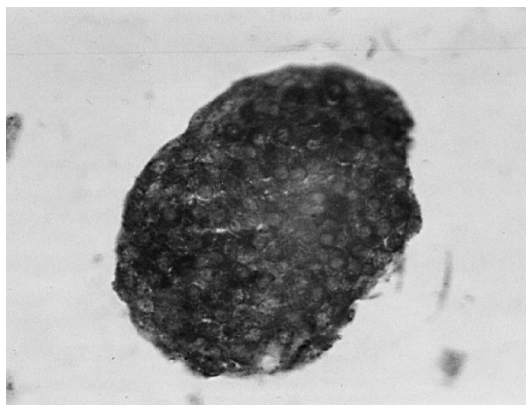
1.2



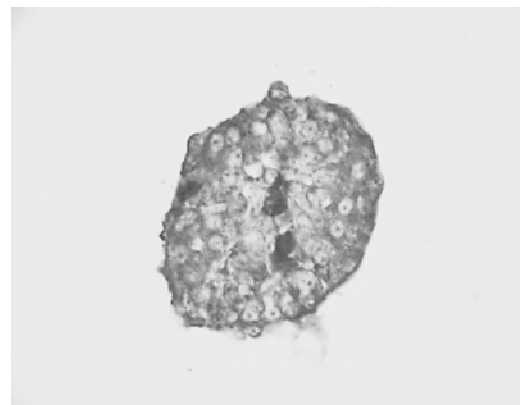
1.3



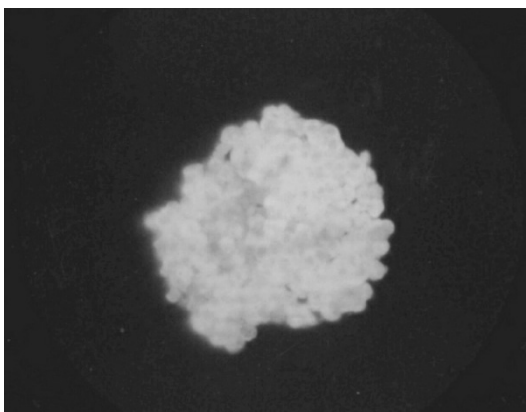
1.4



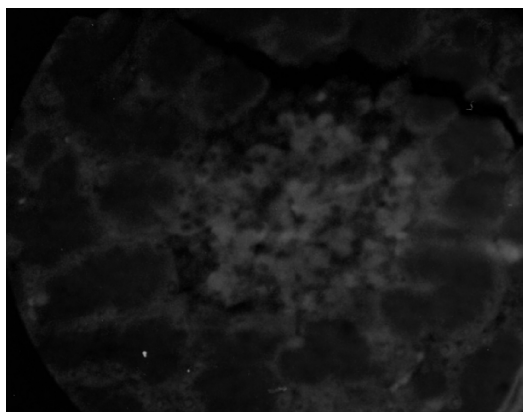
1.5



1.6



1.7



1.8

1.1 Панкреатический островок интактного кролика. Окраска альдегидфуксином. В фиолетовый цвет окрашен инсулин; максимальная концентрация гормона в β -клетках в местах контакта со стенкой кровеносных капилляров; $\times 280$.

- 1.2 Панкреатический островок кролика с дитизоновым диабетом. Окраска альдегидфуксином; деструкция и резкое снижение содержания инсулина в большинстве β -клеток; $\times 280$.
- 1.3 Изолированный интактный панкреатический островок. Окраска альдегидфуксином. В фиолетовый цвет окрашен инсулин; $\times 280$.
- 1.4 Изолированный панкреатический островок после воздействия дитизона, 5 мг/100 мл. Окраска альдегидфуксином. Деструкция и резкое снижение содержания инсулина в большинстве β -клеток центральной части островка; $\times 280$.
- 1.5 Изолированный интактный панкреатический островок. Окраска реактивом Виктория 4R. В темно-синий цвет окрашен инсулин; $\times 280$.
- 1.6 Изолированный панкреатический островок после воздействия дитизона, 5 мг/100 мл. Окраска реактивом Виктория 4R. Деструкция и резкое снижение содержания инсулина в большинстве β -клеток центральной части островка; $\times 280$.
- 1.7 Изолированный интактный панкреатический островок. Окраска диэтилпсевдоизоцианином. Ярко-красная флюоресценция А-цепи инсулина; $\times 140$.
- 1.8 Изолированный панкреатический островок после воздействия дитизона, 5 мг/100 мл. Окраска диэтилпсевдоизоцианином. Резкое снижение содержания инсулина в β -клетках (ослабленная флюоресценция β -клеток); $\times 140$.

Рисунок. Гистоструктура и содержание инсулина в β -клетках ткани поджелудочной железы и изолированных панкреатических островков в норме и при повреждении их дитизоном

2. При заливке изолированных островков в парафин необходимо принять меры к тому, чтобы островки распределились по возможности равномерно по вертикали блока, избегая возможности оседания их на дно в виде одного-двух тонких слоев. Из использованных нами нескольких способов лучшие результаты дает следующий метод: отмытые в растворе Хенкса островки помещаются в пробирку для оседания на 15–30 мин, после чего осторожно набирают в шприц объемом 2 мл, содержащий 1–1,5 мл питательной среды 199; опускают вертикально иглу шприца в емкость, содержащую нагретый парафин, не доходя до дна 0,4–0,5 см; далее, постепенно поднимая вертикально вверх шприц, медленно выпускают взвесь островков, заканчивая процесс не доходя 0,5 см до поверхности; наиболее приемлемая высота парафинового блока — 1,5 см. В течение всего времени введения суспензии островков в пробирку она должна находиться на водяной бане при температуре $+56^{\circ}\text{C}$ и только по окончании данной процедуры пробирка извлекается с тем, чтобы парафин затвердел.

3. После фиксации в жидкости Буэна изолированные островки не подвергаются, в отличие от кусочков ткани поджелудочной железы, обезвоживанию в спиртах возрастающей крепости.

4. В отличие от ткани поджелудочной железы, образцы которой должны фиксироваться в жидкости Буэна в течение 24 ч, для фиксации изолированных островков требуется 30–45 мин.

5. Депарафинизация срезов в ксилоле требует сокращенного времени — не более 10 с в каждой из двух порций ксилола.

6. При приготовлении срезов необходимо менять лезвия после получения 50–60 срезов, так как фиксированные островки менее прочно закреплены в парафине, как это имеет место при работе с тканью железы и могут поэтому выпадать из парафина. Необходимо при окраске гистохимическими методами выявления инсулина строго следить за тем, чтобы при приготовлении срезы контрольных и опытных животных имели одинаковую толщину. Разница в 1 мкм может исказить на 15–20 % результаты определения содержания инсулина в пользу более толстых срезов.

Выводы

1. Усовершенствована технология заливки изолированных панкреатических островков, обеспечивающая их равномерное распределение по вертикали парафинового блока.

2. Установлены оптимальные сроки фиксации изолированных островков, обеспечивающие хорошее качество фиксации.

3. Установлено, что ручной отбор материала в сочетании с визуальным контролем под микроскопом обеспечивает сведение к минимуму возможности попадания островков, поврежденных при проведении процедуры изоляции.

4. Высокоспецифичные гистохимические методы окраски инсулина в β -клетках адаптированы к окраске срезов изолированных островков с получением качественных результатов (иммуногистохимический, псевдоизоцианиновый, Виктория-4 и альдегидфуксиновый). Нами не выявлена визуальная разница при окраске всеми методами изолированных островков между материалом животных линий LEWIS и Вистар.

Список литературы

- 1 Lacy R.E. Method for the isolation of intact islets of Langerhans from the rats pancreas / R.E. Lacy, M. Kostianovsky // *Diabetes*. — 1967. — Vol. 16, No. 1. — P. 35–39.
- 2 Kvistberg D. Staining of Insulin with Aldehyde fuchsin / D. Kvistberg, G. Lester, A. Lasarov // *Journal Histochem. and Cytochem.* — 1966. — Vol. 14. — P. 609–611.
- 3 Schiebler T.H. Ueber den Nachweis von Insulin mit den metachromatisch reagierenden Pseudoisocyaninen / T.H. Schiebler, S. Schiessler // *Histochemie*. — 1959. — Vol. 1. — P. 445–465.
- 4 Coalson R.E. Pseudoisocyanin staining of insulin and specificity of empirical islet cell stain / R.E. Coalson // *Stain Technol.* — 1966. — No. 2. — P. 121–129.
- 5 Meyramov G.G. Fluorescent Histochemical method Staining of Insulin in B-cells of Isolated Pancreatic islets by Diethylpseudoisocyanine Chloride / G.G. Meyramov, A.A. Kikimbaeva, A.G. Meyramova // *ACTA DIABETOLOGICA, the International Diabetes Journal*. — SPRINGER. — 2005. — Vol. 42, No. 1. — P. 66.
- 6 Wohlrab F. On the specificity of the Insulin staining by Victoria Blue 4R / F. Wohlrab, H. Dorsche, I. Krautschick, S. Schmidt // *Histochem. J.* — 1985. — Vol. 17. — P. 515–518.
- 7 Meyramov G.G. Victoria 4R Method Staining of Insulin in B-cells of Isolated Pancreatic Islets / G.G. Meyramov, A.A. Kikimbaeva, A.G. Meyramova // *ACTA DIABETOLOGICA, the International Diabetes Journal*. — SPRINGER. — 2003. — Vol. 40, № 4. — P. 208.
- 8 Мейрамов Г.Г. Гистофлюориметрический метод оценки содержания инсулина в В-клетках поджелудочной железы / Г.Г. Мейрамов, Г.Т. Тусупбекова, А.Г. Мейрамова // *Проблемы эндокринологии*. — 1987. — Т. 33, № 6. — С. 49–51.

Г.Г. Мейрамов, К.-Д. Конерт, В.И. Корчин,
А.Ж. Шайбек, Г.Т. Картбаева, О.Л. Коваленко

Окшауланған панкреатит аралшықтар культурасымен жұмыс істеу барысында гистохимиялық зерттеу әдістерін қолдану

Окшауланған панкреатит аралшықтардың (ОПЖ) культурасы әдісін жануарларға тәжірибемен салыстырғанда екі шешуші артықшылығы бар, атап айтқанда: 1) зерттелетін заттардың тіндердің жасушаларына тікелей әсер ету сипатын зерттеуге болады; 2) зерттелетін заттардың нақты берілген концентрациясының анықталған тіндердің жасушаларына әсерін зерттеу мүмкіндігі бар. Мақалада бір-бірін толықтыратын бірнеше гистологиялық және гистохимиялық әдістемелердің көмегімен зерттелетін заттардың β -жасушаға тікелей әсер ету сипатын зерттеу үшін окшауланған қолдану нәтижелері ұсынылған. Авторлар бірнеше әдістердің әрқайсысы аралдардың гистокұрылымының жай-күйіне, β -жасушалардағы инсулин әдісінің сезімталдығына және мазмұнына қатысты басқалардың алдында айқын артықшылықтарға ие екендігін көрсетті. Сондай-ақ ОПЖ-мен жұмыс істеу кезінде гистохимиялық әдістердің техникалық сипатының артықшылықтары анықталды. ОПЖ алу, тазалау және іріктеу кезінде авторлармен өз тәжірибесі негізінде материалды түпкілікті іріктеуді көзбен микроскопиялық бақылау кезінде аралдарды қолмен іріктеу жолымен мануалды түрде жүргізу жақсы екені дәлелденді.

Кілт сөздер: панкреатит аралшықтары, β -жасушалар, гистологиялық және гистохимиялық бояу әдістері.

G.G. Meyramov, K.-D. Kohnert, V.I. Korchin,
A.Zh. Shaybek, G.T. Kartbaeva, O.L. Kovalenko

Using of histochemical methods for experiences with tissue culture of isolated pancreatic islets

The method of culture of isolated pancreatic islets has two decisive advantages compared with experiments on animals, namely: 1) the nature of the direct influence of the studied substances on the tissue cells can be investigated; 2) it is possible to study the direct effect of precisely specified concentrations of the test substances on the cells of test tissue. In the paper the results of the application of isolated islets to study the nature of the direct effects of the studied substances on β -cells using several histological and histochemical techniques that complement each other presented. The authors have shown that each of the methods has certain obvious advantages over the others regarding the possibilities of assessing the islet's structure, the sensitivity of the method, and the insulin content in β -cells. The advantages of the technical nature of individual histochemical methods when working with life expectancy are also revealed. Upon receipt, cleaning and selection of islets, the authors, on the basis of their experience, found that the final selection of material is undoubtedly better done manually, by manually selecting the islets under visual microscopic control. In the pro-

cess of embedding into paraffin blocks, the authors propose a pouring technology that ensures an even distribution of islets during process in the paraffin block along its vertical line, warning them from settling to the bottom in the form of one or two layers.

Keywords: pancreatic islets, β -cells, histological and histochemical methods for staining.

References

- 1 Lacy, R.E., & Kostianovsky, M. (1967). Method for the isolation of intact islets of Langerhans from the rats pancreas. *Diabetes*, 16, 1, 35–39.
- 2 Kvistberg, D., Lester, G., & Lasarov, A. (1966). Staining of Insulin with Aldehyde fuchsin. *Journal Histochem. and Cytochem.*, 14, 609–611.
- 3 Schiebler, T.H., & Schiessler, S. (1959). Uberden Nachweis von Insulin mitden metachromatisch reagierenden Pseudoisocyaninen. *Histochemie*, 1, 445–465.
- 4 Coalson, R.E. (1966). Pseudoisocyanin staining of insulin and specifity of emperical islet cell stain. *Stain Technology*, 2, 121–129.
- 5 Meyramov, G.G., Kikimbaeva, A.A., & Meyramova, A.G. (2005). Fluorescent Histochemical method Staining of Insulin in B-cells of Isolated Pancreatic islets by Diethylpseudoisocyanine Chloride. *Acta Diabetologica, the International Diabetes Journal*, Springer, 42, 1, 66.
- 6 Wohlrab, F., Dorsche, H., Krautschick, I., & Schmidt, S. (1985). On the specifity of the Insulin staining by Victoria Blue 4R. *Histochem*, 17, 515–518.
- 7 Meyramov, G.G., Kikimbaeva, A.A., & Meyramova, A.G. (2003) Victoria 4R Method for Staining of Insulin in B-cells of Isolated Pancreatic Islets. *Acta Diabetologica, the International Diabetes Journal*, Springer, 40, 4, 208.
- 8 Meyramov, G.G., Tusupbekova, G.T., & Meyramova, A.G. (1987). Histofliuorometricheskii metod otsenki sodержaniia insulina v B-kletkakh podzheludochnoi zhelezy [Histofliuorimetric method of evaluation the content of insulin in B-cells of the pancreas]. *Problemy endokrinologii — Problems of endocrinology*, 33, 6, 49–51 [in Russian].

I.S. Beyshova¹, G. Sultangazina¹, V.A. Ulyanov¹,
R.S. Beyshov¹, N.N. Beltyukova², A.M. Kutinskaia¹

¹*A. Baytursynov Kostanay State University, Kazakhstan;*

²*Perm State National Research University, Russia*

(E-mail: vadimkst@mail.ru)

Genetic diversity of the coenopopulations of *Adonis wolgensis* Stev. growing in the northern regions of Kazakhstan

In the article the results of work on the assessment of the genetic diversity of Kazakhstani coenopopulations of a rare plant species *Adonis wolgensis* Stev. are presented. Samples for research were collected in five cenopopulations of Kostanay, Akmola, Pavlodar regions of the Republic of Kazakhstan. The genome of *A. wolgensis* is not sequenced, therefore, a PCR method was used to detect DNA polymorphism in coenopopulations of this species for the simultaneous detection of multilocus DNA polymorphism that did not require initial knowledge of the nucleotide sequences of the entire genome or its parts. One of the most common methods for detecting genetic polymorphism in plants is ISSR-labeling (Inter Simple Sequence Repeats, or intermicro-satellite analysis). For PCR we used five primers with a length of 17–22 nucleotides. Separate amplification was carried out with each of them. Such primers allowed to amplify DNA fragments that are between two closely spaced microsatellite sequences. As a result, a large number of fragments, represented on the electrophoregram by discrete bands (ISSR-fingerprinting), was amplified. In total, more than 450 analyzes were performed (including repeated studies). As a result, multiple genomic marking of five coenopopulations of *A. wolgensis* in northern Kazakhstan was carried out, the main indicators of genetic diversity, the structure and differentiation of gene pools of populations, the studied plant species were determined.

Keywords: *Adonis wolgensis* Stev., rare species, gene pool, polylocus marking, coenopopulation, ISSR-PCR, genetic diversity, heterozygosity, interpopulation differentiation, Northern Kazakhstan

Introduction

The most important component of the biosphere is biological diversity. The concept of «biological diversity» covers all the diversity and variability of living organisms, including their relationships with each other and varying degrees of connection with the natural environment. This fundamental property of living nature reflects the great number of structural and functional properties of its organization realized in the process of evolution and ensures the stable development of planetary life and the stability of the biosphere.

Decrease in species and genetic diversity is a real threat to the biosphere, since the sustainability of the reproduction of natural ecosystems is directly related to their genetically determined adaptation potential to changing environmental conditions. Genetic diversity, that is, maintaining genotypic heterozygosity, polymorphism, and another genotypic variability, which is caused by adaptation in natural populations, plays an important role in the integrated assessment of biodiversity [1, 2].

One approach to the study of plant genetic diversity is the use of molecular markers, which are polymorphic DNA sequences that can be detected using methods based on polymerase chain reaction (PCR). Polymorphism of nucleotide sequences between individual DNA samples is detected by the presence or absence of specific DNA fragments in the spectrum during electrophoresis. The absence of a DNA fragment may be the result of point mutations, insertions, deletions, or inversions in the DNA template sequence [3].

In the genomes of plants, the number of microsatellite repeats is very large, which makes this method convenient for genetic analysis. Microsatellite sequences surround a lot of genes and can be used as anchoring sequences for these genes. For selecting primers, the ISSR method for determining polymorphism of DNA does not require prior cloning and sequencing. Primers for intermicrosatellite analysis, that is, ISSR primers (Inter Simple Sequence Repeats), consist of a fragment of a microsatellite locus (di- or trinucleotide, most often) and 1 or 2 «anchor» nucleotides on one of the flanks of the repeat. The development of this method was started in 1994, and now it has become widespread, especially in studies of the gene pools of various plant species, for mapping genomes and marking agronomically important traits [4, 5].

Molecular genetic methods are of particular importance for solving the main problem in maintaining biodiversity which is the selection of the most typical representatives of populations and the creation of genetically based programs for their conservation, as well as the identification of intraspecific genetic diversity,

the assessment of heterozygosity, the reconstruction of phylogenetic relationships between species and the spatial relationships between populations [6].

Due to the peculiarities of the historical development, the flora and vegetation of Northern Kazakhstan is unique. Its genetic foundation was formed in the course of a long evolution and now provides the possibility of the existence of populations of species in the modern physiographic environment. Economic development, development of modern infrastructure and tourism in the territory of Northern Kazakhstan inevitably entails the enhanced exploitation of natural resources. In addition, the increasing anthropogenic load, the destruction of places of growth due to construction and other economic activities (gathering mushrooms, berries, tourism) leads to a gradual degradation of typical cenoses.

On the territory of Northern Kazakhstan, such species of the genus *Adonis* L. as *Adonis vernalis* L. and *Adonis wolgensis* Stev. grow up, they are included in the approved list of rare plant species of Kazakhstan [7]. Species of the genus *Adonis* L. have considerable practical interest, since most of them contain cardiac glycosides, adonis preparations are used to treat a number of diseases of the cardiovascular and nervous systems, kidney and urinary tract diseases. On the territory of the former USSR in the twentieth century, due to the unplanned barbaric harvesting of *Adonis* L. plants as a medicinal raw material, the coenorea of this species was significantly reduced and disintegrated into five isolated sections which are located in the Ishim upstream, in Northern Kazakhstan, in Aktobe and Kostanay regions [8].

The area of *A. wolgensis* is significantly smaller compared to *A. vernalis*. Distribution of *A. wolgensis* within the range is uneven, there is a tendency to disjunction.

Individuals of *A. wolgensis* have a short, thick, brownish-black rhizome, few stems 15–30 cm in height. Young leaves and stems are abundantly pubescent, after fading, absently pubescent. The leaves are heavily dissected. The flowers are pale yellow, 3.5–4.5 cm in diameter. Sepals in length exceed half the length of the petals, slightly pubescent, lilac. *A. wolgensis* is listed in the Red Book of Kazakhstan.

Studying the genetic variability of natural populations, assessing the state of their gene pools allows us to compile genetically based programs for the conservation of both rare plant species and programs for the use of resource plants, taking into account their genetic diversity. Conservation of genetic resources includes measures that limit the increase in the average coefficient of kinship in populations and the preservation of existing genetic variability. The choice of population samples for conservation (when creating reserves or cryogenic cell banks and DNA) is determined by the uniqueness of their genotype. According to Yu.A. Yanbaeva and other authors [9], namely, the habitats with the greatest diversity (the number of genotypes) are apparently of primary interest when selecting objects for preserving the gene pool in situ, as well as when selecting samples to create an ex situ collection of clones.

Materials and research methods

Five coenopopulations of a rare plant species *Adonis wolgensis* Stev. located on the territory of Pavlodar, Kostanay and Akmola regions of the Republic of Kazakhstan (Table 1) were selected as the objects of research.

Table 1

Characteristics of coenopopulations (CP) of *A. wolgensis*

No. of CP	Location of CP	Habitat
Aw1	Pavlodar region, near Ekibastuz city, N51.66494°, W75.28173°, h=412 m above the sea level.	Inter-hill lowering, feather grass and sheep's fescue steppe
Aw2	Kostanay region, near Ozernoe village, Novonezhenskoye forestry, sq. 21, N52.43971°, W64.09279°, h=213 m above the sea level	Secondary psammophyte steppe in place of the old fire
Aw3	Pavlodar region, near Bayanaul village, N50.2209°, W75.8009°, h=406 m above the sea level	Foot of the slope, sheep's fescue and sheep's fescue steppe covered with bushes
Aw4	Akmola region, near Katarkol village, N52.93287°, W70.49210°, h=431 m above the sea level	Edge of the birch and pine forest
Aw5	Kostanay region, near Scherbakovo village, N53.20453°, W64.21550°, h=193 m above the sea level	Sparse pine forest on the sands

In each of the noted populations, leaves were collected from 30 randomly selected plants at a distance of 30 to 50 m from each other. Plants are characterized by the accumulation a large number of secondary

metabolites in certain organs, which have a significant negative effect on isolation procedures, and may later be inhibitors of PCR reactions. The polyphenols, presenting in many plants, enter into oxidation reactions during the homogenization of tissues and get covalently bound to proteins and nucleic acids, and the DNA sediment turns brown. Such DNA samples are unsuitable for PCR. Phenols can be bound and their interactions with nucleic acids can be prevented using polyvinylpyrrolidone (PVP) or polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) contained in the extraction buffer of polymers [10].

A modified technique was used to isolate DNA from the dried leaves of *A. wolgensis*. The cationic detergent in this procedure was ammonium cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB). A modification of the standard procedure was that β -mercaptoethanol was removed from the isolation protocol and polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) was added [11].

Detection of genetic polymorphism of DNA of *A. wolgensis* was performed by the ISSR method of analyzing DNA polymorphism using PCR. For the studied species, there were selected the most effective primers giving reproducible results — three dinucleotide (M1 (AC) 8CG, M3 (AC) 8CT, M27 (GA) 8C) and two trinucleotide ISSR primers (X11 (AGC) 6G, ISSR4 (ACG) 7G) [12]. Amplification products were separated by agarose gel electrophoresis and photographed in transmitted ultraviolet light. To determine the length of DNA fragments, the molecular weight marker (100 bp + 1.2 + 1.5 + 2 + 3 Kb DNA Ladder; OOO SibEnzyme-M, Moscow) was used; the fragment lengths were determined using the Quantity One program (Bio Rad, USA). To verify the accuracy of the obtained DNA spectra, the experiment was repeated at least three times.

In order to quantify polymorphism and determine the level of divergence between the studied CP, the obtained data were presented as a matrix of binary data in which the presence or absence of identical sized fragments in the ISSR spectra was considered, respectively, as state 1 or 0. Only DNA fragments reproducible in experiments were taken into consideration, intensity of polymorphism was not taken into account.

A computer analysis of the obtained data was performed using the POPGENE 1.31 program and the specialized macro GenAlEx6 for MS-Excel with the definition of: part of polymorphic loci (P95), absolute number of alleles (n_a), effective number of alleles (n_e), expected heterozygosity (H_E) [13]; Shannon Information Index (I) [14]. To describe the genetic structure of the population, the following parameters were used: the expected proportion of heterozygous genotypes (H_T) in the entire population as a measure of total gene diversity; the expected proportion of heterozygous genotypes (H_S) in the subpopulation as a measure of its intrapopulation diversity; the proportion of interpopulation genetic diversity in total diversity, or the index of population division (G_{ST}). The level of intrapopulation diversity is estimated through indicators: the average number of morphs (μ) and the proportion of rare morphs (h) [15].

Based on the matrix of the binary data using the computer programs TREECON 1.3b and POPGENE 1.31 matrix of genetic differences was calculated. Based on the obtained matrix by the unweighted paired-group method (UPGMA — unweighed pair-group method using arithmetic average), dendrograms reflecting the degree of similarity of the studied cenopopulations by ISSR-spectra were constructed.

Research results and discussion

When analyzing DNA fragments amplified as a result of PCR, 81 amplified DNA fragments were detected in 5 studied cenopopulations of *A. wolgensis*, among them 71 ($P_{95}=0,877$) were polymorphic. The number of amplified DNA fragments in the total sample of *A. wolgensis* varied, depending on the primer, from 9 (M3) to 20 (M1, M27) (Fig. 1). On average, within ISSR-analysis in this species one primer initiated the synthesis of 16.2 DNA fragments. The number of polymorphic DNA fragments in the total sample of plants varied from 5 to 20, and their sizes did from 210 to 1300 bp.

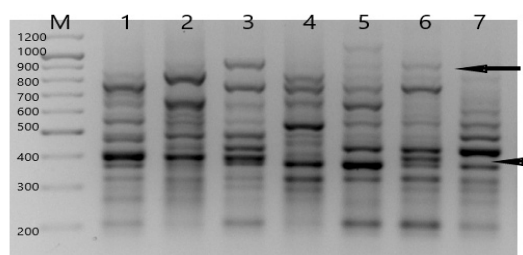


Figure 1. ISSR spectrum of coenopopulation *A. wolgensis* (Aw1) with M1 primer; numbers denote sample numbers, M — molecular weight marker; arrows indicate polymorphic fragments; a part of the spectrum is represented

The proportion of polymorphic loci in the total sample of *A. wolgensis*, depending on the ISSR primer, ranged from 0.555 (M3) to 1.000 (M27) and averaged 0.877. The number of polymorphic DNA fragments ranged from 67 for Aw1, Aw2, Aw4 to 72 for Aw3.

The most common measure of genetic variation in a population is heterozygosity. Theoretically, heterozygosity is distributed within a population in a rather complicated way, and heterozygosity rates are not directly dependent on the number of alleles [16]. The expected heterozygosity for the loci in the total sample of *A. wolgensis* was 0.285. In *A. wolgensis* coenopopulations this value varied from 0.273 in Aw2 to 0.300 in Aw1 (Table 2). The assessment of reliability when comparing the proportions of polymorphic loci and the expected heterozygosity in pairs between the studied coenopopulations according to Fisher criterion is given in Table 3.

Table 2

Indicators of genetic diversity of *A. wolgensis* coenopopulations based on polymorphism of ISSR marker

	Aw1	Aw2	Aw3	Aw4	Aw5	Per general population
H_E	0.300 (0.020)	0.273 (0.019)	0.292 (0.017)	0.284 (0.019)	0.278 (0.018)	0.285 (0.019)
n_a	1.828 (0.381)	1.803 (0.401)	1.877 (0.331)	1.840 (0.369)	1.827 (0.381)	1.926 (0.264)
n_e	1.516 (0.357)	1.455 (0.337)	1.476 (0.301)	1.472 (0.169)	1.456 (0.315)	1.550 (0.296)
P_{95}	0.859	0.838	0.888	0.861	0.838	0.877
R	0	0	0	0	1	1
μ	1.718 (0.008)	1.672 (0.008)	1.727 (0.008)	1.692 (0.008)	1.701 (0.008)	1.698 (0.008)
h	0.141 (0.004)	0.164 (0.004)	0.136 (0.004)	0.154 (0.004)	0.149 (0.004)	0.144 (0.004)
I	0.446	0.414	0.445	0.430	0.423	0.492

Note. P_{95} — the frequency of polymorphic loci; H_E — the expected heterozygosity; n_a — absolute number of alleles per locus; n_e — effective number of alleles per locus; in brackets standard deviations for all the above parameters are given; R — rare fragments.

By comparing the reliability of the difference of these parameters, it can be concluded that the studied coenopopulations of *A. wolgensis* have similar values of the proportion of polymorphic loci and the expected heterozygosity, since the difference of these indicators between coenopopulations is insignificant (Table 3).

Table 3

Estimation of the significance of the difference when comparing the indicators P_{95} and H_E according to the Fisher criterion between *A. wolgensis* coenopopulations

CP	Aw1	Aw2	Aw3	Aw4	Aw5
Aw1	—	0.463	0.385	0.497	0.498
Aw2	0.791	—	0.857	0.467	0.385
Aw3	0.168	0.646	—	0	0.456
Aw4	0.605	0.799	0.388	—	0.574
Aw5	0.471	0.646	0.509	0.838	—

Note. Above the diagonal there is the difference in the proportion of polymorphic loci (P_{95}), under the diagonal there is the expected heterozygosity (H_E); if F_{exp} is more than 1.96, the result is reliable.

The effective number of alleles (n_e) is a function of the proportion of polymorphic loci, the number of alleles per locus and the evenness of allele frequencies, and is, thus, a measure of the genetic diversity of a population or species. The effective number of alleles estimates the value of homozygosity and represents the number of alleles, with the same frequency of which in the population, the expected heterozygosity will be equal to the actual [17].

The absolute number of alleles per locus (n_a) (in this case per DNA fragment) per total population was 1.926. This parameter is the highest in the Aw3 coenopopulation ($n_a = 1.877$), in the Aw5 coenopopulation it is the smallest ($n_a = 1.827$). The effective number of alleles per locus (n_e) per total sample is 1.550. The highest value of n_e is found in the Aw1 population ($n_e = 1.516$), and the lowest value is noted in the Aw2 population ($n_e = 1.455$). The Shannon Information Index [14] also revealed the highest diversity in the Aw1 population ($I = 0.446$), and the least one in the Aw2 population ($I = 0.414$). In the studied coenopopulations of *A. wolgensis*, only one rare fragment was found in the Aw5 (Table 2).

Indicators of intrapopulation diversity are of a great significance in characterizing genetic diversity. The indicator of intrapopulation diversity (μ) is proposed by L.A. Zhivotovsky [15]. The initial data for this parameter are the frequencies of morphs (in our case, the frequencies of the ISSR-markers). The more evenly the frequency distribution of the morph is, the more this indicator is close to the maximum. The maximum is equal to the number of morphs represented in the population, in the case of using ISSR-markers it is 2. When analyzing the intrapopulation diversity of *A. wolgensis* using the μ indicator, it was found that out of the 5 studied coenopopulations, coenopopulation Aw2 ($\mu = 1.672$) is more evenly distributed, and the smallest ($\mu = 1.727$) is the coenopopulation Aw3 (Table 2).

In comparison with μ , the proportion of rare morphs (h) presents new information about the nature of intrapopulation diversity. While μ gives an estimate of the degree of diversity of the population, the indicator h estimates the structure of this diversity [15]. With the dominant character of inheritance of ISSR-markers, these values show the proportion of null alleles. According to L.A. Zhivotovsky [15], with values of $h > 0.3$ in the genetic structure of populations, the proportion of recessive homozygotes is increased. Thus, the smaller the h value of the threshold 0.3 is, the more balanced the structure of diversity the studied populations is characterized by. For all the studied coenopopulations, the indicator h has values less than 0.3, which may indicate a smaller proportion of null alleles in the structure of intrapopulation diversity. The coenopopulation Aw2 is characterized by the most balanced structure of diversity ($h = 0.141$), and the population Aw2 is characterized by the least balanced ($h = 0.164$) (Table 2).

M. Ney [13] used the heterozygosity value to describe the genetic structure of populations (in this case, coenopopulations) and called it gene diversity. On its basis, he introduced the concept of total gene diversity in the total sample (H_T), which represents heterozygosity for the entire sample, the average selective gene diversity across all loci (H_S), this is the average heterozygosity by population, and the division index of population (G_{ST}). The total gene diversity in the total sample (H_T) of *A. wolgensis* was 0.333, the average genetic sample diversity (H_S) in the co-populations of *A. wolgensis* is 0.289. Thus, the average heterozygosity in the coenopopulation of *A. wolgensis* is lower than in the total sample. The lowest rates of the proportion of heterozygous genotypes were detected using primer M3. The expected heterozygosity determined by it is 0.188, and the highest values of the proportion of heterozygous genotypes are observed in primer M27 — 0.378 (Table 4).

The studied coenopopulations of *A. wolgensis* are poorly differentiated, the largest part of the entire observed genetic diversity is concentrated within populations (86.91%), and the proportion of the interpopulation variability is 13.14% (Table 4).

Table 4

Genetic structure and differentiation of five coenopopulations of *A. wolgensis*

ISSR- primer	H_T	H_S	G_{ST}
M1	0.383(0.015)	0.334(0.012)	0.128
ISSR4	0.278(0.006)	0.254(0.007)	0.085
X11	0.322(0.027)	0.255(0.019)	0.207
M3	0.195 (0.036)	0.188 (0.034)	0.037
M27	0.378(0.013)	0.331(0.010)	0.123
Total sample	0.333 (0.020)	0.289 (0.015)	0.131

Note. H_T is the expected proportion of heterozygous genotypes as a measure of the total gene diversity in the entire population; H_S is the expected share of heterozygous genotypes in a single population, as a measure of its intrapopulation diversity or the average selective gene diversity across all loci; G_{ST} is the proportion of interpopulation genetic diversity in total diversity, or an indicator of population subdivision; standard deviations are given in brackets.

Based on the obtained data on the ISSR analysis of *A. wolgensis* DNA polymorphism, the genetic relationships between the studied populations were determined, a matrix of binary features was compiled, and matrices of genetic differences were calculated. Based on the obtained matrix, a cluster analysis was carried out using the unweighted paired-group method (UPGMA) and the dendrogram reflecting the degree of similarity of the studied population groups in the ISSR spectra was constructed (Fig. 2).

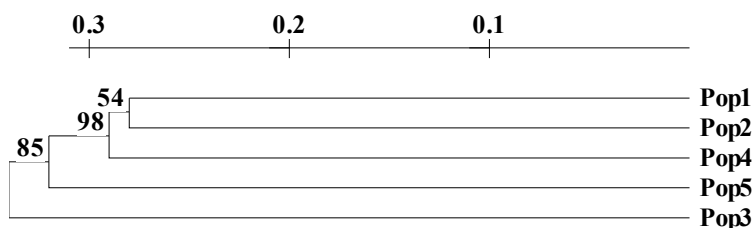


Figure 2. UPGMA-dendrogram of genetic similarity of 5 coenopopulations of *A. wolgensis*, constructed on the basis of polymorphism of ISSR-markers; the scale above is for genetic distance; the bootstrap values (in %) are indicated, Pop1 — Aw1, Pop2 — Aw2, Pop3 — Aw3, Pop4 — Aw4, Pop5 — Aw5

The Treecon 3.1 computer program was used to construct the dendrograms with the use of 100 bootstrap replicas. Branch nodes have high support (bootstrap index > 50 %). The shortest genetic distance [15] is noted between Aw2 and Aw4 ($D = 0.056$), and the longest is between Aw3 and Aw2 (Table 5).

Table 5

Genetic distance between coenopopulations of *A. wolgensis*

	Aw1	Aw2	Aw3	Aw4	Aw5
Aw1	—				
Aw2	0.063	—			
Aw3	0.116	0.127	—		
Aw4	0.061	0.056	0.085	—	
Aw5	0.096	0.098	0.059	0.094	—

Based on the obtained data from Table 5, it can be concluded that all coenopopulations are characterized by a rather low genetic distance between them. We assume that the selected coenopopulations are the part of a single local population of *A. wolgensis* in the territory of Northern Kazakhstan.

Conclusion

Thus, based on the ISSR analysis of genetic polymorphism of the five coenopopulations of *Adonis wolgensis* in the North of Kazakhstan, we can conclude that the studied coenopopulations of this species are characterized by high rates of genetic diversity and low genetic subdivision of coenopopulations. In the coenopopulations there are practically no unique ISSR markers. The proportion of polymorphic loci (P_{95}) varies from 0.555 (M3) to 1.000 (M27) and averages 0.877; the expected heterozygosity (H_E) was 0.285, in coenopopulations this value varied from 0.273 in Aw2 to 0.300 in Aw1. The level of interpopulation differentiation in *A. wolgensis* was ($G_{ST} = 0.131$). As a result of the study, on the basis of a molecular genetic analysis of coenopopulations of a rare plant species, new fundamental knowledge about genetic diversity and the genetic structure of the studied coenopopulations was obtained for the first time.

This work was carried out within the framework of the grant financing project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2018–2020. № AR05132458 «Molecular genetic gene pool analysis of rare plant species population in Northern Kazakhstan», state registration number 0118RK00404.

References

- 1 Лебедева Н.В. Биоразнообразие и методы его оценки / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволицкий. — М.: Изд-во МГУ, 1999. — 94 с.
- 2 Звягина Н.С. Генетическая дифференциация алтаеянского эндемика *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae) по данным межмикросателлитного анализа геномной ДНК / Н.С. Звягина, О.В. Дорогина // Генетика. — 2013. — Т. 49, № 10. — С. 1183–1189.
- 3 Гостимский С.А. Изучение организации и изменчивости генома растений с помощью молекулярных маркеров / С.А. Гостимский, З.Г. Кокаева, Ф.А. Коновалов // Генетика. — 2005. — Т. 41, № 4. — С. 480–490.
- 4 Селютин И.Ю. Возможность использования ISSR-маркеров для выявления генетической дифференциации популяций редкого вида *Astragalus sericeocanus* (Fabaceae) / И.Ю. Селютин, Е.С. Конищенко, О.В. Дорогина // Растительный мир азиатской России. — 2014. — № 4. — С. 3–8.

- 5 Manninen O. Application of BARE-1 retrotransposon markers to the mapping of a major resistance gene for net blotch in barley / O. Manninen, R. Kalendar, J. Robinson, A.X. Schulman // Mol. Genet. And Genom. — 2000. — Vol. 26. — P. 325–334.
- 6 Боронникова С.В. Молекулярно-генетический анализ и оценка состояния генофондов ресурсных видов растений Пермского края: моногр. / С.В. Боронникова. — Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2013. — 239 с.
- 7 Красная книга Казахстана. — Т. 2: Растения. — 2-е изд. перераб. и доп. — Астана: ТОО ArtPrintXXI, 2014. — 452 с.
- 8 Пошкурлат А.П. Род горчицвет — *Adonis* L. Систематика, распространение, биология / А.П. Пошкурлат. — М.: Наука; МАИК «Наука / Интерпериодика», 2000. — 199 с.
- 9 Янбаев Ю.А. Популяционная структура и принципы сохранения генофонда родиолы ирмельской на Южном Урале / Ю.А. Янбаев, Н.Р. Байрамгулов, Н.Н. Редькина и др. — Уфа: БГУ, 2007. — 183 с.
- 10 Нечаева Ю.С. Оптимизация методики выделения ДНК некоторых хвойных видов растений Пермского края / Ю.С. Нечаева и др. // Синтез знаний в естественных науках. Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование: материалы Междунар. конф. — Пермь, 2011. — С. 278–282.
- 11 Rogers S.O. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues / S.O. Rogers, A.J. Bendich // Plant Molecular Biology. — 1985. — Vol. 1, No. 19. — P. 69–76.
- 12 Бельтюкова Н.Н. Подбор эффективных ISSR-праймеров для редкого вида *Adonis wolgensis* Stev. / Н.Н. Бельтюкова, Я.В. Пришивская, Ю.О. Томилова, В.А. Ульянов, И.С. Бейшова, Г.Ж. Султангазина, Р.С. Бейшов // Современные научные исследования и разработки: материалы Междунар. электрон. науч.-практ. журн. — М., 2018. — № 8 (25). — С. 26–29.
- 13 Nei M. Molecular evolutionary genetics / M. Nei. — N.-Y.: Columbia Univ. press, 1987. — 512 p.
- 14 Lewontin R.C. The apportionment of human diversity / R.C. Lewontin // EV. Biol. — 1972. — No. 6. — P. 381–398.
- 15 Животовский Л.А. Показатель внутривидового разнообразия / Л.А. Животовский // Журн. общ. биологии. — 1980. — Т. 41, № 6. — С. 828–836.
- 16 Хедрик Ф. Мир биологии: генетика популяций / Ф. Хедрик. — М.: Техносфера, 2003. — 592 с.
- 17 Шереметьева И.Н. Оценка генетического разнообразия островных и материковых популяций дальневосточной полевки *Microtus fortis* (Rodentia, Cricetidae): данные RAPD-PCR анализа / И.Н. Шереметьева, Г.Н. Челомина // Биол. исследования на островах северной части Тихого океана. — Владивосток, 2003. — № 9. — С. 1–18.

И.С. Бейшова, Г. Султангазина, В.А. Ульянов,
Р.С. Бейшов, Н.Н. Бельтюкова, А.М. Кутинская

Қазақстанның солтүстік өңірінде өсетін *Adonis wolgensis* Stev. ценопопуляциясының генетикалық әртүрлілігі

Мақалада сирек кездесетін — *Adonis wolgensis* Stev. өсімдіктер түрлерінің қазақстандық ценопопуляцияларының генетикалық әртүрлілігін бағалау бойынша жұмыстардың нәтижелері келтірілген. Зерттеулерді жүргізуге арналған үлгілер Қазақстан Республикасының Қостанай, Ақмола, Павлодар облыстарының бес ценопопуляциясында жиналды. *A. wolgensis* геномы реттелмеген (секвенирленбеген), сондықтан осы түрдің ценопопуляцияларындағы ДНҚ полиморфизмін анықтау үшін түгелдей геномның немесе оның бөліктерінің нуклеотидті тізбектерін бастапқы білуді талап етпейтін ДНҚ-ң мультилокустық полиморфизмін бір мезгілде анықтауға арналған ПТР (полимеразды тізбекті реакция) пайдаланылатын әдіс қолданылған. Өсімдіктерде генетикалық полиморфизмді анықтаудың ең кең таралған әдістерінің бірі — ISSR-таңбалау (Inter Simple Sequence Repeats немесе intermicrosatellite analysis (микросателлит арасындағы талдау)). Зерттеуде ПТР қою үшін ұзындығы 17–22 нуклеотидті құрайтын бес праймер қолданылды. Олардың әрқайсысымен жеке амплификация жүргізілді. Мұндай праймерлер айтарлықтай жақын орналасқан екі микросателлиттік бірізділіктер арасында орналасқан ДНҚ фрагменттерін амплификациялауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде дискреттік жолақтар (ISSR-саусак іздері) электрограммасында ұсынылған фрагменттердің көп саны амплификацияланды. Барлығы 450-ден астам талдау жүргізілді (қайталанған зерттеулерді қос есептегенде). Нәтижесінде Солтүстік Қазақстандағы *A. wolgensis* бес ценопопуляциясын бірнеше рет геномдық таңбалау жүргізілді, зерттелген өсімдіктердің түрлері, популяция генофондарының құрылымы мен дифференциясы, генетикалық әртүрлілігінің негізгі көрсеткіштері анықталды.

Кілт сөздер: *Adonis wolgensis* Stev., сирек кездесетін түрлер, гендік қор, жартылай локустық таңбалау, ценопопуляция, ISSR-ПТР, генетикалық әртүрлілік, гетерозиготтылық, популяцияаралық дифференциация, Солтүстік Қазақстан.

И.С. Бейшова, Г. Султангазина, В.А. Ульянов,
Р.С. Бейшов, Н.Н. Бельтюкова, А.М. Кутинская

Генетическое разнообразие ценопопуляций *Adonis wolgensis* Stev., произрастающих в северных регионах Казахстана

В статье указаны результаты работы по оценке генетического разнообразия казахстанских ценопопуляций редкого вида растений — *Adonis wolgensis* Stev. Образцы для проведения исследований собраны в пяти ценопопуляциях Костанайской, Акмолинской, Павлодарской областей Республики Казахстан. Геном *A. wolgensis* не секвенирован, поэтому для выявления полиморфизма ДНК в ценопопуляциях этого вида был применен метод с использованием ПЦР для одновременного выявления мультилокусного полиморфизма ДНК, не требующий изначального знания нуклеотидных последовательностей всего генома или его частей. Одним из таких наиболее распространенных методов выявления генетического полиморфизма у растений является ISSR-маркирование (Inter Simple Sequence Repeats, или межмикросателлитный анализ). Для постановки ПЦР нами было использовано пять праймеров длиной 17–22 нуклеотида. С каждым из них проводилась отдельная амплификация. Такие праймеры позволили амплифицировать фрагменты ДНК, которые находятся между двумя достаточно близко расположенными микросателлитными последовательностями. В результате амплифицировалось большое число фрагментов, представленных на электрофореграмме дискретными полосами (ISSR-фингерпринтинг). Всего было поставлено более 450 анализов (с учетом повторных исследований). В результате было проведено множественное геномное маркирование пяти ценопопуляций *A. wolgensis* Северного Казахстана, определены основные показатели генетического разнообразия, структура и дифференциация генофондов популяций исследуемого вида растений.

Ключевые слова: *Adonis wolgensis* Stev., редкий вид, генофонд, полилокусное маркирование, ценопопуляция, ISSR-PCR, генетическое разнообразие, гетерозиготность, межпопуляционная дифференциация, Северный Казахстан.

References

- 1 Lebedeva, N.V., Drozdov, N.N., & Krivolutskii, D.A. (1999). *Bioraznoobrazie i metody ego otsenki* [Biodiversity and its assessment methods]. Moscow: MSU Publ. [in Russian].
- 2 Zviagina, N.S., & Dorogina, O.V. (2013). Geneticheskaya differentsiatsiya altaesianskogo endemika *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae) po dannym mezhmikrosatelitnoho analiza genomnoi DNK [Genetic differentiation of the Altayan endemic *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae) according to the intermicrosatellite analysis of genomic DNA]. *Genetika — Genetics*, 49, 10, 1183–1189 [in Russian].
- 3 Gostimskii, S.A., Kokaeva, Z.G., & Konovalov, F.A. (2005). Izuchenie organizatsii i izmenchivosti genoma rastenii s pomoshchiu molekuliarnykh markerov [The study of the organization and variability of the plant genome using molecular markers]. *Genetika — Genetics*, 41, 4, 480–490 [in Russian].
- 4 Seliutina, I.Yu., Konichenko, E.S., & Dorogina, O.V. (2014). Vozmozhnosti ispolzovaniia ISSR-markerov dlia vyivleniia geneticheskoi differentsiatsii populatsii redkogo vida *Astragalus sericeocanus* (Fabaceae) [The possibility of using ISSR-markers to identify genetic differentiation of populations of a rare species *Astragalus sericeocanus* (Fabaceae)]. *Rastitelnyi mir aziatskoi Rossii — Plant World of Asiatic Russia*, 4, 3–8 [in Russian].
- 5 Manninen, O., Kalendar, R., Robinson, J., & Schulman, A.X. (2000). Application of BARE-1 retrotransposon markers to the mapping of a major resistance gene for net blotch in barley. *Mol. Genet. And Genom.* 26, 325–334.
- 6 Boronnikova, S.V. (2013). *Molekuliarno-geneticheskii analiz i otsenka sostoiianiia henofondov resursnykh vidov rastenii Permskogo kraia* [Molecular genetic analysis and assessment of the state of gene pools of resource plant species of the Perm region]. Perm: Permskii gosudarstvennyi natsionalnyi universitet [in Russian].
- 7 *Krasnaia kniha Kazakhstana. T. 2. Rasteniia* [The red book of Kazakhstan. Vol. 2. Plants]. (2013). (2nd ed., revised and supplemented). Astana: ArtPrintXXI JSC [in Russian].
- 8 Poshkurlat, A.P. (2000). *Rod horitsvet — Adonis L. Sistematika, rasprostranenie, biologiya* [The Genus *Adonis* L. — pheasant's eye. Systematic, distribution, biology]. Moscow: Nauka; MAIK «Nauka Interperiodika» [in Russian].
- 9 Yanbaev, Yu.A., Bairamgulov, N.R., & Redkina, N.N. et al. (2007). *Populatsionnaia struktura i printsipy sokhraneniia henofonda rodoly iremskoi na Yuzhnom Urale* [Population structure and principles of the preservation of the *Rhodiola iremskaya* gene pool in the Southern Urals]. Ufa [in Russian].
- 10 Nechaeva, Yu.S., et al. (2011). Optimizatsiia metodiki vydeleniia DNK nekotorykh khvoinykh vidov rastenii Permskogo kraia [Optimization of the DNA extraction technique of some coniferous species of plants in the Perm region]. Proceedings from The synthesis of knowledge in the natural sciences. The future mine: projects, technologies, equipment: *Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii — Materials of the international conference.* (pp. 278–282). Perm [in Russian].
- 11 Rogers, S.O., & Bendich, A.J. (1985). Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1, 19, 69–76.
- 12 Beltukova, N.N., Prishnivskaia, Ya.V., & Tomilova Yu.O. et al. (2018). Podbor effektivnykh ISSR-praimerov dlia redkogo vida *Adonis wolgensis* Stev. [Selection of effective ISSR primers for the rare species *Adonis wolgensis* Stev.]. *Sovremennye nauchnye issledovaniia i razrabotki — Modern scientific research and development*, 8(25), 26–29 [in Russian].

- 13 Nei, M. (1987). *Molecular evolutionary genetics*. New York: Columbia Univ. press.
- 14 Lewontin, R.C. (1972). The apportionment of human diversity. *EV. Biol.* 6, 381–398.
- 15 Zhivotovskii, L. A. (1980). Pokazatel vnutripopuliatsionnogo raznoobraziiia [Indicator of intrapopulation diversity]. *Zhurnal obshchei biologii — Journal of General biology*, 41, 6, 828–836 [in Russian].
- 16 Khedrik, F. (2003). *Mir biologii: hetetika populiatsii [Biology World: Population Genetics]*. Moscow: Tekhnosfera [in Russian].
- 17 Sheremeteva, I.N. & Chelomina, G.N. (2003). Otsenka heteticheskogo raznoobraziiia ostrovnykh i materikovykh populiatsii dalnevostochnoi polevki *Microtus fortis* (Rodentia, Sricetidae): dannye RAPD-PCR analiza [Assessment of the genetic diversity of the island and continental populations of the Far Eastern vole *Microtus fortis* (Rodentia, Cricetidae): RAPD-PCR analysis data]. *Biologicheskie issledovaniia na ostrovakh severnoi chasti Tikhoho okeana — Biological research on the islands of the North Pacific*, 9, 1–18 [in Russian].

Г.А. Садырова¹, Д.К. Байжигитов²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан
(E-mail: gulbanu-s@mail.ru)

Разнообразие флоры петрофильного флористического комплекса на территории хребта Кетпен-Темирлик

В статье приведен анализ биоразнообразия петрофильного флористического комплекса хребта Кетпен-Темирлик. Флора петрофильного комплекса представлена 845 видами, которые относятся к 298 родам и 69 семействам. Двудольных растений насчитывается 712 видов, однодольных растений всего 111 вида. Автохтонные тенденции в развитии петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик практически не выражены, о чем говорит отсутствие эндемичных видов и почти полное отсутствие полиморфных родов. Отрицательное значение показателя автономности (-0,592) свидетельствует об аллохтонной тенденции в развитии петрофильной флоры исследуемой территории. Анализ крупнейших семейств хребта Кетпен-Темирлик показал, что наиболее богато представлены семейства Asteraceae (19,1 %), Fabaceae (8,75 %), Brassicaceae (7,1 %), Poaceae (6,74 %), Lamiaceae (5,62 %), Caryophyllaceae (5,32 %), Chenopodiaceae (5,0 %), Rosaceae (4,85 %), Boraginaceae (3,31 %), Scrophulariaceae (3,31 %). Богатыми по числу видов оказались представители родов *Artemisia* (3,07 %), *Astragalus* (2,72 %), *Allium* (2,36 %), *Oxytropis* (2,01 %), *Dracopcephalum* (1,77 %), *Caragana* (1,65 %), *Potentilla* (1,53 %), *Saussurea* (1,42 %), *Taraxacum* (1,42 %), *Draba* (1,3 %), *Veronica* (1,18 %), *Gagea* (1,18 %), *Silene* (1,18 %). Анализ состава петрофильного комплекса по типам ареалов показал, что больше половины видов (339; 66,4 %) имеют ареал, ограниченный территориями горной Средней Азии.

Ключевые слова: биоразнообразие, флора, хребет Кетпен-Темирлик, флористические комплексы.

Введение

Изучение флоры горных территорий в настоящее время представляет большой научный интерес. Особенно актуально изучение флоры отдельных, малоизученных регионов, расположенных в районах пустынной зоны. Одним из таких регионов Северного Тянь-Шаня является хребет Кетпен-Темирлик. Хребет расположен на территории двух государств – Казахстана и Китая. Восточная его часть, находящаяся на территории Казахстана, носит название Кетпен; западная, китайская, называется Темирлик. Хребет Кетпен-Темирлик представляет собой горную страну, четко очерченную в географическом и историческом плане. Он имеет довольно богатую флору, отличную от флор смежных регионов, с концентрацией реликтовых элементов различных времен, различного генезиса и различной истории. Тщательное его исследование позволит составить полное представление об общем развитии горной флоры Северного Тянь-Шаня.

Углубленные флористические исследования отдельных природных регионов приобретают особую актуальность и в связи чрезмерной и длительной эксплуатацией горных пастбищ, приводящей в ряде случаев к необратимым изменениям первозданных биоценозов, сокращению ареалов и исчезновению редких видов растений. Для сохранения и рационального использования растительного богатства того или иного района крайне важно выявление, по возможности, полного состава его флоры. Первостепенное значение при этом приобретают исследования региональных флор позволяющие охарактеризовать флору с количественной и качественной стороны [1].

Сравнительный анализ флоры западной и восточной части хребта Кетпен-Темирлик позволил выявить особенности ее гетерогенной флоры, становление которой явилось результатом воздействия различных флористических центров и разновозрастности формирования отдельных таксонов, а также влияния на нее пустынь Средней и Центральной Азии. Первым и главным условием познания конкретной флоры является выявление флористических комплексов [1]. Согласно А.И. Толмачеву, флористический комплекс, складывающийся на давно заселенном растениями пространстве и затем продолжающий свое развитие объединяет элементы четырех основных категорий:

1. Пережитки флоры иного типа, сохраняющиеся на месте в более или менее неизменном состоянии и в какой-то степени не гармонирующие по своей природе с новыми условиями развития флоры и ее обликом (реликтовые элементы). Эти компоненты флоры заведомо старше ее как комплекса;

2. Древнее ядро флоры — виды, гармонирующие с современным обликом флоры и условиями ее развития, перешедшие в ее состав из состава более ранней местной флоры, в котором они могли занимать малозаметное положение, будучи приурочены к каким-либо выделявшимся своими особенностями местообитаниям, или оформившиеся в связи с ее становлением. Эти виды частично старше флоры как комплекса или частично разновозрастны «моменту» ее становления.

3. Миграционные элементы, разновозрастные как по времени своего возникновения, так и по времени внедрения в состав данной флоры, но в качестве ее компонентов более молодые, чем виды предыдущих категорий.

4. Автохтонные новообразования, возникшие как производные второго и третьего видов. Они полностью моложе времени первоначального формирования флоры.

Группы 1 и 2 могут условно объединяться как первичные элементы флоры, группы 3 и 4 — как вторичные [1]. Значительное влияние на набор видов во флористическом комплексе оказывают климатические особенности. Смены климата в геологические эпохи были основной причиной вымирания, трансформации и, в итоге, становления новых флор, стимулировали вымирание одних видов и новообразование других. Вместе с тем они вызвали прогрессивное и регрессивное изменение ареалов, слагающих флору видов [2].

Целью настоящего исследования является изучение разнообразия флоры петрофильного флористического комплекса на территории хребта Кетпен-Темирлик.

Материалы и методы исследования

Основными методами полевых исследований флоры хребта Кетпен-Темирлик были общепринятые классические методики ботанических и флористических исследований: в полевых условиях использовался традиционный метод маршрутно-рекогносцировочный. Сбор и обработка гербарного материала проводились по общепринятой методике. Экземпляры древесных, кустарниковых и травянистых растений собирались в гербарные папки с описанием мест сбора (зафиксированные с помощью GPS), даты и коллектора. Сбор и обработка гербарного материала были проведены по общепринятой методике А.К. Скворцова [3]. В процессе определения гербария в качестве источников были использованы многотомные сводки: «Флора СССР» [4], «Деревья и кустарники СССР» [5], «Флора Казахстана» [6], «Деревья и кустарники Казахстана» [7], «Растения Центральной Азии» [8], «Определитель растений Средней Азии» [9], «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» [10]. Для уточнения видовых и родовых названий были использованы последние сводки С.К. Черепанова [11], С.А. Абдулиной [12], А.Л. Тахтаджяна [13]. Типы ареалов исследуемых видов растений нами выделены согласно классификациям, разработанным Е.П. Лавренко, А.И. Толмачевым, Р.В. Камелиным, В.П. Голоскоковым [14–17].

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведенных многолетних флористических исследований на территории хребта Кетпен-Темирлик в пределах Казахстана и Китая нами выделены следующие типы высотной ландшафтной растительности: пустынный, пустынно-степной, лугово-лесной, лиственно-лесной, хвойно-лесной, криофильно-луговой, кустарниковый. Выделение их как флористических комплексов является закономерным, так как они являются зональными для хребта Кетпен-Темирлик, растительный покров которого отличается комплексностью и мозаичностью, т.е. здесь присуще гетерогенность исследуемой флоры. Представленные выше флористические комплексы природной флоры хребта Кетпен-Темирлик объединяют виды, тяготеющие по своим эколого-ценотическим признакам и характеру распространения к однородным в ботанико-географическом отношении природным территориальным комплексам (ландшафтам) [18].

В петрофильном флористическом комплексе насчитывается 845 видов, которые относятся к 298 родам и 69 семействам. Двудольных насчитывается 712 видов, однодольных всего 111 вида. Соотношение однодольных растений к двудольным растениям составляет 1:6,4. Численное соотношение флоры петрофильного флористического комплекса равно 69:298:845. В среднем на каждый род приходится 2,7 вида. Видовая насыщенность семейств петрофильной флоры характеризуется средним показателем и составляет 13,2. Автохтонные тенденции в развитии петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик практически не выражены, о чем говорит отсутствие эндемичных видов, и почти полное отсутствие полиморфных родов. Отрицательное значение показателя автономности (–0,592) свидетельствует об аллохтонной тенденции в развитии петрофильной флоры исследуемой территории.

Распределение надсемейственных таксонов по количеству видов и родов в петрофильном флористическом комплексе приведено по А.Л. Тахтаджяну [13], где флористический спектр петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик состоит из 8 подклассов, из них 2 подкласса (*Commeliniidae*, *Liliidae*) относятся к *Liliopsida* и 6 подклассов к *Magnoliopsida* (*Ranunculidae*, *Caryophyllidae*, *Rosidae*, *Lamiidae*, *Dilleniidae*, *Asteridae*). Из класса *Magnoliopsida* наиболее богатыми по видовому составу оказались подклассы *Rosidae*, *Asteridae*, *Lamiidae*, *Caryophyllidae*, *Dilleniidae*, *Ranunculidae*, а из *Liliopsida*, таковыми оказались *Commeliniidae* и *Liliidae*. Класс *Pinopsida* представлен двумя семействами, класс *Equisetopsida* одним семейством, класс *Polypodiopsida* девятью семействами (рис. 1).

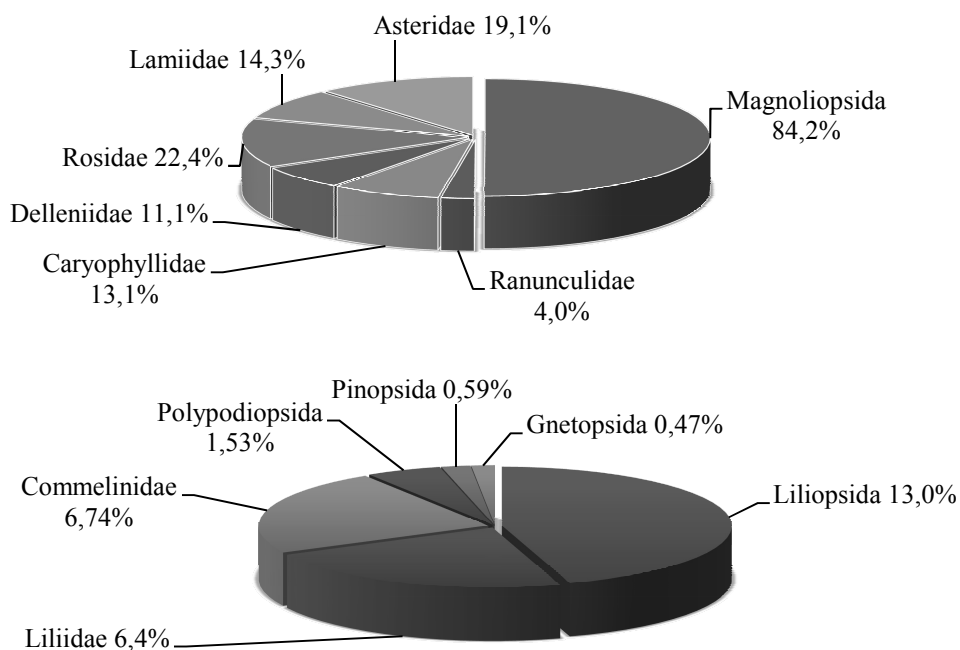


Рисунок 1. Соотношение основных систематических групп в петрофильном флористическом комплексе

Из приведенных в таблице 1 семейств петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик наиболее богато представлены *Asteraceae* (162; 19,1%), *Fabaceae* (74; 8,75%), *Brassicaceae* (60; 7,1%), *Poaceae* (57; 6,74%), *Lamiaceae* (48; 5,62%), *Caryophyllaceae* (45; 5,32%), *Chenopodiaceae* (42; 5,0%), *Rosaceae* (41; 4,85%), *Boraginaceae* (28; 3,31%), *Scrophulariaceae* (28; 3,31%).

Т а б л и ц а 1

Крупнейшие семейства петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик

№ п/п	Семейства	Количество родов	Количество видов	% от общего числа видов
1	2	3	4	5
1	<i>Asteraceae</i>	52	162	19,1
2	<i>Fabaceae</i>	13	74	8,75
3	<i>Brassicaceae</i>	32	60	7,10
4	<i>Poaceae</i>	22	57	6,74
5	<i>Lamiaceae</i>	10	48	5,68
6	<i>Caryophyllaceae</i>	20	45	5,32
7	<i>Chenopodiaceae</i>	18	42	5,0
8	<i>Rosaceae</i>	11	41	4,85
9-10	<i>Boraginaceae</i>	13	28	3,31
9-10	<i>Scrophulariaceae</i>	7	28	3,31

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
11	<i>Apiaceae</i>	11	21	2,48
12	<i>Alliaceae</i>	1	20	2,36
13	<i>Liliaceae</i>	4	18	2,13
14	<i>Ranunculaceae</i>	10	13	1,53
15–16	<i>Polygonaceae</i>	6	12	1,42
15–16	<i>Crassulaceae</i>	6	12	1,42
17	<i>Limoniaceae</i>	4	11	1,30
18	<i>Primulaceae</i>	2	10	1,18
	Всего	242	702	83,0

В первых трех семействах содержится 296 видов, или 35 %, от всей петрофильной флоры, а в десяти ведущих семействах содержится 585 видов, или 69,2 %. Так в семействах *Apiaceae* (21; 2,41 %), *Alliaceae* (20; 2,36 %), *Liliaceae* (18; 2,13 %), *Ranunculaceae* (13; 1,53 %), *Polygonaceae* (12; 1,42 %), *Crassulaceae* (12; 1,42 %), *Limoniaceae* (11; 1,30 %) и *Primulaceae* (10; 1,18 %) (рис. 2). В 11 семействах содержится от 7 до 6 видов (4,8 %). В 24 семействах содержится от 5 до 2 видов (81; 9,5 %). И 21 семейства содержат по одному виду, что составляет 2,4 % от всей петрофильной флоры.

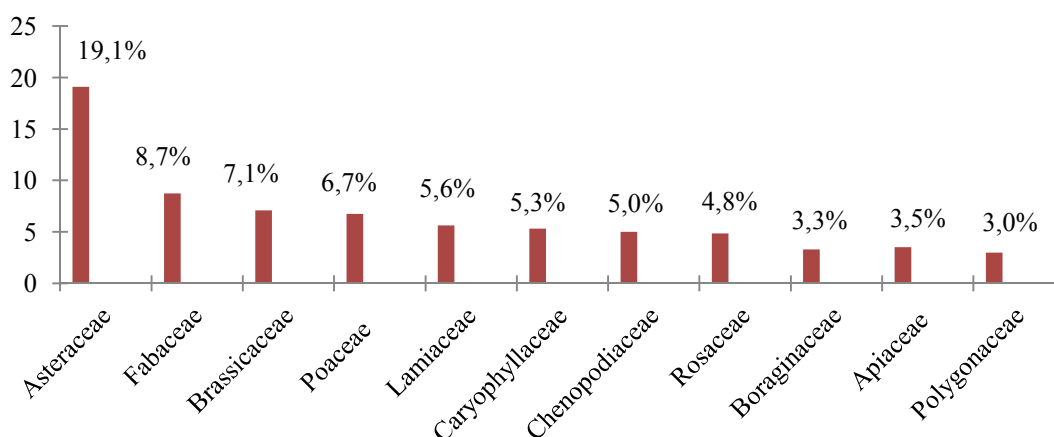


Рисунок 2. Соотношение ведущих семейств петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик

Ведущими по числу родов семействами оказались *Asteraceae* (52; 6,1 %), *Brassicaceae* (32; 3,78 %), *Poaceae* (22; 2,6 %), *Caryophyllaceae* (20; 2,36 %), *Chenopodiaceae* (18; 2,1 %), *Boraginaceae* (13; 1,53 %), *Fabaceae* (13; 1,53 %), *Rosaceae* (11; 1,3 %), *Apiaceae* (11; 1,3 %), *Ranunculaceae* (10; 1,18 %) (табл. 1).

По числу крупнейших родов наиболее богатыми по числу видов оказались: *Artemisia* (26 видов или 3,07 %), *Astragalus* (23; 2,72 %), *Allium* (20; 2,36 %), *Oxytropis* (17; 2,01 %), *Dracocephalum* (15; 1,77 %), *Caragana* (14; 1,65 %), *Potentilla* (13; 1,53 %), *Saussurea* (12; 1,42 %), *Taraxacum* (12; 1,42 %), *Draba* (11; 1,3 %), *Veronica* (10; 1,18 %), *Gagea* (10; 1,18 %), *Silene* (10; 1,18 %) (табл. 2).

Таблица 2

Крупнейшие роды петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик

№ п/п	Роды	Количество видов	% от общего числа видов
1	2	3	4
1	<i>Artemisia</i>	26	3,07
2	<i>Astragalus</i>	23	2,72
3	<i>Allium</i>	20	2,36
4	<i>Oxytropis</i>	17	2,01
5	<i>Dracocephalum</i>	15	1,77
6	<i>Caragana</i>	14	1,65
7	<i>Potentilla</i>	13	1,53

1	2	3	4
8	<i>Saussurea</i>	12	1,42
9	<i>Taraxacum</i>	12	1,42
10	<i>Draba</i>	11	1,30
11	<i>Veronica</i>	10	1,18
12	<i>Gagea</i>	10	1,18
13	<i>Silene</i>	10	1,18
	Всего	193	22,8

В этих тринадцати родах содержатся 193 вида (22,8 %). В 20 родах содержатся от 9 до 6 видов (143; 17,0 %), 104 рода содержат от 5 до 2 видов (308; 36,4 %). 160 родов содержат по 1 виду (19,0 %).

Как видно из перечисленных выше родов (табл. 2), подавляющее их число являются характерными представителями флоры степей и пустынь [19–23].

Соотношение крупных, средних, олиготипных и монотипных родов петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик показало присутствие в исследуемой петрофильной флоре большого числа олиготипных, крупных и средних двухвидовых родов — черта, присущая флорам, развивающимся в крайних условиях существования (рис. 3).

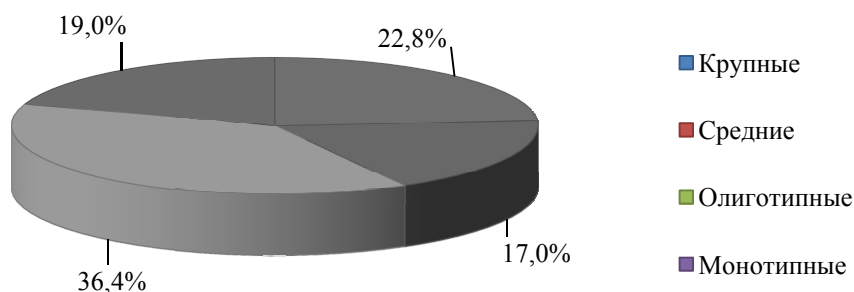


Рисунок 3. Соотношение крупных, средних, олиготипных и монотипных родов петрофильной флоры (% от общего количества видов)

Как видим из рисунка 3, на долю олиготипных родов приходится 36,4 %, на долю крупных родов 22,8 %, средние рода содержат 19,0 % и на долю монотипных родов всего 17,0 % от общего количества видов всей петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик.

В петрофильном флористическом комплексе верных видов, характерных только для данного комплекса, насчитывается 158 видов. К основным верным видам относятся: *Paraquilegia anemonoides*, *Rhodiola coccinae*, *Potentilla biflora*, *Sedum hybridum*, *S. albertii*, *Orostachys thyrsoiflora*, *O. spinosa*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. cernua*, *S. hirculus*, *S. sibirica*, *Allium polyphyllum*, *A. platyspatum*, *Dracocephalum imberbe*, *Schrenkia vaginata*, *Patrinia intermedia*, *Pentaphylloides phyllocalyx* и многие другие. Сам тип петрофильной растительности представляет в отличие от многих других типов, простой набор видов растений, дифференцированных в соответствии с особенностями местообитаний, но не связанных друг с другом фитоценозы [23].

Анализ по жизненным формам показал, что петрофильная флора характеризуется доминированием травянистых растений (706 видов, или 83,5 %), их них подавляющее число относится к травянистым поликарпикам (526 видов, или 62,2 %), что характерно для умеренных флор. Травянистые монокарпики играют значительно меньшую роль в сложении петрофильной флоры (180 видов, или 21,3 %) (рис. 4). Доля участия кустарников и кустарничков (9,7 %), полукустарников и полукустарничков (4,1 %) довольно высока. Кустарники представлены 82 видами. Они содержатся в семействах жимолостных (6 видов), розоцветных (19 видов), бобовых (17 видов), маревых (7 видов), ивовых (7), гречишных (5), крыжовниковых (4), эфедровых (4), кипарисовых (4), барбарисовых (3), крушиновых (3), лимониевых (2), лютиковых (1), селитрянковых (1), бересклетовых (1), пасленовых (1). Полукустарников насчитывается — 35 видов, они содержатся в семействах губоцветных (6 видов), сложноцветных (21), вьюнковых (2), лимониевых (2), каперсовых (1), ладаниковых (1), волчниковых (1), бобовых (1). Деревья в петрофильной флоре хребта Кетпен-Темирлик представлены всего 4 видами

(0,47 %), которые содержатся в семействах розоцветных (2), кленовых (1) и сосновых (1). Из многолетников или поликарпиков, стержнекорневых насчитывается 230 видов (27,2 %), корневищных — 40 видов (4,7 %), короткокорневищных — 72 вида (8,5 %), длиннокорневищных — 60 вида (7,1 %), дерновинных — 34 вида (4,0 %), кистекокорневых — 8 (,94 %). Клубневых — 12 видов (1,4 %), луковых — 39 видов (4,6 %).

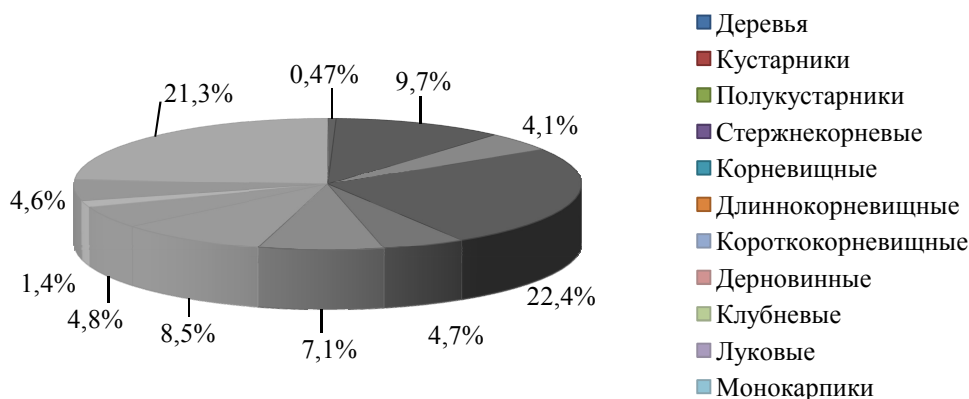


Рисунок 4. Распределение жизненных форм петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик

Однолетники преобладают в семействах крестоцветных (34 вида), сложноцветных (31 вид), бурачниковых (17 видов), маревых (14 видов), гвоздичных (11 видов), злаковых (8 видов), бобовых (7 видов), норичниковых (7 видов), маковых (4 вида), губоцветных (3 вида), дымянковых (3), горечавковых (3), гераниевых (3), крапивных (2).

Многолетники преобладают в семействах сложноцветных (96 видов), бобовых (44 вида), мятликовых (30 видов), гвоздичных (29 видов), губоцветные (19 видов), крестоцветных (16), зонтичных (15), розоцветных (13), лютиковых (11), норичниковых (11), толстянковых (6), бурачниковых (5), камнеломковых (4), молочайных (4), дымянковых (3). Остальные семейства содержат по 2 и 1 виду. Деревья содержатся в семействах ивовых (2 вида), кленовых (1 вид), лоховых (1 вид).

Стержнекорневых растений насчитывается 190 видов, или 22,4 %, где наибольшее количество их сконцентрировано в семействах сложноцветных (58 видов), бобовых (42 вида), гвоздичных (21 вид), губоцветных (21), зонтичных (15), крестоцветных (14), розоцветных (8). Дерновинных растений насчитывается 41 видов (4,8 %), где больше всего они сосредоточены в семействе злаковых (15), крестоцветных (9), первоцветных (4), гвоздичных (3).

По отношению к влажности доминируют мезоксерофиты — 353 вида (41,7 %) и ксеромезофиты 135 видов (16,0 %), мезофитов насчитывается всего 20 видов (2,3 %).

В составе данной флоры выделено 35 географических элементов, объединенных в 7 групп ареалов (рис. 5).

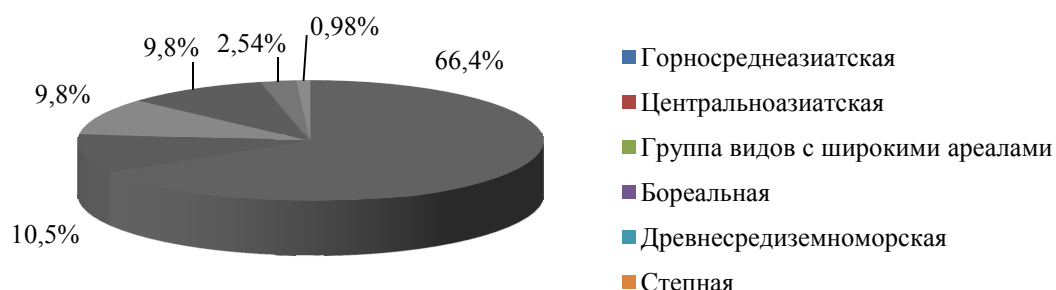


Рисунок 5. Распределение видов петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик в группах ареалов

Анализ состава петрофильного комплекса по типам ареалов (табл. 3) показал, что больше половины видов (339; 66,4 %) имеют ареал, ограниченный территориями горной Средней Азии. В связи с

этим группа горносреднеазиатских видов является одной из ведущих в сложении петрофильного комплекса.

Т а б л и ц а 3

Распределение видов петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик по типам ареалов

№ п/п	Название ареала	Число видов	% от общего числа видов
1	Плюрирегиональный	2	0,23
2	Голарктический	46	5,44
3	Палеарктический	41	4,85
4	Западнопалеарктический	4	0,47
5	Восточнопалеарктический	27	3,19
6	Древнесредиземноморский	26	3,02
7	Восточно-древнесредиземноморский	34	4,02
8	Европейско-древнесредиземноморский	11	1,30
9	Понтическо-древнесредиземноморский	3	0,35
10	Евразийский	14	1,65
11	Панноно-казахстанский	9	1,06
12	Евросибирский	1	0,11
13	Горносреднеазиатский	204	24,1
14	Горносреднеазиатско-иранский	40	4,73
15	Горносреднеазиатско-сибирский	11	1,30
16	Горносреднеазиатско-гималайский	3	0,35
17	Алтае-гималайский	14	1,65
18	Горносреднеазиатско-горноцентральноазиатский	13	1,53
19	Горноцентральноазиатский	18	2,1
20	Тяньшанский	50	5,9
21	Северотяньшанский	35	4,14
22	Алтае-тяньшанский	18	2,13
23	Тарбагатае-тяньшанский	15	1,77
24	Алтае-кетпенский	9	1,06
25	Тяньшано-сибирский	33	3,90
26	Кетпенский	8	0,94
27	Кетпено-терскойский	3	0,35
28	Кетпено-заилийский	14	1,65
29	Кетпено-джунгарский	34	4,0
30	Синьцзянский	13	1,53
31	Туранский	27	3,19
32	Турано-иранский	26	3,0
33	Турано-центральноазиатский	16	1,89
34	Северотуранский	7	0,82
35	Северотурано-центральноазиатский	3	0,35
	Всего	845	100

В горносреднеазиатской группе собственно горносреднеазиатских видов — 150, горносреднеазиатско-иранских — 10, 20 горносреднеазиатских видов имеют связи с Сибирью, Алтаем. Большим числом представлена и тяньшанская подгруппа — 156 видов (30,5 %), из них тяньшанских — 46, 79 видов имеют связи с Сибирью, Алтаем и Тарбагатаем, северотяньшанских — 24, кетпенских эндемиков — 1, кетпено-заилийских — 5, кетпено-терскойских — 4.

Следующими по величине являются виды, имеющие значительный ареал в пределах горной Центральной Азии — горноцентральноазиатская группа — 54 (10,5 %), из них горноцентральноазиатских — 16, горносреднеазиатско-горноцентрально-азиатских — 8, алтае-гималайских — 10, горносреднеазиатско-гималайских — 20. В группе видов с широкими ареалами: голарктические виды составляют значительное количество — 50 видов (9,8 %).

Также значительно участие видов, имеющих ареал в пределах Палеарктики, бореальная группа, насчитывающая 50 видов (9,8 %), из них с ареалом по всей Палеарктики — 18, в его восточной час-

ти — 28, западной части — 4. Следующие группы представлены небольшим числом видов: древне-средиземноморская группа (13; 2,5 %) и степная (5; 0,98 %) (табл. 3).

Заключение

Петрофильный флористический комплекс насчитывает 845 видов, которые относятся к 298 родам и 69 семействам, где двудольных растений насчитывается 712 видов, однодольных же растений составляет всего 111 видов. Соотношение однодольных растений к двудольным растениям составляет 1:6,4. Численное соотношение флоры петрофильного флористического комплекса равно 69:298:845. В среднем на каждый род приходится 2,7 вида. Видовая насыщенность семейств петрофильной флоры характеризуется средним показателем и составляет 13,2. Автохтонные тенденции в развитии петрофильной флоры хребта Кетпен-Темирлик практически не выражены, о чем говорит отсутствие эндемичных видов, и почти полное отсутствие полиморфных родов. Петрофильный флористический комплекс хребта Кетпен-Темирлик представлен видами, где значительную роль играют флористические элементы с ареалами бореального типа: горносреднеазиатского, горноцентральноазиатского, палеарктического и голарктического, что составляет 96,6 % от общего числа их.

Список литературы

- 1 Толмачев А.И. Богатство флор как объект сравнительного изучения / А.И. Толмачев // Вестн. ЛГУ. — 1970. — № 9. — С. 71–83.
- 2 Малышев Л.И. Высокогорная флора Восточного Саяна / Л.И. Малышев. — М.; Л.: Наука, 1965. — 368 с.
- 3 Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А.К. Скворцов. — М.: Наука, 1977. — 199 с.
- 4 Флора СССР: в 30-ти т. — Т. 1–30. — М.; Л.: АН СССР, 1934–1964.
- 5 Деревья и кустарники СССР. — М.: Мысль, 1966. — 637 с.
- 6 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 1–9 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956–1966.
- 7 Деревья и кустарники Казахстана: в 2-х т. — Т. 1, 2. — Алма-Ата: Кайнар, 1966.
- 8 Растения Центральной Азии // под ред. В.И. Грубова. — Вып. 1–9. — М.; Л.: Наука, 1963–1989.
- 9 Определитель растений Средней Азии. — Т. 1–10. — Ташкент: ФАН, 1968–1993.
- 10 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. — Т. 1, 2. — Алма-Ата, 1962–1975.
- 11 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — СПб.: Мир и семья, 1995. — 990 с.
- 12 Абдулина С.А. Сосудистые растения Казахстана / С.А. Абдулина. — Алматы, 1998. — 187 с.
- 13 Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов / А.Л. Тахтаджян. — М.; Л., 1987. — 439 с.
- 14 Лавренко Е.М. Ареалы некоторых центральноазиатских и северотуранских видов пустынных растений и вопрос о ботанико-географической границе между Средней Азией и Центральной Азией / Е.М. Лавренко, Н.И. Никольская // Ботанический журн. — 1963. — № 48(12). — С. 1741–1761.
- 15 Толмачев А.И. Введение в географию растений / А.И. Толмачев. — Л.: ЛГУ, 1974. — 244 с.
- 16 Камелин Р.В. Флора Сырдарьинского Каратау: материалы к флористическому районированию Средней Азии / Р.В. Камелин. — Л.: Наука, 1990. — 145 с.
- 17 Садырова Г.А. Флора хребта Кетпен-Темирлик в пределах Казахстана и Китая: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника» / Г.А. Садырова. — Алматы, 2009. — 50 с.
- 18 Голоскоков В.П. Флора и растительность высокогорных поясов Заилийского Алатау / В.П. Голоскоков. — Алма-Ата, 1949. — 203 с.
- 19 Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-Туранской подобластей Афро-азиатской пустынной области / Е.М. Лавренко // Бот. журн. — 1965. — № 1(50) — С. 3–15.
- 20 Лавренко Е.М. Степи Евразии / Е.М. Лавренко, З.В. Карамышева, Р.И. Никулина. — Л., 1991. — 144 с.
- 21 Лавренко Е.М. Петрофитная растительность Европейской части СССР / Е.М. Лавренко. — Л., 1980. — С. 281–284.
- 22 Бочанцев В.П. Род *Salsola* L. (Состав, история развития и расселения) / В.П. Бочанцев. — Л., 1969. — 45 с.
- 23 Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. — Т. 1–2. / Е.П. Коровин. — Ташкент: Изд-во АН УзбССР, 1961–1962.

Г.А. Садырова, Д.К. Байжигитов

Кетпен-Темірлік жотасының аумағындағы петрофильді флоралық кешеннің алуантүрлілігі

Мақалада Кетпен-Темірлік жотасының петрофильді флористикалық кешеннің биоалуантүрлілігін талдау нәтижелері келтірілген. Петрофильді кешеннің флорасы 845 түрден тұрады, олар 298 туыс түрі мен 69 тұқымдасына жатады. Қосжарнақты өсімдіктердің 712 түрі, даражарнақты өсімдіктердің 111 түрі бар. Кетпен-Темірлік жотасының петрофильді флорасының дамуындағы автохтондық үрдістері төмен деңгейде көрініс тапқан. Бұны эндемикалық түрлері мен полиморфтық туыстардың жоқтығы көрсетеді. Автономдық көрсеткішінің теріс болғандығы (-0,592) петрофильді флорасының дамуында аллохтондық үрдісті айғақтайды. Кетпен-Темірлік жотасының ең ірі тұқымдастарының талдауы Asteraceae (19,1 %), Fabaceae (8,75 %), Brassicaceae (7,1 %), Poaceae (6,74 %), Lamiaceae (5,62 %), Caryophyllaceae (5,32 %), Chenopodiaceae (5,0 %), Rosaceae (4,85 %), Boraginaceae (3,31 %), Scrophulariaceae (3,31 %) көрсетті. Бай санына түрлерінің өзіндік түрі *Artemisia* (3,07 %), *Astragalus* (2,72 %), *Allium* (2,36 %), *Oxytropis* (2,01 %), *Dracocephalum* (1,77 %), *Caragana* (1,65 %), *Potentilla* (1,53 %), *Saussurea* (1,42 %), *Taraxacum* (1,42 %), *Draba* (1,3 %), *Veronica* (1,18 %), *Gagea* (1,18 %), *Silene* (1,18 %) жатады. Ареалдық типтері бойынша петрофильді кешеннің талдауы өсімдіктер түрлерінің жартысынан көбі (339; 66,4 %) таулы Орта Азияда шектеулі аймақтарда кездеседі.

Кілт сөздер: биоалуантүрлілік, флора, Кетпен-Темірлік, жотасы, флористикалық кешендер.

G.A. Sadyrova, D.K. Bayzhigitov

Diversity of flora of petrofile floristic complex on the territory of the Ketpen-Temirlik ridge

In the article an analysis of the biodiversity of the petrophilic floristic complex of the Ketpen-Temirlik range is provided. The flora of the petrophilic complex is represented by 845 species, which belong to 298 genera and 69 families. Dicotyledonous plants are of 712 species, monocotyledonous plants are total 111 species. The autochthonous trends in the development of the petrophilic flora of the Ketpen-Temirlik ridge are practically not expressed, as evidenced by the absence of endemic species, and the almost complete absence of polymorphic genera. The negative value of the index of autonomy (-0.592) indicates an allochthonous tendency in the development of the petrophilic flora of the studying area. The analysis of the largest families of the Ketpen-Temirlik ridge showed that the most richly represented families are Asteraceae (19.1 %), Fabaceae (8.75 %), Brassicaceae (7.1 %), Poaceae (6.74 %), Lamiaceae (5.62 %), Caryophyllaceae (5.32 %), Chenopodiaceae (5.0 %), Rosaceae (4.85 %), Boraginaceae (3.31 %), Scrophulariaceae (3.31 %). Rich in the number of species were of the genus *Artemisia* (3.07 %), *Astragalus* (2.72 %), *Allium* (2.36 %), *Oxytropis* (2.01 %), *Dracocephalum* (1.77 %), *Caragana* (1.65 %), *Potentilla* (1.53 %), *Saussurea* (1.42 %), *Taraxacum* (1.42 %), *Draba* (1.3 %), *Veronica* (1.18 %), *Gagea* (1.18 %), *Silene* (1.18 %). An analysis of the composition of the petrophilic complex by area types showed that more than half of the species (339; 66.4 %) have an area limited to the territories of Mountain Central Asia.

Keywords: biodiversity, flora, Ketpen-Temirlik ridge, floristic complexes.

References

- 1 Tolmachev, A.I. (1970). Bohatstvo flor kak obekt sravnitel'nogo izucheniia [Flora wealth as an object of comparative study]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of Leningrad State University*, 9, 71–83 [in Russian].
- 2 Malyshev, L.I. (1965). *Vysokohornaiia flora Vostochnogo Saiana [Alpine flora of the Eastern Sayan]*. Moscow; Leningrad: Nauka [in Russian].
- 3 Skvortsov, A.K. (1977). *Herbarii. Posobie po metodike i tekhnike [Herbarium. Manual on methods and techniques]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 4 *Flora SSSR [Flora of the USSR]*. (1934–1964). (Vols. 1–30). Moscow; Leningrad: AN SSSR [in Russian].
- 5 *Derevia i kustarniki SSSR [Trees and shrubs of the USSR]*. (1966). Moscow: Mysl [in Russian].
- 6 Pavlov, N.V. (Eds.). (1956–1966). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (Vols. 1–9). Alma-Ata: Izdatel'stvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 7 *Derevia i kustarniki Kazakhstana [Trees and shrubs of Kazakhstan]*. (1966). (Vols. 1–2). Alma-Ata: Kainar [in Russian].
- 8 Grubov, V.I. (Eds.). *Rasteniia Tsentralnoi Azii [Plants of Central Asia]*. (1963–1989). (Vols. 1–9). Moscow; Leningrad: Nauka [in Russian].

- 9 *Opređitel rastenii Srednei Azii* [*The determinant of plants in Central Asia*]. (1968–1993). (Vols. 1–10). Tashkent: FAN [in Russian].
- 10 *Illustrirovannyi opređitel rastenii Kazakhstana* [*Illustrated determinant of plants of Kazakhstan*]. (1962–1975). (Vols. 1–2). Alma-Ata [in Russian].
- 11 Cherepanov, S.K. (1995). *Sosudistye rasteniia Rossii i sopredelnykh gosudarstv (v predelakh byvsheho SSSR)* [*Vascular plants of Russia and neighboring states within the former USSR*]. Saint Petersburg: Mir i semia [in Russian].
- 12 Abdulina, S.A. (1998). *Sosudistye rasteniia Kazakhstana* [*Vascular plants of Kazakhstan*]. Almaty [in Russian].
- 13 Takhtadzhyan, A.L. (1987). *Sistema mahnoliofitov* [*Magnoliophyte system*]. Moscow; Leningrad [in Russian].
- 14 Lavrenko, Ye.M., & Nikolskaia, N.I. (1963). Arealny nekotorykh tsentralnoaziatskikh i severoturanskikh vidov pustynnykh rastenii i vopros o botaniko-geograficheskoi hranitse mezhdru Srednei Aziei i Tsentralnoi Aziei [The ranges of some Central Asian and Northern Turkish species of desert plants and the question of the botanical-geographical border between Central Asia and Central Asia]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 48 (12), 1741–1761 [in Russian].
- 15 Tolmachev, A.I. (1974). *Vvedenie v heografiiu rastenii* [*Introduction to plant geography*]. Leningrad: LGU [in Russian].
- 16 Kamelin, R.V. (1990). *Flora Syrdarinskoho Karatau: Materialy k floristicheskomu raionirovaniu Srednei Azii* [*Flora of the Syrdarya Karatau: Materials for floristic zoning of Central Asia*]. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 17 Sadyrova, G.A. (2009). Flora khrebtu Ketpen-Temerlik v predelakh Kazakhstana i Kitaia [Flora of the Ketpen-Temerlik Range within Kazakhstan and China]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Almaty [in Russian].
- 18 Goloskokov, V.P. (1949). *Flora i rastitelnost vysokohornykh poiasov Zailiiskoho Alatau* [*Flora and vegetation of alpine zones of Zailiysky Alatau*]. Alma-Ata [in Russian].
- 19 Lavrenko, E.M. (1965). Provintsialnoe razdelenie Tsentralnoaziatskoi i Irano-Turanskoi podoblastei Afro-aziatskoi pustynnoi oblasti [Provincial division of the Central Asian and Iranian-Turan subregions of the Afro-Asian desert region]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical journal*, 1, 50, 3–15 [in Russian].
- 20 Lavrenko, E.M., Karamysheva, Z.V., & Nikulina, R.I. (1991). *Stepi Yevrazii* [*Steppes of Eurasia*]. Leningrad [in Russian].
- 21 Lavrenko, E.M. (1980). *Petrofitnaia rastitelnost Evropeiskoi chasti SSSR* [*Petrophytic vegetation of the European part of the USSR*]. Leningrad [in Russian].
- 22 Bochantsev, V.P. (1969). *Rod Salsola L. (Sostav, istoriia razvitiia i rasseleniia)* [*Genus Salsola L. (Composition, history of development and settlement)*]. Leningrad [in Russian].
- 23 Korovin, E.P. (1961–1962). *Rastitelnost Srednei Azii i Yuzhnogo Kazakhstana* [*Vegetation of Central Asia and South Kazakhstan*]. (Vols. 1, 2). Tashkent: Izdatelstvo Akademii nauk Uzbekskoi SSR [in Russian].

A.A. Sumbembaev¹, A.N. Danilova², Yu.A. Kotukhov², S.I. Abugaliyeva¹

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;*

²*Laboratory of Natural Flora, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan
(E-mail: aydars@list.ru)*

Morphological characteristics of samples of species genus *Dactylorhiza* Nevski (Orchidaceae Lindl.) attracted for primary introduction in the Altai botanical garden

In this article the results of the primary introduction of rare species of the genus *Dactylorhiza* Nevski in the conditions of the mountain forest zone of Eastern Kazakhstan are presents. As a result of field expedition work of 2017–2018, on the ridges of Ivanov and Kalba in the Kazakhstan section of the Altai mountain system, the following species of *Dactylorhiza* were added to the Altai Botanical Garden collection: *D. fuchsii* (Druce) Soo, *D. longifolia* (L. Neum.) Aver., *D. incarnata* (L.) Soo, *D. maculata* (L.) Soo, and *D. umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski. Survival rate was assessed under the conditions of introduction. The description of the external structure of generative individuals added to the culture was recorded by morphological characteristics and morphometric parameters: the shape and size of the inflorescences and leaves and the number and structure of flowers. The morphological characteristics and morphometric indicators of individuals of species added to the culture are the starting indicators when studying the introduction potential of the studied species of the genus *Dactylorhiza*. The collection of species of the genus *Dactylorhiza* will serve as the basis for the study of genetic diversity, molecular genetic analysis of species and intraspecific variability, which in turn will help to accurately distinguish between overlapping species.

Keywords: *Dactylorhiza* Nevski, rare species, introduction, morphology, morphometry.

Dactylorhiza Nevski is one of the widespread and numerous genera of the Orchid family of the temperate zone. The genus includes 50–70 species found in countries with a temperate and boreal climate, mainly in non-tropical Eurasia [1]. It is not yet fully researched and still not fully developed as a group [2]. Representatives of the genus are distinguished by high phenotypic variability, often hybridizing with each other, which makes it impossible to clearly distinguish the species even within the same coenopopulation or closely located communities [3, 4].

Most species of the genus, according to the gradation of R.V. Camelin [5], are classified as vulnerable and endangered, or, infrequently, rare.

In the «Flora of Kazakhstan» [6], the genus *Dactylorhiza* has 8 independent species, of which the Euro-Siberian species *D. fuchsii* (Druce) Soo is included in the «Red Book of the Republic of Kazakhstan» [7], meaning that it's considered endangered.

The introduction of rare plant species is the main and most reliable way to preserve biodiversity. According to the works of S.A. Mamaev [2] and P.G. Efimov [8], species of the genus *Dactylorhiza* tolerate transplantation quite well and, when creating similar natural environmental conditions, grow equally well. As a result of field botanical surveys in the mountainous system of Kazakhstan Altai, initiated in 2017, and continued in 2018 as part of the grant project AP05133868 «Study of the distribution and current state of populations of Orchid species of the Kazakhstan Altai and their introduction in the Altai Botanical Garden» live plant samples of the genus *Dactylorhiza* from the family Orchidaceae (Lindl.) were displayed in the Botanical Garden's exposition of the natural flora of the Altai mountains (Ridder).

The purpose of this study is the morphometric characterization of samples of species of the genus *Dactylorhiza* from the Kazakh Altai, selected for primary introduction to the Altai Botanical Garden. The information reflected in this article can serve as a basis for comparison with individuals in introduction populations.

Materials and methods

The description of the external structure of the plant was carried out according to the methods of A.L. Fedorov and Z.T. Artyushenko [9–12]. The color palette of the inflorescences is determined on the basis of A.S. Bondartsev's color scale. [13] and the color scale of the English Royal Society of Florists [14]. Processing of statistical results was carried out according to the methods of G.N. Zaitsev [15] and

B.A. Dospakhov [16]; Latin names were assigned to the plants in accordance with the nomenclature report S.K. Cherepanov [17].

The status of the species, depending on the endangered state and the category of rarity, is determined in accordance with the classification proposed by R.V. Kamelin and G.G. Sokolova in the Red Book of the Altai Region [5].

The Altai Botanical Garden is located on the south-eastern outskirts of the town of Ridder in the mountain-forest zone of the south-western periphery of the Western Altai. The limiting factors for the introduction of plants in a botanical garden are sudden changes in temperature and humidity throughout the year, season and day, and a short growing season. The climate of the area of introduction is characterized as sharply continental with a long cold winter and hot summer and is located in to a moderately cool, moderately humid agroclimatic zone. October is the autumn-winter transition period in the area of introduction. In October, the temperature in the pre-dawn hours is $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$; over the course of the day, air temperature drops from $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. The winter period begins in first ten days of November, when the average daily temperature consistently drops by $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Soil freezing varies from 40 to 90 cm. According to the Ridder weather station, the frost-free period is 95–125 days. A sharp increase in temperature begins in the last week of May and reaches a maximum in July or occasionally in June. The average annual precipitation ranges from 432 mm to 937 mm with the greatest precipitation in summer. Soils are black dusty loams (humus content — 6.4 %) [18].

Research results and discussion

For the initial introduction of natural populations (Fig. 1) the collection consisted of the following species from the genus *Dactylorhiza*: *D. fuchsii* (Druce) Soo, *D. longifolia* (L. Neum.) Aver., *D. incarnata* (L.) Soo, *D. maculata* (L.) Soo, and *D. umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski.

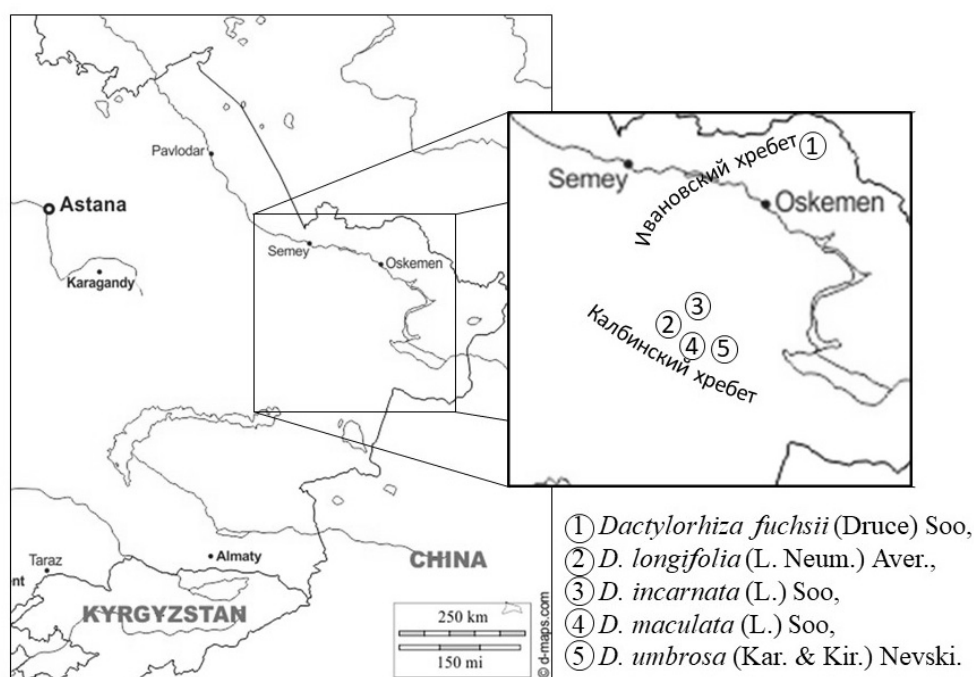


Figure 1. Map of the location of natural populations of species of the genus *Dactylorhiza*

***Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo** (Fig. 2) is a vulnerable meadow-forest species, with a shrinking habitat. *D. fuchsii* is reminiscent of relicts from the Paleogene of the taiga [19]. The species is classified as rarity category 2b or v (b), meaning that the species is vulnerable and has a limited range. The species bears a Protected status on the state level. *D. fuchsii* in the Kazakh Altai grows in small populations along the bed of mountain streams, under the canopy of mixed forests. *D. fuchsii* plants occupy open areas that are not occupied by grass and that are richly moist, but without noticeable stagnation of water. Soils, as a rule, are abundantly humified, well-drained and alkaline. *D. fuchsii* forms small groups of 3–5 individuals, often found in single specimens among rocky protrusions on moss cushions in communities with meso-hygrophilous spe-

cies: *Vaccinium myrtillus* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Geranium albiflorum* Ledeb., *Geum rivale* L., *Pyrola rotundifolia* L., *Carex macroura* Meinsh., *G. boreale* L., *Solidago virgaurea* L., *Draba sibirica* (Pall.) Thell., *Thalictrum flavum* L., and *Veronica longifolia* L.

In the Altai Botanical Garden, the species is displayed on 25 grass turfs of various age states from the north-western foot of the Ivanov Ridge. Coordinates of location: 50°18' N, 83°35' E, 725 m above sea level. On the experimental plot, 3 form patterns were planted, differing in morphological variations.

Form pattern 1. Individuals with pure white flowers (very rare), undersized, leaves mostly without spots and specks.

Form pattern 2. Species with light pink flowers (widespread), medium-grown, leaves with dull pale purple specks of rounded shape, sometimes with dots.

Form pattern 3. Individuals with purple flowers, tall (most common), leaves with pale purple or deep purple spots, concentrated at the base of the leaf.



Figure 2. Different color variations of flowers *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo

The shape of the leaves in all form patterns of *D. fuchsii* is obovate and slightly pointed at the end. In one generative adult individual, there are 1–4 ($\bar{x} = 2.43$, hereafter is the average index) fully formed basal leaves, always blunt and rounded at the end. Less commonly, generative models show abundant formation of a large number of basal leaves of the whorled type. These organisms showed stems with 2–4 ($\bar{x} = 3.37$) upward-directed lanceolate or narrow obovate leaves. Juveniles display narrow-lanceolate leaves. Under the inflorescence 1–3 ($\bar{x} = 2$) narrowly linear underdeveloped bracts are located.

Visually established characteristic dependence: the darker the spots on the leaves, the richer the color of the inflorescence. In individuals involved in the introduction, the inflorescences, as a rule, are small, but there are also large ones from conoid to oblong-cylindrical in shape, depending on the age condition. The protruding lower lip of the flower is always clearly tripartite (trident), with a lighter colored middle section that is obtuse or wedge-shaped at the end and has longitudinal, maroon specks. In young, first flowering individuals, the middle lobe of the lower lip usually does not protrude, is very narrow and has a sphenoid shape. A well-developed spur always has a cylindrical shape; its length reaches 5–7 mm. Stipules are usually shorter than the flower.

The height of individuals in the sample with white flowers does not exceed 12–22 cm. The inflorescences are shortened, 3 cm long and 2 cm wide, and have a conical shape. An average of 26 flowers formed per individual. Bracts are 5–7 mm long and protrude a bit from the flowers. Basal leaves reach 7–8 cm in length; the width at the base of the leaf is 1–1.5 cm. In contrast to the basal leaves, the stem leaves are smaller; their length reaches 6 cm and width 5–6 mm. Bracts under the inflorescence have a lanceolate form, and are not more than 2 cm in length and 3 mm in width.

The white color variation of the inflorescence is a rather rare phenomenon, presumably associated with the absence of a dark coloring pigment.

Individuals with a light pink color of inflorescences are widely distributed within the species, characterized by relatively high competitive ability, unlike other species of this genus. As a rule, this variation is found in low-grass communities along the banks of streams, on moss beds among the stones.

The survival rate of form pattern in the year of planting on abundantly humified, loose soils with regular irrigation during the month was 100 %. In nature, with dense herbage, the height of individuals varies from 16 to 23 ($\bar{x} = 20.25$) cm. At the base, the stems do not exceed 3–4 mm in diameter. The inflorescences are shortened, cylindrical with a length of 2–3.5 cm and a width of 1.5–2 cm. On average, one inflorescence consists of 30 flowers. All lower flowers are protected by narrow bracts, which vary in color from green to slightly brownish. Bracts distinctly protrude from the inflorescence. The lower leaves reach maximum sizes:

7–13 ($\bar{x} = 10$) mm long and 3–4 ($\bar{x} = 3.5$) mm wide. It should be noted that in individual mature plants of form pattern 2, individuals were found with numerous obovate radical leaves forming rosette whorls. The length of the basal leaves varies from 7.5–11 ($\bar{x} = 8.87$) cm and width 1.2–1.5 ($\bar{x} = 1.42 \pm 0.2$, $C_v = 10\%$, hereinafter C_v — the coefficient of variation). Stem leaves are narrow and lanceolate in form, pointed at the end, with dim specks, from 6 to 12 ($\bar{x} = 8.25$) cm long and 4–5 mm wide. Bracts are much smaller than other leaves: 1.1–2.5 ($\bar{x} = 1.8$ cm) in length, always pointed, narrow-lanceolate, no more than 1–2 mm wide, green in color, and sometimes have a thin purple border around the edge.

Individuals with a violet inflorescence are the tallest — 30–47 ($\bar{x} = 36$) cm. They are most often located in tall grass meadow communities or on the marshy forest edges. Stems are solid, without cavities, and measure 0.7–0.9 ($\bar{x} = 0.83$) cm in diameter at the base. This form pattern is characterized by long cylindrical inflorescences, from 5.5 to 9 ($\bar{x} = 6.8$) cm long and 2–3.5 ($\bar{x} = 2.66$) cm wide. The flowers are well formed, without anomalies. On average, one inflorescence consists of 46 flowers. The protruding bracts effectively protect the flowers from mechanical damage. Lower bracts are lanceolate or narrow-wedge-shaped in form, green in color and reach 6–15 ($\bar{x} = 10.25$) mm in length. At the base of the stems are 3–4 obovate basal leaves, reaching a length of 9–16 ($\bar{x} = 11.5$) cm, and a width of 1.5–3 ($\bar{x} = 2$) cm. The stalks are seated with spotty lanceolate or narrow lanceolate leaves, 6–10 ($\bar{x} = 9$) cm long and 1–1.5 ($\bar{x} = 1.3$) cm wide. Under the inflorescence there are two bracts, with a brownish border around the edge, which is occasional absent. The length of these leaves does not exceed 2.5–3.5 ($\bar{x} = 2.8$) cm, nor the width 2–4 ($\bar{x} = 3$) mm.

***Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo** (Fig. 3) is a meadow-marsh rare species found in the Euro-Asian paleoartic range [1, 20]. Its Rarity category: 3b or R (b) — a rare species with a wide range, often growing in specific habitats. Protection status: local protection. According to research by a number of scientists [21, 22], it has a narrow ecological amplitude. Research of V.G. Sobko [23] on rhizoreproductive reproduction proves the ability of the species to vegetative propagate. A.A. Alekhin [24] considers *D. incarnata* a promising species for introduction.

On the Kalba ridge of the Kazakhstan Altai, the species is widespread, but not abundant. As a rule, its growth is confined to floodplain meadows, forest edges with partial shading, along the valleys of rivers and streams, and in tall grasses. The species does not tolerate complete shading as well as strong insolation. In plant communities, this species has an average competitive ability, but is often supplanted by turf grasses and sedges, especially when the ecology changes.

The main populations of *D. incarnata* are found in the grassy meadows in the foothills of the Kalba ridge. Unfortunately, this species is experiencing a strong anthropogenic impact due to overgrazing of livestock and summer mowing before the fruiting phase.

In surveyed regions of foothills in Kalba ridge, in addition to the main seed propagation, the vegetative method was achieved by planting auxiliary digitate tubers. In the populations of the species, the left-sided age spectrum prevails due to the predominance of immature and virginal individuals.

For the initial introduction into the Altai botanical garden *D. incarnata* was introduced by living plants from the mountain-meadow communities of the Kalba ridge. Coordinates of location: 49° 35' N, 82° 31' E, 634 m. For planting in culture, 20 different-age generative individuals were removed from nature, which were planted in the exposition of natural flora in both completely open and partially shaded areas with well humified, mildly acidic black soil substrate.

At abundant soil moisture without stagnation of water on the surface, a high survival rate of individuals was noted.



Figure 3. *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo

By individual morphometric indices the specimens of *D. incarnata*, planted in the botanical gardens was 25–41 ($\bar{x} = 36$ cm) high, with a thin, brittle, partially hollow stem 7–9 mm thick at the base. Inflorescences are cylindrical in shape, well-formed, and without anomalies in structure. Color variations range from dark pink to deep dark crimson. The size of the inflorescences reaches 6.5–7.5 ($\bar{x} = 7$) cm in length and 2.5–3 ($\bar{x} = 2.8$) cm in width. With strong insolation, the inflorescence becomes brownish. 36 to 42 ($\bar{x} = 37$) flowers form per inflorescence. The lower floral lip is almost solid, diamond-shaped, with a narrow middle part slightly protruding forward by 1.5–2 mm. The length of the lip is almost equal to its width. The middle lobe of the lower lip is lighter than the lateral periphery, surrounded by a clear dark border, seated with numerous specks, and is round or wedge-shaped at the end. The oblong spur is to 7–9 mm long, conical in shape, and always lighter than the lip. Each flower is protected by a bract of light violet color, which is always longer than a flower. The bracts of the lower flowers are much larger than the upper ones: up to 17–20 ($\bar{x} = 20$) mm in length and 4–6 ($\bar{x} = 5$) mm in width.

The stem is covered with light green-keeled leaves, which are without spots, lanceolate or narrow-lanceolate, and have a maximum width below the middle. At the base of the stem is one basal leaf, 11 to 15 ($\bar{x} = 13.1$) cm in length and 2–3 ($\bar{x} = 2.7$) cm in width. There are 2–3 stem leaves as a rule, which are directed upward, lanceolate, and always pointed. The length of the stem leaves varies from 6 to 10 ($\bar{x} = 8.5$) cm, width 1–1.5 ($\bar{x} = 1.33$) cm. 1–3 ($\bar{x} = 2$) shortened narrow lanceolate leaves are located under the inflorescence. Bracts do not exceed 3–4 ($\bar{x} = 3.5$) cm in length or 5–6 ($\bar{x} = 5.7$) mm in width, and as a rule, have a purple border around the edge.

***Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver.** (Fig. 4) — Eurasian, polymorphic species. Rare category: 2c or v (c) — a vulnerable view with a wide range. Protection status: local protection. *D. longifolia* has a hybrid origin — *D. fuchsii* (Druce) Soo × *D. incarnata* (L.) Soo [25]. The plant forms with a rather interesting rich color of the inflorescence and erect leaves with clear black spots. The species was found in the darkened forest edges, on abundantly wetted, marshy meadows in a community with grasses, and less often with sedge, though it can also be met under conditions of full light [26].



Figure 4. *Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver.

In Kazakh Altai mountain region *D. longifolia* grows sparsely, and populations are small. The collection was introduced as living plants from the Kalba ridge, from the southern part of the Sibin depression. The population grows on the bank of a small stream under a canopy of sparse birch with an admixture of willow; the soils are well humified due to rotten bedding.

Coordinates of location: 49° 40' N, 82° 14' E, 624 m above sea level.

For the primary introduction we collected 3 generative individuals of different ages. Since the species is very sensitive to environmental changes, especially to moisture, for successful adaptation of experimental plants to a botanical garden, a site was selected according to conditions as close as possible to natural ones, which ensured 100 % survival rate after proper care.

The plants are on average 30 cm tall, with relatively strong stems. Inflorescences have a rich dark crimson color with a cylindrical, less conoid form up to 6 cm long and up to 3 cm wide. On average, there are per inflorescence 35 flowers. Flowers from the collection are all properly formed. Anomalies were not found. The lower lip is indistinctly tripartite, to a solid diamond shape, and is always lighter at the base. The length of the lower lip is almost equal to its width. The middle lobe of the lower lip is rather narrow, has a wedge-shaped or infrequently rounded form, with longitudinal dark linear specks. Spur under the lower lip is elongated, 6–8 mm long, cylindrical, slightly flattened laterally. Wedge-shaped bracts that protrude from the inflorescence by 3–4 mm protect flowers from adverse factors.

The color of leaves varies from dark green to bluish-green, with numerous spots. The spotting on the leaves is always clear, without blurring, and well distinguishable. Spots are roundish, brown, distributed evenly over the entire area of the leaf. The shape of the leaves varies greatly from broadly lanceolate basal to lanceolate stem. A notable feature of all leaves is the sharpness at the end. Stems are dark, brownish, sometimes green, hollow, with defects, and with a base 10 mm thick, having low foliage. At the base of the stem is one broadly lanceolate leaf, 9–15 ($\bar{x} = 13$) cm long and 3–5 ($\bar{x} = 4$) cm wide. 2 to 4 lanceolate to narrow-lanceolate stem leaves per generative shoot are formed, always directed upward, 6–9 cm long, and 1.5 cm wide. Two lower bracts are present per plant, are rather narrow, are always longer than the bracts in the flower, and may have a brownish tint. The size of the upper stem leaves varies from 3.5 to 4 cm in length and from 4 to 6 cm in width.

***Dactylorhiza maculata* (L.) Soo** (Fig. 5) is a rare species with a Euro-Siberian habitat. Rare category: 2c or v (c) — a vulnerable outlook with a wide range. Protected status: local protection. In the academic publication «Kazakhstan Flora» [6] *D. maclata* was combined with *D. fuchsii* (Druce) Soo. *D. maculata* hybridizes readily to form numerous transitional forms at both the interspecific and intergeneric levels [27, 28]. According to the works of M.G. Vakhrameeva [29, 30] *D. maculata* has a narrow ecological amplitude.

In the Kazakh Altai mountain ridge, in the eastern part of the Kalba ridge, small *D. maculata* populations were found. Coordinates of location: 49° 25' N, 82° 36' E, 791 m above sea level. In joint communities with *D. incarnata* various hybrid forms can be found. The species is confined to the marshy shaded edges of birch or aspen growths, or less often near willows. Rarely, individuals of the species are found in open areas of floodplain meadows, in communities with *D. incarnata*. The species is actively propagated by seed and vegetative means, by planting extra digitate tuber.

For primary introduction into the Altai Botanical Garden, it was introduced as living plants from the southern part of the Sibin depression of the Kalba ridge. In total, 35 generative individuals were planted in culture.



Figure 5. *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo

Sampled individuals *D. maculata* have a height of 28–36 cm. The stems are whole, without internal cavities, and are brittle and thickened at the base to 0.8–1 cm. The upper stem is indistinctly filled. The lower leaves of the sheath are quite loosely attached to the stem, while the upper ones are firmly attached and held close.

D. maculata has a cylindrical, clavate, or occasionally ovate inflorescence. Color variations of inflorescences can vary from lilac to dark purple. The sizes of the inflorescences are practically identical: length 4–4.5 cm, width 2.5 cm. In the case of bright saturated purple inflorescence, saturated round spots are always observed on the leaves. Flowers are normally developed, and no anomalies were detected. In one inflorescence there are 30–36 fully formed flowers. The lower floral lip is tripartite, and has a narrow middle part. The average leaf is rounded at the end or sometimes wedge-shaped, with a large number of longitudinal specks. The length of the lower lip is almost equal to its width. Side petals are of lanceolate form and slightly pointed. An elongated spur is located under the flower and has a cylindrical shape, 7–9 mm long. Wedge-shaped bracts prominently appear above inflorescence on lower flowers, upper bracts are almost equal in length to the flowers. The length of the lower bracts varies slightly from 15 to 16 ($\bar{x} = 15.6$) mm, the width varies from 2 to 6 ($\bar{x} = 4.07$) mm. All bracts are green with a weak purple border.

D. maculata is characterized by erect leaves, the lower of which may droop downwards. The shape of the majority of leaf blades is lanceolate, but there are also narrow-lanceolate leaves. A characteristic feature of the leaves in *D. maculata* is the presence of purple blotches. Spots are rather dull, sometimes imperceptible, and mostly small and dotted in form. They are arranged in horizontal stripes, sometimes resembling a transverse dotted line. The plant forms two bottom leaves or rarely one, which are always quite wide and drooping, and reach a length of 6.5–8 cm and a width of 2–3 ($\bar{x} = 2.3$) cm. There are 2–4 erect leaves on the stem, from 8 to 10 ($\bar{x} = 9.3$) cm in length and 0.7 to 2 ($\bar{x} = 1.24$) cm wide. Not more than two bracts, always shortened, linear, and without violet border, from 2 cm in length and 3–6 ($\bar{x} = 4$) mm in width.

The species is strongly susceptible with rust fungi.

***Dactylorhiza umbrosa* (aKar. & Kir.) Nevski** (Fig. 6) is a rare meso-hygrophytic species from the Caucasian-Central Asian region [1]. Rarity category: 3b or R (b) — a rare species with a wide range, often growing in specific habitats. Protection status: local protection. It is a highly polymorphic species [31]. As a rule, plants are spread sparsely, in small groups or growing alone. The species does not form dense populations. In ecological terms, the species prefers humid places both in open, well-lit clearings, and in shade, such as under a forest canopy or shrub, in a valley of rivers or streams, or less often on flood meadows in motley grass. The soil substrate is usually represented by humus soils, with a large amount of overheating foliage of varying degrees of decomposition. In the phytocoenosis, the species steadily occupies territory, although it is often supplanted by sedges.

D. umbrosa was introduced into the Altai Botanical Garden collection as living plants from the eastern part of the Kalba ridge, the Koktau Mountains, from the valley of the river Taldybulak. The location coordinates: 49° 26' N, 82° 33' E, 696 m above sea level.

For planting samples of *D. umbrosa* in the exposition of natural flora, areas were selected that most closely corresponded to the natural ones: with constant shading under the canopy, richly humified and moistened soil with a significant layer of ground litter. Only 15 generative plants were introduced into the culture.



Figure 6. *Dactylorhiza umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski

Dactylorhiza umbrosa specimens are powerful and multi-stemmed, with a large number of basal leaves. Plant height varies from 43 to 47 ($\bar{x} = 39.6$) cm. There are 7–9 stems per individual, which are markedly curved, faceted at the top, and slightly thickened at the base to 7–10 ($\bar{x} = 8.5$) mm. Stem shoots are collected in a fairly clear turf. Sods are well-defined, rounded, 8–18 ($\bar{x} = 13.7$) cm in diameter. Color variations of inflorescences can vary from lilac-pink to dark pink shades. The inflorescences are straight, less curved, rather thick, 6–9 ($\bar{x} = 7.2$) cm in length and 3.5–4 ($\bar{x} = 3.83$) cm in width. The shape of the inflorescences is usually conical or cylindrical-cone-shaped, less often conical-ovoid. In one inflorescence there can be 46 to 64 ($\bar{x} = 52$) fully formed flowers, without anomalies. The lower lip of the flower is tripartite, occasionally whole or solid-rhomboid. The color gradient is usually monochromatic, sometimes with a bright middle. The length of the lower lip is slightly larger than or equal to the middle. The middle part of the lower lip is almost always rounded, rather narrow, and often extends 1–2 mm forward. The lateral perianths are lanceolate or broadly lanceolate to oblong-rhombic, and slightly rounded at the ends. The spur of the flower is strongly elongated to 11–13 mm, is cylindrical in shape. The bracts are narrow, wedge-shaped, have a matte purple hue, and are always longer than the flowers, up to 15–18 ($\bar{x} = 16.6$) mm in length and 4–6 ($\bar{x} = 5$) mm in width.

A characteristic morphological feature of this species is the abundant foliage of the stems and the presence of rosette basal leaves. The leaves are always present in large numbers, mostly drooping, lanceolate or

broadly lanceolate in form, slightly keeled, and light green in color. Young leaves are always keeled, lanceolate, and directed upward. Formed leaves have a wide groove along the entire length, are asymmetrical, markedly curved, and without spots, and are curved in the middle. There is not more than one lower basal leaf per stem shoot. As a rule, leaves of this type are creeping, drooping, and occasionally bent in the middle part, with a broadly lanceolate form, and are 8 to 15 ($\bar{x} = 11$ cm) in length, and 3 to 3.5 cm ($\bar{x} = 3,12 \pm 0,3$, $Cv = 8\%$) in width. There are 4–5 ($\bar{x} = 4.4$) stem leaves, which rarely exceed the length of the stem, and are usually narrow lanceolate, loosely adjacent to the stem, and slightly deflected to the side or rarely directed upwards. The dimensions of the stem leaves vary from 11–25 ($\bar{x} = 16.2$) cm in length and 1–2 ($\bar{x} = 1.6$) cm in width. Bracts can have a violet hue or a brownish border around the edge of the leaf blade, are always linear-lanceolate in shape, and are 3.5–6 ($\bar{x} = 4.7$) cm long and 6–10 cm ($\bar{x} = 7.8$) cm wide. There are 1–2 bracts ($\bar{x} = 1.6 \pm 0.3$, $Cv = 24\%$) present, which are always well developed. Leaf sheathes are weakened and often friable, with lower leaves markedly elongated.

Conclusion

As a result of field expeditions in 2017 and 2018 on the Ivanov and Kalba ridges in the Kazakhstan part of Altai mountain system, 5 species of the genus *Dactylorhiza* were added to the Altai botanical garden for primary introduction by live plants: *D. fuchsii* (Druce) Soo, *D. longifolia* (L. Neum.) Aver., *D. incarnata* (L.) Soo, *D. maculata* (L.) Soo, and *D. umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski. These species in natural conditions of growth (in the Kazakh Altai mountain system) are found spontaneously, in separate individuals or in small groups. These species can be found along streams, on moss litter among the rocks, in flood meadows of wetland, and on the fringes of birch growth with admixture of aspen and willow with partial shading on the moist mixed grass meadows, both in the short grass and tall communities.

Thanks to the high level of habitat similarity in the area of introduction, particularly, the level of illumination, moisture and soil richness of nutrients, individuals showed a high percentage of rooting. The morphological characteristics and morphometric indicators of individuals of the species collected are the starting indicators when studying the introduction potential of the studied species of the genus *Dactylorhiza*.

The results obtained, as well as the collected samples of the genus *Dactylorhiza*, serve as the basis for molecular genetic analysis of species and intraspecific variability of Orchids, including a more accurate delineation of overlapping species using DNA technologies [32, 33].

This article was prepared within the framework of projects AP05133868 «Study of the distribution and current state of populations of species of the Orchid family of Kazakhstan Altai and their introduction in the Altai Botanical Garden» and AP05131621 «Information system on molecular genetics and botanical documentation of the wild flora of Kazakhstan» for 2018–2020.

References

- 1 Вахрамеева М.Г. Орхидные России (Биология, экология и охрана) / М.Г. Вахрамеева, Т.И. Варлыгина, И.В. Татаренко. — М.: Товарищ. науч. изд. КМК, 2014. — 474 с.
- 2 Мамаев С.А. Орхидные Урала: систематика, биология, охрана / С.А. Мамаев, М.С. Князев, П.В. Куликов, Е.Г. Филиппов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2004. — 137 с.
- 3 Фардеева М.Б. Структура гибридных популяций *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo S.L. на юге лесной зоны / М.Б. Фардеева, О.В. Бакин, К.И. Измайлова // Охрана и культивирование орхидей: Материалы IX Междунар. науч. конф. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. — С. 436–442.
- 4 Nacz A.M. Genetic diversity of *Dactylorhiza incarnata* (Orchidaceae) in northern Poland / A.M. Nacz, I. Chybicki, M.S. Zietera // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. — 2016. — No. 85(2): 3496. — P. 1–14.
- 5 Красная книга Алтайского края. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. — Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2016. — 292 с.
- 6 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 2 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1958. — 292 с.
- 7 Красная Книга Казахстана. Т. 2. Растения. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Астана, 2014. — 452 с.
- 8 Ефимов П.Г. Орхидные северо-запада европейской части России / П.Г. Ефимов. — М.: Товарищ. науч. изд. КМК, 2011. — 211 с.
- 9 Федоров А.Л. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист: учеб. пособие / А.Л. Федоров, М.Э. Кирпичников, З.Т. Артюшенко. — М.: Изд. АН СССР, 1956. — 303 с.
- 10 Федоров А.Л. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень: учеб. пособие / А.Л. Федоров, М.Э. Кирпичников, З.Т. Артюшенко. — М.: Изд. АН СССР, 1962. — 352 с.
- 11 Федоров А.Л. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок: учеб. пособие / А.Л. Федоров, З.Т. Артюшенко. — Л.: Наука, 1975. — 362 с.

- 12 Федоров А.Л. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие: учеб. пособие / А.Л. Федоров, З.Т. Артюшенко. — Л.: Наука, 1979. — 296 с.
- 13 Бондарцев А.С. Шкала цветов. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. — 28 с.
- 14 Цветовая шкала Английского Королевского общества цветоводов (RHS Colour Chart).
- 15 Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. — М.: Наука, 1990. — 296 с.
- 16 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 352 с.
- 17 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — СПб., 1995. — 990 с.
- 18 Альманах: Алтайскому ботаническому саду — 80 лет. — Усть-Каменогорск: Изд. Медиа Альянс, 2015. — 59 с.
- 19 Камелин Р.В. Неморальные элементы во флорах Урала и Сибири: учеб. пособие / Р.В. Камелин, С.А. Овеснов, С.И. Шилова. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1999. — 83 с.
- 20 Филиппов Е.Г. Генетическая структура популяций и естественная гибридизация *Dactylorhiza salina* и *D. incarnata* (Orchidaceae) / Е.Г. Филиппов, Е.В. Андропова // Генетика. — 2017. — Т. 53, № 3. — С. 310–323.
- 21 Ellenberg H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa/ H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Dull, W. Volkmar, W. Willg, P. Dirk // Scripta Geobotanica. Bd. 18. — 1991. — S. 1. — 248 p.
- 22 Вахрамеева М.Г. Экологические характеристики некоторых видов евроазиатских орхидных / М.Г. Вахрамеева, И.В. Татаренко, Т.М. Быченко // Бюл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол. — 1994. — Т. 99, Вып. 4. — С. 75–82.
- 23 Собко В.Г. Орхидеи Украины / В.Г. Собко. — Киев: Наук. думка, 1989. — 190 с.
- 24 Алехин А.А. Предварительные итоги интродукции орхидных флоры СССР в ботаническом саду Харьковского университета / А.А. Алехин // Вестн. Харьков. ун-та. — 1992. — № 364. — С. 63–66.
- 25 Ефимов П.Г. Исследования генетического полиморфизма *Dactylorhiza baltica*, *D. fuchsii* и *D. incarnata* (Orchidaceae) из северо-запада европейской части России методом ISSR / П.Г. Ефимов // Бот. журн. — 2012. — Т. 97, № 6. — С. 751–760.
- 26 Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н.Н. Цвелев. — СПб.: Изд-во СМПХФА, 2002. — 781 с.
- 27 Jagiełło M. Variability and distribution of some species from the genus *Dactylorhiza* Necker ex Nevski in Poland / M. Jagiełło // Acta Univ. Wratislaviensis. — 1990. — P. 45–55.
- 28 Schmeidt O. Estonia Orchideed / O. Schmeidt. — Tallinn: Varrak, 1996. — 144 p.
- 29 Вахрамеева М.Г. Некоторые аспекты изучения редких видов растений Московской области (на примере орхидных) / М.Г. Вахрамеева, Л.В. Денисова // Экология и охрана природы Москвы и Московского региона. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — С. 84–87.
- 30 Вахрамеева М.Г. Род Пальчатокоренник // Биол. флора Московской обл. — М.: «Гриф и К», 2000. — Вып. 14. — С. 55–86.
- 31 Флора Таджикской ССР. Т. 2. Сем. Orchidaceae / под ред. П.Н. Овчинникова. — М.; Л.: Изд. АН СССР, 1963. — С. 397–413.
- 32 Turuspekov Y. Plant DNA barcoding project in Kazakhstan / Y. Turuspekov, S. Abugalieva // Genome. — Vol. 58, № 5. — P. 290.
- 33 Тұруспеков Е.К. Генетическое разнообразие дикорастущей флоры Казахстана/ Е.К. Тұруспеков, А.А. Иващенко, М.Ю. Ишмуратова, Ю.А. Котухов, А.Н. Данилова, А.Б. Мырзағалиева, Г.Т. Сиптаева, А.А. Иманбаева, П.Б. Сақауова, А.А. Какимжанова, С.И. Аbugалиева // Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Ин-та ботаники и фитоинтродукции. — Алматы, 2017. — С. 143–148.

А.А. Сумбембаев, Ю.А. Котухов, А.Н. Данилова, С.И. Әбуғалиева

Алтай ботаникалық бағына алғашқы реттік жерсіндіруге тартылған *Dactylorhiza* Nevski (Orchidaceae Lindl.) туыс түрлерінің морфологиялық сипаттамасы

Мақалада Қазақстанның Шығыс аймағының таулы-орманды зонасының жағдайына *Dactylorhiza* Nevski туысының сирек түрлерінің алғашқы реттік жерсіндіруге тарту жайлы нәтижелері көрсетілді. 2017 және 2018 жылдары ұйымдастырылған далалық экспедициялық жұмыстарының нәтижелері бойынша Алтай тау жүйесінің Иван және Қалба жоталарынан сүйсін туысының түрлері келесі өсімдіктері Алтай ботаникалық бағының топтамасына тірідей тартылды *D. fuchsii* (Druce) Soo, *D. longifolia* (L. Neum.) Aver., *D. incarnata* (L.) Soo, *D. maculata* (L.) Soo, *D. umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski. Жерсіндіру жағдайы бойынша өмір сүру қасиетіне баға жасалды. Мәдениетке тартылған генеративті дарактардың габитусының сыртқы құрылысының, морфометриялық көрсеткіштері мен морфологиялық: гүл шоғырының және жапырақтардың көлемі мен жалпы формасы, гүлдердің құрылысымен саны бойынша сипаттама жасалды. *Dactylorhiza* туысының түрлерінің жиынтығы, генетикалық әртүрлілікті, түрлік және түрішілік өзгергіштіктің молекулярлық-генетикалық талдаудың зерттеулерге негізі болып қызмет етеді және өзара тозандалған түрлерді нақты шекаралауға көмектеседі.

Кілт сөздер: *Dactylorhiza* Nevski, сирек түр, жерсіндіру, морфология, морфометрия.

А.А. Сумбембаев, Ю.А. Котухов, А.Н. Данилова, С.И. Абугалиева

**Морфологическая характеристика образцов видов
рода *Dactylorhiza* Nevski (Orchidaceae Lindl.), привлеченных
для первичной интродукции в Алтайский ботанический сад**

В статье отображены результаты первичной интродукции редких видов рода *Dactylorhiza* Nevski в условиях горно-лесной зоны Восточного Казахстана. Впервые в результате полевых экспедиционных работ 2017–2018 гг. на хребтах Ивановский и Калбинский в казахстанской части Алтайской горной системы в коллекцию Алтайского ботанического сада живыми растениями были привлечены следующие виды пальчатокоренников: *D. Fuchsii* (Druce) Soo, *D. longifolia* (L. Neum.) Aver., *D. incarnata* (L.) Soo, *D. maculata* (L.) Soo, *D. umbrosa* (Kar. & Kir.) Nevski. Проведена оценка приживаемости в условиях интродукции. Выполнено описание внешнего строения габитуса генеративных особей, привлекаемых в культуру, морфологические характеристики и морфометрические показатели: форма и размеры соцветий и листьев, количество и строение цветков. Морфологические характеристики и морфометрические показатели особей видов, привлеченных в культуру, являются отправными показателями при изучении интродукционного потенциала привлеченных видов рода *Dactylorhiza*. Коллекция видов рода *Dactylorhiza* будет служить основой для изучения генетического разнообразия, молекулярно-генетического анализа видовой и внутривидовой изменчивости, способствовать точному разграничению перекрещивающихся видов.

Ключевые слова: *Dactylorhiza* Nevski, редкий вид, интродукция, морфология, морфометрия.

References

- 1 Vahrameeva, M.G., Varlygina, T.I., & Tatarenko, I.V. (2014). *Orkhidnye Rossii (Bioloĥiia, ekoloĥiia i okhrana) [Orchid Russia (Biology, Ecology and Protection)]*. Moscow: Tovariŝchestvo nauchnykh izdaniĭ KMK [in Russian].
- 2 Mamaev, S.A., Knyazev, M.S., Kulikov, P.V., & Filippov, E.G. (2004). *Orkhidnye Urala: sistematika, bioloĥiia, okhrana [Orchids of the Urals: systematics, biology, protection]*. Ekaterinburg: UrO RAN [in Russian].
- 3 Fardeeva, M.B., Bakin, O.V., & Izmailova, K.I. (2011). Struktura hibridnykh populatsii *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo S.L. na yuĥe lesnoi zony [The structure of hybrid populations of *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo S.L. in the south of the forest zone]. Proceedings from Protection and cultivation of orchids: IX Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — IX International Scientific Conference (pp. 436–442). Moscow: Tovariŝchestvo nauchnykh izdaniĭ KMK [in Russian].
- 4 Naczk, A.M., Chybicki, I., & Zietera, M.S. (2016). Genetic diversity of *Dactylorhiza incarnata* (Orchidaceae) in northern Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 85(2): 3496, 1–14.
- 5 *Krasnaia kniha Altaiskoho kraia. Tom 1. Redkie i nahodiaschchiesia pod uhrozoi ischeznoveniiia vidy rastenii i hribov. (2016). [Red Book of the Altai Territory. Volume 1. Rare and endangered species of plants and fungi.]*. Barnaul: Izdatelstvo Altaiskoho universiteta [in Russian].
- 6 Pavlov, N.V. (Ed.). *Flora Kazahstana [Flora of Kazakhstan]*. (1958). (Vol. 2). Alma-Ata: Izd. AN KazSSR [in Russian].
- 7 *Krasnaia kniha Kazahstana. Rastenii [Red Book of Kazakhstan. Plants]*. (2014). (Vol. 2; 2nd ed.). Astana [in Russian].
- 8 Efimov, P.G. (2011). *Orhidnye severo-zapada evropeiskoi chasti Rossii [Orchids of Northwest European part of Russia]*. Moscow: Tovariŝchestvo nauchnykh izdaniĭ KMK [in Russian].
- 9 Fedorov, A.L., Kirpichnikov, M.E., & Artyushenko, Z.T. (1956). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshikh rastenii. List. [Atlas on descriptive morphology of higher plants. Leaf]*. Moscow: Izd. AN SSSR [in Russian].
- 10 Fedorov, A.L., Kirpichnikov, M.E., & Artyushenko, Z.T. (1962). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshikh rastenii. Stebel i koren [Atlas on descriptive morphology of higher plants. Stem and root]*. Moscow: Izd. AN SSSR [in Russian].
- 11 Fedorov, A.L., & Artyushenko, Z.T. (1975). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshikh rastenii. Tsvetok. [Atlas on descriptive morphology of higher plants. Flower]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 12 Fedorov, A.L., & Artyushenko, Z.T. (1979). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshikh rastenii. Sotsvetie [Atlas on descriptive morphology of higher plants. Inflorescence]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 13 Bondartsev, A.S. (1954). *Shkala tsvetov [Color scale]*. Moscow: Izd. AN SSSR [in Russian].
- 14 *The color scale of the English Royal Society of Florists (RHS ColourChart)*.
- 15 Zaitsev, G.N. (1990). *Matematika v eksperimentalnoi botanike [Mathematics in Experimental Botany]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 16 Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevoho opyta [Field experience]*. Moscow: Ahropromizdat [in Russian].
- 17 Cherepanov, S.K. (1995). *Sosudistye rasteniia Rossii i sopredelnykh hosudarstv (v predelakh byvsheho SSSR) [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)]*. Saint Petersburg [in Russian].
- 18 *Almanah: Altaiskomu botanicheskomu sadu — 80 let. [Almanac: Altai Botanical Garden — 80 years]*. (2015). Ust-Kamenogorsk: Izd. Media Alians [in Russian].
- 19 Kamelin, R.V., Ovesnov, S.A., & Shilova, S.I. (1999). *Nemoralnye elementy vo florakh Urala i Sibiri [Nemoral elements in the flora of the Urals and Siberia]*. Perm: Izdatelstvo Permskoho universiteta [in Russian].

- 20 Filippov, E.G., & Andronova, E.V. (2017). Geneticheskaia struktura populatsii i estestvennaia hibridizatsiia *Dactylorhiza salina* i *D. incarnata* (Orchidaceae) [Genetic population structure and natural hybridization of *Dactylorhiza salina* and *D. incarnata* (Orchidaceae)]. *Henetika — Genetics*, 53, 3, 310–323 [in Russian].
- 21 Ellenberg, H., Weber, H.E., Dull, R., Volkmar, W., Willg, W., & Dirck, P. (1991). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18, 1, 248.
- 22 Vahrameeva, M.G., Tatarenko, I.V., & Bychenko, T.M. (1994). Ekologicheskie karakteristiki nekotorykh vidov evraziatskikh orkhidnykh [Ecological characteristics of some species of Eurasian Orchid] *Biulleten Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii — Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Biological department*, 99, 4, 75–82 [in Russian].
- 23 Sobko, V.G. (1989). *Orkhidei Ukrainy [Orchids of Ukraine]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
- 24 Alekhin, A.A. (1992). Predvaritelnye itogi introduktsii orkhidnykh flory SSSR v botanicheskom sadu Kharkovskogo universiteta [Preliminary results of the introduction of the orchid flora of the USSR in the Botanical Garden of Kharkov University]. *Vestnik Kharkovskogo universiteta — Bulletin of Kharkov University*, 364, 63–66 [in Russian].
- 25 Efimov, P.G. (2012). Issledovaniia geneticheskogo polimorfizma *Dactylorhiza baltica*, *D. fuchsii* i *D. incarnata* (Orchidaceae) iz severo-zapada evropeiskoi chasti Rossii metodom ISSR [Studies of the genetic polymorphism of *Dactylorhiza baltica*, *D. fuchsii* and *D. incarnata* (Orchidaceae) from the north-west of the European part of Russia using the ISSR method]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 97, 6, 751–760 [in Russian].
- 26 Tsvelev, N.N. (2002). *Opredelitel sosudistykh rastenii Severo-Zapadnoi Rossii (Leningrad, Pskov and Novgorod regions)*. Saint Petersburg: Izdatelstvo SMPHFA [in Russian].
- 27 Jagiello, M. (1990). Variability and distribution of some species from genus *Dactylorhiza* Necker ex Nevski in Poland. *Acta Univ. Wratislaviensis*, 1055, 45–55.
- 28 Schmeidt, O. (1996). *Estonia Orchideed*. Tallinn: Varrak.
- 29 Vakhrameeva, M.G., & Denisova, L.V. (1990). Nekotorye aspekty izucheniia redkikh vidov rastenii Moskovskoi oblasti (na primere orkhidnykh) [Some aspects of the study of rare plant species of the Moscow region (for example orchids)]. *Ekolohiia i okhrana prirody Moskvy i Moskovskogo rehiona — Ecology and nature conservation in Moscow and the Moscow region* (pp. 84–87). Moscow: Izd. MGU [in Russian].
- 30 Vakhrameeva, M.G. (2000). Rod Palchatokorennik [Genus *Dactylorhiza*]. *Biologicheskaiia flora Moskovskoi oblasti — Biological flora of the Moscow region*, 14. (pp. 55–86). Moscow: Grif i K [in Russian].
- 31 Ovchinnikov, P.N. (Eds.). (1963). *Flora Tadzhikskoi SSR. Sem. Orchidaceae [Flora of the Tajik SSR. Orchidaceae family]*. Moscow; Leningrad: Izd. AN SSSR [in Russian].
- 32 Turuspekov, Y., & Abugalieva, S. (2015). Plant DNA barcoding project in Kazakhstan. *Genome*, 58, 5, 290.
- 33 Turuspekov, E.K., Ivashchenko, A.A., Ishmuratova, M.Yu., Kotuhov, Yu.A., Danilova, A.N., & Myrzagalieva, A.B., et al. (2017). Geneticheskoe raznoobrazie dikorastushchei flory Kazakhstana [Genetic biodiversity of Kazakhstan wild flora]. Proceedings from The study, conservation and rational use of the plant world of Eurasia, dedicated to the 85th anniversary of the Institute of Botany and Phytointegration: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific-practical conference*. (pp. 143–148). Almaty [in Russian].

Zh.Zh. Zhumagaliyeva¹, Sh.K. Eleupaeva², B.P. Chernik³

¹*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan;*

²*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;*

³*Novosibirsk Center for Continuing Business Education, Russia
(E-mail: a_a_shynar@mail.ru)*

Methods of organization of cognitive activity of pupils in biology lessons

Contemporary and effective pedagogical technologies used in the work of general educational institution are considered in the article. Relevance of the use of contemporary innovational technologies in the action of general educational institution is justified. The article is devoted to the issue of using new innovational technologies. According to the use of technologies in the process of general educational institution attention is paid to the direction of possibility to projecting of educational process on the basis of pedagogical technology, effective use of new methods and forms of organizing the study, motivating of the pupils to cognitive action, increase of their activity, full mastering of given educational material. The use of new innovational technologies in educational process is one of the important feature of developing and modernizing educational process. New methods give the possibility to the cognitive function of pupils to be active; provide motivation for study; provide high level of analyzing exercises; improve knowledge, skills and observation. Effectiveness of using new innovational methods is related to electronic resources, usage of ways and objects of these technologies, corresponding to working methodology of the teacher. Developmental level indicators of emotional-motivational and cognitive components in forming biological knowledge of the pupils were defined and the review on the results of pedagogical experiment was made.

Keywords: innovative technologies, emotional, motivational, cognitive components, dynamic indicators.

One of the major issues of pedagogical science is to develop cognitive activity of the pupils, their intellectual ability and to give the freedom to the pupil. At the school age of the children, when all their possibilities are developed harmoniously, stepped on the big way of life, their function would be meaningful and comprehensive.

The main characteristic of school education is focused on realization of all opportunities of the pupils, self-development and personal qualities.

At the lesson, the main component of the methodology according to new technology is developmental teaching. The main goal is to form comprehensively developed individual. To do this, the teacher must be innovative and creative. Many foreign and Kazakh pedagogical technologies are being introduced in the current educational process. In addition to being interested in the subject, there is a sufficient number of methods to educate the pupil, to think seriously and search independently.

Nowadays, it is necessary to create conditions for the pupil to be able to choose a future career through a variety of activity including the ability to self-assess. One of the actual issues of present day is the formation of competitive individuality that contributes to the improvement of life. In this connection, each teacher has the following requirements for the pupil and should influence on its implementation [1]. These requirements include: activity action, social responsibility, broad range of thinking, literacy and priority of interest towards cognitive activity.

The above mentioned personal abilities are not developed themselves, but requires pedagogical conditions. The cognitive activity of each individual is the process of continuation. That's why, the education of pupils at school is the basis for developing future self-education and self-education of himself. Finding the effective ways to prepare the pupils for continuous education is one of the actual problems.

The awareness of the pupil's cognitive interest in every subject in the classroom creates such qualities as active search and research. By stimulating pupils' interest in the subject, we would increase their active creative abilities. The main task of the teacher is to educate the children to work with their cognitive activity. The core of cognitive interest is a process of thinking. The following types of work can be used to increase pupils' intellectual thinking and interest.

1. Tasks in the form of game for the development of logical thinking.
2. Tasks in the direction of investigation for free delivery of his opinion.
3. Types of work aimed at transformation of given tasks.

It is important to develop pupils' self-esteem, to increase their activity, to solve theoretical and educational problems in the subject, to use resourceful and cognitive games in organizing scientific research. The

use of game methods in the process of the lesson will allow the pupils to further improve their knowledge, deepen their understanding and increase their thinking abilities [2].

Educational-cognitive activity is an integral part of pedagogical process. The educational-cognitive activity includes the most important part of social phenomenon of the pupil in the pedagogical process: philosophy, sociology, psychology, pedagogy, philosophy of education, pedagogical psychology, etc. Organizing educational-cognitive activities of the pupils with sciences, knowledge systems, business skills, mental, physical, psychological processes researches the development of mind, memory, abilities, interpretation of concrete actions of implementing the action, the worldview and personal development ways, ways of formation.

The cognitive action is important for the general development of the pupil and formation of individuality. All the tendencies of the action under the influence of cognitive actions are developed.

Cognition requires not just the intensity of thinking, also the activeness of major tendencies of the action. For mastering the knowledge, work should be done, such as keeping, sequencing, clarifying, analyzing and generalizing. It can be considered as one of the main types of activity of the pupil, such as labor. Because, first of all, cognition is a world-wide tendency that represents the world of society. Secondly, the person knows definite thing and phenomenon through the cognitive action without opening the novelty.

Informative activity is the special phenomenon of the pupil's enthusiasm and diligence to study and know. In order to understand the new material of the teacher, the pupil needs to listen to him to extend his knowledge and to do the works as experiment. Because, it is impossible to be aware of the progress of given material in repeating consciously, in learning new knowledge and skills. That is to say, the activity of the pupil should be at all stages of the learning process. When cognitive activity of the pupil is developed during the lesson, the following elements of mental abilities will be developed: intelligence, observation, thinking and speech independence. Many works of poets, teachers and methodologists have been devoted to the development and formation of cognitive activity of pupils.

Biology-enhanced program requires each teacher to develop and enter the flexibility and skills of pupils through the provision of unity of education and upbringing, mastering the methodology of developmental learning, the implementation of interdisciplinary communication and teaching process optimization. Accordingly, at the lesson, we should bring the pupils to develop deeper, more accurate knowledge, skills and creative abilities [3].

In order to stimulate pupils' interest in the lesson, we need to properly select the form and method of teaching. The lesson would be very interesting and attractive with the use of pedagogical technologies in teaching biology. The lessons learned through innovative technology have been demonstrated in practice were an exciting, attractive and related to modern requirement.

In the control experiment, we observed that during the observation period, pupils were concentrated on the topic, understood and discussed. As a result, we have seen that there is a lack of new information, interactive teaching methods and pedagogical-psychological training that increase the pupils' interest in biological education. Therefore, we have chosen the technologies and techniques that can be used at the lesson with the participation of pupils.

At the biology lesson it is effective to use Zh. Karaev and Zh. Kobdikov's teaching methods called 'Three-dimensional methodical system' in the formation of cognitive activity of the pupils (intuition, perception, memory, thinking, conclusion, imagination, attention, skills) [4]. Nowadays, it is necessary to create conditions for the pupil to be able to choose the future specialty through the possibility of observing himself in different activities.

We have been organizing cognitive and interesting biological games such as adventures, anagrams, inwords, loto and various tasks and logic thinking, memory, mind and etc. to improve and develop pupils' cognitive activity and interest in biology lessons. The association method or the «Mind map» — the mind (thinking) map and if the illustration pictures have a lot of pictures in the tasks, more cognitive interest of the child will be increased. For example, a biological loto game can be created and used in all classes.

In the 9th grades, in order to develop their qualities such as logical thinking, mind, memory and others, cognitive games such as anagrams, inwords, loto games have been organized.

The aim of the pedagogical experiment is to increase pupils' cognitive activity and interest in studying biology lessons, in particular the chapter «Nervous system».

In the second part of our lesson, pupils were divided into five groups, explaining the purpose of each group, tasks were given in order to compare biological dictation, filling charts, essay writing, supporting drawings and venn diagrams.

The 9th grade pupils of Temirtau secondary school № 4 took part in pedagogical experiment. The lesson was conducted in two parallel classes. In particular, the work according to the method we created was conducted in 9 «A» and 9 «B». 9 «A» was an experimental class and 9 «B» class was a control class.

In this class, the teacher played a role of a consultant. All themes were mastered by pupils themselves. Only at the first lesson, the teacher gave the introductory material, drew attention to the complex questions. The same qualitative and quantitative composition of classes involved in the study was a good base for research. The 9 «A» class mastered themes themselves working on individual trajectory system.

Training sessions on playing the game «Tongue twister Bazaar» were used at the biology lesson. Pupils comprise vocabularies, secret words, crosswords and tongue twisters and they also solve as individual and collective at the lesson.

The problem of developing cognitive activity of the pupils requires the search of novelty in theory and practice. The value of each lesson is to encourage pupils to develop the spirit of studying, to motivate them, to read and organize their work according to the abilities of each pupil and transform the learning process into creative work. The following guidelines should be found in each teacher in promoting cognitive interest and active learning by providing pupils with profound knowledge.

Questions that determine the development level of cognitive component in the formation of pupils from biology:

1. Do you know about the features of spinal structure?
2. Can you say the white and gray substance of spinal cord?
3. How nerve impulses will be transmitted to muscle fibers?
4. How many types of connective tissue do you know in human body?
5. What is the main function of epithelial tissue?
6. What do you know about the composition and structure of bones?
7. Can you tell us about the role of the red bone in forming the blood?
8. Can you tell about platelets in blood clot?
9. Do you know about leukocytes?

10. Do you know the role of disease-causing microbes and viruses in the development of infectious diseases?

The pupils' response showed low level. For example, some pupils did not answer the specifics of spinal cord structure (24,2 %), did not pay special attention to the type of connective tissue (21,2 %), the chemical composition of the bone (14,2 %), the role of viruses in the development of infections (24,1 %) (Fig. 1).

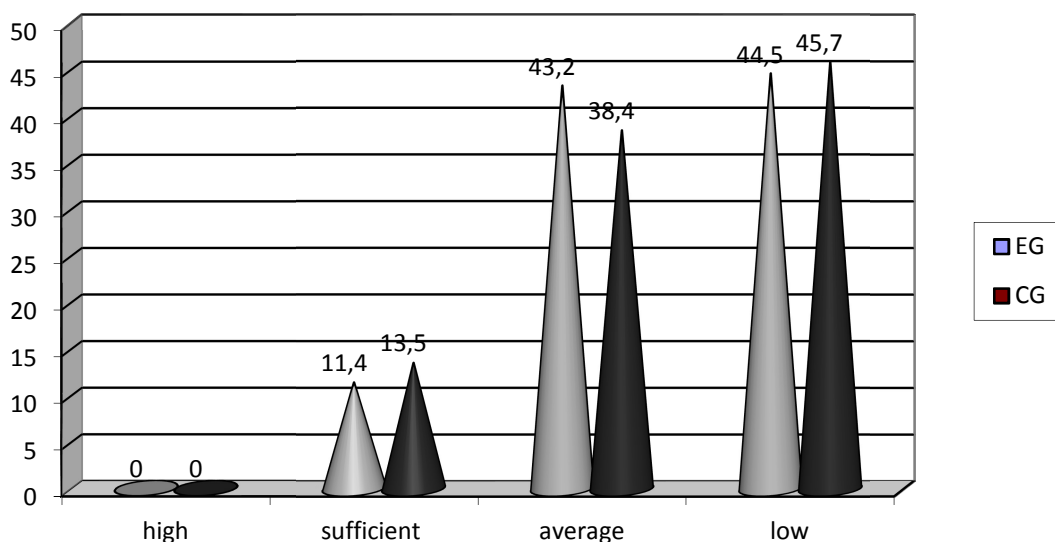


Figure 1. The indicators of development level of the cognitive component in the formation of pupils' biological knowledge (beginning of the experiment)

The picture shows a low level of cognition of many learners: If EG is at a sufficient level — 11,4 %, CG — 13,5 %, average level: EG — 43,2 %, CG — 38,4 %, low level: EG-44,5 %, CG — 45,7 %.

In order to stimulate pupils' interest in the lesson, the form of the lesson and innovative methods have been chosen. The lesson has been conducted and pedagogical technologies of biology are used in the learning process. Lessons learned through innovative technology have proved to be very interesting and attractive, as well as it has been used according to exciting and informative learning experience.

In the control experiment, we observed that during the supervision period, pupils were concentrated on the topic, understood and made discussion. As a result of the observation, we have seen that there is a lack of new information, interactive teaching methods and pedagogical-psychological training that increase pupils' interest in biological education.

The main requirement of biology lessons is to increase the quality of lesson by bringing the types and methods of learning into the cognitive and educational level. With this aim, I was always in the process of completing my studies with various techniques. According to the line with the requirements of modern time, I also try to organize my lesson using the newest way of methods.

At the last stage of experimental work, we have determined the level of cognition of pupils with the help of repeated questionnaire questions. The following is the result of these components (Fig. 2).

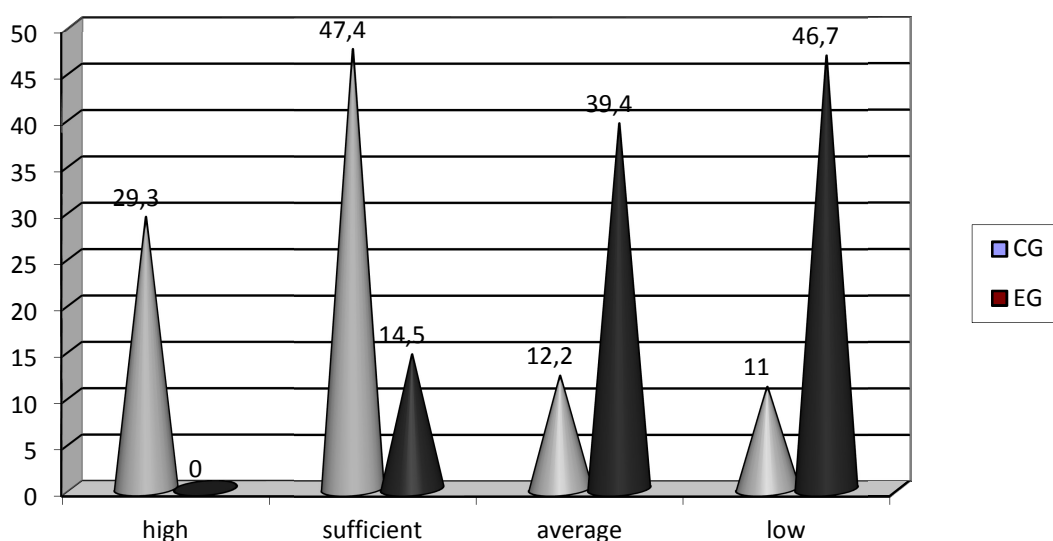


Figure 2. The indicators of development level of the cognitive component in the formation of pupils' biological knowledge (the end of the experiment)

The picture shows that the cognitive components of the pupils were good at the end of the experiment. For example, if at the beginning of the experiment there were no higher levels in the experimental group, then at the end their number reached 29,3 %, and if sufficient level was 3 times higher, the middle level is decreased by 3,1 times. Low level is decreased by 2,7 %.

During the conduction of the lesson, I use pupils on the basis of folk pedagogy, to increase pupils' interest in the classroom and use the effective teaching methods. The new types of lessons which I use will also be based on the content, goals, progress, excursion, fairy tales, games, competitive lessons and test methods.

As a result of complex experiments, the level of pupils' cognitive components has been increasing and innovative methods used in the lesson have been demonstrated. Also, the results of experimental studies showed that the level of education and creative thinking of pupils in experimental groups has been increased and the initial indicator in the control groups has been remained unchanged.

According to the new paradigm of education motivational-volitional component provides the enthusiasm of a pupil as a valuable guide to creative activity, interest to the news, the desire to find a solution of actual problem, the desire to voluntarily formulate their own creativity, the need for creativity of self-creation.

Determination of the level of emotional-motivational component of the formation of biological knowledge of the pupils was carried out on the following questions:

1. What do you know about leucocytes, their structure and function?
2. What do you know about how many mixed pairs of spinal cord nerves spread from spinal cord?

3. Do you know the specific features of the reflex?
4. Do you know ways of transmission of neuron impulse?
5. What types of skin functions do you know?
6. Can you tell us about the structure and services of the tissues?
7. What do you know about the internal structure of the bone?
8. What role does hemoglobin play in human organisms?
9. What can you say about immunity?
10. What do you know about the features of antigens and antibodies?
11. What do you know about the spread of nerve impulses of muscle fibers?

The level indicators of emotional components in the formation of biological knowledge of the pupils (Fig. 3) were determined at the beginning of experiments. The picture shows that in the experimental group and in the control group there is not any high level, sufficient level: EG — 19.5 %, CG — 20.3 %, medium level: EG — 44.3 %, CG — 43.4 %, low level: EG — 35.5 %, CG — 34.5 %, and it has been defined that their biological knowledge is low (Fig. 3).

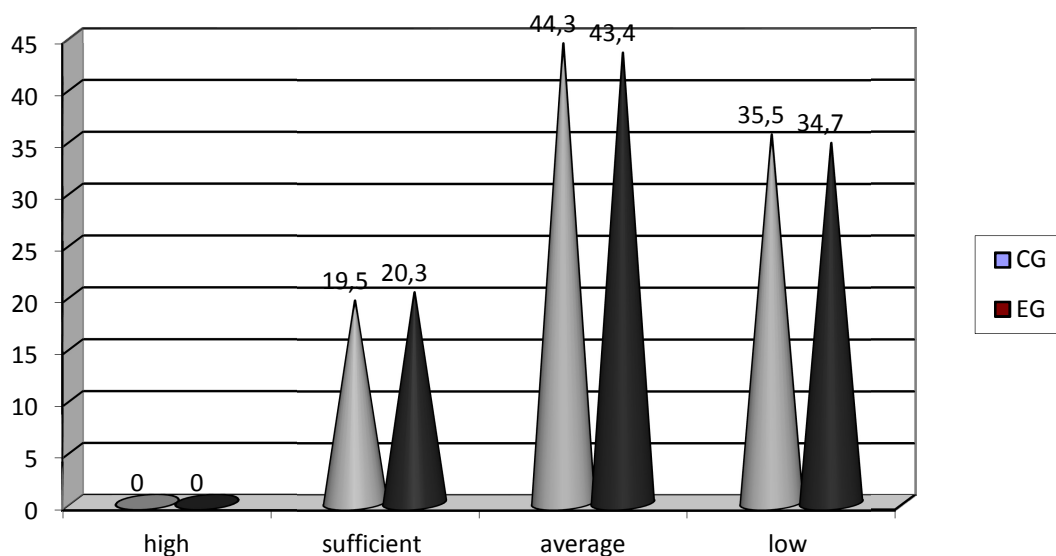


Figure 3. The indicators of development level of emotional components in the formation of pupils' biological knowledge (at the beginning of the experiment).

Thus, teaching technology requires the use of advanced classical pedagogy achievements, enriching it with the new techniques and organization of learning through the pupil's self-efficacy.

Therefore, in order to increase the pupils' knowledge, it is necessary to use new technologies in the classroom. Organization of special work: research work, preparation for implementing the methodology has been developed through the tasks of the pedagogical practice.

During the final control of experimental experiment work, we have identified the level of development of emotional components of the pupils with the help of repeated questionnaire questions. The following is the result of these components (Fig. 4).

The picture shows that the emotional components of the pupils showed a good result at the end of the experiment. For example, if at the beginning of the experiment there were no high levels in the experimental group, at the end their number reached 30,5 %, and the sufficient level is increased 2 times, while the middle level is decreased 3,2 times. At a low level it is decreased by 2,2 %.

The level of motivational component here indicates that the pupils have an interest to cognitive activity, the need for self-fulfillment and enthusiasm. Increasing the level of development of the motivational component influenced on development level of content-operational component.

There has been no significant change in the developmental (emotional-motivational, cognitive) components of pupils' biological knowledge components at the control group.

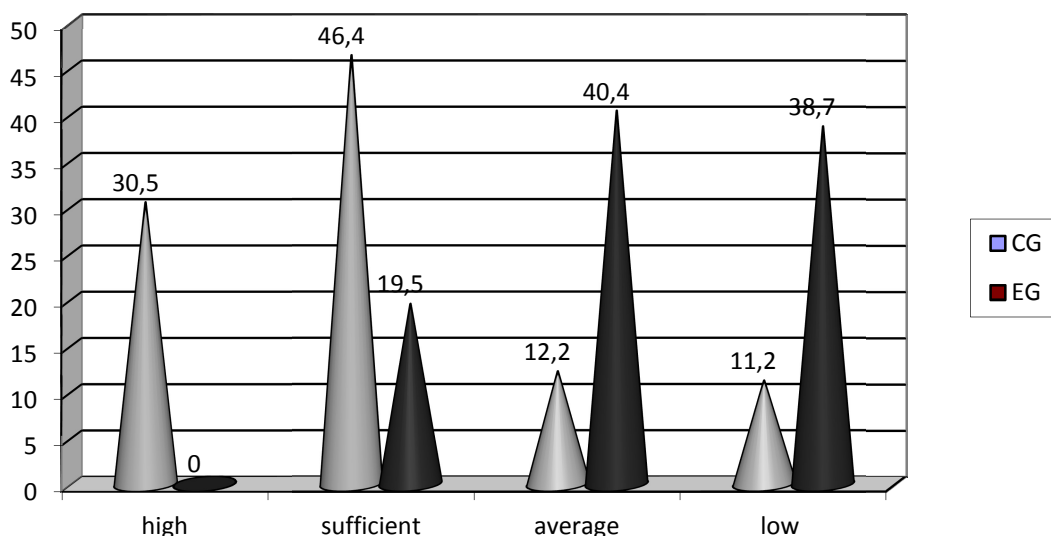


Figure 4. The indicators of development level of emotional components in forming the biological knowledge of the pupils (at the end of the experiment).

New technologies help pupils to improve their education quality, increase their possibility to work themselves and increase an interest to biology. The activity of the pupils in the implementation of new technologies, creative search and assessment of pupils' knowledge themselves play a decisive role in learning process.

Cognitive abilities are characteristic for everyone. It is only the responsibility of each teacher to develop it. Therefore, it is not only necessary to provide with ready-made information facts, laws and rules and it is necessary also to provide pupils with learning materials in order to conclude their knowledge. In addition, teaching is only effective if there is a collective relationship between the teacher and pupil, and respect for each other.

References

- 1 Мынбаева А.К. Современное образование в фокусе новых педагогических концепций, тенденций и идей: моногр. / А.К. Мынбаева. — Алматы: Раритет, 2005. — 90 с.
- 2 Тұрғынбаева Б.А. Дамыта оқыту технологиялары / Б.А. Тұрғынбаева. — Алматы, 2000. — 90 б.
- 3 Торманов Н. Биологияны оқытудың инновациялық әдістері / Н. Торманов, Н.Т. Абылайханова. — Алматы: Қазақ ун-ті, 2013. — 258 б.
- 4 Қараев Ж.А. Технологиялық тәсіл негізінде педагогикалық жүйені жаңартудың өзекті проблемалары / Ж.А. Қараев, Ж.У. Көбдікова. — Алматы: Жазушы, 2005. — 200 б.

Ж.Ж. Жұмағалиева, Ш.К. Елеупаева, Б.П. Черник

Биология сабағында оқушылардың танымдық іс-әрекетін ұйымдастыру тәсілдері

Мақалада жалпы білім беру мекемелерінде қолданылатын заманауи педагогикалық технологиялар қарастырылған. Сонымен қатар жалпы білім беру мекемелерінің қызметінде заманауи инновациялық технологияларды пайдаланудың өзектілігі негізделді. Мақала жаңа инновациялық технологияларды пайдалану мәселесіне арналған. Жалпы білім беру мекемелеріндегі оқыту үрдісін технологияландыруға сәйкес оқытуды ұйымдастырудың жаңа әдіс-тәсілдері мен формаларын тиімді пайдалануға, оқушылардың танымдық іс-әрекетке ынталандыруға, олардың белсенділігін арттыруға, берілген оқу материалын толық меңгеруге, сонымен қатар оқу үрдісін педагогикалық технология негізінде жобалауға қолжеткізуге болатын мүмкіндік бағытына назар аударылған. Оқу үрдісінде жаңа инновациялық технологияларды қолдану оқу үрдісін жетілдіру мен оңтайландырудың маңызды қырлары бірі болып табылады. Мақалада келтірілген жаңа әдістер оқушылардың танымдық қызметін

белсендіруге мүмкіндік береді: оқу үшін оңтайлы ынталандыруды қамтамасыз ету; жаттығуларды саралаудың жоғары дәрежесі; білімді, дағдыларды және бақылауды жақсарту. Жаңа инновациялық әдістерді пайдаланудың тиімділігі осы технологияларды қолдану жолдары мен нысандарына, мұғаліммен онымен жұмыс істеу әдіснамасына қаншалықты сәйкес келетініне пайдаланылатын электронды ресурстарға байланысты. Мақалада оқушылардың биологиялық білімін қалыптастырудағы эмоциялық-мотивациялық және танымдық компонентінің даму деңгейлік көрсеткіштері анықталып, педагогикалық тәжірибенің нәтижелеріне шолу жасалған.

Кілт сөздер: инновациялық технологиялар, эмоциялық, мотивациялық, танымдық компоненттер, динамикалық көрсеткіштер.

Ж.Ж. Жумағалиева, Ш.К. Елеупаева, Б.П. Черник

Методы организации познавательной деятельности студентов на уроках биологии

В статье рассмотрены современные эффективные педагогические технологии, используемые в работе общего образовательного учреждения. Обоснована актуальность применения современных инновационных технологий в деятельности общего образовательного учреждения. Статья посвящена использованию новых инновационных технологий в образовательном процессе школы. Особое внимание уделено эффективному использованию новых методов и форм в учебном процессе в общеобразовательном учреждении, что повышает активность школьников, стимулирует организацию познавательной деятельности. Такой подход повышает качество владения учебным материалом, учебным процессом, проектирования образовательного процесса на основе современных педагогических технологий. В преподавании использование новых инновационных технологий является одним из важнейших аспектов совершенствования и оптимизации учебного процесса. Перечисленные в статье средства, новые методы позволяют активизировать познавательную деятельность учеников, обеспечить положительную мотивацию обучения, высокую степень дифференциации обучения, усовершенствовать контроль знаний, умений и навыков. Эффективность применения новых инновационных методов зависит от способов и форм применения этих технологий, от того, насколько грамотно преподаватель владеет методикой работы с ними, от используемых им электронных ресурсов. Описан уровень развития эмоционально-мотивационно-познавательной составляющей формирования биологических знаний, умений и навыков у учеников. В работе представлены результаты педагогического эксперимента, проведенного в период прохождения педагогической практики в школе.

Ключевые слова: инновационные технологии, эмоциональные, мотивационные, когнитивные компоненты, динамические показатели.

References

- 1 Мынбаева, А.К. (2005). *Sovremennoe obrazovanie v fokuse novykh pedahohicheskikh kontseptsii, tendentsii i idei [Modern education in the focus of new pedagogical concepts, trends and ideas]*. Almaty: Raritet [in Russian].
- 2 Turgynbaeva, B.A. (2007). *Damyta okytu tekhnolohiialary [Pedagogical tehnologi]*. Almaty [in Kazakh].
- 3 Tormanov, N., & Abylaikhanova, N.T. (2013). *Biolohiiany okytudyn innovatsiialyk adisteri [Innovative methods of teaching biology]*. Almaty: Kazak universiteti [in Kazakh].
- 4 Karaev, Zh.A., & Kobdikova, Zh.U. (2005). *Tekhnolohiialyk tasil nehizinde pedahohikalyk zhyieni zhanartudyn ozekti problemalary [Actual problems of modernization of pedagogical system on the basis of technological approach]*. Almaty: Zhazushy [in Kazakh].

A.E. Konkabaeva, A.A. Arystanbai, Sh.A. Mukhanova, R.A. Kolossov

*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
(E-mail: ayaulym_07_07@mail.ru)*

The copper-containing proteins and their effect on metabolism

In the paper review of the literature on the role of copper in the body is presented. The main content of the study is the analysis of the participation of copper in protein, carbohydrate and fat metabolism. Based on the analysis of literature sources it is shown that copper is a part of many vital proteins and enzymes that influence the development of tissues and cells of the body. The article contains the elucidation of the features of the participation of protein-transporters in the transport of copper through the plasma membrane into intracellular organelles and from the cytosol into the bloodstream. The participation of copper in the metabolism depends on its physico-chemical properties. In the literature review the features of proteins that control copper hemodynamics and participate in copper-dependent signaling are clarified. The characteristic features of copper included in the composition of many enzymes are distinguished and described. It is shown that copper plays an important role in ensuring normal growth and maintaining health. It is indicated that both deficiency and excess of copper in the body lead to various diseases. The conclusion is that the biological effect of copper shows through communication with proteins, forming complexes with high biological activity.

Key words: copper, metabolism, ceruloplasmin, copper-containing enzymes, deficiency and excess of copper.

Copper is an important element of life, it participates in many physiological processes necessary for such fundamental processes as respiration, energy synthesis, elimination of free radicals, formation of connective tissue, metabolism, maturation of the extracellular matrix of neuropeptides, neuroendocrine signaling and other processes [1].

Metabolism is a set of chemical reactions that occur in a living organism to sustain life. These processes allow living organisms to grow and multiply, maintain their structures and respond to environmental influences [2]. Metabolism in a broad sense is a natural, necessary unity of contradictory processes of changing inorganic substances into living matter and living into non-living, realized through assimilation and dissimilation. Metabolic disorders inhibit the work of the hormonal, immune, digestive and nervous systems, which leads to the development of chronic metabolic injuries [3].

Copper plays an important metabolic role, and copper compounds affect the course of fat, carbohydrate and protein metabolism of all living organisms, starting from the simple cell. Directly or indirectly, copper is involved in most metabolic processes and is their main regulator [4].

The involvement of copper in the metabolism depends on its physicochemical properties. First, copper compounds react with biopolymers and form stable complexes more strongly than many other metals. Secondly, they possess properties as catalysts, which are enhanced by binding to a protein molecule. Thirdly, copper ions easily release or accept one electron, which makes copper both a donor and an electron acceptor [5].

Copper compounds actively interact with amino acids, nucleotides, nucleic acids and proteins, forming stable complexes with high biological activity. Particularly pronounced is the participation of copper in maintaining the optimal level and consistency of metabolic processes in the tissues of the reproductive organs, nervous system, organs of sight and hearing, in phospholipid biosynthesis, maintaining osteoblast activity, formation of elastic vascular tissue, skin and hair pigments, and skeletal muscle contraction. Consequently, copper is involved in the synthesis of many essential and important proteins and enzymes, thereby having a significant impact on the development of tissues and cells of the whole organism [6].

Copper expresses its biological effect through its association with proteins. Currently, such copper compounds as ceruloplasmin, placencuprein, haemocuprein, hepatocupreine, cuproprotein have been isolated and studied. Copper binds to L-globulins and forms ceruloplasmin, which contains about 90 % of copper and is its main storage. Ceruloplasmin is a copper-containing ferro-oxidase, β -globulin, associated with 6 copper molecules. In the body, ceruloplasmin manifests itself both as an enzyme and as an antioxidant [7].

The ability of ceruloplasmin to catalyze the oxidation of catecholamines has led to the statement that this protein can control the level of adrenal gland hormone blood levels in the blood [7].

Until recently, ceruloplasmin was widely regarded as a copper-supplying protein, but observations regarding the normal metabolism of copper in patients with aceruloplasminemia do not affect this judgment.

Copper deficiency reduces the activity of ceruloplasmin in infants and leads to the development of anemia [8].

Copper is involved in the formation of the most important connective tissue proteins — collagen and elastin, which affect the synthesis of skin pigments. By participating in the synthesis of collagen, necessary for the formation of the skeletal framework proteins, copper ensures bone health. The lack of copper, which is part of lysyl oxidase, necessary for the formation of covalent crosslinks between the polypeptide chains of collagen and elastin, can cause defects in the formation of connective tissue, including the cardiovascular system and skeleton [9].

Proteins metallothionein (MT) and COMMD1 (copper metabolism (Murr1) domain containing 1) control copper hemodynamics and participate in copper-dependent signaling.

Metallothionein (MT) — is a low molecular weight protein, rich in cysteine, capable of binding metal ions. MT is involved in maintaining the cellular homeostasis of copper and performs the function of intracellular copper depot. It can also block absorption, protecting the body from toxic levels of metal [10].

Studies of copper metabolism show that in some periods of a person's life the level of copper in the body noticeably increases, for example, during fetal development [11]. In enterocytes, hepatocytes and some other cells of the fetus and newborns, the concentration of metallothionein is much higher, and the intensity of ceruloplasmin synthesis is less than in adults. This explains hypocupremia and the accumulation of copper in the tissues during this period of development, which are caused in the newborn by the immaturity of the biliary system, low synthesis of ceruloplasmin, and therefore copper is associated with metallothionein [12].

COMMD1 (copper metabolism (Murr1) domain containing 1) is a multifunctional protein, the most important function of which is to participate in the maintenance of copper homeostasis in the cell. This protein plays a role in the removal of copper from the cell, as evidenced by the results of the short-lived COMMD1 knockdown in HEK293 cells, leading to an increase in the level of intracellular copper [13].

Some proteins, such as CTR1 (high affinity copper uptake), CTR2 (low-affinity copper uptake), AP-7 (also known as Menkes' protein; copper-transporting P-type ATPase), ATP7B (Wilson disease protein, copper-transporting P-type ATPase) and others are involved in the intracellular movement of copper [14].

The CTR1 protein (encoded by the SLC31A1 gene) is a high affinity transmembrane importer of copper, which provides the main route for copper to enter cells. The CTR1 protein carries out the delivery of copper ions in the oxidation state of Cu (I), but at the same time most of the food copper remains in the Cu (II) state, i.e. to get inside the cell copper must be reduced. The extracellular ligand delivering copper to CTR1, as well as the mechanism of copper reducing reaction, remains unexplored. The CTR2 protein (encoded by the SLC31A2 gene) is a low-affinity transporter that transports copper through the membrane. In mammals, CTR2 protein is found in intracellular membranes, such as vacuole, vesicle, endosome and lysosome membranes, but its localization may vary depending on cell type and copper content [15]. The volume of copper transported through the plasma membrane depends on its extracellular concentration [16].

J.M. Arguello et al. (2007) found that ATP7A and ATP7B proteins belonging to the ATPase family excrete copper from cells. They use the energy of ATP hydrolysis to transport copper from the cytosol across cell membranes, and thus cause a decrease in copper concentration in it [17]. Excretion of copper from the body can occur through bile (in the case of ATP7B), and it can also be released into the bloodstream for subsequent redistribution in the body (in the case of ATP7A).

In studies of A. Gupta and S. Lutsenko (2009), copper ATPase has been shown to deliver copper to various secretory enzymes, such as ceruloplasmin, peptidylglycine alpha-amidating monooxygenase, and others [18]. The process of copper delivery and its incorporation into the active center of the enzyme is not fully understood. However, it has been shown that apoceruloplasmin receives copper from ATP7B, and copper released by ATPase is incorporated into the active center of the fully formed enzyme by free diffusion [19].

Z. Qin, et al. (2006) found out that in the case of the $\text{Cu}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$ — superoxide dismutase enzyme receiving copper from ATP7A, the interaction between the transporter and the acceptor can activate the release of copper from the ATPase and cause its subsequent incorporation into the active center of the acceptor protein [20].

The main biochemical function of copper in the body is participation in enzymatic reactions as an activator or as part of copper-containing enzymes [21].

It is well known that copper is a part of many enzymes, such as amine oxidase, dopamine beta-hydroxylase, dopamine beta-monooxygenase superoxide dismutase, diamine oxidase, histaminase, monoamine oxidase, lysyl oxidase, ferroxidase, cytochrome c oxidase, tyrosinase, peptidylglycine alpha-

amidating monooxygenase, hormones and vitamins. Different types of metabolism are associated with these enzymes [22], allowing us to study some of them.

AOC3 (amine oxidase, copper-containing 3), which is distributed as vascular adhesion protein-1, belongs to copper-containing enzymes, it is secreted by vascular smooth muscle cells, adipocytes, and endothelial cells. This enzyme is a multifunctional molecule that exhibits both adhesive and enzymatic properties. Vascular adhesion protein-1 is involved in the delivery of leukocytes to the site of inflammation, the development of rheumatoid arthritis, psoriasis, systemic sclerosis, respiratory diseases, diabetes and its vascular complications [23].

Superoxide dismutase (SOD) is a family of proteins that perform the process of dismutation of a superoxide radical, forming hydrogen peroxide and molecular oxygen. SOD is an important component of the body's antioxidant defense, neutralizing the constantly formed reactive oxygen species (ROS). It is known that *Drosophila*, as well as microorganisms devoid of SOD, are more sensitive to the action of ROS [24]. The following protein isoforms were identified in mammals: superoxide dismutase (SOD1), superoxide dismutase 2, mitochondrial (SOD2, manganese-dependent superoxide dismutase) and extracellular superoxide dismutase [Cu-Zn] (SOD3).

SOD1 is a very stable homodimeric protein with a molecular weight of 32 kDa. In the initial superoxide dismutase description, J.D. Crapo, T. Oury, et al. (1992) showed that SOD1 contains copper atoms, which are necessary for its functional activity. It is found predominantly in the cytoplasm of cells, but it has also been found in the nucleus and peroxisomes [25]. Each SOD1 monomer contains a catalytic compound of copper, as well as zinc compounds, necessary for the formation of a stable protein structure. Knockout of the SOD1 gene in mice leads to the development of chronic peripheral neuropathy, affecting primarily the axons of motor neurons in the distal extremities [16]. In the liver of rats, SOD1 was also detected in the intermembrane space of mitochondria. In addition, SOD1 is needed to maintain the functioning of neuromuscular contacts in the limbs [26].

Superoxide dismutase (SOD3) is a 135 kDa homotetramer. The SOD3 protein contains three functional domains: an N-glycosylation site that increases SOD3 solubility, a 50 % active site homologous to SOD1, and a heparin-binding domain involved in binding to heparan sulfate by proteoglycans, which occurs on the cell surface and in the extracellular space [27].

In the SOD2 enzyme, copper atoms are involved in the conversion of superoxide anions (O_2^-) to H_2O_2 and O_2 . The zinc atom in this enzyme is metabolically inactive and performs a structural function. Systemic sclerosis refers to chronic autoimmune diseases of the connective tissue, it is characterized by the development of fibrous tissue in the skin, skeletal muscles, blood vessels and visceral organs. In patients with this type of pathology, there has been a manifold increase in the production of SOD 3, Cu-Zn-dependent extracellular SOD. Mutation of the gene encoding Cu-Zn-SOD is most often observed during the development of amyotrophic lateral sclerosis, which is accompanied by dysphagia and dysarthria [28].

Cytochrome c oxidase is a copper-containing enzyme that is the terminal member of the electron transfer chain in all aerobic cells-complex IV of the respiratory chain. It is located on the inner membrane of the mitochondria of eukaryotes, and is also integrated into the plasma membrane of many prokaryotic cells [29]. In the active center of the protein, molecular oxygen is reduced to water. According to the results of crystallographic studies, until recently it was believed that the eukaryotic central organ contains 11 to 13 polypeptide subunits: 11 in *Saccharomyces cerevisiae*, 13 in mammals. However, studies conducted by Balsa and co-authors (2012) revealed that the NDUFA4 protein, previously considered a component of the NADH-dehydrogenase complex of the respiratory chain [30], is in fact a part of the complex IV. J. Carroll, I.M. Fearnley, et al. (2006) showed that no trace of NDUFA4 protein was detected in crystallographic studies of the complex IV, they suggested that the loss of this protein occurs during the purification of the protein complex in preparation for growing crystals [31].

Copper metabolism is often observed in Willebrand disease, deficiency of blood coagulation factor VIII, which is manifested by a decrease in the level of the enzyme cytochrome c oxidase in platelets. Lee's syndrome also shows a decrease in the activity of this enzyme in skeletal muscle biopsy [11].

Diamine oxidase is involved in the inactivation of histamine, the release of which occurs during allergic reactions, as well as putrescine, 1-phenylethylamine, tyrosine, tryptophan, serotonin and spermine [32]. In diseases of the gastrointestinal tract (GIT), the consumption of foods rich in histamine, or the use of diamine oxidase inhibitors, the development of histamine intolerance is observed. In case of imbalance in the production and biotransformation of histamine, allergic reactions develop. A diet with the exception of histamine is

prescribed for the treatment of such diseases. It is believed that the basis of drug allergy, for example, to nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), also lies in the gene polymorphism of diamine oxidase [33].

Monoamine oxidase (MAO) is an enzyme that catabolizes monoamines through their oxidative deamination. It is important for the degradation of serotonin, the metabolism of catecholamines, such as adrenaline, noradrenaline and dopamine [34].

According to J. Turnlund (1999) lysiloxidase uses lysine and hydroxylysine found in collagen and elastin to produce the cross-links necessary for the development of connective tissues, including bones, teeth, skin, lungs, and the vascular system [34].

The defect in the synthesis of lysyl oxidase is accompanied by the appearance of the X-linked form of elastolysis-stiff skin syndrome (SSS) and Ehlers – Danlos syndrome (EDS). Indian childhood cirrhosis (ICC) refers to chronic liver disease, the outcome of which is cirrhosis, which occurs in the pediatric population (1–3 years). This process is accompanied by the deposition of hyaline (Mallory body) and the accumulation of copper and zinc in the liver [35].

Ferroxidases are copper enzymes found in plasma, they are involved in the delivery of iron ions, which are the basis of such fundamental cellular processes as oxidative phosphorylation, oxygen transport, the formation of connective tissue, and many other [34].

Tyrosinase is a copper-containing enzyme that catalyzes the oxidation of phenols. Tyrosinase catalyzes the synthesis of melanin and other pigments from their precursor tyrosine. Tyrosinase catalyzes the conversion of tyrosine to dopamine and oxidizes dopamine to DOPA chinone (dihydroxyphenylalanine chinone). As part of the enzyme tyrosinase, copper is involved in the formation of melanin. Melanin is a skin and hair pigment that protects against ultraviolet radiation [36].

Genetic disorders of tyrosinase production lead to the development of albinism and vitiligo. Disturbance in the delivery of copper from chaperone ATP7A to tyrosinase occurs with the development of a genetic disease — Hermansky – Pudlak syndrome, which is accompanied by hypopigmentation of the eyelids and nystagmus. In the clinical picture of this disease, hemorrhagic diathesis, granulomatous colitis and restrictive lung fibrosis are observed [37].

Peptidyl-glycine alpha-amidating monooxygenase (PAM) is an enzyme function of which is alpha-amidation of precursors of many peptide hormones to biologically active forms. The peptidylglycine α -amidating monooxygenase enzyme contains two catalytic domains: the first, peptidylglycine alpha-hydroxylating monooxygenase (PHM), includes a copper compound and the second, peptidyl-alpha-hydroxyglycine alpha-amidating lyase (PAL). The PHM domain catalyzes the hydroxylation of glycine, which is located at the C-terminus of many inactive forms of neuropeptides [38]. PHM is involved in the post-translational modification of many important neuropeptides, including oxytocin, vasopressin, adrenocorticotrophic hormone, vasoactive intestinal peptide, substance P, neuropeptide Y, cholecystokinin, gastrin and many others. PHM is a membrane-bound or vesicular protein, although it is found in blood serum. J.R. Prohaska, et al. (2006) showed that in vitro the biochemical activity of this enzyme is reduced in the tissues and blood serum of copper-deficient rats [39].

As part of various enzymes and proteins, copper, certainly has an impact on metabolism. Thus, it was found that copper affects carbohydrate metabolism, catalyzing the oxidation of glucose, delaying the breakdown of glycogen and contributing to its accumulation in the liver. It is known that more than 50 % of the energy that the body consumes is formed by the oxidation of glucose [7]. If a large amount of copper is present in the process of glucose oxidation, hyperglycemia appears in the body [40]. When a small amount of copper is present, hypoglycemia appears in the body [41].

Copper compounds inhibit adrenal hyperglycemia, help to reduce the level of lactic acid in patients with diabetes. Copper enhances the activity of some pituitary hormones. The introduction of thyroxin helps to increase copper in the blood, the removal of the thyroid gland reduces it [42].

Copper in the body of animals is in close interaction with insulin and adrenaline, affecting the metabolism and use of carbohydrates [7]. It participates in the breakdown of carbohydrates, in the synthesis of prostaglandin and helps the normal operation and activation of insulin. Prostaglandin controls various functions in the body, including cardiac muscle contraction, wound healing, blood pressure [43].

According to the research results of A.A. Lukyanova (2016), it can be assumed that the introduction of additives of copper in various forms into the organism of animals contributes to the activation of zinc cations, since zinc and copper determine the synergistic activity in the process of intermediate metabolism. Maintaining an optimal level of blood glucose is provided by an interrelated and balanced glycogenesis

process. Zinc cations are involved in this process that are part of the hormone insulin, which has a glycolytic effect [44].

Copper takes part in energy exchange (including oxidative phosphorylation and free oxidation) and influences the reproduction, growth and development of the organism. Copper plays two main roles in energy production. First, it helps with the inclusion of iron in red blood cells and prevents anemia. Secondly, it participates in the generation of energy from carbohydrates inside the cells. Copper allows you to regulate energy consumption and saturate it with all the cells of the body [37].

In addition to carbohydrate metabolism, copper acts as a regulator of the breakdown of fats. In particular, employees of the California Institute of Technology found that copper plays an important role in lipid metabolism: the more copper in the human body, the more fat is broken down [44].

The role of copper in fat metabolism has been studied in animal experiments. During one of them, scientists found that individuals with a genetic mutation, which leads to the accumulation of copper in the liver, have a greater amount of fat deposits than animals without such a mutation. In addition, lipolysis in their bodies was less active [45]. Analysis of the functions of copper during lipolysis revealed that this compound inhibits the activity of the enzyme phosphodiesterase, which contributes to the breakdown of fats. The breakdown and absorption of fat occurs mainly in the small intestine and duodenum [46].

D. Huster, S. Lutsenko (2007) established a link between copper metabolism, the cell-division cycle and cholesterol synthesis, and identified several candidate proteins that can mediate copper status and lipid metabolism. These data suggest that altered lipid metabolism may be associated with copper toxicity [47].

In addition, Burkhead et al. (2011), using animal models of Wilson disease, revealed a link between molecular pathways, including cell cycle and cholesterol metabolism, mRNA binding and nuclear receptor signaling, which primarily affect the accumulation of copper in the liver [48].

Normally, there should be enough copper in the body so that it can be included in specific apoenzymes, providing synthesis of these proteins. Almost all disorders of copper metabolism are the effect of either a deficiency of one or more of the necessary copper-containing proteins, or the fact that there is more copper in the tissues and organs than they can bind. Both the synthesis of specific copper-containing proteins and the balance of copper are regulated by genetic mechanisms [49].

A decrease in copper levels is often associated with diseases of the immune system, a decrease in the level of neutrophils, leukocytes, and antioxidant protection of the body. However, the level of serum copper and ceruloplasmin increases in various inflammatory processes, myocardial infarction, liver disease, pregnancy, etc. It is believed that these conditions can mask the copper deficiency in the body and make it difficult to diagnose [11].

Copper deficiency is accompanied by hypercholesterolemia, which is explained by a decrease in the activity of lipoprotein lipase, lecithin-cholesterol acyltransferase and many other enzymes. Hypercholesterolemia and vasopathy with copper deficiency can cause early development of atherosclerosis and coronary heart disease [50].

Copper deficiency is associated with the development of atherosclerotic dyslipidemia, metabolic syndrome, and impaired carbohydrate tolerance. Thus, in individuals with non-alcoholic fatty liver disease, there is a decrease in the level of copper, both in the liver and in the blood. A low level of copper in the diet leads to an increase in the synthesis of cholesterol and other lipids in the liver, as well as changes in the metabolic relationship during pregnancy between mother and fetus. Copper deficiency is possible in children with full parenteral or unbalanced micronutrients artificial feeding. At the same time, the deficiency of transferrin and ATP leads to the occurrence of microcytic iron deficiency anemia [51].

Most often, copper deficiency is diagnosed because of its low food intake and defects in copper absorption in the gastrointestinal tract, its transport to the cerebrospinal fluid, macrophages, etc.

Genetic disorders of copper metabolism that are associated with proteins (ATP7A and ATP7B), which are responsible for the excretion of copper from cells, are widely known. It is noted that the expression of ATP7B is observed in the liver, kidneys, eyes, epithelial cells and the central nervous system [37].

Copper, which enters the body in excess, is able to form strong bonds with sulfhydryl groups, inactivating some enzymes (alkaline phosphatase, saliva amylase, lipase). At the same time, it interacts with hormones (adrenaline) and affects the concentration of a number of vitamins (C, A, B) in organs and tissues [52].

An excess of copper in the membranes stimulates lipid oxidation, activates calcium release, violates transmembrane transfer of substances [53]. In addition, an excess of copper leads to damage to the cytoskele-

ton and membranes, including lysosomal ones, which also helps to further accumulate copper in the cells due to the violation of the lysosomal excretory function [37].

Thus, copper plays a large role in ensuring normal growth and maintaining health. The effects of copper exposure, mainly implemented through proteins and enzymes that include copper. In some cases, these disorders are the result of the disease, and in others — the cause of its occurrence. Excessive or insufficient intake of copper in the body causes various pathological disorders, including chronic inflammatory diseases, anemia, diseases of the musculoskeletal system, etc.

References

- 1 Patel B.N. Alternative RNA splicing generates a glycosylphosphatidylinositol — anchored form of ceruloplasmin in mammalian brain / B.N. Patel, R.G. Dunn, S. David // *Journal of Biological Chemistry*. — 2000. — No. 6. — P. 4305–4310.
- 2 Дульзон А.А. Парадокс устойчивого развития / А.А. Дульзон — М.: Триумф, 2018. — С. 264.
- 3 Смоляр В.И. Гипо- и гипермикрозелементозы / В.И. Смоляр. — Киев: Здоровья, 1989. — С. 150.
- 4 Акопян Р. Свойства меди в жизнедеятельности организма / Р. Акопян, С. Баджиян. — Ереван: Российско-армянский (Славянский) университет, 2014.
- 5 Чаплыгин В.А. Накопление и распределение тяжелых металлов в травянистой растительности техногенных ландшафтов Нижнего Дона: на примере г. Ростов-на-Дону: дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.02.08 — «Экология» / В.А. Чаплыгин. — Ростов н/Д., 2014. — С. 193.
- 6 Улахович Н.А. Металлы в живых организмах: учеб. пособие для лекционного курса «Основы бионеорганической химии» / Н.А. Улахович, Э.П. Медянцева, С.С. Бабкина, М.П. Кутырева, А.Р. Гатаулина. — Казань: Казанский ун-т, 2012. — С. 103.
- 7 Позывайло О.П. Биохимия водно-минерального обмена: учеб.-метод. пособие для студентов / О.П. Позывайло, Д.В. Елисейкин, Д.Т. Соболев. — Витебск: УО ВГАВМ, 2006. — С. 27.
- 8 Kuo Y.M. The copper transporter CTR1 provides an essential function in mammalian embryonic development / Y.M. Kuo, B. Shou, D. Cosco, J. Gitschier // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. — 2001. — Vol. 98, No. 12. — P. 6836–6841.
- 9 Воложин А.И. Патофизиология обмена веществ / А.И. Воложин, Г.В. Порядин. — М.: Академия, 2006. — С. 256.
- 10 Palacios O. Zn- and Cu-thioneins: a functional classification for metallothioneins? / O. Palacios, S. Atrian, M. Capdevila // *Journal of Biological Inorganic Chemistry*. — 2011. — Vol. 16, No. 7. — P. 991–1009.
- 11 Парахонский А.П. Роль меди в организме и значение ее дисбаланса / А.П. Парахонский. — Краснодар: Академия знаний, 2015. — С. 72–83.
- 12 Maret W. Redox biochemistry of mammalian metallothioneins / W. Maret // *Journal of Biological Inorganic Chemistry*. — 2011. — Vol. 16, No. 7. — P. 1079–1086.
- 13 Burstein E. A novel role for XIAP in copper homeostasis through regulation of MURR1 / E. Burstein, L. Ganesh, R.D. Dick, van De Sluis B., J.C. Wilkinson, L.W. Klomp, C. Wijmenga, G.J. Brewer, G.J. Nabel & C.S. Duckett // *The EMBO Journal*. — 2004. — Vol. 23, No. 1. — P. 244–254.
- 14 Затуловская Ю.А. Роль надпочечников в регуляции метаболизма меди в печени: дис. ... канд. биол. наук: 03.01.04 — «Биохимия» / Ю.А. Затуловская. — СПб., 2014. — С. 147.
- 15 Folmer D.E. Human copper transporter 2 is localized in late endosomes and lysosomes and facilitates cellular copper uptake / D.E. Folmer, P.V. Berghe, H.E. Malingre, E. Beurden, A.E. Klomp, B. Sluis, M. Merckx, R. Berger & L.W. Klomp // *Biochemical Journal*. — 2007. — Vol. 407, No. 1. — P. 49–59.
- 16 Alberts B. *Molecular Biology of the Cell*, 4th edition / B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter // New York: Garland scienc.— 2002. — Vol. 91, No. 3. — P. 401–405.
- 17 Arguello J.M. The structure and function of heavy metal transport P1B-ATPases / J.M. Arguello, E. Eren, M. Gonzalez — Guerrero // *Biometals Journal*. — 2007. — Vol. 20, No. 3–4. — P. 233–248.
- 18 Gupta A. Human copper transporters: mechanism, role in human diseases and therapeutic potential / A. Gupta, S. Lutsenko // *Future Medicinal Chemistry*. — 2009. — Vol. 1, No. 6. — P. 1125–1142.
- 19 Hellman N.E. Mechanisms of copper incorporation into human ceruloplasmin / N.E. Hellman, S. Kono, G.M. Mancini, A.J. Hoogeboom, G.J. De Jong, J.D. Gitlin // *Journal of Biological Chemistry*. — 2002. — Vol. 277, No. 48. — P. 46632–46638.
- 20 Qin Z. Essential role for the Menkes ATPase in activation of extracellular superoxide dismutase: implication for vascular oxidative stress / Z. Qin, S. Itoh, V. Jeney, M. Ushio-Fukai, T. Fukai // *FASEB Journal*. — 2006. — Vol. 20, No. 2. — P. 334–336.
- 21 Мосин О.В. Целебные свойства меди / О.В. Мосин // Ежедневный познавательный журн. «ШколаЖизни.ру». — СПб.: МЕДИО. — 2008.
- 22 Baker A. Effect of dietary copper intakes on biochemical markers of bone metabolism in healthy adult males / A. Baker, L. Harvey // *European Journal of Clinical Nutrition*. — 1999. — No. 5. — P. 408–412.
- 23 Kim S.K. Association study between monoamine oxidase A (MAOA) gene polymorphisms and schizophrenia: lack of association with schizophrenia and possible association with affective disturbances of schizophrenia / S.K. Kim, H.J. Park, H. Seok // *Molecular Biology Reports*. — 2014. — Vol. 41, No. 5. — P. 3457–3464.
- 24 Linder M.C. Copper and genomic stability in mammals / M.C. Linder // *Mutation Research*. — 2001. — No. 1–2. — P. 141–152.

- 25 Crapo J.D. Copper, zinc superoxide dismutase is primarily a cytosolic protein in human cells / J.D. Crapo, T. Oury, C. Rabouille, J.W. Slot, L.Y. Chang // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. — 1992. — Vol. 89, No. 21. — P. 10405–10409.
- 26 Okado-Matsumoto A. Subcellular distribution of superoxide dismutases (SOD) in rat liver: Cu, Zn-SOD in mitochondria / A. Okado-Matsumoto, I. Fridovich // *Journal of Biological Chemistry*. — 2001. — Vol. 276. — No. 42. — P. 38388–38393.
- 27 Hendrickson D.J. Regional localization of human extracellular superoxide dismutase gene to 4pter-q21 / D.J. Hendrickson, J.H. Fisher, C. Jones, Y.S. Ho // *Journal Genomics*. — 1990. — Vol. 8. — P. 736–738.
- 28 Arcucci A. Analysis of extracellular superoxide dismutase in fibroblasts from patients with systemic sclerosis / A. Arcucci // *Journal of Biological regulators & Homeostatic Agents*. — 2011. — Vol. 25, No. 4. — P. 647–654.
- 29 Popovic D.M. Current advances in research of cytochrome c oxidase / D.M. Popovic // *Amino Acids Journal*. — 2013. — Vol. 45, No. 5. — P. 1073–1087.
- 30 Balsa E. NDUFA4 is a subunit of complex IV of the mammalian electron transport chain / E. Balsa, R. Marco, E. Perales — Clemente, R. Szklarczyk, E. Calvo, M.O. Landazuri, J.A. Enriquez // *Journal Cell Metabolism*. — 2012. — Vol. 16, No. 3. — P. 378–386.
- 31 Carroll J. Bovine complex I is a complex of 45 different subunits / J.Carroll, I.M. Fearnley, J.M. Skehel, R.J. Shannon, J. Hirst, J.E. Walker // *Journal of Biological Chemistry*. — 2006. — Vol. 281, No. 43. — P. 32724–32727.
- 32 Manni M.L. Commentary of «Copper chaperone for Cu, Zn-SOD supplement potentiates the Cu, Zn-SOD function of neuroprotective effects against ischemic neuronal damage in the gerbil hippocampus» / M.L. Manni, T.O. Oury // *Journal Free Radical Biology and Medicine*. — 2005. — Vol. 39, No. 3. — P. 392–402.
- 33 Buer J.K. Origins and impact of the term 'NSAID' / J.K. Buer // *Inflammopharmacology*. — 2014. — Vol. 22, No. 5. — P. 263–267.
- 34 Turnlund J. Copper. In: Shils M.E., Olson J.A., Shike M., Ross A.C. *Modern Nutrition in Health and Disease* // Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1999. — No. 1. — P. 241–252.
- 35 Vashchenko G. Multi-copper oxidases and human iron metabolism / G. Vashchenko, R.T. MacGillivray // *Journal Nutrients*. — 2013. — Vol. 5, No. 7. — P. 2289–2313.
- 36 Zimmermann M. *Burgersteins Handbuch Nährstoffe* / M. Zimmermann, H. Schurgast, P. Burgerstein Uli / Verlag: TRIAS. — 2007. — P. 640.
- 37 Rafi A. Importance of Serum Copper and Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF-A) Levels in Postmenopausal Bleeding / A. Rafi, R. Devaki, K. Sabitha // *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. — 2013. — Vol. 28, No. 2. — P. 147–151.
- 38 Klinman J.P. The copper-enzyme family of dopamine beta-monoxygenase and peptidylglycine alpha-hydroxylating monoxygenase: resolving the chemical pathway for substrate hydroxylation / J.P. Klinman // *Journal of Biological Chemistry*. — 2006. — Vol. 281, No. 6. — P. 3013–3016.
- 39 Prohaska J.R. Plasma peptidylglycine alpha-amidating monoxygenase (PAM) and ceruloplasmin are affected by age and copper status in rats and mice / J.R. Prohaska, M. Broderius // *Comparative Biochemistry and Physiology — Part B: Biochemistry & Molecular Biology*. — 2006. — Vol. 143, No. 3. — P. 360–366.
- 40 Алексеева Л.В. Изменения гематологических показателей у стельных коров при введении в рацион препарата «Гемовит-С» / Л.В. Алексеева, М.Ю. Беляков // *Проблемы социально-экономического развития села Тверской области: сб. науч. тр.* — Тверь: ТГСХА, 2001. — С. 54–55.
- 41 Андрушкевич В.В. Биохимические показатели крови, их референтные значения, причины изменения уровня сыворотки крови / В.В. Андрушкевич, А.Я. Николаев. — Новосибирск, 2006. — С. 172.
- 42 Прудникова О.Б. Секретные лекарства шумеров / О.Б. Прудникова. — М.: ИД ФБК-ПРЕСС, 2001. — С. 11.
- 43 Ptushchenko N.Y. Mineral «portrait» of human in health and disease / N.Y. Ptushchenko, T.M. Pasiyeshvili // *Shidnoevr. z. vnutr. simejnoi med.* — 2016. — No. 2. — P. 55–66.
- 44 Лукьянов А.А. Роль нанопорошка меди (УДПМ) и её соли (CuSO₄) в модуляции некоторых составляющих гомеостаза организма бычков: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 — «Физиология» / А.А. Лукьянов. — М., 2016. — С. 24.
- 45 Калюжный И.И. Кислотно-основной гомеостаз и метаболические нарушения у жвачных животных: учеб. пособие / И.И. Калюжный, А.А. Волков, Н.Д. Баринов, А.С. Рыхлов. — Саратов, 2013. — С. 293.
- 46 Ковалев С.П. Клиническая диагностика внутренних болезней животных: учеб. / С.П. Ковалев. — СПб.: Лань, 2016. — С. 544.
- 47 Huster D. Wilson disease: not just a copper disorder. Analysis of a Wilson disease model demonstrates the link between copper and lipid metabolism / D. Huster, S. Lutsenko // *Molecular BioSystems*. — 2007. — Vol. 3, No. 12. — P. 816–824.
- 48 Huster D. High copper selectively alters lipid metabolism and cell cycle machinery in the mouse model of Wilson disease / D. Huster, T.D. Purnat, J.L. Burkhead, M. Ralle, O. Fiehn, F. Stuckert, N.E. Olson, D. Teupser, S. Lutsenko // *Journal of Biological Chemistry*. — 2007. — Vol. 282, No. 11. — P. 8343–8355.
- 49 Родимин Е.М. Металлоионотерапия. Лечение медью, серебром, золотом / Е.М. Родимин. — М.: Рипол Классик, 2007. — С. 224.
- 50 Барановский А.Ю. Диетология. 4-е изд. / А.Ю. Барановский. — СПб.: Питер, 2012. — С. 1024.
- 51 Bharucha K.J. Lower serum ceruloplasmin levels correlate with younger age of onset in Parkinson's disease / K.J. Bharucha // *Journal of Neurology*. — 2008. — Vol. 255, No. 12. — P. 1957–1962.
- 52 Perveen S. Division of Neonatal Perinatal Medicine, Schneider Childrens Hospital at North Shore, Manhasset, NY 11030, USA / S. Perveen, W. Altaf, M.L. Bautista // *Early Human Development Journal*. — 2002. — Vol. 69, No. 1–2. — P. 15–23.
- 53 Демидчик В.В. Токсичность избытка меди и толерантность к нему растений / В.В. Демидчик, А.И. Соколик, В.М. Юрин // *Успехи современной биологии*. — 2001. — Т. 121, No. 5. — С. 511–525.

А.Е. Конкабаева, А.А. Арыстанбай, Ш.А. Муханова, Р.А. Колосов

Құрамында мысы бар ақуыздар және олардың метаболизмге әсері

Мақалада мыстың ағзадағы рөлі туралы әдеби жұмыстарға шолу жасалды. Зерттеудің негізгі мазмұны мыстың ақуыз, көмірсу және май алмасу үдерісіне қатысуының талдауын құрайды. Әдеби көздерді талдау негізінде мыстың ағзаның ұлпалары мен жасушаларының дамуына әсер ететін көптеген өмірлік қажетті ақуыздар мен ферменттердің құрамына кіретіні көрсетілген. Транспортер ақуыздардың мысты плазмалық мембрана арқылы жасушаішілік органеллаларға және цитозольден қан ағымына тасымалдау үдерісіне қатысуы сипатталған. Мыстың зат алмасу үдерісіне қатысуы оның физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты болады. Әдеби шолуда мыс гемодинамикасын бақылайтын және мыс-тәуелді сигнализацияға қатысатын ақуыздардың ерекшеліктері анықталып, жазылған. Көптеген ферменттердің құрамына кіретін мыстың өзіне тән қасиеттері ерекшеленген және сипатталған. Мыстың қалыпты өсуді қамтамасыз ету және денсаулықты қолдауда үлкен рөл атқаратыны көрсетілген. Ағзадағы мыстың тапшылығы, сонымен қатар артықшылығы да әртүрлі ауруларға алып келетіндігі айтылған. Мыс өзінің биологиялық әсерін ақуыздармен байланысу арқылы жоғары биологиялық белсенділігі бар кешендер құра отырып, көрсететіні баяндалған.

Кілт сөздер: мыс, метаболизм, церулоплазмин, құрамында мысы бар ферменттер, мыстың артықшылығы мен жетіспеушілігі.

А.Е. Конкабаева, А.А. Арыстанбай, Ш.А. Муханова, Р.А. Колосов

Медьсодержащие белки и их влияние на метаболизм

В статье дан обзор литературы о роли меди в организме. Основное содержание исследования составляет анализ участия меди в белковом, углеводном и жировом обмене. На основе анализа литературных источников показано, что медь входит в состав многих жизненно необходимых белков и ферментов, оказывающих влияние на развитие тканей и клеток организма. В статье содержится выяснение особенностей участия белков-транспортеров в переносе меди через плазматическую мембрану во внутриклеточные органеллы и из цитозоля в кровоток. Участие меди в метаболизме обусловлено ее физико-химическими свойствами. В литературном обзоре выяснены особенности белков, которые контролируют гемодинамику меди и участвуют в медь-зависимом сигналинге. Выделены и описаны характерные особенности меди, входящие в состав многих ферментов. Показано, что медь играет большую роль в обеспечении нормального роста и поддержании здоровья. Указано, что как дефицит, так и избыток меди в организме приводят к различным заболеваниям. Авторы пришли к выводу, что свое биологическое действие медь проявляет посредством связи с белками, образуя комплексы, обладающие высокой биологической активностью.

Ключевые слова: медь, метаболизм, церулоплазмин, медьсодержащие ферменты, дефицит и избыток меди.

References

- 1 Patel, B.N., Dunn, R.G. & David, S. (2000). Alternative RNA splicing generates a glycosylphosphatidylinositol-anchored form of ceruloplasmin in mammalian brain. *Journal of Biological Chemistry*, 6, 4305–4310.
- 2 Dulzon, A.A. (2018). *Paradoks ustoichivoho razvitiia [Paradox of sustainable development]*. Moscow: Triumf [in Russian].
- 3 Smoliar, V.I. (1989). *Hipo- i hipermikroelementozy [Hypo- and hypermutability]*. Kiev: Zdorovia [in Russian].
- 4 Akopian, R. & Badzhinian, S. (2014). *Svoistva medi v zhiznedeiatel'nosti orhanizma [The properties of copper in the life of the organism]*. Rossiisko-Armianskii (Slavianskii) Universitet [in Russian].
- 5 Chaplygin, V.A. (2014). Nakoplenie i raspredelenie tiazhelykh metallov v travianistoi rastitelnosti tekhnohennykh landshaftov Nizhneho Dona: na primere h. Rostov-na-Donu [Accumulation and distribution of heavy metals in the grassy vegetation of technogenic landscapes of the Lower Don: the example of Rostov-on-Don]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Rostov-on-Don [in Russian].
- 6 Ulakhovich, N.A., Mediantseva, E.P., Babkina, S.S., Kutyreva, M.P. & Gataulina, A.R. (2012). *Metally v zhivyykh orhanizmaxh: uchebnoe posobie dlia lektzionnogo kursa «Osnovy bioneorhanicheskoi khimii» [Metals in living organisms: studies. manual for the lecture course «Fundamentals of Bioinorganic Chemistry»]*. Kazan: Kazanskii universitet [in Russian].
- 7 Pozvyailo, O.P., Eliseikin, D.V. & Sobolev, D.T. (2006). *Biokhimiia vodno-mineral'nogo obmena [Water-mineral exchange biochemistry]*. Vitebsk: UO VGAVM [in Russian].
- 8 Kuo, Y.M., Shou, B., Cosco, D. & Gitschier, J. (2001). The copper transporter CTRI provides an essential function in mammalian embryonic development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 12, 6836–6841.
- 9 Volozhin, A.I. & Poriadin, G.V. (2006). *Patofiziologhiia obmena veshchestv [Pathophysiology of metabolism]*. Moscow: Akademiia [in Russian].

- 10 Palacios, O., Atrian, S. & Capdevila, M. (2011). Zn- and Cu-thioneins: a functional classification for metallothioneins? *Journal of Biological Inorganic Chemistry*, 7, 991–1009.
- 11 Parakhonskii, A.P. (2015). *Rol medi v orhanizme i znachenie ee disbalansa [The role of copper in the body and the value of its imbalance]*. Krasnodar: Akademiia znaniy [in Russian].
- 12 Maret, W. (2011). Redox biochemistry of mammalian metallothioneins. *Journal of Biological Inorganic Chemistry*, 7, 1079–1086.
- 13 Burstein, E., Ganesh, L., Dick, R.D., van De Sluis B., Wilkinson, J.C., & Klomp, L.W., et al. (2004). A novel role for XIAP in copper homeostasis through regulation of MURR1. *The EMBO Journal*, 1, 244–254.
- 14 Zatulovskaia, Yu. A. (2014). *Rol nadpochechnikov v rehuliacii metabolizma medi v pecheni [The role of the adrenal glands in the regulation of copper metabolism in the liver]*. *Extended abstract of candidate's thesis*. Saint Petersburg [in Russian].
- 15 Folmer, D.E., Berghe, P.V., Malingre, H.E., Beurden, E., Klomp, A.E., & Sluis, B., et al. (2007). Human copper transporter 2 is localized in late endosomes and lysosomes and facilitates cellular copper uptake. *Biochemical Journal*, 1, 49–59.
- 16 Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell*, 4th edition. New York: *Garland science*, 3, 401–405.
- 17 Arguello, J.M., Eren, M. & Gonzalez-Guerrero, E. (2007). The structure and function of heavy metal transport PIB — ATPases. *Biometals Journal*, 3–4, 233–248.
- 18 Gupta, A. & Lutsenko, S. (2009). Human copper transporters: mechanism, role in human diseases and therapeutic potential. *Future Medicinal Chemistry*, 6, 1125–1142.
- 19 Hellman, N.E., Kono, S., Mancini, G.M., Hoogbeem, A.J., De Jong, G.J. & Gitlin, J.D. (2002). Mechanisms of copper incorporation into human ceruloplasmin. *Journal of Biological Chemistry*, 48, 46632–46638.
- 20 Qin, Z., Itoh, S., Jeney, V., Ushio-Fukai, M. & Fukai, T. (2006). Essential role for the Menkes ATPase in activation of extracellular superoxide dismutase: implication for vascular oxidative stress. *FASEB Journal*, 2, 334–336.
- 21 Mosin, O.V. (2008). *Tselebnye svoystva medi [Healing properties of copper]*. *Ezhednevnyi poznavatelnyi zhurnal ShkolaZhizni.ru — Daily educational magazine ShkolaZhizni.ru*. Saint Petersburg: MEDIO [in Russian].
- 22 Baker, A. & Harvey, L. (1999). Effect of dietary copper intakes on biochemical markers of bone metabolism in healthy adult males. *European Journal of Clinical Nutrition*, 5, 408–412.
- 23 Kim, S.K., Park, H.J. & Seok, H. (2014). Association study between monoamine oxidase A (MAOA) gene polymorphisms and schizophrenia: lack of association with schizophrenia and possible association with affective disturbances of schizophrenia. *Molecular Biology Reports*, 5, 3457–3464.
- 24 Linder, M.C. (2001). Copper and genomic stability in mammals. *Mutation Research*, 1–2, 141–152.
- 25 Crapo, J.D., Oury, T., Rabouille, C., Slot, J.W. & Chang, L.Y. (1992). Copper, zinc superoxide dismutase is primarily a cytosolic protein in human cells. *USA: Proceedings of the National Academy of Sciences*, 21, 10405–10409.
- 26 Okado-Matsumoto, A. & Fridovich, I. (2001). Subcellular distribution of superoxide dismutases (SOD) in rat liver: Cu, Zn-SOD in mitochondria. *Journal of Biological Chemistry*, 42, 38388–38393.
- 27 Hendrickson, D.J., Fisher, J.H., Jones, C. & Ho, Y.S. (1990). Regional localization of human extracellular superoxide dismutase gene to 4pter-q21. *Journal Genomics*, 8, 736–738.
- 28 Arcucci, A. (2011). Analysis of extracellular superoxide dismutase in fibroblasts from patients with systemic sclerosis. *Journal of Biological regulators & Homeostatic Agents*, 4, 647–654.
- 29 Popovic, D.M. (2013). Current advances in research of cytochrome c oxidase. *Amino Acids Journal*.
- 30 Balsa, E., Marco, R., Perales-Clemente, E., Szklarczyk, R., Calvo, E., Landazuri, M.O. & Enriquez, J.A. (2012). NDUFA4 is a subunit of complex IV of the mammalian electron transport chain. *Journal Cell Metabolism*, 3, 378–386.
- 31 Carroll, J., Fearnley, I.M., Skehel, J.M., Shannon, R.J., Hirst, J. & Walker, J.E. (2006). Bovine complex I is a complex of 45 different subunits. *Journal of Biological Chemistry*, 43, 32724–32727.
- 32 Manni, M.L. & Oury, T.O. (2005). Commentary of «Copper chaperone for Cu, Zn-SOD supplement potentiates the Cu, Zn-SOD function of neuroprotective effects against ischemic neuronal damage in the gerbil hippocampus». *Journal Free Radical Biology and Medicine*, 3, 392–402.
- 33 Buer, J.K. (2014). Origins and impact of the term 'NSAID'. *Inflammopharmacology*, 5, 263–267.
- 34 Turnlund, J. Copper. In: Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C. (1999). *Modern Nutrition in Health and Disease*. Baltimore, MD: *Williams & Wilkins*, 1, 241–252.
- 35 Vashchenko, G. & MacGillivray, R.T. (2013). Multi-copper oxidases and human iron metabolism. *Journal Nutrients*, 7, 2289–2313.
- 36 Zimmermann, M., Schurgast, H. & Burgerstein Uli, P. (2007). *Burgersteins Handbuch Nährstoffe*. Verlag: TRIAS.
- 37 Rafi, A., Devaki, R. & Sabitha, K. (2013). Importance of Serum Copper and Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF-A) Levels in Postmenopausal Bleeding. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 2, 147–151.
- 38 Klinman, J.P. (2006). The copper-enzyme family of dopamine beta-monooxygenase and peptidylglycine alpha-hydroxylating monooxygenase: resolving the chemical pathway for substrate hydroxylation. *Journal of Biological Chemistry*, 6, 3013–3016.
- 39 Prohaska, J.R. & Broderius, M. (2006). Plasma peptidylglycine alpha-amidating monooxygenase (PAM) and ceruloplasmin are affected by age and copper status in rats and mice. *Comparative Biochemistry and Physiology — Part B: Biochemistry & Molecular Biology*, 3, 360–366.
- 40 Alekseeva, L.V. & Beliakov, M.Yu. (2001). *Izmeneniia hematologicheskikh pokazatelei u stelnykh korov pri vvedenii v ratsion preparata «Gemovit-S» [Changes in hematological parameters in pregnant cows with the introduction of the drug «Gemovit-S» into the diet]*. *Problemy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiia sela Tverskoi oblasti — Problems of socio-economic development of the village of Tver region*. Tver: TGSKhA [in Russian].

- 41 Andrushkevich, V.V. & Nikolaev, A.Ya. (2006). *Biokhicheskie pokazateli krovi, ikh referentnye znachenia, prichiny izmeneniia urovnia syvorotki krovi [Blood biochemical parameters, their reference values, causes of changes in serum levels]*. Novosibirsk [in Russian].
- 42 Prudnikova, O.B. (2001). *Sekretnye lekarstva shumerov [Shumer secret drugs.]*. Moscow: ID FBK-PRESS [in Russian].
- 43 Ptushchenko, N.Y. & Pasiyeshvili, T.M. (2016). Mineral «portrait» of human in health and disease. *Shidnoevr. z. vnutr. simejnoi med*, 2, 55–66.
- 44 Lukianov, A.A. (2016). Rol nanoporoshka medi (UDPM) i ee soli (CuSO_4) v moduliatsii nekotorykh sostavliaiushchikh homeostaza orhanizma bychkov [The role of nanopowder copper (UDPM) and its salts (CuSO_4) in modulating some components of the gobies organism homeostasis]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 45 Kaliuzhnyi, I. I., Volkov, A. A., Barinov, N. D. & Rykhlov, A.S. (2013). *Kislotno-osnovnoi homeostaz i metabolicheskie narusheniia u zhvachnykh zivotnykh [Acid-basic homeostasis and metabolic disorders in ruminants]*. Saratov [in Russian].
- 46 Kovalev, S.P. (2016). *Klinicheskaia diahnostika vnutrennikh boleznei zivotnykh [Clinical diagnosis of internal diseases of animals]*. Saint Petersburg: Lan [in Russian].
- 47 Huster, D. & Lutsenko, S. (2007). Wilson disease: not just a copper disorder. Analysis of a Wilson disease model demonstrates the link between copper and lipid metabolism. *Molecular BioSystems*, 12, 816–824.
- 48 Huster, D., Purnat, T.D., Burkhead, J.L., Ralle, M., Fiehn, O., & Stuckert, F., et al. (2007). High copper selectively alters lipid metabolism and cell cycle machinery in the mouse model of Wilson disease. *Journal of Biological Chemistry*, 11, 8343–8355.
- 49 Rodimin, E.M. (2007). *Metalloionoterapiia. Lecheniie mediu, serebrom, zolotom. [Metalloionotherapy. Treatment with copper, silver, gold]*. Moscow: Ripol Klassik [in Russian].
- 50 Baranovskii, A.Yu. (2012). *Dietolohiia. [Dietology]* (4th ed). Saint Petersburg: Piter [in Russian].
- 51 Bharucha, K.J. (2008). Lower serum ceruloplasmin levels correlate with younger age of onset in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 12, 1957–1962.
- 52 Perveen, S., Altaf, W. & Bautista, M. L. (2002). Division of Neonatal Perinatal Medicine, Schneider Childrens Hospital at North Shore, Manhasset, NY 11030, USA. *Early Human Development Journal*, 1–2, 15–23.
- 53 Demidchik, V.V., Sokolik, A.I. & Yurin, V.M. (2001). Toksichnost izbytki medi i tolerantnost k nemu rasteniyi [Toxicity of excess copper and plant tolerance to it]. *Uspekhi sovremennoi biologii — Successes of modern biology*, 5, 511–525 [in Russian].

A.A. Imanbayeva¹, G.G. Gassanova¹, M.Yu. Ishmuratova^{1,2},
R. Myltykova¹, F.A. Eskendirov¹

¹Mangyshlak experimental botanical garden, Aktau, Kazakhstan;

²Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan

(E-mail: margarita.ishmur@mail.ru)

Introduction of woody and shrubby plants of the natural flora of the Western Kazakhstan at the territory of Mangyshlak experimental botanical garden

Results of primary introductory test of 21 species of woody and shrubby plants of natural flora of the Western Kazakhstan in the conditions of Mangyshlak experimental botanical garden are given in article. Selection of introduced species was made from natural habitats of the Mangystau, Atyrau, Aktyubinsk and West Kazakhstan regions. Examining taxa enter into the following ecological groups: xerophytes (5 species), mesophytes (7 species), mesoxerophytes (5 species) and xeromesophytes (4 species). Primary test in culture allowed allocating 3 groups of plants: very steady — 9 taxa; steady — 11 taxa; not steady — 1 taxon. The analysis of economic and useful properties allowed defining that 15 species are suitable as ornamental plants, 10 — as food, 8 — phytomeliorative, 11 — melliferous, 6 — medicinal, 2 — as a stock for reproduction of cultivars. The correlation between ecological group of a taxon and resistance to local climate is not revealed. Species for further introductory test are defined.

Keywords: Mangyshlak experimental botanical garden, primary introduction, woody and shrubby plants, sustainability, ecological groups, practical uses, natural flora.

Introduction

Introduction of plants, as main directions of experimental botany and plant ecology, has not only scientific, public and informative, but also important economic, ecological, economic value. This fact is practical expression of implementation of requirements of articles 9–18 «Conventions on Biological Diversity» and Nagoya protocol (1992) [1].

This problem is particularly acute in arid conditions which differ in poverty of specific structure and a complex of adverse factors for implementation greening, the introduction, selection and phytomeliorative works [2, 3].

The introduction of plants should be carried out by one of the main strategic directions of botanical gardens intensively and in big scales. In world practice it is proved that without scientifically based recommendations attraction the plants which were pleasant to them from districts of former settlements do not always gives a successful outcome. Only at such approach there is possible an implementation of the most probable projection of a successful introduction and selection of the greening range of plants meeting the ecological, esthetic requirements of the alleged region of an introduction.

Local flora has the considerable prospect of use as source of the plants, steady against local climatic conditions, having decorative, medicinal, food, melliferous, meliorative properties.

The purpose of the real research was primary introduction assessment of new woody and shrubby plants of local flora in the conditions of the Mangyshlak experimental botanical garden.

Methodology

Objects of researches were 21 species of woody and shrubby plants of the collection fund of Mangyshlak experimental botanical garden (further MEBG) attracted from natural flora of the Western Kazakhstan (Table 1).

Selection of initial material from the nature was made on floristic regions of the Western Kazakhstan: Caspian, Bukeev, Emba, Aktobe, Mangystau, Ustyurt.

In the conditions of the MEBG collection for the selected taxa investigated primary introduction questions: phenology [4], some biometric indicators [5], rhythms of seasonal growth and development [6, 7]. For all introduced species defined ecological group in relation to conditions of moistening [8] and a vital form [9]; and also the prospects of practical application of species in economic activity [10].

Taxonomic list of testing woody and shrubby plants

No.	Family	Genus	Species
1	Fabaceae	<i>Amygdalus</i>	<i>A.nana</i>
2		<i>Astragalus</i>	<i>A.ammодendron</i>
3		<i>Ammодendron</i>	<i>A.eichwaldii</i>
4	Polygonaceae	<i>Atraphaxis</i>	<i>A.replicata</i>
5	Rosaceae	<i>Crataegus</i>	<i>C.sanguinae</i>
6		<i>Malus</i>	<i>M.sieversiana</i>
7			<i>M.baccata</i>
8		<i>Padus</i>	<i>P.racemosa</i>
9		<i>Prunus</i>	<i>P.spinosa</i>
10		<i>Rosa</i>	<i>R.laxa</i>
11			<i>R.glabrifolia</i>
12			<i>R.caesius</i>
13			<i>Rubus</i>
14		<i>Spiraea</i>	<i>S.hypericifolia</i>
15	Betulaceae	<i>Corylus</i>	<i>C.avellana</i>
16	Salicaceae	<i>Populus</i>	<i>P.tremula</i>
17			<i>P.alba</i>
18			<i>P.diversifolia</i>
19			<i>P.nigra</i>
20		<i>Salix</i>	<i>S.caprea</i>
21	Glossulariaceae	<i>Ribes</i>	<i>R.aureum</i>

Results and their discussion

The introduction of wood plants is an important part of all introduction activity. This question in a treeless arid zone is especially relevant. The analysis shows that in droughty zones of Kazakhstan wood plants from Western Europe are successfully cultivated, a temperate climate of North America, Siberia and East Asia [11].

As a result of forwarding researches on the territory of the Western Kazakhstan (Mangystau, West Kazakhstan, Atyrau and Aktyubinsk areas) in 2016–2018 21 species were attracted in an introduction experiment. Their short characteristic is given below:

1) *Amygdalus nana* is an undersized bush, mesoxerophyte. It is involved with landing material and seeds from the mountain Big Ichka (West Kazakhstan region). The beginning of vegetation falls on the 2nd decade of March, full expansion of leaves comes to the end of March; budding at the end of March; blossoming — in 1–2 decades of April. Inflorescence in culture was not observed. In the territory of MEBG plants reached height of 30–35 cm. A state in culture is good.

2) *Astragalus ammodendron* is a bush, a semi-bush, xerophyte. It is involved with landing material from Tuyesu sands (Mangystau Region). The beginning of vegetation at a species is noted in the 3rd decade of March; isolation of leaves falls on 1–3 decades of April. The beginning of budding is recorded in the 20th of April; blossoming since the end of April until the 1st decade of May. The fructification is dragged out — from the 1st decade of May to 1st decade of June. Growth of shoots comes from the end of April till the second half of June. In culture height of 50–60 cm reaches. The state is satisfactory.

3) *Atraphaxis replicata* is a bush of the average sizes, xerophytes. The Western Karatau (Mangystau region) is involved in culture from the ridge. The beginning of vegetation is noted in the 1st decade of March, isolation and expansion of leaves from the middle until the end of March. Budding is revealed in the middle of April, blossoming — since the end of April to the 3rd decade of May. Fructification is moderate, happens from 1 decade of May until the end of July. Growth of shoots comes to an end in the middle of June. A state in a collection is very good. Height of a plant is from 70 to 90 cm.

4) *Crataegus sanguinea* is a small shady tree or large bush. It is involved with seed material from a natural reservation «Oak grove» (West Kazakhstan region). Young plants begin vegetation in the 2nd decade of March, isolation and expansion of leaves — since the end of March to the middle of April. Plants in culture have height of 10–20 cm therefore did not enter a generative phase yet. A state in culture is satisfactory.

5) *Corylus avellana* is a bush, rarer is a small tree, mesophyte. It is involved from the territory of a natural reservation «Oak grove» (West Kazakhstan region) in the form of live plants. The beginning of vegetation is recorded from the 2nd decade of March, growth and isolation of leaves since the end of March on the middle of April. As in culture there are young individuals, the phase of budding and blossoming was not observed. The plant suffers from dryness of atmospheric air, in the middle of July solar burns of leaves are noted. Height of individuals is up to 50–55 cm.

6) *Padus racemosa* is a bush; rarer is a small tree, mesophyte. It is involved in culture from forests in the neighborhood of the mountain Big Ichka (West Kazakhstan region) in the form of young live plants. The beginning of vegetation of a species falls on 2–3 decade of March, expansion of leaves is since the end of March to the middle of April. Young individuals reach height of 50–70 cm, did not reach the generative period yet. Conditions of individuals are satisfactory.

7) *Populus tremula* is a large tree, mesoxerophyte. It is involved with small plants and shanks from the valley of the Bykovka River (West Kazakhstan region). The beginning of vegetation of individuals is recorded in the 1st decade of March, isolation of leaves begins in the middle of March, and growth finishes in the 1st decade of April. Due to the young age of plants, the aspen did not enter the generative period. Condition of individuals is satisfactory; height is 30–45 cm.

8) *Populus alba* is a large tree, mesoxerophyte. The species is involved with shanks from the valley of the Bykovka River (West Kazakhstan region). Shanks took roots; small gain of 4–5 cm is noted. The general height was 15–20 cm. The state is satisfactory.

9) *Populus nigra* is a large shady tree, a xeromesophyte. Plants are involved in culture in the form of shanks from Petrovsky sands and from vicinities of the natural reservation «the Sadovsky lake» (West Kazakhstan region). As well as the previous species, in a collection of an individual are presented in the form of the small taken roots plants up to 30–35 cm high. The general state in culture is satisfactory.

10) *Ammodendron eichwaldii* is a small tree or a bush. It is involved with live plants and seeds from sands Sam (Mangystau region), xerophyte. The beginning of vegetation is noted in the 1st decade of April; expansion of leaves since the 3rd decade of April until the end of May. The phase of budding is recorded in the 1st decade of May, the beginning of blossoming — in the 2nd decade of May, and the end — the 3rd decade of May. Fructification plentiful and stretched; is noted since the end of May till the middle of July. Growth of shoots comes to an end at the end of June. A condition of a plant in culture is good.

11) *Ribes aureum* is a bush, a xeromesophyte. It is involved with live plants from a flood plain of the Urals River (West Kazakhstan region). The beginning of vegetation fell on the middle of March; isolation of leaves is recorded from the second half of March on the 3rd decade of April. Budding fell on the middle of April, blossoming from the 2nd half until the end of April. Fructification is plentiful; since the end of April to the middle of June. Growth of shoots came to the end till middle of April. The state in culture is very good; height of plants is 120–140 cm.

12) *Rosa laxa* is a bush, mesoxerophyte. It is involved with live plants and shanks from vicinities of the Lake Inder (Atyrau region). In culture vegetation begins in the the 1st decade of March, isolation of leaves begins in the 2nd decade of March and end in the 1st decade of May. Budding begins in the 1st decade of May, finishes in the 3rd decade of May. Blossoming happens from the middle until the end of May. Fructification maturing of fruits is recorded — from the end of May till the end of August. Plants in culture are steady; states are very good. Height is up to 150 cm.

13) *Rosa glabrifolia* is a prickly bush, a xeromesophyte. It is attracted with root young growth and shanks from gorges in the neighborhood of the settlement of Beyneu (Mangystau region). The beginning of vegetation falls on the 1 decade of March, isolation of leaves from the middle of March prior to the beginning of April. Budding is recorded in the 1st decade of May, blossoming from the middle until the end of May. Fructification is weak; it is noted since the beginning of June prior to the beginning of September. The state in culture is satisfactory; height of individuals is 100–120 cm.

14) *Salix caprea* is the high, actively branching bush, mesophyte. It is involved by shanks from a flood plain of the Utva River (West Kazakhstan region). On a collection rooting of the brought shanks is noted. The beginning of vegetation is recorded at the beginning of the 2nd decade of March; isolation of leaves — since the end of March to the middle of April. Young plants in the territory of MEBG did not enter the generative period. The condition of individuals is satisfactory; height is 30–35 cm.

15) *Spiraea hypericifolia* is a low bush, xerophyte. In culture it is involved with shanks and young plants from steppe sites of West Kazakhstan region and a northern part of Mangystau Region. The beginning of vegetation is noted in 1st decade of March; isolation of leaves was from the middle until the end of March.

On a collection individual did not reach a generative state, therefore budding and blossoming is not recorded. A condition of plants is satisfactory; height is 40–50 cm.

16) *Sorbus aucuparia* is a small tree or a bush, mesophyte. The species is involved in culture with young plants from Urdinsky forestry (West Kazakhstan region). The beginning of vegetation falls on the 1st decade of March; isolation of leaves is from the 2nd decade of March until the beginning of April. Young plants in the MEBG collection did not enter a generative state. The condition of plants in culture is good; height is 50–70 cm.

17) *Malus sieversiana* is a tree, a xeromesophyte. In the culture of an individual of an apple-tree are involved with young live plants from a flood plain of the Urals River (West Kazakhstan region). The apple-tree begins vegetation in the 1st decade of March; isolation of leaves is recorded from the 2nd decade of March to the middle of April. Young individuals have not reached the generative period yet. The condition of plants on a collection is satisfactory; height is till 1 m.

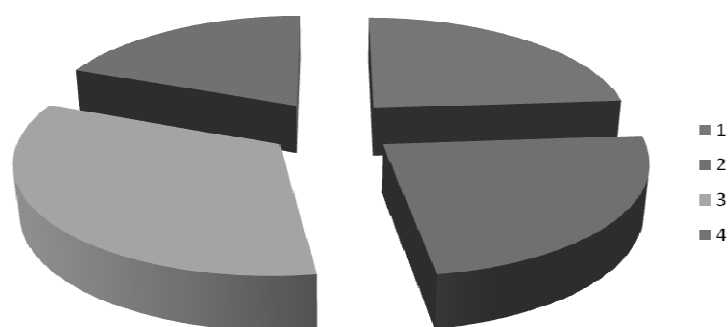
18) *Malus baccata* is a tree, mesophyte. In culture the species is involved with young plants from Mortuk forestry (Aktyubinsk region). The beginning of vegetation falls on the 1st decade of March, expansion of leaves is from the 2nd decade of March until the beginning of April. Generative phases for this species are noted. A condition of a species is satisfactory; height of individuals is 100–120 cm.

19) *Populus diversifolia* is small trees, xerophyte. Plants are involved with live plants and shanks from the Ustyurt reserve (Mangystau region). The beginning of vegetation at individuals is noted in the 1st decade of March, expansion of leaves is in the middle of March, the end of growth of leaves is in the 3rd decade of July. Budding is recorded in the beginnings of April, blossoming from the middle until the end of April. Formation of fruits is noted. Height of plants reaches 1.2–1.8 m. A state in culture is very good.

20) *Prunus spinosa* is a small tree or a bush, mesoxerophyte. Plants are involved alive plants and landing material from natural reservation «The Mountain Big Ichka» and valleys of the Urals River (West Kazakhstan region). The beginning of vegetation is revealed in the 2nd decade of March, isolation and growth of leaves from the middle of March to the 2nd half of April. Plants didn't enter the generative period. A condition of individuals is very good; height is up to 80 cm.

21) *Rubus caesium* is the prickly curling bush, mesophyte. Fruitful forms with large and sweet fruits are selected from Mortuksky forest area (Aktyubinsk region). The beginning of vegetation falls on the 2nd decade of March, isolation of leaves from the middle of March to the middle of April. Budding is recorded at the beginning of May, blossoming is from the 1st decade of May to the middle of August. Fructification is plentiful and stretched, since the end of May until the end of August. Height of shoots in culture reaches 120–140 cm. The state is good.

Introduced species are presented by 4 ecological groups in relation to moistening conditions: mesophytes, xerophytes, mesoxerophytes and xeromesophytes (see Fig.).



1 — mesoxerophytes; 2 — xerophytes; 3 — mesophytes; 4 — xeromesophytes

Figure. Spreading introduced species on ecological groups

The maximum number of species is the share of mesophytes — 7 species, the number of xerophytes and mesoxerophytes was distributed evenly by 5 species, and xeromesophytes — 4 taxa.

The analysis of economic properties showed that from 21 species of woody and shrubby plants 15 taxa have prospect as decorative objects (Table 2).

Perspectives of practical use of new woody and shrubby introduced plants of natural flora of MEBG

Species	Practical use						
	Decorative plants	Food plants	Phyto meliorative plants	Melliferous plants	Herb	Technical plants	Stock for an inoculation of cultivars
<i>Amygdalus nana</i>	+			+			
<i>Astragalus ammodendron</i>			+				
<i>Atraphaxis spinosa</i>			+				
<i>Crataegus sanguinea</i>	+	+		+	+		
<i>Corylus avellana</i>		+					
<i>Padus racemosa</i>	+	+		+	+		
<i>Populus tremula</i>	+		+			+	
<i>Populus alba</i>	+				+	+	
<i>Populus nigra</i>	+		+			+	
<i>Ammodendron eichwaldii</i>	+		+				
<i>Ribes aureum</i>	+	+	+	+			
<i>Rosa laxa</i>	+	+		+	+		
<i>Rosa glabrifolia</i>	+	+			+		
<i>Salix caprea</i>			+			+	
<i>Spiraea hypericifolia</i>	+			+		+	
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+		+	+		
<i>Malus sieversiana</i>	+	+		+			+
<i>Malus baccata</i>	+			+			+
<i>Prunus spinosa</i>	+	+	+	+			
<i>Rubus caesius</i>		+		+			

Ten taxa is possible to use as food plants, 8 species — as phytomeliorative cultures for fixing of sands, slopes of hills and ravines; 11 taxa showed value as melliferous plants; 6 — as medicinal objects, 5 species — as technical plants, 2 species are suitable as a stock for an inoculation of cultivars.

Preliminary results of observations allowed allocating several groups of plants on resistance to local soil and climatic conditions on the basis of a condition of landing material and a habitus:

1) Very steady plants against local conditions, they have good condition of a habitus: *Amygdalus nana*, *Atraphaxis replicate*, *Ammodendron eichwaldii*, *Ribes aureum*, *Rosa laxa*, *Sorbus aucuparia*, *Populus diversifolia*, *Prunus spinosam* *Rubus caesius*.

2) Steady plants against local climate, states in culture are satisfactory. In this group enter such species as: *Astragalus ammodendron*, *Crataegus ambigua*, *Padus racemosa*, *Populus tremula*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Rosa glabrifolia*, *Salix caprea*, *Spiraea hypericifolia*, *Malus sieversiana*, *Malus baccata*.

3) Weak-steady plant, it suffers from a drought. The only species (*Corylus avellana*) is carried to this group.

The correlation between belonging to ecological group and health in culture is not revealed. Among steady and very-steady cultures are noted, both xerophytes and mesophytes. Further testing in culture with expansion of landing material needs to be conducted for woody and shrubby plants entering into the first and second group.

Conclusion

Thus, features of primary introduction of 21 species of woody and shrubby plants of natural flora of the Western Kazakhstan at testing in the culture of MEBG are estimated. Taxa are divided into 3 groups on stability degree: in the first group — 9 species, in the second one — 11 species, in the third one — 1 species.

Distribution of introduced species on ecological groups the following: mesophytes — 7 taxa, xerophytes — 5 taxa, mesoxerophytes — 5 taxa, xeromesophytes — 4 species. The correlation between ecological group of a taxon and resistance to local climate is not revealed.

The analysis of economic and useful properties allowed defining that 15 species are suitable as ornamental plants, 10 — as food, 8 — phytomeliorative, 11 — melliferous, 6 — medical, 2 — as a stock for reproduction of cultivars.

Types for further introductory test are defined.

Researches were executed within the Ministry Education and Science scientific and technical program «Development of scientific-practical and computer-informative bases of creation of landscape and park plantings in the desert zone Mangystau for preservation and rational use of a vegetative biodiversity».

References

- 1 Convention on Biological Diversity and the Nagoya Protocol: Intellectual Property Implications. — United Nations: UNCTAD, 2014. — 215 p.
- 2 Байтулин И.О. Теоретические основы и методические подходы к интродукции растений в регионы с экстремальными климатическими условиями / И.О. Байтулин // Известия НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2010. — № 2. — С. 18–26.
- 3 Рубаник В.Г. Интродукция североамериканских древесных растений на юго-востоке Казахстана / В.Г. Рубаник, И.Н. Солонинова. — Алма-Ата: Наука, 1989. — 172 с.
- 4 Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Методики интродукционных исследований в Казахстане. — Алма-Ата: Наука, 1987. — С. 4–10.
- 5 Таран С.С. Методологические аспекты оценки результатов интродукции древесных растений для целей озеленения / С.С. Таран, И.С. Колганова // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 11. — С. 1892–1896.
- 6 Бессчетнова Н.Н. Перспективные методы интродукции растений: учеб.-метод. пособие / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, Е.И. Захарова. — Нижний Новгород: Изд-во ГСХА, 2016. — 72 с.
- 7 Арестова С.В. Оценка адаптации интродуцированных древесно-кустарниковых растений: метод. реком. / С.В. Арестова, Е.А. Арестова. — Саратов, 2017. — 28 с.
- 8 Kumar De.A. Environment and Ecology / De.A. Kumar, A. Kumar. — New-York, 2008. — 193 p.
- 9 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений / И.Г. Серебряков. — М.: Высш. шк., 1962. — 378 с.
- 10 Растительные ресурсы России и сопредельных государств / под ред. А.Л. Буданцева. — СПб.: РАН, 1984–1996.
- 11 Иманбаева А.А. Коллекции растений Мангышлакского ботанического сада / А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров, О.Н. Косарева. — Алматы: ТОО «Luxe Media Publishing», 2017. — 152 с.

А.А. Иманбаева, Г.Г. Гасанова, М.Ю. Ишмуратова, Р. Мылтыкова, Ф.А. Ескендиоров

Маңғыстау тәжірибелік ботаникалық бағы аумағындағы Батыс Қазақстанның табиғи флорасының ағаш-бұта өсімдіктерін интродукциялау

Мақалада Маңғыстаудың тәжірибелік ботаникалық бағының жағдайында Батыс Қазақстанның табиғи флорасының ағаш-бұталы өсімдіктер 21 түрінің алғашқы интродукциялық сынау нәтижелері келтірілген. Интродуценттер Маңғыстау, Атырау, Ақтөбе және Батыс Қазақстан облыстарының табиғи мекен ету ортасынан таңдалынып алынды. Сыналған таксондар келесі экологиялық топтарға: ксерофиттер (5 түр), мезофиттер (7 түр), мезоксерофиттер (5 түр) және ксеромезофиттер (4 түр) кіреді. Дақылдау бойынша алғашқы сынаулар өсімдіктердің 3 тобын: аса төзімді — 9 таксон, төзімді — 11 таксон, төзімсіз 1 таксон ажыратуға мүмкіндік берді. Шаруашылыққа пайдалы қасиеттерді талдау арқылы 15 түрі сәндік, 10 — тағамдық, 8 — фитомелиоративті, 11 — балды, 6 — дәрілік өсімдіктер және 2 — ұластырылған шыбық ретінде қолданып мәдени сұрыптарды көбейту үшін пайдалануға болатыны анықталды. Таксонның экологиялық тобы мен жергілікті климат арасында корреляция анықталған жоқ. Алдағы интродукциялық сынау үшін түрлер анықталды.

Кілт сөздер: Маңғыстау тәжірибелік ботаникалық бағы, алғашқы интродукция, ағаш-бұталы өсімдіктер, төзімділік, экологиялық топтар, тәжірибелік қолданысы, табиғи флора.

А.А. Иманбаева, Г.Г. Гасанова, М.Ю. Ишмуратова, Р. Мылтыкова, Ф.А. Ескендиоров

Интродукция древесно-кустарниковых растений природной флоры Западного Казахстана на территории Мангышлакского экспериментального ботанического сада

В статье приведены результаты первичного интродукционного испытания 21 вида древесно-кустарниковых растений природной флоры Западного Казахстана в условиях Мангышлакского экспериментального ботанического сада. Отбор интродуцентов проводили из природных мест обитания Мангыстауской, Атырауской, Актюбинской и Западно-Казахстанской областей. Испыгуемые таксоны входят в следующие экологические группы: ксерофиты (5 видов), мезофиты (7 видов), мезоксерофиты

(5 видов) и ксеромезофиты (4 вида). Первичное испытание в культуре позволило выделить 3 группы растений: весьма устойчивые — 9 таксонов, устойчивые — 11 таксонов, неустойчивые — 1 таксон. Анализ хозяйственно-полезных свойств позволил определить, что 15 видов пригодны в качестве декоративных растений, 10 — как пищевые, 8 — фитомелиоративные, 11 — медоносные, 6 — лекарственные, 2 — в качестве подвоя для размножения культурных сортов. Не выявлено корреляции между экологической группой таксона и устойчивостью к местному климату. Определены виды для дальнейшего интродукционного испытания.

Ключевые слова: Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, первичная интродукция, древесно-кустарниковые растения, устойчивость, экологические группы, практическое использование, природная флора.

References

- 1 *Convention on Biological Diversity and the Nagoya Protocol: Intellectual Property Implications* (2014). United Nations: UNCTAD.
- 2 Baitulin, I.O. (2010). Teoreticheskie osnovy i metodicheskie podkhody k introduktsii rastenii v rehiyony s ekstremalnymi klimaticheskimi usloviiami [Theoretical base and methodological approaches to the plant introduction in the region with extreme climatical conditions]. *Izvestiia NAN RK. Seriya biologicheskaya i meditsinskaya — Bulletin of National Academy of Science. Series biological and medical*, 2, 18–26 [in Russian].
- 3 Rubanik, V.G., & Soloninova, I.N. (1989). *Introduktsiya severoamerikanskikh drevesnykh rastenii na iuho-vostoke Kazakhstana [Introduction of northern-american woody plants on the south-east of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 4 Metodika fenologicheskikh nabludeni v botanicheskikh sadakh SSSR [Methodology of phenological observation in the botanical gardens of USSR] (1987). *Metodiki introduktsionnykh issledovani v Kazakhstane — Methodology of introduction investigation in Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 5 Taran, S.S. & Kolganova, I.S. (2013). Metodologicheskie aspekty otsenki rezultatov introduktsii drevesnykh rastenii dlia tselei ozeleneniia [Methodological aspects of assessment of results of introduction of woody plants for aim of green building]. *Fundamentalnye issledovaniia — Fundamental Study*, 11, 1892–1896 [in Russian].
- 6 Besschetnova, N.N., Besschetnov, V.P. & Zakharova, E.I. (2016). *Perspektivnye metody introduktsii rastenii [The perspective methods of plant introduction]*. Nizhnii Novgorod: Publ. SAGA [in Russian].
- 7 Arestova, S.V. & Arestova, E.A. (2017). *Otsenka adaptatsii introdutsirovannykh drevesno-kustarnikovyykh rastenii [Assessment of adaptation of introduced woody-shrubby plants]*. Saratov [in Russian].
- 8 Kumar, De A. & Kumar, A. (2008). *Environment and Ecology*. New-York.
- 9 Serebriakov, I.G. (1962). *Ekologicheskaya morfologiya rastenii [Ecological morphology of plants]*. Moscow: Vysshaya shkola [in Russian].
- 10 Budantsev, A.L. (Eds.). (1984–1996). *Rastitelnye resursy Rossii i sopredelnykh gosudarstv [Vegetable resources of Russia and adjacent states]*. Saint-Petersburg: Rossiiskaya akademiya nauk [in Russian].
- 11 Imanbayeva, A.A., Belozarov, I.F. & Kosareva, O.N. (2017). *Kollektsii rastenii Manгыshlakskego botanicheskogo sada [Collection of plants of Mangyshlak botanical garden]*. Almaty: Luxe Media Publishing [in Russian].

M.Zh. Akhmetova¹, G.M. Tykezhanova¹, F.A. Mindubaeva², R.R. Nigmatullina³

¹*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan;*

²*Karaganda Medical University, Kazakhstan;*

³*Kazan State Medical University, Russia*

(E-mail: meruzhan2@mail.ru)

Serotonin: biological properties and its receptors

In the last decade, much attention has been paid to the study of the serotonergic system. The molecular and cellular mechanisms of the synthesis of serotonin, its metabolism and receptor interaction are well studied. The wide range of serotonin effects is explained by the presence of a wide variety of serotonin receptors. The serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT) is the main mediator of the serotonergic system. In human the role of 5-HT in the central nervous system (CNS) is best characterized, where the amine remain in force as a neurotransmitter in neural synapses and participates in the formation and regulation of various physiological functions of the body in normal conditions and in pathology, playing a role in maintaining homeostasis. 5-HT is a neurohormone that has a morphogenetic and regulatory effect on target organs, including the heart and blood vessels. The serotonergic system is a link in the pathogenesis of atherosclerosis, arterial and pulmonary hypertension, coronary heart disease, atrial fibrillation and heart failure. In patients with coronary heart disease an increase serotonin concentration in the blood was found. The effect of the serotonergic system on the cardiovascular system has been studied quite thoroughly in animals. Serotonin has been shown to have a positive inotropic effect on the myocardium of the atria and ventricles of various mammals. Also, the neurotransmitter serotonin plays an important role in the formation of the brain. Low levels of serotonin in the initial stages of development will lead to the fact that the adult brain will inadequately process sensory signals. The review covers the significance and a wide range of biological effects of serotonin in the central nervous system and outside the central nervous system, which is explained by the diversity of the 5-HT receptor family.

Keywords: serotonin, adrenaline, heart, myocardium, receptor, neurotransmitter, blood vessels, ventricles of the heart, rat.

Serotonin (5-hydroxytryptamine; 5-HT) is a phylogenetically ancient indoleamine found in plants, invertebrates and vertebrates [1, 2]. In 1947, a substance with vasoconstrictor properties was discovered, it was also called mitogen of arterial smooth muscle. This thing was given the name serotonin. It is known that serotonin acts like a monoaminergic neurotransmitter in the brain and gastrointestinal tract and is also involved in various functions, such as storing and urinating urine, regulating sleep, mood and body temperature, intestinal motility and food intake [3–6]. Together with histamine, serotonin can participate in the formation of a painful reaction when you stimulate sensory receptors. In mammals, the two primary sources of serotonin are the nucleus of the dorsal suture (DRN) in the brainstem and enterochromaffin cells. They are widely distributed in the gastrointestinal tract (that is especially in the large intestine, small intestine and rectum). Serotonin is synthesized and secreted into the bloodstream by enterochromaffin cells, which are located in the gastrointestinal tract. It is also quickly absorbed and stored in dense small granules in platelets. In human about 90 % of serotonin in the body is found in the intestine, and the rest is present mainly in platelets (8–9 %) and in the central nervous system (1–2 %). DRN neurons provide dense innervation in all areas of the brain and especially store and secrete serotonin [7]. Serotonin in a living organism is involved in many vital physiological and brain processes, such as cardiovascular, respiratory and gastrointestinal functions, mood regulation, circadian rhythm, appetite, aggression and sexual behavior [8]. Serotonin (5-hydroxytryptamine) plays an important role in maintaining homeostasis. It functions as a neurotransmitter and tissue hormone, participates in the formation and regulation of various physiological parameters of the body in normal conditions and in pathology. An interesting fact is that the first contraction of the heart in an embryo is caused by serotonin. This is due to intracellular mechanisms. The morphogenetic effect of serotonin on the heart occurs when the 5-HT_{2B} receptor is activated [8, 9].

Serotonergic system is involved in the rhythm of personal biological functions in the brain, especially because of the wide representation of receptors in various areas of the central nervous system. In many ways, this affects food and sexual behavior, learning and memory, and the emotional state of the body. Thus, a large distribution of serotonin receptors in the brain in men and women is different. Increased expression of 5-HT_{2C} receptors may cause an increase in body weight. But the use of their selective antagonist (ketanserin), on the contrary, causes loss of appetite. Serotonin can cause anxiety, depression, and various phobias, which

may indicate a decrease in its level in the brain. These anxieties can be eliminated using serotonin reuptake inhibitors (tricyclic antidepressants) [10].

Due to its effect on smooth cell walls, serotonin is a very powerful vasoconstrictor (with the exception of the vascular system of the heart and skeletal muscles). It increases peristalsis and muscle tone in the gastrointestinal tract, but there is almost no effect on the secretion of digestive glands, the effect on urinary tract smooth muscle is poorly pronounced [8, 10].

In recent decades, the significant role of the serotonin system as the main link in the pathogenesis of atherosclerosis, ischemic heart disease has been much discussed. Serotonin and histamine are the humoral system of regulators and modulators of important physiological processes, which in conditions of pathology turn into factors contributing to the development of the disease. Membrane serotonin transporter detected on neurons, platelets, myocardium and smooth muscle cells. If the concentration of serotonin in platelets is higher, the higher the activity of the membrane carrier. This means an increase in its release into the blood plasma and its negative effect on the vascular wall and platelets. In the central mechanisms of regulation of cardiovascular activity, the key role is played by the 5-HT_{1A}, 5-HT₂ and 5-HT₃ receptor subtypes, and the peripheral effects of serotonin on the vascular system is mediated by 5-HT₁, 5-HT₂, 5-HT₃, 5-HT₄ and 5-HT₇ receptors. Activation of 5-HT_{1A} receptors causes central depression of sympathetic influences and further bradycardia, while 5-HT₂ receptors — sympathetic, increased blood pressure, tachycardia. With the development of anaerobic processes of serotonin through receptors 5-HT₂ starts the process of apoptosis of cardiomyocytes, which leads to the development and progression of heart failure [11].

It has been proven in mice that 5HT_{2B} receptors are involved in the regulation of heart development in embryogenesis, which are mutants for this receptor: due to a decrease in the number and size of cardiomyocytes, cardiomyopathy with ventricular weight loss is noted. The involvement of 5-HT₄ receptors in the development of atrial fibrillation and sinus tachycardia has been proven. In turn, the use of 5-HT₄ receptor antagonists was effective in treating this rhythm disorder. So, studying the role of the serotonergic system in the development of cardiovascular diseases will allow us to reveal more new pathogenic connections with arterial hypertension in children. Serotonin is formed from the essential amino acid tryptophan. It is usually found in many proteins in the body. Serotonin belongs to those groups of natural products that have a basic amine group (separated from the aromatic nucleus by an aliphatic chain), which consist of two carbon oxides [8].

Chemical structure of serotonin belongs to biogenic amines, tryptamine class. The starting component for the synthesis of serotonin is needed tryptophan of an indispensable acid, which is eaten [10]. Serotonin (5-hydroxytryptamine; 5-HT) is a neurotransmitter, synthesized from tryptophan amino acid (TRP) and transported across the blood-brain barrier by a specific carrier, then hydroxylated by tryptophan hydroxylase. This hydroxylation is the stage that limits the rate of serotonin biosynthesis. Elevated plasma of free tryptophan affects the increase in the concentration of tryptophan in the central nervous system (CNS), and therefore, every condition that increases the content of this amino acid in the plasma will cause an increase in the concentration in the central nervous system and central serotonin biosynthesis [10, 12–14].

The main part for the synthesis of serotonin is the replacement of tryptophan with an indispensable acid, which enters the body with food. Further, its intersection of the blood-brain barrier, that is, penetration into the brain tissue, is due to easy transport. The conveyor does not have high specificity. It is able to carry other neutral amino acids — methionine, phenylalanine, lysine and leucine, acting as competitive inhibitors for the synthesis of serotonin. Admission to the neurons is also under the control of a non-specific carrier for neutral amino acids [15].

Serotonin is transferred to synaptic vesicles using a transporter for all monoamines structurally and functionally similar to acetylcholine. Inactivation of serotonin in the synaptic cleft occurs due to the reuptake of the Na⁺/Cl⁻ dependent serotonin cotransporter, consisting of 12 transmembrane domains. N- and C-terminals of several cells were found in the cytosol and glycosylation sites were found in the extracellular regions. Also, there is a mechanism of serotonin cleavage with the participation of monoamine oxidase A to 5-hydroxyindole-acetaldehyde. Then there is its subsequent oxidation with the participation of aldehyde dehydrogenase to 5-hydroxyindole-3-acetic acid, which is excreted in the urine [10].

Different effects of serotonin are mediated by a variety of its receptors distributed throughout the body [15, 16]. Signaling of serotonin occurs through the plasma membrane receptor system. Currently, it has at least 15 related receptors, divided into 7 families. All but one of them are the superfamily of G-protein coupled receptors (5-HT recipes are in accordance with the nomenclature of the International Society for Fundamental and Clinical Pharmacology (IUPHAR) (Table 1) [16].

Table 1

Families of serotonin (5-HT) receptors

Family	Potential	Type	Mechanism of action
5-HT ₁	Inhibitory	G _i /G ₀ -protein coupled	Decreasing intracellular concentration of cAMP
5-HT ₂	Excitatory	G _{q11} -protein coupled	Increasing intracellular concentration of IP3 and DAG
5-HT ₃	Excitatory	Ligand-gated Na ⁺ /K ⁺ channel	Depolarization of cell plasma membrane
5-HT ₄	Excitatory	G _s -protein coupled	Increasing intracellular concentration of cAMP
5-HT ₅	Excitatory	G _i /G ₀ -protein coupled	Decreasing intracellular concentration of cAMP
5-HT ₆	Excitatory	G _s -protein coupled	Increasing intracellular concentration of cAMP
5-HT ₇	Excitatory	G _s -protein coupled	Increasing intracellular concentration of cAMP

Many members of the fourth G-protein coupled receptor (GPCR) family. They have the ability to form homo- or hetero-oligomers with biochemical and functional characteristics, including receptor pharmacology, signaling, and regulation, and are unique to these oligomeric conformations. These GPCR oligomers are not only found in the GPCR type, they are also found in different families and subtypes. G-protein coupled receptors are also known as serpentine receptors or hemi receptors, which can form a huge family of transmembrane receptors. Receptors of this family are found only in plant, animal cells and choanoflagellates. About 80 % of primary messengers (neurotransmitters, hormones, neuromodulators) interact with specific receptors that are associated with effectors of G-proteins [17–19].

Five receptors belong to the 5-HT₁ class (5-HT_{1A}, 5-HT_{1B}, 5-HT_{1D}, 5-HT_{1E}, 5-HT_{1F}), all of which are associated with G_i/G₀ and negatively regulate the function of alternating current. Human 5-HT_{1A} and 5-HT_{1D} receptors, which are located mainly on the body and dendrites of serotonergic neurons belong to autoreceptors (in rats, these are subtypes 5-HT_{1A} and 5-HT_{1B}) [10].

Of the serotonin receptors, the most widely distributed torus is 5-HT_{1A}. In the central nervous system, 5-HT_{1A} receptors are present in large volumes in the cerebral cortex, hippocampus, amygdala and suture nucleus, septum, but in small quantities they have also been proven in the thalamus and basal ganglia [13]. Also, they are located in the micellar plexus and gastrointestinal tract. In the brain, 5-HT_{1A} receptors act as autoreceptors and postsynaptic receptors. They are involved in suppressing the «release» of neurons, regulating the production of ACTH (adrenocorticotrophic hormone) (but not prolactin), regulating behavior and eating [13, 20]. 5-HT_{1B} and 5-HT_{1D} receptors are involved in the pathophysiology of migraine. 5-HT_{1B/1D} receptor agonists (triptans) have anti-migraine effects. They contribute through 5-HT_{1B} receptors to the intracranial arteries (vasoconstriction), while the effects, through the 5-HT_{1D} receptors, are thought to be neuronal. Due to the lack of selective pharmacological agents, specific antibodies, and animal models in permissive models, the function of the 5-HT_{1E} receptor is unknown [20].

There is no polymorphism in the 5-HT_{1E} receptor gene among people. This indicates a high degree of evolutionary conservation of the genetic sequence. Thereby, showing that the 5-HT_{1E} receptor plays an important physiological role in humans. It is assumed that in humans, due to the large number of receptors in the frontal cortex, hippocampus and olfactory bulb (which are brain regions essential for memory regulation), 5-HT_{1E} receptor is involved in memory regulation [13, 21].

Class 5-HT_{2A} has three subtypes — 5-HT_{2A}, 5-HT_{2B} and 5-HT_{2C}, being 46–50 % structural homology. It is associated with G_{q11} protein and increases the hydrolysis of inositol triphosphate and the intracellular concentration of Ca²⁺. The 5-HT_{2A} receptor is the major excitatory receptor subtype among G-protein coupled receptors. It can also have an inhibitory effect on certain areas, such as the visual cortex and orbitofrontal cortex. The 5-HT_{2A} receptor is expressed in most central and peripheral tissues. 5-HT_{2A} receptors contribute to smooth muscle contraction. In addition, increased platelet aggregation and increased capillary permeability have been shown after exposure to serotonin (probably due to the activation of this receptor subtype). In the CNS, 5-HT_{2A} receptors are present mainly in the cortex, basal ganglia, and claustrum. 5-HT_{2A} stimulates the secretion of ACTH (adrenocorticotrophic hormone), oxytocin, renin and prolactin, corticosterone. If 5-HT_{2A} receptor is inhibited, the behavior changes. 5-HT_{2A} antagonists such as olanzapine, seroquel, risperidone, ritanserin, and others are used and developed for the treatment of schizophrenia [13]. The 5-HT_{2A} receptors are the first of the three (A, B, and C) subtypes from the 5-HT₂ receptor family. There are many in the forebrain, especially in the cortical layer (peripheral cortex of the brain) [22], pyramidal and interneurons neurons, also the dentate gyrus of the hippocampus, parahippocampal gyrus, olfactory bulb and

the posterior horns of the spinal cord. In addition, a high density of receptors is located outside the central nervous system: Schwann cells, in the sciatic nerve, coronary arteries, atria, platelets, and brain vessels [20].

The 5-HT_{2A}-activated receptors, the major postreceptor cascades, are A₂-dependent phospholipase and phospholipase C. The secondary cascade, through the Gi/Go protein, represents the acetylcholinesterase pathway. Some cell culture studies have shown that the same 5-HT_{2A} agonists, under the same cultivation conditions, have different activations and, thus, one of these cascades prevails. One of the features of the 5-HT_{2A} receptor is the relatively low affinity of the endogenous serotonin ligand with the value of the basic dissociation constant of the micromolar path compared with members of other families. The main physiological effects of 5-HT_{2A} receptors are associated with the regulation of platelet function, the cardiovascular and central nervous systems. Activation of 5-HT_{2A} receptors in platelets leads to a high increase in free intracellular calcium and proagregantny action. Such a secondary signaling mechanism leads to an increase in the contractile activity of smooth myocytes in the coronary vessels, vessels of the brain. It was revealed that the 5-HT_{2A} receptor affects the enhancement of the contractile activity of the heart [19, 20].

5-HT_{2A} receptors in the central nervous system are involved in the formation of cognitive processes, behavioral responses and memory. Twenty-three effects of 5-HT_{2A} receptors on the development of fear, anxiety, seizures, and panic were noted. In some data it can be seen that the activation of 5-HT_{2A} receptors due to the increased excitability of cortical neurons can lead to the development of visual hallucinations, a psychostimulating effect. History has shown that D-receptor studies (the old name for the 5-HT_{2A} receptor) are associated with identifying the hallucinogenic effect of bromine, dimethoxyphenylpropanamine ion (DOI), lysergic acid diethylamide (LSD), which are not selective 5-HT₂ agonists. At present, it is assumed that such psychotic effects from LSD, DOI may be the result of sensitization in the areas of ligand recognition of dopamine receptors. They promote the formation of active heteroreceptor complexes D2/5. Observing the content of inter- and intracellular serotonins, the appearance of serotonin hypotheses of schizophrenia was suggested. There have been many studies on the serotonin system in schizophrenia. In these patients, serotonin levels in platelets were analyzed. It became known that the functional state of the serotonergic system in patients with schizophrenia is much different from the control group (oscillation boundaries were much wider than in other mental disorders) [14, 19, 23].

When 5-HT_{2A} receptors are stimulated, there is a significant change in calcium levels at the intracellular level of post-receptors. This is associated not only with the activation of protein kinase C, but also Rho-kinase, which is an extracellular regulatory signal of kinase and tyrosine kinase [19].

The 5-HT_{2A} receptor affects the enhancement of the contractile activity of the heart. In a mouse model of pulmonary hypertension, it was shown that serotonin, by stimulating 5-HT_{2B} receptors, regulates the cell cycle along with platelet growth factor. Serotonin receptors such as 5-HT_{2A} and 5-HT_{2B} play an important role in the functioning of the lungs, thereby controlling vasoreactivity and bronchial reactivity [8, 19].

For the 5-HT_{2C} receptor, there are no selective ligands. Therefore, his actions remain almost unknown [12]. Because of the antagonism of agomelatine 5-HT₂ receptors, it acts as an effective anti-depressant. At the same time causing an increase in the level of norepinephrine and dopamine in certain areas of the brain. Serotonin is involved in the pathogenesis of acute myocardial infarction, acting through 5-HT_{2A} receptors in areas of coronary atherosclerosis. Cardioprotective effect of ketanserin (5-HT₂ receptor blocker) was noted — improvement of perfusion of myocardial ischemic zones and shortening of ischemia periods in patients with stenotic atherosclerosis of the coronary aorta. Serotonin is capable of activating myocardial cells, enhancing rhythm disturbances, causing necrosis, modulating myocardial damage. Drugs that inhibit the action of serotonin, can be used in the treatment of coronary heart disease in humans [13, 23].

The third type of serotonin receptor belongs to the superfamily of cis-loop ion-activated ion channels. They include nicotine cholinergic receptors, zinc-activated channels and strychnine-sensitive glycine receptors. The 5-HT₃ receptor consists of five subunits. Around the ion-conducting pores are organized as a homopentamer or heteropentamer. The first identified subunit was 5-HT_{3A}. It is the only subunit that forms functional homopentamers. The remaining subunits function as heteropentamers with 5-HT_{3A}, which have been identified to date (5-HT_{3B}-5-HT_{3E}). The main function of the 5-HT₃ receptor ligand-dependent cation channel is the rapid depolarization of the cell membrane when it is excited by the influx of external Na⁺ and Ca²⁺ and as a result their concentration in the cytosol increases, as well as the release of K⁺ ions from the cell. In vitro evidence it was also obtained that for lithium, cesium, rubidium and magnesium ions. This leads to the formation of final central or peripheral effects. Central 5-HT₃ is involved in the release mechanisms of various neurotransmitters. When this type of receptor is activated, the secretion of serotonin from the frontal lobe, individual sections of the hypothalamus and hippocampus in guinea pigs and rats is facilitated. It may

cause decreased release of norepinephrine. This, in turn, leads to the development of depressive symptoms [14].

Activation of 5-HT₃ receptors leads to an increase in dopamine release in vitro (in rats, in the substantia nigra and striatum cells) and in vivo (in rats, in the adjacent nucleus). These effects may be due to exposure to dopamine carriers or to the participation of cholecystokinin in a process that is released when 5-HT₃ receptors are activated. Central 5-HT₃ receptors are involved in vomiting, regulation of sympathetic and parasympathetic influences, in the conduct of antinociceptive and nociceptive signals, in the perception of pain. Peripheral 5-HT₃ receptors are involved in nociception. This is confirmed by experimental studies on the reduction of 5-HT₃ pain sensitivity blockers in rats and mice with acute and chronic inflammation. It is also shown in clinical studies, with a reduction in neuropathic pain, fibromyalgia, and the adoption of 5-HT₃ antagonists [24].

5-HT₃ receptors are found in the central and peripheral nervous system and thus provide rapid depolarization. 5-HT₃ antagonists are widely used in the clinic to treat nausea and vomiting in cancer patients. In response to intraperitoneal administration of 5-HT in the heart, it has been shown that 5-HT₃ receptors cause reflex bradycardia and hypotension. This can lead to the appearance of Bezold-Jarisch reflex. It is a reflex inhibition of breathing, lowering blood pressure and bradycardia [11, 24].

Like most members of the 5-HT group, serotonin receptors of the fourth type (5-HT₄) belong to the conjugated G-protein and are encoded by one genetic site [24]. Many splice variants are also described for it, which form at least ten isoforms of receptors — 5-HT_{4(a2)}, 5-HT_{4(hb)}, 5-HT_{4(i)}, 5-HT_{4(n)}. Their alternative compound is in the extracellular region between the IV and V transmembrane domains or C-termini. When the receptor is active, the fundamental difference between these options lies in the intracellular organization and interaction with the cell's substructures (but not in the affinity of the site responsible for binding to the ligands). 5-HT₄ receptors and β 1-, β 2-, β 4-adrenoreceptors have a common mechanism of intracellular regulation. Agonists bind to these receptors and lead to the activation of the G_s protein and the subsequent activation of adenylate cyclase, which forms cAMP from ATP. cAMP binds to the regulatory subunit of the protein kinase A (PKA) and causes its dissociation with the catalytic subunits, i.e. leads to activation of PKA. PKA, as well as PKC, phosphorylates various cellular proteins, including intranuclear ones. PKA causes an increase in the intracellular concentration of Ca²⁺ by activating the L-type Ca²⁺ channels. Presynaptic 5-HT_{1D} receptors inhibit the release of norepinephrine, while 5-HT₄ receptors, on the contrary, increase its release [16]. It is assumed that 5-HT₄ receptors are involved in learning and memory. Many studies have noted that 5-HT₄ receptors can improve the cognitive functions of animals when stimulated within different behavioral paradigms. The effect of 5-HT₄ receptors in the CNS may be associated with the release of acetylcholine [25].

In the CNS, preferential localization of receptors on postsynaptic membranes is noted in the basal ganglia, including the substantia nigra, the caudate nucleus, the pale nucleus, the membrane, the nucleus accumbens, the hippocampus, and in the motor cortex the red nucleus and ventral horns of the spinal cord [26]. The expression of all isoforms is noted in the urinary bladder and urinary tract and the human colon [27, 28]. The 5-HT₄ receptors are preferentially linked to G_s protein and promote the formation of cyclic adenosine monophosphate. 5-HT₄ receptors are widely distributed in the brain and on the periphery. In the brain, 5-HT₄ receptors are associated with functions such as memory and cognitive function. When signaling receptor is disturbed, pathologies such as Alzheimer's disease, eating disorders (for example, anorexia nervosa) and depression may occur [29]. When the 5-HT₄ receptor is activated, acetylcholine is released in the ileum and the esophagus and colon in pigs shrink. He is also involved in the modulation of gastrointestinal motility and secretory responses of the intestinal mucosa [30].

The 5-HT₅, 5-HT₆, 5-HT₇ receptors are metabotropic, which control the adenylate cyclase system by means of the G-protein [10]. The least studied of all types of serotonin receptors is 5-HT₅. This class includes two receptors, namely the receptor 5-HT_{5A} and 5-HT_{5B}. Both 5-HT_{5A} and 5-HT_{5B} are expressed in mice and rats, and the 5-HT_{5A} receptor functions only in humans. The 5-HT_{5B} receptor is present as a pseudogen. However, early-stop codons interrupt the expression of the functional protein. 5-HT_{5A} receptors have been shown to bind to Gi/Go and inhibit forskolin-induced (activator AC) AC activity in HEK 293 cells (human embryonic kidney). These receptors are expressed in several areas of the brain, but to date no evidence of 5-HT₅ receptor expression in the cardiovascular system is known. Three variants of 5-HT₇ receptor splicing were found in both humans (5-HT_{7A}, 5-HT_{7B}, 5-HT_{7D}) and rats (5-HT_{7A}, 5-HT_{7B}, 5-HT_{7C}, 5-HT_{7E}) [31].

In conclusion, describing a wide range of biological effects of serotonin, it should be noted that it modulates the processes of higher nervous activity, causes a reduction in the smooth muscles of the bronchi,

intestines, vessels, has a pronounced effect on the myocardium and other organs and systems of the body. In the process of ontogenesis, simultaneously with the synthesis of serotonin in tissues, the number of serotonin receptors increases. They interact, leading to the initial contraction of smooth muscles, the primary manifestations of the electrical activity of the central nervous system and the heart. In other words, without serotonin and serotonin receptors, it is impossible to initiate and maintain the most important functions of the body, which makes it possible to consider serotonin-reactive structures as «receptors of life», and serotonin as an unified trigger for the central nervous system, heart and smooth muscles in various species of living beings.

References

- 1 Brummelte S. Developmental changes in serotonin signaling: Implications for early brain function, behavior and adaptation / S. Brummelte, E. Mc Glanaghy, A. Bonnin, T. Oberlander // *Neuroscience*. — 2017. — Vol. 342, No. 7. — P. 212–231.
- 2 Deakin J. The origins of 5-HT and mechanisms of defence by Deakin and Graeff: a personal perspective / J. Deakin // *Journal of psychopharmacology*. — 2013. — No. 12. — P. 9–11.
- 3 Balachandran K. Elevated cyclic stretch and serotonin result in altered aortic valve remodeling via a mechanosensitive 5-HT_{2A} receptor-dependent pathway / K. Balachandran, S. Hussain // *Cardiovascular pathology*. — 2012. — No. 21. — P. 206–213.
- 4 Steiger M. Risk of valvular heart disease associated with the use of dopamine agonists in Parkinson's disease: a systematic review / M. Steiger // *Journal of neural transmission*. — 2009. — Vol. 116, No. 2. — P. 179–191.
- 5 Derek A. Serotonin paracrine signaling in tissue fibrosis / A. Derek, F. Oakley // *Biochimica et biophysica acta*. — 2013. — No. 7. — P. 905–910.
- 6 Gunawardene A.R. Classification and functions of enteroendocrine cells of the lower gastrointestinal tract: Classification and functions of colorectal enteroendocrine cells / A.R. Gunawardene, B.M. Corfe, C.A. Staton // *International journal of experimental pathology*. — 2011. — Vol. 92, No. 4. — P. 219–231.
- 7 Michelsen K. The dorsal raphe nucleus and serotonin: implications for neuroplasticity linked to major depression and Alzheimer's disease / K. Michelsen, J. Prickaerts, H. Steinbusch // *Progress in brain research*. — 2008. — No. 172. — P. 233–264.
- 8 Шур В.Ю. Серотонин: Биологические свойства и перспективы клинического применения / В.Ю. Шур, М.А. Самотруева, М.В. Мажитова, Н.Н. Тризно, Р.М. Файзиев, Л.В. Петренко и др. // *Фундаментальные исследования*. — 2014. — № 7. — С. 621–629.
- 9 Николаев С.Б. Фармакологическая коррекция нарушений локальной внутрисосудистой гемодинамики, микроциркуляции и иммунного статуса у больных критической ишемией нижних конечностей / С.Б. Николаев, В.А. Лазаренко, Н.А. Быстрова, А.И. Конопля // *Фундаментальные исследования*. — 2010. — № 4. — С. 63–69.
- 10 Padia S.H. Mechanisms of dopamine D(1) and angiotensin type 2 receptor interaction in natriuresis / S.H. Padia, B.A. Kemp, N.L. Howell // *Hypertension*. — 2012. — Vol. 59, No. 2. — P. 437.
- 11 Мустафин А.А. Серотонинэргическая система в патогенезе формирования легочной артериальной гипертензии у детей с врожденными пороками сердца / А.А. Мустафин, Л.М. Миролубов, Р.Р. Нигматуллина // *Казанский медицинский журнал*. — 2009. — Т. 90, № 3 — С. 309–313.
- 12 Cordeiro L.M. Physical exercise induced fatigue: the role of serotonergic and dopaminergic systems / L.M. Cordeiro, P.C. Rabelo, M.M. Moraes // *Brazilian journal of medical and biological research*. — 2018. — Vol. 50, No. 12. — P. 10–23.
- 13 Pytliak M. Serotonin receptors — from molecular biology to clinical applications / M. Pytliak, V. Vargova // *Physiological research*. — 2011. — Vol. 60, No. 1. — P. 15–25.
- 14 Vleugels R. Serotonin, serotonin receptors and their actions in insects / R. Vleugels, H. Verlinden, J. Vanden // *Journal of neuroscience*. — 2015. — No. 2. — P. 11–25.
- 15 Elizabeth A. Serotonin: a regulator of neuronal morphology and circuitry / A. Elizabeth, G. Daubert // *Trends in neurosciences*. — 2010. — No. 33. — P. 424–434.
- 16 Alexander S.P. The Concise Guide to Pharmacology 2013/14: G protein—coupled receptors // *Britain journal of pharmacology*. — 2013. — Vol. 170, No. 8. — P. 1449–1458.
- 17 Biol I. Heterodimers of serotonin receptor subtypes 2 are driven by 5-HT_{2C} protomers / I. Biol, E. Quentin // *The journal of biological chemistry*. — 2017. — Vol. 292, No. 5. — P. 6352–6368.
- 18 Ferrer S. Building a new conceptual framework for receptor heteromers / S. Ferrer, R. Baler // *National chemical biology*. — 2017. — No. 5. — P. 131–134.
- 19 Berger M. The expanded biology of serotonin / M. Berger, A. Gray, B. Roth // *Annual review of medicine*. — 2009. — No. 60. — P. 355–366.
- 20 Watts S. Serotonin and blood pressure regulation / S.W. Watts, R.P. Morrison // *Pharmacological reviews*. — 2012. — Vol. 64, No. 2. — P. 359–388.
- 21 Wang H. The expanded biology of serotonin / H. Wang, F. Han, Y. Shi // *International journal of molecular medicine*. — 2009. — № 24. — P. 227–231.
- 22 Mengod G. Cartography of 5-HT_{1A} and 5-HT_{2A} receptor subtypes in prefrontal cortex and its projections // *ACS chemical Neuroscience*. — 2015. — Vol. 6, No. 7. — P. 1089–1098.
- 23 Goodwin G. Agomelatine study group: Agomelatine prevents relapse in patients with major depressive disorder without evidence of a discontinuation syndrome: a 24-week randomized, double-blind, placebo-controlled trial / G. Goodwin, R. Emslay, S. Rembry, F. Rouillon // *Journal of clinical psychiatry*. — 2009. — Vol. 70, No. 2. — P. 1128–1137.
- 24 Lummis S. 5-HT₃ receptors / S. Lummis // *Journal of biological chemistry*. — 2009. — Vol. 287, No. 3. — P. 4239–4245.

- 25 Branes M. Neuronal 5-HT receptors and SERT / M. Branes, F. Neumaier // *Tocris bioscience scientific review series*. — 2011. — No. 34. — P. 1–16.
- 26 Suwa B. Distribution of serotonin 4 (a) receptors in the juvenile rat brain and spinal cord / B. Suwa, N. Bock, S. Preusse // *Journal of chemical neuroanatomy*. — 2014. — No. 55. — P. 67–77.
- 27 Yaakob N.S. Distribution of 5-HT₃, 5-HT₄, and 5-HT₇ receptors along the human colon / N.S. Yaakob, K.A. Chinkwo, N. Chetty // *Journal of neurogastroenterology and motility*. — 2015. — Vol. 21, No. 3. — P. 361–369.
- 28 Imamura T. Expression of 5-Hydroxytryptamine receptors in human urinary bladders with benign prostatic hyperplasia / T. Imamura, O. Ishizuka, T. Ogawa // *Advances in therapy*. — 2015. — No. 1. — P. 29–37.
- 29 Bockaert J. 5-HT₄ receptors, a place in the sun: act two / J. Bockaert, S. Claeysen, V. Compan, A. Dumuis // *Current opinion in pharmacology*. — 2011. — No. 11. — P. 87–93.
- 30 Hansen M. Effect of serotonin on small intestinal contractility in healthy volunteers / M. Hansen, F. Arif, H. Gregersen, H. Bruusgaard, L. Wallin // *Physiological research*. — 2008. — No. 57. — P. 63–71.
- 31 Gellynck E. The serotonin 5-HT₇ receptors: two decades of research / E. Gellynck, K. Heynink, K. Andressen, G. Haegeman, F. Levy, P. Vanhoenacker, et. al. // *Experimental brain research*. — 2013. — Vol. 230, No. 2. — P. 555–568.

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

Серотонин: биологиялық қасиеттері және оның рецепторлары

Соңғы он жылдарда серотонинэргиялық реттелуге көп мән беруде. Серотонин синтезінің молекулалық және жасушалық механизмдері, оның метаболизмі, рецепторлық әрекеттесуі жақсы зерттелген. Серотониннің жан-жақты әсері оның серотониндік рецепторларының көп болуымен түсіндіріледі. Серотонин (5-гидрокситриптамин; 5-hydroxytryptamine, 5-HT) — серотонинэргиялық жүйенің негізгі медиаторы. Адамда 5-HT орталық жүйке жүйесінде (ОЖЖ) ағзаның қалыпты және патологиялық физиологиялық түрлі қызметтерін реттейтін, жалпы гомеостаздың тұрақтылығын сақтап тұратын нейрондық түйіспелердегі негізгі нейромедиатор ретінде қызмет жасайды. 5-HT өзінің нысана мүшелеріне, соның ішінде жүрек және қан тамырларға морфогенетикалық және реттеуші әсер етеді. Серотонинэргиялық жүйе атеросклероз, артериялық және өкпе гипертензиясы, жүректің ишемиялық ауруы, жүрекшелердің фибрилляциясы, жүрек жеткіліксіздігі патогенезінің бастамасы болып табылады. Ишемиялық аурумен ауратын емделушілер қанында серотонин концентрациясын жоғары болып табылады. Серотонинэргиялық жүйенің жүрек-қан тамыр жүйесіне әсері жануарларда жақсы зерттелген. Серотониннің түрлі сүтқоректілердің жүрекшелер мен қарыншалар миокардына оң инотропты әсері байқалған. Сонымен қатар нейромедиатор серотонин бас миының қалыптасуында да маңызды рөл атқарады. Серотониннің аз деңгейінің әсерінен дамудың бастапқы кезеңдерінде ересек адамның бас миы сенсорлық дабылды бұрыс қабылдауы байқалады. Шолу мақаласында 5-HT рецепторларының көп түрлерінің болуымен түсіндірілетін, серотониннің ОЖЖ және одан тыс жерлердегі кең биологиялық маңызды әсері қарастырылған.

Кілт сөздер: серотонин, адреналин, жүрек, миокард, рецептор, нейромедиатор, қан тамырлары, жүрек қарыншылығы, егеуқұйрық.

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

Серотонин: биологические свойства и его рецепторы

В последнее десятилетие большое внимание уделено изучению серотонинэргической системы. Достаточно хорошо изучены молекулярные и клеточные механизмы синтеза серотонина, его метаболизма, рецепторного взаимодействия. Широкий спектр эффектов серотонина объясняется наличием большого разнообразия серотониновых рецепторов. Серотонин (5-гидрокситриптамин; 5-hydroxytryptamine, 5-HT) — основной медиатор серотонинэргической системы. У человека лучше всего охарактеризована роль 5-HT в центральной нервной системе (ЦНС), где амин выступает в качестве нейромедиатора в нейронных синапсах и участвует в формировании и регуляции различных физиологических функций организма в норме и при патологии, играя важную роль в поддержании гомеостаза. 5-HT является нейроморфоном, который оказывает морфогенетическое и регуляторное действие на органы-мишени, в том числе сердце и сосуды. Серотонинэргическая система является звеном патогенеза атеросклероза, артериальной и легочной гипертензии, ишемической болезни сердца, фибрилляции предсердий, сердечной недостаточности. У пациентов с ишемической болезнью сердца выявлено повышение концентрации серотонина в крови. Влияние серотонинэргической системы на сердечно-сосудистую систему достаточно глубоко изучено на животных. Показано, что серотонин оказывает положительное инотропное действие на миокард предсердий и желудочков различных млекопитающих. Также нейромедиатор серотонин играет важную роль в формировании головного мозга. Низкий уровень серотонина на начальных стадиях развития приведёт к тому, что взрослый мозг будет неадекватно обрабатывать сенсорные сигналы. В обзоре рассмотрены значимость и широкий спектр биологиче-

ского действия серотонина в ЦНС и вне ЦНС, который объясняется разнообразием семейства 5-HT рецепторов.

Ключевые слова: серотонин, адреналин, сердце, миокард, рецептор, нейромедиатор, кровеносные сосуды, желудочки сердца, крыса.

References

- 1 Brummelte, S., Mc Glanaghy, E., Bonnin, A., & Oberlander, T. (2017). Developmental changes in serotonin signaling: Implications for early brain function, behavior and adaptation. *Neuroscience*, 342, 7, 212–231.
- 2 Deakin, J. (2013). The origins of 5-HT and mechanisms of defense by Deakin and Graeff: a personal perspective. *Journal of psychopharmacology*, 12, 9–11.
- 3 Balachandran, K., & Hussain, S. (2012). Elevated cyclic stretch and serotonin result in altered aortic valve remodeling via a mechanosensitive 5-HT_{2A} receptor-dependent pathway. *Cardiovascular pathology*, 21, 206–213.
- 4 Steiger, M. (2009). Risk of valvular heart disease associated with the use of dopamine agonists in Parkinson's disease: a systematic review. *Journal of neural transmission*, 116, 2, 179–91.
- 5 Derek, A., & Oakley, F. (2013). Serotonin paracrine signaling in tissue fibrosis. *Biochimica et biophysica acta*, 7, 905–910.
- 6 Gunawardene, A.R., Corfe, B.M., & Staton, C.A. (2011). Classification and functions of enteroendocrine cells of the lower gastrointestinal tract: Classification and functions of colorectal enteroendocrine cells. *International journal of experimental pathology*, 92, 4, 219–231.
- 7 Michelsen, K., Prickaerts, J., & Steinbusch, H. (2008). The dorsal raphe nucleus and serotonin: implications for neuroplasticity linked to major depression and Alzheimer's disease. *Progress in brain research*, 172, 233–264.
- 8 Shur, V.Yu., Samotrujeva, M.A., Mazhitova, M.V., Trizno, N.N., Faiziev, R.M., & Petrenko, L.V., et al. (2014). Serotonin: Biologicheskie svoistva i perspektivy klinicheskogo primeneniia [Serotonin: Biological properties and prospects for clinical use]. *Fundamentalnye issledovaniia — Basic research*, 7, 621–629 [in Russian].
- 9 Nikolaev, S.B., Lazarenko, V.A., Bystrova, N.A., & Konoplia, A.I. (2010). Farmakologicheskaia korrektsiia narushenii lokalnoi vnutrisudistoi hemodinamiki, mikrotsirkulatsii i immunnogo statusa u bolnykh kriticheskoi ishemii nizhnikh konechnostei [Pharmacological correction of disorders of local intravascular hemodynamics, microcirculation and immune status in patients with critical lower limb ischemia]. *Fundamentalnye issledovaniia — Basic research*, 4, 63–69 [in Russian].
- 10 Padia, S.H., Padia, S.H., Kemp, B.A., & Howell, N.L. (2012). Mechanisms of dopamine D (1) and angiotensin type 2 receptor interaction in natriuresis. *Hypertension*, 59, 2, 437.
- 11 Mustafin, A.A., Mirolyubov, L.M., & Nigmatullina, R.R. (2009). Serotoninerhicheskaia sistema v patogeneze formirovaniia lehochnoi arterialnoi hipertenzii u detei s vrozhdennymi porokami serdsa [Serotonergic system in the pathogenesis of the formation of pulmonary arterial hypertension in children with congenital heart defects]. *Kazanski meditsinskii zhurnal — Kazan Medical Journal*, 3, 90, 309–313 [in Russian].
- 12 Cordeiro, L.M., Rabelo, P.C., & Moraes, M.M., et al. (2018). Physical exercise induced fatigue: the role of serotonergic and dopaminergic systems. *Brazilian journal of medical and biological research*, 50, 10–23.
- 13 Pytliak, M., & Vargova, V. (2011). Serotonin receptors — from molecular biology to clinical applications. *Physiological research*, 60, 1, 15–25.
- 14 Vleugels, R., Verlinden, H., & Vanden, J. (2015). Serotonin, serotonin receptors and their actions in insects. *Journal of neuroscience*, 2, 11–25.
- 15 Elizabeth, A., & Daubert, G. (2010). Serotonin: a regulator of neuronal morphology and circuitry. *Trends in neurosciences*, 33, 424–434.
- 16 Alexander, S.P. (2013). The Concise Guide to Pharmacology 2013/14: G protein-coupled receptors. *Britain journal of pharmacology*, 170, 8, 1449–1458.
- 17 Biol, I., & Quentin, E. (2017). Heterodimers of serotonin receptor subtypes 2 are driven by 5-HT_{2C} protomers. *The journal of biological chemistry*, 292, 5, 6352–6368.
- 18 Ferrer, S., & Baler, R. (2017). Building a new conceptual framework for receptor heteromers. *National chemical biology*, 5, 131–134.
- 19 Berger, M., Gray, A., & Roth, B. (2009). The expanded biology of serotonin. *Annual review of medicine*, 60, 355–366.
- 20 Watts, S.W., & Morrison, R.P. (2012). Serotonin and blood pressure regulation. *Pharmacological reviews*, 64, 2, 359–388.
- 21 Wang, H., Han, F., & Shi, Y. (2009). The expanded biology of serotonin. *International journal of molecular medicine*, 24, 227–231.
- 22 Mengod, G. (2015). Cartography of 5-HT_{1A} and 5-HT_{2A} Receptor subtypes in prefrontal cortex and its projections. *ACS chemical neuroscience*, 6, 7, 1089–1098.
- 23 Goodwin, G., Emslay, R., Rembry, S., & Rouillon, F. (2009). Agomelatin study group: Agomelatine prevents relapse in patients with major depressive disorder without evidence of a discontinuation syndrome: a 24-week randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of clinical psychiatry*, 70, 2, 1128–1137.
- 24 Lummis, S. (2009). 5-HT₃ receptors. *Journal of biological chemistry*, 287, 3, 4239–4245.
- 25 Branes, M., & Neumaier, F. (2011). Neuronal 5-HT receptors and SERT. *Tocris bioscience scientific review series*, 34, 1–16.
- 26 Suwa, B., Bock, N., & Preusse, S. (2014). Distribution of serotonin 4(a) receptors in the juvenile rat brain and spinal cord. *Journal of chemical neuroanatomy*, 55, 67–77.

- 27 Yaakob, N.S., Chinkwo, K.A., & Chetty, N. (2015). Distribution of 5-HT₃, 5-HT₄, and 5-HT₇ receptors along the human colon. *Journal of neurogastroenterology and motility*, 21, 3, 361–369.
- 28 Imamura, T., Ishizuka, O., & Ogawa, T. (2015). Expression of 5-Hydroxytryptamine receptors in human urinary bladders with benign prostatic hyperplasia. *Advances in therapy*, 1, 29–37.
- 29 Bockaert, J., Claeysen, S., Compan, V., & Dumuis, A. (2011). 5-HT₄ receptors, a place in the sun: act two. *Current opinion in pharmacology*, 11, 87–93.
- 30 Hansen, M., Arif, F., Gregersen, H., Bruusgaard, H., & Wallin, L. (2008). Effect of serotonin on small intestinal contractility in healthy volunteers. *Physiological research*, 57, 63–71.
- 31 Gellynck, E., Heyninck, K., Andressen, K., Haegeman, G., Levy, F., & Vanhoenacker, P., et. al. (2013). The serotonin 5-HT₇ receptors: two decades of research. *Experimental brain research*, 230, 2, 555–568.

T.N. Lyssakova¹, A.M. Nukzhanova¹, P.S. Dmitriev¹, Jan A. Wendt²

¹*M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan;*

²*Gdansk University, Poland*

(E-mail: makatova.95@mail.ru)

Bioindication method of soil research in the landfill of municipal solid waste in the North Kazakhstan region in 2016 and 2018

The methods of ecological assessment of soil condition in the territory of solid household waste landfills in the North Kazakhstan region are considered in the article. The priority method for studying soil quality in the North Kazakhstan region is the bioindication method. This method shows the state of the soil cover on the landfill site. Based on the results of soil biotesting, different levels of pollution are obtained in the territory of the North Kazakhstan region. This is due to the fact that unauthorized landfills have different years of formation and the garbage stored in landfills has a different composition. In the majority of settlements on landfills there are remains of animals, organic garbage, liquid wastes. During the experiment, the method of biological monitoring was used in the territory of solid domestic waste landfills in the North Kazakhstan region. Average soil contamination: Novoishimskoye of the district named after G. Musrepov; Ekaterinovka of Zhambyl district. There is no pollution: Lomonosovka of the district named after G. Musrepov; Chagli of Akkayin district; Svyatodukhovka of Zhambyl district; Rassvet of Kyzylzhar district; Bezlesnoye of Akkayin district; Novokamenka of Kyzylzhar district. Despite the long-term accumulation of solid domestic waste on individual soil samples, seeds of cress-lettuce sprouted even with sprouts with small deviations and slight deformations.

Keywords: solid household waste; landfill for household waste disposal; ecological monitoring; bioindicator biotesting.

Introduction

Anthropogenic changes in the biota of terrestrial ecosystems are determined not only by direct human impact, but also mainly by anthropogenic changes in environmental parameters: atmospheric air, soil, surface and groundwater. For the bioindication of terrestrial ecosystems, indicators of the state of higher plants, lichens, mosses, soil algae, bacteria, etc. are most often used. The correct choice of bioindicators plays an important role.

Bioindicators are biological objects (from cells and biological macromolecules to ecosystems and the biosphere) used to assess the state of the environment. When they want to emphasize that bioindicators may belong to different levels of the organization of a living person, they use the term «bio-indicator systems».

Biotesting methods are increasingly used to determine the levels of pollution of our environment: air, water, soil, industrial waste, materials, etc.

Cress-salad is a bioindicator plant. Cress-lettuce is an annual vegetable plant, which has an increased sensitivity to soil pollution by heavy metals, as well as to air pollution by gaseous emissions from motor vehicles. This bioindicator is distinguished by rapid germination of seeds and almost one hundred percent germination, which decreases markedly in the presence of pollutants.

In addition, the shoots and roots of this plant under the action of pollutants undergo noticeable morphological changes (growth retardation and curvature of the shoots, reduction of the length and weight of the roots, as well as the number and weight of seeds).

Cress-salad as a bioindicator is also convenient in that the effect of stressors can be studied simultaneously on a large number of plants with a small area of the workplace. Very short periods of the experiment are also attractive. Cress-lettuce seeds germinate on the third or fourth day, and most of the experimental questions can be answered within 10–15 days.

When conducting experiments with watercress, it should be borne in mind that the water-air regime and the fertility of the substrate have a great influence on the germination of seeds and the quality of the seedlings. In humified, well-aerated soil (black soil, upper horizon of gray forest soil), germination and quality of seedlings is always better than in heavy clay soil, which, due to low permeability to water and air, has a poor water-air regime. Therefore, as a substrate for control, one should take the soil of the same type as for the experiments.

Thus, the experiment with seedlings of watercress is one of the fastest, and the plant itself allows you to clearly judge the quality of the environment [1].

*Materials and research methods**Study area*

North Kazakhstan region — the area of the region is 97,993 km² and makes up 3.6 % of the territory of Kazakhstan with a population of about 572 thousand people. North-Kazakhstan region is located in the north of Kazakhstan, occupies the southern edge of the West-Siberian Plain and part of the Kazakh Hills (Sary-Arka). The climate of the region is sharply continental. The winter is cold and long, the summer is relatively hot, with a predominance of clear, often dry weather. The North Kazakhstan region is located within the forest-steppe and steppe zones.

On the territory of North Kazakhstan region there is one landfill for solid waste disposal.

The objects of analysis were soil samples collected in the territories adjacent to landfills of solid household waste of the North Kazakhstan region. A total of 7 samples were selected in various parts of the region. Soil samples were collected at landfills with a different composition and a different year of formation.

Representatives of the departments of natural resources and environmental management, energy and housing and communal services, the department of ecology in the North Kazakhstan region, with the participation of representatives of the district housing and communal services departments, optimize landfills in the North Kazakhstan region, conduct regular visits and inspection landfills in areas of the region.

At the end of 2015, there were 579 conditionally-organized landfills. The number of landfills in the North Kazakhstan region exceeds the number of landfills in other areas of the Republic of Kazakhstan [2].

Soils were selected in the summer period of 2016, 2018 from the surface horizon of 0–20 cm by an envelope method with a side of 1 m square. The selection and preparation of soils were carried out according to the requirements of State standart and soil analysis techniques for the components to be determined [3].

Studies were carried out according to the method proposed by A.I. Fedorova and A.N. Nikolskaya. Soil toxicity was assessed by biotesting according to the germination and growth of cress seed. According to the method, the assessment of substrates is carried out in the following variants:

- growing seeds of cress-lettuce on substrates, the pollution of which must be assessed (soil);
- watering the seedlings of an experimental plant with water taken from various sources.

Signs that were used for soil biotesting: seed germination.

For each selected soil sample, 3 samples were prepared at one landfill. As a result, mean values were selected. Depending on the results of the experiment, the substrates are assigned one of four levels of pollution:

1. There is no pollution. Seed germination reaches 90–100 %, seedlings are friendly, sprouts are strong, even. These signs are typical for the control, with which to compare prototypes.
2. Weak pollution. Germination 60–90 %. Seedlings are of almost normal length, strong, smooth.
3. Average pollution. Germination of 20–60 %. Sprouts compared with the control shorter and thinner. Some sprouts have deformities.
4. Heavy pollution. Seed germination is very weak (less than 20 %). Seedlings are small and ugly.

Before setting up an experiment on bioindication of pollution using watercress, a batch of seeds intended for experiments is checked for germination.

Germination is carried out at a temperature of 20–25 degrees. Germination of 90 to 95 % of seeds within 3 to 4 days is considered the norm. The percentage of germinated seeds of the number of sifted is called germination. Watering was performed with settled tap water.

After determining the germination of seeds, the experiment is started in the following sequence:

1. Petri dish filled to half of the investigated substrate. In another cup they put the same volume of a deliberately clean substrate that will serve as a control with respect to the material under study.
2. Substrates in all cups are moistened with the same amount of tap water until saturation prizes appear.
3. In each cup, 25 seeds of watercress are placed on the surface of the substrate. The distance between adjacent seeds is as much as possible.
4. Cover the seeds with the same substrates, pouring them almost to the edges of the cups and gently leveling the surface.
5. Moisturize the upper layers of substrates to lower moisture.
6. For 10–15 days, seed germination is observed, and the substrate moisture content is approximately the same.
7. The results of the observations recorded in the table.

Statistical processing of monitoring results. Biotesting indicators expressed as arithmetic mean values of the growth of test plants from the n-th number of definitions. The significance of the discrepancy between the mean values was assessed using Student's *t*-test for a confidence level of $P = 95\%$. This criterion was developed by William Gossett for assessing the quality of beer at Guinness. In connection with the obligations to the company on non-disclosure of commercial secrets, the Gosset article was published in 1908 in the journal «Biometrics» under the pseudonym «Student». Student's *t*-test is used to determine the statistical significance of differences in averages. It can be used both in cases of comparing independent samples (for example, a group of patients with diabetes mellitus and a group of healthy ones), and when comparing related sets (for example, the average pulse rate in the same patients before and after taking an antiarrhythmic drug). In the case of watercress, seedlings grown on soil samples were selected on the territory of landfills with seedlings that were grown in ecologically clean soil.

Results and discussion

1. Biological assessment of soil samples of the North-Kazakhstan region for the period of July-August 2016.

Soil sampling for the study was conducted in July 2016 at 7 points in the North Kazakhstan region:

1. Kiyaly, Akkayin district.
2. Bezlesnoye, Akkaiyn district.
3. Petrovka, Zhambyl district.
4. Svyatoduhovka, Zhambyl district.
5. Krasnaya Gorka, Kyzylzhar district.
6. Novoishimskoye, district named after G.Musrepov.
7. Druzhba, district named after G.Musrepov.

According to the results of the experiment, it was determined that the highest percentage of germination of cress-lettuce seeds is noted at the sampling points: Svyatoduhovka, Zhambyl district (96 %); Bezlesnoye, Akkayin district (92 %).

The smallest percentage of germination of cress-lettuce seeds is noted in the points: Novoishimskoye district named after G. Musrepov (56 %). The average indicator has the following locations: Kiyaly of Akkayin district; Petrovka of Zhambyl district.

During the study, the percentage germination of cress-lettuce seeds was calculated. Based on these data, the level of soil pollution was calculated. It has been determined that:

- contamination is absent at points: Svyatoduhovka, Zhambyl district; Bezlesnoye, Akkayin district;
- low pollution at points: Kiyaly, Akkayin district; Petrovka, Zhambyl district; Krasnaya Gorka, Kyzylzhar district; Druzhba, district named after G. Musrepov;
- average pollution at points: Novoishimskoye, district named after G. Musrepov.

The main natural resources of the region are the soils represented in arable land by 70 % black soil. The territory, despite the general flatness, is characterized by heterogeneity of soil formation conditions. The presence of highly developed meso and microrelief, the heterogeneity of the chemistry and lithology of the parent and underlying rocks cause differences in soil moisture and salt regime even in relatively small areas. Separate soil-forming processes are geographically severely narrowed, and often combined with each other. All this causes the extreme diversity and complexity of the soil cover.

2. Biological assessment of soil samples of the North-Kazakhstan region for the period June-September 2018.

Soil sampling for the study was conducted in June-August 2018 at 7 points in the North Kazakhstan region:

1. Kiyaly, Akkayin district.
2. Bezlesnoye, Akkaiyn district.
3. Petrovka, Zhambyl district.
4. Svyatoduhovka, Zhambyl district
5. Krasnaya Gorka, Kyzylzhar district
6. Novoishimskoye, district named after G.Musrepov
7. Druzhba, district named after G.Musrepov

According to the results of the experiment, it was determined that the highest percentage of germination of cress-lettuce seeds is noted at the sampling points: Svyatoduhovka, Zhambyl district (94 %); Bezlesnoye, Akkayin district (92 %).

The smallest percentage of germination of cress-lettuce seeds is noted in the points: Novoishimskoye, district named after G. Musrepova (67 %).

The average indicator has the following locations: Kiyaly of Akkayin district; Petrovka, Zhambyl district; Krasnaya Gorka, Kyzylzhar district, Druzhba, district named after G. Musrepov.

3. *Comparative characteristics of the biological assessment of soil samples of the North-Kazakhstan region for 2016, 2018.*

In 2016–2017, akimats of the districts carried out work to reduce the number of landfills. «On this issue, it is necessary to note a formal approach, since work in this direction has been going on for several years, and the number of completed landfills is not increasing», said the chief ecologist of the region, «Optimization was carried out according to the following criteria: unpromising villages, one waste disposal facility for several nearby settlements. According to the results of optimization, the total number of waste disposal facilities is 472, land plots are decorated for 235».

When studying the quality of the soil in the landfill site for two years, no dramatic changes have occurred, since nature has been spending more than one hundred years to restore one centimeter of the fertile soil layer (Fig. 1).

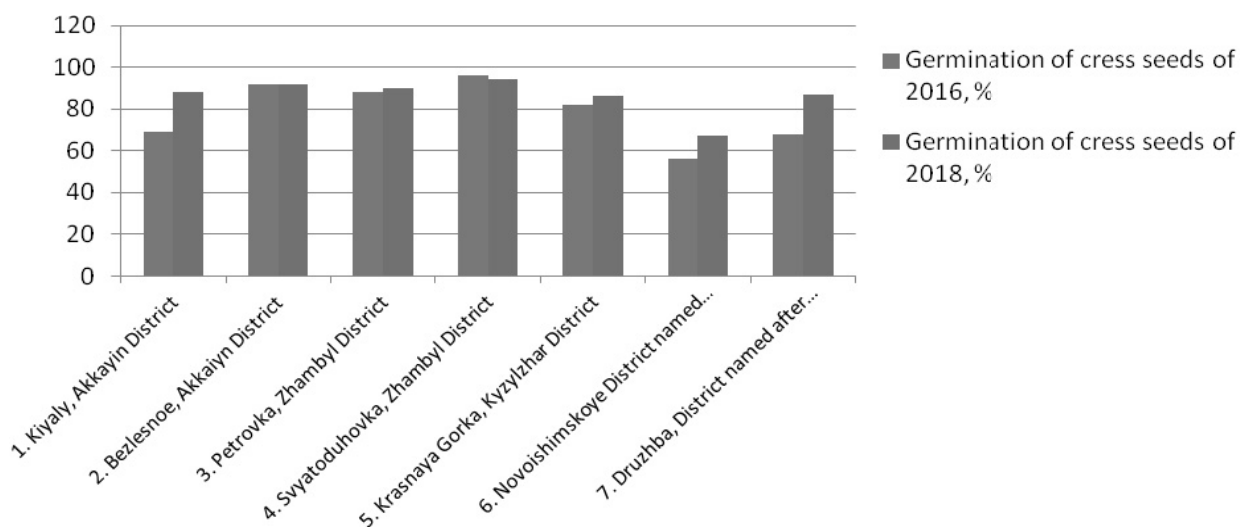


Figure 1. Germination of watercress seeds for 2016, 2018

4. *Statistical processing of monitoring results.*

In biomedical research, it is sufficient to have a t value equal to or greater than 2, then the identified differences are not accidental, reliable, statistically confirmed (with a probability of more than 95 %). If the value of the criterion is less than 2, then the difference is not proven, is random, not statistically confirmed (probability less than 95 %).

In 7 shoots of watercress for 2018, the average length of M_1 was 6.64 cm ($m_1 = \pm 0.17$ cm). In the control group (7 shoots in 2016), these figures were: $M_2 = 6.12$ cm, $m_2 = \pm 0.13$ cm.

The difference in the average number of shoots 2018 length and the control group in 2016 was quite convincing (Fig. 2).

$$t = \frac{6.64 - 6.12}{\sqrt{0.17^2 + 0.13^2}} = \frac{0.52}{\sqrt{0.0458}} = \frac{0.52}{0.21} = 2.5$$

Figure 2. Calculations of the confidence factor

Conclusion

Soil is the bio-axial formation of the biosphere, the result of the interaction between the atmosphere, hydrosphere, lithosphere and living organisms. Chemical, physical and biological processes constantly and simultaneously take place in the soil.

The principle of biological soil diagnostics is based on the idea that soil as a habitat constitutes a single system with populations of different organisms inhabiting it. Depending on the combination of natural factors that determine the soil-forming process, different soils differ in the composition of their biota, the direction of biochemical transformations and the content of those chemical components that are products of these transformations or their agents.

The strengthening of the anthropogenic press has led to the need to develop methods that can detect the anthropogenically caused degradation of natural ecosystems in time, establish long-term trends and the buffering capacity of biological systems in relation to diverse and mostly concurrent disturbing factors. The active use of biological methods for diagnosing anthropogenic disturbances is currently associated primarily with the rapid response of organisms to any deviations in the environment from the norm. In addition, such a reaction makes it possible to evaluate the anthropogenic impact in terms that have a biological meaning and often those that can be transferred to humans [4].

References

- 1 Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. — М.: ВЛАДОС, 2003. — С. 149–165.
- 2 Программа модернизации системы управления твердыми бытовыми отходами Северо-Казахстанской области на 2015–2030 годы. — Петропавловск, 2015. — 59 с.
- 3 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 17.4.3.01-83. — М.: Стандартинформ, 2008. — 6 с.
- 4 Вайнерт Э. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Э. Вайнерт, Р. Вальтер, Т. Ветцель и др.; под ред. Р. Шуберга. — М.: Мир, 1988. — 348 с.

Т.Н. Лысакова, А.М. Нукжанова, П.С. Дмитриев, Ян А. Вендт

2016, 2018 жылдарында Солтүстік Қазақстан облысында қатты тұрмыстық қалдықтар аумағындағы топырақтарды зерттеу әдістері ретіндегі биоиндикация

Мақалада Солтүстік Қазақстан облысының қатты тұрмыстық қалдықтар полигондарының аумағында топырақтың жай-күйін экологиялық бағалау әдістері қарастырылған. Солтүстік Қазақстан облысында топырақ сапасын зерттеудің басымдықты әдісі полигондағы топырақ жамылғысының жай-күйін анық көрсететін биоиндикация әдісі болып табылады. Биотестілеу нәтижесінде Солтүстік Қазақстан облысында полигондар аумағында топырақтың әртүрлі ластану деңгейі анықталды. Бұл санкцияланбаған полигондардың әртүрлі жылдары болғандығына және әртүрлі құрамға ие болуына байланысты. Қатты тұрмыстық қалдықтардың полигондарында жануарлардың қалдықтары, органикалық қоқыс, сұйық қалдықтар бар. Солтүстік Қазақстан облысында қатты тұрмыстық қалдықтар полигондарының аумағында топырақтың жай-күйін зерделеу кезінде биологиялық мониторинг әдісі пайдаланылды. Топырақтың орташа ластануы нүктелерде байқалады: Ғ.Мүсірепов ауданының Новоошимское ауылы; Жамбыл ауданының Екатериновка ауылы. Келесіде ауылдарда ластану жоқ: Ғ.Мүсірепов ауданының Ломоносовка ауылы; Жамбыл ауданының Шағлы ауылы; Қызылжар ауданының Святодуховка ауылы; Қызылжар ауданының Рассвет ауылы; Аққайың ауданының Безлесное ауылы; Қызылжар ауданының Новокаменка ауылы. Іріктелген топырақ үлгілері бойынша аз ауытқулармен және сәл деформациялармен бірге өсімдік тұқымдары өсіретін тұқымдар өсіп шықты.

Кілт сөздер: қатты тұрмыстық қалдықтар, тұрмыстық қалдықтарды көму полигоны, экологиялық мониторинг, биоиндикатор, биотестілеу.

Т.Н. Лысакова, А.М. Нукжанова, П.С. Дмитриев, Ян А. Вендт

Биоиндикационный метод исследования почв на территории свалок твердых бытовых отходов Северо-Казахстанской области в период 2016 и 2018 годов

В статье рассмотрены методы экологической оценки состояния почв на территории свалок твердых бытовых отходов Северо-Казахстанской области. Приоритетным методом исследования качества почв

в Северо-Казахстанской области является биоиндикационный метод, который наглядно показывает состояние почвенного покрова на территории свалок. В результате биотестирования почвам на территории свалок Северо-Казахстанской области присуждены различные уровни загрязнения. Это обусловлено тем, что несанкционированные свалки имеют различные годы образования и мусор, складированный на свалках, имеет различный состав. В большинстве населенных пунктов на свалках, предназначенных для твердых бытовых отходов, встречаются останки животных, органический мусор, жидкие отходы. При исследовании состояния почв на территории свалок твердых бытовых отходов Северо-Казахстанской области использовался метод биологического мониторинга. Среднее загрязнение почвы отмечено в точках: с. Новошимское, район им. Г.Мусрепова; с. Екатериновка, Жамбылский район, загрязнение отсутствует в точках: с. Ломоносовка, район им. Г.Мусрепова; с. Чаглы, Аккайынский район; с. Святодуховка, Жамбылский район; с. Рассвет, Кызылжарский район; с. Безлесное, Аккайынский район; с. Новокаменка, Кызылжарский район. Несмотря на длительное скопление твердых бытовых отходов на отобранных почвенных образцах семена кресс-салата проросли ровными проростками с небольшими отклонениями и незначительными уродствами.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, полигон размещения бытовых отходов, экологический мониторинг, биоиндикатор, биотестирование.

References

- 1 Fedorova, A.I., & Nikolskaya, A.N. (2003). *Praktikum po ekologii i okhrane okruzhaiushchei sredy [Workshop on ecology and environmental protection]*. Moscow: VLADOS [in Russian].
- 2 *Prohramma modernizatsii sistemy upravleniia tverdymi bytovymi otkhodami Severo-Kazakhstanskoi oblasti na 2015–2030 hody [The program of modernization of the municipal solid waste management system of the North Kazakhstan region for 2015–2030]*. (2015). Petropavlovsk [in Russian].
- 3 *Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniia k otboru prob [Protection of Nature. Soils. General Sampling Requirements]*. (2008). HOST 17.4.3.01–83. Moscow: Standartinform [in Russian].
- 4 Vaynert, E., Valter, R., & Vetsel, T. et al. (1988). *Bioindikatsiia zahriaznenii nazemnykh ekosistem [Bioindication of pollution of terrestrial ecosystems]*. R. Shubert (Ed.). Moscow: Mir [in Russian].

Д.А. Тагаев, А.Т. Жапарова

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: dat82@mail.ru)*

Изменчивость пластических признаков сибирского пескаря (*Gobio sibiricus* Nikolskii, 1936) из р. Каркаралы (Центральный Казахстан)

Систематика представителей рода *Gobio* в свете последних исследований претерпевает значительные изменения, описываются новые формы и ранее не замеченные филогенетические линии. Таксономический статус пескарей, населяющих водоемы Центрального Казахстана, остается предметом обсуждений. Предыдущие сведения по морфологической изменчивости, основанные на материале из бассейна реки Нуры, все еще недостаточны для проведения полноценной ревизии систематического статуса. Необходимы качественные данные, основанные на современном материале. Данная статья посвящена изучению вариабельности пластических признаков сибирского пескаря из р. Каркаралы (Центральный Казахстан). Приведены результаты статистической обработки 30 измерений тела и дано их описание. Произведен сравнительный анализ с использованием литературных данных по пескарям бассейна р. Нуры и показаны отличия по 7 признакам. Выявленные отличия могут быть объяснены влиянием аллометрии и полового диморфизма либо различным способом измерения исследуемых рыб. Подтверждены характерные черты формы пескаря из Центрального Казахстана — высокий хвостовой стебель и длина рыла, превышающая заглазничное расстояние. Указана необходимость последующих расширенных исследований и использования единой системы изучения признаков. Данная статья призвана пополнить имеющиеся сведения о морфологической изменчивости пескарей из казахстанских водоемов.

Ключевые слова: *Gobio sibiricus*, Cyprinidae, сибирский пескарь, пластические признаки, морфометрия.

Введение

Систематика и филогенетические отношения пескарей рода *Gobio* (Cyprinidae) являются объектами современных исследований с использованием как морфологических, так и молекулярно-генетических методов [1–5]. Исследователи все еще продолжают пересматривать таксономический статус описанных видов и подвидов пескарей на обширном пространстве Северной Евразии. Систематическое положение и морфологическая изменчивость пескарей рода *Gobio* (Cyprinidae) из водоемов Казахстана также слабо изучены. Это относится и к форме из рек Центрального Казахстана, систематический статус которой неоднократно обсуждался [6–10].

Берг [6, 8, 11] относил пескарей из р. Нура в Центральном Казахстане к туркестанскому подвиду обыкновенного пескаря *G. gobio lepidolaemus*, отметив, что они имеют признаки как *G. gobio lepidolaemus*, так и *G. gobio gobio*. Никольский [7] отнес пескарей из этой реки к описанному им подвиду *G. gobio sibiricus* и указал его отличия — короткий хвостовой стебель и удлиненное рыло. Меньшиков [12] считал, что к этому подвиду также относятся пескари из бассейна Иртыша и Оби.

Впоследствии Берг [8] синонимизировал *G. gobio sibiricus* с подвидом *G. gobio cynocephalus*, но, в то же время, для пескарей из р. Нуры он привел прежнее название *G. gobio lepidolaemus*. Согласно сводке «Рыбы Казахстана» [13], бассейн Иртыша и изолированные системы — реки Нура, Оленты, Шидерты и др., — населяет сибирский пескарь *G. gobio cynocephalus*.

Согласно Bănărescu и Nalbant [9], пескари из р. Нура в Центральном Казахстане относятся к *G. gobio sibiricus*, однако имеют также признаки и *G. gobio lepidolaemus*.

Последние исследования указывают на то, что ареал обыкновенного пескаря *G. gobio* ограничен европейскими водоемами, а сибирский пескарь рассматривается в качестве самостоятельного вида [2, 4, 10, 14]. Обособленность *G. cynocephalus* из Дальнего Востока (бассейн р. Амур) была подтверждена молекулярно-генетическим исследованием [4]. Причем, Kottelat [10] считает, что в р. Нура в Центральном Казахстане, в бассейне Енисея и Оби (кроме р. Иртыш), а также в р. Селенга на территории Монголии обитает отдельный вид *G. sibiricus*.

Таким образом, статус пескарей, населяющих водоемы Центрального и Северо-Восточного Казахстана, остается дискуссионным, в том числе в связи с недостатком качественных сведений по их морфологической изменчивости. Прежние данные приводятся лишь по пескарям из р. Нура [7, 13], а также ее притока Шерубай-Нура в Центральном Казахстане [15].

Целью данной работы было выяснение изменчивости пластических признаков пескаря из р. Каркаралы (Центральный Казахстан). Статья призвана обогатить сведения о пескарях из водоемов Казахстана.

Материал и методы исследования

Рыбы были пойманы 26.05.2015 г. в верхнем течении р. Каркаралы (Центральный Казахстан) (координаты: 49,4172°N / 75,4576°E). Для поимки использованы сетки-ловушки и небольшие сачки. Выловленные особи были зафиксированы в растворе формальдегида (4 %). Для анализа выбрано 22 особи с абсолютной длиной тела (TL) 106–130 мм. Выборка была представлена как самками (n=9), так и самцами (n=13). Все самки были икрающими и имели умеренно выпуклое брюхо. Для промеров использовался электронный штангенциркуль с точностью 0,1 мм. Все измерения производились по прямой линии непосредственно между двумя пунктами. Схема измерений представлена на рисунке 1.

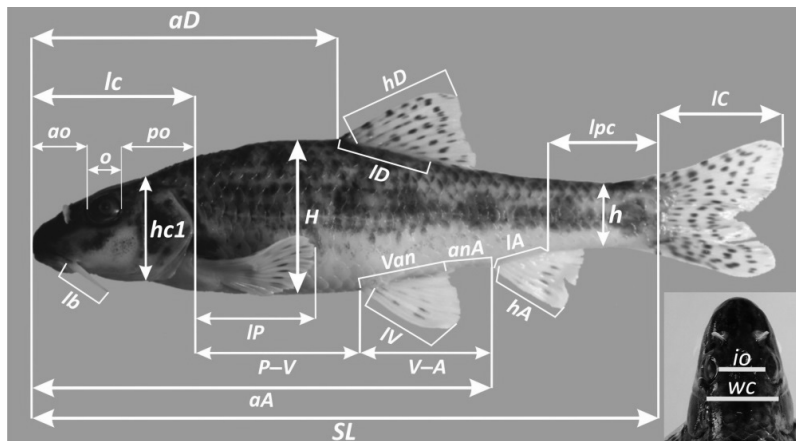


Рисунок 1. Схема промеров пластических признаков (расшифровка обозначений будет приведена в таблице 3)

Стандартная длина (SL) измерялась от конца рыла до места прикрепления срединных лучей хвостового плавника к *hypuralia*. Промер наибольшей толщины тела производили по линии промера наибольшей высоты тела (H). Ширину головы измеряли по линии заднего конца *preoperculum*.

Статистическую обработку данных производили с помощью программы *Microsoft Excel 2010*. Были вычислены средняя арифметическая (M), ошибка репрезентативности (m), среднее квадратичное отклонение (SD), коэффициент вариации (CV), минимальное и максимальное значения признака (lim).

Результаты и обсуждение

Самцы и самки имели, в среднем, одинаковую длину тела. Различия в средних значениях обнаружены по нескольким признакам (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Сравнение пластических признаков самцов и самок сибирского пескаря из р. Каркаралы
(расшифровка обозначений в тексте)

Признак	Самцы, n=9		Самки, n=6	
	lim	M ± m	lim	M ± m
1	2	3	4	5
TL	11,4–13,0	12,1 ± 0,12	11,4–12,4	12,0 ± 0,08
SL	9,5–10,8	10,1 ± 0,10	9,5–10,3	10,0 ± 0,06
в % от длины тела (SL)				
aA	70,1–73,5	71,6 ± 0,27	71,8–74,3	73,3 ± 0,21
aV	48,6–53,1	50,4 ± 0,34	52,4–54,5	53,2 ± 0,21
P-V	24,3–26,8	25,4 ± 0,15	26,2–29,0	27,7 ± 0,25
Van	11,9–15,5	14,0 ± 0,22	13,1–16,0	14,9 ± 0,28
anA	6,9–9,2	8,0 ± 0,18	5,1–8,4	6,4 ± 0,26
H	20,6–24,3	22,7 ± 0,31	23,2–25,7	24,4 ± 0,22

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>B</i>	16,7–18,8	17,5 ± 0,18	19,8–21,8	20,7 ± 0,16
<i>IP</i>	17,5–21,4	20,0 ± 0,24	17,8–19,8	18,5 ± 0,16
в % от длины головы (<i>lc</i>)				
<i>hc1</i>	60,7–66,7	63,9 ± 0,47	57,7–65,4	62,5 ± 0,66
<i>wc</i>	62,5–68,0	65,2 ± 0,45	64,3–70,4	67,5 ± 0,62
<i>po</i>	40,0–46,2	42,0 ± 0,49	38,5–42,9	40,0 ± 0,40
<i>lb</i>	25,0–28,8	26,9 ± 0,32	28,8–31,5	30,6 ± 0,24

У самок заметно больше антеанальное (*aA*), антевентральное (*aV*) и пектовентральное (*P-V*) расстояния, наибольшая высота (*H*) и толщина тела (*B*), ширина головы (*wc*) и длина усика (*lb*), а также чуть больше расстояние от оснований брюшных плавников до анального отверстия (*Van*). У самцов длиннее грудные плавники (*IP*), больше заглазничное расстояние (*po*), высота головы у затылка (*hc1*) и расстояние от анального отверстия до основания анального плавника (*anaA*).

Большая часть отличий у самок была обусловлена наличием у них созревающей икры. За исключением этого фактора, половой диморфизм может быть не столь значителен. Поскольку ранее у пескарей из Центрального Казахстана половой диморфизм не был обнаружен [7, 13], а также ввиду небольшого размера нашей выборки, мы решили не разделять самцов и самок в дальнейшем анализе. Данные измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Пластические признаки сибирского пескаря из р. Каркаралы (n=22)

Признак	<i>lim</i>	<i>M ± m</i>	<i>SD</i>	<i>CV (%)</i>
Абсолютная длина тела (<i>TL</i>)	10,6–13,0	11,9 ± 0,13	0,59	4,96
Стандартная длина тела (<i>SL</i>)	8,9–10,8	9,93 ± 0,10	0,47	4,72
в % от длины тела (<i>SL</i>)				
Антедорсальное расстояние (<i>aD</i>)	47,4–51,7	50,2 ± 0,24	1,06	2,11
Антеанальное расстояние (<i>aA</i>)	70,1–75,3	72,1 ± 0,32	1,45	2,01
Антевентральное расстояние (<i>aV</i>)	48,4–54,5	51,5 ± 0,42	1,90	3,68
Пектовентральное расстояние (<i>P-V</i>)	24,3–29,0	26,3 ± 0,28	1,26	4,77
Вентроанальное расстояние (<i>V-A</i>)	18,8–23,0	21,3 ± 0,22	0,99	4,62
Расстояние от оснований <i>V</i> до анального отверстия (<i>Van</i>)	11,9–16,3	14,6 ± 0,25	1,13	7,77
Расстояние от анального отверстия до основания <i>A</i> (<i>anaA</i>)	5,00–9,2	7,2 ± 0,27	1,22	17,00
Наибольшая высота тела (<i>H</i>)	20,6–25,7	22,9 ± 0,33	1,50	6,53
Наименьшая высота тела (<i>h</i>)	9,4–10,9	10,1 ± 0,10	0,45	4,40
Наибольшая толщина тела (<i>B</i>)	16,1–21,8	18,5 ± 0,41	1,81	9,81
Длина хвостового стебля (<i>lpc</i>)	16,8–20,4	18,8 ± 0,22	1,00	5,33
Толщина хвостового стебля (<i>wpc</i>)	7,5–9,3	8,4 ± 0,12	0,55	6,52
Длина грудных плавников (<i>IP</i>)	17,5–22,5	19,7 ± 0,27	1,20	6,11
Длина брюшных плавников (<i>IV</i>)	14,7–18,0	15,9 ± 0,18	0,81	5,09
Высота спинного плавника (<i>hD</i>)	17,9–21,2	19,4 ± 0,20	0,91	4,68
Длина основания спинного плавника (<i>ID</i>)	11,9–14,9	13,5 ± 0,15	0,68	5,06
Высота анального плавника (<i>hA</i>)	13,1–16,2	15,1 ± 0,14	0,64	4,24
Длина основания анального плавника (<i>lA</i>)	7,4–9,3	8,4 ± 0,12	0,52	6,24
Длина хвостового плавника (<i>lC</i>)	18,0–20,8	19,7 ± 0,15	0,67	3,40
Длина головы (<i>lc</i>)	24,5–27,7	26,2 ± 0,19	0,86	3,29
в % от длины головы (<i>lc</i>)				
Высота головы у затылка (<i>hc1</i>)	57,7–70,4	63,4 ± 0,62	2,79	4,40
Высота головы через середину глаза (<i>hc2</i>)	45,8–57,7	52,9 ± 0,68	3,05	5,76
Межглазничное расстояние (<i>io</i>)	28,0–34,8	31,7 ± 0,41	1,81	5,72
Ширина головы (<i>wc</i>)	58,3–70,4	65,3 ± 0,64	2,86	4,37
Длина рыла (<i>ao</i>)	40,0–46,4	43,5 ± 0,37	1,64	3,77
Заглазничное расстояние (<i>po</i>)	38,5–46,2	41,1 ± 0,45	2,03	4,94
Диаметр глаза (<i>o</i>)	16,2–20,8	18,4 ± 0,24	1,09	5,93
Длина усика (<i>lb</i>)	19,2–31,7	27,2 ± 0,76	3,41	12,55

Наибольшая высота тела в среднем составляет 22.9 % *SL* и превышает ее толщину в этом месте, а также больше длины хвостового стебля. Длина хвостового стебля в среднем 18.8 % *SL*, значительно превышает его толщину. Наименьшая высота тела немного превышает толщину хвостового стебля.

Высота спинного плавника больше длины его основания. Высота анального плавника также значительно превышает длину его основания. Длина грудных плавников занимает 63–87 % расстояния *P–V*. Брюшные плавники достигают анального отверстия и занимают 67–88 % расстояния *V–A*.

Длина головы превышает наибольшую высоту тела и длину хвостового стебля и в среднем составляет 26.2 % *SL*. Высота головы у затылка составляет больше половины ее длины (в среднем 63,4 %) и чуть меньше ширины головы.

В таблице 3 представлено сравнение пластических признаков анализируемых пескарей из р. Каркаралы с литературными данными по пескарям р. Нура и ее притока — р. Шерубай-Нура [7, 13, 15].

Т а б л и ц а 3

Пластические признаки сибирского пескаря из р. Каркаралы в сравнении с литературными данными

Признак	р. Нура. n=38 (Никольский, 1936) [7]	р. Нура. n=8 (Митрофанов, 1988) [13]	р. Шерубай-Нура. n=23 (Беккожаева, Мамилов, 2013) [15]	р. Каркаралы. n=22 (наши данные)
<i>aD</i>	46,26 ± 0,26	48,52 ± 0,24	51,24 ± 1,21	50,2 ± 0,24
<i>aA</i>	–	–	72,53 ± 1,86	72,1 ± 0,32
<i>aV</i>	–	–	51,38 ± 1,57	51,5 ± 0,42
<i>P–V</i>	–	21,32 ± 0,22	24,22 ± 1,46	26,3 ± 0,28
<i>V–A</i>	–	17,32 ± 0,34	21,35 ± 1,05	21,3 ± 0,22
<i>H</i>	18,24 ± 0,23	20,18 ± 0,38	20,71 ± 0,88	22,9 ± 0,33
<i>h</i>	8,87 ± 0,12	9,38 ± 0,12	8,96 ± 0,44	10,1 ± 0,10
<i>lpc</i>	21,61 ± 0,18	–	20,02 ± 0,86	18,8 ± 0,22
<i>lP</i>	–	18,65 ± 0,29	22,09 ± 1,92	19,7 ± 0,27
<i>lV</i>	–	15,55 ± 0,12	17,38 ± 0,91	15,9 ± 0,18
<i>hD</i>	–	21,78 ± 0,21	24,25 ± 0,96	19,4 ± 0,20
<i>lD</i>	–	13,12 ± 0,29	15,12 ± 0,86	13,5 ± 0,15
<i>hA</i>	–	17,38 ± 0,23	19,01 ± 0,99	15,1 ± 0,14
<i>lA</i>	–	9,38 ± 0,23	9,01 ± 0,99	8,4 ± 0,12
<i>lC</i>	–	–	26,22 ± 1,83	19,7 ± 0,15
<i>lc</i>	24,32 ± 0,17	27,58 ± 0,22	29,20 ± 1,06	26,2 ± 0,19
<i>hc1</i>	14,77 ± 0,16	15,45 ± 0,14	16,35 ± 0,56	16,6 ± 0,16
<i>io</i>	–	–	8,49 ± 0,37	8,3 ± 0,12
<i>ao</i>	10,61 ± 0,14	–	12,07 ± 0,73	11,4 ± 0,12
<i>po</i>	9,71 ± 0,12	–	12,33 ± 0,61	10,8 ± 0,13
<i>o</i>	–	–	5,51 ± 0,36	4,8 ± 0,06
<i>lb</i>	7,4 ± 0,16	8,18 ± 0,21	8,80 ± 0,84	7,1 ± 0,21

В связи с тем, что часть измерений отсутствует у Никольского [7], а также, ввиду малого размера выборки у Митрофанова [13], мы не будем рассматривать приведенные авторами данные в отношении пектоцентрального и вентроанального расстояний, а также длины и высоты плавников. Из оставшихся признаков, у пескарей р. Каркаралы в среднем больше антедорсальное расстояние, наибольшая и наименьшая высота тела, немного больше высота головы у затылка и меньше длина хвостового стебля.

В сравнении с данными по р. Шерубай-Нура [15] у пескарей из р. Каркаралы значительно больше наибольшая высота тела, чуть больше пектоцентрального расстояния, меньше длина хвостового стебля, длина грудных, брюшных и хвостового плавников, высота спинного и анального плавников, заглазничное расстояние, диаметр глаза и длина усика. Такие признаки, как наибольшая высота тела, длина и высота плавников могут быть подвержены половому диморфизму. Аллометрия может влиять на такие промеры, как длина головы, длина и высота хвостового стебля. К сожалению, информация о размере и времени сбора пескарей из р. Шерубай-Нура не приведена и, кроме того, указанные в таблице колебания ошибки средних значений признаков (*m*) [15] достаточно велики, что может свидетельствовать о разнородном материале из данной реки.

Таксономическое положение пескарей Центрального Казахстана неясно. Форму из р. Нуры относили как к туркестанскому подвиду *G. gobio lepidolaemus* [6,8,11], так и подвиду *G. gobio sibiricus* [7, 9], либо к *G. gobio synocephalus* [13]. Неоднократно отмечалось, что пескари из этой реки занимают промежуточное положение между *G. gobio lepidolaemus* и европейскими (либо сибирскими) пескарями. В качестве отличительного пластического признака был указан короткий хвостовой стебель, который, согласно Бергу [8], у туркестанского пескаря превышает наименьшую высоту тела в 1,8–2,2 раза. У пескарей из р. Каркаралы длина хвостового стебля превышает наименьшую высоту тела в 1,6–2,1 раз, что, действительно, сближает их с туркестанским пескарем.

В то же время среднее значение длины хвостового стебля (*lpc* 18,8 % *SL*) у каркаралинских пескарей заметно меньше средних значений, указываемых для туркестанского пескаря (20–23 %) [13, 16], а также для пескарей бассейна р. Нуры [7, 15]. Возможно, это связано с различающимся способом измерения рыб, который, в нашем случае, производился по прямой линии, начиная от последнего луча анального плавника, до места прикрепления срединных лучей хвостового плавника к гипуралиям (а не до конца чешуйного покрова).

Другой отличительный признак, указываемый для *G. gobio sibiricus* — длина рыла, превышающая длину заглазничного расстояния [7, 8], что характерно также для пескарей из р. Каркаралы.

Наши данные подтверждают характерные особенности формы пескаря из Центрального Казахстана. Длина рыла сближает ее с сибирской формой (*G. synocephalus*, либо *G. sibiricus*), а длина хвостового стебля — с *G. lepidolaemus*. Очевидно, что для принятия таксономических решений необходимо учитывать комплекс характерных признаков, что подтверждается в случае разграничения европейских видов пескарей [2, 17]. В связи с этим необходим более многочисленный современный сравнительный материал, а также использование стандартизированных методов исследования.

Заключение

В результате анализа 30 пластических признаков сибирского пескаря из р. Каркаралы представлена их вариабельность. Выявлены различия в средних значениях 12 признаков между самцами и самками, что, возможно, обусловлено сезонными изменениями. Произведено сравнение с литературными данными по пескарям р. Нура и ее притока — р. Шерубай-Нура и выявлены различия по 7 признакам. Большая часть выявленных отличий может быть обусловлена влиянием аллометрии и полового диморфизма, а также связана с различным способом измерения анализируемых рыб. Подтверждены отличительные признаки формы пескаря из Центрального Казахстана — длина рыла, превышающая заглазничное расстояние и высокий хвостовой стебель. В выяснении таксономического статуса формы пескаря из водоемов Центрального Казахстана помогут новые исследования, основанные на стандартизированных методах и свежесобранном материале из различных популяций.

Список литературы

- 1 Doadrio I. A new species of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Iberian Peninsula and southwestern France / I. Doadrio, M.J. Madeira // *Graellsia*. — 2004. — Vol. 60. — P. 107–116.
- 2 Kottelat M. The genus *Gobio* in France, with redescription of *G. gobio* and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae) / M. Kottelat, H. Persat // *Cybium*. — 2005. — Vol. 29, No. 3. — P. 211–234.
- 3 Yang J. The phylogenetic relationships of the Gobioninae (Teleostei: Cyprinidae) inferred from mitochondrial cytochrome b gene sequences / J. Yang, S. He, J. Freyhof, K. Witte, H. Liu // *Hydrobiologia*. — 2006. — Vol. 553. — P. 255–266.
- 4 Mendel J. Molecular phylogeny of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Teleostei: Cyprinidae) and its contribution to taxonomy / J. Mendel, S. Lusk, E.D. Vasil'eva, V.P. Vasil'ev, V. Lusková, F.G. Ekmekci et al. // *Mol. Phylo. Evol.* — 2008. — Vol. 47. — P. 1061–1075.
- 5 Nowak M. Morphology of the common gudgeon, *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) sensu lato, from the Vistula River drainage in the context of recent literature data (Teleostei: Cyprinidae) / M. Nowak, W. Popek, E. Drag-Kozak, P. Epler // *Archives of Polish Fisheries*. — 2008. — No. 16. — P. 37–48.
- 6 Берг Л.С. Фауна России и сопредельных стран. Рыбы (Marsipobranchii и Pisces). — Т. III. Ostariophysii / Л.С. Берг. — Петроград: Типогр. Имп. акад. наук, 1914. — С. 337–846.
- 7 Никольский Г.В. Материалы к познанию географической изменчивости пескарей *Gobio gobio* (L.) Северо-восточного Казахстана и Западной Сибири / Г.В. Никольский // *Тр. Зоол. ин-та АН СССР*. — 1936. — Т. III. — С. 457–473.
- 8 Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2. / Л.С. Берг. — М.; Л.: Наука, 1949. — 456 с.
- 9 Bănărescu P. Pisces, Teleostei: Cyprinidae (Gobioninae) / P. Bănărescu, T. Nalbant // *Das Tierreich*. — 1973. — Vol. 93. — 304 p.
- 10 Kottelat M. Fishes of Mongolia: a check-list of the fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature / M. Kottelat. — The World Bank, Washington, 2006. — 103 p.

- 11 Берг Л.С. Рыбы Туркестана / Л.С. Берг. — СПб.: Типогр. Исидора Гольдберга, 1905. — 262 с.
- 12 Меньшиков М.И. Об ихтиофауне озера Марка-Куль / М.И. Меньшиков // Уч. зап. Пермского ун-та. — 1938. — Т. 3, Вып. 2. — С. 119–141.
- 13 Митрофанов В.П. Род *Gobio* Cuvier, 1817 — пескарь / В.П. Митрофанов // Рыбы Казахстана. Т. 3 / под ред. В.П. Митрофанова, Г.М. Дукравец, А.Ф. Сидоровой и др. — Алма-Ата: Наука, 1988. — С. 5–23.
- 14 Богуцкая Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека. — М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2004. — 389 с.
- 15 Беккожаева Д.К. Морфобиологическая характеристика и современное состояние сибирского пескаря *Gobio gobio synocephalus* Dybowski, 1869 из реки Шерубай-Нура / Д.К. Беккожаева, Н.Ш. Мамилов // Вестн. КазНУ. Сер. Экологическая. — 2015. — № 2/2 (44). — С. 494–498.
- 16 Беккожаева Д.К. Морфобиологическая характеристика туркестанского пескаря *Gobio gobio lepidolaemus* Kessler, 1872 из р. Талас / Д.К. Беккожаева // Вестн. КазНУ. Сер. Экологическая. — 2014. — № 3 (42). — С. 74–78.
- 17 Kottelat M. Handbook of European freshwater fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. — Publications Kottelat, Cornol, Berlin, 2007. — 646 p.

Д.А. Тағаев, Ә.Т. Жапарова

Қарқаралы өзеніндегі (Орталық Қазақстан) сiбiр теңге балығының (*Gobio sibiricus* Nikolskii, 1936) пластикалық белгiлерiнiң өзгерiштiгi

Соңғы зерттеулер аясында *Gobio* өкiлдерiнiң жүйелiгi елеулi өзгерiстерге ұшырайды, жаңа формалар мен бұрын байқалмаған филогенетикалық сызықтар сипатталады. Орталық Қазақстанның су нысандарында мекендейтiн теңге балықтың таксономикалық жағдайы талқыланатын мәселе болып қала бередi. Нұра өзенiнiң бассейнiндегi материалға негiзделген морфологиялық өзгермелiлiгi бойынша бұрынғы деректер әлi күнге дейiн жүйелi мәртебенiң толығымен қайта қаралуын жүргiзуге жеткiлiксiз. Заманауи материалға негiзделген сапалы деректер қажет. Бұл мақала Қарқаралы өзенiндегi (Орталық Қазақстан) сiбiр теңге балығының реңктiк пластикалық белгiлерiнiң өзгерiштiгiн зерттеуге арналған. Бұнда 30 дана балықтың дене өлшеменi статистикалық өңдеу және оларға сипаттама берiлдi. Әдебиет деректерiн қолдана отырып, статистикалық талдау өткiзiлдi, Нұра өзенiнiң теңге балықтары бойынша 7 ерекшелiк айырмашылықтары көрсетiлген. Айқындалған айырмашылықтарды аллометрия мен жыныстық диморфизмнiң әсерi немесе зерттелген балықты өлшеудiң басқа әдiсi арқылы түсiндiруге болады. Орталық Қазақстаннан алынған теңге балықтың пішініне тән ерекшелiктер расталды — құйрықтың ұзын сабақшасы мен тұмсықтың ұзындығы, көзден кейiнгi кашықтық артықтау болып келген. Әрi қарай кеңейтiлген зерттеулер жүргiзу және белгiлердi зерделеудiң бiрыңғай жүйесiн пайдалану қажеттiлiгi көрсетiлдi. Бұл мақала қазақстандық су объектiлерiндегi теңге балықтың морфологиялық өзгерiштiгi туралы қолда бар ақпаратты толықтыруға арналған.

Кiлт сөздер: *Gobio sibiricus*, Cyprinidae, сiбiр теңге балығы, пластикалық белгiлер, морфометрия.

D.A. Tagayev, A.T. Zhaparova

Variability of plastic features of Siberian gudgeon (*Gobio sibiricus* Nikolskii, 1936) from the Karkaraly River (Central Kazakhstan)

The systematics of representatives of the genus *Gobio* has significantly changed in the light of recent studies, new forms and earlier unrevealed phylogenetic lines are described. The taxonomic status of gudgeons inhabiting the rivers of Central Kazakhstan remains a subject of discussion. Previous data on morphological variability, based on the material from the Nura River basin, are still insufficient to make a taxonomic revision. Qualitative data based on contemporary material are required. The present study examines the variability of plastic features of the Siberian gudgeon from the Karkaraly River (Central Kazakhstan). The statistical data of 30 body measurements and their description are given. A comparative analysis was performed using literature data on gudgeons from the Nura River basin and the differences in 7 features have been revealed. The revealed differences can be explained by the influence of allometry and sexual dimorphism, or by a different way of measuring the studied fishes. The characteristic features of the gudgeon from Central Kazakhstan are confirmed — a high caudal peduncle and the snout length exceeding the postorbital distance. The need for further extended research and the use of a unified research method is pointed out. This article is intended to supplement the available information on the morphological variability of gudgeons from Kazakhstan reservoirs.

Key words: *Gobio sibiricus*, Cyprinidae, Siberian gudgeon, plastic features, morphometry.

References

- 1 Doadrio, I., & Madeira, M.J. (2004). A new species of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Iberian Peninsula and southwestern France. *Graellsia*, 60, 107–116.
- 2 Kottelat, M., & Persat, H. (2005). The genus *Gobio* in France, with redescription of *G. gobio* and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae). *Cybium*, 29 (3), 211–234.
- 3 Yang J., He S., Freyhof J., Witte K., & Liu H. (2006). The phylogenetic relationships of the Gobioninae (Teleostei: Cyprinidae) inferred from mitochondrial cytochrome b gene sequences. *Hydrobiologia*, 550, 255–266.
- 4 Mendel, J., Lusk, S., Vasil'eva, E. D., Vasil'ev, V. P., Lusková, V., Ekmekci, F. G., & Halačka, K. (2008). Molecular phylogeny of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Teleostei: Cyprinidae) and its contribution to taxonomy. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47(3), 1061–1075.
- 5 Nowak, M., Popek, W., Drag-Kozak, E., & Epler, P. (2008). Morphology of the common gudgeon, *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) sensu lato, from the Vistula River drainage in the context of recent literature data (Teleostei: Cyprinidae). *Archives of Polish Fisheries*, 16, 37–48.
- 6 Berg, L.S. (1914). *Fauna Rossii i sopredelnykh stran. Ryby (Marsipobranchii and Pisces). T. III. Ostariophysi [Fauna of Russia and adjacent countries. Fishes (Marsipobranchii and Pisces) Vol. III. Ostariophysi]*. Petrograd: Typography of the Imperial Academy of Sciences [in Russian].
- 7 Nikolskii, H.V. (1936). Materialy k poznaniiu heohraficheskoi izmenchivosti peskarei *Gobio gobio* (L.) Severo-Vostochnoho Kazakhstana i Zapadnoi Sibiri [Materials for the knowledge of the geographical variability of the gudgeons *Gobio gobio* (L.) of the north-eastern Kazakhstan and Western Siberia]. *Trudy zoolohicheskoho instituta AN SSSR — Proceedings of the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Vol. III*, 457–473 [in Russian].
- 8 Berg, L.S. (1949). *Ryby presnykh vod SSSR i sopredelnykh stran [Fishes of the USSR and adjacent countries]* (Vol. 2). Moscow; Leningrad: Nauka [in Russian].
- 9 Bănărescu, P. & Nalbant, T. (1973). Pisces, Teleostei: Cyprinidae (Gobioninae). *Das Tierreich*, 93, 105–164.
- 10 Kottelat, M. (2006). *Fishes of Mongolia: a check-list of the fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature*. The World Bank, Washington.
- 11 Berg, L.S. (1905). *Ryby Turkestana [Fishes of Turkestan]*. Saint Petersburg: Isidor Goldberg Printing House [in Russian].
- 12 Menshikov, M.I. (1938). Ob ikhtiofaune ozera Marka-Kul [On the ichthyofauna of Lake Marka-Kul], *Uchenye zapiski Permskoho universiteta — Scientific notes of Perm University*, 3(2), 119–141 [in Russian].
- 13 Mitrofanov, V.P. (1988). Rod *Gobio* Cuvier, 1817 — peskar [Genus *Gobio* Cuvier, 1817 — gudgeons]. *Ryby Kazakhstana [Fishes of Kazakhstan]*. Gvozdev E.V., Mitrofanov V.P. (Eds.); (Vols. 1–5; Vol. 3). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 14 Bogutskaya, N.G., & Naseka, A.M. (2004). *Kataloh bescheliustnykh i ryb presnykh i solonovatykh vod Rossii s nomenklaturnymi i taksonomicheskimi kommentariiami [Catalogue of Agnathans and Fishes of Fresh and Brackish Waters of Russia with comments on nomenclature and taxonomy]*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. [in Russian].
- 15 Bekkozhaeva, D.K., & Mamilov, N.Sh. (2015). Morfobiologicheskaiia kharakteristika i sovremennoe sostoianie sibirskoho peskaria *Gobio gobio cynocephalus* Dybowski, 1869 iz reki Sherubai-Nura [Morphobiological characteristics and current state of the Siberian gudgeon *Gobio gobio cynocephalus* Dybowski, 1869 from the River Sherubai-Nura]. *Vestnik KazNU. Seriiia Ekolohicheskaiia — Kazakh National University Bulletin. Ecology Series*, 2/2(44), 494–498 [in Russian].
- 16 Bekkozhaeva, D.K. (2014). Morfobiologicheskaiia kharakteristika turkestanskoho peskaria *Gobio gobio lepidolaemus* Kessler, 1872 iz r. Talas [Morphobiological characteristics of Turkestan gudgeon *Gobio gobio lepidolaemus* Kessler, 1872 from the Talas River]. *Vestnik KazNU. Seriiia Ekolohicheskaiia — Kazakh National University Bulletin. Ecology Series*, 3(42), 74–78 [in Russian].
- 17 Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Cornol, Berlin: Publications Kottelat.

R.M. Tazitdinova¹, R.R. Beisenova², A.I. Grigoryev³, O.P. Issayenko¹

¹*Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kazakhstan;*

²*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;*

³*Omsk State Pedagogical University, Russia*

(E-mail: irm85@mail.ru)

Contamination of soil with heavy metals in industrial districts of Kokshetau

The article reveals the research results on soil contamination with heavy metals of Kokshetau and Vasilkovsky gold ore deposit. Soil contamination with heavy metals is of a high danger due to the fact that soils are able to actively accumulate heavy metals. Heavy metals can further soak into plant and animal organisms straight from the soil, and then ultimately into the human body. Main soil pollutants such as zinc, copper and arsenic were identified with arsenic being the main contaminant. As a result of the research, the map was compiled, where the trial sites was marked and zinc, copper and arsenic concentrations in the soils of the industrial areas of the city and beyond was identified. It was found that in the industrial areas of Kokshetau and influence zone of Vasilkovsky gold ore deposit the soils were mostly contaminated with arsenic, and significant excess of zinc and copper maximum permissible concentrations were noted. Zinc concentration exceeded MPC value from 3 to 8 times, copper exceeded from 2 to 22 times, arsenic exceeded from 7 to 361 times.

Keywords: heavy metals, copper, zinc, arsenic, soil pollution, gold ore deposit.

Introduction

Recently, agricultural lands pollution with heavy metals causes serious concerns in the world due to their toxicity and sustainability [1]. Soil pollution can happen out of the natural processes occurring in the environment and because of the anthropogenic impact. It is considered that the main source of heavy metals influx in the soil is mining [2]. Soils contaminated with heavy metals are the source of surface and ground waters, atmospheric air pollution and also the pollution of crops grown on these soils [3].

It is known that metals such as Cu, Fe, Mn, Ni and Zn are important trace elements for vital processes and regulation of physiological functions of organisms. However, many other metals, for example As, Cd, Cr, and Pb do not exhibit physiological activity and can be toxic even in low concentrations [4]. Chronic exposure of heavy metals leads to oncological, neurolithic and mental, cardiovascular, kidney, liver, and bone diseases [2].

Soils are the main accumulators of heavy metals entering the environment as a result of anthropogenic activity. Unlike organic pollutants, which can be oxidized to carbon monoxide (IV) via microbial exposure, most of the heavy metals are not subjected to microbiological or chemical degradation. In addition, total concentration of heavy metals persists for a long period of time after they enter the soil [5].

In many Kazakhstan regions the unfavorable ecological situation has been developed. Large areas of land have been exposed to pollution by toxic substances and their compounds. They have the greatest impact on the land, which is located near industrial enterprises, highways or oil pipelines. Large areas of polluted lands are located in Karaganda, Kostanay, Mangistau, Akmola, East Kazakhstan, Aktobe and Pavlodar regions. The development of mining industry in Kazakhstan has led to the land pollution by toxic substances and accumulation of industrial waste. The waste heaps, quarries, dumps, mining waste formed in industrial regions contribute to soil contamination with heavy metals [6].

Among the industrial production of the Republic of Kazakhstan, the main place is occupied by the most dangerous production for the environment industries: metallurgical, chemical, petrochemical, mining and construction materials production. Their share in total amount of production is at about 48.3 %. Refining and mining industries occupy 19.5 %. Most of these industries have imperfect technology, and most of the average emissions and pollution come from their share [7].

The northern part of Kazakhstan consists mostly of landscapes with sufficient and occasionally insufficient moisture. These include forest-steppe, steppe and dry steppe zones [8]. In the steppe landscapes of Kokshetau region, the calcium class (Ca²⁺) is a dominant one [9].

The soils of «Altyntau Kokshetau» mining and processing plant mostly belong to the calcium-sodium class and, therefore, they are enriched with arsenic compounds. The influence of «Altyntau Kokshetau» on

the soil formed in industrial regions is characterized to be significant and highly exceeds the established MPC standards. According to the research results of A.S. Kurmanbayeva, pollution of arsenic, lead and copper with anthropogenic character is observed on the territory. Arsenic pollution has the most toxic effect on the environment. Its content exceeds MPC value from 95 to 5350 times. The increase in copper concentration is established in local single sites and is associated with its leaching from the ore. In Kokshetau the most intensive soil pollution is indicated to come from arsenic and zinc [10].

One particularly negative factor affecting the environmental state is the dusting of dry beaches of the mining enterprises tailings. The tailings contain radioactive and chemically toxic elements. Industrial waste generated on the territory of the region is not utilized due to the lack of enterprises for their processing [11].

In connection with the facts mentioned above, we have analyzed soil contamination with heavy metals near «Altyntau Kokshetau» gold ore deposit, as well as next to the industrial areas of Kokshetau.

Materials and research methods

The samples were taken in various districts of Kokshetau, in its industrial zone, as well as on the territory adjacent to Vasilkovsky gold ore deposit (Table).

Table

Coordinates of soil sampling points of Kokshetau and Vasilkovsky gold ore deposit

Kokshetau, Vasilkovsky gold ore deposit	Coordinates		Location
	N (North latitude)	E (East longitude)	
Point 1	53° 23' 94"	69° 37' 85"	Control point
Point 2	53° 27' 92"	69° 42' 89"	JSC «YUNA»
Point 3	53° 27' 71"	69° 40' 81"	«Kokshetau Su Arnasy»
Point 4	53° 28' 37"	69° 40' 66"	«Kokshe Nan»
Point 5	53° 27' 57"	69° 44' 50"	LLP «Bizhan»
Point 6	53° 30' 97"	69° 41' 43"	JSC «Kokshetau Minvody»
Point 7	53° 43' 91"	69° 26' 27"	Open cut
Point 8	53° 42' 48"	69° 26' 82"	MPP
Point 9	53° 43' 21"	69° 27' 65"	Tailing dump
Point 10	53° 40' 27"	69° 21' 66"	MPP

Soil sampling was performed by «envelope» method. The sampling scheme is shown on Figure 1.

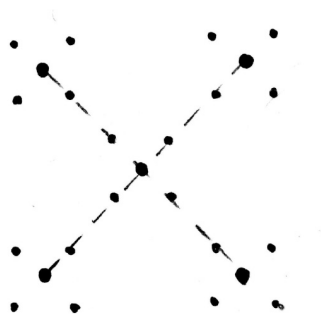


Figure 1. Sampling scheme of «envelope»

On trial plots, four points were designated in the corners and one was indicated in the center. Four more digging points were made around each point and the surface layer of soil was collected at the depth of 0–5 cm. Prior to the start of soil sampling, sample plots were cleared out of vegetation. Selected point samples were mixed and compiled into a combined sample. The samples were analyzed no later than two days after sampling [12]. The collected soil samples were dried to the dry condition, sifted through a sieve, and then stored in paper envelopes.

Soil samples were analyzed on an iCAP 7200 ICP-OES atomic emission spectrometer in «Line selection» mode. The measurements were carried out according to the method of G.L. Buchbinder.

The map was created using the ArcGIS software product.

Results and discussion

Our studies have shown that in all soil samples such heavy metals as zinc, copper and arsenic were presented. Figure 2 shows that in Kokshetau as well as out of the city, near Vasilkovsky gold ore deposit, areas with copper, zinc and arsenic excess were significant and dozens of times as more as MPC standard.

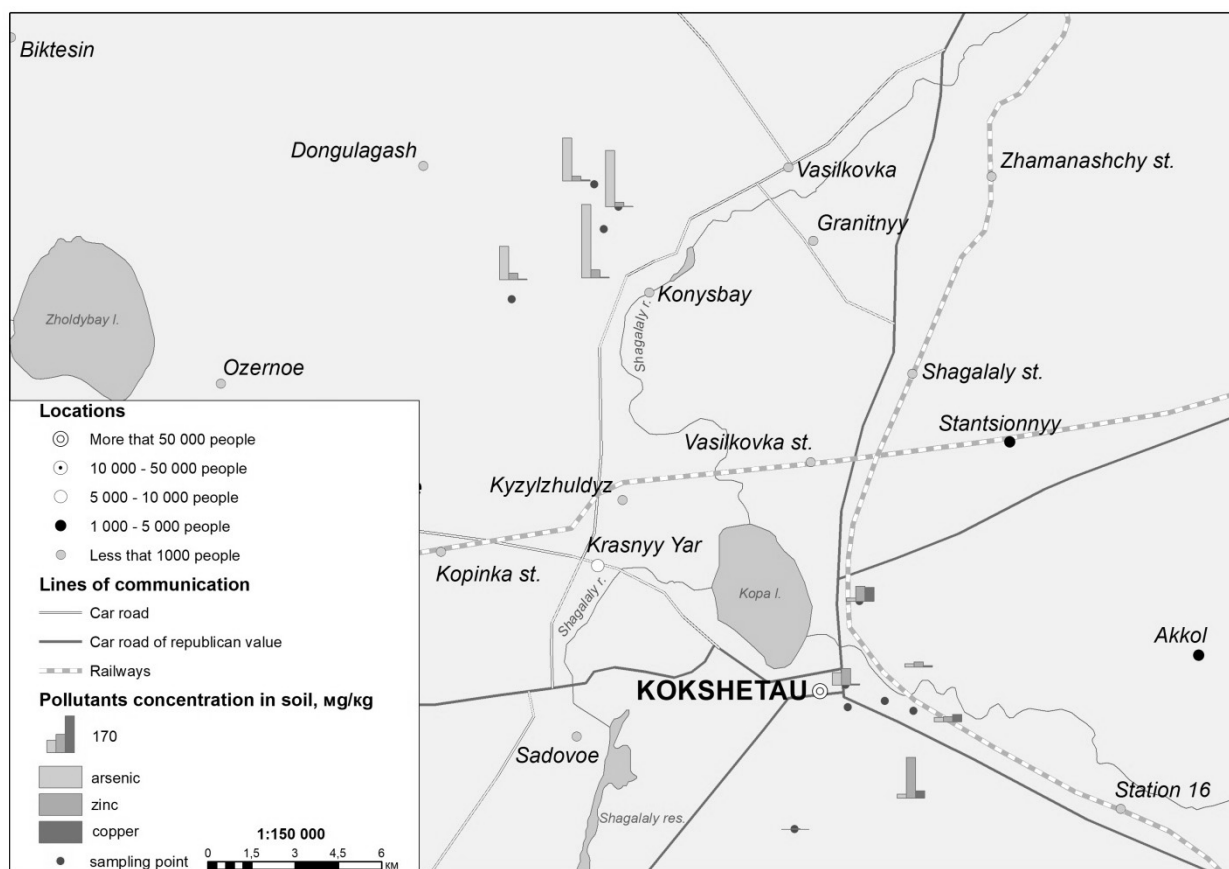


Figure 2. Map of heavy metal pollution

As a result of soil samples analysis, it was found that in some areas of Kokshetau, zinc exceeds the maximum permissible concentrations. The concentration of zinc in soil samples is shown in Figure 3. In samples of soils, taken near JSC «Kokshetau Su Arnasy», zinc concentration slightly exceeded MPC. In soil samples, taken near JSC «YUNA» area, zinc concentration was 190 mg/kg, which is 8 times more than MPC values. At «Kokshe Nan» sampling point, zinc concentration was 77.1 mg/kg, which is 3 times higher than MPC standard. In the soil samples of LLP «Bizhan» zinc concentration slightly exceeded MPC, and in the soil samples of JSC «Kokshetau Minvody» zinc concentration was 69.6 mg/kg, which exceeds MPC by 3 times. In samples of soils, taken near Vasilkovsky gold ore deposit, zinc concentration slightly exceeded MPC. The excess of MPC of zinc is probably due to the emissions of motor vehicles, as well as recreational emissions.

Figure 4 shows the copper concentration at various points in Kokshetau and in the countryside. It can be seen from the measurement results that copper concentrations in all samples taken in Kokshetau exceed MPC in several times. So, at the trial point of sampling in «Kokshetau Su Arnasy» copper concentration was 7.4 mg/kg, which is 2.5 times higher than MPC, at the point of JSC «YUNA», this indicator was 35 mg/kg, which is 12 times above the standard rate. In soil samples, taken near JSC «Kokshe Nan», copper concentration was slightly higher than MPC, and at the point of LLP «Bizhan» copper concentration was 34 mg/kg, which is 11 times higher than MPC values. In soil samples of JSC «Kokshetau Minvody» indicator of copper concentration was 65 mg/kg, and this is 22 times higher than MPC. The excess of MPC of copper is probably due to the natural features of Kokshetau soils, as well as the influx of polluting substances from the atmosphere. In soil samples, taken near Vasilkovsky gold ore deposit, there was a slight excess of the copper concentration.

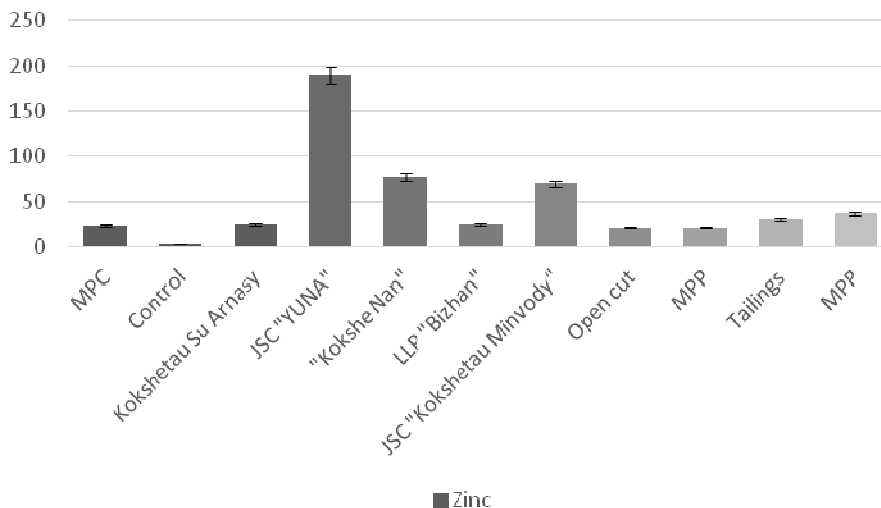


Figure 3. Zinc concentration in different parts of Kokshetau and Vasilkovsky gold ore deposit

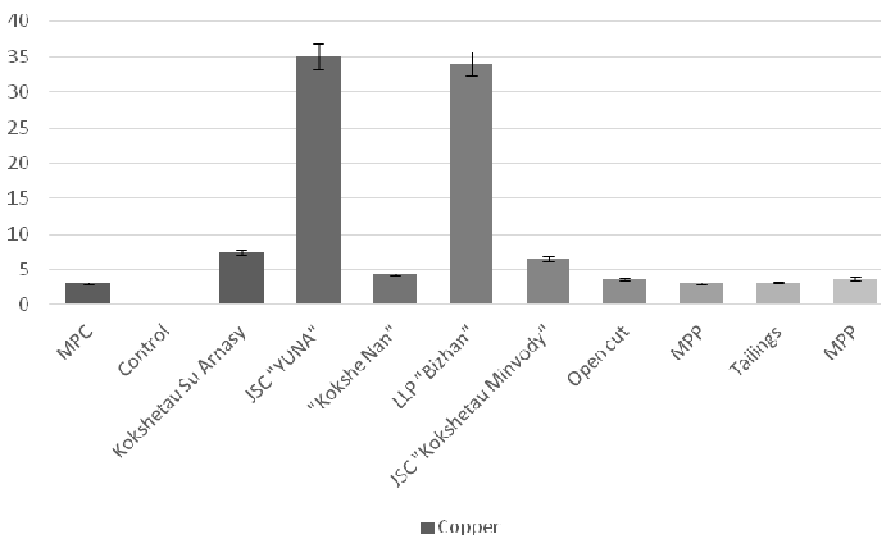


Figure 4. Copper concentration at various points of soil sampling in Kokshetau and Vasilkovsky gold ore deposit

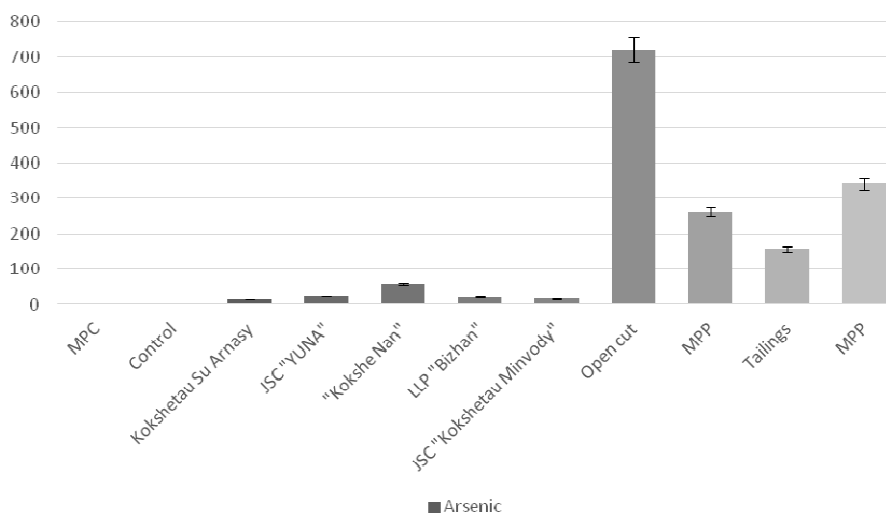


Figure 5. Arsenic concentration at various soil-sampling points in Kokshetau and Vasilkovsky gold ore deposit

At the soil sampling points that we studied in Kokshetau and in its countryside, the concentration of arsenic varied from 14.9 mg/kg to 721 mg/kg (Fig. 5).

It can be seen from Figure 5 that in «Kokshetau Su Arnasy», MPC is exceeded in 7 times, in soil samples taken around JSC «YUNA» in 12 times, near «Kokshe Nan» in 29 times, near LLP «Bizhan» and «Kokshetau Minvody» in 8 times. It is probably connected with the anthropogenic arsenic contamination while using rubble-containing arsenic, as well as while burning coal. In the samples taken in Vasilkovsky gold ore deposit area, maximum permissible concentration exceeded the standard in hundreds of times. Therefore, at the point of soil sampling near the open cut, the concentration of arsenic was 721 mg/kg, which is 361 times higher than MPC; near the mine itself, the concentration of arsenic was 342 mg/kg, which is 171 times higher than MPC; in the soils near the tailing dump there were found 236 mg/kg of arsenic, which is 132 times higher than MPC. Significant excess of MPC is likely to occur as a result of blasting at a quarry, when, together with dust, arsenic enters the atmosphere and then settles on the ground, contributing to a large accumulation of arsenic.

Thus, the study of soil contamination with heavy metals has shown that there is an intense pollution with copper, zinc and arsenic in Kokshetau area. The soils of Vasilkovsky gold ore deposit are more polluted with arsenic and zinc. The study of heavy metals concentration is very important and essential, since accumulating in soils, they can move along the food chain, accumulate in plants, animals and humans, which in turn can lead to a deterioration in the health of the whole population.

References

- 1 Cao H.B. Heavy metals in rice and garden vegetables and their potential health risks to inhabitants in the vicinity of an industrial zone in Jiangsu / H.B. Cao, J.J. Chen, J. Zhang, H. Zhang, L. Qiao, Y. Men // *The Journal of Environmental Sciences*. — 2010. Vol. 22. — P. 1792–1799.
- 2 Adriano D.C. Trace elements in terrestrial environments / D.C. Adriano. — Berlin: Springer, 2001. — 796 p.
- 3 Borgese L. Metal fractionation in soils and assessment of environmental contamination in Vallecamosica / L. Borgese, S. Federici, A. Zacco, A. Gianoncelli, L. Rizzo, D.R. Smith, F. Donna, R. Lucchini, L.E. Depero, E. Bontempi // *The Journal of Environmental Science and Pollution Research*. — 2013. — Vol. 20. — P. 5067–5075.
- 4 Bruins M.R. Microbial resistance to metals in the environment / M.R. Bruins, S. Kapil and F.W. Oehme // *The Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*. — 2000. — Vol. 45. — P. 198–207.
- 5 Maslin P. Rhamnolipid-enhanced mineralization of phenanthrene in organic-metal co-contaminated soils / P. Maslin, R.M. Maier // *Bioremediation Journal*. — 2000. — Vol. 4, No. 4. — P. 295–308.
- 6 Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель РК за 2010 г. — Астана, 2011.
- 7 Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан. — М.: Наука, 1979. — 198 с.
- 8 Amonoo-Neizer E.H. Mercury and arsenic pollution in soil and biological samples around the mining town of Obuasi, Ghana / E.H. Amonoo-Neizer, D. Nyamah, S.B. Bakiamoh // *The Journal of Water, Air, and Soil Pollut.* — 1996. — Vol. 91. — P. 363–373.
- 9 Фридман А.И. Формы нахождения мышьяка в природе, основные виды миграции и его опасность для окружающей среды / А.И. Фридман. — М., 1992. — 45 с.
- 10 Курманбаева А.С. Мышьяк и растения: моногр. / А.С. Курманбаева. — Кокшетау, 2011. — 155 с.
- 11 Региональная программа «Охрана окружающей среды Акмолинской области». — 2005. — С. 14–18.
- 12 Бухбиндер Г.Л. Методика измерений. Горные породы, минералы, руды и почвы. Определение массовой концентрации элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометрах серии iCAP 6000 / Г.Л. Бухбиндер. — Intertech Corporation, 2012. — 28 с.

Р.М. Тазитдинова, Р.Р. Бейсенова, А.И. Григорьев, О.П. Исаенко

Көкшетау қаласының өндіріс аумағы топырағы ауыр металдармен ластануы

Мақалада Көкшетау қаласының және Васильков алтын кен орны маңындағы топырақтардың ауыр металдармен ластанудың зерттеу нәтижелері келтірілген. Ауыр металдармен топырақтың ластануы өте қауіпті, себебі топырақ ауыр металдарды белсенді түрде жинай алады. Топырақтан ауыр металдар өсімдіктер мен жануарлар ағзаларына, сайып келгенде, адам ағзасына түсе алады. Топырақта ластаушы заттар, атап айтқанда, мырыш, мыс және күшәла кездесті, соның ішінде күшәла басымдыққа ие болды. Қаланың және одан тыс жерлердің өнеркәсіптік аймақтарының топырақтарында мыс, мырыш және күшәла концентрациясы белгіленетін алаңдар анықталды. Көкшетау қаласының өнеркәсіптік аймақтарында және Васильков кенорнының әсер ету аймағында

топырақ негізінен күшәламен ластанған, ал мырыш пен мыс үшін ең жоғары шектеулі рауалды концентрация елеулі артықшылығы байқалды. Мырыштың мөлшері ШРК-дан 3-тен 8 дейін, мыс — 2-ден 22-ке дейін, күшәла 7-ден 361-ге дейін жоғары болды.

Кілт сөздер: ауыр металдар, мырыш, мыс, күшәла, топырақ ластануы, алтын кен орны.

Р.М. Тазитдинова, Р.Р. Бейсенова, А.И. Григорьев, О.П. Исаенко

Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами в промышленных районах г. Кокшетау

В статье представлены результаты исследования загрязнения почвенного покрова г. Кокшетау и Васильковского золоторудного месторождения тяжелыми металлами. Загрязнение почв тяжелыми металлами весьма опасно в связи с тем, что почвы способны активно накапливать тяжелые металлы. Из почв тяжелые металлы могут попасть в растительные и животные организмы, а в конечном итоге и в организм человека. Выявлены основные загрязнители почв, а именно цинк, медь и мышьяк, при этом приоритетным из них является мышьяк. Для проведения исследований были выбраны пробные площадки, для отбора проб почв и измерения концентрации цинка меди и мышьяка в почвах промышленных районов города и за его пределами. Было обнаружено, что в промышленных районах г. Кокшетау и в зоне влияния Васильковского золоторудного месторождения почвы в большей степени загрязнены мышьяком, а также значительные превышения предельно-допустимых концентраций были отмечены для цинка и меди. Содержание цинка было выше значений ПДК от 3 до 8 раз, меди — от 2 до 22 раз, мышьяка от 7 до 361 раза.

Ключевые слова: тяжелые металлы, медь, цинк, мышьяк, загрязнение почв, золоторудное месторождение.

References

- 1 Cao, H.B., Chen, J.J., Zhang, J., Zhang, H., Qiao, L., & Men, Y. (2010). Heavy metals in rice and garden vegetables and their potential health risks to inhabitants in the vicinity of an industrial zone in Jiangsu. *The Journal of Environmental Sciences*, 22, 1792–1799.
- 2 Adriano, D.C. (2001). *Trace elements in terrestrial environments*. Berlin: Springer.
- 3 Borgese, L., Federici, S., Zacco, A., Gianoncelli, A., Rizzo, L., & Smith, D. R., et al. (2013). Metal fractionation in soils and assessment of environmental contamination in Vallecronica. *The Journal of Environmental Science and Pollution Research, Italy; Environ*, 20, 5067–5075.
- 4 Bruins, M.R., Kapil, S. & Oehme, F.W. (2000). Microbial resistance to metals in the environment. *The Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, 45, 198–207.
- 5 Maslin, P., & Maier, R.M. (2000). Rhamnolipid-enhanced mineralization of phenanthrene in organic-metal co-contaminated soils. *Bioremediation Journal*, 4(4), 295–308.
- 6 *Svodnyi analiticheskii otchet o sostoianii i ispolzovanii zemel RK za 2010 h. [Analytical report summary on the state and use of the lands of Kazakhstan for 2010]*. (2011). Astana [in Russian].
- 7 Guderian, R. (1979). *Zahriaznenie vozdukhnoi sredy [Pollution of air environment]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 8 Amonoo-Neizer, E.H., Nyamah, D., & Bakiamoh, S.B. (1996). The surrounding town of Obuasi. Ghana. *The Journal of Water, Air, and Soil Pollut.*, 91, 363–373.
- 9 Fridman, A.I. (1992). *Formy nakhozhdeniia myshiaka v prirode, osnovnye vidy mihratsii i eho opasnost dlia okruzhaiushchei sredy [Forms of arsenic in nature, the main types of migration and its danger to the surrounding environment]*. Moscow [in Russian].
- 10 Kurmanbaeva, A.S. (2011). *Myshiak i rasteniia [Arsenic and plants]*. Kokshetau [in Russian].
- 11 *Rehionalnaia prohramma «Okhrana okruzhaiushchei sredy Akmolinskoi oblasti» [«Environmental protection of the Akmola region» regional program]*. (2005) [in Russian].
- 12 Bukhbinder, G.L. (2012). *Metodika izmerenii. Hornye porody, mineraly, rudy i pochvy. Opredelenie massovoi kontsentratsii elementov metodom atomno-emissionnoi spektrometrii s induktivno-sviazannoi plazmoi na spektrometrakh serii iCAP 6000 [Measurement technique. Rocks, minerals, ores and soils. Determination of elements mass concentration by methol emission spectrometry with inductively coupled plasma on spectrometers of the iCAP 6000 series]*. Intertech Corporation [in Russian].

С.В. Кушнаренко¹, Н.В. Ромаданова¹, Н.П. Огарь², М.М. Аралбаева¹, М.А. Верзилов²

¹Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК, Алматы, Казахстан;

²Центр дистанционного зондирования и ГИС «Тэрра», Алматы, Казахстан
(E-mail: svetlana_bio@mail.ru)

Современное состояние популяции лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) в Казахстане

В Казахстане лещина обыкновенная, или лесной орех (*Corylus avellana* L.), является редким видом и занесена в Красную книгу. Проведено обследование единственной в Казахстане популяции *Corylus avellana* L. на территории Государственного ботанического заказника «Дубрава» в Западно-Казахстанской области. Для морфологического описания кустарников и плодов использованы дескрипторы, рекомендованные Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (Food and Agricultural Organization of the United Nations (ФАО)). Анализ 60 растений лещины обыкновенной показал неудовлетворительное состояние вида. У большинства исследованных образцов (68,3 %) отсутствовало плодоношение, у 31,7 % — были выявлены лишь единичные орехи. Зафиксирована высокая степень поражения вредителями и болезнями листьев и плодов лещины обыкновенной. Вызывает особую озабоченность тот факт, что в популяции практически полностью отсутствует естественное семенное возобновление. Выявлено, что значительную угрозу для популяции лещины обыкновенной представляют чужеродные инвазивные виды — ясень американский (*Fraxinus americana*) и клен ясенелистный (*Acer negundo*). Собранный растительный материал лесного ореха будет сохранен на основе использования биотехнологических методов в культуре *in vitro* и криогенном банке.

Ключевые слова: *Corylus avellana* L., лещина обыкновенная, популяция, угроза исчезновения.

Введение

Лещина обыкновенная (лесной орех, фундук) *Corylus avellana* L. — наиболее популярное орехоплодное растение умеренной зоны Евразии и Северной Америки, относится к семейству Березовых (*Betulaceae* S. Gray). В дикорастущем состоянии лещина обыкновенная встречается в Западной Европе (кроме Крайнего севера), европейской части России и на Кавказе, где иногда образует достаточно крупные по площади, густые заросли [1; 55].

В Казахстане зарегистрирована единственная популяция этого вида, на южной границе его естественного ареала произрастания в пойме р. Жайык (р. Урал) в Западно-Казахстанской области [1; 55, 2; 60]. Это послужило основой внесения его в Красную книгу Казахстана [3; 94]. Статус — II категория, очень редкий вид, находящийся под угрозой исчезновения. Нуждается в особой охране. В настоящее время этот вид охраняется в границах Государственного ботанического заказника «Дубрава» — особо охраняемой природной территории.

Целью данной работы было провести обследование, оценить современное состояние популяции лещины обыкновенной, а также собрать растительный материал для последующего сохранения его биотехнологическими методами: в культуре *in vitro* и криогенном банке.

Материалы и методы исследований

Обследование и оценка современного ареала популяции ореха лесного проводились в соответствии с методологией изучения генетических резерватов плодовых лесов [4]. В период научной экспедиции в полевых условиях уточнен ареал, координаты участков произрастания, состояние вида. Для морфологического описания кустарников и плодов были использованы дескрипторы, рекомендованные Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (Food and Agricultural Organization of the United Nations (ФАО)) [5]. Географические координаты (широта, долгота, высота над уровнем моря) определяли с помощью GPS-навигатора ETREX (Garmin).

Статистическую обработку данных проводили с использованием прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

В августе 2018 г. проведено обследование популяции лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) в Западно-Казахстанской области. Популяция лесного ореха находится на территории

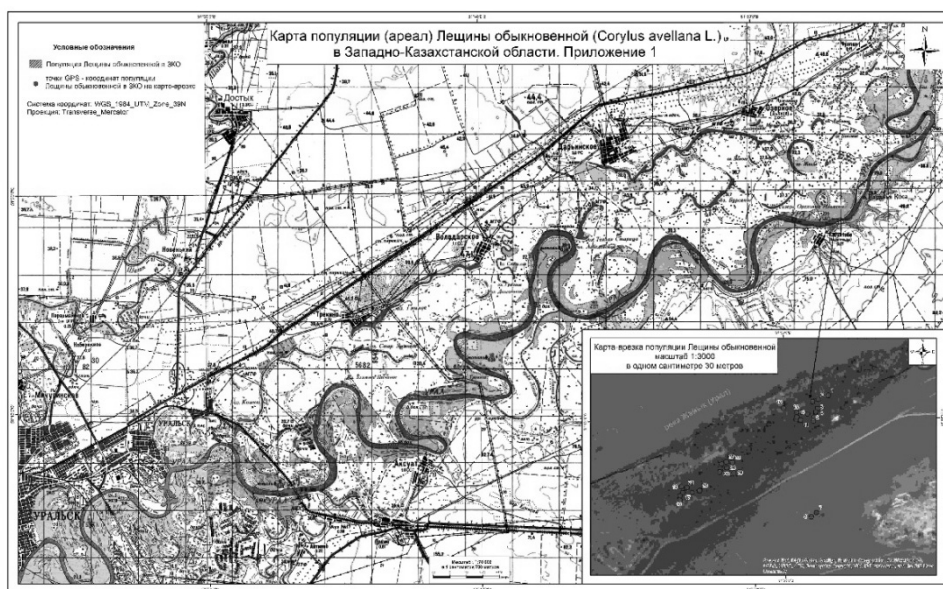
Государственного ботанического заказника «Дубрава», расположенного на левом берегу р. Жайык (р. Урал), в 50 км северо-восточнее г. Уральска, близ поселка Кабылтобе (рис. 1).



Рисунок 1. Лещина обыкновенная (*Corulus avellana* L.) в Западно-Казахстанской области по левобережью р. Жайык (р. Урал)

Площадь заказника «Дубрава» составляет 6 га, при этом популяция лещины обыкновенной занимает площадь около 0,2 га. Растения лещины обыкновенной находятся в составе кустарникового яруса дубравы с преобладанием в древесном ярусе европейского вида — дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). В растительном сообществе, кроме дуба черешчатого, отмечен и другой доминантный вид древесных растений: вяз гладкий или обыкновенный (*Ulmus laevis* Pall.).

В результате полевых исследований зафиксированы GPS координаты участков произрастания лещины обыкновенной, которые отражены на топографической карте (рис. 2).

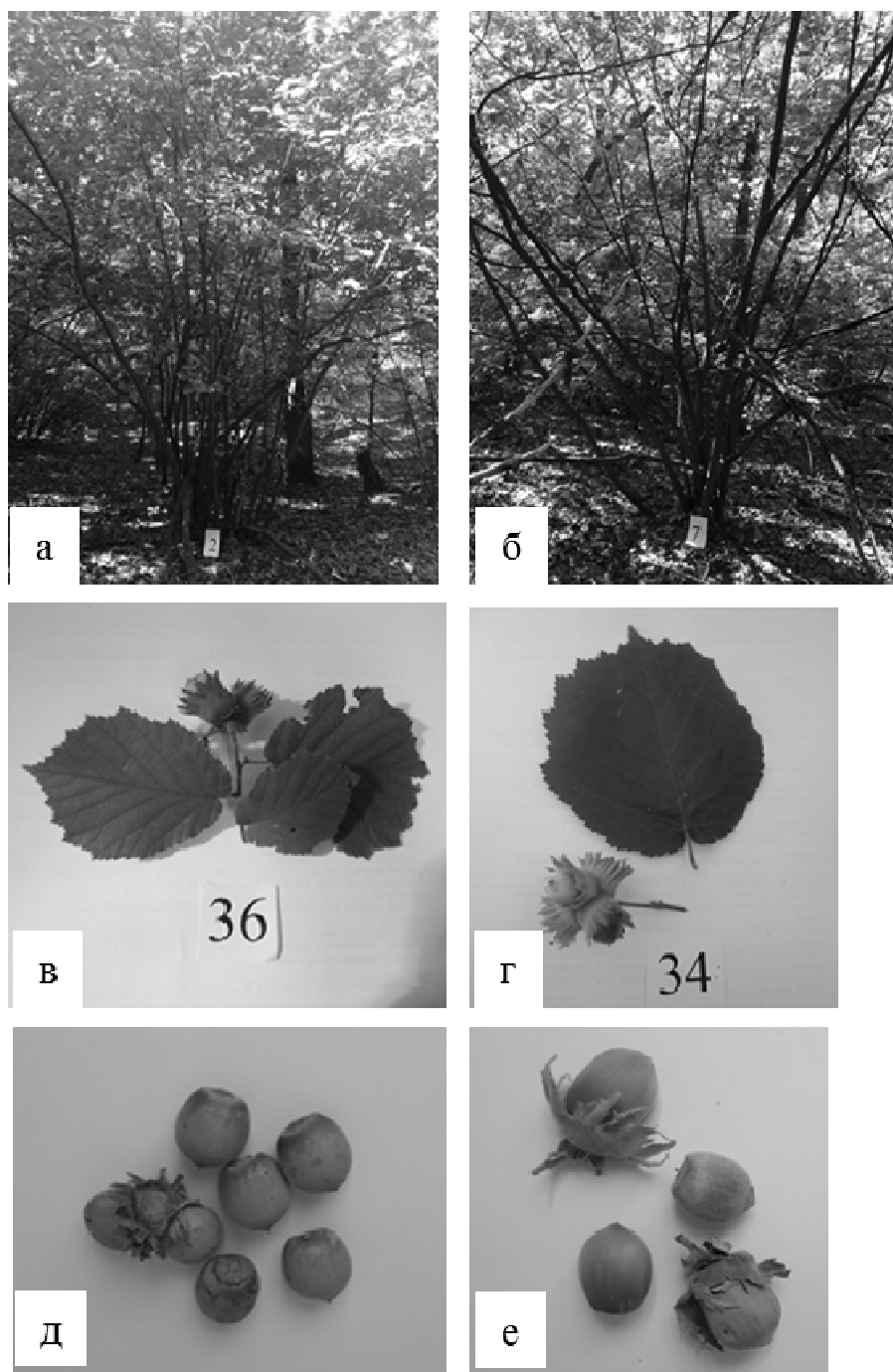


Масштаб 1:70000

Рисунок 2. Топографическая карта ареала популяции лещины обыкновенной (*Corulus avellana* L.)

В соответствии с дескрипторами, рекомендованными ФАО, было проведено морфологическое описание 60 образцов лещины обыкновенной, в том числе 30 растений, в северо-восточной части популяции, 15 — в центре популяции и 15 — в юго-западной части популяции (рис. 2).

У большинства кустарников форма кроны — раскидистая (55 %) (рис. 3, *а*) или полувытянутая (40 %), некоторые образцы отличались прямостоячей формой.



а, б — внешний вид кустарника, образцы № 2 и № 7; *в, г* — листья и орехи, образцы № 36 и № 34; *д, е* — орехи, образцы № 10 и 25

Рисунок 3. Лещина обыкновенная в дикорастущей популяции на территории Государственного ботанического заказника «Дубрава»

Высота кустарников варьировала от 3 до 8 м (рис. 3, *а*), среднее значение составляло $6,3 \pm 1,2$ м, причем самые высокие растения были в юго-западной и северо-восточной частях популяции — $6,7 \pm 0,9$ и $6,4 \pm 1,1$ м, соответственно, а самые низкорослые — в центральной части — $5,6 \pm 1,2$ м. Листья в основном широкоовальные (рис. 3, *в*), реже округлые (рис. 3, *г*). Длина листовой пластинки

варьировала от 6,5 до 12 см, среднее значение — $9,1 \pm 1,1$ см; ширина — от 5,0 до 9,5 см; среднее значение — $6,7 \pm 1,0$ см.

При оценке степени плодоношения лещины обыкновенной было установлено, что у 68,3 % образцов плодоношение отсутствовало, у 31,7 % — были выявлены лишь единичные орехи, при этом плоды встречались только у образцов в северо-восточной и юго-западной частях популяции, тогда как в центральной части полностью отсутствовали. Плоды находились в кластерах в основном по 1–2, реже по 3–4 ореха вместе (рис. 3, в, з). Орехи среднего размера ($14,2 \times 12,5 \times 10,8$ мм), форма в основном шаровидная или овальная, окраска плодов — светло-коричневая, скорлупа — с редкими продольными полосками (рис. 3, д, е). Масса орехов варьировала от 1,96 до 2,19 г, среднее значение составляло $2,06 \pm 0,1$ г; масса ядра — от 0,93 до 0,97 г, в среднем — $0,95 \pm 0,02$ г.

В целом, состояние растений в природной популяции лещины обыкновенной можно оценить, как неудовлетворительное: в основном, это взрослые старые растения, с сухими стволами и ветвями (рис. 3, б). В последние годы численность лещины обыкновенной на единственном в Казахстане участке сильно сокращается. Основную угрозу представляют выпас скота, рубка леса, эрозия почв, а в последние годы очевидно воздействие потепления климата.

Кроме того, общий анализ состояния популяции выявил высокую степень поражения вредителями и болезнями листьев и плодов лещины обыкновенной (рис. 4).

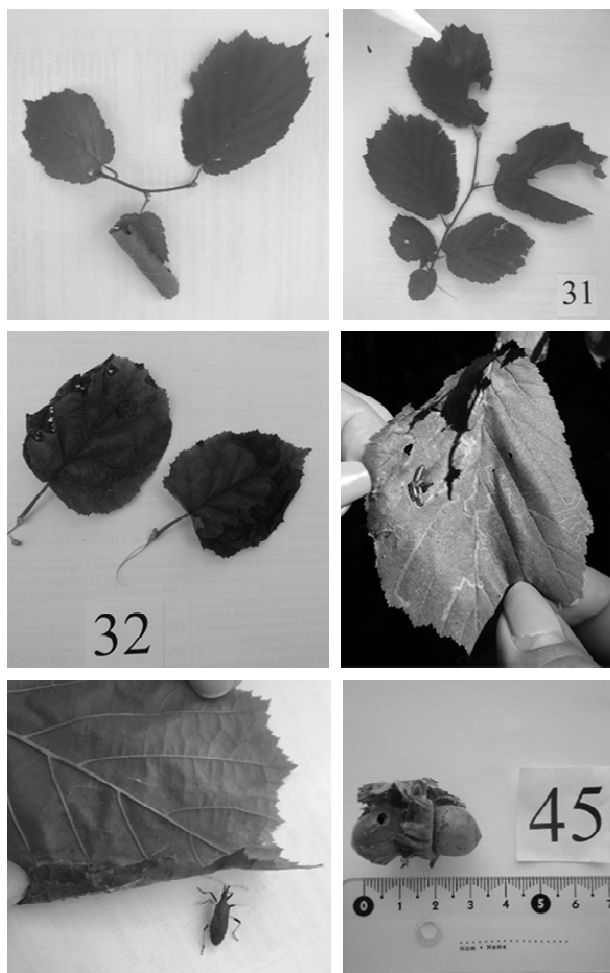


Рисунок 4. Поражение листьев и плодов лещины обыкновенной вредителями и болезнями

Вызывает также особую озабоченность тот факт, что в популяции практически полностью отсутствует естественное семенное возобновление. Значительную угрозу для единственной в Казахстане популяции лещины обыкновенной представляют чужеродные инвазивные виды — ясень американский (*Fraxinus americana*) и клен ясенелистный (*Acer negundo*) (рис. 5), которые характеризуются быстрыми темпами распространения, препятствуют возобновлению главных лесообразующих пород, в том числе, лещины обыкновенной.



Рисунок 5. Множественные всходы клена ясенелистного (*Acer negundo*) на территории Государственного ботанического заказника «Дубрава»

В дополнение к традиционному способу сохранения растений в заповедниках, заказниках и других особо охраняемых природных территориях в мировой практике широко применяются биотехнологические методы сохранения [6]. В результате экспедиции были собраны орехи для введения в культуру *in vitro* и дальнейшего сохранения этого генетического материала в культуре *in vitro* и криобанке.

Заключение

Данное исследование посвящено оценке современного состояния популяции редкого в Казахстане вида лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.). Состояние единственной в Казахстане популяции *C. avellana* оценивается как неблагоприятное. Собранный в результате экспедиции растительный материал с плодоносящих образцов лещины обыкновенной будет использован для сохранения его биотехнологическими методами: в культуре *in vitro* и криобанке.

Работа выполнена в рамках Гранта АР05131850 «Изучение и сохранение биоразнообразия ореха грецкого и ореха лесного и рациональное использование их генетических ресурсов для развития ореховодства в Казахстане» по приоритету «Науки о жизни» Бюджетной программы 217 «Развитие науки», подпрограммы 102 «Грантовое финансирование научных исследований».

Список литературы

- 1 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 3 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. — 459 с.
- 2 Байтенов М.С. Флора Казахстана. Родовой комплекс флоры / М.С. Байтенов. — Алматы: Ғылым, 2001. — 280 с.
- 3 Красная книга Казахстана. Т. 2. Растения. — Астана: ТОО «АртPrintXXI», 2014. — 452 с.
- 4 Чекалин С.В. Национальная методология оценки и сохранения агробиоразнообразия горных плодовых лесов Казахстана / С.В. Чекалин, Т.Н. Нурмуратулы. — Алматы, 2010. — 70 с.
- 5 Descriptors for hazelnut (*Corylus avellana* L.). Bioersivity International, Rome (Italy) [Corporate Author] Instituto Agronomico Mediterraneo de Zaragoza (CIHEAM), Zaragoza (Spain) [Corporate Author] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome (Italy) [Corporate Author]. — 2008. — 64 p.
- 6 Reed B.M. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools / B.M. Reed, V. Sarasan, M.E. Kane, E. Bunn, V.C. Pence // In Vitro Cell. Dev. Biol. — Plant. — 2011. — Vol. 47. — P. 1–4.

С.В. Кушнарено, Н.В. Ромаданова, Н.П. Огарь, М.М. Аралбаева, М.А. Верзилов

Қазақстандағы кәдімгі орман жаңғағының (*Corylus avellana* L.) популяциясының қазіргі жағдайы

Кәдімгі орман жаңғағы (*Corylus avellana* L.), немесе орман жаңғағы, Қазақстанда сирек кездесетін Қызыл кітапқа енгізілген өсімдік түрі. Қазақстандағы жалғыз *Corylus avellana* L. популяциясын зерттеу жұмыстары Батыс Қазақстан облысында «Дубрава» Мемлекеттік ботаникалық қорықшасының территориясында жүргізілді. Бұталарын және жемістерін морфологиялық сипаттау үшін БҰҰ азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы (Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) ұсынған дескрипторлар пайдаланылды. Кәдімгі орман жаңғағының 60 өсімдігін талдау нәтижелері түрдің қанағаттанарлықсыз күйде екендігін көрсетті. Зерттелген үлгілердің көпшілігі (68,3 %) жемістенбеген, тек 31,7 %-да ғана жеке-дара жеміс анықталды. Кәдімгі орман жаңғағының жапырақтары мен жаңғақтары зиянкестермен және аурулармен жоғары деңгейде зақымдалғандығы тіркелді. Популяцияның табиғи жолмен тұқым арқылы іс жүзінде толықтай қайта қалпына келмейтіндігі ерекше алаңдаушылық туғызады. Кәдімгі орман жаңғағының популяциясына бөтен инвазивті түрлер — америкалық шаған (*Fraxinus americana*) және шағанжапырақты үйенкі (*Acer negundo*) айтарлықтай қауіп төндіретіндігі анықталды. Орман жаңғағының жиналған өсімдік материалы биотехнологиялық тәсілдерді қолдану негізінде *in vitro* жағдайында және криогенді банкте сақталады.

Кілт сөздер: *Corylus avellana* L., кәдімгі орман жаңғағы, популяция, жоғалу қаупі.

S.V. Kushnarenko, N.V. Romadanova, N.P. Ogar, M.M. Aralbaeva, M.A. Verzirov

Current state of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) population in Kazakhstan

Hazelnut (*Corylus avellana* L.) is a rare species in Kazakhstan and is listed in the Red Book. A survey of the only population of *Corylus avellana* L. in Kazakhstan on the territory of the state botanical reserve «Dubrava» in the West Kazakhstan region has been conducted. For the morphological description of shrubs and fruits, descriptors recommended by the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) were used. The analysis of 60 hazelnut plants showed unsatisfactory state of the species. Most of the studied accessions (68.3 %) lacked fruit bearing, 31.7 % had only sporadic nuts. A high degree of damage by pests and diseases of the leaves and fruits of *Corylus avellana* L. was recorded. Of particular concern is the fact that natural seed reforestation is almost absent in the population. It has been revealed that alien invasive species — American ash (*Fraxinus americana*) and ash-leaved maple (*Acer negundo*) pose a significant threat to the hazelnut population. The collected plant material will be conserved by biotechnological methods in *in vitro* culture and cryogenic bank.

Key words: *Corylus avellana* L., hazelnut, population.

References

- 1 Pavlov, N.V. (Eds.). (1960). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 2 Baitenov, M.S. (2001). *Flora Kazakhstana. Rodovoi kompleks flory [Flora of Kazakhstan. Ancestral complex of flora]*. Almaty: Gylym [in Russian].
- 3 *Krasnaia kniha Kazakhstana. Rastenii [Red book of Kazakhstan. Plants]*. (2014). (Vol. 2). Astana: «ArtPrintXXI» JSC [in Russian].
- 4 Chekalin, S.V., & Nurmuratuly, T.N. (2010). *Natsionalnaia metodolohiia otsenki i sokhraneniia ahrobioraznoobraziia hornykh plodovykh lesov Kazakhstana [National methodology for the assessment and conservation of agrobiodiversity of mountain fruit forests of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 5 *5 Descriptors for hazelnut (Corylus avellana L.)*. (2008). Bioversity International, Rome (Italy) [Corporate Author] Instituto Agronomico Mediterraneo de Zaragoza (CIHEAM), Zaragoza (Spain) [Corporate Author] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome (Italy) [Corporate Author]
- 6 Reed, B.M., Sarasan, V., Kane, M.E., Bunn, E., & Pence, V.C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cell. Dev. Biol. — Plant*, 47, 1–4.

D.K. Aidarbaeva, G.A. Sholpankulova, A.Sh. Shokanova

*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
(E-mail: d.kaisar@mail.ru)*

Current state of populations of useful plants of Almaty region and ways of their balanced use

In the article the results of the study of the current state of useful plants in Almaty region are summarized. The study covered the territory of the Karasaz rural district. A modern assessment of the species diversity of the flora was given, the list of which according to the field survey data was 194 species belonging to 132 genera and 44 families. In the number of species among families *Asteraceae* Dumort was dominating — 33 species, *Poaceae* Juss — 28 species, *Fabaceae* Lindl — 16 species, *Labiatae* Juss — 13 species, *Rosaceae* Juss — 11 species, *Chenopodiaceae* Vent — 12 species, *Ranunculaceae* Juss — 8 species, *Liliaceae* Juss — 6 species, *Cyperaceae* Juss, *Iridaceae* Lindl, *Papaveraceae* Juss — 5 species each; *Brassicaceae* Juss — 4 species, *Cynomoriaceae* Engl and *Plantaginaceae* Lindl — 3 species each, other 19 species were dominant according to vegetation cover. Distribution of more than 26 species of medicinal and 56 species of fodder plants were revealed. The predominant life form was represented by perennials — 172 species, of which long-growing perennial grasses made up — 148 species, shrubs — 14 species, semi-shrubs — 3 species each, shrubs and trees — 2 species each. The vast number of species is eaten by cattle and often mowed for hay, so a complete inventory and assessment of the current state of useful plants, development of recommendations for the conservation and restoration of their natural populations is relevant to the present day.

Keywords: useful plants, forage plants, medicinal plants, flora, population, dominants, perennial grasses, shrubs, semi-shrubs.

Introduction

Conservation and sustainable use of biological diversity is one of the most important tasks of the modern world. The combination of global warming with other environmental stresses and human activities can lead to the rapid destruction of existing ecosystems, especially in arid regions, which include most part of the territory of Kazakhstan. In the world practice, more than 40 % of pharmaceutical preparation is prepared with using of plant raw material (PRM). About 70 % of the total capacity of the PRM is accounted for by the chemical and pharmaceutical industry and medicine. Kazakhstan and other CIS countries currently use raw materials provided from about 60 or more species of wild herbs. At the same time, the biology of herbs (habitat, communities, natural conditions, the intensity of the growth of floral array, the resumption of thickets, etc.) is studied with the conduct of resource studies. All these works have great practical importance, connected not only with the issues of procurement of medical raw materials, but also the preservation, restoration of natural thickets of herbs and other useful plants [1–4].

The territory of the Karasaz rural district is represented by three sections: the main section, the Ketmen section and the interlaced section. The territory is represented by a high intermountain valley surrounded by mountains: from the North to the Ketmen ridge, from the South to the Karatau Mountains. The climate of the surveyed area is continental, with hot and sunny summers, cold winters, deficit of rainfall, intense evaporation and high insolation. In hydrographic respect, the territory of the rural district Karasaz presented Shalkodesu river and its tributaries: Ulken Karasu, Eshki Karasu, Tyshkanbai Karasu and Ulken Shiybut. In the Western part of the surveyed area, groundwater is wedged to the surface in the form of springs [5–7].

Methods of research: resource management [8]; geobotanical [9–11]. The determination of plant species was carried out according to the «Flora of Kazakhstan» (1956–1966); «Illustrated determinant of Kazakhstan plants» (1969, 1972). Endemic species are identified by «Flora of Kazakhstan» (1956–1966) and allocated according to the works of B.A. Bykov, A.I. Tolmachyov. Types of areas for the objects of study are given according to the works of L.Ya. Kurochkina, M.S. Baitenov and others [12–17]; scientific names of plants in the Kazakh language — according to S.A. Arystangaliyev [18].

The results of research

The floristic list of field investigation included 194 species from 132 genera and 44 families. By amount of species *Asteraceae* family with 33 species is dominated, second position belonged to *Poaceae* family

(28 species), on the third position was Fabaceae family (16 species). Other families included: Lamiaceae — 13 species, Rosaceae — 11 species, Chenopodiaceae — 12 species, Ranunculaceae — 8 species, Liliaceae — 6 species, Cyperaceae, Iridaceae and Papaveraceae — by 5 species; Brassicaceae — 4 species, Cynomoriaceae and Plantaginaceae — by 3 species. Other families contained 1 or 2 species (Table 1). 19 species are dominants in vegetation cover.

The most species are eaten by livestock, 26 from them are medical; 17 species are poisonous.

Table 1

Economically valuable groups of plants

No.	Name of groups of plants	Number
1	Fodder	56
2	Weed	33
3	Nectariferous	24
4	Medical	26
5	Ornamental	20
6	Poisonous	17
7	Food	13
8	Tanning	12
9	Essential oil	11
10	Vitamin	5
11	Tinctorial	4
12	Technical	4
13	Starchy	3
14	Insecticide	2
15	Brush	2
16	Endemic	2
17	Fibrous	1

The predominant life form is represented by perennials grassy plants — 172 species, including long-term perennial grasses — 148 species; shrubs — 14 species, semi-shrubs and sub-shrubs — 3 species, shrubs and trees — 2 species.

Grassy perennials plants belonged to Poaceae and Asteraceae family, many of them participated in ceonosis forming.

Shrubs are representatives of the family Cupressaceae, Salicaceae, Rosaceae, Fabaceae, Linaceae and Caprifollaceae. Semi-shrubs are representatives of Asteraceae and Chenopodiaceae families.

Group of annuals (9 species) are representatives of the families Poaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae and others. There are 12 species of biennial plants.

Fescue dominate are spread over the surfaces of high- and mid-mountain massifs. On these pastures, along with fescue, (*Stipa kirghisorum* P. Smirn., *Helictotrichon tianschanicum* (Roshev.) Henr. and *Helictotrichon pubescens* (Huds) Jessen, *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Bromus inermis* Leyss., *Poa pratensis* L., *Alopecurus pratensis* L.) there are grasses and forbs (*Geranium pratense* L. and *Geranium collinum* Steph., *Thymus marschallianus* Willd., *Myosotis caespitosa* Schultz и *Myosotis silvatica* Hoffm., *Achillea millefolium* L., *Origanum vulgare* L. and others).

The total area of the Karasaz rural district is 45,224 hectares, including agricultural land — 37,876 hectares, other — 7,348 hectares. Other lands include: coniferous forest — 551 hectares, deciduous forest — 193 hectares, thickets of bushes — 1,503 hectares. Outcrops of bedrock make up 4029 hectares, sand and pebble deposits — 722 hectares, populated areas — 143 hectares, outbuildings — 60 hectares, boulder and pebble deposits — 147 hectares.

As a result of the study, the distribution of 56 species of forage plants was determined. So, we presented the biological and ecological features of some general encountered species.

Tianshan cherry tree — *Cerasus tianschanica* Pojark is a perennial shrub, 1–2.5 m high, with thin long fluffy tree sprouts, the bark of old branches is brownish-gray. Leaves are narrow lanceolate, pink flowers, located on 4–6 short shoots. It flowers in May-June, bears fruits in June-July. Spring leaves and young shoots are well eaten, especially by small cattle, later worse.

Feather hairy grass (sawdust) — *Stipa capillata* L. is a perennial dense cusp grass till 50–80 cm high. In spring it begins to grow after many xerophyte cereals, therefore it dries much later. Yields are higher than other cornices, and when mowing before earing, it gives aftermath up to 50 % of the mass of the first mowing, and the aftermath consists mainly of leaves. In spring the leaves are greatly eaten by horses and quickly gaining weight. Since the end of flowering is almost not eaten. Cattles eat them less than horses; sheep and goats eat them satisfactorily only at a young age. Autumn afterburning is very gentle and is well eaten by all animals. The disadvantages of this feather grass are its harmfulness to sheep from the end of flowering, because the spines, getting into the wool, not only litter it, but also, piercing the skin, penetrate into the muscle tissue of the animal, leading to exhaustion and even death.

Kochia (izen) — *Kochia prostrata* (L.) Schrad. is semi-shrubs up 65 cm in height. Stems are numerous, reddish, branched. The leaves are flat, filiform linear, sharp pressed hairy. The seeds are round-oval or almost round, depressed, brown, bare, smooth on both sides. Flowering and fruiting are from July to September. The vegetative period lasts 220–264 days.

It is widespread along stony and gravelly slopes and plumes of hills and mountains, salt and salt marshes, saline steppes and sands. It is well eaten by horses, camels. It is considered a fattening feed for goats, sheep and camels. It is quite drought resistant and salt tolerant.

During the growing season, 2–3 cycles of grazing or 2 mowing for hay are possible. The nutritional value is significant. An important feature of Kochia is a big concentration of protein and fiber varies from June to October. It is a year-round food, better eaten by sheep and horses. In crops, it can give a cutting weight of hay up to 15–20 centners/hectare, and with high agricultural technology it can be produced over 30 centners per hectare of hay.

Alfalfa sickle — *Medicago falcata* L. is perennial plant until 1 m of height. The root is very powerful and already in the first year of development reaches 2 m. The stems are numerous, stretched. Plant is with yellow flowers and sickle-shaped beans. Seeds are oblong-ovate or bean-shaped, brown or yellowish. Period of blossoming is from May to August. It is widespread in meadows, rocky and grassy slopes. It is characterized by frost and drought resistance, salt and floodplain tolerance. It is perfectly eaten by all kinds of cattle. It is tolerance to bleed, introduced into the culture.

Bluegrass Bulbs — *Poa bulbosa* L. is an ephemeral small core plant with thin roots and a bulb. It is widespread plant on any soil. Under favorable conditions it reaches a height of 45–50 cm and gives a yield of 15.0 t/ha. In such years, it is possible to mow. The hay is well eaten by all livestock types. On pasture it is well eaten in spring and summer, in autumn its palatability decreases. For sheep is a fattening feed, in the early aftermath grazing yields.

Fescue furrowed (fescue) — *Festuca sulcata* Hack. is a perennial dense-cusp cereal 30–60 cm high, forming powerful dense turfs with numerous basal leaves. It blooms in late May-June, after flowering it begins to dry out and, when fully matured, yellow and rough grass. All hot summer is at rest and does not grow. With a decrease in temperature and first rainfall, a mass of basal leaves appears which grow to almost the same height as in spring. On the pasture, it is eaten perfectly by all kinds of animals, especially horses, only camels eat it satisfactorily. Since the beginning of flowering, and especially in the ripening phase, it is eaten worse, and in the summer only radical leaves are eaten. In conditions of steppe and semi-deserts, fescue grazing lands are often mown for hay.

Sedge pillars — *Carex pachystylis* J. Gay. is a perennial plant with rhizome with creeping shoots. Stems are straight, 30–60 cm tall, with rigid leaves. It blooms in May and June. It is considered a fodder plant of average quality. It tolerates grazing. On the pasture in the early phases of growth, it is well eaten by all animals, except camels. Later quickly grows coarse and almost not eaten. In the hay, cattle and horses are satisfactorily eaten. Sheep, goats and camels in hay eat it badly. This is explained by the fact that the herbage, in which there is Songar sedge, is mowed down in periods when it is already very rough.

White-earth wormwood — *Artemisia terrae-albae* Krasch. is a perennial herb is up to 45 cm high with numerous vegetative and generative shoots forming dense turf and wide. The leaves are ovoid in shape. Flowers are yellow. Flowering occurs from August to October. On pasture it is well eaten by sheep and even excellent in the spring, average in summer is bad, again good and is eaten in autumn and winter, eat a little worse by horses and camels. Cattle eat it satisfactorily in spring, autumn and winter and hardly eat it in summer, can be attributed to forage plants above average quality.

Autumn wormwood — *Artemisia serotina* Bunge is a perennial plant with a height of 35–80 cm, with a rod, woody, thick root. Stems are densely leafy, especially barren, fruiting stems at the beginning of grayish-pubescent, in the summer almost naked, brown or straw-yellow. Leaves of fruitless shoots and lower stem

long petiolate, stem leaves short-petiolate or sessile. Panicle is wide-pyramidal. Baskets are ovoid, sessile or on legs. Corolla is tubular, yellow or purple. It blooms in September. It is widespread on saline clay and sandy loam soils, river terraces, crushed-clay slopes of low mountains and hills, deposits, near roads. In autumn, perfectly eaten by cattle, but reports a bitter taste of milk. In the phase of vegetation contains up to 19.9 % protein. It gives a big gain when eating. It has a pleasant smell and is used for perfuming toilet soap.

Wormwood loess (narrow-lobed) — *Artemisia sublessingiana* Bess is a perennial plant with a height of 20–45 cm with a vertical, thick, multi-headed root. The stem forms a loose, highly rising above the ground turf. The leaves on both sides are grayish-green from thin cobweb-felt pubescence. Panicle is narrow, baskets are oblong-ovate, and corolla is tubular, yellow. It blooms in September-October. It is widespread on crushed-clay slopes of low mountains and hills. This wormwood is eaten in autumn, winter and early spring well, and in summer poorly eaten by horses, sheep and goats. The nutritional value is assumed to be higher than the nutritional value of good cereal hay.

The sandtail stag (ebelek) — *Ceratocarpus arenarius* L. is an annual herbaceous plant, grayish or reddish from stellate hairs, 5–30 cm high. The stems are strongly branched, forming a spherical bush. The leaves are hard, alternate, opposite at the base, 1–4 cm long and 0.5–2 mm wide, filiform. It blooms in May and July. The fodder plant for all animals, drought-resistant, is eaten both in green and in dry form. It is green in autumn and winter for horses and sheep — fattening feed. When grazing on ebelek pastures, milk mares increase yields, and the quality of koumiss improves. In its green form, it is highly nutritious, even in the dry phase, its nutritional value is not lower than average quality hay.

Stag marsupial (ebelek) — *Ceratocarpus utriculosus* Bluk. is annual herbaceous plant, plant grayish from pubescence up to 30 cm high. From the previous species it is distinguished by wider leaves and obovate fruits with convex sides. *Ceratocarpus utriculosus* is a valuable fodder plant, especially for horses and sheep. It is eaten all year round. From the second half of the summer for horses — fattening feed. As well as the previous species, it contributes to increasing the milk productivity of mares.

Melee beetle — *Spiraea hypericifolia* L. is shrub up to 150 cm tall with numerous flower umbrellas on brown twig-shaped branches. Period of blossoming is in April-May, fruits are in June. In the pasture, leaves and young shoots are readily eaten by sheep and goats. The rest of the animals eat worse. It contains vitamin C, aromatic substances. It grows on soil tillage mountain slopes. It is good honey plant.

Hornlike teresken — *Eurotia ceratoides* is subshrub until 30–100 cm high. The leaves are alternate, rigid, short-petiolate, lanceolate or oblong. The flowers are star-pubescent, are collected in inflorescences at the ends of the twigs. It blooms in July-September. In the pasture, it is perfectly eaten by sheep and camels, and in the fall it is for them fattening feed. Horses eat it worse; cattle eat it poorly-satisfactorily. It is considered a plant that stimulates the appetite of animals, and is also necessary for mineral nutrition.

26 species of medicinal plants were identified. The ethnobotanical method, i.e. using the oral questionnaire, the types used in traditional medicine by the local population for the treatment of various diseases were identified (Table 2).

Ephedra Medium (Ephedra) — *Ephedra intermedia* Schrenk et C.A. Mey. is shrub up 1 m high. Among other species, the genus is distinguished by the highest content of the alkaloid pseudoephedrine. Most of it compound is in the young green twigs, less lignified. Ground parts are used in local traditional medicine in the form of tea against colds and rheumatic diseases. It is used against asthma, increases the tone of relaxed blood vessels during shock, cures flu-like rhinitis.

Polygonum aviculare L. is annual herb. It contains tannins, leaves are rich in vitamin C. It is used in traditional medicine, a decoction is used for intestinal disorders.

Marin peony root — *Paeonia anomala* L. is perennial herb with spindle-shaped thickened root and stems 40–80 cm tall. It blooms in May-June. The leaves contain a large amount of ascorbic acid, tannins. Seeds contain 26–27 % of oil. The roots contain a lot of starch and salicin glucoside. The roots are used in folk medicine for gastric diseases, 10 % forcing is officially used as an anticonvulsant and analgesic, for neurasthenia, insomnia, and disorders of the autonomic functions of the central nervous system. In Mongolian medicine this raw material uses for treatment of kidney diseases, liver, Botkin, and as an antidote for poisoning.

Ural licorice — *Glyzyrrhiza uralensis* Fisch. is a perennial herb up 110 cm high. The plant contains alkaloids, coumarins, tannins, flavonoids, essential oil and vitamin C. It is used in both official and folk medicine for diseases of the upper respiratory tract, as an anti-inflammatory, as component of diuretic and laxative fees, drugs in the treatment of gastric and duodenal ulcers, drugs that affect the adrenal cortex, used in bronchial asthma, allergic dermatitis, etc.

Table 2

List of Karasaz's herbs

No.	English name	Latin name	Kazakh name	Life form
<i>Family Ephedraceae</i>				
1	Ephedra Medium	<i>Ephedra intermedia</i> Schrenk.	Kyzyl tamyр	Shrub
<i>Family Liliaceae</i>				
2	Hellebore Lobel	<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	Maral kural	Perennial
<i>Family Urticaceae</i>				
3	Stinging nettle	<i>Urtica urens</i> L.	Kuidyrgishkalakai	Perennial
<i>Family Polygonaceae</i>				
4	Knotweed	<i>Polygonum nitens</i> (Fisch. et Mey.)	Zhylytyr taran	Perennial
5	Polygonum aviculare	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Kyzyltaspataran	Annual
<i>Family Ranunculaceae</i>				
6	Dzungar wrestler	<i>Aconitum soongaricum</i> Stapf.	Ystykkolutamyry	Perennial
7	Marin peony root	<i>Paeonia anomala</i> L.	Marigultaushymyldyk	Perennial
<i>Family Cruciferae</i>				
8	Erysimum (wallflower)	<i>Erysimum diffusum</i> Ehrh.	Shashanky sarbasshop	Biennial
<i>Family Fabaceae</i>				
9	Glycyrrhizauralensis	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.	Oral miya	Perennial
10	Liquorice	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Zhalanmiya	Perennial
11	Thermopsis lupinoides	<i>Thermopsis lanceolata</i> R. Br.	Ulyzhylanburshak	Perennial
<i>Family Zygophyllaceae</i>				
12	Wildrue	<i>Peganum harmala</i> L.	Kadimgiadyraspan	Perennial
<i>Family Hypericaceae</i>				
13	StJohn'swort	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Shaishopshaikurai	Perennial
<i>Family Plantaginaceae</i>				
14	Broadleafplantain	<i>Plantago major</i> L.	Zholzhelkenbakazhapyrak	Biennial
<i>Family Rubiaceae</i>				
15	Lady'sbedstraw	<i>Galium verum</i> L.	Nagyzkyzylboyau	Perennial
16	Cleavers	<i>Galium aparine</i> L.	Zhabyskakkyzylboyau	Annual
<i>Family Valerianaceae</i>				
17	Valerianturkestanian	<i>Valeriana turkestanica</i> Sumn.	Turkistan shuinshobi	Perennial
18	Patrinia medium	<i>Patrinia intermedia</i> (Horn.)	Orta tasshuigyn	Perennial
<i>Family Plumbaginaceae</i>				
19	Limonium Gmelinii	<i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Kuntze.	Kermektomarboyau	Perennial
<i>Family Labiatae</i>				
20	Oregano	<i>Origanum vulgare</i> L.	Kiyikshop zhupargul	Perennial
21	Commonhorehound	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Kadimgisorgysh	Perennial
<i>Family Solanaceae</i>				
22	Blackhenbane	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Kara menduana	Biennial
<i>Family Asteraceae</i>				
23	Commonmugwort	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Ermenzhusan	Perennial
24	Grandwormwood	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ashy zhusan	Perennial
25	Commondandelion	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	Kadimgibakbak	Perennial
26	Commonyarrow	<i>Achillea millefolium</i> L.	Akbasmynzhapyrak	Perennial
27	Commonchicory	<i>Cichorium intybus</i> L.	Kadimgi shashyratky	Perennial

Licorice naked — *Glycyrrhiza glabra* L. a perennial herbaceous plant up to 110 cm in height. The plant contains alkaloids, coumarins, tannins, flavonoids, essential oil, vitamin C. It is used both in official and in folk medicine for diseases of the upper respiratory tract, as an anti-inflammatory, is part of diuretic and laxative fees, drugs in the treatment of gastric ulcer and duodenal ulcer, drugs affecting the adrenal cortex, drugs used in the treatment of gastric ulcer, bronchial asthma, allergic dermatitis, eczema, etc.

Harmala vulgaris (adraspan) — *Peganum harmala* L. From the alkaloids of adraspan is received a drug for the treatment of Parkinson's disease. In folk medicine, the broth is used for neurasthenia, epilepsy, malaria, gastrointestinal diseases, syphilis, external-rheumatism, skin diseases.

Hypericum perforatum L. is a perennial plant with an erect stem, 30–60 cm of height. The flowers are large, yellow-golden, collected in inflorescences. It blooms from June to August. It has astringent, analgesic, and hemostatic, antiseptic, urinary and choleric effect, improves appetite, enhances the secretion of digestive juices. Hypericum oil dries, disinfects wounds, ulcers.

The Gmelin limonium — *Limonium gmelinii* (Willd.) Ktze. is perennial herbaceous plant. It blooms in July-September, bears fruit in August-September. The roots contain up to 25 % tannins. It is recommended for cultivation in culture on saline soils for industrial purposes. It is used in medicine as an astringent and hemostatic agent and in gastrointestinal diseases. It is good honey plant, but with poor quality.

Oregano — *Origanum vulgare* L. is perennial wild herb. Oregano contains tannins, ascorbic acid and essential oil (up to 1.2 %), which includes phenols, thymol, bicyclic sesquiterpenes and other odorous compounds, flavonoids. Oregano has a calming effect on the central nervous system, increases the secretion of sweat, digestive and bronchial glands, intestinal peristalsis.

Plantain — *Plantago major* L. is a perennial herbaceous plant with simple leafless stems 15–30 cm, and short with numerous fibrous roots. Flowers are small, brownish. It blooms in June — August. Plantain leaves contain glycoside aucubin, vitamins A, C, and K, choline, adenine, polysaccharides, saponins, organic acids, etc. Leaves are recommended as an expectorant, anti-inflammatory and antimicrobial agent.

Bedstraw — *Galium verum* L. is a perennial plant with branched rhizome and straight branched stems 15–80 cm tall. Flowers are in a long thick paniculated inflorescence, bright yellow, with a honey smell. It blooms from June to September. The leaves, flowers and squeezed juice from the leaves have various uses in folk medical practice.

Yarrow — *Achillea millefolium* L. is a perennial herb, up 70 cm high. It blooms from June to late summer. The grass and inflorescences contain essential oil, volatile production, organic acids, astringents, and other substances. Yarrow herb has anti-inflammatory, bactericidal, hemostatic, anti-fermenting, anti-spasmodic and wound-healing effect.

Common chicory — *Cichorium intybus* L. is a perennial plant with a long branched stem root. Stems are height up to 1.5 m, vertical, with hard hairs. It blooms from June to September. The flowers are blue, sometimes with pinkish or white corollas, sitting in bundles of 2–3 in the axils of the leaves. As a medicinal raw material is used whole plant. Drugs enhance cardiac activity, regulate metabolism, have antimicrobial, anti-inflammatory, bile and diuretic, astringent, calming effect.

Dandelion ordinary — *Taraxacum officinale* Wigg. is a perennial herbaceous plant, about 30 cm tall. The root is thick, 20–60 cm long. The leaves in the rosette are bare, with triangular lobes. The flowers are golden yellow. It blooms from early May to September.

In medicine it is used roots, more less — leaves. The roots and grass of the plant are bitterness, stimulate the appetite and improve the activity of the gastrointestinal tract, have a choleric and mild laxative effect in atonic constipation. The roots of the plant are part of the gastric and diuretic fees.

Conclusion

The studies drew attention to environmental factors, anthropogenic changes and the impact of climate, environmental pollution, etc. The results of the study showed that the flora in the surveyed area of Karasai rural district is 194 species from 132 genera and 44 families. The dominated by amount of species families are Asteraceae Dumort — 33 species, Poaceae Juss — 28 species, Fabaceae Lindl — 16 species, Lamiceae Juss — 13 species, Rosaceae Juss — 11 species, Chenopodiaceae Vent — 12 species, Ranunculaceae Juss — 8 species, Liliaceae Juss — 6 species, Cyperaceae Juss, Iridaceae Lindl, Papaveraceae Juss — 5 species; Brassicaceae Juss — 4 species, Cynomoriaceae Engl and Plantaginaceae Lindl — 3 species, the remaining families contain 1 or 2 species. Dominants of the vegetation cover are 19 species. The vast number of species is eaten by cattle, often mowed for hay, so a complete inventory and assessment of the current state of useful

plants, preparation for each type of resource characteristics with optimal mode of use, development of recommendations for the conservation and restoration of their natural populations is relevant.

References

- 1 Второе национальное сообщение Республики Казахстан Конференции сторон рамочной конвенции ООН об изменении климата. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. — Астана, 2009. — 192 с.
- 2 Огарь Н.П. Трансформация экосистем и их компонентов: основные термины и понятия / Н.П. Огарь, Т.М. Брагина // Трансформация экосистем и их компонентов при опустынивании. — Алматы, 1999. — С. 28–32.
- 3 Айдарбаева Д.К. Қазақстанның пайдалы өсімдіктері / Д.К. Айдарбаева. — Қарағанды: Ақнұр, 2014. — 290 б.
- 4 Байтулин И.О. К проблеме сохранения хозяйственно-ценных редких видов растений / И.О. Байтулин // Известия НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2008. — № 1(265). — С. 3–8.
- 5 Есназарова У.А. Физическая география Казахстана / У.А. Есназарова. — Алматы, 2001. — 255 с.
- 6 Джаналиева К.М. Физическая география Республики Казахстан / К.М. Джаналиева, Т.И. Будникова, Е.Н. Виселов, К.К. Давлеткалиева, И.И. Давлятшин, М.Ж. Жапбасбаев, А.А. Науменко, В.Н. Уваров. — Алматы, 1998. — 266 с.
- 7 Агроклиматический справочник по Алма-Атинской области. — Л.: Гидрометеоздат, 1961. — 220 с.
- 8 Методика определения запасов лекарственных растений. — М., 1986. — 50 с.
- 9 Крылова И.Л. Влияние некоторых антропогенных факторов на восстановление ценопопуляций лекарственных растений / И.Л. Крылова // Раст. ресурсы. — СПб., 1994. — Т. 30, Вып. 4. — С. 15–21.
- 10 Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. — М.; Л., 1964. — Т. 3. — С. 39–60.
- 11 Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах. / В.М. Понятовская // Полевая геоботаника. — М.; Л., 1964. — Т. 3. — С. 209–237.
- 12 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 1–9 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956–1966.
- 13 Иллюстрированный определитель растений Казахстана: в 2-х т. — Т. 1, 2. / В.П. Голосков. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1969. — Т. 1. — 644 с.; — 1972. — Т. 2. — 572 с.
- 14 Быков Б.А. Очерки истории растительного мира Казахстана и Средней Азии / Б.А. Быков. — Алма-Ата, 1979. — 107 с.
- 15 Байтенов М.С. Флора Казахстана. Т. 1: Иллюстрированный определитель семейств и родов / М.С. Байтенов. — Алматы: Ғылым, 1999. — 400 с.
- 16 Байтенов М.С. Флора Казахстана. Т. 2: Родовой комплекс флоры / М.С. Байтенов. — Алматы: Ғылым, 2001. — 280 с.
- 17 Курочкина Л.Я. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана / Л.Я. Курочкина. — Алма-Ата: Наука, 1978. — 261 с.
- 18 Арыстанғалиев С. Қазақстан өсімдіктері атауларының қазақша-орысша-латынша сөздігі. Словарь казахско-русско-латинских названий растений Казахстана / С. Арыстанғалиев. — Көкшетау: Келешек–2030, 2013. — 220 б.

Д.Қ. Айдарбаева, Г.А. Шолпанқұлова, А.Ш. Шоқанова

Алматы облысының пайдалы өсімдіктері популяциясының қазіргі жағдайы және оларды үйлестіріп қолдану жолдары

Мақалада Алматы облысының пайдалы өсімдіктерінің қазіргі жағдайын зерттеу нәтижелері қарастырылған. Зерттеуде Қарасаз ауылдық округы территориясы қамтылған. Далалық зерттеу материалдары негізінде 132 туыс пен 44 тұқымдастан тұратын 194 түр кіретін тізімдегі флораның қазіргі уақыттағы түрлік алуантүрлілігіне баға берілген. Түр санына байланысты көп тараған тұқымдастар: *Asteraceae Dumort* — 33 түр, *Poaceae Juss* — 28 түр, *Fabaceae Lindl* — 16 түр, *Lamiaceae Juss* — 13 түр, *Rosaceae Juss* — 11 түр, *Chenopodiaceae Vent* — 12 түр, *Ranunculaceae Juss* — 8 түр, *Liliaceae Juss* — 6 түр, *Superaceae Juss*, *Iridaceae Lindl*, *Papaveraceae Juss* — 5 түрден; *Brassicaceae Juss* — 4 түр, *Synomoriaceae Engl* және *Plantaginaceae Lindl* — 3 түрден және т.б. Шөп жамылғы арасында 19 түр басым болды. Дәрілік өсімдіктердің 26 және мал азықтық өсімдіктердің 56 түрлері таралғаны анықталды. Өсімдіктердің басым кездесетін тіршілік формалары көпжылдық шөптесін өсімдіктер — 172 түр, олардың ішінде вегетациялық кезеңі ұзақ көпжылдық шөптесін өсімдіктер — 148 түр, бұталар — 14 түр, жартылай бұталар мен жартылай бұташықтар 3 түрден, бұта мен ағаштар 2 түрден тұрады. Өсімдік түрлерінің басым көпшілігімен мал қоректенеді және жиі жем-шөп ретінде орылады, сондықтан пайдалы өсімдіктердің қазіргі жағдайын толықтай есепке алу және бағалау, олардың табиғи популяцияларын қалпына келтіру және сақтау әлі күнге дейін маңызды.

Кілт сөздер: пайдалы өсімдіктер, мал азықтық өсімдіктер, дәрілік өсімдіктер, флора, популяция, доминанттар, көпжылдық шөптесін өсімдіктер, бұталар, жартылай бұталар.

Д.К. Айдарбаева, Г.А. Шолпанкулова, А.Ш. Шоканова

Современное состояние популяций полезных растений Алматинской области и пути их сбалансированного использования

В статье обобщены результаты по изучению современного состояния полезных растений Алматинской области. Исследованием охвачена территория Карасазского сельского округа. Дана современная оценка видового разнообразия флоры, список которой по материалам полевого обследования составляет 194 видов, относящихся к 132 родам и 44 семействам. По количеству видов в семействах преобладают *Asteraceae* Dumort — 33 вида, *Poaceae* Juss — 28 видов, *Fabaceae* Lindl — 16 видов, *Lamiaceae* Juss — 13 видов, *Rosaceae* Juss — 11 видов, *Chenopodiaceae* Vent — 12 видов, *Ranunculaceae* Juss — 8 видов, *Liliaceae* Juss — 6 видов, *Cyperaceae* Juss, *Iridaceae* Lindl, *Papaveraceae* Juss — по 5 видов; *Brassicaceae* Juss — 4 вида, *Cynomoriaceae* Engl и *Plantaginaceae* Lindl — по 3 вида и др. Доминантами в растительном покрове являются 19 видов. Выявлено распространение более 26 лекарственных и 56 видов кормовых растений. Преобладающей жизненной формой являются многолетники — 172 видов, из них длительно вегетирующие многолетние травы — 148 видов, кустарников — 14 видов, полукустарников и полукустарничков — по 3 вида, кустарничков и деревьев — по 2 вида. Подавляющее количество видов поедается скотом и часто выкашиваются на сено, поэтому полная инвентаризация и оценка современного состояния полезных растений, разработка рекомендаций по сохранению и восстановлению их природных популяций актуальны по сей день.

Ключевые слова: полезные растения, кормовые растения, лекарственные растения, флора, популяция, доминанты, многолетние травы, кустарники, полукустарники.

References

- 1 *Vtoroe natsionalnoe soobshchenie Respubliki Kazakhstan Konferentsii storon ramochnoi konvetsii OON ob izmenenii klimata. Ministerstvo okhrany okruzhaiushchei srede Respubliki Kazakhstan [Second National Communication of the Republic of Kazakhstan to the Conference of the Parties to the UN framework Convention on climate change. Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan].* (2009). Astana [in Russian].
- 2 Ogar, N.P., & Bragina, T.M. (1999). Transformatsiia ekosistem i ikh komponentov: osnovnye terminy i poniatii [Transformation of ecosystems and their components: basic terms and concepts]. *Transformatsiia ekosistem i ikh komponentov pri opustynivanii — Transformation of ecosystems and their components during desertification* (pp. 28–32). Almaty [in Russian].
- 3 Aidarbaeva, D.K. (2014). *Qazaqstannyn paidaly osimdikteri [Useful plants of Kazakhstan]*. Karagandy: Aknur [in Kazakh].
- 4 Baitulin, I.O. (2008). K probleme sokhraneniia khoziaistvenno-tsennykh redkikh vidov rastenii [On the problem of conservation of economically-valuable rare species of plants]. *Izvestiia NAN RK. Seriiia biolohiia i meditsina — News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Biology and Medicine Series, 1*, 3–8 [in Russian].
- 5 Esnazarova, U.A. (2001). *Fizicheskaiia heohrafiia Kazakhstana [Physical geography of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 6 Dzhanalieva, K.M., Budnikova, T.I., Viselov, E.N., Davletkalieva, K.K., Davliatshin, I.I., & Zhabasbaev, M.Zh., et al. (1998). *Fizicheskaiia heohrafiia Respubliki Kazakhstan [Physical geography of the Republic of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 7 *Ahroklimaticheskii spravochnik po Alma-Atinskoi oblasti [Agro-climatic guide to Alma-Ata region]*. (1961). Leningrad: Hidrometeoizdat [in Russian].
- 8 *Metodika opredeleniia zapasov lekarstvennykh rastenii [Methods of determining the reserves of medicinal plants]*. (1986). Moscow [in Russian].
- 9 Krylova, I.L. (1994). *Vliianiie nekotorykh antropohennykh faktorov na vosstanovlenie tsenopopuliatsii lekarstvennykh rastenii. [The influence of some anthropogenic factors on the recovery of populations of medicinal plants]*. Saint Petersburg [in Russian].
- 10 Korchagin, A.A. (1964). *Vidovoi (floristicheskii) sostav rastitelnykh soobshchestv i metody eho izucheniiia [Species (floristic) composition of plant communities and methods of its study]*. Leningrad [in Russian].
- 11 Poniatovskaia, V.M. (1964). *Uchet obilii i osobennosti razmeshcheniia vidov v yestestvennykh rastitelnykh soobshchestvakh [Consideration of abundance and features of species distribution in natural plant communities]*. Leningrad [in Russian].
- 12 Pavlov, N.V. (Eds.). (1956–1966). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (Vols. 1–9). Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 13 Goloskokov, V.P. (Eds.). (1969–1972). *Illustrirovannii opredelitel rastenii Kazakhstana. [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 14 Bykov, B.A. (1979). *Ocherki istorii rastitelnoho mira Kazakhstana i Srednei Azii [Essays on the history of flora of Kazakhstan and Central Asia]*. Alma-Ata [in Russian].
- 15 Baitenov, M.S. (1999). *Flora Kazakhstana: Illustrirovannii opredelitel semeistv i rodov [Flora of Kazakhstan: Illustrated defining to families and genera]*. Almaty [in Russian].
- 16 Baitenov, M.S. (2001). *Flora Kazakhstana. Rodovoi kompleks flory [Flora of Kazakhstan. Ancestral complex of flora]*. Almaty: Nauka [in Russian].
- 17 Kurochkina, L.Ya. (1978). *Psammofilnaia rastitelnost pustyn Kazakhstana [Psammophila vegetation of the deserts of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 18 Arystangaliev, S. (2013). *Slovar kazakhsko-russko-latinskikh nazvanii rastenii Kazakhstana [Dictionary of Kazakh-Russian-Latin names of plants of Kazakhstan]*. Kokshetau: Keleshek–2030 [in Kazakh].

И.А. Зубань, В.С. Вилков, М.Н. Калашников, К.С. Жадан

*Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан
(E-mail: zuban_ia@mail.ru)*

Динамика численности гусей и казарок на некоторых ключевых миграционных участках Северо-Казахстанской области

Северо-Казахстанская область является уникальным участком на протяжении всего сибирско-казахстанско-черноморско-средиземноморского пролётного пути. Здесь ежегодно концентрируются в больших количествах, как глобально угрожаемые, так и охотничьи виды гусей и казарок во время весенних миграций. Множество водоемов области, а также большие площади земель, возделываемых для выращивания зерновых культур, создают оптимальные условия для отдыха и пополнения энергетических запасов представителей рассматриваемой группы птиц. В то же время к настоящему моменту в литературе отсутствуют сведения о местах остановок птиц на территории рассматриваемой области с оценкой тех условий, которые определяют причины концентрации в их пределах. В представленной читателям работе приводится характеристика двух ключевых миграционных участков, расположенных в северо-восточной части области. Дана полная физико-географическая, а также природная характеристика каждого из них. В разрезе конкретной территории приведена информация о видовой структуре, численности гусей и казарок и ее динамике на весеннем пролете за восьмилетний временной период. Выявлена и рассмотрена роль цикличности гидрологического режима рассматриваемых участков в пространственно-биотопическом распределении, а также численной структуры птиц в тот или иной год. Приведена информация по видам из Красной книги.

Ключевые слова: гуси, казарки, миграция, численность, плотность населения, ключевые участки, миграционные остановки.

Введение

Для территории лесостепной зоны Казахстана характерно наличие большого количества разнообразных по качеству водоемов [1], что создает благоприятные условия для обитания и миграционных остановок птиц водно-болотного комплекса. Еще столетие назад это был самый богатый по количеству гусей и уток регион Евразии [2]. Ежегодно здесь заготавливали сотни тысяч яиц представителей указанных групп, а также тысячи линяющих и мигрирующих птиц [3]. Но начавшееся в XIX в. хозяйственное освоение рассматриваемой территории, связанное с увеличением численности населения, распашкой целинных и залежных земель и неумеренной охотой, определило значительное сокращение количества гнездящихся и пролетных птиц. Так, по мнению Ю.А. Исакова [4], к середине XX в. ресурсы водоплавающих птиц на юге Западной Сибири сократились в 20 раз. Исследования, проведенные в лесостепи Казахстана в 1986–1988 гг., подтвердили продолжение этого процесса [5].

Учитывая то, что сокращение численности водоплавающих птиц продолжается и по настоящее время [6, 7] и то, что Северо-Казахстанская область представляет собой территорию, через которую в весеннее время проходит значительный поток мигрирующих на север гусей и казарок [8–10], изучение особенностей их распределения по территории, мест концентрации, численности и динамики в многолетнем аспекте, позволит решить многие вопросы, ответа на которые до сих пор нет. В процессе мониторинговых работ, проводимых нами за период 2011–2018 гг., был выявлен ряд новых ключевых миграционных участков, которые представляют собой важное значение в жизни птиц. В данной работе рассмотрено современное состояние некоторых из них, а также их роль в сохранении биологического разнообразия.

Материалы и методы исследования

Материал собран авторами в ходе полевых экспедиций в 2011–2018 гг., в рамках реализации ряда проектов: 2011 «Сокращение угроз от нелегальной охоты для водоплавающих птиц на севере Казахстана» (АЕВА/АСБК); Мониторинг ключевых местообитаний савки в Казахстане (Conservation Leadership Programme (CLP), Ornithological Society of the Middle East, the Caucasus and Central Asia (OSME)); «Разработка системы мониторинга и управления популяциями охотничьих и редких водоплавающих птиц в Казахстане» (Комитет науки МОН РК); «Research on a Condition of Populations of Geese and Brents during Migration and Nesting in the Conditions of the North Kazakhstan Area» (Rufford

fund); «Развитие сети бердвочинга в Северо-Казахстанской области» (Казахстанское национальное географическое общество), Studying rare and hunting species of geese and branta in the North of Kazakhstan and creation of monitoring system and set of actions for their protection (Rufford fund). Studying the states of populations of rare and hunting species of geese and branta in the North of Kazakhstan (using GIS technologies, aerial photography and satellite telemetry) and creation of monitoring system and set of actions for their protection (Комитет науки МОН РК). Большой вклад в сбор представленного материала в разные годы помимо авторов внесли преподаватели кафедры «Биология» СКГУ им. М. Козыбаева (С.Г. Гайдин, С.В. Губин, А.В. Красников), а также сотрудник Казахстанской Ассоциации сохранения биоразнообразия А.Ю. Тимошенко.

Для оценки численности и определения видового состава мигрирующих стай гусей и казарок в весенний период использовался метод, изложенный в «Инструкциях по полевому мониторингу гуся пискульки» [11] и адаптированный нами для данного региона позже [5]. В целом, методика основывалась на прямых подсчетах общего количества птиц (с использованием биноклей и подзорных труб), во время вылета из озер в ранние утренние и вечерние часы на места кормежки.

Результаты исследования и их обсуждение

Возвышенский миграционный участок. Территория расположена в восточной части области, вдоль границы с Российской Федерацией (Омская область). Общая площадь используемых гусями и казарками участков составляет около 10,5 тыс. га, а в годы общего снижения уровня воды сокращается до 1,5–2 тыс. га. Основную часть угодий занимают сельскохозяйственные (до 60 %), засеваемые преимущественно зерновыми культурами, реже рапсом *Brassicinapus* и льном *Linum usitatissimum*. Колки немногочисленны. Степные и луговые участки сохранились в окрестностях населенных пунктов, вокруг древесно-кустарниковой растительности. Поверхность участка слабоволнистая. В весеннее время в понижениях рельефа образуются многочисленные разливы. Крупные водоемы представлены озерами Альва и Кельтесор. Первое — пресное, бордюрно-куртинного типа, с участками внутриозерных сплавин. В период высокого уровня водного зеркала разливается по низине восточнее с. Альва, образуя мелководья вдоль берега. Оз. Кельтесор — горько-соленого типа. Мелководное, с пологими берегами. В засушливые годы площадь сокращается в 4–5 раз. В многоводные разливается, образуя большие площади мелководий. Окрестности в такие годы заболочены.

В период миграций данная территория представляет хорошие условия для отдыха и кормления гусей. Низкий фактор беспокойства, множество разливов рядом с кормовыми полями, обеспечивают концентрацию птиц. Начиная с 2011 года на данном участке учтено 212913 особей четырех видов гусей и казарок, среди которых доля видов из Красной книги, в среднем, составляет $2,3 \pm 2,66$ %.

Во все годы наблюдений доминирующее положение на миграционном участке занимал белолобый гусь *Anser albifrons* (рис. 1). Его средняя ежегодная численность составила 29474 ± 28051 особь, или $97,3 \pm 2,5$ % от общей численности останавливающихся здесь птиц рассматриваемой группы.

Максимальная численность вида отмечена в 2011 г. — 70200 особей. Второе место во все годы занимала краснозобая казарка *Branta ruficollis*, доля которой в общих скоплениях составила $2,2 \pm 2,6$ %. На остальные виды гусей приходится незначительное количество, соответственно, на пискульку *Anser erythropus* — $0,02 \pm 0,05$ %, а на серого гуся *Anser anser* — $0,4 \pm 1,1$ % (рис. 2).

Средняя ежегодная плотность мигрирующих гусей и казарок на весеннем пролете составила $3456,4 \pm 3279,5$ особ./100 га, а видов из Красной книги — $155,5 \pm 228,5$ особей на ту же площадь.

Изменения гидрологического режима озер непосредственно отражается на численности останавливающихся представителей рассматриваемых групп. Так, в годы общего снижения уровня водного зеркала, с 2011 по 2015 гг., на оз. Кельтесор она сильно сократилась. Однако, после его очередного наполнения и последующего восстановления растительных сообществ, вновь стало привлекать большую массу мигрирующих гусей и казарок. В 2018 г. здесь зарегистрировано рекордное количество птиц за все годы — 53684 особи. В противоположность предыдущему водоему, озеро Альва служит местом остановки значительного числа мигрирующих птиц именно в годы депрессии уровня водного зеркала. По мере наполнения котловины оно утрачивает свое значение ввиду усиливающего фактора беспокойства со стороны рыболовов. Максимальная численность птиц на данном озере отмечена нами в 2011 и в 2012 гг., по 70708 и 48772 особи соответственно. Максимальное количество краснозобой казарки *Branta ruficollis* на данном водоеме также отмечено в 2012 г. — 3520 особей, или 7,2 % от общей численности всех видов гусей.

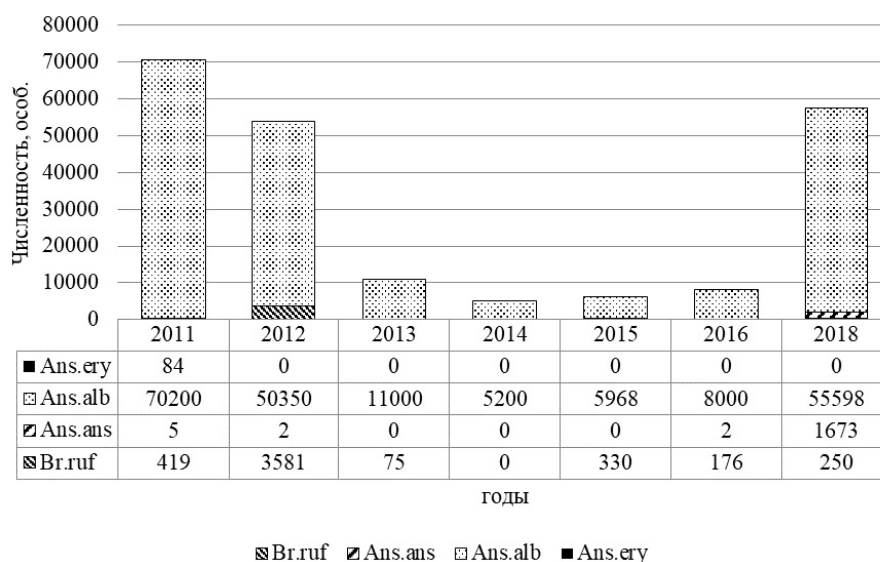


Рисунок 1. Численность гусей и казарок рода *Anser* и *Branta* на Возвышенском миграционном участке в 2011–2018 гг.

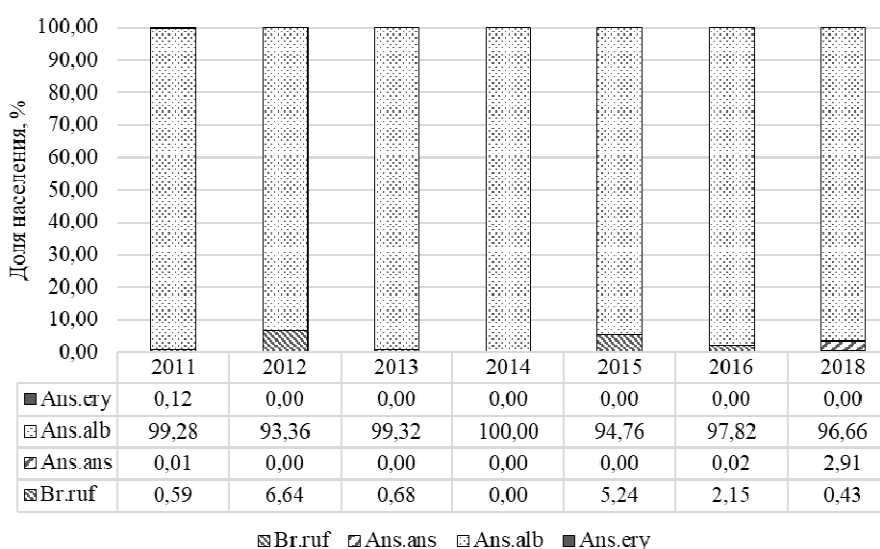


Рисунок 2. Соотношение численности гусей и казарок рода *Anser* и *Branta* на Возвышенском миграционном участке в 2011–2018 гг.

Советский миграционный участок. Территория находится в центральной части области в пределах 2 административных районов: Смирновского и М. Жумабаева. На западе крайней точкой является с. Черкасское, а на востоке — с. Косколь; на юге с. Кирово, а на севере — с. Таманское. По площади занимает около 120 тыс. га и имеет слабоволнистую поверхность, с большим количеством низин, занятых болотами. В весенний период все низины, в том числе и в пределах зерновых полей, заполняются водой и образуют густую сеть мелководных участков, благоприятных для остановок гусей. В многоводные годы рассматриваемая территория труднопроходима для автомобильного транспорта, что повышает ее значимость как ключевой остановки. Кроме низин и болот имеется более 20 мелких и крупных озер, преимущественно пресных, которые используются птицами для ночевки и отдыха. Естественная древесно-кустарниковая растительность практически отсутствует. Вдоль дорог и частично между зерновых полей имеются лесные полосы. Значительная часть рассматриваемой территории используется в сельскохозяйственном производстве (около 70 %) и представлена пашней, засеваемой зерновыми культурами, реже масличными. Животноводство развито слабо. Основную часть поголовья крупнорогатого скота и овец составляют животные

местного населения. Населенные пункты преимущественно мелкие, за исключением сел Черкасское, Котовское и Советское, поэтому степень хозяйственного влияния населения в период весеннего пролета на птиц минимальная. Всего на данном участке учтено 159834 особи гусей и казарок, среди которых 17336 особей — 10,8 % — виды из Красной книги. Общая среднегодовая плотность составила $58,8 \pm 81,3$ особ./100 га.

Практически во все годы наблюдения (за исключением 2015 г.) лидирующее положение по численности занимал белолобый гусь *Anser albifrons*. Всего на данном участке за 8 лет наблюдений учтено 142492 особи данного вида, а максимальная численность отмечена в 2018 г. — 54772 особи (рис. 3). Его доля в общем населении останавливающихся здесь гусей и казарок составила $82,8 \pm 33,7$ % (рис. 4). Второе место по численности занимает краснозобая казарка *Branta ruficollis*. Ее среднегодовая доля в скоплениях не превышает $5,3 \pm 6,5$ %. Численность остальных видов незначительна (рис. 3).

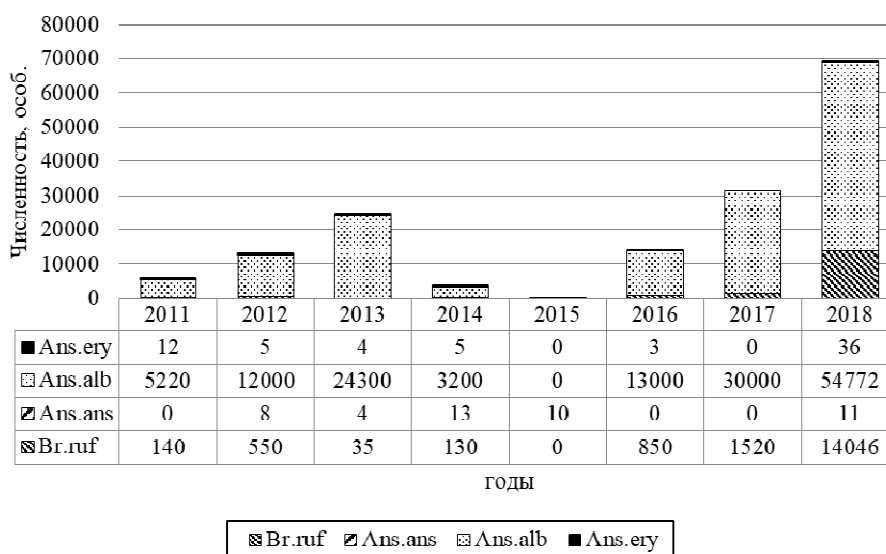


Рисунок 3. Численность гусей и казарок рода *Anser* и *Branta* на Советском миграционном участке в 2011–2018 гг.

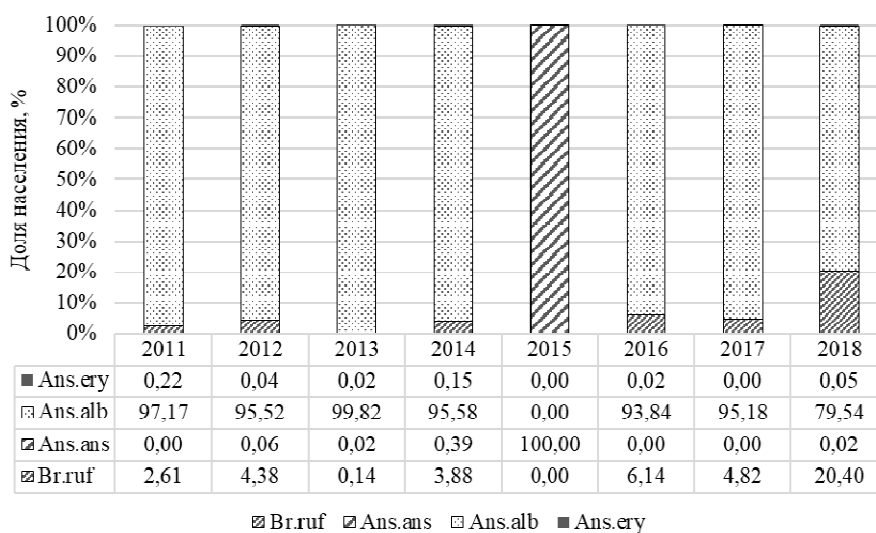


Рисунок 4. Соотношение численности гусей и казарок рода *Anser* и *Branta* на Советском миграционном участке в 2011–2018 гг.

В пределах рассматриваемого участка можно выделить несколько самостоятельных, в пределах которых и происходит концентрация основной массы птиц:

– *Летовка*. Бывшая ферма совхоза «Майбалыкский». Расположена в 6 км к юго-востоку от с. Сейфулино и столько же на запад от с. Майбалык. В настоящее время сохранились лишь развалины зданий и сооружений. С 2014 г., по мере роста общей обводненности территории области, началось заполнение низины, расположенной в 100–150 м к северу и западу от развалин. В последующие годы сформировался постоянный водоем, общей площадью около 160 га, мелководный, с обширными отмелями и грязями. В северной и западной частях имеются участки рогоза *Typha angustifolia* и кочек, а вдоль побережья — заросли «бурьяна» на необрабатываемых землях. В силу указанного и того, что вокруг него вплотную находятся зерновые поля, этот водоем начиная с 2016 г. ежегодно является местом массовой остановки гусей и казарок. Всего здесь, начиная с весны 2016 г., зарегистрирована 50891 особь представителей 3 видов из указанных групп. Средняя плотность составляет $10602,3 \pm 7912,6$ особ./100 га. Численность видов из Красной книги, посещающих данную территорию из года в год, не стабильна, и их доля в среднем не превышает $4,5 \pm 3,9$ %.

– *Котовско-Советский участок*. Территория от с. Котовское до с. Советское (около 12 км), площадью 1200–1300 га. Отсутствие других населенных пунктов, низкая хозяйственная активность населения, обилие озер и болот, а также низин с водой и просто сырых, в совокупности с доступным кормом на полях, привлекают сюда тысячи гусей. Данный участок обнаружен и обследован нами в весенний период 2018 г. Всего здесь учтено 59043 особи гусей и казарок 4 видов, среди которых 14034 особи — виды из Красной книги: краснозобая казарка *Branta ruficollis* и пискулька *Anser erythropus*. Вероятней всего, данный миграционный участок используется птицами уже не первый год, но ввиду высокой заболоченности территории в весенний период и отсутствие проезжих дорог, посетить его в предыдущие годы не представлялось возможным.

– *Оз. Карабул и его окрестности*. Включает оз. Карабул площадью около 80 га, болота и разливы юго-восточнее с. Советское и к западу от с. Сейфулино, общей площадью около 250 га. Территория является важной в засушливые годы, когда большая часть временных водоемов пересыхает. С 2011 по 2014 гг. здесь отмечено 45625 особей 4 видов гусей и казарок. Средняя ежегодная плотность указанных групп на водоемах данной территории составила $3456,5 \pm 2875,04$ особ./100 га. Максимальна численность отмечена в 2013 году — 24343 особи. В последующие годы, с повышением водного зеркала на оз. Карабул и изменением структуры его зарослей, водоем утратил свое значение как миграционная остановка, в связи с перераспределением птиц на более благоприятные участки с низким фактором беспокойства. В тоже время ряд разливов и болот, упомянутых выше, гуси продолжают использовать и в настоящее время.

Заключение

Подводя итоги, можно отметить высокую степень пластичности представителей гусей и казарок, мигрирующих через территорию области. В частности, реагирование на качественное состояние водоемов и окружающих их кормовых участков, определяют перераспределение птиц и степень их концентрации. Это, в свою очередь, приводит к тому, что благоприятные для остановок в одном году участки, в следующем уже могут быть менее привлекательными. В результате этого численность гусей и казарок сильно снижается или они полностью покидают территорию. Это подтверждается результатами восьмилетних учетов, отражающих структуру распределения, а также численность на конкретных миграционных участках в тот или иной год наблюдений.

Список литературы

- 1 Филонец П.П. Озера Северного, Западного и Восточного Казахстана: справоч. / П.П. Филонец, Т.Р. Омаров. — М.: Гидрометеоздат, 1974. — 78 с.
- 2 Янушевич А.И. Водоплавающие птицы Барабы / А.И. Янушевич, О.С. Золотарева. — Новосибирск, 1947. — 77 с.
- 3 Янушевич А.И. Биология водоплавающих птиц Барабы / А.И. Янушевич // Тр. БИН при ТГУ. — Томск, 1940. — Т. 7. — С. 87–111.
- 4 Исаков Ю.А. О состоянии ресурсов водоплавающих птиц в СССР / Ю.А. Исаков // Ресурсы водоплавающей дичи в СССР, их воспроизводство и использование. — М., 1969. — Т. 3. — С. 70–78.
- 5 Вилков В.С. Биология водоплавающих птиц лесостепи Северного Казахстана: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08 / В.С. Вилков. — М.: Изд-во МГУ, 1989. — 362 с.
- 6 Розенфельд С.Б. Мониторинг состояния популяций гусей и казарок Северо-Казахстанской миграционной остановки как основа для разработки мер по их сохранению / С.Б. Розенфельд, А.Ю. Тимошенко, И.А. Зубань // Казарка. — 2016. — Т. 19, № 1. — С. 94–128.

7 Richard J. Cuthbert. Estimating the autumn staging abundance of migratory goose species in northern Kazakhstan / Richard J. Cuthbert, T. Aarvak, E. Boros, T. Eskelin, V. Fedorenko, R. Karvonen et al. // *Wildfowl*. — 2018. — No. 68. — P. 44–69.

8 Вилков В.С. Перспективные ключевые орнитологические территории Северо-Казакстанской области / В.С. Вилков, И.А. Зубань // Проблемы управления речными бассейнами при освоении Сибири и Арктики в контексте глобального изменения климата планеты в XXI веке: сб. докл. XIX Междунар. науч.-практ. конф. — 2017. — С. 41–45.

9 Зубань И.А. Мониторинг гуся-пискульки на водоемах Северо-Казакстанской области в 2014 г. / И.А. Зубань, В.С. Вилков // *Вестн. Тюмен. гос. ун-та. Экология и природопользование*. — 2015. — Т. 1, № 2. — С. 143–151.

10 Вилков В.С. Миграции краснотелой казарки *Branta ruficollis* в Северо-Казакстанской области / В.С. Вилков // *Русский орнитологический журн.* — 2011. — Т. 20, № 647. — С. 716–725.

11 Tolvanen P. Monitoring the autumn staging of Lesser White-fronted Geese in North-Western Kazakhstan / P. Tolvanen, K.E. Litvin, P. Lampila // *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project*. — 1999. — P. 1–54.

И.А. Зубань, В.С. Вилков, М.Н. Калашников, К.С. Жадан

Солтүстік Қазақстан облысының кейбір негізгі қоныс учаскелерінде қаздар мен қарашақаздар санының динамикасы

Солтүстік Қазақстан облысы сібір-қазақстан-қара теңіз-жерортатеңіздік ұшу жолының бірегей бөлігі болып табылады. Мұнда жыл сайын көктемгі қоныс аудару кезінде қаздар мен қарашақаздардың жаһандық жойылып бара жатқан түрлері мен бірге кәсіптік маңызы бар түрлері көп мөлшерде шоғырланады. Облыстың көптеген су қоймалары, сондай-ақ дөңді дақылдарды өсіру үшін өңделетін жерлердің үлкен алаңдары қарастырылып отырған құстар тобы өкілдерінің демалысы мен энергетикалық қорларын толықтыру үшін қолайлы жағдай жасайды. Сонымен қатар қазіргі уақытта әдебиетте қарастырылып отырған облыстың аумағында құстардың аялдама орындары және олардың шегінде шоғырлану себептерін анықтайтын шарттарды бағалау туралы мәліметтер жоқ. Оқырмандарға ұсынылған жұмыста облыстың солтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан екі негізгі көші-қон бөлімдерінің сипаттамасы келтіріледі. Олардың әрқайсысының толық физикалық-географиялық, сондай-ақ табиғи сипаттамасы беріледі. Нақты аумақ сызығында түр құрылымы, қаздар мен қарашақаздардың саны және оның көктемгі ұшудағы сегіз жылдық уақыт кезеңіндегі динамикасы туралы ақпарат келтірілді. Кеңістіктік-биотоптық таратуағы қарастырылатын бөлімдердің гидрологиялық режимінің цикліліктің, сондай-ақ сол немесе басқа жылдағы құстардың сандық құрылымының рөлі анықталды және қаралды. Қызыл кітаптың түрлері бойынша ақпарат келтірілді.

Кілт сөздер: қаздар, қарашақаздар, көші-қон, саны, тығыздық, түйінді аумақтар, көші-қон аялдамалары.

I.A. Zuban, V.S. Vilkov, M.N. Kalashnikov, K.S. Zhadan

Dynamics of the number of geese and brant geese in some key migration areas of the North Kazakhstan region

North Kazakhstan region is a unique area throughout the Siberian-Kazakh-Black Sea-Mediterranean flight path. Here, both globally threatening and hunting species of geese and brant geese are annually concentrated in large quantities during spring migrations. Many reservoirs of the region, as well as large areas of land cultivated for growing crops, create optimal conditions for recreation and replenishment of energy reserves of the representatives of the considered group of birds. At the same time, to date, there is no information in the literature about the places where the birds stopped on the territory of the considered region, with an assessment of the conditions that determine the causes of concentration within them. In the presented article the two key migration areas located in the north-east part of the region are described. The complete physiographic, as well as the natural characteristics of each of them, is given. In the context of a specific territory, information is provided on the species structure, the number of geese and brant geese, and its dynamics at the spring time over an eight-year time period. The role of the cyclical nature of the hydrological regime of the considered areas in the spatial and biotopic distribution, as well as the numerical structure of birds in a given year, has been identified and considered. Article contains information on species from the Red Book.

Keywords: geese, brant geese, migration, numbers, population density, key areas, migratory stops.

References

1 Filonec, P.P. (1974). *Ozera Severnoho, Zapadnoho i Vostochnoho Kazakhstana [Lakes of Northern, Western and Eastern Kazakhstan]*. Moscow: Hidrometeoizdat [in Russian].

- 2 Yanushevich, A.I., & Zolotareva, O.S. (1947). *Vodoplavaiushchie ptitsy Baraby [Waterfowl of Baraba]*. Novosibirsk [in Russian].
- 3 Yanushevich, A.I. (1940). *Biologiya vodoplavaiushchikh ptits Baraby [Biology of waterfowl of Baraba]*. *Trudy Biologicheskogo instituta pri THU — Biological institute of Tomsk State University*, 7, 87–111 [in Russian].
- 4 Isakov, Yu.A. (1969). O sostoianii resursov vodoplavaiushchikh ptits v SSSR [On the state of waterfowl resources in the USSR]. *Resursy vodoplavaiushchei dichi v SSSR, ih vosproizvodstvo i ispolzovanie — Waterfowl resources in the USSR, their reproduction and use*, 3, 70–78 [in Russian].
- 5 Vilkov, V.S. (1989). *Biologiya vodoplavaiushchikh ptits lesostepi Severnogo Kazakhstana [Biology of waterfowl of forest-steppe of North Kazakhstan]*. *Candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 6 Rozenfel'd, S.B., Timoshenko, A.Yu. & Zuban' I.A. (2016). Monitorinh sostoianiia populiatsii husei i kazarok Severo-Kazakhstanskoi mihratsionnoi ostanovki kak osnova dlia razrabotki mer po ikh sokhraneniui [Monitoring of the state of geese and branta populations of North Kazakhstan migration stop as a basis for the development of measures for their conservation]. *Kazarka — Casarca*, 19, 1, 94–128 [in Russian].
- 7 Richard, J. Cuthbert, Aarvak, T., Boros, E., Eskelin, T., Fedorenko, V., Karvonen, R., & et al. (2018). Estimating the autumn staging abundance of migratory goose species in northern Kazakhstan. *Wildfowl*, 68, 44–69.
- 8 Vilkov, V.S. & Zuban', I.A. (2017). Perspektivnye kluchevye ornitologicheskie territorii Severo-Kazakhstanskoi oblasti [Perspective key ornithological territories of North Kazakhstan region]. Proceedings from Problems of river basin management during the development of Siberia and the Arctic in the context of global climate change in the XXI century: *XIX Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaja konferentsiia — XIX International scientific and practical conference* (pp. 41–45) [in Russian].
- 9 Zuban', I.A. & Vilkov, V.S. (2015). Monitorinh husia-piskulki na vodoemakh Severo-Kazakhstanskoi oblasti v 2014 h. [Monitoring of lesser white-fronted goose in the waters of North Kazakhstan region in 2014]. *Vestnik Tiimenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ehkolohiia i prirodopolzovanie — Bulletin of Tyumen State University. Ecology and nature management*, 1, 2, 143–151 [in Russian].
- 10 Vilkov, V.S. (2011). Mihratsii krasnozoboi kazarki *Brantaruficollis* v Severo-Kazakhstanskoi oblasti [Migration of *Branta ruficollis* in North Kazakhstan region]. *Russkii ornitologicheskii zhurnal — Russian ornithological journal*, 20, 647, 716–725 [in Russian].
- 11 Tolvanen, P., Litvin, K. E. & Lampila, P. (1999). Monitoring the autumn staging of Lesser White-fronted Geese in north-western Kazakhstan. *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project*, 1–54.

Н.Н. Мухами^{1,2}, С.К. Кендирбаева², К.А. Шораева¹,
М.Д. Алмежанова¹, В.М. Строчков¹, К.Т. Султанкулова¹

¹Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,
пгт. Гвардейский, Жамбылская область, Казахстан;

²Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, Кыргызстан
(E-mail: mukhami.nazym@mail.ru)

Генетический анализ вирулентного гена *hgbA* бактерии *Pasteurella multocida*

Ген *hgbA* имеет особое значение для выживания бактерии *Pasteurella multocida* в клетке у хозяина и сохранения его патогенности. Ген *hgbA* может использоваться в качестве маркера в эпидемиологических мониторинговых исследованиях. В ходе экспериментов были наработаны ПЦР продукты гена *hgbA*, кодирующего железосвязывающие белки пяти бактериальных штаммов *Pasteurella multocida*, выделенных от сайгаков в Казахстане. Были расшифрованы нуклеотидные последовательности гена *hgbA* штаммов *Pasteurella multocida*, выделенных от сайгаков в Казахстане. Нуклеотидная последовательность гена *hgbA* казахстанского штамма *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* была депонирована в Международную базу GenBank под номером KT238895.1. Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена *hgbA* *Pasteurella multocida* показал, что казахстанские штаммы бактерии *Pasteurella multocida*, выделенные в 2010, 2011 и 2012 гг. идентичны между собой на 100 %. Нуклеотидные последовательности гена *hgbA* казахстанских штаммов бактерии *Pasteurella multocida* показали 99 %-ную гомологию со штаммом *Pasteurella multocida*_Pm25 (AF331501.1) из Международной базы GenBank. Эти исследования необходимы для выяснения патогенеза и роли гена *hgbA* в качестве одного из факторов вирулентности бактерии *Pasteurella multocida* в иммунном процессе.

Ключевые слова: *Pasteurella multocida*, ген, ПЦР, генетический анализ, факторы вирулентности.

Введение

Pasteurella multocida — условно-патогенная грамотрицательная бактерия, постоянно обитающая на слизистой оболочке верхних дыхательных путей животных. Бактерия обладает несколькими факторами вирулентности (капсула, дермонекротический токсин, адгезины, протектины, гиалуронидаза, железотранспортирующие протеины и др.), обуславливающими ее патогенность для животных. Геном *Pasteurella multocida* состоит из одной кольцевой хромосомы длиной в 2257487 пар оснований, содержит приблизительно 2014 кодирующих генов, 6 рибосомальных РНК оперонов и 57 tRNAs [1].

Бактерии производят и высвобождают в окружающую среду микромолекулы с различными химическими структурами, известные как сидерофоры, которые способны хелатировать свободное железо. Сидерофоры как специфические белковые рецепторы участвуют в процессе поглощения железа [2]. И к числу таких сидерофоров относится гемоглобин-связывающий наружный белок А, кодирующийся геном *hgbA*. Этот ген кодирует белок, который отвечает за регулирование гемоглобина в организме [3].

Роль железа в патогенезе *Pasteurella multocida* очень важна [4]. Существует два независимых механизма приобретения железа белками *Pasteurella multocida*. Первый механизм — железосвязывающие белки экспрессируются на наружной мембране бактериальной клетки, взаимодействуя непосредственно с железосвязывающим гликопротеином. Второй механизм — бактериальные белки связываются с гемоглобином и гемоглобинным комплексом [5].

Ген *hgbA* имеет особое значение для выживания бактерии *Pasteurella multocida* в клетке у хозяина и сохранения его патогенности. Поэтому целью данной работы является проведение генетического анализа гена *hgbA* бактерий *Pasteurella multocida*, выделенных от павших сайгаков в Казахстане.

Ген *hgbA* может использоваться в качестве маркера в эпидемиологических мониторинговых исследованиях.

Материалы и методы

В эксперименте были использованы ДНК штаммов бактерии рода *Pasteurella*, выделенные в Казахстане: *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ*, *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, *Pasteurella/Saigas/2012/Kostanai/KZ*, Сайгачий/88 и Сайгачий/88 (телячий).

Выделение ДНК. Выделение ДНК проведено с помощью коммерческого набора «DNeasy® Blood & Tissue Kit (250)», фирмы Qiagen.

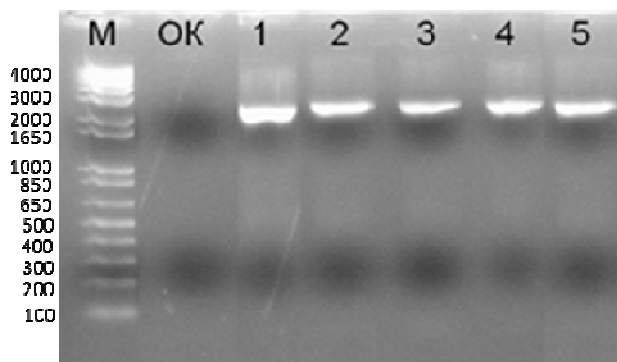
Проведение ПЦР. Реакционная смесь для постановки реакции состояла из следующих компонентов: Master mix объем 25 мкл, 10x ПЦР буфер — 2,5 мкл, dNTP — 1 мкл, MgCl₂ — 1 мкл; 10 пмоль F праймер — 1 мкл, 10 пмоль R праймер — 1 мкл, 5 ед. Taq DNA Polymerase — 0,5 мкл; H₂O — 13 мкл, ДНК — 3 мкл. Нарботка ПЦР-продуктов проведена в термоциклере GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems, США) согласно следующему режиму амплификации: 94 °C — 3 мин, 35 цикл, 94 °C — 20 с, 57 °C — 20 с, 72 °C — 40 с и 72 °C — 7 мин. При постановке ПЦР были использованы олигонуклеотидные праймеры: *hgbAs* -5'- TCA ACG GCA GAT AAT CAG GG -3' и *hgbAa* -5'- GCG GGA ATG CTG AAG ATA AG-3'.

Электрофоретический анализ. ПЦР продукты амплификации ДНК бактерии *Pasteurella multocida* анализированы в 1,5 % агарозном геле в TAE-буфере при напряжении 80 В/см длины геля, в течение 60 мин с дальнейшей детекцией на трансиллюминаторе Gel ChemiDoc («Bio-Rad» США). Полученные результаты были визуализированы и зарегистрированы с помощью программы «Quantity One».

Определение нуклеотидной последовательности. Секвенирование проведено методом дидезоксисеквенирования с использованием терминирующих дидезоксинуклеотидов (метод Сенгера) на автоматическом 16-капиллярном секвенаторе GenTic Analyser 3130xl, (Applied Biosystems, USA). Последовательность фрагмента ДНК содержала 2167 пар оснований. Нуклеотидная последовательность гена *hgbA* казахстанского штамма *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* была депонирована в международную базу GenBank под номером KT238895.1.

Результаты исследования и их обсуждение

Амплификация гена *hgbA* проведена в ПЦР с использованием праймеров *hgbAs* и *hgbAa* для исследуемого гена. Результаты представлены на рисунке 1.



М — Маркер, 1 п.о., Invitrogen; ОК — отрицательный контроль; 1 — шт. *Pasteurella/saigas/2010/ZKO/KZ*; 2 — шт. *Pasteurella/saigas/2011/ZKO/KZ*; 3 — шт. *Pasteurella/saigas/2012/Kostanai/KZ*; 4 — шт. Сайгачий/88; 5 — шт. Сайгачий/88 (телячий)

Рисунок 1. Электрофореграмма ПЦР продукта гена *hgbA* (2167 п.о.) *Pasteurella multocida*

На рисунке 1 показаны ПЦР фрагменты гена *hgbA* казахстанских штаммов бактерии *Pasteurella multocida* с размерами 2167 п.о. Определены нуклеотидные последовательности полученных ПЦР продуктов гена *hgbA*. Был проведен сравнительный молекулярно-генетический анализ нуклеотидных последовательностей гена *hgbA* казахстанских штаммов *Pasteurella multocida* с данными базы GenBank (рис. 2).

По результатам сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей гена *hgbA* видно (рис. 3), что казахстанские штаммы *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ*, *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, *Pasteurella/Saigas/2012/Kostanai/KZ*, Сайгачий/88, Сайгачий/88 (телячий) имеют 100 % идентичность между собой. Самым близкородственным к казахстанским образцам оказался штамм *Pasteurella multocida_Pm25* (AF331501.1). *Pasteurella multocida_Pm25* (AF331501.1) и казахстанские штаммы отличаются от других штаммов из базы GenBank наличием двух нуклеотидных замен: С на Т в позиции 645 и Т на С в позиции 811. Штамм *Pasteurella multocida_Pm25* (AF331501.1) имеет одну нуклеотидную замену А на Т в позиции 962 по сравнению со всеми исследуемыми штаммами.

Полученные данные свидетельствуют о том, что ген *hgbA* может быть использован в качестве биомаркера для выявления вирулентности бактерии *Pasteurella multocida*.

Заключение

В результате проведенных работ были наработаны ПЦР продукты гена *hgbA*, кодирующего железосвязывающие белки бактериальных штаммов *Pasteurella multocida*, выделенных от сайгаков в Казахстане. Расшифрованы нуклеотидные последовательности гена *hgbA* казахстанских штаммов *Pasteurella/Saigas/2010/ZKO/KZ*, *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ*, *Pasteurella/Saigas/2012/Kostanai/KZ*, «Сайгачий/88», «Сайгачий/88 (телячий)». Проведен сравнительный анализ нуклеотидной последовательности гена *hgbA* штаммов, выделенных в Казахстане со штаммами *Pasteurella multocida* из международной базы GenBank. Выявлена тесная родовая связь между штаммами бактерии *Pasteurella multocida*, выделенных от сайгаков в Казахстане. Также определена 99 %-ная гомология со штаммом *Pasteurella multocida_Pm25* (AF331501.1) из международной базы GenBank.

Эти исследования необходимы для выяснения патогенеза и роли гена *hgbA* в качестве одного из факторов вирулентности бактерии *Pasteurella multocida* в иммунном процессе.

Список литературы

- 1 May B.J. Complete genomic sequence of *Pasteurella multocida*, Pm70 / B.J. May, Q. Zhang, L.L. Li, M.L. Paustian, T.S. Whittam, V. Kapur // Proc Natl Acad Sci USA. — 2001. — P. 3460–3465.
- 2 Boyce J.D. *Pasteurella multocida* capsule: composition, function and genetics/ J.D. Boyce, J.Y. Chung, B. Adler // Journal of Biotechnology. — 2000. — P. 153–160.
- 3 Ratledge C. Iron metabolism in pathogenic bacteria / C. Ratledge, L.G. Dover // Annu. Rev. Microbiol. — 2000. — Vol. 54. — P. 881–941.
- 4 Tang X. Isolation, antimicrobial resistance, and virulence genes of *Pasteurella multocida* strains from swine in China / X. Tang, Z. Zhao, J. Hu // Journal of Clinical Microbiology. — 2009. — P. 951–958.
- 5 Cox A.J. Functional characterization of *HgbBI* a new hemoglobin binding protein of *Pasteurella multocida* / A.J. Cox, M.L. Hunt, J.D. Boyce, B. Adler // Microb. Pathog. — 2003. — Vol. 34. — P. 287–296.

Н.Н. Мухами, С.К. Кендирбаева, К.А. Шораева,
М.Д. Алмежанова, В.М. Строчков, К.Т. Сұлтанқұлова

***Pasteurella multocida* бактериясының *hgbA* вирулентті генінің генетикалық талдауы**

HgbA гені *Pasteurella multocida* бактериясының жасушада өмір сүруі мен оның патогенділігін сақтауында маңызды зор. *HgbA* генін эпидемиологиялық мониторинг зерттеулерінде маркер ретінде қолдануға болады. Жасалынған эксперименттер барысында Қазақстандағы киіктерден бөлініп алынған *Pasteurella multocida* бактериясының бес штаммын темірмен байланыстыратын ақуыздарды кодтайтын *hgbA* генінің ПТР өнімдері жасалды. Қазақстандағы киіктерден бөлініп алынған *Pasteurella multocida* штамдарының *hgbA* генінің нуклеотидтік тізбегі деформацияланды. Kazakhstan *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* штаммының *hgbA* генінің нуклеотидтік тізбегі KT238895.1 нөмірімен GenBank халықаралық базасына тіркелді. *Pasteurella multocida*-ның *hgbA* генінің нуклеотидті тізбектерінің салыстырмалы талдауы 2010, 2011 және 2012 жж. бөлінген *Pasteurella multocida* бактериясының қазақстандық штамдары өзара 100 % бірдей екенін көрсетті. *Pasteurella multocida* бактериясының қазақстандық штаммының *hgbA* генінің нуклеотидтік тізбектері GenBank халықаралық мәліметтер қорынан *Pasteurella multocida_Pm25* (AF331501.1) штаммы 99 % гомологиясын көрсетті. Бұл зерттеулер иммундық жүйеде *Pasteurella multocida* бактериясының вирулентті факторларының бірі ретінде *hgbA* генінің патогенезі мен ролін анықтау үшін қажет.

Кілт сөздер: *Pasteurella multocida*, ген, ПТР, генетикалық талдау, вируленттілік факторлары.

N.N. Mukhami, S.K. Kendirbayeva, K.A. Shorayeva,
M.D. Almezhanova, V.M. Strochkov, K.T. Sultankulova

Genetic analysis of the *hgbA* virulent gene of *Pasteurella multocida* bacterium

The *hgbA* gene has a particular importance for survival of *Pasteurella multocida* bacterium in a host cell and maintenance its pathogenicity. The *hgbA* gene can be used as a marker in epidemiological monitoring studies. During the experiments there have been processed PCR products of *hgbA* gene coding iron-binding proteins of five bacterial strains of *Pasteurella multocida* isolated from saigas in Kazakhstan. The nucleotide sequences of *hgbA* gene of *Pasteurella multocida* strains isolated from saigas in Kazakhstan have been deciphered. The nucleotide sequence of the *hgbA* gene of the Kazakhstan *Pasteurella/Saigas/2011/ZKO/KZ* strain was deposited into the GenBank international base under the number KT238895.1. The comparative analysis of the nucleotide sequences of *hgbA* gene of *Pasteurella multocida* showed that the Kazakhstan strains of *Pasteurella multocida* bacterium isolated in 2010, 2011 and 2012 are identical among themselves for 100 %. The nucleotide sequences of *hgbA* gene of Kazakhstan strain of *Pasteurella multocida* bacterium showed 99 % of homology with a *Pasteurella multocida*_Pm25 (AF331501.1) strain from the international base GenBank. These studies are necessary for clarification of pathogenesis and a role of *hgbA* gene as one of factors of virulence of *Pasteurella multocida* bacterium in immune process.

Keywords: *Pasteurella multocida*, gene, PCR, genetic analysis.

Sh.M. Nugumanova, A.E. Starikova, M.A. Nortseva

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

Analysis of the vegetation cover status of the city of Karaganda

It was found that the damage to the soil cover is influenced by the operation of Combined heat and power plant No. 3 (CHP-3) in the city of Karaganda, which is carried out on solid fuels (coal). In addition, direct damage to the soil cover occurs during the movement of heavy transport (cargo transportation of fuel). The object of research is located in the territory within which natural soils are degraded due to the impact of the production activity of the enterprise, and also subject to physical pollution of the soil and vegetation. The main source of physical pollution of land cover is CHP-3. Nickel excess was detected in Maykuduk, 500 m south-west of CHP-3, 1000 m north-west of CHP-3, cobalt — in Prishakhtinsk, iron — in Maykuduk, 1000 m north-west of CHP-3. An analysis of the vegetation of Karaganda showed a deterioration of the plants, a slight growth, a decrease in the number of flowers, and early signs of wilting were observed. The vegetation near the enterprise is represented by a rare and even coverage of unhealthy and unnaturally dried plants for a given season.

Keywords: vegetation, CHP-3, heavy metals, maximum permissible concentration, environment, processes, analysis, assessment, impact, pollution, territory, vegetation cover.

One of the significant factors influencing the ecology of the environment is human economic activity in construction, industry, energy, agriculture. Energy production, after consuming a huge amount of fuel and oxygen from the air to oxidize it, makes products in the form of electrical and thermal energy, and gaseous, thermal and solid products of combustion of its waste [1].

When burning fuel, toxic products of incomplete combustion can also be formed in relatively small amounts: carbon monoxide (CO) and some hydrocarbons. Emissions of TPPs operating on coal or sulphurous fuel oil may contain metals that are harmful to health or the environment: arsenic, cadmium, mercury, lead, thallium, chromium, sodium, potassium, vanadium, boron, copper, iron, manganese, molybdenum, selenium, zinc and other complex polycyclic aromatic hydrocarbons (in particular benzopyrene), and in some solid fuels — radioactive substances. In the presence of chlorine and fluorine salts in the coal, fumes of hydrochloric and hydrofluoric acids are contained in the flue gases. Metals are present in the ashes of coal and fuel oil in different quantities and combinations.

An important role in the study of the effect of heavy metals on plants is played by the study of the processes of their absorption and movement. Plants are able to absorb virtually all chemical elements from the environment in larger or smaller quantities [2].

The diversity and environmental conditionality of the vital functions of plants allows us to consider them as the main object of biological environmental monitoring. Plants are considered to be reliable indicators of environmental pollution by various toxic substances due to the fact that they cannot escape from the stressful effects, and are forced to adapt to it using physiological, biochemical, ultrastructural, anatomical and morphological rearrangements. Therefore, the recording and assessment of these changes provide a reliable picture of the conditions of the area of plant growth and reflect the state of the environment [3].

The purpose of the article was to make a comparative analysis of the vegetation cover of the industrial zone of the city of Karaganda.

Research methods

Three areas of the city of Karaganda were chosen for the work: Maykuduk (area of Combined heat and power plant No. 3 [CHP-3]), Prishakhtinsk (Tikhonovka, Finskiy), South-East district.

Field studies were conducted, including the study of the territories of three areas and the collection of plants growing there.

The selection of vegetation was carried out on the border of the buffer zone and beyond. To obtain samples of plants at each waypoint, a combined sample of plants (no more than 100 g each) was taken from an area of 100×100 m in varying degrees of distance and direction. Selected plants belonged to the same species. Due to the widespread prevalence and high sorption properties, wormwood (g. *Artemisia*) was selected.

Plants were cut at a place not lower than 15–20 cm from the ground level, which reduces the likelihood of contamination of plants with soil dust. A general inspection of the object was carried out: the appearance of the vegetation and the population density, based on visual depletion, or an abundance of species in the selected area.

Analysis of vegetation samples was carried out at the Faculty of Chemistry, KSU named after E.A. Buketov. A chemical analysis of the content of heavy metals in the soil was carried out on an AA 140/240 atomic spectrometer.

Results and its discussion

Karaganda region is located in three soil and plant zones. The north and northeast of the region is represented by a zone of grassland steppes with dark chestnut soils, the south by a semi-desert zone with light chestnut soils and a desert zone with brown soils. A significant part of the vegetation of grassy steppes consists of feather grass, wormwood and fescue.

The desert zone is represented by such plants as wormwood, hodgepodge, and stiff shrubs that do not form a continuous cover.

The territory of Karaganda area belongs to the subzone of moderately dry steppes with dark chestnut soils. The land in the area of the industrial site and in the adjacent territory is of low value and is not used for agriculture. Soils are thin, usually loamy or sandy with admixture of detrital material and are mainly pastures littered with stones.

The operation of CHP-3, which is carried out mainly on solid fuels (coal), implies a negative impact on the environment of the area. Direct impact means the direct disturbance of the soil cover during the movement of heavy transport (cargo transportation of fuel). It should also be taken into account that the object of study is located in the territory within which natural soils are degraded due to the impact of the production activity of the enterprise, and also subject to physical pollution of the soil and vegetation cover. The main sources of physical pollution of land cover is CHP-3.

Analysis of samples of plant cover on the dry residue showed an excess of the MPC of substances such as nickel, zinc, cobalt and iron (Table 1).

Table 1

The concentration of chemicals in plants of Karaganda

Substance	Hazard Class	500 m to SW of CHP-3	1000 m to SW of CHP-3	500 m to NE of CHP-3	1000 m to NE of CHP-3	SE	Tikhonovka	Finskiy	MPC
Nickel	2	13.59	7.49	7.85	1.17	1.11	0.78	0.91	4
Zinc	1	14.86	29.53	27.57	35.76	14.5	7.38	17.94	23
Cobalt	2	2.62	2.24	3.8	22.2	15.8	8.5	36.6	5
Iron	3	3.58	5.45	6.75	13.8	5.3	0.40	0.2	0.5

Nickel exceeded in Maykuduk, 500 m to the south-west of CHP-3 amounted to 3,397 MPC, zinc — in Maykuduk, 1000 m north-west of CHP-3 to 1,554 MPC, cobalt — in Finskiy settlement to 7.32 MAC, iron — in Maykuduk, 1000 m north-west of CHP-3 at 27 MPC (Table 1). The source of environmental pollution by nickel was mining enterprises, thermal power station and motor transport.

The analysis of nickel content by areas of Karaganda is shown in Figure 1. Thus, in Maykuduk, 500 m south-west of CHP-3, the nickel concentration was 13.59 mg/kg, 1000 m south-west of CHP-3 — 7.49 mg/kg, 500 m north-east of CHP-3 — 7.85 mg/kg, 1000 m north-east of CHP-3 — 1.17 mg/kg. In the South — East and Prishakhtinsk, nickel concentrations were within the normal range.

Analysis of the zinc content showed (Fig. 2) that in Maykuduk, 500 m south-west of CHP-3 — the concentration was 14.86 mg/kg, 1000 m south-west of CHP-3 29.53 mg/kg, MPC 23 mg kg, 500 m to the north-east of CHP-3 — 27.57 mg/kg, 1000 m to the northeast of CHP-3 — 35.76 mg/kg. In the South-East and Prishakhtinsk, nickel concentrations were within the normal range. Zinc is the least toxic of all the heavy metals listed above. However, all elements become toxic if contained in excess; zinc is no exception. The physiological effect of zinc lies in its action as an enzyme activator.

An analysis of the cobalt content (Fig. 3) showed that no excess of cobalt was detected in Maykuduk, with the exception of the area located 1000 m to the northeast of CHP-3, and was 22.2 mg/kg. In the South-East, on Shakhterov Avenue, the cobalt concentration was 15.8 mg/kg, in Prishakhtinsk, Finskiy, 36.6 mg/kg.

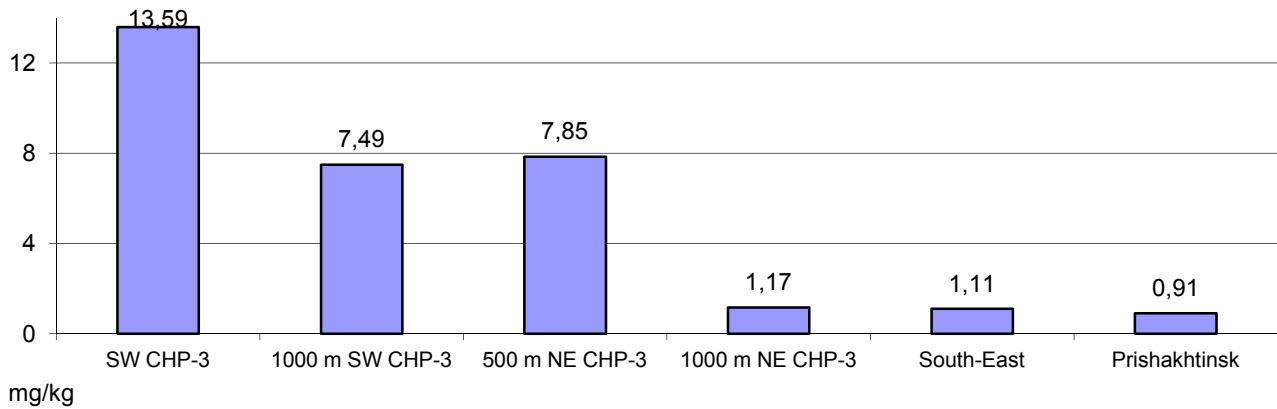


Figure 1. Nickel content in areas of Karaganda

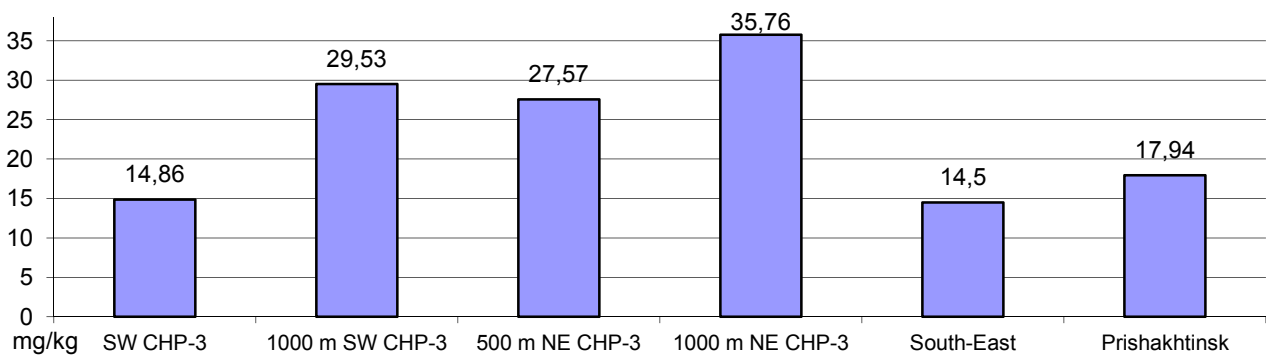


Figure 2. Zinc content by areas of Karaganda

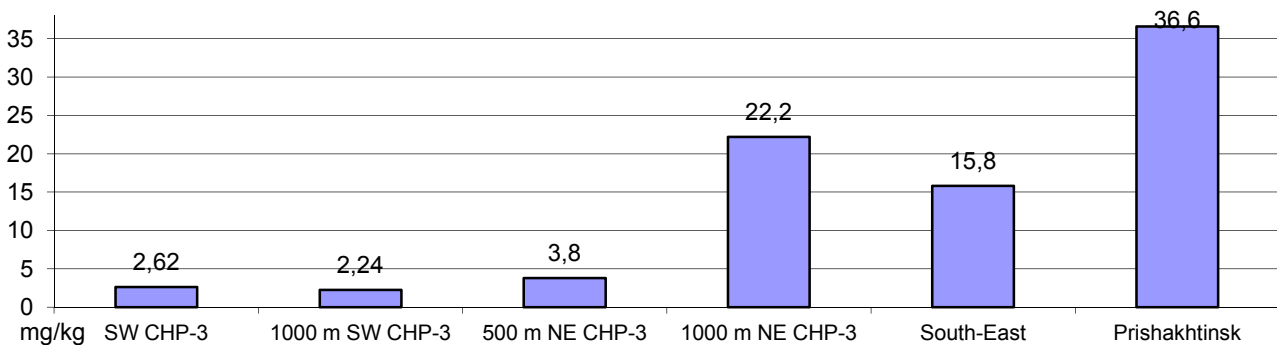


Figure 3. Cobalt content by areas of Karaganda

Iron plays the role of a catalyst in the formation of chlorophyll and is involved in the respiration of plants, being part of enzymes that regulate redox processes. Analysis of the iron content showed (Fig. 4) that in Maykuduk, 500 m south-west of CHP-3, the iron concentration was 3.58 mg/kg, 1000 m south-west of CHP-3 — 5.45 mg/kg, 500 m north-east of CHP-3 — 6.75 mg/kg, 1000 m north-east of CHP-3 — 13.8 mg/kg. In Southeast, Shakhterov Ave. — iron concentration was 5.3 mg/kg. In Prishakhtinsk, the iron content was within the normal range.

The vegetation cover of the studied area is poor due to intensive anthropogenic activity. The vegetation cover is represented by the wormwood-grass associations, within the territories of the enterprises weed species of the wormwood-saltbush association prevail.

The ability of plants to clean the soil from heavy metal ions is limited by many factors, such as the availability of metal in the soil for uptake by plant roots, the rate at which it is absorbed by the roots, the transport of metal from the root to the shoot, and the resistance of the plant.

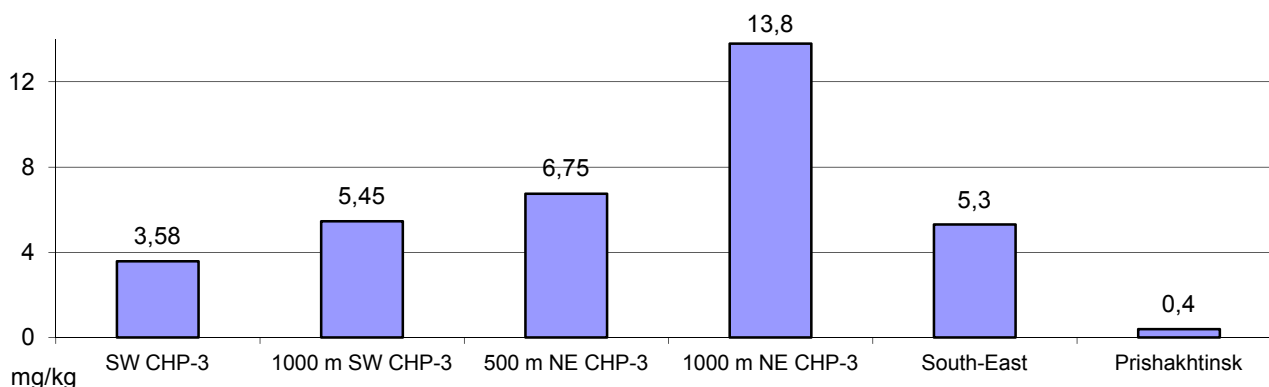


Figure 4. Iron content by areas of Karaganda

However, progress in this direction is still hampered by a lack of understanding of the physiological, biochemical, and molecular mechanisms underlying the hyper-accumulation of heavy metals by plants. In general, it should be emphasized once again that the increasing man-made pollution of the environment with heavy metals is currently a serious environmental problem. Heavy metals in high concentrations are extremely dangerous for living organisms, including plants. Many of the metals have high mobility, are easily absorbed by plants and accumulated in them, and then through food chains enter the body of animals and humans. The increase in the content of heavy metals in the environment is accompanied by its increase in plants and has a negative effect on their growth and development, which is an indicator of serious changes and / or disorders of the basic physiological processes.

Heavy metals in high concentrations have a negative effect on plant development. The increase in their content in the root zone leads to a delay in the onset of the next phenophases, slowing down of organogenesis [4].

Plants are considered to be reliable indicators of environmental pollution by various toxic substances due to the fact that they cannot escape from the stress effect, and are forced to adapt to it using physiological, biochemical, ultrastructural and anatomical and morphological rearrangements. Therefore, the recording and evaluation of these changes provide a reliable picture of the conditions of the plant growing area and reflect the state of the environment. The study showed that soil contamination with heavy metals causes a disturbance of plant ecosystems. With a high content of heavy metals in the soil, the level of heavy metals in plants increases, which leads to a negative effect on the physiological functions of plants.

The most common manifestations of the action of heavy metals on plants are inhibition of photosynthesis, impaired transport of assimilates and mineral nutrition, changes in the aquatic and hormonal status of the body, and growth inhibition.

Active migration from soil to plants occurs in metals such as iron, nickel, cobalt and zinc.

An analysis of the vegetation of Karaganda showed a deterioration of the plants, a slight growth, a decrease in the number of flowers, and early signs of wilting were observed. The vegetation near the enterprise is represented by a rare and even coverage of unhealthy and unnaturally dried plants for a given season.

Thus, the active migration of such metals as iron, nickel, cobalt and zinc occurs from the soil into the plants of the city of Karaganda. A high excess of the concentration of these substances in plants growing in the study area was established.

References

- 1 Дамдын О.С. Понятие, задачи и виды мониторинга земель / О.С. Дамдын // Молодой ученый. — 2012. — Т. 2, № 1. — С. 165–166.
- 2 Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды / А.Н. Голицын. — М.: Оникс, 2010. — 236 с.
- 3 Беспалов В.И. Природоохранные технологии на ТЭС / В.И. Беспалов, С.У. Беспалова, М.А. Вагнер. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — 165 с.
- 4 Холодова В.П. Адаптация к высоким концентрациям солей меди и цинка растений хрустальной травки и возможность их использования в целях фиторемедиации / В.П. Холодова, К.С. Волков, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. — 2005. — Т. 52, № 6. — С. 848–858.

Ш.М. Нұғыманова, А.Е. Старикова, М.А. Норцева

Қарағанды қаласының өсімдік жамылғысының жай-күйін талдау

Қарағанды қаласының қатты отынмен (көмір) жұмыс істейтін ЖЭО-3-тің топырақ жамылғысының бұзылуына әсер ететіні анықталды. Сонымен қатар топырақ жамылғысының тікелей бұзылуы ауыр технологиялық көлік қозғалысы кезінде (отынды жүк тасымалдау) орын алады. Зерттеу нысаны кәсіпорынның өндірістік қызметінің әсер етуі салдарынан деградацияға ұшыраған табиғи топырақтар, сондай-ақ топырақ-өсімдік жамылғысының физикалық ластануына ұшыраған аумақта орналасқан. Топырақ-өсімдік жамылғысының физикалық ластануының негізгі көздеріне ЖЭО-3 жатады. Майкұдық ауданында никельдің жоғары мөлшері ЖЭО-3 оңтүстік-батысқа 500 м, солтүстік-батысқа 1000 м, кобальттің жоғары мөлшері — Пришахтинск ауданында, темірдің жоғары мөлшері — Майкұдық ауданында, ЖЭО-3 солтүстік-батысқа 1000 м қашықтықта анықталды. Қарағанды қаласының өсімдіктерінің талдауы олардың жай-күйінің нашарлауын, өсуінің тежелуін, гүлдер санының азаюын көрсетті. Кәсіпорын маңындағы өсімдіктер сирек және біркелкі емес, жылдың жылы мерзімдеріне қарамастан, құрғап кеткені көрсетілген.

Клт сөздер: өсімдіктер, ЖЭО, ауыр металдар, рауалы шектеулі концентрация, қоршаған орта, процестер, талдау, бағалау, әсер ету, ластану, аумақ, өсімдік жамылғысы.

Ш.М. Нугуманова, А.Е. Старикова, М.А. Норцева

Анализ состояния растительного покрова города Караганды

Установлено, что на нарушение почвенного покрова влияет работа ТЭЦ-3 г. Караганды, которая осуществляется на твердом топливе (уголь). Кроме того, непосредственное нарушение почвенного покрова происходит при движении тяжелого технологического транспорта (грузовые перевозки топлива). Объект исследования расположен на территории, в пределах которой естественно-природные почвы деградированы вследствие воздействия производственной деятельности предприятия, а также подвержены физическому загрязнению почвенно-растительного покрова. К основным источникам физического загрязнения почвенно-растительного покрова относится ТЭЦ-3. Выявлено превышение никеля в Майкудуке в 500 м к юго-западу от ТЭЦ, в 1000 м к северо-западу от ТЭЦ-3, кобальта — в Пришахтинске, железа — в Майкудуке, в 1000 м к северо-западу от ТЭЦ-3. Анализ растительности г. Караганды показал ухудшение состояния растений, небольшой их рост, уменьшение количества цветков и ранние признаки увядания растительности. Растительность близ предприятия представлена редким и равномерным покрытием из нездоровых и неестественно иссушенных для данного времени года растений.

Ключевые слова: растительность, ТЭЦ, тяжелые металлы, предельно-допустимая концентрация, окружающая среда, процессы, анализ, оценка, воздействие, загрязнение, территория, растительный покров.

References

- 1 Damdyn, O.S. (2012). Poniatie, zadachi i vidy monitorinha zemel [The concept, tasks and types of land monitoring]. *Molodoi uchenyi — Young Scientist*, 2, 1, 165–166 [in Russian].
- 2 Golitsin, A.N. (2010). *Promyshlennaiа ekologhiia i monitorinh zahriazneniia prirodnoi sredy [Industrial ecology and monitoring of environmental pollution]*. Moscow: Oniks [in Russian].
- 3 Bepalov, V.I., Bepalova, S.U., & Wagner, M.A. (2007). *Prirodookhrannye tekhnologii na TES [Environmental protection technologies at TPPs.]* Tomsk: TPU [in Russian].
- 4 Kholodova, V.P., Volkov, K.S., & Kuznetsov, V.I.V. (2005). Adaptatsiia k vysokim kontsentratsiiam solei medi i tsinka rastenii khrustalnoi travki i vozmozhnost ikh ispolzovaniia v tseliakh fitoremediatsii [Adaptation to high concentrations of copper and zinc salts of plants of crystal grass and the possibility of their use in phytoremediation]. *Fiziologhiia rastenii — Plant Physiology*, 52, 6, 848–858 [in Russian].

А. Смағали¹, Н.А. Сапарбаева²

¹І. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Талдықорған, Қазақстан;

²Биотехнологиялық мәселелер институты, Талдықорған, Қазақстан
(E-mail: nurzik-sna@mail.ru)

Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.) өсімдігінің экспланттарын *in vitro* культурасына енгізу

Мақалада қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.) өсімдігін *in vitro* культурасына енгізудің нәтижелері берілген. Микроклонды көбейтудің биотехнологиялық регламентын жасауда негіз болатын (*Aronia melanocarpa*.) өсімдігінің тұқымдары Қазақстанның Бас ботаникалық бағынан алынды. Ылғал перлитте тұқымдарды өсіру және 50 % тіршілікке қабілетті өркендерді алуға мүмкіндік беретін 7 мин бойы 0,1 % HgCl₂ ерітіндісінде өскіндердің апекстерін залалсыздандыру жағдайлары таңдалды. Өсімдік материалын *in vitro* культурасында 523 арнайы ортасында эндофитт инфекцияға тексеру арқылы 100 % асептикалық материал алынды. (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.) өсімдігінің үлгісінен жасалған *in vitro* асептикалық коллекциясы микроклонды көбейту үшін, сондай-ақ элиталы телімбактарды отырғызуда және генетикалық ресурстармен алмасуда қолданылады. Зерттеулер нәтижесінде қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігінің жасыл өркендерді залалсыздандыру үшін екі сатылы өңдеу жүргізілді. Бірінші сатыда залалсыздандырушы агент ретінде 70 % этил спирті, екінші сатыда 3 % судың асқын тотығы пайдаланылды. Сонымен, асептикалық таза өскіндерді алу мақсатымен қара жемісті шетенді (*Aronia melanocarpa*) *in vitro* культурасына енгізу үшін залалсыздандырудың екі сатыдан тұратын екі түрлі тәсілі қолданылды.

Кілт сөздер: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., тұқымды өсіру, *in vitro* культурасына енгізу, өркен, телімбак, генетикалық ресурс, жеміс, коллекция, апекстер, залалсыздандыру.

Kipicne

Қазіргі таңда ғылыми-техникалық прогресс қарқынды дамуына байланысты, адамзат өмірін жақсартумен қатар, табиғатқа орасан зор орны толмас зиян тигізуде. Осыған байланысты дүниежүзі халықтарының алдына қойылған басты міндеттерінің бірі қоршаған ортаны табиғи қалпында сақтау болып табылады. Қазіргі таңда табиғатқа өте жоғары қауіп төндіруші антропогендік фактор болғандықтан, биологиялық алуантүрлілікті сақтау ең негізгі және өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Мұның дәлелі ретінде 1992 жылы 5 шілдеде Рио-де-Жанейрода Біріккен Ұлттар Ұйымының конференциясында «Биологиялық алуантүрлілік туралы конвенция» қабылданды. Оның басты мақсаты — биологиялық алуантүрлілікті сақтау әрі адамзат қажеттіліктерін қамтамасыз ету. Аталған Конвенцияға 180 мемлекет қол қойды. Биоалуантүрліліктің қоғам үшін экономикалық, әрі ғылыми маңызы зор [1, 2]. Соңғы кездегі климаттың өзгеруі және табиғаттағы жалпы тепе-теңдіктің бұзылуы салдарынан өсімдіктер жабыны, қауымдастықтары мен құрылымының түбегейлі өзгеруі, кейбір жағдайда белгілі бір түрлердің азайып не жойылып кетуіне алып келеді. Биологиялық алуантүрлілікті сақтап қалудың басты бірнеше себептері бар. Соның бірі қазіргі таңдағы басты мақсаттың бірі — адамның күнделікті қажеттілігін өтеуге пайдаланылатын жеміс-жидекті өсімдіктерді сақтап қалу. Қазіргі кездегі биологиялық алуантүрлілікті сақтап қалудың ең тиімді әдістерінің бірі — биотехнологиялық жолмен микроклонды көбейту әдісі болып табылады [1, 3, 4].

Негізгі бөлім

Зерттеу мақсаты: Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігі экспланттарын *in vitro* культурасына енгізу.

Зерттеу нысаны және әдістері: Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігі Ботаника және фитоинтродукция институтының құрамындағы Бас ботаника бағынан алынды. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігі экспланттарын *in vitro* культурасына енгізу жұмыстары қаңтар-ақпан айларында жүргізілді. Зерттеу жұмысы барысында кесіп алынған біржылдық өркендер зертханалық жағдайда өсірілді. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігін *in vitro* культурасына енгізу үшін қаңтар-ақпан айларында өлшемдері шамамен 35–40 см біржылдық өркендер кесіп алынды. Біржылдық өркендер шаң-тозаңнан арылту үшін, алдымен, сабынды сумен, кейін құрамында хлоры бар «Белизнаның» 1:10 қатынасындағы ерітіндісімен 7 мин бойы өңделді.

«Белизнаның» 1:10 қатынасындағы ерітіндісімен өңделген өркендер құбыр суымен бірнеше рет шайылып, эксплант ретінде қолданылатын өскіндер пайда болуы үшін 3–4 апта бойы зертханалық жағдайда суда өсірілді. Біржылдық өркендердің сулары күнде жаңартылып отырды. Біржылдық өркендердің бүршіктері оянып, бүршік атып шығуы үшін бөлме температурасында суға салынды. Суға салмас бұрын біржылдық өркендердің кесілген жерлері жаңартылды, яғни кесілген жерден тағы 1–2 см кесіп алынды. Жасыл өркендерді алу үшін суға қойылған біржылдық өркендердің жағдайы бақыланып, суы күнде жаңартылып отырды. Өйткені зертханалық жағдайда біржылдық өркендерден жасыл өркендер, яғни экспланттар алу үшін суға салып немесе Мурасиге-Скуг қоректік ортасында өсіру кезінде стресс жағдайы туындайды [5].

Зерттеу нәтижелері және талқылау. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) — раушангүлділер тұқымдасына жататын көпжылдық ағашты өсімдік. Биіктігі 10–15 м (1-сур.).



1-сурет. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*)

Қабығы — сұрғылт түсті, жылтыр. Жапырақтары қауырсын тәрізді, кезектесіп орналасқан. Жапырақ сағағының ұзындығы 1,4–3,3 см, ұсақ жапырақтары әдетте 11–15-тен бірге тұрады. Пішіні жұмыртқа тәрізді, қандауыр секілді. Үшкір, жиегі өткір ара тісті, екі беті түксіз, жапырағы солғын жасыл түсті, жылтыр, күрделі шатырша гүл шоғы қысқа бұтағының басында орналасқан, гүлдері үлкен, көп, тостағанша жапырағы, ақ түсті 5, күлте жапырақшасы 5, аталығы 20–15. Жемісі кішкене шар пішіндес, түсі қызыл. Мамыр-маусым айларында гүлдейді. Гүлі майда, ақ, күлгін, қызыл түсті болып келеді. Моншақ тәрізді, қызыл түсті жемісі қыркүйек айында пісіп-жетіледі (2-сур.) [6–8].



2-сурет. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*)

Дәрілік мақсатта жанадан үзілген және кепкен жемістері (*fructus* — *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) пайдаланылады. Ағаш бұтағының құрамында хиперин (Hyperin), жемісінің құрамында витамин А, Е, С және каротин кездеседі. Жемісі ағзаға дәрумен жетіспегенде, асқазан қышқылы азайғанда емдік қасиеті зор. Бауыр, өт ауруларын емдеуге, несеп, өт айдауға, бүйрекке және қуыққа байланған тасты түсіруге, іш жүргізуге пайдаланады [9, 10].

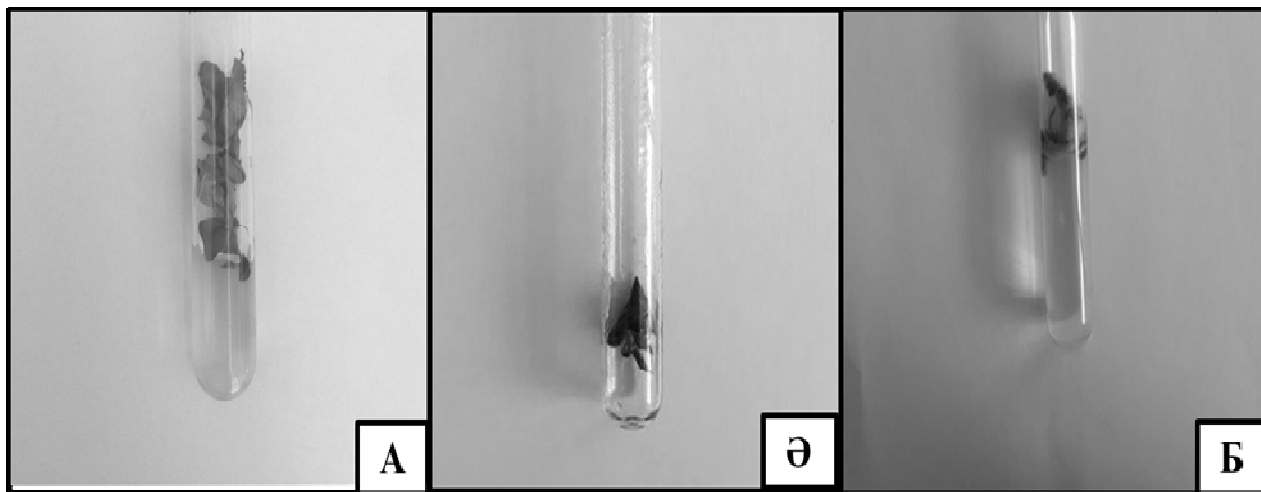
Шетеннің жапырағы, бүршігі, діңінің қабығы да дәрілік шикізат ретінде пайдаланылады. Көгалдандыру саласында шетенді шөмеле тәрізді (штамб) пішінде де өсіреді. Шетен ағашынан музыкалық аспап жасауға болады. Қабығынан әртүрлі бояулар алынады. Діңінің қабығынан қызғылт-қоңыр түсті, бұтағынан қара, ал жапырағынан қоңыр бояу алынады [11].

Зерттеулер нәтижесінде қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігінің жасыл өркендерді залалсыздандыру үшін екі сатылы өңдеу жүргізілді. Бірінші сатыда залалсыздандырушы агент ретінде 70 % этил спирті, екінші сатыда 3 % судың асқын тотығы пайдаланылды [12–15]. Сонымен, асептикалық таза өскіндерді алу мақсатымен қара жемісті шетенді (*Aronia melanocarpa*) *in vitro* культурасына енгізу үшін залалсыздандырудың екі сатыдан тұратын екі түрлі тәсілі қолданылды:

а) I тәсіл — 70 % этил спиртіңде 35 с және 3 % судың асқын тотығында 9 мин бойы өңдеу;

б) II тәсіл — 70 % этил спиртіңде 30 с және 3 % судың асқын тотығында 9 мин бойы өңдеу.

Бірінші тәсіл — зертханалық жағдайда өсіп шыққан қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өскіндері (өлшемі 4–5 см) кесіп алынып, сабынды сумен жуылып, құбыр суымен 3 рет қайталап шайылды. Кейіннен қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігін 70 % этил спиртіңде 35 с және 3 % сутектің қос тотығында 9 мин бойы залалсыздандыру жүргізілді. Залалсыздандырушы агент қалдықтарын шаю үшін 3 рет залалсыздандырылған сумен шайылды. *In vitro* культурасына қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігін енгізу мақсатымен экспланттарды 70 % этил спиртіңде 35 с және 3 % сутектің қос тотығында 9 мин бойы залалсыздандыру жүргізілді. Залалсыздандырылған экспланттар құрамында 30 г/л сахароза, 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМҚ, 3,6 г/л агар, 0,8 г/л джелрайт, ортаның рН мәні 5,7 деңгейінде болатын Мурасиге-Скуг қоректік ортасына отырғызылып, 3–4 апта бойы бақыланды. Бақылау нәтижесінде өскіндердің көбісінің жасыл түсі сақталды. Экспланттарға визуалды бақылау жүргізгенде инфекция жұққандары — 34 %, ал тіршілікке қабілетті экспланттар 66 % көрсетті. Некрозға ұшыраған экспланттар байқалмады (3-сур.).

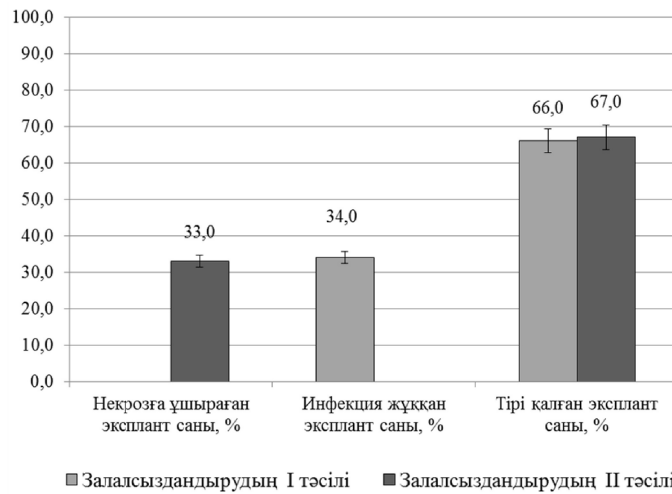


А — асептикалық таза өркен; Ә — некрозға шалдыққан эксплант;
Б — саңырауқұлақты инфекция жұққан эксплант

3-сурет. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өскіндерін *in vitro* культурасына енгізу

Екінші тәсіл — зертханалық жағдайда өніп шыққан қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өскіндері (өлшемі 5–6 см) кесіп алынып, сабынды сумен жуылып, құбыр суымен 3 рет шайылды. Артынан 70 % этил спиртіңде 30 с және 3 % сутектің қос тотығында 9 мин бойы өңделіп, залалсыздандырушы агент қалдықтарын шаю үшін дистилденген сумен 3 рет шайылды. Залалсыздандырылған экспланттарды құрамында 30 г/л сахароза, 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМҚ, 3,6 г/л агар, 0,8 г/л джелрайт, ортаның рН мәні 5,7 деңгейінде болатын Мурасиге-Скуг қоректік ортасына

отырғызғанда, бірнеше аптада өскіндердің көбісінің жапырақтарының түсі, қоректік ортаның түсі өзгермейтіндігі анықталды. Экспланттарға визуалды бақылау жүргізгенде, қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігінің некрозға ұшыраған экспланттары 33 % құрады (4-сур.).



4-сурет. Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) культураны енгізу үшін қолданылған залалсыздандыру тәсілдерін салыстыру

Қорытынды

Қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігін *in vitro* культураны енгізу үшін Мурасиге-Скуг қоректік ортасын пайдаланған қолайлы.

Зерттеулер нәтижесінде қара жемісті шетен (*Aronia melanocarpa*) өсімдігінің жасыл өркендерді залалсыздандыру үшін екі сатылы өңдеу жүргізілді. Бірінші сатыда залалсыздандырушы агент ретінде 70 % этил спирті, екінші сатыда 3 % судың асқын тотығы пайдаланылды. Сонымен, асептикалық таза өскіндерді алу мақсатымен қара жемісті шетенді (*Aronia melanocarpa*) *in vitro* культураны енгізу үшін залалсыздандырудың екі сатыдан тұратын екі түрлі тәсілі қолданылды:

I-тәсіл — экспланттарды *in vitro* культураны енгізу үшін залалсыздандырудың бірінші тәсілін пайдаланғанда инфекция жұққандары — 34 %, ал тіршілікке қабілетті экспланттар 66 % көрсетті.

II-тәсіл — *in vitro* культураны енгізу үшін залалсыздандырудың екінші тәсілін пайдаланғанда некрозға ұшырағандар — 33 %, ал тіршілікке қабілетті экспланттар 67 % көрсетті. Инфекция жұққан өскіндер байқалмады.

Жүргізілген зерттеу нәтижелерін мектеп оқушыларына биология, экология пәндерін оқытуда, өсімдіктердің биоалуантүрлілігін қандай әдіс-тәсілдермен сақталатынын түсіндіруде, экологиялық тәрбиесін қалыптастыруда пайдалануға болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Конвенция о биологическом разнообразии: Декларации, конвенции, соглашения и другие правовые материалы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml (11.06.2016).
- 2 Флора СССР. В 30-ти т. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — Т. 23. — С. 467–573.
- 3 Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. — Т. VI. Покрытосеменные. Семейства Розоцветные. — С. 211–299.
- 4 Романова Н.Г. Плоды боярышника и рябины — перспективный сырьевой источник для создания продуктов функционального питания / Н.Г. Романова // Достижения науки и техники АПК. — 2008. — № 9. — С. 59–62.
- 5 Турова А.Д. Лекарственные растения СССР и их применение. — 4-е изд. / А.Д. Турова. — М.: Медицина, 1974. — С. 180–251.
- 6 Девятов А.С. Плодоводство / А.С. Девятов. — Минск: Ураджай, 1986. — 280 с.
- 7 Соколов С.Я. Фитотерапия и фитотерапевтика / С.Я. Соколов. — М.: Мед. информ. агентство, 2000. — 147 с.
- 8 Турова А.Д. Лекарственные растения СССР и их применение. — 4-е изд. стереотип. / А.Д. Турова, Э.Н. Сапожникова. — М.: Медицина, 1984. — 304 с.

- 9 Машковский М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. — М.: Новая волна, 2005. — 1200 с.
- 10 Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды / В.П. Петрова. — М.: Лесная промышленность, 1987. — 248 с.
- 11 Murashige T.A. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T.A. Murashige, F.A. Skoog // *Physiol. Plant.* — 1962. — Vol. 15. — P. 473–479.
- 12 Viss P.R. A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture / P.R. Viss, E.M. Brooks, J.A. Driver // *In Vitro Cell. Dev. Biol.* — 1991. — Vol. 27. — С. 42.
- 13 Лакин Г.Ф. Биометрия. — 4-е изд. / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 213 с.
- 14 Arena M.E. In vitro propagation of *Berberis buxifolia* Lam. / M.E. Arena, G.M. Pastur, G. Vater // *Biocell issn.* — 2000. — Vol. 24(1). — P. 73–80.
- 15 Азарова О.В. Перспективы использования микроклонального размножения для кустарниковых пород / О.В. Азарова, А.И. Громова // *Современная наука: теоретический и практический взгляд.* — 2015. — С. 43–46.

А. Смағали, Н.А. Сапарбаева

Введение в культуру *in vitro* черноплодной рябины (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.)

В статье приведены результаты по введению в культуру *in vitro* черноплодной рябины (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.). Семена были получены из Главного ботанического сада г. Алматы. Подобраны условия проращивания семян во влажном перлите и стерилизации апексов побегов в растворе 0,1 % HgCl₂ в течение 7 мин, позволяющие получать 50 % жизнеспособных побегов. Проверка растительного материала в культуре *in vitro* на наличие эндофитной инфекции на специализированной среде 523 позволила получить 100 % асептический материал. Для микроклонального размножения использовали растения, в которых инфицированность была исключена. Асептические побеги пассировали в мадженты на свежую питательную среду для размножения с интервалом 3–4 недели. Следующим этапом нашей работы будет оптимизация питательных сред для ускоренного микроклонального размножения *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. Полученная коллекция *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. в культуре *in vitro* послужит основой для проведения широкого спектра биологических исследований. Среди них разработка надежной методологии сохранения генетических ресурсов, особенно редких и исчезающих видов с возможной последующей их реинтродукцией в естественные места обитания.

Ключевые слова: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., проращивание семян, культура *in vitro*, побег, питомник, генетические ресурсы, плоды, коллекция, апексы, инфицирование.

A. Smagali, N.A. Sapparbaeva

Introduction to culture *in vitro* of Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.)

In the article the results of the introduction to culture *in vitro* of Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.) are presented. Seeds were obtained from the Main botanical garden in Almaty. The conditions for seed germination in wet perlite and sterilization of shoot apices in a solution of 0.1 % HgCl₂ for 7 minutes were selected, allowing 50 % of viable shoots to be obtained. Inspection of plant material *in vitro* culture for the presence of endophytic infection on a specialized medium 523 yielded 100 % aseptic material. For microclonal propagation, plants were used in which infection was excluded. Aseptic shoots were passaged in magenta on fresh nutrient medium for reproduction with an interval of 3–4 weeks. The next stage of our work will be the optimization of nutrient media for accelerated microclonal reproduction *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. The resulting collection *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. in an *in vitro* culture will serve as the basis for a wide range of biological research. Among them the development of a reliable methodology for the conservation of genetic resources, especially rare and endangered species with the possible subsequent reintroduction into natural habitats.

Keywords: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., seed germination, in vitro culture, escape, nursery, genetic resources, fruits, collection, apexes, infection.

References

- 1 Konventsiia o biologicheskom raznoobrazii: Deklaratsii, konventsii, sohlasheniia i druhie pravovye zakony [Convention on Biological Diversity: Declarations, conventions, agreements and other legal materials]. *www.un.org* Retrieved from http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml (11.06.2016).
- 2 *Flora SSSR [Flora of the USSR]*. (1958). (Vols. 1–30; Vol. 23). Moscow: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR [in Russian].
- 3 *Derevia i kustarniki SSSR. Dikorastushchie, kultiviruemye i perspektivnye dlia introduktsii [Trees and shrubs of the USSR, wild, cultivated and promising for introduction]*. (1962). Moscow; Leningrad: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR [in Russian].
- 4 Romanova, N.G. (2008). Plody boiaryshnika i riabiny — perspektivnyi syrevoi istochnik dlia sozdaniia produktov funktsionalnogo pitaniia [The fruits of hawthorn and mountain ash is a promising raw material source for creation of functional food products]. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK — Achievements of science and technology of agriculture*, 9, 59–62 [in Russian].
- 5 Turov, A.D. (1974). *Lekarstvennye rasteniia SSSR i ikh primenenie [Medicinal plants of the USSR and their application]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 6 Deviatov, A.S. (1986). *Plodovodstvo [Fruit growing]*. Minsk: Uradzhai [in Russian].
- 7 Sokolov, C.Ya. (2000). *Fitoterapiia i fitofarmakolohiia [Phytotherapy and phytopharmacology]*. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe ahentstvo [in Russian].
- 8 Turova, A.D., & Sapozhnikova, E.N. (1984). *Lekarstvennye rasteniia SSSR i ikh primenenie [Medicinal plants of the USSR and their application]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 9 Mashkovskii, M.D. (2005). *Lekarstvennye sredstva [Medicinal products]*. Moscow: Novaia volna [in Russian].
- 10 Petrova, V.P. (1987). *Dikorastushchie plody i yahody [Wild fruits and berries.]*. Moscow: Lesnaia promyshlennost [in Russian].
- 11 Murashige T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant*, 15, 473–479.
- 12 Viss, P.R., Brooks, E.M., & Driver, J.A. (1991). A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture. *In Vitro Cell. Dev. Biol*, 27, 42.
- 13 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia [Biometrics]*. Moscow: Vysshaia shkola [in Russian].
- 14 Arena, M.E., Pastur, G.M., & Vater, G. (2000). In vitro propagation of *Berberis buxifolia* Lam. *Biocell issn*, 24, 73–80.
- 15 Azarova, O.V., & Gromova, A.I. (2015). Perspektivy ispolzovaniia mikroklonalnogo razmnozheniia dlia kustarnikovykh porod [Prospects for the use of microclonal reproduction for shrub species]. *Sovremennaya nauka: teoriticheskii i prakticheskii vzgliad — Modern science: theoretical and practical view* [in Russian].

D.Yu. Sirman¹, G.B. Kozhanova¹, A.N. Potechina¹, S.U. Tleukenova¹,
M.K. Abdresheva¹, E.N. Martynova², G.T. Almusin²

¹*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan;*

²*JSC «Shubarkol Komir», Karaganda, Kazakhstan*

(E-mail: den-diatoma@mail.ru)

Influence of the sodium humate of production of JSC «Shubarkol komir» on the accumulation of crude and dry mass of sprouts at cultivation on various substrates in the conditions of hydroponics

Method of hydroponic growing of the plants is currently the most widely implemented for a year-round production of vegetative biomass. It has a number of advantages over traditional methods of growing, especially within the regulation of physiological processes depending on the final quality of the product. This article is devoted to the study of the accumulation of crude and dry bio mass of plants grown in the hydroponics conditions. As the nutrient medium available composition of the macronutrients of Murashige and Skoog medium (MS) is used. As the activator and regulator of physiological processes sodium humate production of JSC «Shubarkol komir» was used. The results of growing lettuce, cucumbers, tomatoes, as well as the influence of various substrates on the accumulation of dry and crude bio mass in plants are studied. The results of experiments indicated a positive effect of sodium humate on the accumulation of dry and crude weight of plants in hydroponics conditions. Also there was a close relationship between the type of substrate and the accumulation of raw and crude mass of plants.

Keywords: hydroponics, substrates, MS nutrient medium, crude and dry mass, humate, perlite, basalt wool, burner.

Introduction

The use of hydroponic systems for green crops has recently become very widespread [1, 2]. At the same time, many researchers recognized that plants grown in this way have a number of advantages over plants obtained by traditional soil methods. So, T.V. Sedykh, S.V. Pogrebnyak showed that the harvest of cucumbers obtained by the method of small hydroponics is much higher than the harvest obtained by growing cucumbers in standard greenhouse complexes [3].

The advantage of hydroponics is that the plant can be grown on different types of substrates, which in turn affects not only their growth rates, but also the final harvest. So, M. Seregin revealed that the harvest of plants grown on the substrate expanded clay was significantly higher than the harvest of plants grown on coconut fibers [4].

However, the choice and use of the substrate should be based solely on varietal and species preferences grown plants. Bykova's studies have shown that due to the use of vermiculite influenced on nutrient solution, changing its composition and sometimes increasing pH until 11. This was due to the high ion exchange capacity of the substrate [5], which could lead to increased osmotic pressure of medium and plant death. Yu.K. Zemskova with co-authors in studies of salad cultures found that the optimal acidity of the nutrient medium could vary in the range of 2.8–6.1 [6].

The main factor for the successful cultivation of plants in hydroponics is the composition of medium. During optimization of medium composition for the cultivation of tomato revealed that decreased in the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium did not lead to a decreasing intensity of the growth and plant development [1].

At the same time, minor changes in the balance of micro- and macro elements could lead to changes in growth processes, in particular, to the accumulation of crude and dry bio mass. So, comparative study of B.R. Kuluev with two nutrient solutions (1 % solution of Hogland-Arnon (further HA) medium) showed that the crude mass of the roots was bigger when on MS in 1.8 times. Also, the leaves of plants growing on the MS medium were dark-green, and plants growing on the HA medium were light-green [7].

The ratio of elements in nutrient solutions also has a significant effect. Thus, one of the most important ratios is the content of calcium and potassium ions in the solution. Studies of L.S. Kubareva showed influences of ratio calcium and potassium on harvest of tomato. So, increasing in the ratio 3:1 or a decreasing to 0.3 led to decreasing of harvest on 12–18 % [8].

Growth promoters are playing an important role in development of seedlings and growing of the plants. Recently, wide using stimulators are humates. They gave multiplicative effects. So, M.Yu. Ishmuratova and D.Yu. Sirman studied influence of humates on seed germination of the flower crops, when increased this parameter on 15–20 % [9]. In this case, the maximum effect is achieved with a minimum seed treatment time. The same effect humates rendered in the hydroponic system [10].

As a result of all the above, the aim of our study was to study the effect of sodium humate on the growth performance of the main salad and vegetable crops in hydroponic conditions.

Methodology

Researches were performed at the laboratory of biotechnology and molecular genetics of Ye.A. Buketov Karaganda State University.

The object of the study was the nutrient media of different composition, prepared on the basis of standard biotechnological MS-media with the addition nutrients for hydroponic systems (Table 1).

Table 1

The composition of nutrients used in the solution

The mineral substance	Content in the solution, g/l
KNO ₃	0.8
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.22
KH ₂ PO ₄	0.17
MnSO ₄ ·4H ₂ O	0.11
NaMoO ₄	0.025
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.37

For the production of an alternative nutrition medium was used the solution of mineral concentrate produced by «General Hydroponics» (France, series Floragro) in a concentration of 2 ml/l.

We planted some seeds of salad and vegetable crops: arugula sort «Gourmet», arugula sort «Sicily», tomato sort «Novichok», cucumber sort «Herman».

Pre-sowing treatment of seeds was carried out by soaking during one day at temperature +24 °C.

In researches several types of substrates are used: perlite, mineral wool for hydroponic systems, burner (product of self-combustion of oxidized coal of JSC «Shubarkol komir»). So, 15 different combinations of substrate and nutrient medium were studied (Table 2).

Table 2

Variations of a combination of substrates and nutrient media

No. variant	Substrate	Nutrition medium	No. variant	Substrate	Nutrition medium
1 variation	Pearlite	½ MS+HUMATE AO SHK	9 variation	Mineral wool	Floragro + HUMATE
2 variation	Pearlite	½ MS	10 variation (control)	Mineral wool	Distillate water
3 variation	Pearlite	½ MS	11 variation	Burner	½ MS + HUMATE
4 variation	Pearlite	Floragro + HUMATE	12 variation	Burner	½ MS
5 variation (control)	Pearlite	Distillate water	13 variation	Burner	½ MS
6 variation	Mineral wool	½ MS+HUMATE	14 variation	Burner	Floragro + HUMATE
7 variation	Mineral wool	½ MS	15 variation (control)	Burner	Distillate water
8 variation	Mineral wool	½ MS			

After the soaking seeds were planted in trays filled with substrate. The effectiveness of the influence of nutrition medium was determined by the following indicators: A) accumulation of crude mass; B) accumulation of dry mass.

Results of experiments are calculated by comparison of using table of N. Plohinskii. Statistical processing of the results was performed using the Microsoft Excel 2007 application package.

Results and their discussion

The primary analysis of crude and dry mass showed the relationship between the type of substrate and the mass of crude mass, especially for plants grown on the substrate — perlite.

So, largest mass of arugula sort «Gourmet» was recorded on the substrate perlite in variant 5 (Table 3).

Table 3

Crude and dry bio mass of arugula sort «Gourmet»

No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass
1	0.31 ±0.04	0.022 ±0.003	7.10	6	0.12 ±0.01	0.013 ±0.001	10.83	11	0.32 ±0.06	0.029 ±0.002	9.06
2	0.46 ±0.11	0.037 ±0.001	8.04	7	0.18 ±0.04	0.041 ±0.001	22.78	12	0.27 ±0.02	0.024 ±0.001	8.89
3	0.33 ±0.05	0.028 ±0.002	8.48	8	0.25 ±0.06	0.040 ±0.004	16.00	13	0.39 ±0.01	0.039 ±0.001	10.00
4	0.35 ±0.04	0.026 ±0.001	7.43	9	0.31 ±0.01	0.030 ±0.001	10.00	14	0.41 ±0.04	0.044 ±0.002	10.73
5	0.56 ±0.08	0.039 ±0.002	6.96	10	0.16 ±0.18	0.023 ±0.003	14.38	15	0.31 ±0.03	0.033 ±0.003	10.65

This result was higher on 44.6 % comparing to control data. The highest dry biomass was noted for plants grown on the substrate in variant 14 — burner and nutrient solutions. Plants, grown on this variant of nutrient solutions, are characterized by high dry bio mass. The reliability of the results of experimental variants varied from 0.05 till 0.001.

Comparison of the results of the accumulation of crude weight of plants arugula sort «Sicily» revealed that the greatest accumulation of bio mass was observed on the substrate perlite in variant 4 (Table 4).

Table 4

Crude and dry bio mass of arugula sort «Sicily»

No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass
1	0.42 ±0.06	0.035 ±0.003	7.10	6	0.28 ±0.01	0.011 ±0.003	3.93	11	0.44 ±0.06	0.043 ±0.003	9.06
2	0.48 ±0.08	0.036 ±0.003	8.04	7	0.23 ±0.06	0.040 ±0.003	17.39	12	0.37 ±0.09	0.037 ±0.002	8.89
3	0.38 ±0.02	0.029 ±0.002	8.48	8	0.23 ±0.01	0.044±0. 002	19.13	13	0.52 ±0.04	0.043 ±0.002	10.00
4	0.56 ±0.04	0.041 ±0.003	7.43	9	0.42 ±0.05	0.045±0. 002	11.25	14	0.46 ±0.04	0.045 ±0.001	10.73
5	0.54 ±0.06	0.037 ±0.002	6.96	10	0.24 ±0.04	0.029±0. 003	12.08	15	0.29 ±0.01	0.039 ±0.003	10.65

The analysis of dry bio mass showed that the highest results were recorded on the basalt wool in variant 9 and on burner in variant 14. It is noted that the accumulation of dry bio mass for arugula «Sicily» was higher than for sort «Gourmet». So, for arugula sort «Gourmet» was only 3 variant of dry bio mass over 0.040 grams. For arugula sort «Sicily» weight of dry bio mass over 0.040 grams was recorded in 7 variants.

The analysis of the absolute data of dry bio mass showed that the highest results were recorded on basalt wool in variant 9 and on burner substrate in variant 14.

On the substrate perlite there were no significant differences between the 4th and 5th variants. In variant 1 there was a significant variation of crude bio mass in relation to the control at the level of $p < 0.01$. The greatest reliability ($p < 0.001$) was observed between the 3rd and 5th variants. On the substrate basalt wool, the significant difference between variant 9 and control was $p < 0.001$.

The maximum bio mass of tomato plants sort «Novichok» on the substrate perlite was recorded for variant 4. It was more on 84.4 % than the maximum crude bio mass received on basalt wool (variant 6), and on 73.1 % more than the maximum bio mass on substrate burner (variant 15). Also on the substrate perlite relative difference between variant 4 and control variant was 73.1 %. Data of crude bio mass on basalt wool (variant 6) exceeded control variant on 40 %. The maximum of dry bio mass was fixed in control variant (Table 5).

Table 5

Crude and dry bio mass of tomato sort «Novichok»

No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass
1	0.83 ±0.05	0.070 ±0.002	8.43	6	0.77 ±0.05	0.061 ±0.001	7.92	11	0.46 ±0.04	0.045 ±0.006	9.78
2	0.67 ±0.08	0.053 ±0.003	7.91	7	0.59 ±0.08	0.058 ±0.003	9.83	12	0.68 ±0.08	0.059 ±0.004	8.68
3	0.43 ±0.06	0.031 ±0.003	7.21	8	0.74 ±0.11	0.063 ±0.003	8.51	13	0.73 ±0.04	0.061 ±0.002	8.36
4	1.42 ±0.07	0.112 ±0.004	7.89	9	0.47 ±0.06	0.053 ±0.002	11.28	14	0.71 ±0.07	0.066 ±0.003	9.30
5	0.82 ±0.04	0.061 ±0.003	7.44	10	0.55 ±0.04	0.045 ±0.002	8.18	15	0.82 ±0.09	0.065 ±0.006	7.93

Variant of nutrition media 4 recorded the highest dry bio mass among all studied variants; the best result for dry mass was shown substrate basal wool (variant 9).

Analysis of the reliability of tomato bio mass on different media revealed that on the substrate burner only one variant (variant 11) there was a significant deviation in comparison with control (variation 10).

For substrate basalt wool all variations had significant differences of crude weight comparison with control (variant 7 — $p < 0,05$; variants 6, 8, 9 $p < 0.001$).

On perlite substrate in 3 experimental variants weight of crude bio mass had a significant difference $p < 0.001$ in comparison with control (variant 5). At the same time, in variants 2 and 3 plant bio mass were significantly lower than for control data; but bio mass in variant 4 was significantly higher than in control.

The result of the reliability of indicators differences of crude weight showed the highest values of this parameter in different media. So, on substrate perlite (variant 4) and basalt wool (variant 6) significant differences were $p < 0.001$; variation between variants 4 and 15 was at the level of $p < 0.01$.

Comparison of the results of the accumulation of crude mass of cucumber sort «Herman» on different substrates revealed that the greatest weight had plants obtained on the substrate perlite variant 4 (Table 6).

Table 6

Crude and dry bio mass of cucumber sort «Herman»

No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass	No. variant	Crude weight (g.) (M±m)	Dry mass (g.) (M±m)	% of dry mass
1	4,31 ±0,43	0,362 ±0,03	8,42	6	4,74 ±0,49	0,404 ±0,023	8,52	11	4,2 ±0,11	0,314 ±0,02	7,48
2	3,85 ±0,12	0,327 ±0,04	8,49	7	3,14 ±0,06	0,197 ±0,005	6,27	12	3,9 ±0,35	0,279 ±0,03	7,15
3	3,93 ±0,17	0,335 ±0,02	8,59	8	3,70 ±0,61	0,252 ±0,003	6,81	13	5,0 ±0,27	0,282 ±0,01	5,64
4	7,55 ±0,26	0,590 ±0,04	7,81	9	2,91 ±0,14	0,272 ±0,022	9,31	14	4,1 ±0,33	0,338 ±0,03	8,24
5	6,07 ±0,11	0,415 ±0,03	6,84	10	2,43 ±0,23	0,176 ±0,001	7,24	15	4,8 ±0,26	0,284 ±0,01	5,92

On a substrate of basalt wool, the highest weight of plants was observed for variant 6. The bio mass of this variant was lower than for similar data on substrate perlite (variant 4).

The maximum bio mass of plants was fixed on Firestone medium in variant 13. The crude bio mass of this variant was on 33.8 % lower than the crude bio mass on perlite substrate (variant 4).

The highest rate of dry bio mass was in variation 4 on the perlite substrate. At the same time, it was found that the highest % of dry bio mass observed in variant 9 on basalt wool.

For cucumber sort «Герман» on the substrate perlite all four variants shew significantly different with control indicators ($p < 0.001$). At the same time, variants 1, 2 and 3 on substrate perlite had results significantly lower than the control data, and in variant 4 the results were significantly higher than in control.

On substrate basalt wool, all four variants also had significant differences for crude bio mass compared with control. However, on this substrate all experimental variants had shown parameters significantly higher than in the control variant. The results obtained in variant 6 with maximum crude bio mass were recorded on this substrate, that were significantly lower ($p < 0.001$), in relation to the results obtained in variant 4 on the perlite substrate.

Comparing the results of accumulation crude bio mass, we can conclude that the biggest influence on this criterion had mineral medium Floragro with addition humate (Shubarkol komir). Additional of humates activate growth of metabolic processes that can be explain with increasing of concentration of sodium ions and increasing of nutrition of vegetative cells.

The overall effect of sodium humate on the accumulation of crude bio mass is noted. The best results of bio mass were in variants with sodium humate. In seven cases from eight indicators of crude biomass was significantly higher than in control variant.

Analysis of the results of accumulation of dry weight showed that in eight variants from twelve the maximum data were observed on mineral media Floragro with the addition of humate. Thus, the vast majority of greatest dry bio mass was observed in variant containing humate.

As was earlier mentioned, the indicator of dry bio mass was not a criterion that characterizes the influence of factor on the development of plants in the initial stages. It can be concluded that sodium humate is an effective stimulant of absorption of the main mineral components.

The comparison of the results of accumulation of dry bio mass on different substrates revealed that the arugula sort «Hermann», tomato sort «Novichok» and cucumber sort «German» had the greatest accumulation of dry weight on the substrate — basalt wool. The arugula sort «Sicily» had the highest dry bio mass on the substrate basalt wool.

References

- 1 Степура М.Ф. Оптимизация состава питательного раствора при выращивании томата по гидропонной технологии / М.Ф. Степура, А.В. Ботько, Н.Ф. Рассоха // Гавриш. — 2013. — № 3. — С. 15–19.
- 2 Антипова О.В. Влияние активаторов воды на питательные растворы и развитие растений зеленых культур при выращивании на гидропонике / О.В. Антипова // Гавриш. — 2013. — № 3. — С. 30–35.
- 3 Седых Т.В. Рост и продуктивность огурца в зимних теплицах в осенне-зимнем культурообороте на малообъемной гидропонике ООО «СИБАГРОХОЛДИНГ» / Т.В. Седых, С.В. Погребняк // Вестн. ОмГАУ. — 2016. — № 3 (23). — С. 53–58.
- 4 Серёгин М.В. Урожайность листового салата в зависимости от вида фиксирующего субстрата и способа проращивания семян / М.В. Серёгин // Таврический научный обозреватель. — 2017. — № 2 (19) — С. 135–137.
- 5 Иванова Л.А. Физико-химическая трансформация минерала вермикулита в субстрат для выращивания растений / Л.А. Иванова, В.В. Котельников, А.Е. Быкова // Вестн. МГТУ — 2006. — Т. 9, № 5. — С. 883–889.
- 6 Земскова Ю.К. Особенности гидропонной технологии в получении продукции салата / Ю.К. Земскова, Э.А. Лаперье, И.А. Александров // Молодые ученые — сельскому хозяйству: материалы студ. конф. — Саратов, 2017. — [ЭР]. Режим доступа: <http://agroconf.sgau.ru/wp-content/uploads/2017/07/14.-Земскова-Гидропонная-технология.pdf>
- 7 Кулуев Б.Р. Гидропонное и аэропонное выращивание одуванчика *Taraxacum Kok-saghyz Robin* / Б.Р. Кулуев, З.А. Бережнева, А.В. Чемерис // Биомика. — 2017. — Т. 9, № 2. — С. 96–100.
- 8 Кубарева Л.С. Влияние соотношений калия и кальция в питательной среде на развитие и продуктивность томатов и фасоли: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 53.30.00 — «Агрохимия» / Л.С. Кубарева. — М., 1969. — 17 с.
- 9 Ишмуратова М.Ю. Оценка влияния полигуминовых удобрений на всхожесть семян некоторых цветочных культур / М.Ю. Ишмуратова, Д.Ю. Сирман, З.Г. Аккулова, Г.Т. Альмусин // Экология және биотехнологияның өзекті мәселелері: Халықарал. ғыл. конф. материалдары. 26–28 қазан 2016 ж. — Караганда, 2016. — С. 54–57.
- 10 Антипова О.В. Технологическое обоснование культурооборотов в гидропонных рассадных комплексах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.06.06 — «Общее земледелие» / О.В. Антипова. — М., 2010. — 184 с.

Д.Ю. Сирман, Г.Б. Кожанова, А.Н. Потехина, С.У. Тлеукедова,
М.К. Абрешева, Е.Н. Мартынова, Г.Т. Альмусин

Гидропоника жағдайында түрлі субстраттарда өсіру кезінде өскіндердің шикі және құрғақ массасының жиналуына «ШұбаркөлКөмір» АҚ өндірісінің натрий гуматының әсері

Қазіргі уақытта өсімдіктерді өсірудің гидропонды әдісі өсімдік шикізатын жыл бойы алудың ең кең енгізілген тәсілі болып табылады. Бұл әдіс өсімдіктерді өсірудің дәстүрлі әдістеріне қатысты бірқатар артықшылықтарға ие, әсіресе өнімнің соңғы сапасына әсер ететін физиологиялық процестерді реттеу шеңберінде кең қолданылады. Мақала гидропоника әдісімен өсірілген өсімдіктерде құрғақ және шикі массаның жинақталуын зерттеуге арналған. Қоректік орта ретінде Мурасига-Скуга қоректік ортасының құрамына кіретін макроэлементтердің кең қолжетімді құрамы қолданылды. Физиологиялық үдерістердің активаторы және реттегіші ретінде «ШұбаркөлКөмір» АҚ өндірісінің натрий гуматы қолданылды. Салат, қияр, қызанақ өсіру зерттеулерінің нәтижелері, сондай-ақ өсімдіктерде құрғақ және шикі массаның жинақталу процесіне әртүрлі субстраттардың әсері келтірілген. Зерттеу нәтижелері гидропоника жағдайында өсімдіктердің құрғақ және шикі массасының жинақталу процестеріне натрий гуматының оң әсерін көрсетті. Сондай-ақ зерттеу барысында субстрат түрі мен өсімдіктерде шикі және құрғақ массаның жинақталуы арасындағы тығыз байланыс атап өтілді.

Кілт сөздер: гидропоника, субстраттар, МС қоректік ортасы, шикі және құрғақ масса, гумат, перлит, базальтты мақта.

Д.Ю. Сирман, Г.Б. Кожанова, А.Н. Потехина, С.У. Тлеукедова,
М.К. Абрешева, Е.Н. Мартынова, Г.Т. Альмусин

Влияние гумата натрия производства АО «ШубаркольКомир» на накопление сырой и сухой массы проростков при выращивании на различных субстратах в условиях гидропонии

Гидропонный метод выращивания растений в настоящее время является наиболее широко внедряемым способом круглогодичного получения растительного сырья. Данный метод имеет ряд преимуществ по отношению к традиционным методам выращивания растений, особенно в рамках, регулирования физиологических процессов влияющих на конечное качество продукта. Настоящая статья посвящена исследованию накопления сухой и сырой массы в растениях, выращенных методом гидропонии. В качестве питательной среды был использован широко доступный состав макроэлементов, входящих в состав питательной среды Мурасига-Скуга (МС). В качестве активатора и регулятора физиологических процессов использовался гумат натрия производства АО «ШубаркольКомир». Приведены результаты исследований выращивания салата, огурцов, помидор, а также влияние различных субстратов на процесс накопления сухой и сырой массы в растениях. Результаты исследования свидетельствуют о положительном воздействии гумата натрия на процессы накопления сухой и сырой массы растений в условиях гидропонии. Также при исследовании была отмечена тесная связь между типом субстрата и накоплением сырой и сухой массы у растений.

Ключевые слова: гидропоника, субстраты, питательная среда МС, сырая и сухая масса, гумат, перлит, базальтовая вата.

Reference

- 1 Stepuro, M.F., Botko, A.V., & Rassokha, N.F. (2013). Optimizatsiia sostava pitatelnoho rastvora pri vyrashchivanii tomata po hidroponnoi tekhnologii [Optimization of the composition of the nutrient solution for growing tomatoes in hydroponic technology]: *Gavrish — Gavrish*, 3, 15–19 [in Russian].
- 2 Antipova, O.V. (2013). Vliianie aktivatorov vody na pitatelnye rastvory i razvitiie rastenii zelenykh kultur pri vyrashchivanii na hidroponike [Influence of water activators on nutrient solutions and development of green crops plants during hydroponic cultivation]: *Gavrish — Gavrish*, 3, 30–35 [in Russian].
- 3 Sedykh, T.V., & Pogrebnyak, S.V. (2016). Rost i produktivnost ohurtsa v zimnikh teplitsakh v osenne-zimnem kulturooborote na maloobemnoi hidroponike OOO «SIBAHROHOLDINH» [Growth and productivity of cucumber in winter greenhouses in autumn-winter crop rotation on low-volume hydroponics (SibAgroholding LLC)]. *Vestnik OmHAU. — Bulletin of Omsk State Agrarian University*, 3(23), 53–58 [in Russian].

- 4 Seregin, M.V. (2017). Urozhainost listovogo salata v zavisimosti ot vida fiksiruiushcheho substrata i sposoba prorashchivaniia semian [Leaf lettuce Yield depending on the type of fixing substrate and the method of seed germination]. *Tavricheskii nauchnyi obozrevatel — Taurida scientific observer*, 2(19), 135–137 [in Russian].
- 5 Ivanova, L., Kotelnikov, V.V., & Bykova, A.E. (2006). Fiziko-khimicheskaia transformatsiia minerala vermikulita v substrat dlia vyrashchivaniia rastenii [Physical and chemical transformation of the mineral vermiculite in the substrate for growing plants]. *Vestnik MGTU — Bulletin of Moscow State Technical University*, 9(5), 883–889 [in Russian].
- 6 Zemskova, Ju.K., Laper'e, Je.A., & Aleksandrov, I.A. (2017). Osobennosti hidroponnoi tekhnologii v poluchenii produktsii salata [Features of hydroponic technology in the production of lettuce]. Proceedings from Young scientists to agriculture: *Studencheskaia konferentsiia — Student conference*. Saratov. Retrieved from: <http://agroconf.sgau.ru/wp-content/uploads/2017/07/14.-Земскова-Гидропонная-технология.pdf> [in Russian].
- 7 Kuluev, B.R., Beresneva, Z.A., & Chemeris, A.V. (2017). Hidroponnoe i aeroponnoe vyrashchivanie oduvanchika Taraxacum Kok-saghyz Robin [Hydroponic and aeroponic cultivation of dandelion Taraxacum Kok-saghyz Rodin]. *Bionika — Bionica*, 9(2), 96–100 [in Russian].
- 8 Kubareva, L.S. (1969) Vliianie sootnoshenii kaliia i kaltsiia v pitatelnoi srede na razvitie i produktivnost tomatov i fasoli [Influence of potassium and calcium ratios in the nutrient medium on the development and productivity of tomatoes and beans]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 9 Ishmuratova, M.Ju., Sirman, D.Ju., Akkulova, Z.G., & Almusin, G.T. (2016). Otsenka vliianiia polihuminovykh udobrenii na vskhozhest semian nekotorykh tsvetochnykh kultur [Evaluation of the effect of polygumin fertilizers on the germination of seeds of certain flower crops]. Proceedings from Topical issues of ecology and biotechnology: *Khalyqaralyq gylymi konferentsiiasy — International Scientific Conference* (pp. 54–57). Karaganda [in Russian].
- 10 Antipova, A. (2010) Tekhnologicheskoe obosnovanie kulturooborotov v hidroponnykh rassadnykh kompleksakh [Technological justification of the cultivation in the seedling hydroponic systems]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].

А.Б. Мырзабаев¹, К.Б. Гонгальский², Ж.Г. Ибрайбеков¹, В.В. Бритько³, М.А. Кинаятов⁴

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

²М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей;

³Қарағанды медицина университеті, Қазақстан;

⁴Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қазақстан
(E-mail: jan_ai-87_86@mail.ru)

Киік (*Saiga tatarica*) Қазақстан аймағындағы популяцияларының тарихи таралуы және оның қазіргі кездегі көрінісі

Мақалада ақбөкен, немесе киік (лат. *Saiga tatarica*), жұптұяқтылар отрядының бөкендер туысына жататын, дене бітімі ірі, қой пішіндес, күйіс қайыратын қазақ даласының киелі жануары туралы сөз қозғалған. Археологиялық қазба жұмыстары барысында табылған бөкендердің сүйек қалдықтары, ертеректе Ұлыбритания аралынан Аляскаға дейінгі аралықта тіршілік еткенін аңғартты. Еліміздің солтүстік аймағында Ямышево мен Подпуск ауылды жерлерінде, Семей қаласы өңірінен, Нұра өзенінің жағалауынан, Жамбыл облысындағы Қараүңгір мен Үшбас үңгірінен ежелгі және орта антропогеннен қалған ақбөкендердің сүйектері табылған. Қазір бөкендер Монғолияда, Қалмақ даласы, Ресейде және Қазақстан территориясында мекен етеді. Бес мыңға жуық киік Қазақстан мен Өзбекстан аралығында көшіп жүрсе, ҚХР мен Түркіменстанда мүлдем жойылған делінуде. Теңіз көлі жағалауынан Бетпақдала аумағына дейінгі аймақтарда кеңінен таралған ақбөкендердің сол уақытта көптігі сонша, жолдар жағалауынан да, елді мекендер маңынан да аз кездеспейтін. Жалпы киіктер бес популяцияны құрайды. Олар Монғолияны және Ресейді, қалған үшеуі, яғни: Бетпақдала, Орал және Үстірт популяциялары Қазақстанды мекендейді. Дүниежүзіндегі ақбөкеннің 95 %-ы Қазақстанда тіршілік етеді. 2018 ж. соңғы санақ бойынша, киіктердің жалпы саны 45 %-ға өскені анықталды. Орал мен Бетпақдала популяцияларына қарағанда, Үстірт популяциясы жойылу шегінде. Яғни, 2016–2017 жж. санақ нәтижелері бойынша, киіктердің саны 1900–2700 құрады. Ал 1980 ж. соңы мен 1990 ж. басында 250 000-нан астам киік басы саналған болатын. Бұл дегеніміз, дала еркелерінің 99 %-ға дейін азайғанын білдіреді.

Кілт сөздер: Saiga tatarica, экожүйе, ақбөкен, популяция, неотения, қаскөйлік, пастереллез.

Біздің эрамызға дейінгі VII–V ғасырларда, Сарыарқаның тау-тас даласында киіктің бейнелері ойылып салынған. Мәліметтерге көз жүгіртсек, сол дәуірде Еуропа мен Азия жерлерін толығымен қамтыған бөкендер қазіргі таңда Сарыарқа даласында ғана. XIV–XVI ғасырлардан бастап осы күнге дейін жеткен халық эпостарында қазақтың Арқа даласында шексіз бөкендер жайлы сөз қалдырған. Бөкендер — Сарыарқа жазығының көркі және құнды тіршілігі. Қазақтың кейбір тарихи аңыз-әңгімелері, ақындардың өлең шумақтары киіктер сұлулығымен, киелі қасиетімен ұштастырылғандығы белгілі. Уақытында Сарыарқа жазығынан Қара теңізге дейін мекен еткен бөкендердің төлдейтін мекені — Қазақстанның орталық жерлері. Күн суытып, қар түсе Бетпақдаланы, Арысқұмды, Қарақұмды, Үстіртті жағалап, көк шыққанда Арқа төсін толтырып, көсіле жайылып күн кешетін. Енді жойылу қауіпі төну барысында бөкен бастарын барынша сақтап қалу әрекеттерін күшейту керек деп есептейміз. Бір өкініштісі, осы жағдайға көңіл бөлу әзірше мәз емес екендігін айта кеткен жөн.

Қазақстанда ақбөкендер санының қалпына келтірілуі XX ғасырдың 30 жж. басталды, оның себебі қолайлы жағдайлардың жиынтығымен байланысты, яғни қарлы қыс мезгілінің азаюы, ақбөкендердің тері жамылғысының жойылуы, жыртқыштар (қасқырлардың) қысымының және қаскөйліктің азаюы [1]. 1940 ж. ортасында мыңдаған табындар барлық жерлерде кездесе бастады, 1950 ж. басында Орал — Өскемен, Атбасар, Қорғалжын, оңтүстік Түркіменстанның солтүстігінде және Өзбекстанның оңтүстік аймақтарында, Тянь-Шань, Жоңғар Алатауы, Ертіс, Маңғыстау, Нұра алқаптарында бой көрсетті [2–4].

Ақбөкен, немесе киік (лат. *Saiga tatarica*), жұптұяқтылар отрядының бөкендер туысына жататын, дене бітімі ірі, қой пішіндес, тұмсығы дөңес, күйіс қайыратын қазақ даласының киелі жануары. Кең даланы кезген бөкенсіз бұл экожүйені көз алдына елестету мүмкін емес шығар. Археологиялық қазба жұмыстары барысында табылған бөкендердің сүйек қалдықтары, ертеректе Ұлыбритания аралынан Аляскаға дейінгі аралықта тіршілік еткенін аңғартты. Еліміздің солтүстік аймағында Ямышево мен Подпуск ауылды жерлерінде, Семей қаласы өңірінен, Нұра өзенінің жағалауынан, Жамбыл облысындағы Қараүңгір мен Үшбас үңгірлерінен ежелгі және орта антропогеннен қалған ақбөкендердің сүйектері табылған [5–7].

Қазір бөкендер Монғолияда, Қалмақ даласы, Ресейде және Қазақстан территориясында мекен етеді. Бес мыңға жуық киік Қазақстан мен Өзбекстан аралығында көшіп жүрсе, ҚХР мен Түркіменстанда мүлдем жойылған делінуде. Теңіз көлі жағалауынан Бетпақдала аумағына дейінгі аймақтарда кеңінен таралған ақбөкендердің сол уақытта көптігі сонша, жолдар жағалауынан да, елді мекендер маңынанда аз кездеспейтін.

Жалпы киіктер бес популяцияны құрайды. Олар Монғолияны және Ресейді, қалған үшеуі, яғни Бетпақдала, Орал және Үстірт популяциялары Қазақстанды мекендейді. Дүниежүзіндегі ақбөкеннің 95 %-ы Қазақстанда тіршілік етеді. 2018 ж. соңғы санақ бойынша киіктердің жалпы саны 45 %-ға өскені анықталды [8].

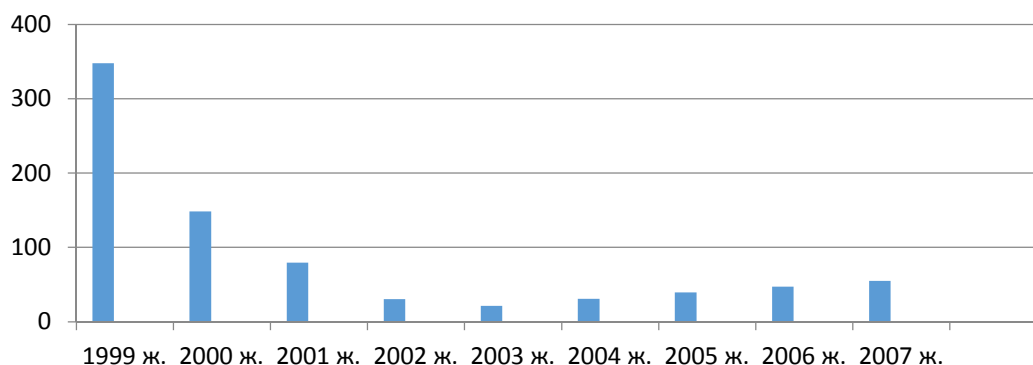
Орал мен Бетпақдала популяцияларына қарағанда, Үстірт популяциясы жойылу шегінде. Яғни, 2016–2017 жж. санақ нәтижелері бойынша, киіктердің саны 1900–2700 құрады. Ал, 1980 ж. соңы мен 1990 ж. басында 250 000-нан астам киік басы саналған болатын. Бұл дегеніміз дала еркелерінің 99 %-ға дейін азайғанын білдіреді [9].

2018 ж. санақ мәліметтеріне сүйенсек, қазір Бетпақдала, Орал, Үстірт популяциясында түз жануарының саны 215100-ге жетті. Популяциялардың арасында жиі кездесетіні Бетпақдала тобы. Бұл киіктердің мекені Қарағанды, Ақтөбе, Қызылорда, Жамбыл облыстарының елсіз кең жазықтықтары. Қазір еліміздегі ең үлкен популяция Орал аймағында мекендейді. Онда ақбөкендердің саны жүз мыңнан асады. Бұл көрсеткіш — киіктерді қорғау үшін мемлекет тарапынан жасалған іс-шаралардың нәтижесі. Одан кейінгі орында Қарағанды, Ақмола, Павлодар, Қостанай облыстарын қамтып жатқан Бетпақдала популяциясы. Соңғы жылдары бұл өңірде киіктердің саны қарқынды өсуде.

Қазақ киелі деп санайтын түз жануарына қатысты аңыз-әңгімелер көп. Ақбөкеннің сонау тас дәуірінен бері түрлі зорбалаңнан аман қап, тұқымын сақтап келе жатқан жануар екенін көпшілік біле бермейді. Дәмді еті, жанға шипа және дертке дауа шикізат — мүйізі үшін жыртқыштық жолмен бұл жабайы аңның бұрын өмір сүрген көптеген аудандарда жойылып кетуіне әкеп соқты. XVII–XIX ғғ. ақшаға ашкөздіктен бұл иесі жоқ тегін байлықты дәрілік шикізат есебінде пайда көрген мүйізі үшін аяусыз қынадай қырып, жыл сайын бір Ресейдің өзінен ғана оның 100 мыңдаған мүйізі шет елдерге өткізіп отырған. 1918–1920 жж. Қазақстанда ақбөкеннің саны 4–5 мыңға әзер жетіп, жойылып кету үсінде болған. 1919 жылдан бастап Кеңес Одағында бөкендерді аулауға тыйым салынды. Басқа да жедел қорғау шараларының арқасында ақбөкен саны жылдан жылға есейе түсті [10].

Жабайы жануарлар ақуыз, өнеркәсіптік шикізат көздері, экожүйелердің қажетті элементтері болып табылады. Алайда соңғы 100 жылда адамның қызметі Жер бетінен жоғары өсімдіктердің 25 мың түрі мен омыртқалы жануарлардың бір мыңнан астам түрі жойылып кету қауіп төндіруіне алып келді. Қазіргі уақытта қарқынды пайдаланылатын және ағымдағы экономикалық құндылығы бар түрлер ерекше назар аударуды талап етеді. Ақбөкендер осы түрлерге жатады. Біздің елде мекендейтін ақбөкен популяциялары әлемдегі ең ірілердің бірі болып табылады. Соңғы жылдары ақбөкендерді өндіру өте тиімді өндіріс болды және әртүрлі өнім береді. Тек Қазақстанда 1971–1976 жж. 1689,4 мың бас ақбөкен өндірілді, бұл 29750,4 т жоғары сапалы ет, 961,4 мың жұп мүйіздері, 145,4 т тілдер, 391,3 т субөнімдер берді. Мұның барлығы түр экологиясын кең зерттеуге негізделген ұтымды пайдалану жөніндегі ғылыми негізделген ұсыныстардың арқасында мүмкін болды. Ақбөкен экологиясы бойынша елеулі материал популяциялық деңгейде антропогендік әсердің рөлін бағалауға мүмкіндік береді.

1991–1993 жж. Республика аумағында ақбөкендердің қоры 700–900 мыңға дейін төмендеп кетті, сол жылдары қысы қатты, ақбөкендердің көбісі Қарақалпақстанға қоныс аударып, тағы жартысы Сырдария өзеніне ағып кеткен. Сол ауыр кезеңдердің қарсаңында ақбөкендер адамдардың қораларына дейін кірді. 1995 ж. ғарыштық апат болып, осы күнге дейін толыққанды мәлімет жоқ, бірақ қандай да бір зиянды заттардың жер бетіне шашылуына байланысты, тік ұшақ ұшыру немесе қону барысы киіктердің жаппай қырылуына әкеліп соқты. Осыдан кейін 1999 ж. — 348 мың, 2000 ж. — 148,5 мың, 2001 ж. — 79,3 мың, 2002 ж. — 30,5 мың, 2003 ж. — 21,2 мың, 2004 ж. — 30,7 мыңдай қалған. Тек соңғы үш жылда киік санының сәлде болса өскендігі байқалады: 2005 ж. — 39,6 мың, 2006 ж. — 47,4 мың, 2007 ж. — 54,8 мың [11, 12]. Жоғарыдағы көрсеткіштердің нәтижесін төмендегі диаграммдан көруге болады (сур. кара).



Сурет. Республика аумағындағы ақбөкендер санының көрсеткіші

Алайда дәлелденген мәліметтерге көз салсақ, Бетпақдаладағы киіктер популяциясын тасадан аулау жаппай етек алғандықтан, құрып бітуге шақ қалған. 2002–2007 жж. «Киік I», «Киік II», «Киік III» ғылыми жобасының негізінде жүргізілген зерттеулер осыны айқын байқатты [13].

Киіктердің басым бөлігі Ақмола және Ақтөбе облыстарында мекендейтіні анық, ал төлдеу уақытында Қостанай облысына бет алатыны белгілі болды, сондықтан да сол өңірде жануарлар дүниесін қорғау жұмыстары күшейтілуде. Киіктерді үздіксіз әуеден бақылау, оларды сақтап қалу жұмыстары қарқынды жүргізілуде, әйтсе де, заңсыз аң аулаушылармен салыстырғанда, табиғат қорғаушылары әлі де техникалық жабдықтармен толық қамтылмаған.

Қазақстанда дала еркелерінің санын шектейтін бірнеше факторлар бар. Оның негізгісі, табиғи факторлар десек, екіншісі, антропогендік. Соның ішінде антропогендік факторлар өте қатты әсер етіп жатыр. Табиғи факторларға тоқталатын болсақ, шөл, шөлейтті және далалық аймақтарда мекендейтін жануардың саны климаттық өзгерістерге байланысты азаюы мүмкін. Республиканың кейбір өңірлерінде топырақ құнарлылығының азаюы, киіктердің көшу-қонуына әсер ететін факторлардың бірі екені белгілі. Түрлі індет қауіпі де жоқ емес, бірақ біздің елде флора мен фаунаға қауіп төндіретін экологиялық апат жоқ.

Керісінше, табиғаттың биоалуандығын сақтауда мемлекет тарапынан бірнеше бағдарлама жүзеге асырылуда. Токтала кетсек, бүгінде ақбөкендердің толық жойылмай бастарын сақтап қалуға зор мүмкіндік бар. Мемлекеттік және үкіметтік емес, осыған орай елдер арасында ұйымдардың бірлескен бірқатар іс-шаралары арқасында қолға алуында. «Жануарлар әлемін қорғау және оларды пайдалану» туралы Заң, жануарлар әлемін ғылыми тұрғыдан тиімді пайдалану мен көбейтуді көздейді. Дүниежүзілік жануарлар дүниесін қорғау ұйымы өткен жылы өте үлкен ғылыми зерттеудің қорытындысын жариялады. Яғни, соңғы 20–30 жылдың ішінде әлемдегі бүкіл жабайы жануарлардың саны 60 %-ға дейін қысқарған. Қазіргі уақытта биосфералық ресурстарды қорғау мен оларды ұтымды пайдалану айқын көрінуде. Біздің елімізде бұл мәселеге үлкен көңіл бөлінуде. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 8 қазандағы № 914 Қаулысымен «Су ресурстарын, жануарлар дүниесін сақтау және тиімді пайдалану, 2010 жылға дейін айрықша қорғалатын табиғат аймақтар желісін дамыту бағдарламасы» бекітілді, ол 2020 ж. мерзіміне дейін ұзартылды. Қазақстанның бүкіл жан-жануарын, табиғатын, орманы мен балығын 500-ге жуық мемлекеттік инспекторлар қорғайды. Киік 1995 жылдан бастап жойылып кету қауіпі бар жабайы фауна мен флора түрлерімен еларалық сауда жүргізу туралы II Конвенцияның қосымшасына кірсе, ал 2002 ж. жойылып кету қауіпі бар түр ретінде МСОП «Қызыл кітап» тізіміне енгізілді (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 8 қазандағы № 914 2010 жылға дейінгі ерекше қорғалатын аумақта су ресурстарын, жануарлар дүниесін сақтау және тиімді қолдану және желісін дамыту бағдарламасын бекіту туралы Қаулысы) [14].

2006 ж. киіктер жойылу жағдайы бар жануар ретінде ұсынылып «Қызыл кітапқа» енгізілді. Мұндай қорғау жұмыстарының нәтижесінде 2004 ж. бөкендер басы 30700-ге, 2005 ж. 39600-ға артты. Ал 2012 ж. Арқа даласын мекен еткен 137,5 мың бөкен санаққа алынса, аталған көрсеткіш 2013 ж. 36 % артып, 187 мыңға жеткен. Ауыл шаруашылығы министрлігі ұсынған соңғы деректер жазық өлкені кеңінен жайлаған бөкендердің саны айтарлықтай артқанын сөзге тиек етті. Үстірттегі киіктер 2015 ж. жаппай қырылудан кейін тіптен азайған. 2015 ж. Қазақстандағы киіктердің үштен екіге жуығы қырылып қалғаннан кейін, шамамен 3 мың бас киіктер қалған.

Орталық Азияда киелі саналатын дала жануарының жаппай қырылуы соңғы рет осыдан 2015 ж. тіркелді. Бұл киік қырылған жыл болды. Даладан табылған өлі жануарларға арнайы зертханаларда зерттеу жүргізіліп, «пастереллез» деген диагноз да қойылды. Дәл сол кезде Байқоңыр айлағынан ұшырылған «Протон-М» зымыранының әуеден шығарылып, ауқымды учаскіге гептилдің төгілуі күдікті тудырған болатын. Қазір ғалымдар сол күдікті растап отыр [15].

Ақбөкендердің қырылуы осымен тоқтаған емес екені белгілі, Ақмола мен Қарағанды облыстарын мекен еткен үш мыңға жуық бөкен ешбір себепсіз қырылды. Осыған орай, жойылу қауіпі төніп тұрған бөкендердің қырылуы шығынды арттырса да, басшылар мен зерттеушілер киіктердің қырылуының басты себебін толық аша алмағаны секілді. Бөкендердің қырылуы Сарыарқа төңірегінде бұған дейін де орын алғаны белгілі. Мысалы, 1981 ж. көктем айларында Торғай маңында 100 мың киік, 1984 ж. қыс-көктем айларында Қазақстанның батыс аймағында 100 мың, 1988 ж. мамыр айында Торғай облысында 270 мың бас бөкен қырылған [16].

Ақбөкендер көп өсім беретін тұяқты жануарлар қатарына жатады. Аналық ақбөкендердің басым көпшілігінде жыныстық жетілуі өмірдің алғашқы жылы, яғни 7–8 айлық кезеңнен бастап, өсу процестерінің аяқталуына және толық физикалық дамуына қолжеткізгенге дейін дамып бітеді, сондықтан бұл жануарларға, неотения тән (педаморфоз).

Сол себепті ақбөкендердің санын көбейтіп, қаскөйлікке қарсы іс-шараларды құқық қорғау органдарының көмегімен ғана емес, жергілікті халықты ақбөкенді қорғаудың маңыздылығы туралы ақпараттандыру шараларын нығайту керек, бұқаралық ақпарат құралдарының барлық түрлерін кеңінен тарту қажет. Қазақстан аймағында мекен ететін ақбөкендерді сақтау жөніндегі шұғыл шараларды негіздеу, оның ресурстарын одан әрі қалпына келтіру және орнықты пайдалану үшін тиімді әдістердің және жаңа техникалық құралдардың көмегімен тұрақты түрде жан-жақты бақылауды жалғастыру қажет.

Қазақстанда ақбөкендердің санын сақтау мәселесі өте өткір және қалпына келтіру үшін көп жұмыс жүргізілуде. Әсіресе қысқа мерзім ішінде жүздеген мыңнан бірнеше мыңға дейінгі жалпы санының ағымдағы ауытқуы ерекше алаңдаушылық тудырады. Көптеген жағдайларда олардың санының динамикасы аң аулаумен байланысты және оны сақтау үшін тыйым салынған шаралар қабылданады. Сонымен қатар ақбөкендердің жыл сайынғы саны жыныстық қатынастың ішкі құрылымындағы өзгерістерге, сондай-ақ аурулар мен жыртқыш аңдардың пайда болуына, қысқы жұттың пайда болуына, сондай-ақ адамның тікелей және жанама әсеріне байланысты өзгеруі мүмкін екендігі белгілі. Ақбөкендердің көші-қон жолдарының кенеттен өзгеруі және жануарлардың белгілі мерзімде жаппай қырылуы, сонымен қатар коммерциялық және заңсыз аң аулау нысаны болып табылатындықтан, бұл жануарларды зерттеу айтарлықтай қиын.

Ақбөкендер тіршілік ететін аймақтарда жануарларды қорғайтын шаруашылықтар құрылуда. 2009 ж. Қазақстанды мекен ететін ақбөкендерді және сирек кездесетін жануарларды қорғауға шақыратын арнайы топ құрылып, халықпен жұмыс жүргізілуде, сонымен қатар аталған жануардың нақты санын және аймақ бойынша көшүін әуеден бақылау әрекеттері орын алуда.

Ақбөкендердің өте төмен саны жағдайында оларды арнайы қамауға алып, кейіннен табиғатқа қайта бейімдеу, генофондты сақтау, зерттеу және қалпына келтірудің баламалы әдісі болып табылады. Мұндай шараларды мемлекеттік деңгейде қолдау қажет деп есептейміз. Ерекше қорғаудағы жануарды тек ғылыми мақсатта ғана аулауға заңмен рұқсат етілген.

Ақбөкендердің өте төмен саны жағдайында оларды арнайы қамауға алып, кейіннен табиғатқа қайта бейімдеу, генофондты сақтау, зерттеу және қалпына келтірудің баламалы әдісі болып табылады. Мұндай шараларды мемлекеттік деңгейде қолдау қажет деп есептейміз. Ерекше қорғаудағы жануарды тек ғылыми мақсатта ғана аулауға заңмен рұқсат етілген.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Проняев А.В. Постнатальный онтогенез. Рост и развитие, возрастная изменчивость черепа и других органов и систем сайгак: филогения, систематика, экология, охрана и использование / А.В. Проняев, А.А. Фадеев. — М.: Россельхозакадемия, 1998. — С. 202–205.
- 2 Кожамкулова Б.С. Антропогеновая ископаемая териофауна Казахстана / Б.С. Кожамкулова. — Алма-Ата: Наука КазССР, 1969. — 149 с.
- 3 Бекенов А. Қазақстан сүтқоректілері / А. Бекенов, Б. Есжанов, С. Махмұтов. — Алматы: Ғылым, 1995.

- 4 Singh N.J. Tracking greenery across a latitudinal gradient in central Asia the saiga antelope / N.J. Singh, I.A. Grachev, A.B. Bekenov, E.J. Milner-Gulland // Diversity and Distributions. — 2010. — No. 16. — P. 663–675.
- 5 Мырзабаев А.Б. Дала экожүйесі / А.Б. Мырзабаев. — Алматы, 2010. — 26 б.
- 6 «Хабар» телеарнасы «Жұт қонақ» деректі фильм. [Электронды ресурс]. — Қолжетімділік тәртібі: <http://youtu.be/IKBj2mJ3VTg>
- 7 МИЯ «Казинформ». Проект по восстановлению устьюртской популяции сайгаков в Казахстане. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://abctv.kz/ru/last/proekt-po-vostranovleniyu-ustyurtskoj-populyacii-sajgakov-z>
- 8 Кожамкулова Б.С. Позднекайнозойские копытные Казахстана / Б.С. Кожамкулова. — Алма-Ата: Наука КазССР, 1981. — 144 с.
- 9 Мелдебеков А.М. Қазақстанның сирек кездесетін және жойылып кету қаупі бар жануарлары / А.М. Мелдебеков, А.Б. Бекенов. — Алматы, 2014. — 67 б.
- 10 Неронов В.М. Экосистемный подход и ГАП-анализ для обследования состояния популяции сайгака в северо-западном Прикаспии / В.М. Неронов, Т.Ю. Каримова, А.А. Луцкекина // Астраханский вестн. экологического образования. — 2011. — № 2 (18). — С. 151–157.
- 11 «Охотзоопром» АҚ Киікке санақ жүргізу есебі / «Охотзоопром» АҚ. — Алматы, 2011.
- 12 «Бәрібір» сайты. Оқырманға қажет ақпарат. [Электронды ресурс]. — Қолжетімділік тәртібі: <https://baribar.kz>
- 13 Данилкин А.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Полорогие (Bovidae) / А.А. Данилкин. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. — С. 101.
- 14 Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 8 қазандағы № 914 «2010 жылға дейінгі ерекше қорғалатын аумақта су ресурстарын, жануарлар дүниесін сақтау және ұтымды пайдалану және желісін дамыту бағдарламасын бекіту туралы» Қаулысы.
- 15 Васенко Е.П. Экология и распространение сайгаков / Е.П. Васенко // Тр. Гос. заповедника «Барса-Кельмес». — Алма-Ата, 1950. — № 1. — С. 37–115.
- 16 Айкимбаев М.А. О случаях выделения возбудителя пастереллеза от сайгаков в феврале-марте 1984 года в Уральской области / М.А. Айкимбаев, И.Л. Маргиневский, А.А. Алтухов, С.И. Иванов, В.Ф. Сувор // Изв. АН КазССР. Сер. биол. — 1985. — № 4. — С. 39–41.

А.Б. Мырзабаев, К.Б. Гонгальский, Ж.Г. Ибрайбеков, В.В. Бритько, М.А. Кинаятов

Историческое распространение популяции и современная ситуация с сайгаками (*Saiga tatarica*) на территории Казахстана

В статье речь идет о акбукене, или сайгаке (лат. *Saiga tatarica*), — священном животном казахской степи, относящемся к роду сайгаков отряда парнокопытных. Они обладают крупным телосложением овечьей формы. Обнаруженные в ходе археологических раскопок скелеты сайгаков свидетельствуют о том, что они ранее обитали на территории от Британских островов до Аляски. На территории Казахстана обнаружены останки сайгаков древнего и среднего антропогенного происхождения в селах Ямышево и Подпуск Павлодарской области, близ города Семипалатинска, вдоль реки Нуры, в пещерах Караунгур и Ушбас Жамбылской области. Сейчас сайгаки обитают в Монголии, в Калмыцкой степи, в России и на территории Казахстана. Около пяти тысяч сайгаков распределены между Казахстаном и Узбекистаном, а в КНР и Туркменистане они полностью уничтожены. В то же время, как и в других регионах страны, не было большого количества сайгаков, свободно распространенных между озерами Тениз до Бетпақдала. Общая численность сайгаков составляет пять популяций. Они обитают в Монголии и России, а остальные три в Казахстане: бетпақдалинские, уральские и устьюртские популяции. 95 % сайгаков в мире обитают в Казахстане. В 2018 г. по последней переписи выявлено увеличение общей численности сайгаков на 45 %. По сравнению с уральскими и бетпақдалинскими популяциями, устьюртская находится в пределах исчезновения. То есть, по результатам переписи 2016–2017 гг., численность сайгаков составила 1900–2700. В конце 1980-х и начале 1990-х гг. насчитывалось более 250 000 голов сайгаков. Это означает, что численность степных животных уменьшилась до 99 %.

Ключевые слова: *Saiga tatarica*, экосистема, сайгак, популяция, неотения, браконьерство, пастереллез.

A.B. Myrzabaev, K.B. Gongalsky, J.G. Ibraibekov, V.V. Britko, M.A. Kinayatov

History of distribution and contemporary situation of *Saiga tatarica* on the territory of Kazakhstan

In the article the information about saigas, sacred animal of Kazakh steppes belonging to the genus of saigas of cloven-footed is provided. They have quite large body with soft and flexible nose. Saiga skeletons found during archaeological excavations indicate that they previously inhabited the territory from the British isles to

Alaska. On the territory of Kazakhstan the remains of saigas of ancient and medium anthropogenic origin were found in the villages of Yamyshevo and Podpusk of Pavlodar region, in Semipalatinsk, along the Nura river, in the Karaungur and Ushbas caves of Zhambyl region. Now saigas live in Mongolia, Kalmyk steppe in Russia and in the territory of Kazakhstan. About five thousand saigas moved between Kazakhstan and Uzbekistan, and they were completely destroyed in the PRC and Turkmenistan. At the same time, as in other regions of the country, there were not a large number of saigas freely distributed between Teniz lakes to Betpakdala. The total number of saigas is five populations. They live in Mongolia and Russia, and the remaining three are in Kazakhstan: Betpakdala, Ural and Ustyurt populations. 95 % of saigas in the world live in Kazakhstan. In 2018 the last census revealed an increase in the total number of saigas by 45 %. Compared with the Ural and Betpakdalinsky populations, the Ustyurt population is in the limits of extinction. That is, according to the results of the census of 2016–2017, the number of saigas was 1900–2700. In the late 1980s and early 1990s, there were more than 250,000 saiga heads. This means that steppe animals have decreased to 99 %.

Keywords: Saiga tatarica, ecological system, saiga, population, neoteny, poaching, pasteurellosis.

References

- 1 Pronyaev, A.V. & Fadeev, A.A. (1998). *Postnatalnyi ontogenez. Rost i razvitie, vozrastnaia izmenchivost cherepa i druzhikh orhanov i sistem saigak: filoheniia, sistematika, ekolohiia, okhrana i ispolzovanie* [Postnatal ontogenesis. Growth and development, age changeability of skull and other organs and systems Saiga: phylogeny, systematics, ecology, protection and use]. Moscow: Rosselkhozakademiiia [in Russian].
- 2 Kozhamkulova, B.S. (1969). *Antropohenovaia iskopaemaia teriofauna Kazakhstana* [Anthropogenic fossil teriofauna of Kazakhstan]. Almaty: Nauka of KazSSR [in Russian].
- 3 Bekenov, A., Eszhanov, B., & Makhmutov, S. (1995). *Qazaqstan sutkorektileri* [Mammals of Kazakhstan]. Almaty: Gylym [in Kazakh].
- 4 Singh, N.J., Grachev, I.A., Bekenov, A.B., & Milner-Gulland, E.J. (2010). Tracking greenery across a latitudinal gradient in Central Asia the saiga antelope. *Diversity and Distributions*, 16, 663–675.
- 5 Myrzaabaev, A.B. (2010). *Dala ekozhuesi* [Ecological system of the steppe]. Almaty [in Kazakh].
- 6 Khabar «Zhut konak» derekti film [Khabar «Zhut konak» documentary movie]. *youtu.be* Retrieved from <http://youtu.be/IKBj2mJ3BTg> [in Kazakh].
- 7 MIIa «Kazinform» Proekt po vosstanovleniiu ustyurtskoi populiatsii saihakov zapustili v Kazakhstane [The project to restore the Ustyurt saiga population in Kazakhstan]. *abctv.kz* Retrieved from <https://abctv.kz/ru/last/proekt-po-vosstanovleniyu-ustyurtskoj-populyatsii-sajgakov-z> [in Russian].
- 8 Kozhamkulova, B.S. (1981). *Pozdnekainozoiskie kopytnye Kazakhstana* [Late Cenozoic hoof of Kazakhstan]. Almaty: Nauka KazSSR [in Russian].
- 9 Meldebekov, A.M., & Bekenov, A.B. (2014). *Qazaqstannyn sirek kezdesetin zhane zhoylyp ketu qaupi bar zhanuarlary* [Rare and endangered species of Kazakhstan]. Almaty [in Kazakh].
- 10 Neronov, V.M., Karimova, T.Yu., & Lushchekina, A.A. (2011). *Ekosistemnyi podkhod i HAP-analiz dlia obsledovaniia sostoianiia populiatsii saihaka v Severo-zapadnom Prikaspii* [Ecosystem approach and hap analysis for surveying the state of the saiga population in the northwestern Caspian region]. *Astrakhanskii vestnik ekolohicheskoho obrazovaniia — Astrakhan Bulletin of Environmental Education*, 2, 151–157 [in Russian].
- 11 *Ohotzooptom AK Kiikke sanak zhurhizu esebi* [Ohotzooptom SC saiga counting report]. (2011). Almaty [in Kazakh].
- 12 «Baribir» — okyrmanga kazhet akparat [All the same — information required for the reader]. *baribar.kz* Retrieved from <https://baribar.kz>
- 13 Danilkin, A.A. (2005). *Mlekovpitaiushchie fauny Rossii i sopredelnykh territorii. Polorohie (Bovidae)* [Mammals of the fauna of Russia and adjacent territories. Bovid (Bovidae)]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniia KMK [in Russian].
- 14 *Kazakstan Respublikasy Ukimetinini 2007 zhylyhy 8 kazandahy № 914 «2010 zhylyha deiinhi erekshe korhalatyn aumakta su resurstaryn, zhanuarlar duniesin saktau zhane utymdy paidalanu zhane zhelisin damytu bahdarlamasyn bekitu turaly» Kaulysy* [Kazakhstan Government Resolution № 914 from October 8, 2007 about approval of programme of rational use, development, animals and water resources protection up to] (2010). [in Kazakh].
- 15 Vasenko, E.P. (1950). *Ekolohiia i rasprostraneniye saihakov* [Ecology and distribution of saigas]. *Trudy Hosudarstvennogo zapovednika «Barsa-Kelmes» — Proceedings of the «Barsa-Kelmes» State Reserve*, 1, 37–115. Almaty [in Russian].
- 16 Aikimbaev, M.A., Martinevskii, I.L., Altukhov, A.A., Ivanov, S.I., & Surov, V.F. (1985). *O sluchaiakh vydeleniia vozбудitelia pasterelleza ot saihakov v fevrale-marte 1984 hoda v Uralskoi oblasti* [About cases of pasterellosis pathogen isolation from saigas in February-March, 1984 in Ural region]. *Izvestiia Akademii nauk Kazakhskoi SSR — News of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR* [in Russian].

Л.П. Лебедева, З.Г. Айташева, Б.А. Жумабаева, И.А. Киселев, Д.А. Алибекова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
(E-mail: lebedevaleena@gmail.com)

***Danio rerio* как объект исследования в современной биомедицине и биотехнологии**

В последние годы многие исследователи отдают предпочтение небольшой аквариумной рыбке *Danio rerio* в качестве модельного организма для изучения природы клеточных и биохимических механизмов эмбриогенеза, органогенеза, пищеварительных и нейрорегуляторных процессов, регенерации тканей и органов, клеточной пролиферации и др. Благодаря малым размерам, раннему половому созреванию, высокому уровню фертильности и неприхотливости в содержании, *Danio rerio* составляет значительную конкуренцию многим модельным объектам, среди которых лабораторная мышь, *Mus musculus* и пасюк, *Rattus norvegicus*. Уже сейчас тропические рыбки *Danio rerio* широко используются для изучения ряда патологий, таких как развитие раковой опухоли, ожирение, диабет, сердечно-сосудистые и нейродегенеративные заболевания. Экологи и токсикологи также высоко оценили потенциал *Danio rerio* в качестве тест-объекта для оценки как мутагенного, канцерогенного и тератогенного эффекта самих поллютантов, так и физического, химического и биологического состояния водоемов. Кроме того, *Danio rerio* в ближайшее время может заменить многих других модельных организмов, чье использование лимитируется национальными и международными комитетами по биоэтике и биобезопасности. В статье приведен обзор результатов современных исследований в области биомедицины, биотехнологии и генетики с использованием *Danio rerio* в качестве модельного организма.

Ключевые слова: *Danio rerio*, зебрафиш, биомедицина, тест-объект, модельный организм.

Введение

Сорок лет тому назад мало кто мог представить, что небольшая тропическая рыбка, являвшаяся излюбленным объектом аквариумистов-любителей, станет одним из наиболее перспективных и многообещающих животных моделей, несмотря на то, что *Danio rerio* удовлетворяет всем требованиям, выдвигаемым исследователями к модельным организмам: малые размеры, неприхотливость в период ухода, сокращенный во времени жизненный цикл и высокая степень фертильности. Благодаря этим особенностям у *Danio rerio* есть все шансы заменить собой лидеров среди модельных организмов, среди которых лабораторная мышь, *Mus musculus* и серая крыса (пасюк), *Rattus norvegicus*. Хотя эволюционно грызуны гораздо ближе к *Homo sapiens*, чем остальные животные, за исключением приматов, использование грызунов в лабораторных экспериментах все более лимитируется международными и национальными комитетами по биоэтике и биобезопасности. Многие лаборатории вводят запрет на работу с мышами и крысами в связи со сложностями по их содержанию, транспортировке и последующей утилизации.

Помимо этого *Danio rerio* обладает и рядом других преимуществ: как и все представители своего семейства (*Cyprinidae*), аквариумная рыбка способна полностью восстанавливать поврежденные ткани и органы, таким образом становясь незаменимым объектом исследования по изучению механизмов регенерации у человека. Еще одним процессом, изучение которого не может быть в полной мере осуществлено на людях или других млекопитающих, является эмбриогенез. Внутриутробное развитие и ограниченное количество потомства в одном поколении у мышей и крыс делают невозможным проведение целого ряда экспериментов по изучению пролиферации и дифференциации клеток. *Danio rerio* способствует решению и этой задачи, так как способность к наружному оплодотворению, крупная и прозрачная икра в сочетании с простотой и дешевизной выращивания делает эту рыбку незаменимым объектом исследований.

Ученые в наши дни приходят к выводу, что имеющиеся модельные организмы, принадлежащие к разным таксонам, могут быть успешно заменены одним ихтиовидом *Danio rerio*, сочетающим в себе все необходимые основные характеристики.

На сегодняшний день *Danio rerio* используется для исследования возникновения и развития раковых опухолей, ожирения, стресса, диабета, процессов регенерации, сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваний, мышечной дистрофии и других серьезных патологий.

Целью данной статьи является обзор достижений как классических, так и современных исследований в области применения полосатого данио в роли модельного организма и тест-объекта.

Биология Danio rerio

Danio rerio принадлежит к отряду *Cypriniformes*, одному из крупнейших таксонов костных рыб. Родиной полосатого данио являются реки и озера Индии и Пакистана. В небольших количествах этот вид встречается в водоемах Бангладеша, Непала и Мьянмы [1].

Средняя длина Данио составляет 2,5 см, однако в некоторых случаях может достигать 6,4 см (рис.). Окраска тела светло-розовая, с отчетливыми темно-синими полосками, идущими параллельно боковой линии. Половой диморфизм выражен незначительно: самки, как правило, чуть крупнее и бледнее самцов. Форма тела тоже различна: если самцы торпедообразны, отличаются более крупными анальными плавниками, пигментированными на концах, то у самок брюшная часть имеет внизу закругленную форму [2].

По типу питания *Danio rerio* относятся к хищникам, их рацион состоит преимущественно из червей, насекомых, их личинок и яиц, пауков и низших ракообразных. Как и у других карповых, у *Danio rerio* отсутствуют зубы и желудок.

В природе Данио размножаются в сезон муссонных дождей. Нерест происходит ранним утром, сразу после восхода солнца. Одновременно несколько самцов начинают преследовать самку, пытаясь привести ее к специальному месту нереста и плавая вокруг нее, образуя при этом маленький круг или восьмерку. Места нереста строятся из частиц растений и почвы.



Рисунок. *Danio rerio* в аквариуме.

Для инициации нереста несколько самцов начинают преследовать самок, пытаясь привести их к нерестилищу, которые состоят из частиц растений и почвы. Когда брачная пара приближается к месту нереста, самец начинает бить хвостом самку по брюшку. Это вызывает выброс яйцеклеток и сперматозоидов.

Интересно, что сразу после вылупления все эмбрионы превращаются в самок. Только через 5–7 недель гонады начинают дифференцироваться. Самцам требуется около 3 месяцев для полового созревания, потому что только на этом этапе семенники полностью сформированы. Пока природа этого явления остается неясна, но многие ученые предполагают, что обеспеченность пищевыми ресурсами и стабильность биоценоза играют ключевую роль в формировании пола. Доказано, что медленно растущие индивиды становятся самцами, а быстрорастущие индивиды — самками.

Как и многие другие виды рыб, *Danio rerio* использует систему боковой линии, чтобы общаться с другими рыбами, избегать врагов и воспринимать изменения в окружающей среде. Даже слабые вибрации, вызванные движениями других организмов, обнаруживаются по боковой линии. Изменение химического состава в воде ощущается обонятельной луковицей [3].

История развития

Первым исследователем *Danio rerio* считается шотландский натуралист, зоолог и путешественник Френсис Гамильтон [4]. В 1822 г. во время службы в Ост-Индской компании, Гамильтон обнаружил *Danio rerio* в водоемах индийского штата Бихар и описал их как «прекрасных рыб» с «несколькими голубыми и серебристыми полосками на боках».

Спустя полвека после Гамильтона, в 1878 г., другой зоолог и пионер ихтиологии Фрэнсис Дэй опубликовал двухтомник под названием «Рыбы Индии», который содержал краткое описание и рисунок *Danio rerio* [5].

В начале XX века эти простые и неприхотливые в размножении и содержании рыбы были успешно интродуцированы в Европе в качестве аквариумных обитателей [6]. Вскоре *Danio rerio*, получивший за свою полосатую окраску английское название «zebrafish», стал чрезвычайно популярным объектом не только для выращивания аквариумистами-любителями, но и для проведения научных экспериментов. Уже в начале 30-х гг. американский эмбриолог и историк науки Джейн Оппенгеймер предположила, что *Danio rerio* может стать идеальным объектом для изучения основ эмбриологии позвоночных. Оппенгеймер удалось показать, что эмбриогенез *Danio rerio* сходен с эмбриогенезом амфибий [7]. Кроме того, Оппенгеймер установила, что гены, отвечающие за формирование спинной оси, практически идентичны у всех хордовых.

В 1934 г. сотрудник Университета Уэйна Чарльз Кризер решил ввести *Danio rerio* как модельный объект для лабораторных работ студентов-эмбриологов, но все его попытки заменить мышей и крыс провалились.

Последующие 30 лет ученые всего мира посвятили изучению влияния солей мочевины и других мутагенов на формирование нервной системы и процессы старения *Danio rerio*, но, к сожалению, объект так и оставался «темной лошадкой» экспериментальной биологии [8, 9].

Изменения начались в конце 1960-х гг., когда Джордж Стрейзингер из Университета Орегона заинтересовался аквариумистикой. Он приобрел несколько «золотых» Данио, одну из первых мутантных линий рыб. Ген, отвечающий за золотой цвет, являлся рецессивным, что определило видимые фенотипические различия между двумя популяциями рыб. Изменяя условия среды, Стрейзингер создал стабильную популяцию *Danio rerio* для проведения индуцированного мутагенеза *in vivo*. В 1981 г. Стрейзингеру удалось получить серию различных чистых линий рыб для анализа роли мутагенных факторов в развитии нервной системы позвоночных [10].

В 1995 г. другие два сотрудника Орегонского университета Чарльз Киммель и Уильям Баллард и их коллеги из Дартмутского колледжа описали 7 стадий эмбриогенеза Данио: зигота, дробление, бластула, гастрюла, сегментация, фарингула и инкубация [11]. Дробление яйца начинается через 40 мин после оплодотворения. Бластомеры расходятся каждые 15 мин. Весь процесс дробления включает 6 этапов, в результате которых эмбрион состоит из 64 клеток. Стадия бластулы длится примерно 3 ч, стадия гастрюлы — 5 ч, стадия фарингулы, во время которой происходит превращение нервной трубки в позвоночник, продолжается 14 ч. В конце сегментации эмбрионы приобретают свойства, характерные для всех позвоночных. Постэмбриональный период включает в себя три стадии: личиночную, ювенильную и взрослую.

Данные и аналогичные исследования позволили детально изучить процесс раннего эмбриогенеза и экстраполировать полученные результаты на эмбрионы человека.

Но чтобы сделать процесс изучения человеческих болезней более эффективным, требовалось найти гомологичные гены. Эта проблема была решена учеными из Сэнгеровского института в 2003 г. В этот период был проведен полногеномный анализ *Danio rerio*. Согласно результатам исследования, геном включает порядка 26 000 генов, 70 % из которых аналогичны генам человека. Чуть позже данная группа авторов опубликовала вторую статью, в которой описаны функции примерно 10 000 генов [12].

Лауреат Нобелевской премии Кристиана Нюссляйн-Фольхард из Тюбингенского университета совместно с коллегами изучала процесс миграции бластоцитов у более чем 4 000 мутантных особей. Авторам удалось определить гены, детерминирующие ранний эмбриогенез человека [13].

*Преимущества *Danio rerio* как модели современных исследований*

Danio rerio обладает миниатюрными размерами и не требует специального оборудования для содержания и разведения. Поддержание популяции *Danio rerio* обходится значительно дешевле, нежели других модельных позвоночных, таких как мыши и крысы.

Самки *Danio rerio* способны откладывать несколько сотен яиц еженедельно. Благодаря своей прозрачности, эмбрионы могут быть использованы для изучения раннего эмбриогенеза млекопитающих, в том числе и человека. С помощью обычного светового микроскопа можно визуально наблюдать за кровеносными сосудами. При этом период в один день развития *Danio* соответствует одному месяцу развития человеческого зародыша. Как и у *Xenopus laevis*, у *Danio rerio* тип оплодотворения наружный. 84 % генов рыбки ассоциированы с заболеваниями человека.

Danio rerio, как и другие представители карповых, способны к полной регенерации клеток, тканей и органов. Изучение генов, вовлеченных в этот процесс, поможет найти в будущем способ эффективного лечения пациентов, перенесших инфаркт, инсульт и ампутацию конечностей.

Разведение аквариумной рыбки

Для поддержания аквариумной рыбки рекомендуется использовать специальные емкости или аквариумы с высотой водной толщи не более 25 см [14]. Минимальная емкость составляет 40 л. В период спаривания самцы и самки иногда переносятся в емкость меньшего размера с высотой водной толщи 10 см. Несмотря на то, что в природе *Danio rerio* легко переносит температурные перепады, температура 28,5 °С широко рекомендуется как оптимальная для разведения данио. Более низкие или высокие температуры могут снизить продолжительность жизни, способность к размножению и количество жизнеспособных эмбрионов.

Также важно осуществлять контроль pH водной среды с помощью колориметрического теста с набором специальных реактивов или высокоточной кондуктометрии. Оптимальный pH подбирается в интервале 5,9–8,1.

Поддержание чистоты аквариума и фильтров для воды являются очень важными для здоровья популяции рыбок. Такая популяция обычно содержится в водоеме со стоячей водой или в проточном танке, в котором смена воды проводится в медленном режиме. В последнем случае вода может быть свежей, приточной или обработанной, рециркулируемой. Стоячий водоем требует постоянной очистки. Высокие концентрации мочевины или нитратов могут приводить к летальному исходу рыб. Так, нитрит, поглощаемый жабрами, понижает способность усваивать кислород. Фильтры и аквариумы должны чиститься по мере визуального загрязнения. Для того, чтобы предотвратить застойные явления, предусмотрен специальный насос. Необходимый уровень растворенного кислорода поддерживается на отметке 6,0 мг/л.

Как многие другие организмы, полосатый данио относится к социальным животным. Рыбки вступают в общение с другими особями своего вида и видами рыб. Агрессивное поведение самцов наблюдается только в нерестовый период и считается для этого отрезка времени нормальным. Доминирующий самец может отгонять остальных самцов и даже кусать их, хотя и обычно безвредно. Остальное время популяция сосуществует мирно [15].

Danio rerio питается сухим кормом. Однако даже коммерческий, высококачественный сухой корм недостаточен для нормальных условий содержания рыбок. Поэтому необходимы некоторые пищевые добавки, включающие замороженные или живые подкормки. Среди наиболее популярных подкормок можно назвать личинки *Artemia nauplii*, *Artemia salina*, *Tubifex tubifex*, *Drosophila melanogaster* и *Daphnia*. Этих мелких рачков и насекомых можно собрать в прудовых хозяйствах, на реках или соленых водоемах. Добавление искусственных растений, камней и других особенностей, имитирующих природные условия обитания «дамского чулка», позволяет рыбкам чувствовать себя комфортно и безопасно [16].

Современные исследования

В настоящее время появилась возможность оценить *Danio rerio* как модельные объекты исследований. Эти рыбки можно легко содержать в лабораторных условиях, они выявляют большое сходство с особенностями развития человека, не требуют сложной аппаратуры или инструментов для своей жизнедеятельности. Отсюда ясно, почему ученые выбрали *Danio rerio* для исследования широко распространенных и тяжелых заболеваний, с которыми человечество сталкивается ежедневно.

Регенерация

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений является поиск механизмов, ответственных за восстановление нормальных функций клеток, тканей и органов.

Органы человека в соответствии со своим регенеративным потенциалом делятся на три категории: с высокой восстановительной способностью (кожные покровы, кровь), со средней (костные ткани, печень и скелетные мышцы) и низкой восстанавливаемостью (нервные клетки, клетки сердечной мышцы и конечности) [17]. В этой связи, все дегенеративные процессы, протекающие в органах третьей группы, приводят к развитию серьезных патологий и смерти. После инфаркта, инсульта, ампутации конечностей пациенты вынуждены страдать от негативных последствий до конца жизни.

Однако не только человек не способен к полной регенерации тканей и органов. Некоторые виды анангий и большинство амниот лишены способности восстанавливать утраченные функции. В отличие от них *Danio rerio*, и эмбрионы, и взрослые особи, сохраняют свой регенеративный потенциал и могут успешно восстанавливать как структуру, так и функции сердечных мышц, глаз, плавников и других органов, необходимых для поддержания жизнеспособности.

Регенерация сердечной мышцы

Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения, сердечный приступ занимает одну из лидирующих позиций среди заболеваний. После инфаркта миокарда на месте пораженных кардиомиоцитов происходит формирование рубцовой ткани, которая не способна сокращаться как сердечная мышца.

Было установлено, что внеклеточный матрикс является основным фактором, инициирующим органогенез и регенерацию. Во время эмбриогенеза матрикс запускает процесс пролиферации и созревания всех типов клеток сердечно-сосудистой системы [18]. Ядро внеклеточного матрикса формирует белок фибронектин, который играет роль субстрата для мигрирующих во время регенерации кардиомиоцитов [19].

Вследствие инфаркта наблюдается суперэкспрессия генов, ответственных за синтез фибронектина. У *Danio rerio* при запуске процесса регенерации молекулы фибронектина полностью распадаются. Однако у млекопитающих, в том числе и у людей, механизм деградации этого белка нарушен, что останавливает процесс регенерации и приводит к фиброзу тканей. Изучение экспрессии генов, ответственных за оба процесса — и регенерации и последующего распада фибронектина — помогает понять и контролировать механизмы восстановления кардиомиоцитов млекопитающих.

Регенерация плавников

Под кожными покровами обычно подразумевают целый ряд структур, обладающих покровными и защитными функциями: эпидермис, дерма, подкожно-жировая клетчатка, волосяные фолликулы, потовые и сальные железы.

В нормальных условиях процесс заживления ран у млекопитающих обусловлен формированием рубца, который не способен защищать внутренние органы на подобие того, как это делают кожные покровы. *Danio rerio* является идеальным объектом для изучения эпиморфического типа регенерации конечностей, при котором утраченная часть тела восстанавливается с помощью пролиферации недифференцированных стволовых клеток. В отличие от сердечной мышцы, хвостовой плавник лишен собственной мускулатуры. Он представляет собой кожную складку с 16–18 костными лучами, разделенными хрящами [20]. Боковые лучи обычно длиннее остальных, а разница между самым длинным и самым коротким лучами составляет 4 сегмента. Так как рыба увеличивается в размерах в течение всей жизни, плавники также растут по мере добавления новых сегментов к оконечностям лучей.

Показано, что сразу после ампутации плавника область повреждения покрывается раневым эпидермисом из-за миграции непролиферирующих клеток в область раны. На вторые сутки на месте повреждения образуется белая полоса, которая в течение следующих 3–4 дней увеличивается в размерах. Образование бластемы происходит за счет процессов пролиферации и дедифференцировки мезенхимальных клеток под раневым эпидермисом. Бластема подразделяется на проксимальную и дистальную в зависимости от скорости пролиферации и экспрессии генов [21]. Регенеративный рост начинается через 5–6 дней после травматического эффекта, для которого характерна активная пролиферация проксимальных клеток бластемы. Проксимальная часть начинает дифференцироваться в складку плавника и приобретает пигментацию. Примерно по истечении трех недель плавник полностью восстанавливает свои размеры и форму [20].

Регенерация центральной нервной системы (ЦНС)

Головной мозг является незаменимым органом. Любая травма ЦНС приводит к серьезным осложнениям. К факторам, вызывающим необратимые изменения в мозге, относятся бактериальные и вирусные заболевания, перенесенные травмы, кровоизлияния, болезнь Альцгеймера, Паркинсона и др. Согласно отчетам ВОЗ, инсульт занимает лидирующие позиции среди множества болезней и патологий, приводящих к смертельному исходу [22].

Несмотря на то, что проблема регенерации нейронов и восстановления функций ЦНС на сегодняшний день крайне актуальна, до сих пор не существует эффективных стратегий для решения данной задачи. Последние три десятилетия ученые работают над исследованиями по замене погибших нервных клеток недифференцированными стволовыми клетками. Но первично необходимо понять механизмы регенерации среди других видов животных с высокой способностью к восстановлению клеток и тканей. *Danio rerio* является идеальной моделью потому, что у взрослых представителей аксонный транспорт, в том числе при межклеточном перемещении органелл, белков, жиров и углеводов посредством аксонов, функционирует нормально даже после серьезных искусственно вызванных повреждений [23].

У взрослых млекопитающих существует два основных отдела мозга, в которых происходит конститутивный нейрогенез: субгранулярная зона в зубчатой извилине гиппокампа и субвентрикулярная зона боковых желудочков, в которых новые нейроны образуются и мигрируют далее в обонятельную луковицу, чтобы трансформироваться в интернейроны [24]. Ранние исследования показали, что субвентрикулярная зона отвечает за активацию регенеративных процессов после серьезных повреждений головного мозга, производя клетки-предшественники, которые активно делятся и мигрируют к поврежденной области, затем подвергаются дифференцировке и интеграция с имеющимися нервными структурами.

По сравнению с высшими позвоночными, у низших позвоночных в процессе регенерации принимает участие дополнительная зона — теленцефалическая вентрикулярная [25]. Данный участок напоминает субвентрикулярную зону и выполняет те же самые функции. Клетки-предшественники могут в кратчайшие сроки заменить погибшие нейроны. Экспериментами показано, что после искусственного удаления участков мозга у *Danio rerio in vivo* рыбки полностью восстанавливают не только нейроны, но и их нормальные функции [26].

Диабет

Сахарный диабет является заболеванием эндокринной системы, которое возникает вследствие дефицита инсулина и характеризуется нарушениями метаболизма и, в частности, углеводного обмена. При диабете поджелудочная железа теряет способность вырабатывать необходимое количество инсулина или вырабатывать инсулин высокого качества, при этом уровень сахара в крови становится высоким. Без лечения диабет провоцирует серьезные заболевания, такие как инсульт, сердечный приступ, ожирение и летальный исход.

Существует два основных типа диабета: тип 1, или «инсулинозависимый», который характеризуется деградацией инсулин-синтезирующих β -клеток поджелудочной железы, и тип 2, при котором поджелудочная железа перестает адекватно реагировать на присутствие инсулина [27]. Международная федерация диабета зарегистрировала, что в настоящее время около 425 миллионов человек страдают диабетом, из которых 90 % страдают сахарным диабетом 2 типа [28].

Исторически для исследования диабета использовали грызунов, но на данный момент их применение значительно ограничивается комитетами по биоэтике [75]. Хотя *Danio rerio* является представителем класса рыб, а не млекопитающих, результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований диабета, могут быть экстраполированы на человека и при этом, не сталкиваясь с этическими проблемами.

В частности, для индукции ожирения контрольную группу *Danio rerio* кормили 6 раз в день *Artemia salina*. Все изменения, включая ретинопатию, невропатию и нефропатию, вызванные перекормиванием и гипергликемией, приводили к диабету 2 типа. Затем измеряли уровень сахара в крови [29] и назначали антидиабетические препараты для снижения концентрации углеводов крови. Таким образом, *Danio rerio* является идеальной моделью для моделирования и проведения целостного эксперимента, начиная от фактора, вызывающего заболевание, до выполнения процедуры лечения.

Токсикологические исследования

В последнее время в окружающей среде увеличилась концентрация органических загрязнителей, в основном представленных полициклическими ароматическими углеводородами и образующихся в результате неполного сгорания горючих органических материалов (например, угля, нефти, бензина и древесины). Эта группа загрязнителей, включая нафталин, дихлорфенол и ароматические пестициды, влияет на развитие эмбриона, вызывает повреждения ДНК, окислительный стресс и нарушает гуморальную регуляцию.

Кроме того, на планете практически не осталось водоемов, не подвергшихся загрязнению нефтью или нефтепродуктами. Помимо сырой нефти, которая попадает в водоемы в результате крушений танкеров, столкновений, аварий или пожаров, утечек нефти из береговых резервуаров, мойки танкеров в открытых водах и других техногенных катастроф, каждый год, в пресную и морскую воду сбрасывается большое количество разнообразных бытовых и промышленных отходов, таких, как технические и бытовые масла, жирные кислоты и спирты, синтетические поверхностно-активные вещества, образующие нерастворимые пленки на поверхности воды [30]. За последние 20 лет человечество пережило несколько экологических катастроф, связанных с обрушением танкеров, взрывами на буровых установках и разливом нефти в радиусе десятков километров.

Любое, даже незначительное загрязнение нефтью угрожает как водным, так и наземным экосистемам и может привести к таким необратимым последствиям в биогеоценозах, таким как полная гибель видов, населяющих биотоп. Наиболее уязвимыми являются водоросли, моллюски, ракообразные, рыбы и другие прибрежные животные. Среди популяций рыб больше всего страдает молодь.

Таким образом, наиболее важной возрастной категории рыб угрожает критическое состояние, которое может привести к резкому снижению численности популяции, что, в свою очередь, влечет за собой исчезновение вида.

Кроме того, *Danio rerio* широко используются для мониторинга окружающей среды и оценки степени загрязнения тяжелыми металлами, которые, помимо мутагенного эффекта, обладают способностью подавлять экспрессию генов. Показано, что ионы кадмия и цинка влияют на активность некоторых ферментов, в том числе супероксиддисмутазы, каталазы и ацетилхолинэстеразы. Некоторые тяжелые металлы отличаются эмбриотоксичностью: например, отмечено полное подавление экспрессии гена *dvf1*, ответственного за боковую асимметрию в эмбрионах зародышах под влиянием соединений мышьяка [31].

Чувствительность к различным видам загрязнителей делает *Danio rerio* идеальным модельным организмом для изучения изменений окружающей среды. В качестве биологических индикаторов изменчивости берутся поведенческие изменения, экспрессия генов, морфология и физиология. Международная организация стандартизации впервые опубликовала отчет об использовании *Danio rerio* в токсикологических тестах в 1984 г. [32].

Помимо химических загрязнителей отмечены биологические агенты, такие как охратоксин А, который вырабатывается грибами *Aspergillus* и *Penicillium*, обладающие чрезвычайной токсичностью. Охратоксин А может быть обнаружен повсеместно в различных концентрациях среди сельскохозяйственных культур, зерновых культур, во фруктах, лозах и других продуктах питания, а также известен своим накоплением у животных и людей [33].

Как у низших, так и у высших позвоночных охратоксин А приводит к серьезным заболеваниям внутренних органов — почек, печени, легких и др. Кроме того, охратоксин А обладает ярко выраженным эмбриотоксичным эффектом [34]. Благодаря чувствительности *Danio rerio* к любым токсинам можно определить минимальные концентрации охратоксина А, приводящие к увеличению смертности, физическим деформациям, снижению фертильности [35].

Таким образом, *Danio rerio* может служить не только модельным организмом для изучения человеческих заболеваний, но и как тест-объект для проведения оценки окружающей среды и возможных рисков для здоровья человека и животных.

Онкологические заболевания

Рак на сегодняшний день является одной из самых актуальных проблем в современной медицине. Каждый второй пациент умирает от одного из 200 видов рака, и это цифра продолжает неуклонно расти в то время, как до сих пор нет эффективного лекарственного средства, способного остановить или замедлить деление раковых клеток [36]. Проблемы, с которыми ежедневно сталкиваются ученые,

закключаются в том, что пока не объяснены механизмы возникновения рака. Каждый тип онкологии уникален и требует специальных подходов для изучения того, почему симметрично делящиеся клетки запускают процессы малигнизации и трансформации. Биологические, химические и физические факторы, такие как кислоты, щелочи, радиация, бактериальные и вирусные инвазии, табачный дым, гормональная стимуляция и т.д. могут спровоцировать повреждение ДНК [37].

По сравнению с нормально-функционирующими клетками, раковые клетки отличаются друг от друга по форме, цвету, размеру, структуре, молекулярным механизмам и той роли, которую они играют в организме. Среди множества гипотез доминируют две основные теории о развитии канцерогенеза: теория соматических мутаций и тканевая теория онкогенеза [38, 39].

Большинство экспериментов, связанных с развитием рака, основаны на использовании культуры клеток человека или других млекопитающих *in vitro* в полностью контролируемых лабораторных условиях. Хотя этот метод и имеет ряд преимуществ, так как дает возможность увидеть процесс деления аномальных клеток, существует и ряд ограничений, поскольку извлеченные и искусственно поддерживаемые клетки не могут отражать возраст организма и факторы окружающей среды, такие как стресс, бактериальные и вирусные атаки, нарушения метаболических процессов, травмы и т.д., влияющие на развитие раковой опухоли.

На первый взгляд, данную проблему могут решить опыты *in vivo* на мышах и крысах, которые филогенетически очень близки к приматам и, соответственно, человеку. Однако ученые отмечают, что исследования на грызунах крайне дорогостоящи и требуют высококвалифицированных специалистов [40].

Danio rerio и здесь успешно теснит *Mus musculus* и *Rattus norvegicus*, которые долгое время оставались самыми эффективными моделями для исследования онкологических заболеваний. Недавно были получены новые мутантные линии, в которые с помощью методов генетической инженерии были встроены гены, вызывающие различные виды рака [41]. Кроме того, методика ксенотрансплантации опухолей человека и грызунов ныне широко используется для индукции раковых образований *in vivo* в эмбрионах *Danio rerio* [42].

В силу специфических характеристик, таких, как небольшой размер, высокая рождаемость и быстрое созревание, *Danio rerio* предлагает широкий спектр возможностей для изучения внутриклеточных механизмов рака *in vivo* [43].

Заключение

Подытоживая результаты исследований, полученных учеными всего мира за последние 50 лет, можно сделать вывод, что *Danio rerio* обладает большим потенциалом во всех областях современной биологии и по праву занимает место одного из самых перспективных модельных объектов среди других организмов. Однако ввиду того, что до сих пор не учтены все особенности анатомии, морфологии и физиологии этой тропической рыбки, ученым предстоит изучить более детально все преимущества использования *Danio rerio* для последующих масштабных практических целей.

Список литературы

- 1 Menon A. Check list — fresh water fishes of India / A. Menon // Rec. Zool. Surv. India. — 1999. — P. 366.
- 2 Schaefer J. Developmental plasticity in the thermal tolerance of zebrafish *Danio rerio* / J. Schaefer, A. Ryan // Journal of Fish Biology. — 2006. — Vol. 69. — P. 722–734.
- 3 Braubach O.R. Distribution and functional organization of glomeruli in the olfactory bulbs of zebrafish (*Danio rerio*) / O.R. Braubach, A. Fine, R.P. Croll // J. Comp. Neurol. — 2012. — Vol. 1, No. 520(11). — P. 2317–2339.
- 4 Hamilton F. An account of the fishes found in the River Ganges and its branches / F. Hamilton // Edinburgh, UK: Constable and C, 1822.
- 5 Day F. The fishes of India; being a natural history of the fishes known to inhabit the seas and fresh waters of India, Burma, and Ceylon / F. Day // London: B. Quaritch, 1876.
- 6 Stansch K. Die exotischen zierfische in wort und bild. Braunschweig / K. Stansch // Germany: Gustav, Wenzel & Sohn, 1914. — P. 349.
- 7 Oppenheimer J. Structures Developed in Amphibians by Implantation of Living Fish Organizer / J. Oppenheimer // Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. — 1936. — Vol. 34. — P. 461–463.
- 8 Battle H.I. Effects of ethyl carbamate (Urethan) on the early development of the teleost *brachydanio rerio* / HI Battle, KK Hisaoka // Cancer Res. — 1952. — Vol. 12(5). — P. 334–340.
- 9 Urbani E. Studi di fisiologia embrionale dei teleostei; l'assunzione di ossigeno dell'uovo vergine fecondato e durante i primi stadi di sviluppo del *Brachydanio rerio* / E. Urbani // La Ricerca scientifica. — 1948. — Vol. 18. — P. 1047–1054.

- 10 Streisinger, G. Frameshift mutations and the genetic code / G. Streisinger, Y. Okada, J. Emrich, J. Newton, A. Tsugita, E. Terzaghi, M. Inouye // Cold Spring Harbor Symposium Quantitative Biology. — 1966. — Vol. 31. — P. 77–84.
- 11 Kimmel C.B. Stages of embryonic development of the zebrafish / C.B. Kimmel, W.W. Ballard, S.R. Kimmel, B. Ullmann, T.F. Schilling // Dev Dyn. — 1995. — Vol. 203(3). — P. 253–310.
- 12 Howe K. The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome / K. Howe // Nature. — 2013. — Vol. 25. — P. 498–503.
- 13 Knaut H. The Tübingen 2000 Screen Consortium. A zebrafish homologue of the chemokine receptor Cxcr4 is a germ-cell guidance receptor / H. Knaut, C. Werz, R. Geisler, C. Nüsslein-Volhard // Nature. — 2000. — Vol. 421 (6920). — P. 279–282.
- 14 Brand M. Keeping and raising zebrafish' in Nüsslein-Volhard & Dahm. Zebrafish / M. Brand, M. Granato, C. Nüsslein-Volhard // A Practical Approach; Oxford University Press. — 2002. — P. 332.
- 15 Ruhl N. Shoaling preferences and the effects of sex ratio on spawning and aggression in small laboratory populations of zebrafish (Danio rerio) / N. Ruhl, S.P. McRobert, W.J. Currie // Lab Animal Europe. — 2009. — Vol. 9 (9). — P. 19–30.
- 16 Nasiadka A. Zebrafish breeding in the laboratory environment / A. Nasiadka, M.D. Clark // ILAR J. — 2012. — Vol. 53(2). — P. 161–168.
- 17 Goessling W. Repairing quite swimmingly: advances in regenerative medicine using zebrafish / W. Goessling, T.E. North // Dis Model Mech. — 2014. — Vol. 7. — P. 769–776.
- 18 Rienks M. Myocardial extracellular matrix: an ever-changing and diverse entity / M. Rienks, A.P. Papageorgiou, N.G. Frangogiannis, S. Heymans // Circ Res. — 2014. — Vol. 28, No. 114(5). — P. 872–888.
- 19 Grinnell F. Distribution of fibronectin during wound healing in vivo / F. Grinnell, RE Billingham, L. Burgess // The Journal of Investigative Dermatology. — 1981. — Vol. 76(3). — P. 181–189.
- 20 Pfefferli C. The art of fin regeneration in zebrafish. Regeneration / C. Pfefferli, A. Jaźwińska // Oxford. — 2015. — Vol. 2(2). — P. 72–83.
- 21 Itou J. Life-long preservation of the regenerative capacity in the fin and heart in zebrafish / J. Itou, H. Kawakami, T. Burgoyne, Y. Kawakami // Biol Open. — 2012. — Vol. 1(8). — P. 739–746.
- 22 The top 10 causes of death. — [ЭП]. Retrieved from: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- 23 Ghosh S. Regeneration of Zebrafish CNS: Adult Neurogenesis / S. Ghosh, S.P. Hui // Neural Plast. — 2016. — Article ID 5815439.
- 24 Kaneko N. Adult neurogenesis and its alteration under pathological conditions / N. Kaneko, K. Sawamoto // Neurosci Res. — 2009. — Vol. 63(3). — P. 155–164.
- 25 Chapouton P. Adult neurogenesis in non-mammalian vertebrates / P. Chapouton, R. Jagasia, L. Bally-Cuif // Bioessays. — 2007. — Vol. 29 (8). — P. 745–757.
- 26 Asakawa K. Genetic dissection of neural circuits by Tol2 transposon-mediated Gal4 gene and enhancer trapping in zebrafish / M.L. Suster, K. Mizusawa, S. Nagayoshi, T. Kotani, A. Urasaki, Y. Kishimoto, M. Hibi, K. Kawakami // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. — 2008. — Vol. 105(4). — P. 1255–1260.
- 27 Todd J.A. Etiology of type 1 diabetes / J.A. Todd // Immunity. — 2010. — Vol. 32(4). — P. 457–467.
- 28 International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. — [ЭП]. Retrieved from: <http://www.diabetesatlas.org/>
- 29 Zang L. A novel, reliable method for repeated blood collection from aquarium fish / L.Zhang, Y. Shimada, Y. Nishimura, T. Tanaka, N. Nishimura // Zebrafish. — 2013. — Vol. 10(3). — P. 425–432.
- 30 Oil Tanker Spill Statistics 2017. — [ЭП]. Retrieved from: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/statistics/>
- 31 Li X. Arsenic impairs embryo development via down-regulating Dvr1 expression in zebrafish / X. Li, Y. Ma, D. Li, X. Gao, P. Li, N. Bai, M. Luo, X. Tan, C. Lu, X. Ma // Toxicology Letters. — 2012. — Vol. 212. — P. 161–168.
- 32 Khezri A. A mixture of persistent organic pollutants and perfluorooctanesulfonic acid induces similar behavioural responses, but different gene expression profiles in Zebrafish Larvae / A. Khezri, Thomas W.K. Fraser, Rasoul Nourizadeh-Lillabadi, Jorke H. Kamstra, Vidar Berg, Karin E. Zimmer, Erik Ropstad // International Journal of Molecular Sciences. — 2017. — Vol. 18(2). — P. 291.
- 33 Bui-Klimke T.R. Ochratoxin A and human health risk: a review of the evidence / TR Bui-Klimke, F. Wu // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2015. — Vol. 55(13). — P. 1860–1869.
- 34 Hood R.D. Prenatal effects of Ochratoxin A in hamsters / R.D. Hood, M.J. Naughton, A.W. Hayes // Teratology. — 1976. — Vol. 13(1). — P. 11–14.
- 35 Haq M. Teratogenicity of Ochratoxin A and the Degradation Product, Ochratoxin α , in the Zebrafish (Danio rerio) Embryo Model of Vertebrate Development / M. Haq, N. Gonzalez, K. Mintz, A. Jaja-Chimedza, CL De Jesus, C. Lydon, A. Welch, J.P. Berry // Toxins. — 2016. — Vol. 8(2). — P. 40.
- 36 Jemal A. Cancer statistics / A. Jemal, R. Siegel, E. Ward, Y. Hao, J. Xu, T. Murray, M.J. Thun // Cancer J. Clin. — 2008. — Vol. 58(2). — P. 71–96.
- 37 Sonnenschein C. Theories of carcinogenesis: an emerging perspective / C. Sonnenschein, A.M. Soto // Semin. Cancer Biol. — 2008. — Vol. 18(5). — P. 372–377.
- 38 Soto A.M. One hundred years of somatic mutation theory of carcinogenesis: is it time to switch? / A.M. Soto, C. Sonnenschein // Bioessays. — 2014. — Vol. 36 (1). — P. 118–120.
- 39 Rosenfeld S. Are the somatic mutation and tissue organization field theories of carcinogenesis incompatible? / S. Rosenfeld // Cancer Inform. — 2013. — Vol. 12. — P. 221–229.
- 40 Mizgirev I.V. Organism-Level Tumor Models in Zebrafish Danio rerio / I.V. Mizgirev, D.R. Safina, I.V. Demidyuk, S.V. Kostrov // Acta Naturae. — 2018. — Vol. 10 (2). — P. 24–29.

41 Chen E.Y. Zebrafish models of rhabdomyosarcoma / E.Y. Chen, D.M. Langenau // *Methods Cell Biol.* — 2011. — Vol. 105. — P. 383–402.

42 Jung D.W. A novel zebrafish human tumor xenograft model validated for anti-cancer drug screening / D.W. Jung, E.S. Oh, S.H. Park, Y.T. Chang, C.H. Kim, S.Y. Choi, D.R. Williams // *Mol Biosyst.* — 2012. — Vol. 8(7). — P. 1930–1939.

43 Ridges S. Zebrafish screen identifies novel compound with selective toxicity against leukemia / S. Ridges, W.L. Heaton, D. Joshi, H. Choi, A. Eiring, L. Batchelor, P. Choudhry, E.J. Manos, H. Sofla, A. Sanati // *Blood.* — 2012. — Vol. 119. — P. 5621–5631.

Л.П. Лебедева, З.Г. Айташева, Б.Ә. Жумабаева, И.А. Киселев, Д.Ә. Әлібекова

***Danio rerio* заманауи биомедицина мен биотехнологиядағы зерттеу нысаны ретінде**

Соңғы жылдары көптеген зерттеушілер эмбриогенездің жасушалық және биохимиялық механизмдердің табиғатын, органогенезін, ас қорыту және нейрореттеу процестерін, ұлпалар мен мүшелердің регенерациясын, жасушалық пролиферациясын және т.б. зерттеу үшін модельдік организм ретінде *Danio rerio*, шағын аквариум балығын, лаборатория тышқаны *Mus musculus*, егеуқұйрық *Rattus norvegicus* модельдік организмдерге қарағанда, көбірек таңдайды. Қазір *Danio rerio* тропикалық балықтары қатерлі ісіктің дамуы, семіздік, диабет, жүрек-тамыр және нейродегенеративті аурулар сияқты бірқатар патологияларды зерттеу үшін кеңінен қолданылады. Экологтар мен токсикологтар *Danio rerio* потенциалын мутагенді, канцерогенді және тератогенді поллютанттардың әсерін, сондай-ақ су айдындарының физикалық, химиялық және биологиялық жағдайын бағалау үшін тест-объект ретінде жоғары бағалайды. Сонымен қатар *Danio rerio* жуық арада биоэтика және биоқауіпсіздік жөніндегі ұлттық және халықаралық комитеттермен қолданысқа шектелген басқа модельді организмдерді алмастыра алады. Мақалада модельдік организм ретінде *Danio rerio* қолдану арқылы биомедицина, биотехнология және генетика саласындағы заманауи зерттеулердің нәтижелеріне шолу келтірілген.

Кілт сөздер: *Danio rerio*, зебрафиш, биомедицина, тест нысаны, модельдік ағза.

L.P. Lebedeva, Z.G. Aitashева, B.A. Zhumabayeva, I.A. Kiselev, D.A. Alibekova

***Danio rerio* as an object of research in modern biotechnology and biomedicine**

Recently, many researchers prefer the small *Danio rerio* aquarium fish as a model organism to study the nature of the cellular and biochemical mechanisms of embryogenesis, organogenesis, digestive and neuroregulatory processes, tissue and organ regeneration, cell proliferation, etc. Due to their small size, early puberty, high levels of fertility and simplicity, *Danio rerio* is a significant competitor to many model objects, including a laboratory mouse, *Mus musculus* and a rat, *Rattus norvegicus*. Nowadays *Danio rerio* are widely used to study a number of pathologies, such as the development of a cancer, obesity, diabetes, cardiovascular and neurodegenerative diseases. Ecologists and toxicologists also highly appreciated the potential of *Danio rerio* as a test object for assessing the mutagenic, carcinogenic and teratogenic effect of pollutants themselves, as well as the physical, chemical and biological state of water bodies. In addition, *Danio rerio* may soon replace many other model organisms, the use of which is limited by national and international bioethics and biosecurity committees. The article provides an overview of the results of modern research in the field of biomedicine, biotechnology and genetics using *Danio rerio* as a model organism.

Keywords: *Danio rerio*, zebrafish, biomedicine, test object, model organism.

M.S. Sagyndykova¹, A.A. Imanbayeva¹, M.Yu. Ishmuratova^{1,2}

¹Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau, Kazakhstan;

²Ye.A. Buketov Karagandy State University, Kazakhstan

(E-mail: margarita.ishmur@mail.ru)

Study of population structure of *Ferula foetida* (Bunge) Regel in the conditions of Mangystau region

Results of a research of a condition of populations of *Ferula foetida* (*Apiaceae* family) in the territory of Mangystau region are given in the article. The composition, structure of populations, polymorphism, and condition of growth and peculiarities of the natural populations of *Ferula foetida* is studied. The general projective covering in community was from 35 to 80 %. Occurrence of samples of *Ferula foetida* was 0.1–0.8 pieces/sq.m. In natural populations all age states (from 1 year old to 7 years old individuals) are revealed; in a generative phase 5–6–7 years old individuals are noted. On the various populations 15–55 % of plants are observed in blossoming phase, other plants were in a phase of the radical leaf basket. The ratio of the main age groups of plants on each described population is defined, the phytocenotic structure and some morphological indicators of elevated bodies is conducted. The received results of phytocenotic descriptions testify to a possibility of practical using of natural population of *Ferula foetida*.

Keywords: *Ferula foetida*, Mangyshlak, abundance, spreading, floristic composition, community, morphology, age group.

Introduction

Plants of genus *Ferula* L. (family *Apiaceae* — *Umbelliferae*) are valuable aromatic, medical and food plants [1–6]. Among species of *Ferula* the wide range of medical activities has *Ferula foetida* (Bunge) Regel raw materials of which are applied for treatment of itch, asthma, syphilis, nervous diseases, dyspepsia, diarrhea, diabete, to healing of wounds, tumors, dermatitis, as antiparasitic and antiseptic remedy [7–12].

The wide range of medicinal properties of *Ferula foetida* leads to great demand as medicinal raw materials, especially in such countries as Iran, India, Afghanistan and China.

In Kazakhstan this species forms industrial and valuable communities on the Embinsky plateau, in the Western lowland, Aral region, desert Moiynkumy, Balkhash-Alakul, Kyzyl Kum, Turkestan, Chu-Ili mountains [13], in the western part of Kazakhstan this species has distribution on Karatau, the peninsula of Mangyshlak, in northern and southern Ustyurt [14]. If populations in the southern regions of Kazakhstan are studied rather well, then communities of *Ferula foetida* in the western part demand comprehensive observation and examination.

The purpose of the present research was to study floristic composition and structure of natural populations of *Ferula foetida* in the territory of Mangystau region.

Methodology

Field inspections carried out by reconnoitring and semiportable methods in 2018 in the following territories: Tuyesu sands, sandy and loamy massifs in the neighborhood of the plateau Tynymbay shoky, sandy massifs in the neighborhood of a wintering Karkol.

In field conditions carried out the description of the revealed populations with participation of *Ferula foetida*, determined full floristic structure [15, 16] abundance across *Drudae* [17], assessment of variability of above-ground parts, the analysis of age groups of plants, a ratio of age groups [18] and also sampling of plants for morphological analysis.

Specification of Latin names was conducted accordance of S.K. Czerepanov list [19]; determination of species was spent on Flora of Kazakhstan, vols. 1–9 [13] and to determinant of plants of Mangystau region [14].

Morphological indicators of the blossoming samples of *Ferula foetida* was estimated [19].

Statistical processing of materials of researches was carried out by G.F. Lakin [20] technique, with the use of a package of the statistical Excell 2010 programs.

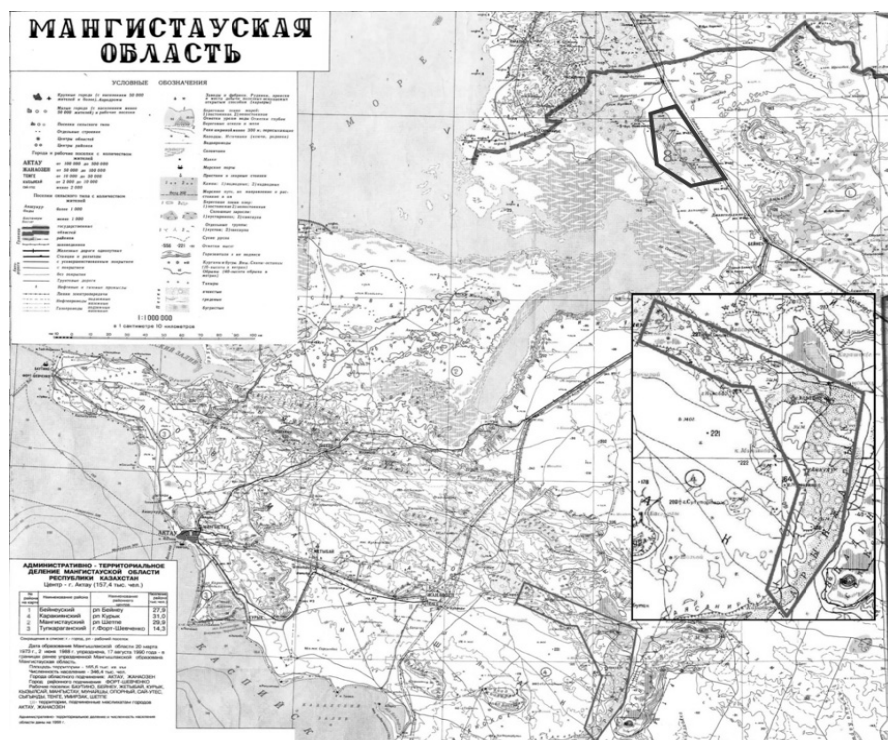
Results and their discussion

In natural flora of Mangyshlak 4 species of genus *Ferula* meet: *Ferula foetida* (Bunge) Regel, *F. dubjanskyi* Korovinex Pavlov (Dubjansky), *F. lehmannii* Boiss. (Lehman) and *F. nuda* Spreng. [17].

The ecological confinedness of *Ferula foetida* to the sandy area allows ranking this species as representatives of psammophytes [4]. The species is drought-resistant and capable to sprout in places with an arid hot climate. The periodic droughts characteristic of deserts and semi-desert territories, do not influence on development of *F. foetida* as this species possesses a powerful root system.

Density of growth of plants depends also from the edaphic conditions of the region. The species is various by the ecological nature and conditions of location, takes part in various vegetable communities.

On the basis of herbarium material and results of field inspections the point distribution map of populations of *Frula foetida* on Mangyshlak with coverage of sands Karynzhyryk, Tuyesu, Sam, Akkum, Kyzyl Kum, Bostankum, loamy hills in the neighborhood of plateau Tynymbay shoky, sandy massifs around a wintering Karkol (Fig.) is made.



1 — Tuyesu sand; 2 — western parts of plateau Tynymbay shoky; 3 — southern part of plateau Tynymbay shoky; 4 — natural boundary Karaadyr; 5 — natural boundary Kamysty; 6 — Mount Burma; 7 — Karynzhyryk sands, 8 — wintering Karkol

Figure. Map of spreading of location of *Ferula foetida*, suitable for industrial gathering (Mangystau region)

The description of the revealed vegetable communities with participation of *Ferula foetida* and their structural characteristic is given.

Tuyesu sands. They are located in a southwest part of Mangystau region on the outskirts of the settlement of Senek. Massifs are presented by the fixed and semi-fixed sands with small height difference; they are lasting from the southeast on the northeast on 30 km, from the north to the south on 12 km. In Tuyesu sands the following communities with participation of *Ferula foetida* are noted: saxaul-wormwood, wormwood-ferula-herba varia, saxaul-wormwood-herba varia.

In communities such species as *Haloxylon aphyllum* and *Haloxylon persicus*, *Artemisia arenaria*, *Artemisia terrae-albae*, *Iris tenuifolia*, *Tulipa sogdiana*, *Allium caspicum*, *Ceratocephala*, *Agropyron desertorum*, *Stipa*, *Astragalus ammodendron* and others are presented. The general projective covering in communities fluctuated from 20 to 60 %. The numerous traces of pasturable loading in the surveyed territory are noted.

Saxaul-wormwood communities (*Artemisia terrae-albae* — *Haloxylon aphyllum*) are noted on slopes with well-the fixed sandy hills. The general projective covering (further GPC) in community made 50–60 %. The dominant species was *Haloxylon aphyllum* with abundance cop 2 and vitality 4 points, a co-dominant was *Artemisia arenaria* with abundance cop 1 and vitality 3 points (Table 1).

Table 1

Floristic composition of saxaul-wormwood community with participation of *Ferula foetida*

Species	Consort	Abundance on Drudae	Vitality, point	Tier
<i>Haloxylon aphyllum</i>	Dominant	cop 2	4	1
<i>Artemisia arenaria</i>	Co-dominant	cop 1	3	2
<i>Artemisia terrae-albae</i>	Component	sp	3	3
<i>Astragalus ammodendron</i>	Component	sol	2–3	2
<i>Menicoccus linifolius</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Descurainia sophia</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Carex physoides</i>	Component	sol-sp	3	3
<i>Allium capsicum</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Peganum harmala</i>	Component	sol	3	3
<i>Alyssum dasycarpum</i>	Component	sol	3	3
<i>Ferula foetida</i>	Component	sol	3–4	2
<i>Papaver pavonicum</i>	Component	sol-un	3	3
<i>Iris tenuifolia</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Tulipa sogdiana</i>	Component	sol	4–5	3
<i>Ceratocephala testiculata</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Atraphaxis replicata</i>	Component	un	2	2
<i>Agropyron desertorum</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Calligonum leucladum</i>	Component	un	3	2

Other species in community are carried to components with abundance from sp to un, and vitality 2–4 points. Plants are distributed in 3 vertical tiers. The top, or wood tier (height of 150–200 cm), is presented by individuals of *Haloxylon aphyllum*; the second tier (height from 50 to 120 cm) consists of bushes and tall herbs as *Calligonum leucladum*, *Ferula foetida*, *Artemisia arenaria*, *Astragalus ammodendron*. The grassy tier (up to 40 cm high) is presented by other undersized annual and grassy perennial plants. In general the specific structure of community is not rich, about 17–19 species that is explained by droughty conditions and acute shortage of rainfall of the last 2 years in Tuyesu sands.

Examples of *Ferula foetida* are in satisfactory condition, blossoming about 20–25 % of individuals whereas the main part is in a vegetative state is noted.

Growth of individuals of *Ferula* of various age groups is noted: from shoots of the first year to 7-year individuals. A ratio of age groups was rather uniform: from 10 to 25 % (Table 2). Maximum amount was 2–4 year plants. In a blossoming phase in the current 2018 year there are about 10–12 % of individuals at the age of 5–7 years.

Table 2

Ratio of age groups of *Ferula foetida* in Tuyesu sands, in the neighborhood of a wintering Karkol and on the plateau Tynymbay shoky

Name of communities with participation of <i>Ferula foetida</i>	Share of age groups from 1 year old to 7 year old, %						
	1	2	3	4	5	6	7
Tuyesu sands							
Saxaul-wormwood	10	25	15	15	10	15	10
Wormwood-ferula-herba varia	10	10	10	15	20	20	15
Saxaul-wormwood-herba varia	15	10	10	20	20	15	10
Sands in the neighborhood of a wintering Karkol							
Cereal-wormwood-ferula	5	10	10	20	15	20	20
Eremopyron-wormwood-herba varia	15	15	25	20	25	–	–
Plateau Tynymbay shoky							
Wormwood-ferula-arthropytum	10	15	15	20	15	15	10

Wormwood-ferula-herba varia community (*Herba xerophytica* — *Ferula foetida* — *Artemisia arenaria*) is described on flat sites of Tyuesu sands with well-fixed soils. GPC is noted at the level of 40–45 %. *Artemisia arenaria* dominated in this community with abundance cop 2 and vitality 4 points; co-dominant was *Ferula foetida* with abundance sp and vitality 3 points (Table 3). Other species are carried to components with abundance of sp-sol-un and vitality 2–4 points.

Table 3

**Floristic composition of wormwood-ferula-herba varia communities
with participation of *Ferula foetida* in the Tyuesu sands**

Species	Consort	Abundance on Drudae	Vitality, point	Tier
<i>Artemisia arenaria</i>	Dominant	cop 2	4	2
<i>Ferula foetida</i>	Co-dominant	sp	3	2
<i>Atraphaxis replicata</i>	Component	sol	3	2
<i>Astragalus ammodendron</i>	Component	sol	3–4	2
<i>Artemisia terrae-albae</i>	Component	sol	3	3
<i>Agropyron desertorum</i>	Component	sp-sol	2–3	3
<i>Iris tenuifolia</i>	Component	sol	4	3
<i>Carex physoides</i>	Component	sol-sol	3–4	3
<i>Stipa lessingiana</i>	Component	sol	3	3
<i>Astragalus testiculatus</i>	Component	sol-un	3	3
<i>Tulipa sogdiana</i>	Component	sol	4	3
<i>Heliotropium arguzioides</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Cousinia alata</i>	Component	un	3	2
<i>Euphorbia seguiriana</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Anisantha tectorum</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Calligonum leucocladum</i>	Component	un	3–4	1
<i>Meniocus linifolia</i>	Component	sol	3	3

The specific structure of community is also not rich — about 18 taxons which occupy 3 vegetable tiers: top (from 80 to 120 cm), average — a tier of high herbs (45–50 cm) and a tier of low herbs (up to 30–40 cm). The top tier is presented by single individuals of *Calligonum leucocladum* and *Atraphaxis replicata*, the average tier of *Cousinia alata*, *Ferula foetida*, *Artemisia arenaria*; the lower tier is made of *Meniocus linifolia*, *Euphorbia seguiriana*, *Anisantha tectorum*, *Artemisia terrae-albae* and others. This population differs in the high density of the plants blossoming *Ferula foetida* — to a half from all attendees of individuals.

The general ratio of age groups of *Ferula* shows prevalence of 4–7 years individuals (Table 2) and a low share of 1–3 years individuals that, apparently, is connected with a row of droughty years. It is possible to connect with this fact also a circumstance that vitality of species is lowered — from 2 to 3 points.

Saxaul-wormwood-herba varia community (*Herba xerophytica* — *Artemisia arenaria* — *Haloxyllon aphyllum*) is described near Besokty's wintering on the high sandy massifs with well developed micro and a mesorelief. In community *Haloxyllon aphyllum* dominated, co-dominant was *Artemisia arenaria* (Table 4), other species were members with small abundance.

Table 4

**Floristic composition of saxaul-wormwood-herba varia community
with participating of *Ferula foetida* in the Tyuesu sands**

Species	Consort	Abundance on Drudae	Vitality, point	Tier
1	2	3	4	5
<i>Haloxyllon aphyllum</i>	Dominant	cop 1, 2	4	1
<i>Artemisia arenaria</i>	Co-dominant	cop 1	3	2
<i>Ferula foetida</i>	Component	sp	3	2
<i>Consolida sp.</i>	Component	sol	4	3
<i>Anisantha tectorum</i>	Component	sol	3	3
<i>Eremopyrum orientale</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Heiotrichon arguzioides</i>	Component	sol-sp	3	3

Continuation of Table 4

1	2	3	4	5
<i>Alhagi pseudoahagi</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Descurainia Sophia</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Agropyron desertorum</i>	Component	sol	4	3
<i>Salsola austrais</i>	Component	sol	3	3
<i>Lappula sinaica</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Cousinia astracanic</i>	Component	un	4	2
<i>Alyssum turkestanicum</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Centaurea adpressa</i>	Component	sol	2–3	3
<i>Ceratocaphala testiculata</i>	Component	sol	3	3
<i>Iris tenuifolia</i>	Component	sol	3–4	3
<i>Poa bulbosa</i>	Component	sol	3	3
<i>Carex physoides</i>	Component	sol-sp	3	3

GPC in community turned out low — about 25–30 % that it is connected with an active pasture of a livestock, soil destruction after cover and a long drought.

Dominant in community was *Haloxylon aphyllum* with abundance cop 1, 2 and vitality 4 points, codominant was *Artemisia arenaria* with abundance sor 1 and vitality 3 points. The general specific structure of community made 19 components with abundance of un-sol-sp and vitality from 2 to 4 points.

As well as in the previous described communities the vegetable cover is created in three tiers: top wood (height of 100–200 cm) consists of individuals of *Haloxylon aphyllum*; the average tier — tall herbs (height of 40–80 cm) is presented by *Artemisia arenaria*, *Ferula foetida*, *Cousinia astracanic*; the third grassy tier (up to 40 cm high) is composed by all other species of this community.

Occurrence of individuals of *Ferula foetida* was 0.3–0.4 pieces/sq.m. All age states are revealed; in a generative phase 5-6-7 years individuals are noted. Total number of the blossoming individuals did not exceed 15 %.

The analysis of a ratio of uneven-age plants of *Ferula foetida* showed that individuals of 4–7 years age prevail, whereas subgrowth (1–3 years plants) is presented in a considerable share less (Table 2). Possibly, it can be explained with droughty conditions of several last years that it led to smaller number of shoots in Tuyesu sands.

Sands in the neighborhood of wintering Karkol. This place is located in a northeast part of the Mangystau region, near border with the Atyrau region. Sands represent the extensive sandy massifs places, which are weak-fixed; certain sites are good-fixed. *Ferula* meets on sands sporadically, forming small sites of communities. The microrelief is well developed.

Traces of pasturable loading in the surveyed territory are noted. Occurrence of individuals of *Ferula foetida* was 0.3–0.8 pieces/sq.m. All age states are revealed; in a generative phase are noted 5-6-7 years individuals. About 20–25 % of individuals were blossoming; the main part was in a phase of the radical leaf basket. *Ferula* populations in the current year were in depression that connected with droughty conditions — high summer temperatures and lack of rainfall. On sands it is described cereal-wormwood-ferula and eremopyron-wormwood-herba varia communities.

Cereal-wormwood-ferula community (*Ferula foetida* — *Artemisia terrae-albae* — *Poa bulbosa*) is dated for flat sites with small height difference. Dominant in community was *Poa bulbosa* which performed with abundance cop 2 and vitality 4 points, co-dominants were *Artemisia terrae-albae* with abundance cop 1 and *Ferula foetida* with abundance cop-sp (Table 5).

Table 5

Floristic composition of cereal-wormwood-ferula communities with participation of *Ferula foetida*

Species	Consort	Abundance on Drudae	Vitality, point	Tier
1	2	3	4	5
<i>Poa bulbosa</i>	Dominant	cop 2	4	2
<i>Artemisia terrae-albae</i>	Co-dominant	cop 1	3–4	2
<i>Ferula foetida</i>	Co-dominant	cop-sp	4	1
<i>Ceratocephala testiculata</i>	Component	sol	2–3	2
<i>Alyssum desertorum</i>	Component	sol	3	2

Continuation of Table 5

1	2	3	4	5
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	Component	sol	3	2
<i>Ferula nuda</i>	Component	sol	3–4	1
<i>Carex physoides</i>	Component	sp	3	2
<i>Eremopyrum orientale</i>	Component	sol	3	2
<i>Astragalus testiculatus</i>	Component	un	4	2
<i>Allium capsicum</i>	Component	sol	4	2
<i>Kochia prostrata</i>	Component	sol	3	2
<i>Arnebia decumbens</i>	Component	sol-un	3	2
<i>Trigonella arcuata</i>	Component	sol-un	3	2
<i>Agropyron desertorum</i>	Component	sol	3–4	2
<i>Papaver pavonicum</i>	Component	un	4	2
<i>Astragalus arbusculiformis</i>	Component	sol	3	1

The vegetable cover is put by two grassy tiers: top (height of 40–100 cm) which consists of *Ferula foetida*, *Ferula nuda* and *Astragalus arbusculiformis*; lower (up to 35 cm high) is formed by other grassy plants and semi-low shrubs.

The specific structure of community is estimated at 18–19 species with abundance from un to sp and vitality 2–4 points. GPC made about 50 %. Among the described individuals are noted plants aged from 1 up to 7 years. In generative state individuals are noted 5–7 years age plants that made up to 25 % of the total number of plants of *Ferula foetida*.

The ratio of age groups of plants showed prevalence of individuals of 4–7 years age whereas young plants (aged from 1 up to 3 years) occupied only 25 %.

Eremopyron-wormwood-herba varia community (*Herba xerophytica* — *Artemisia terrae-albae* — *Eremopyrum orientale*) is located in the western part of the sandy massif. GPC was 70–80 %. The sandy soils which are well fixed; the territory represented the plain with the developed microrelief.

To dominants in community was *Eremopyrum orientale* with abundance cop 2 and vitality 4 points; co-dominants were *Artemisia terrae-albae* with abundance cop 1 and vitality 3 points and *Ferula foetida* with abundance of sp-cop and vitality 4 points (Table 6).

Table 6

Floristic composition of eremopyron-worwood-ferula community

Species	Consort	Abundance on Drudae	Vitality, point	Tier
<i>Eremopyrum orientale</i>	Dominant	cop 2	4	2
<i>Artemisia terrae-albae</i>	Co-dominant	cop 1	3	2
<i>Ferula foetida</i>	Co-dominant	sp-cop	4	1
<i>Anabasis aphylla</i>	Component	sol	2–3	1
<i>Poa bulbosa</i>	Component	sol	4	2
<i>Alyssum desertorum</i>	Component	sol	3	2
<i>Peganum harmala</i>	Component	sol	3–4	2
<i>Carex physoides</i>	Component	sol-sp	4	2
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	Component	sol	3–5	2
<i>Ceratocephala testiculata</i>	Component	sol	3	2
<i>Astragalus sp.</i>	Component	sol-un	4	2
<i>Agropyron desertorum</i>	Component	sp-sol	3	2
<i>Kochia prostrata</i>	Component	sol	3	2
<i>Senecio noneanus</i>	Component	sol	3	2
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Component	sol	3	2
<i>Tragopogon ruber</i>	Component	sol	3–4	2
<i>Megacarpaea melanocarpa</i>	Component	sol	4	2
<i>Papaver pavonicum</i>	Component	un	4	2
<i>Artemisia arenaria</i>	Component	sol	3	2
<i>Ferula nuda</i>	Component	sol	3	2
<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	Component	sol	4	2
<i>Gypsophila paniculata</i>	Component	sol	4	2

The floristic structure of this community is formed by 21–22 species with abundance of un-sol-sp and vitality 2–5 points. As well as in the previous community, species are placed in 2 vertical tiers. The top tier is formed by individuals of *Ferula foetida* and *Anabasis aphylla*; the second tier — undersized grassy plants and semi-low shrubs — *Tragopogon ruber*, *Kochia prostrata*, *Artemisia arenaria*, *Gypsophila paniculata*, *Senecio noneanus* and others.

GPC in community made 70–80 %, individuals of *Ferula* aged from 1 up to 5 years are presented. In a phase of blossoming there were 5-year plants.

Plateau Tynymbay shoky. On this point it is described wormwood-ferula-arthrophytum community (*Arthrophytum lehmannianum* — *Ferula foetida* — *Artemisia terrae-albae*). GPC was 60–65 %, specific structure included from 30 to 33 species (Table 7).

Table 7

**Floristic composition of wormwood-ferula-arthrophytum community
with participation of *Ferula foetida***

Species	Consort	Abundance on Drudae	Vitality, point	Tier
<i>Artemisia terrae-albae</i>	Dominant	cop 1, 2	4	1
<i>Ferula foetida</i>	Co-dominant	cop 1	4–5	1
<i>Arthrophytum lehmannianum</i>	Co-dominant	cop 1-sp	5	1
<i>Agropyron desertorum</i>	Component	sol	4	2
<i>Alhagi kirghisorum</i>	Component	sol	4	2
<i>Allium caspium</i>	Component	sol	4	2
<i>Allium sabulosum</i>	Component	sol	4	2
<i>Artemisia arenaria</i>	Component	sp	4–5	2
<i>Artemisia lercheana</i>	Component	sol	4	2
<i>Astragalus ammodendron</i>	Component	sol	3	2
<i>Astragalus erioceras</i>	Component	sol	4	2
<i>Calligonum dubjanskyi</i>	Component	sol	3–4	1
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	Component	sol	4	2
<i>Climacoptera brachiata</i>	Component	sol	4	2
<i>Consolida divaricata</i>	Component	sol	4–5	2
<i>Cousinia alata</i>	Component	sol	4	2
<i>Echinops ritro</i>	Component	sol	4	2
<i>Eremopyrum buonapartis</i>	Component	sol	4	2
<i>Haplophyllum obtusifolium</i>	Component	sol	4–5	2
<i>Heliotropium arguzioides</i>	Component	sol	4	2
<i>Heliotropium dasycarpum</i>	Component	sol	4	2
<i>Heliotropium ellipticum</i>	Component	sol	4	2
<i>Iris tenuifolia</i>	Component	sol	4	2
<i>Kochia iranica</i>	Component	sol	4	2
<i>Kochia prostrata</i>	Component	sol	5	2
<i>Orobanche sp.</i>	Component	un	3	2
<i>Poa bulbosa</i>	Component	sol	4–5	2
<i>Rhinopetalum karelinii</i>	Component	un	4	2
<i>Salsola arbuscula</i>	Component	sol-sp	3–4	2
<i>Salsola dendroides</i>	Component	sol	3–4	1
<i>Scandix stellata</i>	Component	sol	4	2
<i>Stipa lessengiana</i>	Component	sp	5	2
<i>Zygophyllum turcomanicum</i>	Component	sol-un	4	2

Artemisia terrae-albae dominated in community with abundance cop 1, 2 and vitality 4 points, co-dominants are *Ferula foetida* with abundance cop 1 and vitality 4–5 points, and *Arthrophytum lehmannianum* with abundance of cop-sp and vitality 5 points. Other species in community are components having abundance of un-sol-sp and vitality from 3 to 5 points.

Vital forms in community are presented by bushes, low shrubs, semi-low shrubs and grassy forms. The ratio of age groups showed prevalence of 4 years individuals — 20 % (Table 2) whereas the share of other made groups 10–15 %.

Distribution of plants on vertical structure happens in 2 tiers. Two vertical tiers are allocated: a shrubby tier (height of 120–180 cm) and grassy with subtiers high (height of 40–55 cm) and low herbs (up to 25 cm high).

The top tier forms *Calligonum dubjanskyi* and *Astragalus ammodendron*; the top grassy subtier — *Agropyron desertorum*, *Alhagi kirghisorum*, *Stipa lessengiana*; the lower subtier is formed *Ceratocarpus arenarius*, *Zygophyllum turcomanicum*, *Allium caspium*, *Salsola paulsenii*, *Iris tenuifolia*, *Rhinopetalum karelinii*, *Consolida divaricata*, *Allium sabulosum*, *Artemisia terrae-albae*, *Heliotropium ellipticum* and others. *Ferula foetida* can borrow both the top and lower subtier, depending on a vegetation phase.

We carried out the assessment of some morphological indicators of above-ground parts of the blossoming individuals of *Ferula foetida* (Table 8).

Table 8

Morphometric indicators of elevated bodies of the blossoming individuals of *Ferula foetida* in places of natural growth

Location	Communities with participation of <i>Ferula foetida</i>	Height of plants, cm		Diameter of radical leaf basket, cm		Diameter of blossom, cm	
		$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	Cv	$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	Cv	$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	Cv
Sands in the neighborhood of a wintering Karkol	Cereal-wormwood-ferula	$\frac{98.5 \pm 5.4}{74-128}$	5.5	$\frac{88.4 \pm 5.9}{68-110}$	6.7	$\frac{56.7 \pm 5.8}{28-90}$	10.3
	Eremopyron-wormwood-herba varia	$\frac{100.5 \pm 3.6}{80-115}$	3.6	$\frac{93.4 \pm 9.6}{60-144}$	10.3	$\frac{55.9 \pm 6.3}{30-81}$	11.3
Tuyesu sands	Saxaul-wormwood	$\frac{110.2 \pm 2.9}{97-129}$	2.7	$\frac{70.4 \pm 4.4}{50-90}$	6.2	$\frac{53.7 \pm 4.8}{42-84}$	8.9
	Wormwood-ferula-herba varia	$\frac{110.4 \pm 4.6}{88-131}$	4.2	$\frac{81.0 \pm 3.3}{55-98}$	4.1	$\frac{58.9 \pm 2.8}{29-87}$	4.8
	Saxaul-wormwood-herba varia	$\frac{98.0 \pm 3.8}{75-122}$	3.9	$\frac{78.5 \pm 5.2}{45-112}$	6.6	$\frac{56.1 \pm 5.0}{29-90}$	8.9
Plateau Tynymbay shoky	Wormwood-ferula-arthrophytum	$\frac{106.7 \pm 6.1}{79-135}$	5.7	$\frac{88.0 \pm 5.2}{46-95}$	5.9	$\frac{54.9 \pm 4.0}{36-88}$	7.3

Results showed that in all surveyed points indicators of morphology of *Ferula foetida* differed not considerably. So, the maximum values of height of the blossoming individuals are revealed in Tuyesu sands in a wormwood-ferula-herba varia community, minimum — also in Tuyesu sands in saxaul-wormwood-herba varia community.

The largest size of the radical leaf basket is revealed on sands in the neighborhood of a wintering Karkol in eremopyron-wormwood-herba varia community. The smallest of diameter of the radical leaf basket are recorded in Tuyesu sands in saxaul-wormwood-herba varia community.

The sizes of diameter of inflorescences changed from 28 to 90 cm. The minimum sizes are revealed at the individuals growing in saxaul-wormwood-herba community in Tuyesu sands, whereas maximum size was noted in a wormwood ferula-herba varia community, also in Tuyesu sands.

Conclusion

Six natural populations of *Ferula foetida* with the analysis of geobotanical indicators, structures of populations, morphological indicators are studied. It is shown that communities with participation of *Ferula foetida* can successfully growing on various types of soils — from sandy to loamy and stony. The following types of communities are described: saxaul-wormwood communities (*Artemisia terrae-albae* — *Haloxylon aphyllum*), wormwood-ferula-herba varia community (*Herba xerophytica* — *Ferula foetida* — *Artemisia arenaria*), saxaul-wormwood-herba varia community (*Herba xerophytica* — *Artemisia arenaria* — *Haloxylon aphyllum*), cereal-wormwood-ferula community (*Ferula foetida* — *Artemisia terrae-albae* — *Poa bulbosa*), eremopyron-wormwood-herba varia community (*Herba xerophytica* — *Artemisia terrae-albae* —

Eremopyron orientale), wormwood-ferula- arthrophytum community (*Arthrophytum lehmannianum* — *Ferula foetida* — *Artemisia terrae-albae*).

It is revealed that in all studied communities *Ferula foetida* carries out a role a dominant or the sodominant with abundance from sp to cop 2, has good vitality from 4 to 5 points. In structure of a coenopopulation ferula can enter as in lower grassy vertical (the virgin age period), so average shrubby and grassy tier (during generative period).

The point distribution map of populations of *Ferula foetida* on Mangyshlak with coverage of sands Karynzhar'yk, Tuyesu, Sam, Akkum, Kyzyl Kum, Bostankum, loamy hills in the neighborhood of plateau Tynymbay shoky, sandy massifs around a wintering Karkol is made.

The assessment of some morphological indicators of elevated bodies of *Ferula foetida* is carried out. Assessment of coefficient of variability showed that the studied morphological parameters vary at a low level variability that testifies to sign stability.

The received results of phytocenotic descriptions, structures of the revealed populations and morphological assessment testify to a possibility of practical using of the natural communities of *Ferula foetida*.

Researches are executed within the grant project of Science Committee of Ministry Education and Science of Kazakhstan «Studying of pharmacological and ecological-biological features of a ferula of smelly (Ferula foetida) in natural populations of the peninsula of Mangyshlak and development of recommendations about its use in the medicinal purposes».

References

- 1 Гладышев А.И. Ферулы — источники уникальных лечебных смол / А.И. Гладышев // Природа. — 2001. — № 12(1036). — С. 57–62.
- 2 Сафина Л.К. Ферулы Казахстана / Л.К. Сафина, М.Г. Пименов. — Алма-Ата: Наука, 1984. — 200 с.
- 3 Зубайдова Т.М. О фармакологическом исследовании разных видов рода *Ferula* L. в медицине XX века / Т.М. Зубайдова, Дж.Н. Джамshedов, С.Дж. Исупов, И.А. Загребельный, С.М. Давлаткадамов, Ж.Д. Содиков, П.Ш. Сухробов // Вестн. Таджик. нац. ун-та, сер. естеств. наук. — 2014. — № 1/3(134). — С. 225–229.
- 4 Байтулин И.О. О некоторых хозяйственно-ценных видах рода *Ferula* Казахстана / И.О. Байтулин, А.М. Нурушева // Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2008. — № 6. — С. 3–6.
- 5 Растительные ресурсы СССР. — Т. 4. — Л.: Изд-во ЛХФА, 1988. — С. 110–122.
- 6 Iranshahy M. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of asafoetida (*Ferula assa-foetida*) oleo-gum-resin) a review / M. Iranshahy // J. Ethnopharmacol. — 2011. — No. 134. — P. 1–10.
- 7 Зубайдова Т.М. Применение ферулы воончей в древней, традиционной и народной медицине / Т.М. Зубайдова, Дж.Н. Джамshedов, М. Ходжиматов, М.Н. Назаров, С.Д. Исупов, И.А. Загребельный, Н.Ю. Самандаров, П.Ш. Сухробов // Вестн. Таджик. нац. ун-та. Сер. естеств. наук. — 2013. — № 1–2(106). — С. 201–212.
- 8 Мухтубаева С.К. О современных тенденциях использования *Ferula foetida* в Южном Казахстане / С.К. Мухтубаева // Вестн. Павлодарского ун-та. Сер. хим.-биол. — 2010. — № 1. — С. 87–91.
- 9 Kasis E. Efficiency and safety assessment of *Ferula assa-foetida* L., traditionally used in Greco-Arab herbal medicine for enhancing male fertility, libido and erectile function / E. Kasis, S. Fulder, Kh. Khalil, B. Hadieh, F. Nahhas, B. Saad, O. Said // Complementary medicine journal. — 2009. — No. 1. — P. 102–109.
- 10 Chitsazian-Yazdi M. Foetithiophenes C-F, thiophene derivatives from the roots of *Ferula foetida* / M. Chitsazian-Yazdi, S. Agnolet, S. Lorenz, B. Schneider, Z. Es'haghi, J. Kasaian, B. Khameneh, M. Iranshahi // Pharm Biol. — 2015. — Vol. 53, Iss. 5. — P. 710–714.
- 11 Nabavi S.M. Antioxidant and antihemolytic activities of *Ferula foetida* regel (*Umbelliferae*) / S.M. Nabavi, M.A. Ebrahimzadeh, S.F. Nabavi, B. Eslami, A.A. Dehpour // Eur. Rev. Med. Pharmacol. — 2011. — Vol. 15, Iss. 2. — P. 157–164.
- 12 Alqasoumi S. Gastric antiulcer activity of a pungent spice *Ferula assafoetida* L. in rats / S. Alqasoumi, M. Al-Dosari, T. Alhowiriny, M. Al-Yahya, I. Al-Mofleh, S. Rafatullah // Farmacia. — 2011. — Vol. 59, Iss. 6. — P. 750–759.
- 13 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 1–9 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956–1966.
- 14 Аралбай Н.К. Государственный кадастр растений Мангистауской области. Определитель сосудистых растений / Н.К. Аралбай, Г.М. Кудабаяева, А.А. Иманбаева, П.В. Веселова, М.П. Данилов, А.А. Курмантаева, Н.В. Шадрина, Б.Т. Касенова. — Актау: ТОО «Классика», 2006. — 452 с.
- 15 Щербаков А.В. Полевое изучение флоры и гербаризация растений / А.В. Щербаков, А.В. Майоров. — М.: Изд-во МГУ, 2006. — 84 с.
- 16 Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. — 1964. — Т. 3. — С. 39–62.
- 17 Понятовская В.М. Учет обилия и характера размещения растений в сообществах / В.М. Понятовская // Тр. Ботанического ин-та. Сер. Геоботаника. — 1964. — Вып. 3. — С. 209–299.
- 18 Быков Б.А. К использованию метода промеров для определения размещения и обилия растений / Б.А. Быков // Бот. журн. — 1966. — Т. 51, № 7. — С. 947–952.

19 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — СПб.: Мир и семья, 1995. — 992 с.

20 Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Наука, 1990. — 352 с.

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

Маңғыстау облысы жағдайында *Ferula foetida* (Bunge) Regel популяциясының құрылымын зерттеу

Мақалада Маңғыстау облысы аумағындағы сасық курайдың (*Ferula foetida*, *Apiaceae*) популяцияларының жай-күйін зерттеу нәтижелері келтірілген. Кезінде сасық курайдың табиғи популяцияларының өсу жағдайлары және күйі, популяцияның құрамы, құрылымы, онтогенез және полиморфизмі зерттелген. Қоғамдастықта жалпы проекциялық жамылғы 35–80 %-ды құрайды. Зерттелген аумақта жайылым жүктемесінің іздері байқалды. Сасық курайдың үлгілерінің кездесушілігі 0,1–0,8 дана/м². Табиғи популяцияларда бүкіл жастағы үлгілер анықталған — 1 жастан бастап 7 жастағы даналарға дейін. Генеративті фазада 5-6-7 жастағы даналар. Өртүрлі популяцияларда 15–55 % жуық даналар гүлдеді, ал қалған өсімдіктер жапырақтардың жертараған жапырақтар фазасында болды. Әрбір сипатталған популяцияда өсімдіктердің негізгі жас топтарының арақатынасы анықталған, фитоценотикалық құрамы мүшелерінің кейбір морфологиялық көрсеткіштері анықталған. Осы нәтижелер сасық курайдың анықталған табиғи қопаларын практикада пайдалануға болатынын дәлелдеді.

Кілт сөздер: *Ferula foetida*, Маңғыстау, молшылық, таралу, флористикалық құрамы, қауымдастық, морфология, жас тобы.

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

Изучение структуры популяций *Ferula foetida* (Bunge) Regel в условиях Мангистауской области

В статье приведены результаты исследования состояния популяций ферулы вонючей (*Ferula foetida*, *Apiaceae*) на территории Мангистауской области. Изучен состав, структура популяций, полиморфизм, условия произрастания и состояние природных популяций ферулы вонючей. Общее проективное покрытие в сообществе составило от 35 до 80 %. Встречаемость особей ферулы вонючей 0,1–0,8 шт./м². В природных популяциях выявлены все возрастные состояния — от 1-летних до 7-летних особей; в генеративной фазе отмечены 5-6-7 летние особи. На различных популяциях отмечено цветение порядка 15–55 % особей, остальная часть растений находится в фазе прикорневой розетки листьев. Определено соотношение основных возрастных групп растений на каждой описанной популяции, определен фитоценотический состав, некоторые морфологические показатели надземных органов. Полученные результаты фитоценологических описаний и площадей выявленных зарослей свидетельствуют о возможности практической эксплуатации природных зарослей ферулы вонючей.

Ключевые слова: *Ferula foetida*, Мангышлак, обилие, распространение, флористический состав, сообщество, морфология, возрастная группа.

References

- 1 Gladyshev, A.I. (2001). Feruly — istochniki unikalnykh lechebnykh smol [Ferula is the sources of unique medical tar]. *Priroda — Nature*, 12 (1036), 57–62 [in Russian].
- 2 Safina, L.K., & Pimenov, M.G. (1984). *Feruly Kazakhstana [Ferula of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 3 Zubaidova, T.M., Dzhamshevdov, Dzh.N., Isupov, S.Dzh., Zagrebelyni, I.A., Davlatkadamov, S.M., Sodikov, Zhd. & Sukhrovov, P.Sh. (2014). O farmakolohicheskom issledovanii raznykh vidov roda *Ferula* L. v meditsine XX veka [About pharmacological study of some species of genus *Ferula* L. in medicine of the XX century]. *Vestnik Tadzhikskoho natsionalnoho universiteta. Seriya estestvennykh nauk — Bulletin of Tadjik National University. Series natural sciences*, 1/3 (134), 225–229 [in Russian].
- 4 Baitulin, I.O. & Nurusheva, A.M. (2008). O nekotorykh khoziaistvenno-tsennykh vidakh roda *Ferula* Kazakhstana [About some practical-valued species of genus *Ferula* of Kazakhstan]. *Izvestia NAN RK. Seriya biologicheskaya i meditsinskaya — Bulletin of National Academy of Science. Series biological and medical*, 6, 3–6 [in Russian].
- 5 *Rastitelnye resursy SSSR [Plant resources of USSR]*. (1988). (Vol. 4). Leningrad: LCPA [in Russian].
- 6 Iranshahy, M. & Iranshahi, M. (2011). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of asafoetida (*Ferula assafoetida*) oleo-gum-resin—a review. *J. Ethnopharmacol.*, 134, 1–10.

- 7 Zubaidova, T.M., Dzhamshevdov, Dzh.N., Khodzhimatov, M., Nazarov, M.N., Isupov, S.D., & Zagrebnyi, I.A., et al. (2013). Primenenie feruly voniuchei v drevne-traditsionnoi i narodnoi meditsine [Using of *Ferula foetida* in old-traditional and folk medicine]. *Vestnik Tadzhijskogo natsionalnogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk — Bulletin of Tadjik National University. Series natural sciences*, 1–2(106), 201–212 [in Russian].
- 8 Mukhtubayeva, S.K. (2010). O sovremennykh tendentsiyakh ispolzovaniia *Ferula foetida* v Iuzhnom Kazakhstane [About modern tendency of using *Ferula foetida* in the Southern Kazakhstan]. *Vestnik Pavlodarskogo Universiteta. Seriya khimiko-biologicheskaya — Bulletin of Pavlodar University. Series chemistry and biology*, 1, 87–91 [in Russian].
- 9 Kasis, E., Fulder, S., Khalil, Kh., Hadieh, B., Nahhas, F., Saad, B., & Said, O. (2009). Efficiency and safety assessment of *Ferula assa-foetida* L., traditionally used in Greco-Arab herbal medicine for enhancing male fertility, libido and erectile function. *Complementary medicine journal*, 1, 102–109.
- 10 Chitsazian-Yazdi, M., Agnolet, S., Lorenz, S., Schneider, B., Es'haghi, Z., & Kasaian, J., et al. (2015). Foetithiophenes C-F, thiophene derivatives from the roots of *Ferula foetida*. *Pharm Biol.*, 53(5), 710–714.
- 11 Nabavi, S.M., Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.F., Eslami, B. & Dehpour, A.A. (2011). Antioxidant and antihemolytic activities of *Ferula foetida* regel (*Umbelliferae*). *Eur. Rev. Med. Pharmacol.*, 15(2), 157–164.
- 12 Alqasoumi, S., Al-Dosari, M., Alhowiriny, T., Al-Yahya, M., Al-Mofleh, I. & Rafatullah, S. (2011). Gastric antiulcer activity of a pungent spice *Ferula assafoetida* L. in rats. *Farmacologia*, 59 (6), 750–759.
- 13 Pavlov, N.V. (Eds.). (1956–1966). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 14 Aralbay, N.K., Kudabayeva, G.M., Imanbayeva, A.A., Veselova, P.V., Danilov, M.P., & Kurmantayeva, A.A., et al. (2006). *Hosudarstvennyi kadastr rastenii Manhistauskoi oblasti. Opredelitel sosudistykh rastenii [The State Cadaster of Plants of Mangystau Region. Determinant of Vascular Plants]*. Aktau: Classic [in Russian].
- 15 Sherbakov, A.V., & Majorov, A.V. (2006). *Polevoe izuchenie flory i herbarizatsiia rastenii [Field study and herbarization of plants]*. Moscow: Moscow State University [in Russian].
- 16 Korchagin, A.A. (1964). Vidovoi (floristicheskii) sostav rastitelnykh soobshchestv i metody eho izucheniia [Specific composition (floristic) of plant communities and methods of their study]. *Polevaia heobotanika — Field Geo Botany*, 3, 39–62 [in Russian].
- 17 Poniatovskaia, V.M. (1964). Uchet obilii i kharaktera razmeshcheniia rastenii v soobshchestvakh [Assessment of abundance and character of location of plants in communities]. *Trudy Botanicheskogo Instituta, seriya Heobotanika — Proceedings of Botanical Institute, series Geo Botany*, 3, 209–299 [in Russian].
- 18 Bykov, B.A. (1966). K ispolzovaniiu metoda promerov dlia opredeleniia razmeshcheniia i obilii rastenii [At the using of measurement method for determination of location and abundance of the plants]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 51(7), 947–952 [in Russian].
- 19 Cherepanov, S.K. (1995). *Sosudistye rasteniia Rossii i sopredelnykh hosudarstv (v predelakh byvsheho SSSR) [Vascular plants of Russia and adjacent countries (in former of USSR)]*. Saint Petersburg: Mir i semia [in Russian].
- 20 Lakin, G.F. (1990). *Biometriia [Biometrics]*. Moscow: Nauka [in Russian].

G.J. Sultangazina, G.K. Sharipova

A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan
(E-mail: gul_sultan@mail.ru)

***Cyperaceae* in the flora of «Burabay» Nature park**

In the article the territorial study results of «Burabay» State National Nature park (2010–2018) are provided. It gives an annotated species list of the *Cyperaceae* family and identifies main habitat types for each species with their frequency of occurrence. 46 species of the *Cyperaceae* family grow in «Burabay» State National Nature park. It makes 25.3 % of their total amount in Kazakhstan. The largest genus of the *Cyperaceae* family is *Carex* (36 species, 5.6 %). Most species of sedge grasses prefer moist, marshy biotopes which are frequent in the area under study. They are *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. disticha*, *C. elata* subsp. *omskiana* which are widespread along the marshy banks of streams, lakes and in the marshy birch forests of the park. *C. dioica*, *C. elongata*, *C. juncella*, *C. chordorrhiza* are frequent in sphagnum and grass swamps. *C. caryophyllea*, *C. supina*, *C. tomentosa*, *C. praecox* species grow in light pine forests, on edges and meadows. Analysis of plants on their types of habitats demonstrates that in the flora of the nature park dominate widespread Holarctic species with a significant amount of Euro-Siberian species.

Key words: «Burabay» State National Nature park, the *Cyperaceae* family, *Carex* genus, flora, habitat, population, sedges.

Introduction

National Nature parks play the most important part in the preservation of natural landscapes and maintenance of their sustainable functioning.

«Burabay» State National Nature park (SNNP) is an environmental state institution within the system of specially protected natural areas of republican significance [1]. The total area of «Burabay» SNNP is 129 935 hectares.

This territory is the highest zone of the northern part of the Central Kazakh Hills. The relief is a complex combination of low mountains, hills and plains, crossed by a rare network of river valleys and shallow lake basins.

The climate is sharply continental, with hot summers and cold winters with little snow, softened by the influence of mountains and hills, ponds and woods.

Currently, the transformation of the plant world has already led to its fragmentation and an increase in the isolation degree of many natural complexes, which arouses a particular concern in the case of specially protected natural territories. For «Burabay» National park the leading anthropogenic factor is recreation, a formation of the road-path network, and construction.

The history of botanical research on this territory lasts for almost 200 years. Many herbarium collections made at the beginning of XX century have not been repeated and the materials have been lost. Such issues like the spread of sedges, the status of populations remain insufficiently studied due to their rare occurrence and low abundance of many family representatives. Therefore, the purpose of the current research is a modern floristic inventory of this relatively small area, taking into account changes in the flora under the influence of anthropogenic factors.

Objects and methods of research

The authors were examining the territory of «Burabay» SNNP in 2010–2018. Administratively, the territory of «Burabay» SNNP is located in the Burabay and Enbekshilder districts of Akmola region.

The study covered the territory of 10 forestries: Akylbay, Borovskoy, Katarkol, Zolotoborsk, Mirniy, Barmashinsky, Priozerny, Bulandy, Temnoborsky and Zhalayirsky forest areas.

By the end of the botanical investigation of «Burabay» SNNP there were collected and identified more than five thousand herbarium sheets of higher vascular plants and were made over 400 detailed geobotanical descriptions. The herbarium collection is now stored at the Department of Biology and Chemistry in A. Baitursynov Kostanay State University.

Main botanical approaches were used as the main research methods. A multivolume report «Flora of Kazakhstan» was used as a source to determine the herbarium specimen. Determination of the families and

genera was carried out with the help of «Flora of Kazakhstan» by M.S. Baitenov. Latin names and nomenclature changes in taxa were verified in accordance with S.K. Cherepanov.

Results and discussion

The core flora of the Burabay mountain forest is made up of flowering plants, the proportion of dicotyledons accounts for 72.6 % and 23.1 % of monocots of the total flora composition. The family spectrum analysis showed that the first triad of families in the flora of the Burabay massif includes the *Asteraceae-Cyperaceae-Poaceae* families. The sedges take the second place, which determines the Cyperaceae (arctoboreal-East Asian) as the type of the studied flora [2].

Cyperaceae Juss family. It covers more than 100 genera and 4000 species across the whole world. Kazakhstan has 19 genera and 182 species [3]. 46 species of the Cyperaceae family grow in «Burabay» State National Nature park which is 25,3 % of the total in Kazakhstan.

The following list includes the species identified in the result of processing herbarium specimens of plants collected in «Burabay» Nature park during expeditionary works. While compiling this list we used our own herbarium collections, floristic and geobotanical descriptions, as well as the works of V.F. Semenov, 1929 [4], Z.V. Karamysheva and E.I. Rachkovskaya, 1973 [5], P.L. Gorchakovsky, 1987 [6], B.F. Sviridenko, 2000 [7], «Flora of Kazakhstan» [8].

Each species has got its habitat characteristics and occurrence information on the territory of the national park:

- occurring very rarely — 1 location (data labels or a reference to a literary source are provided);
- occurring rarely — no more than six locations;
- occurring occasionally — the species sporadically found in the park or the species of specific habitats (salt marshes, meadows, etc.);
- occurring usually — the widespread species found throughout the park, or in any part of it (e.g., steppe or forest).

The *Cyperaceae* Juss family

Bolboschoenus maritimus (L.) Palla, 1905, in W. Koch, Syn. Deutsch. Fl., ed. 3: 2532; Polyakov, 1956, Flora of Kazakhstan. 2:21.

Occurring occasionally. Along the shores of salt lakes.

Carex acuta L. 1753, Sp. Pl.: 978; Malyshev, Fl. Sib. 3: 158. — *C. fusco-vaginata* Kuk. 1904: Bull. Herb. Boiss. 2, 4: 56; Polyakov, 1956, Flora of Kazakhstan. 2:56.

Occurring occasionally. Along the shores of lakes and streams.

Carex acutiformis Ehrh. 1789, Beitr. IV: 43; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 75.

Occurring rarely. Along the shores of Small Chebachye Lake, near Small Karasu Lake in a marshy birch forest.

Carex atherodes Spreng. 1826, Syst. Veg. 3: 828, 1990, Flora of Siberia. 3: 120. — *C. orthostachys* C.A. Mey.; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 82.

Occurring rarely. Was found in the Batmak on a marshy shore, along the Bettybulak stream.

Carex bohémica Schreb. 1772, Besch. Gräser, 2, 2: 52; Malyshev, 1990, in Flora of Siberia. 3: 68; *C. cyperoides* Murr. 1774, in L., Syst. Veg., ed. 13: 703; Polyakov, 1956, Flora of Kazakhstan. 2: 51.

Occurring rarely. In swampy birch forests, along the streams.

Carex buxbaumii Wahlenb. 1803, Sv. Vetensk. Ak. Nya. Handl. XXIV: 163; Polyakov, 1956, Flora of Kazakhstan. 2: 63.).

Occurring rarely. In swampy birch forests near the Svetly and Small Karasu lakes.

Carex canescens L. 1753, Sp. pl.: 874; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 53.

Occurring occasionally. Along swampy shores of lakes and streams.

Carex caryophyllea Latourr. 1785, Chlor. Lugd.: 27; 1990, Flora of Siberia. 3: 138. — *C. ruthenica* V. Krecz.; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 68.

Occurring very rarely. Quarters 40–41 of the Barmashinsky forestry, greenwood pine forest with an abundance of ferns.

Carex caespitosa L. 1753, Sp. pl.: 978; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 56.

Occurring usually. Along swampy shores of lakes and streams.

Carex chordorrhiza Ehrh. ex L. fil. 1781, Suppl.: 414; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 53. Occurring occasionally. Along the marshes, on the shores of lakes [7].

Carex diandra Schrank. 1781, Cent. Bot. Anmerk.: 49 et Act. Acad. Mogunt.: 57; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 51.

Occurring rarely. Along the swampy shores of the Small Karasu, Tasshalkar lakes, along the banks of a stream flowing into Small Chebachje lake.

Carex diluta M.Bieb. 1808, Fl. taur.-cauc. II: 388; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 74.

Occurring occasionally. In the Batmak along the shore of a dried lake, along the shores of Lake Katarkol.

Carex dioica L. 1753, Sp. pl.: 971; Malyshev, 1990, Flora of Siberia. 3: 61.

Occurring very rarely. The neighborhood of Small Karasu lake, the sphagnum swamp along the shore, quarter 3 of the Barmashinsky forestry.

Carex distans subsp. *Aspratilis* (V.I. Krecz.) Egor. Egorova, 1999, Sedges of Russia: 266; Malyshev, Flora of Siberia. 3: 128.

Occurring rarely. On the banks of a river of the lake Tasshalkar and the river Arykpay.

Carex disticha Huds. 1762, Fl. Andl. ed. I: 347; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 46.

Occurring rarely. On the shores of lake Tasshalkar and in a small swamp in the Karakistak.

Carex elata subsp. *Omskiana* (Meinsh.) Jalas. 1901, A. H. P. XVIII, 3: 340; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 56.

Occurring rarely. Was found on the Imanaevsky stream and along the shores of lake Svetly.

Carex elongate L. 1753, Sp. pl.: 973; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 52.

Occurring very rarely. Quarters 1–2. A spring in the Akylbajsky forestry.

Carex enervis C.A. Mey. 1833, in Ledb. Fl. Alt. IV: 209; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 55.

Occurring very rarely. Quatre 89 of the Zolotoborsky forestry, the coast of lake Tasshalkar.

Carex juncella (Fr.) Th.Fr. 1857, Bot. Notis.: 105; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 55.

Occurring very rarely. Quatre 134 of the Barmashinsky forestry, a birch and pine forest along the road.

Carex lasiocarpa Ehrh. 1784, Hannov. Magaz. IX: 132; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 78.

Occurring very rarely. The shore of Small Karasu lake, a sphagnum swamp, quarter 3 of the Barmashinsky forestry.

Carex leporine L. 1753, Sp. pl.: 973; Polyakov, 1958, in Flora of Kazakhstan. 2: 51; Egorova, 1999, Sedges...: 543. — *C. ovalis* Good: Malyshev, 1990, in Flora of Siberia. 3: 85.

Occurring very rarely. Borovsky forestry, a drying out Gromatuha river.

Carex limosa L. 1753, Sp. pl.: 977; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 58.

Occurring rarely. Along the moss swamps of the lakes Svetly and Small Karasu.

Carex loliacea L. 1753, Sp. pl.: 97; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 52.

Occurring rarely. In the moss swamps at the lakes Svetly and Small Karasu, along the Tasbulak and the nameless stream around Shchuchinsk (square 216 of the Barmashinsky forestry).

Carex magellanica subsp. *irrigua* (Wahlenb.) Hiit. 1933, SuomenKasvio: 161; Egorova, 1999, Sedges...: 358.

Occurring rarely. Was found on the western shore of lake Svetly [5].

Carex melanostachya M. Bieb. ex Willd. 1805, Sp. pl.: IV: 299; Polyakov, 1958, in Flora of Kazakhstan. 2: 76

Occurring rarely. In Batmak, along the road, birch forest.

Carex pediformis C.A. Mey. 1831, Mem. Ac. St. Petersburg. Sav. Etrang. I: 219; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 72

Occurring usually. In birch-pine and pine forests, steppe communities in the outputs of granites.

Carex praecox Schreb. 1771, Spic. fl. Lips.: 63, non Jacq.; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 47

Occurring occasionally. In sparse birch forests and their edges in the forest-steppe part of the park, was found in the mid-logs of the Shuchinsk hills.

Carex pseudocyperus L. 1753, Sp. pl.: 978; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 82.

Occurring rarely. In the marshy birch forest around the cordon Golden Bor (quatre 89 of the Zolotoborsky forestry) and along the river Gromatuha.

Carex rhynchophysa C.A. Mey. 1844 in Suppl. Index Sem. Hort. Bot. Petrop. 9: 9; Malyshev, 1990, Flora of Siberia. 3: 95.

Occurring rarely. Forest lakes [7].

Carex riparia Curtis. 1783, Fl. Lond. IV: 60; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 75.

Occurring occasionally. On the swampy shores of lakes Svbetly and Borovoy, on the river Arykpay, in Batmak along the shore of a dying out marsh.

Carex rostrata Stokes 1787. in With Bot. Arrang. Veg. Great. Brit. 2, 2: 1059; Malyshev, 1990, Flora of Siberia. 3: 96. — *C. inflata* Huds. 1762. Fl. Angl. Ed. I: 354; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 80.

Occurring usually. On the banks of water basins.

Carex secalina Willd. ex Wahlenb. 1803, Sv. Vetensk. Ak. Nya Handl. XXIV: 151; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 73.

Occurring occasionally. On open sandy shores of lakes Katarkol, Shchuchye and Small Chebachje.

Carex songorica Kar. & Kir. 1842, Bull. Soc. Nat. Mosc. XV: 525; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 76.

Occurring occasionally. On the swampy shores of lakes Katarkol and Tasshalkar, on the bank of a drying up swamp in Batmak.

Carex supina Willd. ex Wahlenb. 1803, Sv. Vetensk. Ak. Nya Handl. XXIV: 158; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 69.

Occurring usually. On rocky slopes of the hills, in pine forests.

Carex tomentosa L. 1767, Mant. I: 123; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 67.

Occurring very rarely. In Batmak, along the roads.

Carex vaginata Tausch. 1821, in Flora, 4: 557; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 71.

Occurring usually. In the marshy birch forests on the shores of Svetly, Borovoy, Small Karasu lakes, on the Imanaevsky and Tasbulak streams.

Carex vesicaria L. 1753, Sp. pl.: 979; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 82.

Occurring usually. On the shores of forest lakes, bogs, swampy lowlands.

Eleocharis acicularis (L.) Roemer et Schultes s. ctr. 1817, Syst. Veg. 2: 154; Bubnova, 1990, Flora of Siberia. 3: 26. — *Heleocharis acicularis* (L.) Roemer et Schultes; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan, 2: 26.

Occurring rarely. Shchuchye lakeshores [9].

Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult. 1817, Syst. Veg. 2: 151; Bubnova, 1990, Flora of Siberia. 3: 28. — *Heleocharis eupalustris* Linbd.; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 27.

Occurring occasionally. On the banks of water basins.

Eleocharis sareptana Zinserl. 1929 in Fl. S-E 3: 279; Bubnova, 1990, Flora of Siberia. 3: 30. — *Heleocharis fennica* Palla ex Kneuck, 1901, in Allg. Bot. Zietschr. Jahrg.: 212; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 32

Occurring very rarely. Quartre 89 of the Zolotoborsky forestry, the shore of Lake Tasshalkar.

Eriophorum gracile W.D.J. Koch. 1800, in Roth. Cat. II: 259; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 11.

Occurring very rarely. Quartres 1–2. A spring in the Akylbay forestry.

Eriophorum polystachyon L. 1753, Sp. pl.: 52; Timokhina, Bondareva, 1990, Flora of Siberia. 3: 14. — *E. angustifolium* Roth; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 10.

Occurring very rarely. Akylbay forestry, quarter 1, a swamped shore of a spring.

Rhynchospora alba (L.) Vahl. 1806, Enum. II: 236; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 34.

Occurring rarely. On turf marshes near Karas lake [5]. On sphagnum marshes and in swampy areas [4, 6].

Scirpus lacustris L. 1753, Sp. pl.: 48; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 17.

Occurring rarely. On the banks of the river Arykpay and Bettybulak, Imanay, Gromatuha streams.

Scirpus sylvaticus L. 1753, Sp. pl.: 61; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 15.

Occurring occasionally. On the Imanay stream, the shores of lakes.

Scirpus tabernaemontani C.C. Gmel. 1805, Fl.: 101; Polyakov, 1958, Flora of Kazakhstan. 2: 16.

Occurring occasionally. The shores of lakes Big and Small Chebachje, Katarkol.

Analyzing the presented materials, we should emphasize that the largest genus of the Cyperaceae family is *Carex* genus (36 species, 5.6 %). Most species of sedge grasses prefer moist, marshy biotopes which are frequent in the area under study. They are *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. disticha*, *C. elata* subsp. *omskiana*, *C. pseudocyperus*, *C. riparia*, *C. rostrata* widespread in the park on its marshy banks of streams, lakes, in marshy birch forests. *C. dioica*, *C. elongata*, *C. juncella*, *C. chordorrhiza*, *C. buxbaumii*, *C. vaginata* are frequent on sphagnum and grass swamps. *C. caryophyllea*, *C. supina*, *C. tomentosa*, *C. prae-cox* species grow in light pine forests, on edges and meadows. *C. pediformis* is found on steppe stony slopes

and granite outlets, *C. diluta*, *C. distans* subsp. *aspratilis*, *C. secalina*, *C. melanostachya* along the shores of salt lakes and damp saline meadows.

Analysis of the plants by their habitat type clearly shows the relationship of the flora of the studied region with the surrounding flora and partly allows to define migration routes of the species within the studied area [5]. Identification of habitats types was based on the analysis of modern species spread. When identifying the habitat types of the «Burabay» SNNP flora, we took the analysis principles of the central Kazakhstan hills steppe flora proposed by Z.V. Karamysheva and E.I. Rachkovskaya (1973). In the flora of Nature park there prevail Holarctic species with significant participation of Euro-Siberian species.

1. Cosmopolitan (pluri-regional) habitat type belongs to the plants found in many humid and arid botanical and geographical regions of the northern and southern hemisphere. Many coastal aquatic plants have cosmopolitan habitat: *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Carex canescens* L., *C. leporine* L. and *Eleocharis acicularis* (L.) Roem Schult.

2. Holarctic habitat type belongs to the species common in most areas (humid and arid) of the Holarctic.

A group of species with a holarctic habitat type in Burabay flora is the largest and has 15 species. Among them there is a large number of marshy types: *Carex buxbaumii*, *C. chordorrhiza*, *C. limosa*, *C. loliacea*, *Eriophorum gracile*, *E. polystachyon*, *Rhynchospora alba*.

3. Palearctic habitat type belongs to the species widely spread in humid areas of Eurasia and in special conditions of subarid and arid regions (in the steppes of Europe and Kazakhstan, in the mountains of Central Asia, the Mediterranean, Asia Minor). A group of Palearctic types in the nature park flora is also numerous (11 species). Ecologically and by a phytocenotic confinement Palearctic species are similar to Holarctic ones. Among them there are the species that prefer waterlogged habitats — *Carex acuta* L., *C. bohémica* Schreb., *C. cespitosa* L., *C. dioica* L., *C. disticha* Huds., *C. lasiocarpa* Ehrh., *C. secalina* Willd. ex Wahlenb., *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult., *Scirpus lacustris* L., *S. tabernaemontani* C.C. Gmel.

4. East Palearctic habitat type belongs to the species widespread throughout all humid and arid territories of North, East and Central Asia (mainly to the east from the Urals or from the western border of the Zavolzhsk-Kazakhstan geobotanical province).

Such species as *Carex pediformis* C.A. Mey is typical for steppe and petrophytic communities, *Carex songorica* Kar. & Kir. grows on saline soils on the shores of lakes.

5. Western Palearctic habitat type belongs to the species widespread in humid areas of Europe and Western Siberia, as well as in arid regions (in the Mediterranean, in the Balkans, in Asia Minor, in the steppes of the Black Sea-Kazakhstan subregion of the Eurasian steppe region).

The following coastal aquatic plants belong to the West Palearctic group: *Carex acutiformis* Ehrh., *C. juncella* (Fr.) Th. Fr., *C. riparia* Curtis, *Scirpus sylvaticus* L.

6. Euro-Siberian habitat type belongs to the species widespread in the boreal regions of Europe, Siberia, in the mountains of northern Mongolia and northern areas of the steppe region (in the east they are spread mainly till Angara-Sayan floristic region) Among Euro-Siberian types there are: Steppe *Carex praecox* Schreb and a forest type of *C. tomentosa* L., some species are typical of the swamps and marshy shores — *Carex elata* subsp. *omskiana* (Meinsh.) Jalas, *C. elongata* L., *C. vesicaria* L.

7. Mediterranean habitat type belongs to the species common in arid areas (Mediterranean Evergreen, Eurasian steppe, Sahara-Gobi desert). This habitat type is typical only for *Carex melanostachya* M. Bieb. ex Willd.

8. Pannon-Black Sea-Kazakhstan habitat type belongs to the species widespread in the Black Sea-Kazakhstan subregion of the Eurasian steppe region, sometimes they are found in the Middle Danube basin or have a more narrow habitat. A steppe type *Carex supina* Willd. ex Wahlenb belongs to this habitat type.

9. Zavolzhje-Kazakhstan habitat type belongs to the species found within the entire East Kazakhstan steppe province, in the mountains of Altai, East Kazakhstan, Central Asia, in the steppe islands of Eastern Siberia. This habitat type is typical only for *Carex distans* subsp. *aspratilis* (V.I. Krecz.) Egor.

10. Kazakhstan-Turan-Central Asia habitat type belongs to the species widespread in the steppes of Kazakhstan. Many of them are found throughout desert steppes, in the southern part of dry tipchak-feather grass steppes. There are few such species in the flora of the Bor massif. It is a coastal *Carex enervis* C.A. Mey., and the species found along the saline shores of lakes *Carex diluta* M. Bieb.

Thus, on the basis of the conducted research, we can claim that in the flora of SNNP «Burabay» a significant portion of species (34 species, 74 %) has extended habitats — cosmopolitan, holarctic, and palaeartic.

References

- 1 О государственном национальном природном парке «Бурабай»: постановление Правительства РК от 12 августа 2000 г. № 1246 // САПП Республики Казахстан. — 2000. — № 36/37, 427 ст.
- 2 Султангазина Г.Ж. Флора национального природного парка «Бурабай» / Г.Ж. Султангазина, И.А. Хрусталева, А.Н. Куприянов, С.М. Адекенов. — Новосибирск: Изд. СО РАН, 2014. — 242 с.
- 3 Флора Казахстана: в 2-х т. — Т. 2. Родовой комплекс флоры / М.С. Байтенов — Алматы: Ғылым, 2001. — 280 с.
- 4 Семенов В.Ф. Список и таблица распространения дикорастущих сосудистых растений в пределах бывшей Акмолинской области / В.Ф. Семенов // Тр. Сиб. ин-та сельск. хоз. и лесоводства. — 1928. — Т. 28, № 14. — С. 391–462.
- 5 Карамышева З.В. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана / З.В. Карамышева, Е.И. Рачковская. — Л.: Наука, 1973. — 276 с.
- 6 Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника / П.Л. Горчаковский. — М.: Наука, 1987. — 158 с.
- 7 Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана / Б.Ф. Свириденко. — Омск: Изд-во Омского гос. пед. ун-та, 2000. — 196 с.
- 8 Флора Казахстана: в 9-ти т. — Т. 1 / гл. ред. Н.В. Павлов. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956–1966.
- 9 Демченко Л.А. Водная растительность оз. Боровое / Л.А. Демченко // Тр. Гос. заповедника «Боровое». — Алма-Ата, 1948. — С. 52–62.

Г.Ж. Султангазина, Г.Қ. Шарипова

«Бурабай» табиғи паркінің флорасындағы *Cyperaceae*

Мақалада «Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағын зерттеу нәтижелері келтірілген (2010–2018 жж.). *Cyperaceae* тұқымдасы түрлерінің аннотацияланған тізімі келтірілген. Әр түрдің мекендейтін жерлерінің негізгі түрлері және кездесу жиілігі көрсетілген. «Бурабай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында *Cyperaceae* тұқымдасының 46 түрі өседі, бұл Қазақстандағы олардың жалпы санының 25,3 %-ын құрайды. *Cyperaceae* тұқымдасының ең ірі түрі — *Carex* туысы (36 түрі, 5,6 %). Қиякөлендер туысының көбісі зерттелетін аумақтағындай ылғалды, батпақты биотоптарда жақсы өседі. Бұған дәлел парк аумағында бұлақтардың, көлдердің батпақты жағалауларында, батпақты қайыңды жерлерде кеңінен *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. disticha*, *C. elata* subsp. *omskiana* кездесуі. Сфагналық және шөпті батпақтар үшін *C. dioica*, *C. elongata*, *C. juncella*, *C. chordorrhiza* тән. *C. caryophyllea*, *C. supina*, *C. tomentosa*, *C. praecox* ашық қарағайлы ормандарда, олардың шеттерінде, шалғындарда өседі. Ареал типтері бойынша өсімдіктерді талдаудың нәтижесі табиғи парктің флорасында еуросібірлік түрлердің қатысуымен кең ареалдық голарктикалық түрлердің басым екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: «Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, *Cyperaceae* тұқымдасы, *Carex* туысы, флора, ареал, популяция, қиякөлендер.

Г.Ж. Султангазина, Г.К. Шарипова

Cyperaceae во флоре природного парка «Бурабай»

В статье приведены результаты исследования территории Государственного национального природного парка «Бурабай» (2010–2018 гг.). Дан аннотированный список видов семейства *Cyperaceae*. Указаны основные типы местообитаний каждого вида и частота встречаемости. На территории Государственного национального природного парка «Бурабай» произрастает 46 видов семейства *Cyperaceae*, что составляет 25,3 % от их общего числа в Казахстане. Самый крупный род семейства *Cyperaceae* — род *Carex* (36 видов, 5,6 %). Большинство видов осок предпочитают сырые, заболоченные биотопы, которые хорошо представлены на исследуемой территории. Это широко распространенные на территории парка *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. disticha*, *C. elata* subsp. *omskiana*, которые встречаются по заболоченным берегам ручьев, озер, в заболоченных березняках. Для сфагновых и травяных болот характерны *C. dioica*, *C. elongata*, *C. juncella*, *C. chordorrhiza*. Виды *C. caryophyllea*, *C. supina*, *C. tomentosa*, *C. praecox* растут по светлым сосновым лесам, по опушкам, на лугах. Анализ растений по типам ареалов наглядно показывает, что во флоре природного парка преобладают широкоареальные голарктические виды при значительном участии евросибирских видов.

Ключевые слова: Государственный национальный природный парк «Бурабай», семейство *Cyperaceae*, род *Carex*, флора, ареал, популяция, осоковые.

References

- 1 O hosudarstvennom natsionalnom prirodnom parke «Burabay»: postanovleniie Pravitelstva RK ot 12 avhusta 2000 hoda № 1246. [On the State National Nature park «Burabay»: Governmental decision, August 12, 2000 № 1246]. (2000). *SAPP Respubliki Kazakhstan — Collection of government decrees of Republic of Kazakhstan*, 36(37), 427 st. [in Russian].
- 2 Sultangazina, G.Zh., Hrustaleva, I.A., Kupriyanov, A.N., & Adekenov, S.M. (2014). *Flora natsionalnogo prirodnoho parka «Burabay» [Flora of «Burabay» National Nature park]*. Novosibirsk: Izd. SO RAN [in Russian].
- 3 Baytenov, M.S. (2001). *Flora Kazakhstana. T. 2. Rodovoy kompleks floryi [Flora of Kazakhstan. Vol. 2. Generic complex of flora]*. (Vols. 1–2, Vol. 2). Almaty: Gylym [in Russian].
- 4 Semenov, V.F. (1928). Spisok i tablitsa rasprostraneniia dikorastushchikh sosudistykh rastenii v predelakh byvshei Akmolinskoi oblasti [List and table of the wild vascular plants spread within the former Akmola region]. *Trudy Sibirskoho instituta selskoho hoziaistva i lesovodstva — Proceedings of the Siberian Institute of Agriculture and Forestry*, 28, 14, 391–462 [in Russian].
- 5 Karamysheva, Z.V. (1973). *Botanicheskaia heohrafiia stepnoi chasti Tsentralnoho Kazakhstana [Botanical geography of the steppe part of Central Kazakhstan]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 6 Gorchakovskii, P.L. (1987). *Lesnye oazisy Kazakhskoho melkosopochnika [Forest Oases of the Kazakh Upland]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 7 Sviridenko, B.F. (2000). *Flora i rastitelnost vodoemov Severnoho Kazakhstana [Flora and vegetation of the ponds of Northern Kazakhstan]*. Omsk: Izdatelstvo Omskoho hosudarstvennoho pedahohicheskoho universiteta [in Russian].
- 8 Pavlov, N.V. (Eds.). *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1956–1966). (Vols. 1–9). Alma-Ata: Izdatelstvo Akademii nauk KazSSR [in Russian].
- 9 Demchenko, L.A. (1948). Vodnaia rastitelnost oz. Borovoie [Aquatic vegetation of lake Borovoe]. *Trudy hosudarstvennoho zapovednika «Borovoe» — Proceedings of the State reserve «Borovoe»* (pp. 52–62). Alma-Ata [in Russian].

Қ.А. Нұрлыбаева, А.М. Айтқұлов, М.А. Мұқашева, Г.Ж. Мұқашева

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан
(E-mail: kunduz09@mail.ru)*

Центильді шкаланы қолдана отырып Қарағанды облысының бастауыш мектеп жасындағы балалардың шашындағы химиялық элементтердің құрамын бағалау

Мақалада биологиялық үлгіге арналған центильді шкаланы қолдана отырып Қарағанды облысының бастауыш мектеп жасындағы балалардың шашындағы химиялық элементтердің құрамы қарастырылған. Зерттелген балаларда мырыш тапшылығы анықталды, ол тіпті орташа дәрежеде иммундық жүйеге әсер етуі мүмкін. Т-лимфоциттер, инфекциямен күресетін ақ қан жасушалары, ағзадағы мырыш қоры төмен болғанда қалыпты жұмыс істей алмайды. Сондықтан мырыш тапшылығы бар адамдарға инфекцияны жеңуге көп уақыт қажет. Зерттеу көрсеткендей, минерал тапшылығы бар адамдардың мырыш қоспаларын қабылдағанда олардың қан жүйесіндегі Т-лимфоциттер саны артады және осы жасушалардың инфекциямен күресу қабілеті жақсарды. Кадмийдің артық болуы мырыш тапшылығын тудырады және күшейтеді, балалар ағзасындағы микроэлементті гомеостаздың ауытқуын бағалауда даусыз, себебі Қарағанды облысында тұратын балаларға қоршаған ортаның химиялық ластағыштарының әсеріне жоғары сезімталдық тән. Тыныс алу органдары ауруларының даму жиілігінің ұлғаюына байланысты мырыш, мыс және хром тапшылығы анықталды. Балалардағы шаштың микроэлементтік құрамын талдау нәтижесінде жалпы заңдылығы — эссенциалды микроэлементтердің тапшылығы байқалды.

Кілт сөздер: шаш, химиялық элементтер, инфекция, Т-лимфоциттер, микроэлементтер, иммундық жүйе, қоршаған орта.

Қазіргі ғылыми зерттеулерге сәйкес, әрбір патологияда элементтік тұрғыда белгілі бір ауытқулар тән [1, 2]. Ұқсас «элементтік жағдай» патогенезде жеке элементтердің тікелей қатысуымен қандай да бір ауру өтетін фон ретінде көрсетіледі, ал деформацияланған минералды алмасу ауруларының дамуына өз үлесін қосады. Ағзаға улы микроэлементтердің (қорғасын, сынап, никель, кадмий) аз мөлшерде ұзақ уақыт бойы түсуі және жинақталуы ағзалардың қалыпты жұмыс істеуін бұзатын және адам денсаулығын нашарлауына әкеп соғады [3, 4].

Биоүлгілердегі химиялық элементтер құрамының нормативтік көрсеткіштерін белгілеу үшін центильді шкалаларды қолдану кеңінен таралған. Бұл тәсіл химиялық элементтердің құрамын, таралу заңына қарамастан, деректерді статистикалық өңдеуді жүргізуге және ағзадағы зат алмасу процестеріне әсер етудің көп факторлығын ескеруге мүмкіндік береді. Мысалы, ауруды бақылау орталығының мамандары (CDC, АҚШ, 2003) популяцияға тән жоғарғы деңгей ретінде биологиялық материалдағы көптеген химиялық элементтердің құрамының 95 центілінің мәнімен есептеуді таңдайды [1, 5, 6]. Ресейде шаштағы бірқатар химиялық элементтер құрамының биологиялық рұқсат етілген деңгейлері (БРД) қолданылады, бұл биоүлгілердегі химиялық элемент құрамының нақты көрсеткішінің аурудың пайда болуымен байланысты дәлелдемесі, ал осы деңгейден тыс шығуды бейімделу механизмдерінің үзілу көрсеткіші және жоғары сырқаттанушылық қатерінің көрсеткіші ретінде қарастыру керек [7]. Осы зерттеуде алынған химиялық элементтердің шаш құрамындағы абсолютті мәндер центильді көрсеткіштер бойынша сараланған [5, 7, 8] (1-кесте) 3, 5, 10, 25, 75, 90, 95 бастап 97 центилерге дейін. 3-тен 10 центильге дейін, бұл «диагностика тобы» деп аталатын,

төменгі шамалар аймағы, әдетте, дені сау балаларда 7 % жағдайда; 10-нан 25 центильге дейін — «орташадан төмен» шама аймағы сау балаларда 15 % жағдайда кездеседі. 25-тен 75 центильге дейін орташа шаманың аумағы, дені сау адамдарда (балаларда) 50 % жағдайда кездеседі [1, 2, 6]. 75-тен 90 центильге дейін — «орташадан жоғары» шама аймағы дені сау балаларда 15 % жағдайда ұшырасады, «назар аудару тобы» деп аталады, онда денсаулық жағдайында басқа ауытқулар болған жағдайда дәрігерге кеңес беру көрсетілген. Жоғары көлемдегі аймақ дені сау балаларда кездеседі, бір жерде 7 % жағдайда, бұл 90-нан 97 центильге дейін. 97 центильден өте жоғары көлемдегі аймақ, дені сау балаларда 3 %-дан артық емес жағдайда кездеседі.

1 - кесте

6–8 жастағы балалардың шашында шартты уытты элементтер мен эссенциалды химиялық элементтер (мкг/г) құрамының ортаға таралуы

Центилдер	Центилды интервалдардың мәндерінің сипаттамасы	Металдар					
		Pb	Cd	As	Zn	Cu	Cr
3	Өте төмен	–	–	0,08	72	6,0	0,3
5	Төмен	0,1	–	0,09	80	6,5	0,4
10	Төмендеу	–	–	0,10	81	7,0	0,5
25	Төменнен сәл жоғары	0,26	0,01	0,15	100	7,1	0,5
75	Орта	1,00	0,17	0,2	104	7,4	0,9
90	Жоғары	2,00	0,26	–	–	7,5	1,3
95	Жоғары	3,30	–	–	–	–	1,34
97	Өте жоғары	6,90	–	–	–	–	1,5

Балалардың шашындағы шартты уытты элементтер мен эссенциалды химиялық элементтер құрамының центилды таралуын бағалау жасына сәйкес келетін физиологиялық көрсеткіштер 25–75 центиль шегінде екенін анықтады. 90–97 центиль шегінде (90–97 жоғары, қорғасынның, мыстың, хромның жоғары және өте жоғары құрамы). 3–10 центиль шегіндегі көрсеткіштер (орташадан төмен — 10, 3 — өте төмен) барлық өмірлік қажетті элементтерде (мыс, мырыш, хром) анықталған.

Алынған мәндерді орталық бөлумен салыстыру қатер тобының мөлшерін анықтауға мүмкіндік берді. Ұқсас жағдай [7–9], балалардағы эссенциалды микроэлементтердің шаштағы төменгі деңгейі 25 центильге сәйкес келеді. Бұл дәлел шартты эссенциалды элементтердің артық құрамының әсеріне балалар ағзасының тұрақсыздығы туралы куәландырады. Жүргізген биологиялық мониторинг нәтижесінде біз бұрын ұсынылған эссенциалды микроэлементтер тапшылығымен ұштасатын өнеркәсіптік аумақтар жағдайында бала ағзасының ксенобиотиктерінің едәуір техногендік жүктемесі туралы болжамды растадық [9], адам ағзасының тіршілік әрекеті барлық биохимиялық процестерді реттеуге қатысатын аса маңызды металдар мен микроэлементтерді қамтамасыз ететіндігін тағы да дәлелдеп, қоршаған ортадағы токсиканттардың аз шоғырлануының да халық үшін әлеуетті қауіптілігін атап көрсетеді [10–12].

Осылайша, тексерілген балаларда мырыш тапшылығы байқалады, ол тіпті орташа дәрежеде иммундық жүйеге әсер етуі мүмкін. Т-лимфоциттер, инфекциямен күресетін ақ қан жасушалары, ағзадағы мырыш қоры төмен болғанда қалыпты жұмыс істей алмайды. Сондықтан мырыш тапшылығы бар адамдарға инфекцияны жеңуге көп уақыт қажет. Зерттеу көрсеткендей [4], мырыш қоспаларын осы минералдың тапшылығы бар адамдарға қабылдағанда олардың қан жүйесіндегі Т-лимфоциттер саны артады және осы жасушалардың инфекциямен күресу қабілеті жақсарады. Кадмийдің артық болуы мырыш тапшылығын тудырады және күшейтеді [12]. Ата-аналарға сауалнама жүргізу, амбулаторлық карталарды талдау кезінде алынған статистика мәліметтерінің, «тыныс алу мүшелерінің аурулары» класының құрылымы Қарағанды облысының балалар тұрғындарының аурушандығы, зертханалық зерттеу әдістерінің нәтижелерінің көмегімен барлық тексерілген балаларды топтастыру жүргізілді. 1, 2-жиынтық кестелерде шаштағы химиялық элементтердің артық жиналуы мен тапшылығының «тыныс алу мүшелерінің аурулары» класының арасында байланыстары берілген.

Соңғы 50 жылда Ресейде, АҚШ-та және басқа елдерде адам ағзасындағы қорғасынның құрамын бағалау және денсаулық жағдайында қандай да бір ауытқулардың айқындылық дәрежесі бойынша ірі зерттеулер жүргізілді. Осы зерттеулердің нәтижелері бірқатар ресейлік жұмыстарда егжей-тегжейлі сипатталған ДДҰ және түрлі мемлекеттердің денсаулық сақтау министрліктерімен қабылданған

АҚШ ауруларды бақылау агенттігінде әзірленген бағалау шкалалары болды [1, 4, 13–16]. Б.А. Ревичтің мақалаларында АҚШ-тағы ауруларды бақылау орталығымен оны анықтау әдістерін жүйелегеннен кейін алынған балалардың қанындағы қорғасынның құрамы туралы нақты деректер берілген, автор металлургиялық өндірісі бар қалаларда балалардың биологиялық материалындағы қорғасынның және кадмийдің мөлшері қазіргі уақытта тіркелгені айтарлықтай жоғары екендігін, этилденген бензинге тыйым салынған және металлургиялық өндірістердің шығарындысы төмендеген АҚШ-та, Германияда және басқа елдерде балалардың қанындағы қорғасынның орташа деңгейі айтарлықтай жоғары екендігін атап өтті. Егер биоматериалда ауыр металдардың бар-жоғын қарастыруды жалғастырса, онда мектеп жасына дейінгі балалардың контингентін зерттей отырып, қорғасынның құрамының 1 мкг/дл-ға артуын атап өту қажет, қанда қорғасынның болуы баланың зияткерлік дамуының 1/4 балға төмендеуіне әкеледі, ал теріс салдарлар 15 жыл бұрын балалық шағында зардап шеккен адамдарда әртүрлі ауру белгілерінің байқалуымен нақтылануы мүмкін [2, 9]. Бұл факт АҚШ-та шамамен 1200 долларға бағаланып отыр, 1 балаға шаққанда қандағы қорғасын концентрациясының 1 мкг/дл-ға артуына алып келетін залал ретінде қарастырылып отыр. Ресейде 0,4 млн балада қандағы қорғасын мөлшері тек 1 мкг/дл-ге ғана рұқсат етілген деңгейден асады, бұл ел үшін экономикалық шығын шамамен 0,5 млрд АҚШ долл. құрайды [2].

Балалар организміндегі микроэлементті гомеостаздың ауытқуын бағалаудағы зерттеулердің өзектілігі даусыз, себебі Қарағанды облысында тұратын балаларға қоршаған ортаның химиялық ластағыштарының әсеріне жоғары сезімталдық тән. Тыныс алу органдары ауруларының даму жиілігінің ұлғаюына байланысты мырыш, мыс және хром тапшылығы анықталды [13, 14]. Балалардың шаштың микроэлементтік құрамын талдау нәтижесінде жалпы эссенциалды микроэлементтердің тапшылығы байқалады (2-кесте).

2 - кесте

«Тыныс алу мүшелерінің аурулары» класының ауруларымен балалардың шашындағы химиялық элементтердің тапшылығы мен артық құрамының байланысы

«Тыныс алу мүшелерінің аурулары» аурушандық класы	Артық	Тапшылық
Аллергиялық ринит	–	Cu, Zn, Cr
Бадамша без бен аденоидтардың созылмалы аурулары	Pb	Zn
Қолқа демікпесінің белгілері	–	Zn, Cu

Қарағанды облысында тұратын балалардың биосубстраттарындағы микроэлементтік жағдайдың артық немесе тапшылығын зерттеу бүгінгі таңда қоршаған ортаның ластануының ықтимал қауіптілігін анықтау үшін өзекті болып отыр. Экспозициялық тестілердің нәтижелері шаштағы металдардың құрамы туралы сандық деректерге негізделген, олардың жинақталуының физиологиялық, шекті және сыни деңгейлері туралы әдебиеттер мәліметтерімен салыстыра отырып, сондай-ақ өзінің параллельді бақылауының шамаларымен қоршаған ортадағы санитарлық-гигиеналық жағдайды бағалау үшін қосымша ақпараттық көрсеткіш ретінде пайдалануға болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Скальный А.В. Адаптационные нарушения и микроэлементы / А.В. Скальный // Активационная терапия в системе медицинской реабилитации лиц опасных профессий / В.Е. Преображенский, И.Б. Ушаков, К.В. Лядов. — М.: Паритет Граф, 2000. — С. 112–145.
- 2 Ревич Б.А. Опыт воздействия свинца на состояние здоровья детей г. Белово / Б.А. Ревич, А.А. Быков, С.М. Ляпунов и др. // Медицина труда и промышленная экология. — 1998. — № 12. — С. 25–43.
- 3 Гигиенические критерии состояния окружающей среды. — Вып. 3. Свинец. — Женева: ВОЗ, 1980. — 193 с.
- 4 Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. — М., 2004. — 215 с.
- 5 Laboratory Testing for the Diagnosis of HIV Infection: Updated Recommendations [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/23447>.
- 6 Use of the Determine HIV 1/2 Ag/Ab Combo Test with Serum or Plasma in the Laboratory Algorithm for HIV Diagnosis [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/48472>.
- 7 Скальный А.В. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека / А.В. Скальный, А.В. Есенин // Токсикологический вестн. — 2006. — № 6. — С. 16–23.

8 Nisar Ahmad Nisar. Experimental study on the effect of vitamin C administration on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activity in rats exposed to chlorpyrifos and lead acetate / Nisar Ahmad Nisar, Mudasir Sultana, Hina Ashraf Waiz // *Vet. World.* — 2013. — No. 6(8). — P. 46–59.

9 Ревич Б.А. Свинец в биосубстратах жителей промышленных городов / Б.А. Ревич // *Гигиена и санитария.* — 1990. — № 7. — С. 28–33.

10 Legrand Melissa. Biomonitoring of mercury exposure with single human hair strand / Legrand Melissa, Passos Carlos José Sousa, Mergler Donna, Chan Hing Man // *Environ. Sci. and Technol.* — 2005. — Vol. 39, No. 12. — P. 4594–4598.

11 Salin E. Induction heating-electrothermal vaporization for direct mercury analysis of a single human hair by atomic fluorescence and atomic absorption spectrometry / E. Salin, D. Duford, J. Lafleur, R. Lam, C. Skinner // *ICP Inf. Newsletter.* — 2006. — Vol. 32, No. 7. — P. 685.

12 Rafati Rahimzadeh M. Cadmium toxicity and treatment: An update / Rahimzadeh M. Rafati, S. Kazemi // *Caspian J. Intern. Med.* — 2017. — Summer, 8(3). — P. 135–145.

13 Захарченко М.П. Проблема гигиенической диагностики эндоэкологического статуса на основе дисбиотических явлений / М.П. Захарченко, В.М. Добрынин, М.М. Захарченко // *Донозологическая диагностика.* — 2004. — № 6. — С. 50–53.

14 Захарченко М.П. Диагностика эндоэкологического статуса на основе значений объектов окружающей среды / М.П. Захарченко // *Донозологическая диагностика.* — 2010. — № 7. — С. 56–59.

15 Журба О.М. Содержание металлов в волосах детей Ямало-Ненецкого автономного округа / О.М. Журба, В.С. Рукавишников, А.В. Меринов // *Международ. журн. прикл. и фундамент. исследований.* — 2015. — № 4, ч. 1. — С. 175–177.

16 Скальный А.В. Референтные значения химических элементов в волосах, полученные методом ИСПС / А.В. Скальный // *Микроэлементы в медицине.* — 2003. — № 4(1). — С. 55–60.

К.А. Нурлыбаева, А.М. Айтқұлов, М.А. Мукашева, Г.Ж. Мукашева

Оценка содержания химических элементов в волосах детей младшего школьного возраста Карагандинской области с применением центильной шкалы для биологического образца

В статье рассмотрено содержание химических элементов в волосах детей младшего школьного возраста Карагандинской области с применением центильной шкалы для биологического образца. У обследованных детей обнаружился дефицит цинка, который даже в средней степени может затрагивать иммунную систему. Т-лимфоциты, белые клетки крови, которые борются с инфекцией, не могут нормально функционировать при низких запасах цинка в организме. Поэтому людям с дефицитом цинка требуется больше времени, чтобы справиться с инфекцией. Исследование показало, что при приеме добавок цинка людьми с дефицитом этого минерала у них возрастает количество Т-лимфоцитов в кровеносной системе и улучшается способность этих клеток бороться с инфекцией. Избыток кадмия вызывает и усиливает дефицит цинка, в оценке отклонений микроэлементного гомеостаза в детском организме неоспоримо, так как для детей, проживающих в Карагандинской области, характерна высокая чувствительность к воздействию химических загрязнителей окружающей среды. Определены дефициты цинка, меди и хрома, которые связаны с увеличением частоты развития болезней органов дыхания. В результате анализа микроэлементного состава волос у детей наблюдается общая тенденция — дефицит эссенциальных микроэлементов.

Ключевые слова: волосы, химические элементы, инфекция, Т-лимфоциты, микроэлементы, иммунная система, окружающая среда.

K.A. Nurlybaeva, A.M. Aitkulov, M.A. Mukasheva, G.Zh. Mukasheva

Assessment of the content of chemical elements in the hair of children of primary school age of Karaganda region with the use of a centile scale for a biological sample

In the article the content of chemical elements in the hair of children of primary school age of Karaganda region with the use of a centile scale for a biological sample is considered. In the examined children zinc deficiency was found, which even to an average degree can affect the immune system. T-lymphocytes, white blood cells that fight infection, cannot function normally at low zinc stores in the body. Therefore, people with zinc deficiency need more time to cope with the infection. The study showed that when zinc supplementation is taken by people with deficiency of this mineral, they increase the number of T-lymphocytes in the blood system and improve the ability of these cells to fight infection. The excess of cadmium causes and enhances zinc deficiency, in assessing of the deviations of trace element homeostasis in the child's body is undeniable, as for children living in Karaganda region, is characterized by high sensitivity to chemical pollu-

tants of the environment. Deficiencies of zinc, copper and chromium, which are associated with an increase in the incidence of respiratory diseases, were determined. As a result of the analysis of the trace element composition of hair of children there is a general trend — a deficit of essential trace elements.

Keywords: hair, chemical elements, infection, T-lymphocytes, trace elements, immune system, environment.

References

- 1 Skalnyi, A.V. (2000). Adaptatsionnye narusheniya i mikroelementy [Adaptive disorders and trace elements]. *Aktivatsionnaya terapiya v sisteme meditsinskoi reabilitatsii lits opasnykh professii — Activation therapy in the system of medical rehabilitation of persons of dangerous professions* (Comp. V.E. Preobrazhenskii, I.B. Ushakov, K.V. Liadov). Moscow: Paritet Graf [in Russian].
- 2 Revich, B.A., Bykov, A.A., & Liapunov, S.M., et al. (1998). Opyt vozdeistviya svintsya na sostoianie zdorovia detei h. Belovo [Experience of the impact of lead on the health of children in Belovo]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya — Occupational medicine and industrial ecology*, 12, 25–43 [in Russian].
- 3 *Higienicheskie kriterii sostoianiya okruzhaiushchei sredy. Svinets [Hygienic criteria for the state of the environment. Lead]*. (1980). (3rd ed.). Geneva [in Russian].
- 4 Skalnyi, A.V. (2004). *Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka [Chemical elements in human physiology and ecology]*. Moscow [in Russian].
- 5 Laboratory Testing for the Diagnosis of HIV Infection: Updated Recommendations. *stacks.cdc.gov*. Retrieved from <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/23447>.
- 6 Use of the Determine HIV 1/2 Ag/Ab Combo Test with Serum or Plasma in the Laboratory Algorithm for HIV Diagnosis. *stacks.cdc.gov/view*. Retrieved from <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/48472>.
- 7 Skalnyi, A.V., & Yesenin, A.V. (2006). Monitorin i otsenka riska vozdeistviya svintsya na cheloveka i okruzhaiushchuiu sredu s ispolzovaniem biosubstratov cheloveka [Monitoring and risk assessment of human and environmental exposure to lead using human biosubstrates]. *Toksikologicheskii vestnik — Toxicological bulletin*, 6, 16–23 [in Russian].
- 8 Nisar Ahmad Nisar, Mudasir Sultana, & Hina Ashraf Waiz. (2013). Experimental study on the effect of vitamin S administration on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activity in rats exposed to chlorpyrifos and lead acetate. *Vet. World*, 6, 8, 46–59.
- 9 Revich, B.A. (1990). Svinets v biosubstratakh zhitelei promyshlennykh horodov [Lead in biosubstrates of residents of industrial cities]. *Higiya i sanitariya — Hygiene and sanitation*, 7, 28–33 [in Russian].
- 10 Legrand Melissa, Passos Carlos José Sousa, Mergler Donna, & Chan Hing Man. (2005). Biomonitoring of mercury exposure with single human hair strand. *Environ. Sci. and Technol.*, 39, 12, 4594–4598.
- 11 Salin, E., Duford D., Lafleur, J., Lam, R., & Skinner, C. (2006). Induction heating-electrothermal vaporization for direct mercury analysis of a single human hair by atomic fluorescence and atomic absorption spectrometry. *ICP Inf. Newslette*, 32, 7, 685.
- 12 Rafati Rahimzadeh M., Caspian, J & Kazemi, S. (2017). Cadmium toxicity and treatment: An update. *Caspian J. Intern. Med. Summer*, 8, 3, 135–145.
- 13 Zakharchenko, M.P., Dobrynin, V.M., Zakharchenko, M.M., & Zakharchenko, V.M. (2004). Problema higienicheskoi diahnostiki endoekologicheskogo statusa na osnove disbioticheskikh yavlenii [The problem of hygienic diagnostics of endoecological status on the basis of dysbiotic phenomena]. *Donozologicheskaya diahnostika — Prenosological diagnostics*, 6, 50–53 [in Russian].
- 14 Zakharchenko, M.P. (2010). Diahnostika endoekologicheskogo statusa na osnove znachenii ob'ektov okruzhaiushchei sredy [Diagnosis of endoecological status based on the values of environmental objects]. *Donozologicheskaya diahnostika — Prenosological diagnosis*, 7, 56–59 [in Russian].
- 15 Zhurba, O.M., Rukavishnikov, V.S., & Merinov, A.V. (2015). Soderzhanie metallov v volosakh detei Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruha [The content of metals in the hair of children of the Yamal-Nenets Autonomous district]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy — International journal of applied and fundamental research*, 4, 1, 175–177 [in Russian].
- 16 Skalnyi, A.V. (2003). Referentnye znacheniya khimicheskikh elementov v volosakh, poluchennye metodom ISPS [Reference values of chemical elements in hair obtained by ISPS]. *Mikroelementy v meditsine — Trace elements in medicine*, 4, 1, 55–60 [in Russian].

A.S. Dinmukhamedova¹, Sh.K. Yeleupayeva¹, R.I. Aizman²

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

²*Novosibirsk State Pedagogical University, Russia*

(E-mail: a_a_shynar@mail.ru)

Some features of water-salt metabolism of kidneys of children and their effects on the urinary system

In the review article the basic structures and peculiarities of water and salt metabolism of kidneys, the normal development of the growing organism, the impact of the environment and habitat as well as the effect of the physical and chemical composition of daily drinking water. Kidneys ensuring the release of up to 80 % of water-soluble products formed in the process of metabolism and exogenous substances, are involved in regulating the stability of the concentration of osmotically active substances (osmoregulation), the volume of body fluids (volumetric regulation), the concentration of individual ions (ion regulation) and acid-base equilibrium, being thus the main homeostatic organ. Along with this, the metabolic role of kidneys is shown in the metabolism of proteins, fats and carbohydrates, as well as their importance in the synthesis of biologically active substances and hormones affecting erythropoiesis, blood pressure regulation, calcium metabolism, etc. Only one kidney function will be discussed — its participation in the regulation of water-salt homeostasis in children of different ages. There are many factors that prevent this complicated process from developing normally in young children, particularly in hygienic and sanitary levels. In this regard, currently the infectious diseases of the urogenital system are especially prevalent in young children.

Keywords: volumetric regulation, osmoregulation, ion regulation, metabolism, homeostasis, kidneys, water-salt metabolism, protein, carbohydrates, lipids, urinary tract infection (UTI).

Human body, along with organic substances (proteins, carbohydrates, lipids) contains inorganic substances — water and nutrients that are not sources of energy, but their role for the life of the body is quite important. The concepts of water-salt and mineral metabolism are ambiguous. As known, 65 % of the human body consists of water, and even a small loss of water leads to serious health problems. Hygienic water inventory is not limited to its physiological role. A large amount of water is necessary for sanitary and household purposes. Water can play a hygienic role only if it has the necessary qualities that are characterized by its organoleptic properties, chemical composition and nature of the microflora. Now tap water contains chemical, organic and other compounds and cannot be considered drinking without prior purification. In the territory of Kazakhstan, almost all reservoirs are subject to anthropogenic and technogenic influence. The presence of salmonella, pathogenic *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, viruses and many other pathogens in the water can lead to intestinal diseases; in addition, the risk to human health is associated with the presence in water of toxic chemicals (phenols, petroleum products, compounds of copper, zinc, iron, cadmium, cobalt, molybdenum, arsenic, nickel, lead, dichlorodiphenyltrichloroethane, nitrates, nitrites, formaldehyde, chlorine, cyanides, fluorides, etc.), exceeding MPC. Extremely high levels of water pollution are noted in different regions. The predominant pollutants of water reservoirs are phenols, petroleum products, easily oxidized organic compounds, surfactants, nitrates, nitrites, iron, copper, manganese, and zinc. Although it complies with all hygienic standards, these elements in the water will inevitably lead to many infectious diseases, which can adversely affect the normal functioning of the water and salt circulation in the kidneys after entering the body of young children [1].

Methodology

The tissues and organs of a child's body contain significantly more water than an adult. At birth, the water content is 80 %, children of the first five years contain 70 % of body weight. During physiological weight loss (in the first days after birth), the child loses water (8.7 % of body weight) by evaporation during breathing, from the skin surface, with urine and meconium. Removal of water by evaporation is 52–75 % in total. Children have a large body surface and kidney immaturity [2]. Extraneous water loss in children is 1 ml per 1 kg of body weight per hour (for adults — 0.45 ml/kg). Water loss by perspiration is up to 30 ml/kg. With age there is a change in the content of intracellular and extracellular fluid (Table).

Table

The content of the total amount of water (%) and the ratio in the distribution of the liquid depending on age

Indicator	Newborn	1–6 months	6 months – 1 year	1–5 years	Adult
Total amount of water	75–80	70	70	60–65	60–65
Intracellular	30–40	30	35	35–40	40–45
Extracellular					
Interstitial	32–44	34,5	30	25	17
Plasma	6	5,5	5	5	5

Physical and chemical properties of water. The main functions of water in the body.

1. An indispensable nutritional factor (a person dies after losing 12–25 % of water).
2. Universal solvent of organic and inorganic substances (being a neutral medium, water does not alter the chemical properties of the substances dissolved in it; ensures their dissociation and thus the activation of a number of biomolecules).
3. The basis of the internal environment of the body (2/3 of the body weight of an adult is water).
4. Structural component of tissues (most functioning tissues contain more water).
5. Takes part in the structural organization of biomembranes and their bases — a double lipid layer in which the hydrophilic surfaces of each monolayer interact with water.
6. Performs the role of hydrate shell of biopolymers and cellular organelles (for example, the interaction of water with proteins ensures their conformation).
7. Transport role — the transfer of substances both within the cell and in the surrounding extracellular space, between the organs.
8. Participation in biochemical reactions (hydrolysis, redox).
9. Regulation of osmotic pressure (isosmia).
10. Maintaining body temperature (isothermia); water evaporation by the skin is a device for maintaining a constant body temperature.
11. Maintaining the ion environment (pH).
12. Mechanical (weakens friction between articular surfaces, ligaments, muscles) [2, 3].

Results and discussion

Features of children's water-salt metabolism. A distinctive feature of water-salt metabolism of young children is greater release of water with exhaled air (in the form of water vapor) and through the skin (up to half of the total amount of water introduced into the body of a child) compared to adults. Water loss during breathing and evaporation from the surface of the baby's skin is 1.3 g/kg body weight per 1 hour (adults' — 0.5 g/kg body weight per 1 hour). The daily need for water of a child of the first year is 100–165 ml/kg, which is 2–3 times higher than the need for water of adults. Daily diuresis of a child aged 1 month is 100–350 ml, 6 months — 250–500 ml, 1 year — 300–600 ml, 10 years — 1000–1300 ml. In the first year of a child's life the relative value of its daily diuresis is 2–3 times higher than that of adults. In young children the so-called physiological hyperaldosteronism is noted, which is obviously one of the factors determining the distribution of intracellular and extracellular fluid in the children's body (up to 40 % of all water in young children falls on extracellular fluid, about 30 % — on intracellular, with a total relative water content in the body of a child 65–70 %; in adults, extracellular fluid accounts for 20 %, intracellular — 40–45 % with a total relative water content of 60–65 %). The composition of electrolytes of extracellular fluid and blood plasma in children and adults do not differ significantly, only in newborns there is a slightly higher content of potassium ions in the blood plasma and a tendency to metabolic acidosis. Urine in newborns and infants may be almost completely devoid of electrolytes. In children under age of 5, excretion of potassium in the urine usually exceeds sodium excretion, by about age of 5, the renal excretion of sodium and potassium levels out (about 3 mmol/kg body weight). In older children, sodium excretion exceeds the excretion of potassium: 2.3 and 1.8 mmol/kg body weight, respectively. When breastfed, the child of the first half of year receives the right amount of water and salt from mother's milk, but the growing need for minerals makes it necessary to introduce additional quantities of liquid and complementary foods as early as the 4th-5th month of life. While treating intoxication in infants, when a large amount of fluid is injected into the body, there is a risk of water poisoning. Treatment of water intoxication in children is not fundamentally different from the treatment of water intoxication in adults. The system of regulation of water-salt metabolism in children is

more labile than in adults, which can easily lead to its disturbances and significant fluctuations in the osmotic pressure of extracellular fluid. Children react to restriction of drinking water or excess salt intake with the so-called salt fever. Hydro ability of tissues in children determines their tendency to develop a symptom complex of dehydration (exsiccosis). The most severe disorders of water-salt metabolism in children occur in diseases of the gastrointestinal tract, neurotoxin syndrome, and adrenal pathology. In older children, water-salt metabolism is particularly severely disturbed by nephropathy and circulatory failure [4, 5].

Body's need for water. The body's need for water depends on: age, intensity of metabolic processes, physical activity, the functional state of the kidneys, body temperature and the environment, the nature of nutrition. Absorption of water occurs throughout the gastrointestinal tract, most of it is reabsorbed in the small intestine. The main ways of entry and removal of water from the body are shown in Figure.

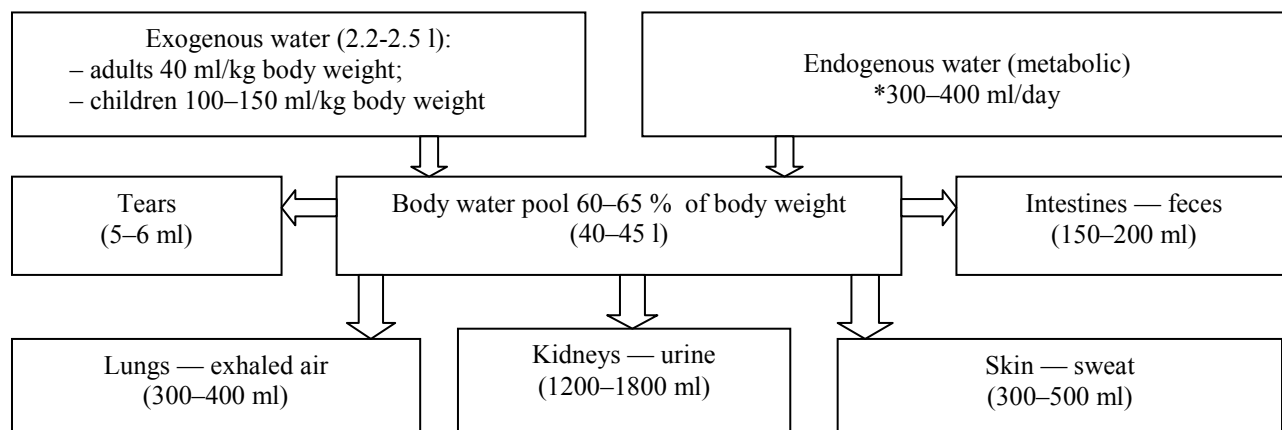


Figure. The main ways of entry and removal of water from the body are shown, body water pool

The amount of endogenous (metabolic) water depends on the nature of the decomposing substrate: thus, upon oxidation of 100 g of fat 107 ml of water are formed, 100 g of protein — 41 ml of water, 100 g of carbohydrates — 55 ml of water.

In childhood, water metabolism is more intense than in adults. In young children, there is a high permeability of cell membranes, and the fixation of fluid in the cells and the intercellular space is weak. In a child, the volumes of chloride (extracellular water) and inulin space (labile water) are almost the same and make up 41 and 40 % of body weight, respectively (in an adult — 26.4 % and 16 %). In children, water metabolism is labile due to the mobility of extracellular water. During dehydration (loss of fluid) there is a significant decrease in both extra- and intracellular fluid. The children's need for water is much higher than in adults: from 10 days of life to 5 years is 130–150 ml/kg body weight.

Sodium. The sodium content in the serum of the newborn is the same as in the mother's blood (≈ 142 mmol/l). The intracellular sodium content in children is higher, which is associated with the maturation processes of the «sodium pump» in the cells.

Potassium. In newborns, the potassium content is up to 6.6 mmol/l. The content of potassium in the blood of more than 6 mmol/l is dangerous for the life of children older than 1 month. Daily need for potassium is higher than in adults. The lack of potassium in the children's body retards the growth and development of the child.

Calcium. Enters the fetus transplacentally through active transport. In the last months of pregnancy, up to 100–150 mg of calcium per kg of fetus weight is daily supplied. The body of the newborn contains 30 g of calcium. Up to 4 months there is a rapid growth and mineralization of bone tissue. To ensure this process, the child needs to receive 500 mg of calcium daily. The children's body of the first year contains calcium of 400 mmol/kg body weight. The calcium content in the blood of full-term newborns is 2.25–2.45 mmol/l, the first year and older is 2.5–2.8 mmol/l. In healthy children, 0.1–0.3 g/day of calcium is excreted in the urine; much of it is excreted with feces.

Magnesium. Every day, the fetus receives 3–4 mg of magnesium. The concentration of magnesium in serum is 0.66–0.99 mmol/l, 2/3 of magnesium is in ionized form. Hypomagnesaemia in children is manifested by increased neuromuscular excitability, prolonged diarrhea. Hypomagnesaemia is observed in children receiving large doses of vitamin D.

Phosphorus. Enters the fetus against the concentration gradient. The concentration of phosphorus in the blood serum of the first year child is 1.29–2.26 mmol/l, from 2 to 4 years — 0.65–1.62 mmol/l.

The age-related features of calcium, magnesium and phosphorus metabolism are determined by the state of the neuroendocrine regulation of homeostasis and bone tissue mineralization.

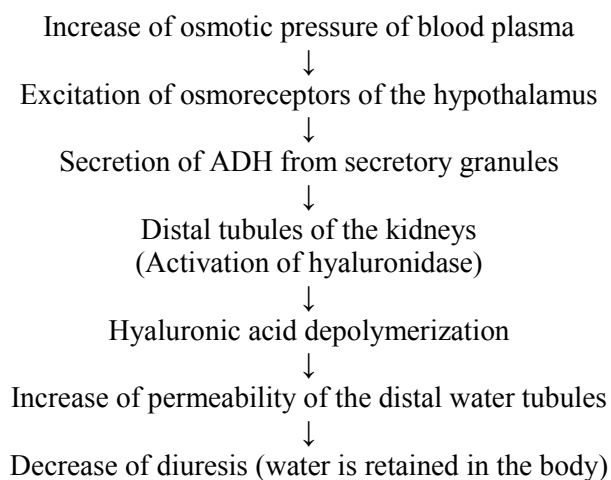
The effect of antidiuretic hormone and aldosterone on the body of a child of the first year is significantly less expressed than in children older than 1 year.

Humoral regulation and violation of water-salt metabolism. The main hormones involved in the humoral regulation of water-salt metabolism are antidiuretic hormone, aldosterone, atrial natriuretic factor and renin — angiotensin system.

Antidiuretic hormone (vasopressin). It is synthesized in the supraoptic and paraventricular nuclei of the hypothalamus, it is transported to the neurohypophysis along the supraopticohypophysial tract, from which it is secreted into the blood. By chemical nature, it refers to the hormones of the protein-peptide nature, it is a nanopeptide. Target organs are vessels, distal tubules of the kidneys. The mechanism of action is membrane-intracellular. It is responsible for osmoregulation and fluid volume, regulates water balance, has a vasoconstrictor effect, regulates the functioning of the cardiovascular system [6].

Effects of antidiuretic hormone (ADH):

1) antidiuretic hormone (interacts with V_2 -receptors in the renal tubules, increases the level of cAMP, phosphorylates proteins, increases the permeability of membranes to water and its reabsorption):



2) regulation of blood pressure (interacts with V_1 -receptors of smooth muscle cells in blood vessels, increases the concentration of calcium in the cells, causes muscle contraction, vasoconstriction and high blood pressure);

3) participates in memory mechanisms, namely in fixing memory, mobilizing information.

Conclusion

Kidney and urinary tract diseases are common in children. The main contingent of the neurological department — patients with infection of the urinary system (pyelonephritis, cystitis); children suffering from glomerulonephritis, interstitial nephritis, disorders of water-salt metabolism. An important part of the treatment of diseases of the kidneys and urinary tract are diet, water and salt regimen.

The problem of urinary tract infection (UTI) in children continues to be one of the most pressing in pediatric nephrology, since this group of diseases takes first place in the structure of nephropathy, significantly exceeding the prevalence of glomerulonephritis and other kidney damages. In the early 90s of the last century, UTI was considered to be the main unrecognized threat to a child's health, since the latent course of pyelonephritis (PN) was found in 2–20 % of cases, and asymptomatic bacteriuria — in approximately 1–2 % of healthy girls. These data led to the excessive use of invasive methods of diagnosis and treatment of UTI with the aim of preventing the development of chronic renal failure. Over the past two decades, circumstances have changed. Currently, it is considered that only some cases of UTI are a serious or life-threatening problem; surgical treatment is indicated for a small number of children with recurrent UTI and structural urinary tract anomalies that can be surgically corrected.

At the present stage, the problem of urological infections is one of the big issues, because of the tendency to increased frequency of diseases of the urinary tract.

Peculiarities of urinary tract infections are determined not only by medical but also by socio-economic significance of the problem.

The causative agent of urinary tract infections is microflora colonizing the periurral area. They are mainly conditional-pathogenic microorganisms belonging to the family of enterobacteria, including the intestinal stick which is the first.

Список литературы

- 1 Эльпинер Л.И. Медико-экологические подходы к интегральному управлению водными ресурсами / Л.И. Эльпинер // Гигиена и санитария. — 2016. — Т. 2, № 5. — С. 15–18.
- 2 Кузнецова А.А. Водно-солевой обмен и функции почек у детей при целиакии и хроническом гастродуодените / А.А. Кузнецова, М.О. Ревнова, Ю.В. Наточин // Педиатрия. — 2015. — Т. 2, № 5. — С. 27–31.
- 3 Айзман Р.И. Формирование функции почек и водно-солевого обмена в онтогенезе / Р.И. Айзман // Научный проект возрастной физиологии. — 2017. — С. 108–118.
- 4 Ильин Ф.Е. Экологический мониторинг питьевой и поверхностных вод Иртыша и Тобола / Ф.Е. Ильин, Ю.А. Даринский // Экология человека. — 2017. — Т. 1, № 1. — С. 281–290.
- 5 Герасев А.Д. Анализ механизма действия цеолита Шивыртуйского месторождения на водно-солевой обмен и функцию почек: автореф. дис. ... д-ра биол наук: 03.00.04 — «Биохимия», 03.00.13 — «Физиология» / А.Д. Герасев. — Новосибирск, 2016. — 47 с.
- 6 Айзман Р.И. Методика комплексной оценки здоровья учащихся общеобразовательных школ: моногр. / Р.И. Айзман. — НГУ, 2008. — Т. 1. — 124 с.

А.С. Динмухамедова, Ш.К. Елеупаева, Р.И. Айзман

Балалар бүйрегіндегі су мен тұз алмасуының кейбір өзгешеліктері мен олардың зәр шығару жүйесіне әсері

Шолу мақалада балалар бүйрегінің су мен тұз алмасуының негізгі құрылымы мен ерекшеліктеріне кеңінен тоқтала отырып, өсіп келе жатқан ағзаның қалыпты дамуына қоршаған орта мен тұрғылықты мекен ету жері мен күнделікті қоректеніп отырған судың физика-химиялық құрамының әсері кеңінен қозғалады. Бүйрек метаболизм үдерісінде, экзогендік заттардан пайда болған 80 %-ға дейін суда еритін өнімдердің бөлініп шығуына, осмотикалық белсенді заттар концентрациясын, ағзадағы сұйық заттардың көлемін және қышқылды-сілтілі органдың тепе-теңдігін реттеуін негізгі гомеостатикалық мүше болып табылады. Осыған байланысты ақуыздың, майлар мен көмірсулардың ауысуына, сонымен қатар наэритропозге әсер ететін биологиялық белсенді заттар мен гормондар синтезінің негізі ретінде, қан қысымының қалыпты жүруіне, кальцийдің метаболизмі және тағы басқаларына бүйрек зат алмасудың негізгі рөлін атқарушы ретінде көрсетілген. Мақалада бүйректің бір ғана функциясы — әртүрлі жастағы балалардағы су мен тұз алмасуының қалыпты гомеостазды талқыланады. Осы күрделі үдерістің жас балалар ағзасы қалыпты деңгейде дамуына кедергі келтіретін көптеген факторлар, әсіресе гигиеналық және санитарлық деңгейлер алуантүрлі. Осыған байланысты қазіргі кезде, әсіресе жас балалардың зәр шығару жүйесінің инфекциялық ауру түрлері кеңінен етек алып келеді.

Кілт сөздер: волюморегуляция, осморегуляция, ионорегуляция, метаболизм, гомеостаз, бүйрек, су мен тұз айналымы, ақуыз, көмірсулар, майлар, зәр шығару жүйесінің инфекциясы.

А.С. Динмухамедова, Ш.К. Елеупаева, Р.И. Айзман

Некоторые особенности водно-солевого обмена почек у детей и их влияние на мочевыводительную систему

В обзорной статье рассмотрены основные структуры и особенности водно-солевого обмена почек, нормальное развитие растущего организма, воздействие окружающей среды и среды обитания, а также влияние физико-химического состава суточной питьевой воды. Почки, обеспечивая выделение до 80 % водорастворимых продуктов, образующихся в процессе обмена веществ и экзогенных веществ, участвующих в регуляции стабильности концентрации осмотически активных веществ (осморегуляция), объема жидкостей организма (объемная регуляция), концентрацию отдельных ионов

(ионная регуляция) и кислотно-основное равновесие, являются, таким образом, основным гомеостатическим органом. Наряду с этим, метаболическая роль почек проявляется в метаболизме белков, жиров и углеводов, а также их значении в синтезе биологически активных веществ и гормонов, влияющих на эритропоэз, регуляцию артериального давления, обмен кальция и др. Авторами обсуждена только одна функция почки — ее участие в регуляции водно-солевого гомеостаза у детей разного возраста. Многие факторы, способствующие развитию этого сложного процесса нормального развития тела маленького ребенка, особенно разнообразны в гигиене и санитарии. В связи с этим в настоящее время инфекционные заболевания мочеполовой системы особенно распространены у маленьких детей.

Ключевые слова: волноморегуляция, осморегуляция, ионоорегуляция, метаболизм, гомеостаз, почки, водно-солевой обмен, белки, углеводы, жиры, инфекции мочевой системы (ИМС).

References

- 1 Elpiner, L.I. (2016). Mediko-ekologicheskie podkhody k intehralnomu upravleniu vodnymi resursami [Medical and environmental approaches to integrated water resources management]. *Higiiena i sanitariia — Hygiene and sanitation*, 2, 5, 15–18 [in Russian].
- 2 Kuznetsova, A.A., Revnova, M.O., & Natochin, Yu.V. (2015). Vodno-solevoi obmen i funktsii pochek u detei pri tseliakii i khronicheskom gastroduodenite [Water-salt metabolism and renal function in children with coeliac disease and chronic gastroduodenitis]. *Pediatriia — Pediatrics*, 2, 5, 27–31 [in Russian].
- 3 Aizman, R.I. (2017). Formirovanie funktsii pochek i vodno-solevogo obmena v ontogeneze [Formation of renal function and water-salt metabolism in ontogenesis]. *Nauchnyi proekt vozrastnoi fiziologii — Scientific project of age physiology*, 1, 108–118 [in Russian].
- 4 Ilyin, F.E., & Darinsky, Yu.A. (2017). Ekologicheskii monitorinh pitevoi i poverkhnostnykh vod Irtysha i Tobola [Environmental monitoring of drinking and surface waters of the Irtysh and Tobol]. *Ekologia cheloveka — Human Ecology*, 1, 1, 281–290 [in Russian].
- 5 Gerasev, A.D. (2016). Analiz mekhanizma deistviia tseolita Shivyrtuiskoho mestorozhdeniia na vodno-solevoi obmen i funktsiiu pochek [Analysis of the mechanism of action of zeolite of the Shivyrtuyskoye field on water-salt metabolism and kidney function]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Novosibirsk [in Russian].
- 6 Aizman, R.I. (2008). *Metodika kompleksnoi otsenki zdorovia uchashchikhsia obshcheobrazovatelnykh shkol [Methods of comprehensive assessment of the health of students in secondary schools]*. (Vol. 1). Novosibirsk [in Russian].

Э.Ж. Имашев

*Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан
(E-mail: imashev_edik@mail.ru)*

Оценка территориального развития производственной инфраструктуры Западно-Казахстанской области

Основой функционирования хозяйствующей системы региона является производственная инфраструктура, территориальное развитие которой позволяет эффективно использовать ресурсы территории, сформировать оптимальную территориально-отраслевую структуру хозяйства и конкурентоспособную экономику. В связи с этим в статье проводится оценка территориального развития производственной инфраструктуры Западно-Казахстанской области на основе анализа статистической информации за 2009–2015 гг. и картографических материалов в разрезе административных районов. Западно-Казахстанская область характеризуется ярко выраженными территориальными диспропорциями в размещении объектов производственной инфраструктуры с высоким показателем их износа. Оценка показала, что более 95 % основных средств области локализована на 4,2 % площади территории с центрами в городах Уральске и Аксае. Относительно других по уровню территориального развития производственной инфраструктуры выделяются северные административные районы (кроме Таскалинского района). Для эффективной территориальной организации хозяйства необходимо разработать приоритетные направления развития производственно-инфраструктурной базы административных районов, расположенных на юге, западе, юго-западе и востоке Западно-Казахстанской области.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область, производственная инфраструктура, территориальное развитие, транспортная инфраструктура, основные фонды, территориальное размещение, протяженность, территориальная плотность, степень износа, уровень развития, административные районы.

Введение

В экономико-географических исследованиях понятие «инфраструктура» трактуется как совокупность сооружений, зданий, дорог и систем, т.е. имущественной части основных фондов, обеспечивающей материальные условия для нормального воспроизводственного процесса. Из этого следует, что инфраструктура не может быть перемещена из одного региона в другой, возможно только постепенное ее развитие в границах определенного пространства. Благодаря этим свойствам инфраструктура и все ее составные части и элементы становятся тесно связанными с территорией и со всеми процессами ее экономического развития, формируя облик территории [1].

Производственная инфраструктура, как важная составная часть инфраструктурной системы территории, выполняет главную производственную функцию в экономике и обеспечивает устойчивые связи между хозяйствующими субъектами. Без надлежащего функционирования производственной инфраструктуры невозможно сформировать эффективную территориальную организацию хозяйства. Уровень развитости производственной инфраструктуры территории выступает одним из главных факторов повышения конкурентоспособности хозяйства. Опережающее развитие производственной инфраструктуры выступает одним из главных факторов повышения производительности труда, вовлечения большего количества природных ресурсов и её рационального использования, ускоренного роста объемов производства с высокой добавленной стоимостью, углубления специализации хозяйства.

Западно-Казахстанская область (ЗКО) имеет свои особенности в территориальном развитии производственной инфраструктуры, так как область характеризуется большой площадью (151,3 тыс. кв. км), низкой плотностью населения (по состоянию на 1 января 2016 г. — 4,2 человека 1 кв. км) [2, 9], асимметрией в хозяйственном освоении территории. Все эти аспекты определяют необходимость проведения оценки территориального развития производственной инфраструктуры для эффективного планирования территориальной организации хозяйства и населения ЗКО.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является производственная инфраструктура ЗКО. Информационной базой исследования послужили статистические данные Департамента статистики Западно-Казахстанской области, Управления пассажирского транспорта и автомобильных дорог Западно-Казахстанской области, Западно-Казахстанского филиала РГП на ПХВ «Казахавтодор», АО «КазТрансОйл» Западный филиал Уральское нефтепроводное управление, АО «Интергаз Центральная Азия» филиал Управления магистральных газопроводов «Уральск», АО «Западно-Казахстанская распределительная электросетевая компания» за 2009–2015 гг., картографические материалы и информация в сети Интернет.

При исследовании использованы методы научной абстракции, анализа и синтеза, индукции и дедукции, аналогии и сравнения, системный и логический подходы. Применялись сравнительно-географический, математический, статистический, описательный, картографический и другие методы исследования.

Оценка территориального развития производственной инфраструктуры осуществлялось на основе использования показателей стоимости, износа и обновления материальных основных фондов (основных средств), протяженности и плотности транспортной сети (магистральные железные дороги, автомобильные дороги, трубопроводы, внутренние водные пути, линий электропередач).

Результаты исследования и их обсуждение

На территории ЗКО за 2009–2014 гг. наблюдается развитие производственной и социальной инфраструктуры. Балансовая (за вычетом износа) стоимость основных средств области увеличилась на 38,8 % и в 2014 г. составила 1661,0 млрд. тенге [3, 9; 4, 8]. Развитие было достигнуто за счет превышения показателя обновления над коэффициентом ликвидации, что позволило, в свою очередь, снизить степень износа основных средств ЗКО. За указанный период показатель коэффициента обновления основных средств изменялся от 7,0 % в 2009 г. до 16,2 % в 2011 г. (в 2014 г. составлял 15,0 %), тогда как коэффициент ликвидации варьировал в пределах 0,2 % (2009 г.) — 1,2 % (2012 г.). Данная положительная тенденция позволила улучшить состояние материальных основных фондов ЗКО (степень износа основных средств снижается с 44,6 % до 30,2 %) (рис. 1) [3, 11, 12; 4, 10, 11]. При этом необходимо отметить, что на территории ЗКО сохраняется высокий уровень износа основных средств — это не позволяет быстрыми темпами наращивать производство продукции в отраслях хозяйства.



Примечание. Составлен автором по [3, 11, 12; 4, 10, 11]

Рисунок 1. Динамика коэффициентов обновления и ликвидации, степени износа основных средств ЗКО за 2009–2014 гг.

Большую часть инфраструктурной системы ЗКО формирует производственная инфраструктура. В ЗКО за рассматриваемый период удельный вес производственной инфраструктуры снижается с 91,3 до 87,8 %, что свидетельствует о более динамичном развитии других видов инфраструктур (социальной, рыночной, инновационной, институциональной). Как показано в таблице 1, более 75 % основных средств приходится на промышленный комплекс, доля которого в общей структуре области также уменьшилась. По удельному весу группа отраслей горнодобывающей промышленности является ведущим элементом в инфраструктурной системе области.

Среди видов экономической деятельности за 2009–2014 гг. в общей стоимости основных средств области увеличивается доля транспорта и складирования, электроснабжения, подачи газа, пара и воздушного кондиционирования, информации и связи, водоснабжения, канализационной системы, контроля над сбором и распределением отходов. Не изменился удельный вес сельского, лесного и рыбного хозяйства, а доля горнодобывающей промышленности и разработки карьеров, обрабатывающей промышленности, строительства снижается (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Динамика удельного веса производственной инфраструктуры в структуре основных средств ЗКО за 2009–2014 гг., %

Вид экономической деятельности	2009 г.	2012 г.	2014 г.
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	0,6	0,5	0,6
Промышленность	80,4	81,1	75,2
– горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	74,7	76,2	69,2
– обрабатывающая промышленность	4,4	2,7	2,8
– электроснабжение, подача газа, пара и воздушное кондиционирование	1,0	1,6	2,2
– водоснабжение, канализационная система, контроль над сбором и распределением отходов	0,3	0,6	1,0
Строительство	2,8	1,9	2,4
Транспорт и складирование	6,6	4,5	8,4
Информация и связь	0,9	1,0	1,2

Примечание. Составлена автором по [3, 52; 4, 12–15].

На территории ЗКО за 2009–2014 гг. балансовая (за вычетом износа) стоимость производственной инфраструктуры выросла с 837,1 млрд тенге до 1323,4 млрд тенге (на 36,8 %), а степень износа увеличилась с 35,2 до 36,1 % [3, 65–77; 4, 27–54], т.е. тенденция обновления производственных объектов отстает от их износа. Во всех видах экономической деятельности, участвующих в производственном процессе, наблюдается рост балансовой (за вычетом износа) стоимости материальных фондов. В промышленности области данный рост составил 34,0 %. Увеличение степени износа основных средств наблюдается в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, обрабатывающей промышленности, строительстве, телекоммуникации и связи. Относительно более быстрый темп ввода новых материальных фондов и процесса обновления способствовало снижению показателя износа основных средств в горнодобывающей промышленности и разработке карьеров, электроснабжении, подаче газа, пара и воздушного кондиционирования, водоснабжении, канализационной системе, контроле над сбором и распределением отходов, транспорте и складировании. В промышленном комплексе ЗКО прослеживается положительная тенденция снижения износа материальных фондов (табл. 2).

По состоянию на 2014 г. самые высокие показатели степени износа основных средств имеют следующие виды экономической деятельности, получившее развитие в ЗКО: строительство; обрабатывающая промышленность; сельское, лесное и рыбное хозяйство; информация и связь. В этих видах экономической деятельности степень износа материальных фондов превышает 40 %, что определяет плачевное состояние производственной инфраструктуры и снижает экономическую эффективность работы предприятий в данных отраслях хозяйства области (табл. 2).

**Изменение балансовой (за вычетом износа) стоимости и степени износа
производственной инфраструктуры ЗКО за 2009–2014 гг.**

Вид экономической деятельности	Балансовая (за вычетом износа) стоимость, млрд тенге		Степень износа, %	
	2009 г.	2014 г.	2009 г.	2014 г.
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	3,5	37,2	32,9	45,3
Промышленность	727,6	1102,5	37,4	32,5
– горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	698,6	1018,9	42,2	32,5
– обрабатывающая промышленность	17,4	32,3	36,8	46,8
– электроснабжение, подача газа, пара и воздушное кондиционирование	9,0	34,1	39,7	27,0
– водоснабжение, канализационная система, контроль над сбором и распределением отходов	2,6	17,2	31,0	23,8
Строительство	18,3	27,2	41,5	48,4
Транспорт и складирование	77,9	141,8	26,4	22,7
Информация и связь	9,8	14,7	31,2	42,0

Примечание. Составлена автором по [3, 65–77; 4, 27–54].

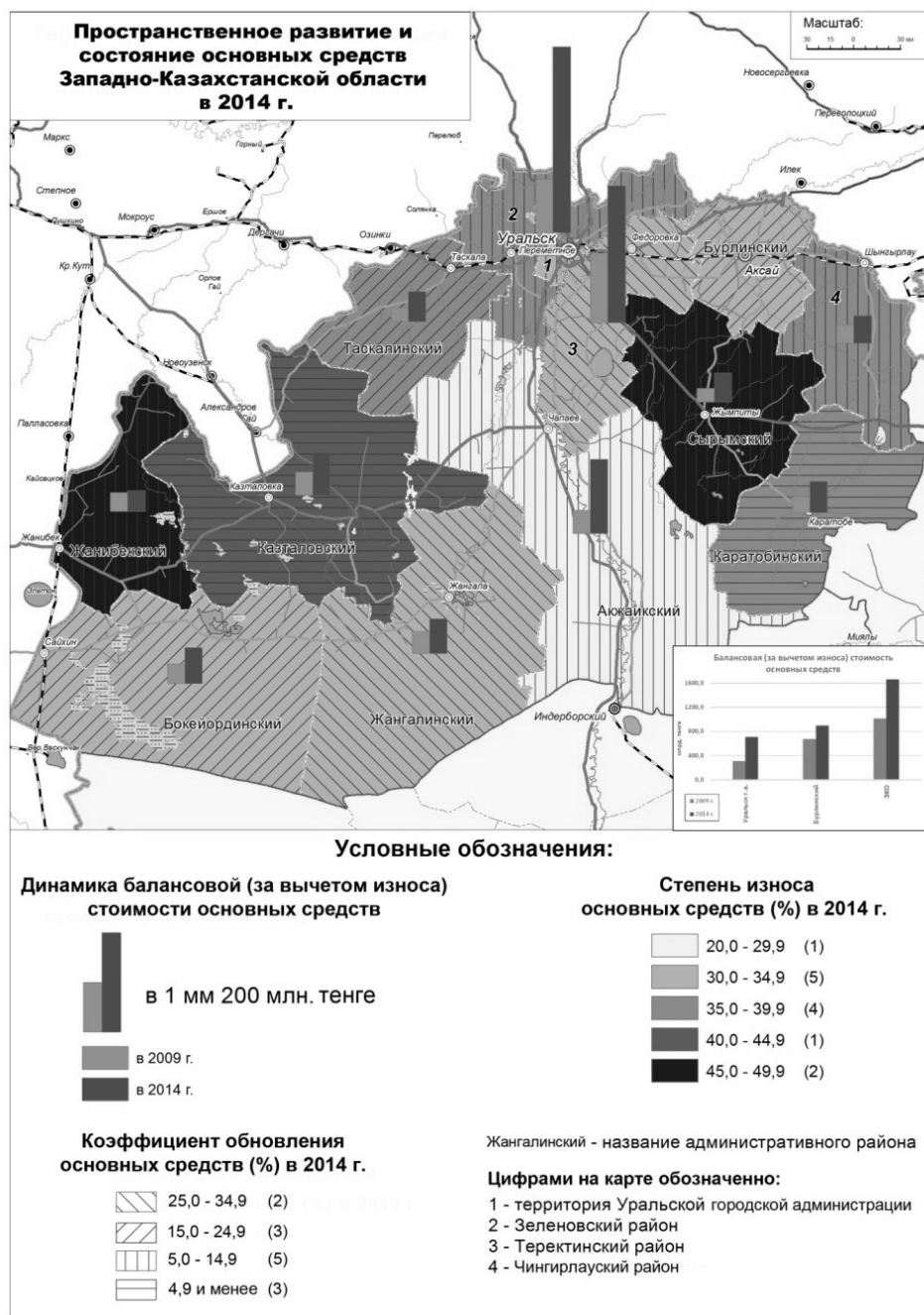
Оценка пространственного развития и территориальной структуры производственной инфраструктуры ЗКО возможна только на основе использования общей стоимостной статистической информации об основных средствах, так как отсутствуют количественные показатели, а именно стоимость материальных фондов по видам экономической деятельности в разрезе административных районов области.

За 2009–2014 гг. во всех административных районах ЗКО наблюдается развитие основных средств, что свидетельствует об увеличении балансовой (за вычетом износа) стоимости материальных фондов. По темпам роста балансовой (за вычетом износа) стоимости основных средств выделяются Зеленовский, Акжайикский, Таскалинский, Сырымский районы и территория Уральской городской администрации, где стоимость увеличилась более чем на 50 %. Минимальное значение увеличения балансовой (за вычетом износа) стоимости основных средства имеет Жанибекский район — 11,1 % (рис. 2).

В размещении материальных фондов ЗКО прослеживаются четко выраженные территориальные диспропорции. В 2014 г. в Бурлинском районе и на территории Уральской городской администрации, занимающие 4,2 % площади ЗКО, было локализовано 96,6 % материальных фондов области. Концентрация основных средств в этих 2 территориально-административных единицах есть следствие локализации (53,4 % населения области) и функционирования городской системы расселения населения, относительно высокая степень экономической освоенности территорий. С большим отставанием по удельному весу в балансовой (за вычетом износа) стоимости основных средств области следуют Зеленовский (1,0 %) и Теректинский (0,7 %) районы. На остальные 9 административных районов, занимающих 85,7 % территории области, приходилось лишь 1,7 % основных средств ЗКО (табл. 3, рис. 2).

Расчет территориальной плотности балансовой (за вычетом износа) стоимости основных средств показал, что в ЗКО на 1000 кв. км площади в 2014 г. приходилось 11,0 млрд. тенге. Рассмотрение данного показателя в разрезе административных районов области показывает самую высокую территориальную плотность материальных фондов на территории Уральской городской администрации. С большим отставанием выделяется Бурлинский район, где территориальная плотность основных средств значительно выше среднеобластного показателя. По сравнению с другими административными районами (кроме выше названных) Зеленовский и Теректинский районы имеют более благоприятное размещение материальных фондов (табл. 3).

Данные, приведенные в таблице 3, показывают, что такой уровень развития территориально-инфраструктурной системы области позволяет обеспечивать функционирование более 6 тысяч хозяйствующих субъектов и учреждений. Как и следовало ожидать, по количеству хозяйствующих субъектов и учреждений лидируют территория Уральской городской администрации, Бурлинский и Зеленовский районы.



Примечание. Составлен автором по [3, 9; 4, 8–11]

Рисунок 2. Пространственное развитие и состояние основных средств ЗКО в 2014 г.

Наблюдается территориальная дифференциация по обновлению и износу основных средств ЗКО. В 2014 г. по коэффициенту обновления материальных фондов в группу с наилучшими показателями входили Теректинский и Жангалинский районы. Наименьшее значение коэффициента обновления основных средств имели Чингирлауский, Каратобинский и Казталовский районы. В 12 административных районах области степень износа материальных фондов превышал 30 % и только в Акжайкском районе данный показатель составлял 28,7 %. Относительно лучшее состояние основных средств в Жангалинском, Бурлинском, Теректинском районах и на территории Уральской городской администрации. В Чингирлауском, Зеленовском, Каратобинском и Таскалинском районах степень износа материальных фондов превышает 35 %. Высокую изношенность имеют основные средства Казталовского района. Наихудшее состояние характерна основным средствам, размещенных в Сырымском и Жанибекском районах (рис. 2).

Т а б л и ц а 3

Территориальное размещение материальных фондов ЗКО по состоянию на 2014 г.

Название административного района	Удельный вес в балансовой (за вычетом износа) стоимости основных средств, %	Территориальная плотность балансовой (за вычетом износа) стоимости основных средств, млрд. тенге на 1000 кв. км	Количество действующих хозяйствующих субъектов и учреждений, юрид. лиц
Акжаикский	0,4	0,2	242
Бокейординский	0,2	0,2	112
Бурлинский	54,1	160,4	606
Жангалинский	0,2	0,1	154
Жанибекский	0,1	0,2	110
Зеленовский	1,0	2,2	343
Казталовский	0,2	0,2	231
Каратобинский	0,2	0,3	119
Сырымский	0,1	0,2	183
Таскалинский	0,2	0,3	134
Теректинский	0,7	1,5	243
Чингирлауский	0,1	0,3	145
Территория Уральской городской администрации	42,5	1008,9	3602
ЗКО	100	11,0	6224

Примечание. Составлена автором по [3, 9; 4, 8; 5; 6, 201].

Транспортная инфраструктура является составной частью производственной инфраструктуры, которая обеспечивает взаимосвязь и функционирование всех элементов территориальной социально-экономической системы. Уровень пространственного развития транспортной инфраструктуры определяет особенности территориальной организации хозяйства и социальной сферы региона. Транспортная инфраструктура непосредственно участвует в цепочке создания стоимости производимой и реализуемой продукции, играя консолидирующую и связующую роль между поставщиками сырья, производителями и потребителями продукции.

На территории ЗКО получили развитие линейные объекты железнодорожного, автомобильного, трубопроводного, речного, авиационного транспортов и линий электропередач (ЛЭП). Под влиянием группы природно-ресурсных и социально-экономических факторов сложилась территориальная дифференциация уровня развития транспортной инфраструктуры области.

Т а б л и ц а 4

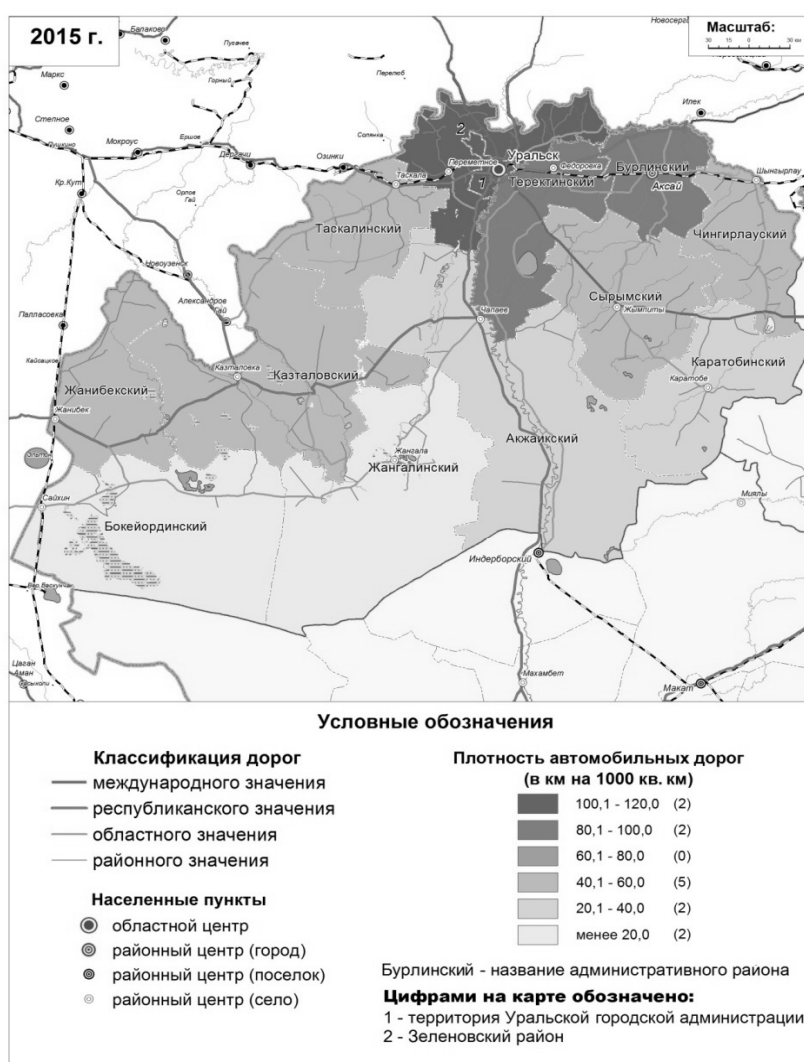
Обеспеченность административных районов ЗКО железными дорогами по состоянию на 2015 г.

Название административного района	Протяженность, км	Плотность, км на 1000 кв. км
Акжаикский	0,0	0,0
Бокейординский	67,2	3,5
Бурлинский	86,5	15,4
Жангалинский	0,0	0,0
Жанибекский	31,2	3,8
Зеленовский	49,0	6,6
Казталовский	0,0	0,0
Каратобинский	0,0	0,0
Сырымский	0,0	0,0
Таскалинский	54,3	6,7
Теректинский	63,8	8,1
Чингирлауский	51,2	7,1
Территория Уральской городской администрации	27,8	39,7

Примечание. Составлена автором по [7; 8; 5].

По состоянию на 2015 г. протяженность железных дорог на территории ЗКО составляла 431 км. Плотность железных дорог в расчете на 1000 кв. км площади территории области составляла 2,8 км [7; 8; 5]. Железнодорожные пути проходят по северной и западной частям ЗКО (рис. 4). Железнодорожная инфраструктура имеется в 8 административных районах области и по плотности железных дорог выделяются территория Уральской городской администрации и Бурлинского района (табл. 4).

По сравнению с железными дорогами и другими видами путей сообщения на территории ЗКО пространственное развитие получили автомобильные дороги, которые являются главным видом транспорта области. Протяженность сети автомобильных дорог области составляет 6595,1 км, а плотность равна 43,2 км [9; 10; 5]. На территории Уральской городской администрации и Зеленовского района наблюдается самая высокая степень плотности автомобильных дорог. Выделяются также Теректинский и Бурлинский районы. Особенности территориальной организации автомобильных дорог ЗКО показана на рисунке 3.



Примечание. Составлен автором по [9; 10; 5]

Рисунок 3. Территориальная организация автомобильных дорог ЗКО в 2015 г.

Через территорию ЗКО проходят важные международные системы магистральных трубопроводов, которая обеспечивает население и хозяйство природным газом и позволяет экспортировать добываемые в области углеводородное сырье (рис. 4). Протяженность нефтепроводов составляет 976,0 км (плотность — 6,5 км), а сеть газопроводов равна 2357,7 км (плотность — 15,6 км) [5; 8; 11–15]. Система магистральных трубопроводов проходит по территории Уральской городской администрации и 9 административных районов ЗКО. По показателю плотности магистральных нефтепроводов

лидирует Зеленовский район. Относительно высокая плотность магистральных газопроводов характерна Казталовскому, Зеленовскому, Теректинскому и Бурлинскому районам. Система трубопроводного транспорта отсутствует в Каратобинском, Сырымском и Чингирлауском районах (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Обеспеченность административных районов ЗКО магистральными нефтепроводами и газопроводами по состоянию на 2015 г.

Название административного района	Нефтепроводы		Газопроводы	
	Протяженность, км	Плотность, км на 1000 кв. км	Протяженность, км	Плотность, км на 1000 кв. км
Акжайикский	447,0	17,4	166,5	6,5
Бокейординский	67,0	3,5	0,0	0,0
Бурлинский	74,5	13,3	161,7	28,9
Жангалинский	0,0	0,0	482,9	23,2
Жанибекский	31,0	3,8	119,0	14,5
Зеленовский	245,0	33,1	292,4	39,5
Казталовский	0,0	0,0	774,5	41,6
Таскалинский	0,0	0,0	281,7	34,8
Теректинский	101,5	12,8	72,0	9,1
Территория Уральской городской администрации	10,0	14,3	7,0	10,0

Примечание. Составлена автором по [5; 8; 11–15].

Судоходной рекой на территории ЗКО является только река Урал, которая протекает с севера на юг. Река Урал является судоходной на протяжении всей территории области (623 км) и протекает через Зеленовский, Теректинский, Акжайикский районы и территорию Уральской городской администрации (рис. 4) [16, 3–9]. Именно в этих 4 административных районах области получило развитие речной транспорт. На территории остальных 9 административных районах ЗКО гидрографическая сеть не позволяет осуществлять развитие речного транспорта. По плотности речных судоходных путей лидирует территория Уральской городской администрации, где также более развито приречная инфраструктура для малых и средних речных судов (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Обеспеченность административных районов ЗКО речными судоходными путями и ЛЭП по состоянию на 2015 г.

Название административного района	Речные судоходные пути		ЛЭП	
	Протяженность, км	Плотность, км на 1000 кв. км	Протяженность, км	Плотность, км на 1000 кв. км
Акжайикский	409,0	15,9	2005,5	78,0
Бокейординский	0,0	0,0	1228,2	64,0
Бурлинский	0,0	0,0	1093,9	195,3
Жангалинский	0,0	0,0	1278,7	61,5
Жанибекский	0,0	0,0	1041,7	127,0
Зеленовский	92,0	12,4	1619,0	218,8
Казталовский	0,0	0,0	2622,3	141,0
Каратобинский	0,0	0,0	1005,5	100,6
Сырымский	0,0	0,0	1007,8	84,7
Таскалинский	0,0	0,0	1086,7	134,2
Теректинский	92,0	11,6	1711,9	216,7
Чингирлауский	0,0	0,0	797,8	110,8
Территория Уральской городской администрации	30,0	42,9	1726,0	2465,7

Примечание. Составлена автором по: [5; 8; 16, 3–9; 17].

Протяженность ЛЭП на территории ЗКО равна 18225,0 км, средняя плотность составляет 120,5 км на 1000 кв. км площади [16; 5]. Самая высокая плотность ЛЭП характерна для территории Уральской городской администрации. Со значительным отставанием выделяются Зеленовский, Теректинский и Бурлинский районы (табл. 6).



Примечание. Составлен автором по [5; 7–15; 16, 3–9; 17]

Рисунок 4. Уровень пространственного развития транспортной инфраструктуры ЗКО по состоянию на 2015 г.

Авиационный транспорт получил развитие на территории Теректинского района. Единственный аэропорт ЗКО расположен в поселке Подстепном, находящийся вблизи г. Уральска. В остальных административных районах области отсутствуют взлетно-посадочные полосы и аэропорты.

С целью выявления уровня пространственного развития всей транспортной системы ЗКО проведена оценка с использованием метода определения коэффициента Э.Энгеля (Юдзуру Като).

Коэффициент Э.Энгеля (Юдзуру Като) вычисляется следующим образом:

$$d = \frac{L}{\sqrt{SP}},$$

где d — коэффициент Э. Энгеля (Юдзуру Като); L — длина транспортной сети (км); S — площадь территории (км²); P — численность населения (человек) [18].

Расчеты показали, что относительно самый высокий уровень развития транспортной инфраструктуры имеют Казталовский, Теректинский, Зеленовский и Таскалинский районы. Средний уровень развитости транспортно-инфраструктурной системы характерны для территории Уральской городской администрации, Жанибекскому, Акжайкскому, Бурлинскому и Чингирлаускому районам. Территория Сырымского, Бокейординского, Каратобинского и Жангалинского районов имеют низкие показатели развитости транспортной инфраструктуры (рис. 4).

Заключение

Таким образом, пространственный анализ показал, что на территории ЗКО прослеживается территориальная диспропорция в размещении точечных и линейных объектов производственной инфраструктуры. Среди административных районов области по уровню развития производственной инфраструктуры лидируют территория Уральской городской администрации и Бурлинского района. Выделяются также на севере ЗКО Зеленовский и Теректинский районы. Остальные 9 административных районов ЗКО значительно уступают по уровню развития производственной инфраструктуры.

В ЗКО прослеживается определенная закономерность в размещении производственной инфраструктуры. По мере удаления от областного центра снижается территориальная обеспеченность хозяйства производственной инфраструктурой. Большое значение в концентрации социальной и производственной инфраструктуры играет городская система расселения и размещение промышленных предприятий, так как большую часть материальных фондов формирует индустриальный сектор экономики.

На основе оценки территориального развития производственной инфраструктуры ЗКО можно сделать следующие обобщающие выводы:

1. Сложившаяся на территории Уральской городской администрации, Зеленовского, Бурлинского, Теректинского районов производственно-инфраструктурная система с полюсами роста в г. Уральске и г. Аксае создают определенные условия для дальнейшего развития в этих административных районах ЗКО центров хозяйственного развития с конкурентоспособными производствами.

2. Выделенные административные районы и центры роста ЗКО к тому же имеют выгодное экономико-географическое положение с высокой транспортной доступностью, что позволяет хозяйствующим субъектам осуществлять транспортировку сырья и вывоз готовой продукции как на внутреннее, так и на внешние рынки.

3. Совместное использование сложившихся производственно-инфраструктурных систем в рамках кластерных структур позволит хозяйствующими субъектами выше отмеченных административных районов ЗКО более эффективно реализовать конкурентные преимущества за счет экономии затрат на инфраструктурное обеспечение производственного процесса и транспортировку сырья и продукции.

4. Необходимо отметить тот факт, что сложившаяся производственная инфраструктура на территории перечисленных выше административных районов ЗКО характеризуются высокой степенью износа. Для эффективного функционирования хозяйственной системы ЗКО необходимо обновление материальных фондов на основе разработки и реализации среднесрочной подпрограммы трансформации и модернизации производственной инфраструктуры в рамках Государственной программы индустриально-инновационного развития.

5. Остальные административные районы ЗКО, имеющие средний и низкий уровни развития производственной инфраструктуры в настоящее время не имеют тех инфраструктурных условий, которые необходимы для ускоренного развития хозяйства. Отсутствие достаточной производственно-инфраструктурной базы в 9 административных районах, расположенных на юге, западе, юго-западе и востоке ограничивает развитие на их территории промышленности и сельского хозяйства. Необходимо отметить, что эти административные районы имеют достаточную природно-сырьевую базу для индустриального и аграрного развития.

6. В настоящее время нельзя считать сложившуюся производственно-инфраструктурную систему ЗКО достаточным. Для эффективной территориальной организации хозяйства и населения ЗКО необходимо дальнейшее опережающее развитие производственной инфраструктуры с учетом потребностей хозяйствующих субъектов.

Список литературы

- 1 Комарова В.Н. Инфраструктурный фактор в конкурентоспособности региона [Электронный ресурс] / В.Н. Комарова, О.В. Зяблова // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 3. — Режим доступа: <http://www.science-education.ru/109-9577>.
- 2 Регионы Казахстана в 2015 году: статистический ежегодник / гл. ред. Н.С. Айдапкелов. — Астана, 2016. — 300 с.
- 3 Основные средства и нематериальные активы Западно-Казахстанской области: стат. сб. — Уральск, 2011. — 92 с.
- 4 Основные фонды Западно-Казахстанской области: стат. сб. — Уральск, 2015. — 84 с.

- 5 Сайт Департамента статистики Западно-Казахстанской области [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://stat.gov.kz/faces/zko/reg_main/regDinamo?_afirLoop=3233272189341510#%40%3F_afirLoop%3D3233272189341510%26_adf.ctrl-state%3Dj77ujs2he_21.
- 6 Статистический ежегодник Западно-Казахстанской области: стат. сб. / под ред. А.Д. Хамзина. — Уральск, 2015. — 220 с.
- 7 Информация Производственно-технического отдела пути Уральской дистанции пути (ПЧ-1) за 2015 г. — Уральск, 2016.
- 8 Карта Западно-Казахстанской области. Масштаб: 1:1 000 000. — Алматы, 2003.
- 9 Информация Управления пассажирского транспорта и автомобильных дорог Западно-Казахстанской области за 2015 год. — Уральск, 2016.
- 10 Информация Западно-Казахстанского филиала РГП на ПХВ «Каззахавтордор» Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан за 2015 год. — Уральск, 2016.
- 11 Информация АО «КазТрансОйл» Западный филиал Уральское нефтепроводное управление за 2015 г. — Уральск, 2016.
- 12 Казахстан завершил строительство экспортного нефтепровода Карачаганак — Атырау [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kmvportal.net/novosti/item/92622-kazahstan-zavershil-stroitelstvo-eksportnogo-nefteprovoda-karachaganak-atyrau>
- 13 Сайт Делового журнала Kazakhstan [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.investkz.com/articles/5217.html>.
- 14 Информация АО «Интергаз Центральная Азия» филиал Управления магистральных газопроводов «Уральск» за 2015 г. — Уральск, 2016.
- 15 Сайт Компании Карачаганак Петролиум Оперейтинг б.в. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kpo.kz/export-routes.html?&L=1>.
- 16 Справочник километрового расстояния судоходной части р. Урал. — Уральск, 2010. — 13 с.
- 17 Информация АО «Западно-Казахстанская распределительная электросетевая компания» за 2015 г. — Уральск, 2016.
- 18 Дмитриевский Ю.Д. Количественные оценки в региональных характеристиках / Ю.Д. Дмитриевский // География в школе. — 1991. — № 2. — С. 24–29.

Э.Ж. Имашев

Батыс Қазақстан облысы өндірістік инфрақұрылымының территориялық дамуын бағалау

Территорияның ресурстарын тиімді пайдалануға, шаруашылықтың онтайлы территориялық-салалық құрылымы мен бәсекеге қабілетті экономиканы қалыптастыруға мүмкіндік беретін аймақтың шаруашылық жүйесінің жұмыс істеуінің негізі өндірістік инфрақұрылымының территориялық дамуы болып табылады. Осыған байланысты мақалада әкімшілік аудандар көлеміндегі 2009–2015 жж. арасындағы статистикалық ақпараттар мен картографиялық мәліметтерді талдау негізінде Батыс Қазақстан облысы өндірістік инфрақұрылымының территориялық дамуына бағалау жүргізілген. Батыс Қазақстан облысы өндірістік инфрақұрылым нысандарының орналасуындағы территориялық диспропорциясының ашық көрінісімен және оның жоғары тозу көрсеткішімен сипатталады. Бағалау көрсеткендей, негізгі құралдардың 95 % астамы Орал және Ақсай қалаларындағы орталықтарымен қоса облыстың 4,2 % территориясында шоғырланған. Салыстырмалы негізде өндірістік инфрақұрылымының территориялық дамуы деңгейі бойынша солтүстік әкімшілік аудандар (Таскала ауданынан басқа) алдыңғы қатарда. Шаруашылықты тиімді территориялық ұйымдастыру үшін Батыс Қазақстан облысының оңтүстігінде, батысында, оңтүстік-батысында және шығысында орналасқан әкімшілік аудандардың өндірістік-инфрақұрылымдық базасын дамытуда басым бағыттарын жасау керек.

Кілт сөздер: Батыс Қазақстан облысы, өндірістік инфрақұрылым, территориялық даму, транспорттық инфрақұрылым, негізгі қорлар, территориялық орналастыру, ұзындық, территориялық тығыздық, тозу деңгейі, даму деңгейі, әкімшілік аудандар.

E.Zh. Imashev

Assessment of the territorial development of the industrial infrastructure of the West Kazakhstan region

The basis of operation of the business system of the region is the production infrastructure, territorial development which allows efficient use of the resources of the territory to form the optimal clustering and sectoral structure of the economy and the competitive economy. In connection with this article assesses the territorial development of the industrial infrastructure of the West Kazakhstan region on the basis of the analysis of statistical information for 2009–2015 years and cartographic materials in terms of administrative districts. The

West Kazakhstan region is characterized by pronounced territorial imbalances in the siting of production infrastructure with a high rate of wear. The assessment showed that more than 95 % of the fixed assets area is localized on the 4.2 % of the territory with the centers in the cities of Uralsk and Aksay. Relative to the other on the level of territorial development of the industrial infrastructure the northern administrative regions (except Taskalinsky) were allocated. For effective territorial organization of economy should develop priorities for the development of production and infrastructure of administrative areas in the South, West, Southwest, and East of the West Kazakhstan region.

Keywords: the West Kazakhstan region production infrastructure, territorial development, transport infrastructure, fixed assets, geographical location, length, density, degree of wear, the level of development and administrative districts.

References

- 1 Komarova, V.N., & Ziablova, O.V. (2013). Infrastrukturnyi faktor v konkurentosposobnosti rehiona [Infrastructure factor in regional competitiveness]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniia — Modern problems of science and science*, 3. Retrieved from <http://www.science-education.ru/109-9577> [in Russian].
- 2 Aydapkelov, N.S. (Eds.). (2016). *Rehiony Kazakhstana v 2015 hodu: statisticheskii ezhehodnik [Regions of Kazakhstan in 2015: statistic yearbook]*. Astana [in Russian].
- 3 *Osnovnye sredstva i nematerialnye aktivy: statisticheskii sbornik [Basic property and intangible assets of West-Kazakhstan oblast: statistics collection]*. (2011). Uralsk [in Russian].
- 4 *Osnovnye fondy Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti: statisticheskii sbornik [Basic fonds West Kazakhstan Oblast: statistics collection]*. (2015). Uralsk [in Russian].
- 5 Sait Departamenta statistiki Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti [The site of the Department of statistics of West Kazakhstan oblast]. *stat.gov.kz* Retrieved from http://stat.gov.kz/faces/zko/reg_main/regDinamo?_afLoop=3233272189341510#%40%3F_afLoop%3D3233272189341510%26_adf.ctrl-state%3Dj77ujs2he_21 [in Russian].
- 6 Khamzin, A.D. (Eds.). (2015). *Statisticheskii ezhehodnik Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti: statisticheskii sbornik [Statistic yearbook of West Kazakhstan oblast: statistics collection]*. Uralsk [in Russian].
- 7 *Informatsiya Proizvodstvenno-tehnicheskogo otdela puti Uralskoi distantsii puti (PCh-1) za 2015 hod [Information of Production and Technical Department of the Uralsk distance path for 2015]*. (2016). Uralsk [in Russian].
- 8 *Karta Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti. Masshtab: 1:1 000 000 [The Map of West Kazakhstan oblast. Scale: 1:1 000 000]*. (2003). Almaty [in Russian].
- 9 *Informatsiia Upravleniia passazhirskogo transporta i avtomobilnykh dorozh Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti [Information of passenger transport and motor roads manager of West Kazakhstan Oblast for 2015]*. (2016). Uralsk [in Russian].
- 10 *Informatsiia Zapadno-Kazakhstanskogo filiala RGP na PKhV «Kazakhavtodor» Komiteta avtomobilnykh dorozh Ministerstva po investitsiam i razvitiu Respubliki Kazakhstan za 2015 hod [Information of the West Kazakhstan Republic state enterprise branch on economic maintenance rights «Kazakhavtodor» of Committee of highways of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan for 2015]*. (2016). Uralsk [in Russian].
- 11 *Informatsiia AO «KazTransOil» Zapadnyi filial Uralskoe nefteprovodnoe upravlenie za 2015 hod [Information of JSC «KazTransOil» the Western branch in Uralsk pipeline management for 2015]*. (2016). Uralsk [in Russian].
- 12 Kazakhstan zavershil stroitelstvo eksportnogo nefteprovoda Karachaganak-Atyrau [Kazakhstan has finished construction of the export oil pipeline Karachaganak-Atyrau] *kmyportal.net*. Retrieved from <http://www.kmyportal.net/novosti/item/92622-kazakhstan-zavershil-stroitelstvo-eksportnogo-nefteprovoda-karachaganak-atyrau> [in Russian].
- 13 Sait Delovoho zhurnala Kazakhstan [The site of the Business journal of Kazakhstan]. *investkz.com*. Retrieved from <http://www.investkz.com/articles/5217.html> [in Russian].
- 14 *Informatsiia AO «Interhas Tsentralnaia Asia» filial Upravleniia mahistralnykh hazoprovodov «Uralsk» v 2015 hodu [Information of JSC «Intergas Central Asia» branch of Gas trunkline operation center «Uralsk» for 2015]*. (2016). Uralsk [in Russian].
- 15 Sait Kompanii Karachaganak Petroleum Operating b.v. [The site of the Karachaganak Petroleum Operating b.v. Company]. *kpo.kz*. Retrieved from <http://www.kpo.kz/export-routes.html?&L=1> [in Russian].
- 16 *Spravochnik kilometrovogo rasstoianiia sudokhodnoi chasti r. Ural [Reference book of kilometer distance of a navigable part of Ural river]*. (2010). Uralsk [in Russian].
- 17 *Informatsiia AO «Zapadno-Kazakhstanskaia raspreditelnaia elektrosetevaia kompaniia» za 2015 hod [Information of JSC «West Kazakhstan distributive electric grid company» for 2015]*. (2016). Uralsk [in Russian].
- 18 Dmitrevskiy, Yu.D. (1991). Kolichestvennyye otsenki v rehionalnykh kharakteristikakh [Quantitative estimates in regional characteristics]. *Heohrafiia v shkole — Geography in school*, 2, 24–29 [in Russian].

К.Д. Кенжина, А.К. Ауельбекова

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан
(E-mail: k29k29d13@mail.ru)*

«Бұйратау» МҰТС жерін геоботаникалық аудандастырудың картографиялық негіздері: әдістері, түрлері және жіктелуі

Мақалада «Бұйратау» МҰТС геоботаникалық аудандастырудың алғышарттары қарастырылған. Яғни жалпы геоботаникалық аудандастыру деген не, оны қандай әдістермен жүргізеді, аудандастыру мен жіктеудің түрлері қарастырылған. Осыған орай негізгі ұғымдарға анықтама беріліп, далалық экожүйені картографиялық әдіс негізінде зерттеу мүмкіндіктері айтылған. Мақала көптеген ғылыми әдебиеттер берілгендеріне сүйеніп, теориялық негізделген. Қазақстан территориясының табиғи ерекшеліктерін сақтау мен қорғау мақсатында құрылған нысандарды жетілдіру шаралары көрсетілген. Геоботаникалық зерттеу негіздерінің қалыптасу тарихы мен кезеңдері аталып, ондағы өзіндік үлесі бар көрнекі авторлар аталып өткен. Геоботаникалық аудандастыру түрлері ұсынылып, картографиялау әдістерінің жүргізілу барысы берілген. Яғни ғылыми мақала Қазақстанның далалық экожүйесінің қалыптасуына әсер еткен факторлардың негізінде, бүгінгі күні қаншалықты өзгеріске ұшырағандығы туралы ақпарат береді. Сондай-ақ «Бұйратау» МҰТС (Мемлекеттік ұлттық табиғи саябағы) өзіндік ерекшелігі бар табиғи ландшафты мен экожүйесін зерттеу мүмкіндіктері мен маңыздылығы айтылған. Аталған нысан географиялық орны ерекшелігіне байланысты өзіндік ботаникалық алуантүрлілікке ие, бірақ, соған қарамастан, ол нысанның зерттелу деңгейі жеткіліксіздігіне байланысты аумақтық геоботаникалық еңбектердің қажеттілігін атай отырып, автор өзіндік геоботаникалық аудандастыруды ұсынады. Бұл сынды еңбектер әлі де болса әдебиеттер қорында жоқ, сондықтан тақырып тың және жаңа.

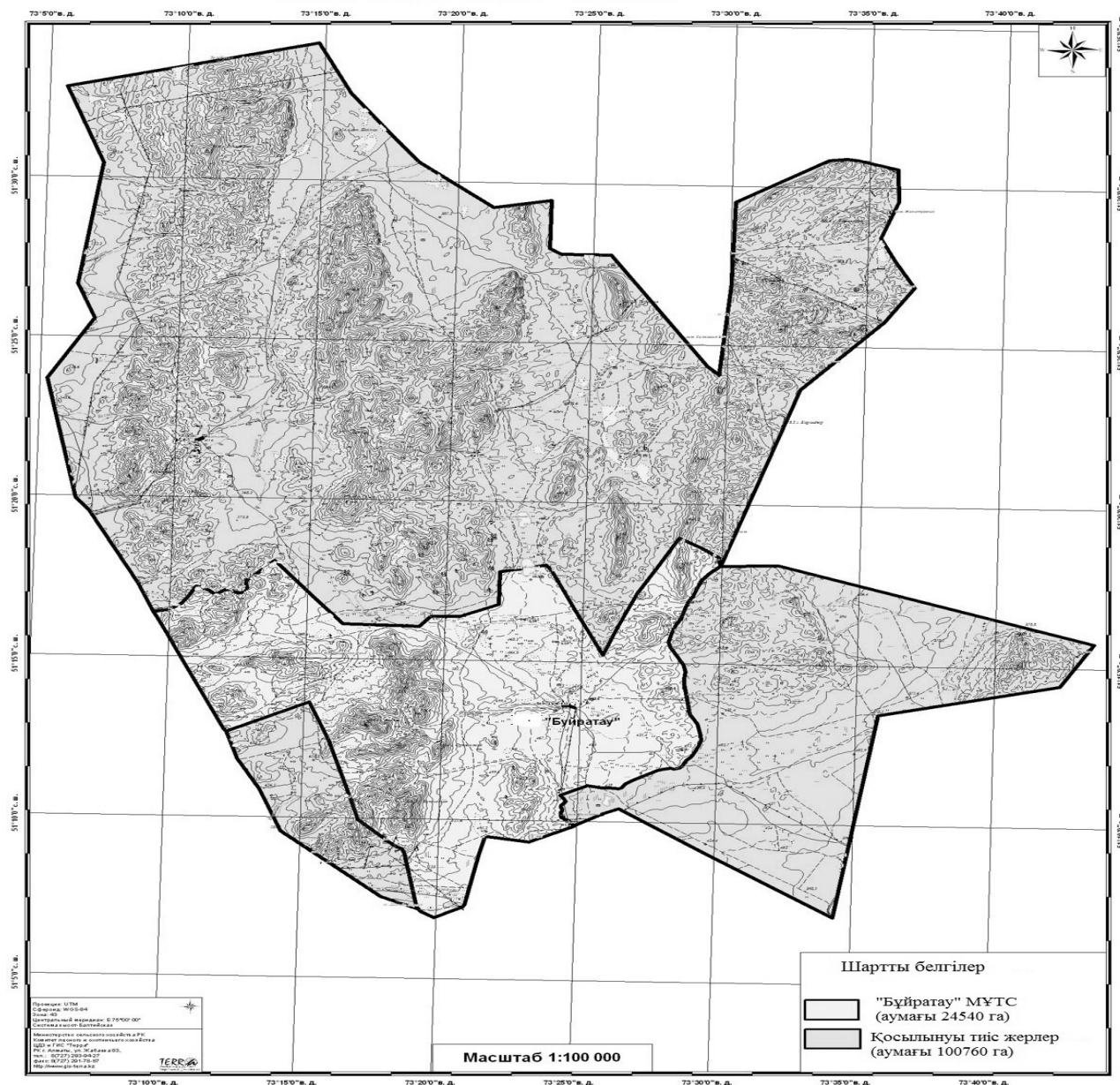
Кілт сөздер: геоботаникалық аудандастыру, экожүйе, қоршаған орта, картографиялау, фитоценохора, фитосинтоксон, фитоценоморфтар.

Табиғи экожүйені сақтау қазіргі адамзат қоғамының ең өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Адамдардың әрекеті, Жердегі басқа да тірі ағзалардың әрекеті сияқты, қоршаған ортамен тығыз байланысты және, өз кезегінде, осы ортаның қалыптасуы мен қызмет етуіне ең басты әсер етуші фактор болып табылады. Бүгінде қоршаған табиғи ортаға адамзаттың ықпалы кері әсерін тигізіп, оның деградацияға ұшырауына және біртіндеп табиғи экожүйелердің жасандыларға алмасуына әкелуде. Әрине, жасанды жүйелер әрі қарай дамуға қабілетсіздігінен, адамзат қоғамын жақын болашақта экологиялық апатқа әкелу қаупі бар [1]. Бүгінгі адамзат қоршаған экожүйенің нақты қандай болуы керек дегенге жауап іздемесе де, оның антропогендік ықпалы тоқтағаннан, қоршаған экожүйе қайта сол қалпына келеді деген ұғымның кері екендігін мойындайды және қалыптасу мен жалпы қызмет ету механизмдерін толық меңгерген жағдайда ғана адамзатты толғандыратын осы сұрақтардың жауаптары табылады.

Осыған орай, қоршаған ортада басқа жүйелердің ішінде, ежелден табиғи қалыптасқан далалық экожүйелердің бар болуы қаншалықты маңызды болса, оны зерттей алу мүмкіндіктері соншалықты жетекші маңызға ие. XIX ғасырдың тоғысында далалардың қайта қалыптасуы туралы пікірлер басым болды. Себебі біршама орман жүйелерін, біртіндеп далалар басқан, осы негіздегі көптеген ғылыми еңбектер жазылды (Коржинский, 1891; Танфильев, 1894). Аса күрделі, әрі алуантүрлі өсімдіктерімен көрініс тапқан ормандарға қарағанда, далалық өсімдіктер жамылғысы соншалықты қарапайым деп қабылданады. Сондықтан далалық жүйелерді орманмен алмастыру пікірлері де орынды. Жалпы далалық ландшафттар көбіне, адамзаттың бұзу әрекеттерінің нәтижесі деген идеялар әлі де болса көп таралған [2]. Мысалы, адамзаттың көптеген тайпаларының мыңдаған жылдар бойы дала кезіп, көшпенді мал шаруашылығын жүргізу әрекеті, өткен кезеңдердегі экожүйелерді пайдаланудың негізгі үлгісі, орманның болмауы мен далалардың азып-тозуының бірден бір себебі деп түсіндіріледі [3]. Дала мен орманның арасындағы шекараның қозғалмалы екендігі туралы да біраз деректер бар. Қазіргі дала экожүйелері миллиондаған жылдар бұрын қалыптасқан.

Геоботаникалық аудандастыру — территорияны жаңа, яғни өсімдіктер жамылғысының белгілері мен ерекшеліктері (фитоценотикалық жамылғысы) бойынша, жіктеудің түрін білдіреді. Жалпы бұл аудандастырудың өзі оның флористикалық аудандастырылуына сәйкес келуінің белгісі [4]. Геоботаникалық зерттеу барысы, ең алдымен, зерттелу әдістеріне негізделеді. Жалпы зерттеудің

негізгі үш кезеңі (дайындық, далалық, камералды) болса, өз кезегінде, бұл жіктеу түрі далалық кезеңнің барысында жүзеге асырылады. Яғни бұл кезеңде геоботаникалық зерттеулерде 1:50000 масштабпен, маршрут аралығы 1 шақырым болатын маршруттық әдіспен жүзеге асырылады. Зерттеу кезінде аумақта таралған өсімдіктер түрлері бойынша алқаптарды картаға түсіру қоса жүргізіліп отырады, ал геоботаникалық контурларды топонегізге түсіре отырып, өсімдіктер бірлестіктерін сипаттау жүзеге асырылады. «Бұйратау» МҰТС геоботаникалық аудандастыру жұмыстарын жүргізу барысында топонегізге төменгі суреттегі картаны пайдалануға болады (сур. кара).



Сурет. «Бұйратау» МҰТС жобалау аумағының картасы

Әрине, соңғы ғылыми жетістіктер нәтижесі ғарыштық түсірімдеуге негізделіп құру әлдеқайда жеңіл болар еді, бірақ әзірге ондай түсірімдеулер жоқ. Жұмыс барысында зерттелетін территория, өсімдіктер жамылғысы сипатымен айырмашылық жасайтын, бірнеше бөліктерге бөлінеді. Экожүйелік талдауда территорияның элементарлық бірлігі болып, биогеоценоз ұғымына сәйкес экожүйе табылады. Ол биотаның тіршілік етуіне қажетті жағдайлары сақталатын, элементарлы жер бедері шегіндегі топырақ-өсімдік жамылғысының бірлігі белгісімен ерекшеленеді. Әрі қарайғы жіктеу жұмыстары зерттеу масштабына сәйкес, геологиялық-геоморфологиялық, литологиялық, фитоценологиялық және т.б. ұқсастықтарының негізінде жүзеге асырылады. Мұндағы қажетті жағдай

болып, табиғи және антропогендік факторларға экожүйе реакциясының біртектестігі және оларға тұрақтылығы табылады.

Зерттеу әдістемелік негізіне өсімдіктер бірлестіктері бланкісін алады, онда өсімдік бірлестіктерінің аталуы, жер бедері, топырақ түрі, ылғалдану жағдайы, өсімдіктер жамылғысының аумақта таралуының пайыздық көрсеткіші, биіктігі, фенофазасы және экожүйедегі бейімделуі түсіріледі. Мұнда Браун-Бланке жіктеу схемасын негізге алуға болады. Бұл аталған әдістер арқылы геоботаникалық картографиялау, яғни аудандастыру, жұмыстары жүргізіледі (кестені қара).

К е с т е

Әмбебап геоботаникалық карталар масштабына байланысты төмендегідей жіктеледі

Р/с №	Аталуы	Масштабы
1	Детальды ірі масштабты	1:5000 – 1:25000
2	Жиынтық ірі масштабты	1:50000 – 1:200000
3	Орта масштабты	1:300000 – 1:1000000
4	Ұсақ масштабты формациялық	1:1500000 – 1:4000000
5	Ұсақ масштабты шолу	1:5000000 және одан да ұсақ

Геоботаникалық аудандастыру негізделетін негізгі критерийлер болып, нақты территориядағы абиотикалық жағдайлармен тығыз байланыстағы өсімдіктер жамылғысының сипатты белгілері табылады. Өсімдіктер жамылғысын жіктемеген жағдайда өсімдіктерді тізімдеп түгендеу, карта құрастыру, олардың өнімділігін, қорын және тағы басқа тәжірибелік маңызы бар сапаларын бағалау мүмкін емес. Сондай-ақ бұл зерттеулер өсімдіктерді қорғау жұмыстарында да маңызы зор. Геоботаникалық аудандастыру топырақтану мақсатында да тәжірибелік маңызы зор, себебі топырақ та өсімдіктер жамылғысы сияқты климаттық жағдайларға және бір-біріне тәуелді. Бұл аудандастыру жұмысы аумақтың өсімдіктер жамылғысының алуан түрлілігіне байланысты аса күрделі болып табылады. Сондай-ақ жекелеген аумақтың өсімдіктерін жіктеудің қиындығы, түрлерге қарағанда, өсімдіктер топтарының кей жағдайда тек шартты түрде болып, көпөлшемді континуумға бірігуімен түсіндіріледі. Сонымен бірге өсімдіктер топтарында біртұтастық деңгейі төмен болып, синтаксондардың диагностикалық белгілерінің көп жағдайда өзгергіштігіне әкеледі. Сондықтан бүгінде жалпыәлемдік қабылданған ортақ бір геоботаникалық жіктеу жоқ және әр геоботаникалық ғылыми мектептер өздерінің жіктеу схемаларын ұсынады.

Бүгінде бар өсімдіктерді жіктеу схемаларын үш негізгі бағыттарға біріктіруге болады:

- типологиялық, мұнда жіктеу бірліктері болып, әртүрлі фитосинтаксондар табылады;
- топологиялық немесе экологиялық, мұнда жіктеу бірліктері болып, әртүрлі фитоценоморфтар табылады;
- аймақтық, мұнда жіктеу бірліктері болып, әртүрлі фитоценохорлар табылады.

Барлық аталған бағыттар бір-бірімен байланысты және бір-бірін толықтырушы. Бізде қазақстандық аумақтардың өсімдіктер жамылғысын аудандастыра жіктеу барысында, тиімдісі — аймақтық бағыт. Бұл бағыт ерекшелігі — өсімдіктер сипатын беретін әр сападағы элементтер қайталанбайтын бірліктер — фитоценохорларға топтастырылады. Фитоценохора — өсімдіктер жамылғысының кеңістіктік бірлігі, ол жергілікті жердің телімін немесе белгілі бір синтаксономиялық рангке жататын фитоценоморфтары бар аймақты білдіреді. Фитоценохора келесі жіктелу бірліктерімен: фация, жергілікті жер, табиғи меже (урочище), ландшафт, аудан, өлке, провинция, облыс, доминион, доминиондар бірлестіктерінен көрініс тапқан [5].

Жалпы геоботаникалық аудандастырудың негізгі критерийі болып, өсімдіктер жамылғысының тіршілік ету жағдайлары емес, белгілері табылады. Бұл қағида осы тұрғыдан жасалған алғашқы ірі еңбектерде де айтылған. Кеңестік территорияда жүргізілген геоботаникалық аудандастырылулар осы принципке негізделеді. КСРО-ны геоботаникалық аудандастыру принциптерін КСРО Ғылым Академиясы Ботаника институтының ботаникалық бөлімі құрастырған. Осы жұмысқа орай «Геоботаникалық аудандастырудың принциптері мен әдістері» тақырыбында қызу пікірталас өтіп, онда өз заманының көрнекті геоботаник-ғалымдары Е.М. Лавренко, Б.Н. Городков, А.Н. Шенников, С.Я. Соколов, А.В. Прозоровский және т.б. қатысып, бұл іске орасан зор үлес қосып, теориялық негізін құрды. Жалпы бұл еңбек, яғни «КСРО-ның геоботаникалық аудандар картасы» 1940 ж. басылымға дайын болғанымен, Ұлы Отан соғысы салдарынан шегеріліп, 1947 ж. жарық көрген [6].

Орман ағаштары мен жалпы орманның таралуына негізгі себеп — метеорологиялық факторлар (температура, ылғал, топырақ ауа және т.б.) екені анық. Жалпы Қазақстан территориясы орасан зор аумақты алуы, оның аумағының ендік бағытта созылып жатуы, қоңыржай климаттық белдеуде орналасуы осы территориядағы бүгінгі бізге мәлім экожүйелердің қалыптасуына себеп болды.

Сирек және жойылып бара жатқан өсімдіктер генофондын, жалпы аумақтарды табиғи күйде сақтап қалуда негізгі рөл ерекше қорғалатын аумақтарға тиесілі. Сондықтан еліміздегі әр ерекше ЕҚТА-ның (ерекше қорғалатын табиғи аумақтар), саны аз болғанымен да, бұл мақсатта рөлі зор. Дегенмен, біздің еліміздегі табиғи саябақтар саны өте аз, орта халықаралық деңгейден 2–3 %-ға кем, соған қарамастан, жеріміздің табиғи байлығы аса алуан түрлі, бүгінде бар болмысымен болғанмен, жарқын келшек үшін сақтауды қажет етеді. Елімізде табиғат қорғау мекемелерінің бірі, ең соңғы ашылған «Бұйратау» МҰТС-да ел игілігі үшін маңызы зор нысан. Ашылғанына 7 жылдан астам уақыт өткенімен, ол нысанның табиғи қорынан нақты деректер аздық етеді. Себебі бұл нысан екі облыс территориясы шеңберінде орналасқандықтан, зерттеу түрлері екітарапты болуы қажет. Жалпы ауданы 88968 га, оның солтүстік бөлігі (60814 га) Ақмола облысы Ерейментау жерінде орналасса, қалған (28154 га) оңтүстік жері Қарағанды облысының Осакаров жеріне тиесілі [7]. «Бұйратау» Мемлекеттік ұлттық табиғи саябақ территориясы дала зонасы ішіндегі қоңыржай-құрғақ және құрғақ дала ауыспалы белдеуінде жатыр [8]. Қазақстанның физикалық-географиялық аудандастырылуына сәйкес, «Бұйратау» МҰТС Орталық Қазақстан ұсақ шоқысының, Қарағанды-Шыңғыстау құрғақ дала аласа таулар мен ұсақ шоқысы және Ерейментау-Қарқаралы таулы-ұсақ шоқының қоңыржай-құрғақ және құрғақ дала биіктік белдеу провинциясына кіреді. Жалпы бұл аумақтың өсімдіктер дүниесі негізінен астық тұқымдастар, күрделі гүлділер және бұршақ тұқымдастармен көрініс тапқан. Флорасында түрлердің флористикалық кешендері бөлінеді. Соңғылары экологиялық қауымдастықтар, сондай-ақ түрлердің географиялық таралу ұқсастықтары негізінде анықталған. Сондықтан осы шамалы табиғи саябақ шеңберінде, аталған өзіндік ерекше ботаникалық-географиялық аймақ флорасының бестен бір бөлігін сақтап қалуға мүмкіндік бар. Табиғи саябақ территориясында өсімдіктер жамылғысының 4 түрі: далалық; екі ішінара түрлері: ұсақ жапырақты мен ақшылқылқанды ормандар; бұталы және шалғынды қалыптасқан. Ұсақ жапырақты түрлер негізінен: қайыңнан, көктеректен қара қандыағаштан (реликті) тұрады [9].

ҚР Экологиялық қауіпсіздік концепциясына (п. 2.3) сәйкес барлық қоғамдық қатынастарды реттеудің негізі болып, экожүйелік амал табылады. Соның негізінде «шаруашылықты немесе басқа да әрекеттерді жүргізудің нормативтері мен ережелерін, табиғи ресурстарды пайдаланудағы экологиялық жіберу шектерін анықтайтын және қоршаған орта сапасын тендестіре басқаруды қамтамасыз ететін ғылыми негізделген шектеулер кешенін енгізу жүзеге асырылады». Экожүйелік қатынастар ұлттық, халықаралық табиғат қорғау тұжырымдамаларына, даму стратегиялары мен жоспарларына, келешекте ғаламдануына жүйелік ұйымдастырудың негіз болуы мүмкін. Осылардың барлығы табиғат қорғау саясатын экожүйелік тұрғыдан жетілдіруді қажет етеді. Бұл міндеттерді орындаудың бастауыш кезеңіндегі орындалатын жұмыстар: МҰТС территориялары экожүйелерін жіктеуді құру, оларды түгендеп, тізімдеу және табиғат қорғау іс-шараларын жоспарлау мен экологиялық зерттеулердің базалық негізі болатын экожүйелер карталарын құрастыру болып табылады. Аталған міндеттер жүйелі негізде орындалғанда аталмыш нысанды толық және терең зерттеу мүмкіндіктері туады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Сукачѳв В.Н. Проблемы фитоценологии. Избр. тр. в 3-х т. — Т. 3 / В.Н. Сукачѳв; под ред. Е.М. Лавренко. — Л.: Наука, 1975. — 543 с.
- 2 Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов / С.М. Разумовский. — М.: Наука, 1981. — 231 с.
- 3 Авдеев В.Д. Возникновение степей в Закамье / В.Д. Авдеев. — Казань: Татгосиздат, 1948. — 51 с.
- 4 Большая советская энциклопедия. Геоботанические карты. — М.: Сов. энцикл., 1969–1978.
- 5 Геоботаническое районирование. Фитоценотический покров территории Украины и его влияние на процессы почвообразования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://worldofscience.ru/biologija/5107-geobotanicheskoe-rajonirovaniya-fitotsenoticheskij-pokrov-territorii-ukrainy-i-ego-vliyanie-na-protsessy-pochvoobrazovaniya.html>
- 6 Нешатаева В.Ю. Растительность полуострова Камчатка / В.Ю. Нешатаева. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. — С. 468–469.
- 7 Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника / П.Л. Горчаковский. — М.: Наука, 1987. — 160 с.

8 Карамышева З.В. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана / З.В. Карамышева, Е.И. Рачковская. — Л.: Наука, 1974. — 279 с.

9 Туганбеков А.Б. Горно-лесные биоценозы Государственного национального природного парка «Буйратау» как место произрастания ольхи черной и мероприятия по ее сохранению / А.Б. Туганбеков и др. // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2014. — № 3(75). — С. 61–68.

К.Д. Кенжина, А.К. Ауельбекова

Картографические основы геоботанического районирования ГНПП «Буйратау»: методы, виды и классификация

В статье рассмотрены предпосылки геоботанического районирования ГНПП «Буйратау». В связи с этим даны определения основным понятиям, также раскрыты возможности исследования степной экосистемы на основе методов картографирования. Статья теоретически обоснована и исследована по данным научной литературы. Она рассматривает историю и периоды развития геоботанического исследования, названы ученые, внесшие наибольший вклад в развитие данного направления в исследовании. Авторами предложены виды и подходы методов картографирования данной территории. Данная работа указывает на факторы, влияющие на формирование степной экосистемы Казахстана, также дает информацию об изменениях, которые произошли на основе этих факторов. Она рассматривает направления и важность исследования уникального природного ландшафта и экосистему ГНПП «Буйратау». Данный объект исследования имеет ботаническое разнообразие в связи с особенностями географического положения, но, несмотря на это, территория мало изучена. Растительный покров этой территории разнообразен, имеются реликтовые виды, в связи с этим авторы предлагают провести геоботаническое районирование. Даны предложения по совершенствованию работ по сохранению и охране уникальной природы Казахстана. Работы по ГНПП «Буйратау» в научной литературе встречаются редко.

Ключевые слова: геоботаническое районирование, экосистема, окружающая среда, картографирование, фитоценохора, фитосинтоксон, фитоценоморфы.

K.D. Kenzhina, A.K. Auelbekova

Cartographic basics of geobotanical zoning of the SNNP «Buyratau»: methods, types and classification

In the article the prerequisites for geobotanical zoning of the SNNP «Buiratau» were discussed: methods, types and classification of geobotanic zoning, i.e. how this work is done. In this regard, the definitions of basic concepts were given, also the possibilities of studying the steppe ecosystem based on mapping methods were revealed. The article is a theoretical one and researched according to scientific literature. It examines the history and periods of development of geobotanical research, identifies scientists who have made the greatest contribution to the development of this area of research. The authors offer the types and approaches of mapping methods for a given territory. This work indicates the factors that influenced the formation of the steppe ecosystem of Kazakhstan, also provides information about the changes that have occurred on the basis of these factors. It examines the directions and importance of exploring the unique natural landscape and the ecosystem of the SNNP «Buiratau». This object of study has botanical diversity due to the peculiarities of its geographical position, but despite this, the territory has been little studied. The vegetation cover of this territory is ravenous, there are relict species, in this connection the authors propose a geobotanic zoning. Also, in the work there are proposals to improve the work on the preservation and protection of the unique nature of Kazakhstan. Works on the SNNP «Buiratau» are rare in the scientific literature, therefore, this work has a novelty. The sequence of content, structure and bibliography meets the requirements of scientific publications.

Key words: geobotanical zoning, ecosystem, environment, mapping, phytocenochoorus, phytosynsoxon, phytocenomorphs.

References

- 1 Sukachev, V.N. (1975). *Problemy fitotsenologii. Izbrannye trudy [Phytocenology problems. Selected Works]* (Vols. 1–3, Vol. 3). E.M. Lavrenko (Ed.). Leningrad: Nauka [in Russian].
- 2 Razumovskii, S.M. (1981). *Zakonomernosti dinamiki biotsenozov [Patterns of the dynamics of biocenoses]*. Moscow: Nauka [in Russian].

- 3 Avdeev, V.D. (1948). *Vozniknovenie stepei v Zakame [The emergence of steppes in Trans-Kama]*. Kazan: Tatgosizdat [in Russian].
- 4 *Bolshaia sovetskaia entsiklopediia. Heobotanicheskie karty [Great Soviet Encyclopedia. Geobotanical maps]*. (1969–1978). Moscow: Sovetskaia entsiklopediia [in Russian].
- 5 Heobotanicheskoe raionirovanie. Fitotsenoticheskii pokrov territorii Ukrainy i eho vliianie na protsessy pochvoobrazovaniia [Geobotanical zoning. Phytocenotic cover of the territory of Ukraine and its influence on soil formation processes] *worldofscience.ru*. Retrieved from <http://worldofscience.ru/biologija/5107-geobotanicheskoe-raionirovaniya-fitotsenoticheskij-pokrov-territorii-ukrainy-i-ego-vliianie-na-protsessy-pochvoobrazovaniya.html> [in Russian].
- 6 Neshataeva, V.Yu. (2009). *Rastitelnost poluostrova Kamchatka [Vegetation of the Kamchatka Peninsula]*. Moscow: Tovariščestvo nauchnykh izdaniĭ KMK [in Russian].
- 7 Gorchakovskiy, P.L. (1987). *Lesnye oazisy Kazakhskoho melkosopohnika [Forest oases of the Kazakh small mountains]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 8 Karamysheva, Z.V., & Rachkovskaya, E.I. (1974). *Botanicheskaia heohrafiia stepnoi chasti Tsentralnoho Kazakhstana [Botanical geography of the steppe part of Central Kazakhstan]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 9 Tuganbekov, A.B. et al. (2014). Horno-lesnye biotsenozy Hosudarstvennoho natsionalnoho prirodnoho parka «Buiratau» kak mesto proizrastaniia olkhi chernoi i meropriiatiia po ee sokhraneniuu [Mountain-forest biocenoses of the State National Natural Park «Buiratau» as a place for the growth of black alder and measures for its conservation]. *Vestnik Karagandinskoho universiteta. Ser. Biolohiia. Meditsina. Heohrafiia — Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 3(75), 61–68 [in Russian].

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Abdresheva, M.K.** — Teacher, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Abugaliyeva, S.I.** — Doctor of biological sciences, Professor, Chief researcher of the Molecular Genetics Laboratory, Institute of plant biology and biotechnology; Professor, Department of biodiversity and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Aidarbaeva, D.K.** — Doctor of biological sciences, Professor, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan.
- Aitasheva, Z.G.** — Doctor of biological sciences, Professor, Head of the department of molecular biology and genetics, faculty of biology and biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Aitkulov, A.M.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Aizman, R.I.** — Doctor of biological sciences, Professor, corresponding member of the Academy of Sciences of the international higher school, Head of the Department of anatomy, physiology and life safety, Director of the research Institute of health and safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Russia.
- Akhmetova, M.Zh.** — PhD student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Alibekova, D.A.** — Student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Almusin, G.T.** — Specialist of the perspective development department, JSC «Shubarkol Komir», Karaganda, Kazakhstan.
- Almezhanova, M.D.** — Graduate student, M.Kh. Dulati Taraz State University, Kazakhstan.
- Aralbaeva, M.M.** — Bachelor of science, Junior researcher, Germplasm cryopreservation laboratory, Institute of plant biology and biotechnology, Committee of science, Ministry of education and science, Almaty, Kazakhstan.
- Arystanbai, A.A.** — Graduate student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Auelbekova, A.K.** — PhD, Associate professor of the Botany Department, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Bayzhigitov, D.K.** — Candidate of biological sciences, Senior teacher, Department of botany and general biology, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan.
- Beisenova, R.R.** — Doctor of biological sciences, Head of the Department of management and engineering in the sphere of environmental protection, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Beishova, I.S.** — Candidate of agricultural sciences, Associate professor, Head of the Division of molecular genetic research, A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan.
- Beishov, R.S.** — PhD student, A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan.
- Beltyukova, N.N.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Department of botany and plant genetics, Perm State University, Russia.
- Britko, V.V.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Karaganda Medical University, Kazakhstan.
- Chernik, B.P.** — Doctor of pedagogical sciences, Professor, Novosibirsk Center for continuing business education, Russia.

- Danilova, A.N.** — Candidate of biological sciences, Leading researcher, Laboratory of natural flora, Altai botanical garden, Kazakhstan.
- Dinmukhamedova, A.S.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Faculty of natural sciences, Department of general biology and genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Dmitriev, P.S.** — Candidate of biological sciences, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Eskendiroy, F.A.** — Senior engineer, Mangyshak experimental botanical garden, Mangystau region, Aktau, Kazakhstan.
- Gassanova, G.** — Master, Senior researcher, Mangyshak experimental botanical garden, Mangystau region, Aktau, Kazakhstan.
- Gongalskii, K.B.** — Doctor of biological sciences, Senior researcher, M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia.
- Grigoryev, A.I.** — Doctor of biological sciences, Leading researcher, Research department, Omsk State Pedagogical University, Russia.
- Ibraibekov, J.G.** — Master of natural sciences, Senior teacher of zoology chair, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Imanbayeva, A.A.** — Candidate of biological science, General director, Mangyshak experimental botanical garden, Mangystau region, Aktau, Kazakhstan.
- Imashev, E.Zh.** — PhD, Head of science and international relations department, Associated professor of Geography chair, M. Utemisov West Kazakhstan State University, Uralsk, Kazakhstan.
- Ishmuratova, M.Yu.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Issayenko, O.P.** — Master of biology, Lecturer, Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kazakhstan.
- Wendt, Jan A.** — PhD, Gdansk University, Poland.
- Kalashnikov, M.N.** — Master-student of «Biology» department, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Kartbayeva, G.T.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kendirbaeva, S.K.** — Candidate of biological sciences, Docent, I. Arabayev Kyrgyz State University, Bishkek, Kyrgyzstan.
- Kenzhina, K.D.** — Senior lecturer, Department of geography, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kinayatov, M.A.** — Master of natural sciences, Senior teacher of chemistry and chemical technology department, Karaganda State Technical University, Kazakhstan.
- Kiselev, I.A.** — Student, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Kohnert, K.-D.** — Doctor of medical sciences, Professor, Institute of Diabetes «Gerhardt Katsch», Karlsburg, Germany.
- Kolosov, R.A.** — Graduate student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Konkabayeva, A.Ye.** — Doctor of biological sciences, Professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Korchin, V.I.** — Doctor of medical sciences, Professor, Director of Department of normal and pathological physiology, Hanty-Mansiysk State Medical Academy, Russia.
- Kotukhov, Yu.A.** — Candidate of biological sciences, Leading researcher, Laboratory of natural flora, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan.
- Kovalenko, O.L.** — Candidate of biological sciences, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kozhanova, G.B.** — Student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.

- Kushnarenko, S.V.** — Candidate of biological sciences, Associated professor, Head of the Germplasm cryopreservation laboratory, Institute of plant biology and biotechnology, Committee of science, Ministry of education and science, Almaty, Kazakhstan.
- Kutinskaya, A.M.** — Master student, A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan.
- Lebedeva, L.P.** — Master of agricultural sciences, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Lyssakova, T.N.** — Candidate of biological sciences, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Martynova, E.N.** — Specialist of the perspective development department, JSC «Shubarkol Komir», Karaganda, Kazakhstan.
- Meyramov, G.G.** — Doctor of medical sciences, Professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Mindubaeva, F.A.** — Doctor of medical sciences, Professor, Karaganda Medical University, Kazakhstan.
- Mukasheva, G.Zh.** — Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Mukasheva, M.A.** — Doctor of biological sciences, Professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Mukhami, N.N.** — Graduate student, I. Arabayev Kyrgyz State University, Bishkek, Kyrgyzstan.
- Mukhanova, Sh.A.** — Bachelor of engineering and technology, Engineer of research laboratory «Ecological and genetic studies», Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Mylytkova, R.** — Young researcher, Mangyshak experimental botanical garden, Mangystau region, Aktau, Kazakhstan.
- Myrzabaev, A.B.** — Candidate of pedagogical sciences, Associate professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Nigmatullina, R.R.** — Doctor of biological sciences, Professor, Kazan State Medical University, Russia.
- Nortseva, M.A.** — Senior teacher, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Nugumanova, Sh.M.** — Candidate of medical sciences, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Nukzhanova, A.M.** — Graduate student, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Nurlybaeva, K.A.** — Master of biological sciences, PhD student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Ogar, N.P.** — Doctor of biological sciences, Professor, Corresponding member of the National Academy of sciences of Kazakhstan, Deputy Director general for science and design, Center for remote sensing and GIS «Terra», Almaty, Kazakhstan.
- Potechina, A.N.** — Student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Romadanova, N.V.** — Candidate of biological sciences, Leading researcher, Laboratory of germplasm cryopreservation, Institute of plant biology and biotechnology, Committee of science, Ministry of education and science, Almaty, Kazakhstan.
- Sadyrova, G.A.** — Doctor of biological sciences, Professor of the UNESCO Department for Sustainable Development, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Sagyndykova, M.S.** — PhD on biology, Senior researcher, Mangyshak experimental botanical garden, Mangystau region, Aktau, Kazakhstan.
- Saparbaeva, N.A.** — Candidate of biological sciences, Senior researcher, Institute of biotechnology problems, Taldykorgan, Kazakhstan.
- Sharipova, G.K.** — Master's degree student, Faculty of agriculture and biology, A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan.
- Shaybek, A.Zh.** — Master, PhD student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Shokanova, A.Sh.** — PhD, Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan.
- Sholpankulova, G.A.** — PhD student, Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan.

- Shorayeva, K.A.** — PhD student, M.Kh. Dulati Taraz State University, Kazakhstan.
- Sirman, D.Yu.** — Master, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Smagali, A.** — Master of biology, I. Zhansugurov Zhetysu State University, Taldykorgan, Kazakhstan.
- Starikova, A.E.** — PhD, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Strochkov, V.M.** — Senior Researcher, «Molecular biology and genetic engineering» laboratory, Research Institute for biological safety problems of the CS MES RK, Gvardeyskiy, Kazakhstan.
- Sultangazina, G.J.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Faculty of agriculture and biology, A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan.
- Sultankulova, K.T.** — Candidate of biological sciences, Professor, «Molecular biology and genetic engineering» laboratory, Research Institute for biological safety problems of the CS MES RK, Gvardeyskiy, Kazakhstan.
- Sumbembaev, A.A.** — PhD student, Junior researcher, Molecular genetics laboratory, Institute of plant biology and biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Tagayev, D.** — PhD, Acting associated professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Tazitdinova, R.M.** — PhD student, Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kazakhstan.
- Tleukenova, S.U.** — Candidate of biological sciences, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Tykezhanova, G.M.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Ulyanov, V.A.** — PhD student, A. Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan.
- Verzilov, M.A.** — GIS Specialist, Center for remote sensing and GIS «Terra», Almaty, Kazakhstan.
- Vilkov, V.S.** — Candidate of biological sciences, Head of «Biology» department, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Yeleupayeva, Sh.K.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Zhadan, K.S.** — Master of natural sciences, Lecturer of «Biology» department, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Zhaparova, A.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
- Zuban, I.A.** — Master of natural sciences, Senior lecturer of «Biology» department, M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
- Zhumabayeva, B.A.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
- Zhumagalieva, Z.Z.** — Candidate of chemical sciences, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.