

ISSN 2518-7201



№ 4(92)/2018

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
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

№ 4(92)/2018

Қазан–қараша–желтоқсан
30 желтоқсан 2018 ж.

Октябрь–ноябрь–декабрь
30 декабря 2018 г.

October–November–December
December, 30, 2018

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, 2018
Караганда, 2018
Karaganda, 2018

Бас редакторы

ЖМ ХҒА академигі, заң ғыл. д-ры, профессор

Е.Қ. Көбеев

Бас редактордың орынбасары

Х.Б. Омаров, ҚР ҰҒА корр.-мүшесі,
техн. ғыл. д-ры, профессор

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 д-ры (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. Сайты: vestnik.ksu.kz

Редакторлары

И.Д. Рожнова, Ж.Т. Нурмуханова

Компьютерде беттеген

В.В. Бутякин

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

ISSN 2518-7201

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 29.12.2018 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 13,0 б.т. Таралымы
300 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 132.

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
академик МАН ВШ, д-р юрид. наук, профессор
Е.К. Кубеев

Зам. главного редактора **Х.Б. Омаров**, чл.-корр. НАН РК,
д-р техн. наук, профессор
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 д-р 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. Сайт: vestnik.ksu.kz

Редакторы

И.Д. Рожнова, Ж.Т. Нурмуханова

Компьютерная верстка

В.В. Бутяйкин

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

ISSN 2518-7201

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 29.12.2018 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 13,0 п.л. Тираж 300 экз.
Цена договорная. Заказ № 132.

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

Academician of IHEAS, Doctor of Law, Professor

Ye.K. Kubeyev

Deputy main Editor

Kh.B. Omarov, Corresponding member of NAS RK,
Doctor of techn. sciences, Professor

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. Web-site: vestnik.ksu.kz

Editors

I.D. Rozhnova, Zh.T. Nurmukhanova

Computer layout

V.V. Butyaikin

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

ISSN 2518-7201

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 29.12.2018. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 13,0 p.sh. Circulation 300 copies. Price upon request. Order № 132.

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>Косарева О.Н., Динова Г.Е., Ахтанова А.Б.</i> Маңғыстаудың аридті жағдайындағы интродукцияланған алма сұрыптарының биологиялық ерекшеліктері	8
<i>Скрыльник Е.В., Товстый Ю.Н.</i> Көң және олардың негізіндегі тыңайтқышты енгізгеннен кейін күл себілген қара топырақтағы гумустың құрамы мен сапасының өзгеруі.....	17
<i>Конкабаева А.Е., Сирман Д.Ю., Тыкежанова Г.М., Баранова Т.Н., Колосов Р.А.</i> Мыс ацетатының әсері кезінде кәдімгі қызылша тұқымы (<i>Beta vulgaris</i>) тұнбасының жедел және созылмалы тәжірибедегі жануарлардың ақуыз және көмірсу алмасуының көрсеткіштеріне әсері.....	26
<i>Вдовина Т.А., Винокуров А.А., Лагус О.А., Исакова Е.А.</i> Қазақстанның аридті жағдайында ағаш-бұта және жеміс өсімдіктерін отырғызу кезінде «Aquasorb» ылғал ұстайтын полимерін енгізу	33
<i>Мамытова Н.С., Акбаева Л.Х., Жумабекова А.Ж., Тулегенов Е.А., Аубакирова Б.Н.</i> Орташа жылдық көрсеткіштер бойынша Ақмола облысындағы су объектілерінің өзін-өзі тазарту қабілетін зерттеу	39
<i>Куприянов А.Н., Абдуова А.А., Сатаев М.И., Мошкалов Б.М., Жарылқапов И.</i> Сырдария-Түркістан аймақтық табиғи саябағы аясындағы Боралдай тауының орман өсімдіктерін зерттеу.....	46
<i>Иманбаева А.А., Белозеров И.Ф., Иимуратова М.Ю.</i> Маңғышлақ табиғи флора жағдайындағы дәрілік өсімдіктердің интродукциялық құндылықтарының диагностикасы.....	54
<i>Исабек А.У., Тленчиева Т.М., Червякова О.В., Бурашев Е.Д., Султанкулова К.Т.</i> Құс тұмауы вирусының гемагглютинин генінің суббірліктерін алу үшін праймерлерді таңдау.....	61

МЕДИЦИНА

<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Қарағанды облысындағы кейбір өнеркәсіптік қалалардағы балалардың мұрнының шырышты қабығы күйін цитоморфологиялық бағалау	67
<i>Ахметова А.Ж., Абилова Ж.М., Рахимова С.Е., Каиров У.Е., Бекбосынова М.С., Гули Ч., Акильжанова А.Р.</i> Аритмогендік синдромдарды таргетті секвенирлеуге арналған кітапханаларды дайындау ерекшеліктері.....	73
<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Қарағанды облысының кейбір өндірістік қалаларында тұратын балалардың ұртының буккальді эпителийін цитоморфологиялық бағалау.....	80
<i>Булгакова О.В., Қауысбекова А.Ж., Берсімбаев Р.І.</i> Сұйық биопсия: клиникалық онкологияның жаңа диагностикалық әдісі	86
АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР	94
2018 жылғы «Қарағанды университетінің хабаршысында» жарияланған мақалалардың көрсеткіші. «Биология. Медицина. География» сериясы.....	96

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

<i>Косарева О.Н., Динова Г.Е., Ахтанова А.Б.</i> Особенности биологии интродуцированных сортов яблони в аридных условиях Мангистау.....	8
<i>Скрыльник Е.В., Товстый Ю.Н.</i> Изменение содержания и качества гумуса в черноземе оподзоленном после внесения помета и компостов на его основе.....	17
<i>Конкабаева А.Е., Сирман Д.Ю., Тыкежанова Г.М., Баранова Т.Н., Колосов Р.А.</i> Влияние настоя семян свеклы обыкновенной (<i>Beta vulgaris</i>) на показатели белкового и углеводного обмена у животных в подостром и хроническом эксперименте при воздействии ацетата меди	26
<i>Вдовина Т.А., Винокуров А.А., Лагус О.А., Исакова Е.А.</i> Внесение влагоудерживающего полимера «Aquasorb» при посадке древесно-кустарниковых и плодовых растений в аридных условиях Казахстана	33
<i>Мамытова Н.С., Акбаева Л.Х., Жумабекова А.Ж., Тулегенов Е.А., Аубакирова Б.Н.</i> Изучение самоочистительной способности водоемов Акмолинской области по среднегодовым показателям	39
<i>Куприянов А.Н., Абдуова А.А., Сатаев М.И., Мошкалов Б.М., Жарылкапов И.</i> Исследование древесных растений Боролдайских гор в пределах Сырдарья–Туркестанского регионального природного парка	46
<i>Иманбаева А.А., Белозеров И.Ф., Ишмуратова М.Ю.</i> Диагностика интродукционной ценности лекарственных растений природной флоры в условиях Мангышлака.....	54
<i>Исабек А.У., Тленчиева Т.М., Червякова О.В., Бурашев Е.Д., Султанкулова К.Т.</i> Подбор праймеров для получения субъединиц гена гемагглютинирина вируса гриппа птиц	61

МЕДИЦИНА

<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Цитоморфологическая оценка слизистой оболочки полости носа у детского населения некоторых промышленных городов Карагандинской области.....	67
<i>Ахметова А.Ж., Абилова Ж.М., Рахимова С.Е., Каиров У.Е., Бекбосынова М.С., Гули Ч., Акильжанова А.Р.</i> Особенности подготовки библиотек для таргетного секвенирования при аритмогенных синдромах.....	73
<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Цитоморфологическая оценка буккального эпителия щек у детского населения некоторых промышленных городов Карагандинской области	80
<i>Булгакова О.В., Каусбекова А.Ж., Берсимбаев Р.И.</i> Жидкая биопсия: новый диагностический метод в клинической онкологии	86
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	94
Указатель статей, опубликованных в «Вестнике Карагандинского университета» в 2018 году. Серия «Биология. Медицина. География».....	96

CONTENT

BIOLOGY

<i>Kosareva O.N., Dinova G.E., Akhtanova A.B.</i> Features of biology of the introduced apple-tree sorts in arid conditions of Mangystau	8
<i>Skrylnik E.V., Tovstiy Yu.N.</i> Changes in the content and quality of humus in chernozem podzolized after the introduction of manure and compost on its basis	17
<i>Konkabaeva A.E., Sirman D.Y., Tykezhanova G.M., Baranova T.N., Kolossov R.A.</i> Influence of the infusion of beetroot seeds (<i>Beta vulgaris</i>) on the indices of protein and carbohydrate exchange in animals in the sub-chronic and chronic experiment after exposure to copper acetate	26
<i>Vdovina T.A., Vinokurov A.A., Lagus O.A., Isakova E.A.</i> Introduction of moisture-holding polymer «Aquasorb» during landing wood-shrubby and fruit plants in the arid conditions of Kazakhstan	33
<i>Mamytova N.S., Akbaeva L.H., Zhumabekova A.Zh., Tulegenov E.A., Aubakirova B.N.</i> The study of self-treatment capacity of water bodies by annual average indices in Akmola region.....	39
<i>Kupriyanov A.N., Abduova A.A., Sataev M.I., Moshkalov B.M., Zharylkapov I.</i> Research of woody plants of the Borolday mountains within the Syrdarya-Turkestan regional nature park	46
<i>Imanbayeva A.A., Belozеров I.F., Ishmuratova M.Yu.</i> Diagnostics of introduction value of herbs of natural flora in the conditions of Mangystau.....	54
<i>Isabek A.U., Tlenchiyeva T.M., Chervyakova O.V., Burashev E.D., Sultankulova K.T.</i> Selection of primers for the obtaining of subunits of the avian influenza virus hemagglutinin gene.....	61

MEDICINE

<i>Nurlybayeva K.A., Aitkulov A.M., Mukasheva M.A., Starikova A.E.</i> Cytomorphological assessment of the nasal mucosa of the children's population of some industrial cities of Karaganda region.....	67
<i>Akhmetova A.Zh., Abilova Zh.M., Rakhimova S.E., Kairov U.E., Bekbosynova M.S., Guelly Ch., Akilzhanova A.R.</i> Features of library preparation for targeted sequencing of arrhythmogenic syndromes..	73
<i>Nurlybayeva K.A., Aitkulov A.M., Mukasheva M.A., Starikova A.E.</i> Cytomorphological assessment of buccal epithelium of the cheeks of children of some industrial cities of the Karaganda region	80
<i>Bulgakova O.V., Kausbekova A.Zh., Bersimbaev R.I.</i> Liquid biopsy: a new diagnostic method in clinical oncology	86
INFORMATION ABOUT AUTHORS	94
Index of articles published in «Bulletin of the Karaganda University» in 2018. «Biology. Medicine. Geography» Series.....	96

UDC 631.526.32:582.734.3

O.N. Kosareva, G.E. Dinova, A.B. Akhtanova

Mangyshlak experimental botanical garden, Aktau, Kazakhstan
(E-mail: imangarden@mail.ru)

Features of biology of the introduced apple-tree sorts in arid conditions of Mangystau

The article presents for the first time the biometrics results (tree height, leafage diameter, bole height and diameter, bine growth) of 11 sorts of 10 year old apple trees regionalized in Kazakhstan. Sorts have been introduced into the local conditions, characterized by extremely high air temperature, poor and weakly structured soil, which contains easily soluble sodium and potassium salts. The article also shows fruit-bearing age, amount of the first harvest and fruits size. It has been established that the biologically high sorts have showed significant decrease of fruit tree height, and also leafage and bole diameter (Asya, Askar, Kandil-sinap, Stolovka). For medium-height sorts the decrease of tree height, leafage and bole sizes is not as significant as for high sorts (Zolotoye prevoshodnoe, Mantet, Florina), and habit of low sorts has not changed (Zailiiskoye). Ontogenetic growth acceleration has been marked, such as earlier age of fruit-bearing (second–fourth year after planting). Fruit weight decrease has also been detected, although the difference in fruit weight between sorts has been preserved. Sorts productivity at 7 year age approximately corresponded with the productivity (at the same age) in more favorable conditions.

Keywords: apple tree, sorts, introduction, arid condition, salinization, adaptation, habit, productivity.

Introduction of apple-trees (*Malus Mill.*) in the Mangyshlak experimental botanical garden has begun since 1973, and the task of attraction of the largest number of wild-growing apple-trees (a method of patrimonial complexes) for their comparative ecological and biological studying and allocation of the steadiest species, versions and forms was originally set. High-quality apple-trees have begun to be attracted on a regular basis since 2006, and present days the collection contains 39 species and 28 sorts of an apple-tree.

Climate of Mangystau is sharply continental, with deficiency of moisture throughout all vegetative period. Average annual air temperature +9.6...+11.5 °C; absolute minimum air temperature — 34 °C, absolute maximum air temperature +47 °C; average annual amount of precipitation of 107–180 mm.

Brown and gray-brown desert soils are characterized by high extent of salinization and also close bedding to a surface of strong breeds (Sarmatian limestones, etc.). Character of vegetation typically desert, with prevalence of semi-bushy *Salsolla* and ice-holes, in the spring — ephemeral plants and ephemeras [1].

Sharp temperature drops of air and the soil, deficiency of moisture throughout all vegetative period, the increased contents in the soil of readily soluble salts of sodium and potassium, the poor, poorly structured soil complicate an introduction of fruit plants. Special agro methods and ways of cultivation and the maintenance of introduced species have been developed for overcoming adverse factors of the environment: use of the drainage system excluding secondary salinization of the soil; having watered with norm 350–400 t/hectare of 4–6 times a month from May to September; introduction of organic fertilizers and mulching by manure and sawdust of sowing furrows and near barreled circles; on sites with a close disposed of radical breeds — to dig put deep landing holes and trenches with full replacement of soil [2].

Research objective is identification of features of biology of the introduced apple-tree grades in arid conditions of Mangystau.

Objects and methodology

11 sorts of an apple-tree zoned in Kazakhstan including 6 sorts of foreign selection (Zolotoye prevoshodnoe, Kandil-sinap, Mantet, Burkhardt's Rennet, Stolovka, Florina) and 5 sorts of the Kazakhstan selection (Asya, Askar, Voskhod, Zailiiskoye, Saltanat) have been chosen as objects of a research. At the beginning of April, 2010 the two-year saplings of the specified grades imparted on annual seedlings of Sivers's apple-tree have been delivered from Issyk arboretum (Almaty) nursery.

Initial condition of the soil was average-clay, low-salty, low-profile, with close bedding to the surface of Sarmatian limestones. For ensuring the best survival and growth deleted the condensed salted top layer of soil, dug out landing holes of 1.5×2.0 meters in size and 1 meter in depth, filling them with specially prepared substratum (mix of not salted sandy soil with manure and sawdust). The distance in ranks made 5 meters, in row-spacing — 3 meters. Watering was carried out to near barreled circles from 20 to 25 times for the vegetative period, the norm of watering was 45–46 l/sq.m.

Observations of growth and development of grades of an apple-tree carried out by the standard technique [3]. Biometric measurements (tree height, diameter of krone, height and diameter of a krone, a gain of sprouts) carried out in 2018 on 20 individuals of each sort, carried out mathematical processing of results by N.L. Udolskaya [4] and G.F. Lakin [5] techniques, with use of the statistical Statgraphics Centurion XV.I programs. The mass of fruits and productivity were determined in 2017 by a weight method from one average model tree.

Results and discussion

Broad attraction of sorts of an apple-tree has begun since 2006–2010 on the basis of experience of a successful introduction of specific apple-trees. The mathematical authentic information about a habitus of 11 introduced sorts of an apple-tree growing on the salted soils in the conditions of extreme summer air temperature (is for the first time presented in this article at artificial irrigation).

Terms of passing of phenophases at high-quality apple-trees in general correspond to fenodata of crabs from the section Eumalus Zabel. (real apple-trees) [6]. In the analysis of a collection of fruit plants high extent of variation of terms of approach of phenophases by years of observations at fruit plants of different systematic and geographical origin was repeatedly noted [7].

It is noted also that apple-trees of xeromorphic shape, including Central Asian (Sivers's apple-tree — *M. sieversii* (Ldb. M. Roem.) and Nedzvetsky's apple-tree — *M. niedzwetzkyana* Dieck.) are more adapted for local droughty conditions in comparison with mesophilic representatives of the sort *Malus* and were perspective for cultivation on Mangyshlak [8].

As a result of the analysis of seasonal rhythmic of growth of representatives of a collection of fruit plants it is revealed that terms of the beginning and the end of growth of sprouts are connected not only with meteoconditions of concrete year, but also with their systematic and geographical origin, for example, almonds always finished growth of sprouts earlier, than apricots and cherries. On terms of the beginning and the end of growth of sprouts 8 groups of introduced species have been allocated [7]. On this classification some sorts of an apple-tree belong to group with the early beginning of growth and late terms of its end (IS), but the most part of sorts is carried to group with average terms of the beginning of growth and late completion of growth (joint venture). It is noted also that more long growth of sprouts was observed at young plants at plentiful watering [7].

In the conditions of Mangystau the heat resistance of grades of an apple-tree and also an water-ability and water-retaining ability of leaves which were defined by us for the introduced species of an apple-tree earlier is of great importance. It has been revealed that the heat resistance of 9 species (including Sivers's apple-trees) quite high, damage of a sheet plate at Sivers's apple-tree of 6-year age began at a temperature of 53 °C, temperature of lethal damage of the sheet 57 °C [9]. Sivers's apple-tree was characterized by also stable water-ability and rather high water-retaining ability of leaves during the entire period of vegetation [10]. These data allow with a certain share of probability to assume rather high rates of heat resistance and an water ability of leaves at apple-tree sorts, especially at the Kazakhstani sorts created on the basis of Sivers's apple-tree.

We investigated also root system of 5 species of an apple-tree aged from one up to 4 years [11]. It is revealed that root system superficial, wide with high extent of branching. The bulk of roots are located at a depth up to 50–60 cm, in the low-salty soil horizon. The essential factor interfering growth of roots deep into of soil is salinization, i.e. increase in content of chloride and sulfate water-soluble salts, since depth of 60–80 cm. Due to the correlation of elevated and underground parts of a fruit-tree it is necessary to expect

low-tallness of an apple-tree under our conditions, as is observed in fact both as species, so sorts. For example, a sorts Asya and Askar who are characterized as high-tall [12, 13] in the conditions of the salted soil with a close location of a plate of Sarmatian limestone don't exceed 2.2 (Asya) – 2.8 (Askar) meter. In the whole high-tall sorts (on a stock of an apple-tree of Sivers) turn under our conditions into category of average-tall and undersized sorts. Average-tall sorts, in turn, are lower on height in comparison with literary data, the difference makes from 0.5 m (Florina) to 1.5 m (Zolotoye prevoshodnoe) [14, 15] while undersized grades quite match the literary descriptions, for example, Zailiiskoye's sort. At the same time it should be noted that on sites with deep bedding of rocky breeds and rather low extent of salinization of soil height of fruit-trees considerably increases (to 5–6 m), for example, Sivers's apple-tree of 30-year age reaches height of 5.5–7.0 m [16].

Thus, a specific environment of Mangystau leaves a deep mark on process of ontogenesis of introduced species that has been noted already at the very beginning of the introduction researches on Mangyshlak, in particular, at tree species the low-tall, acceleration passing of separate phases of development, reduction of durability were observed [17].

On height (growth force) in local conditions, taking into account reliability of differences between average values (Styyudent's criterion) all sorts can be divided into three groups: rather high (the I group) — Zolotoye prevoshodnoe, Mantet, Saltanat, Stolovka, Kandil-sinap (from 2.46 ± 0.14 to 2.75 ± 0.9 m), the maximum height — 3.3–3.7 m; averages (the II group) — Askar, Voskhod, Zailiiskoye, Burkhardt's Rennet, Florina (from 2.11 ± 0.06 to 2.35 ± 0.15 m), the maximum height — 3.2–2.4 meters; low (the III group) — Asya (1.75 ± 0.11 m), the maximum height — 2.2 meters.

The low coefficient of a variation of average height is noted at sorts Zailiiskoye, Askar, Zolotoye prevoshodnoe, high — at sorts Saltanat and Florina. Scope of a variation (a difference between the minimum and maximum indicators) the biggest at Florina's sort (1.7 m), minimum — at sorts Asya, Askar (1.0 m).

On width (diameter) of krone (in the direction the North — the South and the East-West) all sorts are divided into two identical groups (by criterion of reliability of distinctions): with krone from 2.33 ± 0.12 up to 2.92 ± 0.10 meters (Zolotoye prevoshodnoe, Zailiiskoye, Saltanat, Askar, Mantet) and with krone from 2.11 ± 0.06 up to 1.78 ± 0.11 meter (the Rennet Burkhardta, Kandil-sinap, Florina, Voskhod, Asya, Stolovka). The krone sizes in the direction the East — the West is slightly more, than in the direction the North — the South honor at all sorts (for example, at a sort Zolotoye prevoshodnoe — 2.92 ± 0.10 meters and 2.87 ± 0.10 meters respectively) (Table 1). The exception makes a sort Kandil-sinap which has krone width among more, than in the direction of row-spacing.

Possibly, insignificant increase in width of krone in the direction the East – the West at the majority of sorts is connected with the scheme of landing (ranks are located in the direction the North – the South, distances between trees among less, than distances in row-spacing). At such sorts as Burkhardt's Rennet and Stolovka width of krone is identical in both directions. The smallest coefficient of a variation of average of sign is revealed at sorts Zolotoye prevoshodnoe and Zailiiskoye, the greatest — at sorts Asya and Kandil-sinap. Scope of a variation of sign minimum at a sort Stolovka (1.1–1.2 meters), maximum — at sorts Mantet (1.8–2.3 m) and Zolotoye prevoshodnoe (1.9–2.2 m).

On height and diameter of a shtamb all sorts are divided into three groups (on the basis of Styyudent's criterion). Sorts with the highest shtamb (the I group) — Saltanat, Florina, Zailiiskoye (from 36.90 ± 3.28 to 49.60 ± 7.69 cm) (Table 1). Seven sorts belong to group with the average height of a shtamb (the II group) — Stolovka, Askar, Zolotoye prevoshodnoe, Burkhardt's Rennet, Voskhod, Asya, Mantet (from 22.30 ± 2.70 to 31.70 ± 4.79 cm). The only sort Kandil-sinap belongs to the third group with the lowest shtamb (17.30 ± 4.19 cm).

The lowest coefficient of a variation of average height of a shtamb is noted at sorts Zailiiskoye and Zolotoye prevoshodnoe, the highest — at a sort Kandil-sinap. Scope of a variation of sign minimum at sorts Asya and Kandil-sinap (35–36 cm), maximum — at sorts Saltanat and Askar (73–75 cm).

Sorts with the biggest average diameter of a shtamb (the I group) are Kandil-sinap, Saltanat, Mantet, Zolotoye prevoshodnoe (from 7.70 ± 0.30 up to 8.70 ± 0.55 cm). The maximum diameter of a shtamb is 11 cm (Kandil-sinap, Saltanat, Mantet). Average diameter of a shtamb (the II group) is noted at sorts Voskhod, Florina, Stolovka, Rennet Burkhardta, Zailiiskoye, Askar (from 6.65 ± 0.51 up to 7.40 ± 0.34 cm). The only sort Asya (average diameter of a shtamb of 5.25 ± 0.48 cm) belongs to the third group. On the minimum coefficient of a variation of average values of diameter of a shtamb sorts Voskhod and Stolovka, on maximum — sorts Asya and Askar are allocated.

Table 1

Biometric indicators of the introduced apple-tree sorts

Name of sort	Height (meter)			Wide of krone (meter)						Size of shtamb (cm)						Gain (cm)	
	Average	Max	Min	From north to south		From east to west		Height		Diameter		Average	Max				
				Average	Max	Min	Average	Max	Min	Average	Max			Min			
Asya	1.75±0.11	2.2	1.2	1.82±0.13	2.6	1.1	2.04±0.18	3.0	1.0	27.30±4.05	45.0	10.0	2.0	11.20 ±2.39	31.30 ±6.22		
Askar	2.26±0.10	2.7	1.7	2.36±0.15	3.2	1.7	2.27±0.15	3.1	1.7	31.60±6.86	82.0	9.0	6.65±0.51	16.20 ±3.71	42.45 ±6.15		
Voskhod	2.23±0.13	3.0	1.6	1.84±0.13	2.6	1.3	1.82±0.14	2.7	1.2	29.50±5.44	53.0	1.0	7.40±0.34	12.10 ±3.83	26.40 ±8.36		
Zaitriskoye	2.11±0.06	2.7	1.3	2.58±0.11	3.3	1.9	2.66±0.11	3.7	1.8	36.90±3.28	70.0	17.0	6.72±0.30	13.70 ±1.31	25.10 ±2.03		
Zolotoye prevoshodnoe	2.75±0.09	3.3	1.9	2.87±0.10	3.7	1.5	2.92±0.10	3.8	1.9	30.52±2.98	57.5	2.5	7.70±0.30	9.04 ±1.19	20.70 ±2.81		
Kandil-sinap	2.46±0.14	3.1	1.9	1.92±0.17	2.7	1.1	2.11±0.16	2.7	1.3	17.30±4.19	40.0	4.0	8.70±0.55	20.72 ±3.24	45.25 ±6.44		
Mantet	2.62±0.11	3.3	1.8	2.33±0.12	3.4	1.6	2.34±0.12	3.6	1.2	22.30±2.70	51.0	2.0	8.08±0.33	12.70 ±1.32	30.80 ±2.80		
Burkhardt's Rennet	2.35±0.15	3.1	1.6	2.11±0.14	2.6	1.3	2.12±0.13	2.7	1.3	30.50±4.66	56.0	14.0	6.85±0.48	14.42 ±2.35	38.40 ±4.74		
Saltanat	2.62±0.17	3.4	1.9	2.40±0.15	3.5	1.8	2.41±0.16	3.3	1.8	49.60±7.69	80.0	5.0	8.15±0.52	14.60 ±2.35	34.60 ±4.81		
Stolovka	2.63±0.13	3.2	2.1	1.78±0.11	2.4	1.3	1.80±0.11	2.5	1.3	31.70±4.79	49.0	8.0	6.90±0.36	18.50 ±3.04	40.60 ±5.28		
Florina	2.25±0.14	3.0	1.3	1.88±0.10	2.4	1.1	2.02±0.17	2.8	1.0	47.35±7.43	83.0	18.0	7.20±0.42	17.70 ±1.88	43.05 ±3.44		

The scope of a variation of sign, as well as variation coefficient — minimum at sorts Voskhod and Stolovka (3.0–3.5 cm), the maximum scope of a variation of sign (5.0–5.5 cm) is noted at all other sorts, except for a sort of Florina, at which scope of a variation of sign slightly lower (4.5 cm).

Also average and maximum values of a gain of sprouts for the vegetative period (Table 1) have undergone statistical processing, two groups are as a result allocated: the first group includes eight sorts with rather higher rates as average, and maximum gains, the second group includes sorts with rather low indicators of a gain.

To the first group as average, and maximum gains sorts Kandil-sinap, Stolovka, Florina, Askar, Saltanat, Burkhardt's Rennet, Mantet belong, to the second group — sorts Voskhod and Zolotoye prevoshodnoe. Two sorts (Zailiiskoye and Asya) have got into different groups: Zailiiskoye's sort in size of an average gain belongs to the first group, in size of the maximum gain — to the second group; the sort Asya, on the contrary, in size of an average gain of sprouts belongs to the second group (rather low gain), in size of the maximum gain — to the first group.

When determining average and maximum gains the highest average values are revealed at a sort Kandil-sinap (20.72 ± 3.24 cm and 45.25 ± 6.44 cm), the minimum average values — at a grade Zolotoye prevoshodnoe (9.04 ± 1.19 cm and 20.70 ± 2.81 cm respectively). The coefficient of a variation was the smallest at Florina and Zailiiskoye's sorts, the highest — at sorts Asya, Askar. The minimum scope of a variation is noted at sorts Florina, Zailiiskoye, Zolotoye prevoshodnoe (from 14.3 cm to 22.9 cm on an average gain of shanks, from 34.5 cm to 39 cm on the maximum gain of sprouts). The maximum scope of a variation — at sorts Askar, Voskhod (up to 35.6 cm on an average gain and up to 77.5 cm on the maximum gain).

In general rather larger sizes of krone and a shtamb and also size of a gain characterize sorts Mantet and Saltanat. The sort Zolotoye prevoshodnoe, large by the sizes, differs in a low gain of sprouts. The low coefficient of a variation of all parameters of a habitus is characteristic of sorts Zolotoye Prevoshodnoe and Zailiiskoye.

In 2017 the first determination of productivity of the introduced grades (Table 2) has been carried out.

Table 2

The mass of a fruit and productivity of sorts of an apple-tree for the 8th year after landing

Name of sort	Origin of sort	Age introduction in period fructification	Period of maturing of fruits	Mass of fruit, g	Productivity, kg/tree
Asya	Kazakhstani	3	Autumn	130.6	12.4
Askar	Kazakhstani	4	Autumn	138.0	21.2
Voskhod	Kazakhstani	4	Late-summer	140.0	10.0
Zailiiskoye	Kazakhstani	3	Autumn	120.0	10.5
Zolotoye prevoshodnoe	American	3	Late-summer	70.7	26.2
Kandil-sinap	Krym	5	Autumn	98.0	12.0
Mantet	Canadian	3	Early-summer	131.6	19.2
Burkhardt's Rennet	Krym	3	Early-summer	79.7	17.0
Saltanat	Kazakhstani	5	Autumn	100.0	8.0
Stolovka	European (Baltic)	5	Summer	76.8	18.8
Florina	French	5	Autumn	92.8	18.0

Apparently from Table 2, the first fructification was observed in 2012 (i.e. for the second year after landing) at sorts Asya, Zailiiskoye, Zolotoye prevoshodnoe, Mantet, Burkhardt's Rennet. In 2013 (for the third year after landing) fructification is noted at sorts Askar and Voskhod, in 2014 (for the fourth year after landing) fructification has occurred at sorts Kandil-sinap, Saltanat, Stolovka, Florina.

We repeatedly noted early approach of age of fructification at the introduced species of an apple-tree [7, 8, 18], this regularity was confirmed also at sorts. For the second year after landing, i.e. at three-year age, sorts Asya (according to literary data the first fructification was observed in 9–10 years), Zolotoye prevoshodnoe, Burkhardt's Rennet, Zailiiskoye fructified (usually began to fructify in 5–6 years).

For the 3rd year after landing, i.e. at 4-year age, fructification of sorts Askar (in usual conditions of 7–8 years), Voskhod has begun (earlier approach of age of fructification is noted only on a dwarfish stock). On the 4th year after landing, i.e. at 5-year age, fructification is noted at sorts Kandil-sinap (usually comes in 12–15 years), Saltanat (usually in 7–8 years), Stolovka (usually in 9–10 years). And only at Florina's sort the age of the first fructification corresponded to literary data (3–5 years depending on a stock).

On the period of maturing of fruits the shift of phenophases for earlier terms is also noted that it is especially noticeable at winter and late winter sorts, i.e. sorts from winter become autumn on terms of maturing of fruits (Asya, Saltanat, Florina). Autumn sorts can become late summer (Zailiiskoye), late summer — early summer (Burkhardt's Rennet). Some from autumn (Askar, Voskhod) and summer (Kandil-sinap) sorts didn't change terms of maturing of fruits.

Decrease in mass of fruits of the introduced apple-tree sorts is also noted. The sorts having category fruits «very large» turn into lower category «large» (Asya, Askar, Voskhod) (131–140 g); from category «large» turn into category «above averages» (Zailiiskoye, Saltanat) (100–120 g) and «averages» (Florina) (92 g); from category «averages» — in category «below averages» (Zolotoye prevoshodnoe) (70 g).

The productivity in the first years of fructification in general is close to literary data, for example, the sort Asya yields a harvest of 10–15 kg per a tree, and under our conditions — 12.4 kg per a tree; the sort Kandil-sinap on a stock of M9 gives 10–16 kg per a tree, under our conditions — 12 kg per a tree. Among all introduced apple-tree sorts on productivity the sort Zolotoye prevoshodnoe — 26.2 kg per a young tree is in the lead.

The highest productivity was observed at a sort Zolotoye prevoshodnoe though on the mass of a fruit at a grade the last place. It is obvious that the size of a harvest doesn't depend on age of the introduction in fructification, the harvest of the sorts fructifying from three-year age fluctuates ranging from 10.5 kg per a tree (Zailiiskoye) to 26.2 kg from a tree (Zolotoye prevoshodnoe). At 4-year age the harvest from 10.0 (Voskhod) to 21.2 kg per a tree (Askar), in 5-year-old — from 8.0 (Saltanat) to 18.8 kg per a tree was observed (Stolovka). If to correlate a harvest with habitus, then the lowest tree, with the minimum indicators of height, diameter of krone (a sort Asya) yields a harvest above, than a sort Saltanat (with the maximum indicators of height of a tree, diameter of krone) and Voskhod (with average values of a habitus). In general, sorts with the highest productivity (Zolotoye prevoshodnoe, Askar, Mantet) have fruit-tree height from maximum to an average, diameter of krone maximum, trunk height average, diameter of a shtamb from maximum to an average, a gain of sprouts high (except Zolotoye prevoshodnoe).

The largest fruits under our conditions at a sort Voskhod (140 g), Askar (138 g) and also at sorts Asya, Mantet (131 g) and Zailiiskoye (120 g). Possibly, a sort Askar (except the most productive variety Zolotoye prevoshodnoe) is of the greatest interest on the general combination of positive characteristics (habitus, a gain of sprouts, fruit size, productivity) among other sorts.

Resistance of sorts to diseases and wreckers is of great importance. Historically in the territory of Mangystau fruit plants were grown up only on small oasis sites, were absent as well wood plantings, too arid local climate and extremely high temperatures of air interfered with distribution of a number of diseases of fruit plants. Nevertheless harmful organisms gradually got on the territory of Mangystau together with insufficiently pure landing material when active industrial development of the region has in the late sixties of the XX century begun. It is established that species and sorts of an apple-tree in the old territory of MEBG (at thickened landings) were surprised mealy dew (*Podosphaera leucotricha* Salm.), tree fir seed moth (*Cydia pomonella*), *Diaspidiotus perniciosus* Comst., sometimes scab (*Fusicladium dendriticum*) [19, 20]. In the new territory of gaden, at observance of the recommended preventive actions [20], mass defeat of grades by wreckers and diseases wasn't observed so far.

Conclusion

Environment of Mangystau (the Western Kazakhstan) have a number of specific features from which dry extremely hot summer and universal salinity of the soils spread by a shell plate most considerably influence growth and development of fruit plants, including apple-trees.

Terms of passing of phenophases of high-quality apple-trees in general corresponded to phenological data of the species and kinds of an apple-tree tested within 45 years from which on rhythms of growth and development representatives of the section *Eumalus Zabel* are the closest (real apple-trees).

In specific local conditions change of a habitus of sorts of an apple-tree was observed. Biologically tall sorts were characterized by considerable reduction of height of a fruit-tree and also diameter of krone (Asya, Askar, Kandil-sinap, Stolovka). For average-tall sorts reduction of height of a tree, the sizes of krone isn't so big as for tall sorts (Gold excellent, Mantet, Florina), and habitus undersized sorts didn't change (Zailiiskoye).

On average and maximum values of a gain of sharps for the vegetative period of a sort are close among themselves, the gain of sharps is noted by higher at grades Kandil-sinap, Stolovka, Florina, Askar, Saltanat, the low size of a gain characterized such sorts as Voskhod and Zolotoye prevoshodnoe.

Maturing of fruits under our conditions moved for earlier terms therefore the period of maturing of fruits changed, winter and late winter grades became autumn (Asya, Saltanat, Florina), autumn — late summer (Zailiyskoye), late summer — early summer (Burkhardt's Renet). Some autumn (Askar, Voskhod) and summer (Kandil-sinap) sorts didn't change terms of maturing of fruits.

At the introduced sorts of an apple-tree acceleration of ontogenetic development — approach of age of fructification is noted earlier (on the second — the fourth year after landing). Also reduction of mass of fruits is revealed, however inter sort quality distinctions on the mass of fruits remained. The largest fruits for sorts Voskhod, Askar, Asya are recorded (131–140 g).

The productivity of sorts for the 8th year after landing approximately corresponded to their productivity (at the same age) in more favorable conditions for cultivation. The most big crop is reaped from a sort apple-tree Zolotoye prevoshodnoe (26.2 kg per a tree).

The work has been performed on the topic of the grant project «Introduction of prospective apple tree sorts for inclusion into culture in arid regions of west Kazakhstan».

References

- 1 Боровский В.М. Почвы полуострова Мангышлак / В.М. Боровский. — Алма-Ата: Кайнар, 1974. — 268 с.
- 2 Косарева О.Н. Особенности агротехники выращивания плодовых растений в Мангыштау / О.Н. Косарева // Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в аридных регионах: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию создания Мангышлакского экспериментального ботанического сада. — Актау, 2012. — С. 76–80.
- 3 Методики интродукционных исследований в Казахстане. — Алма-Ата: Наука, 1987. — 136 с.
- 4 Удольская Н.Л. Методика биометрических расчетов / Н.Л. Удольская. — Алма-Ата: Наука, 1976. — 45 с.
- 5 Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
- 6 Иманбаева А.А. Итоги интродукции плодово-ягодных растений в аридных условиях Западного Казахстана / А.А. Иманбаева, О.Н. Косарева, Г.Е. Динава, А.Б. Ахтанова // Состояние и перспективы развития сибирского садоводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Барнаул: Азбука, 2013. — С. 151–158.
- 7 Косарева О.Н. Сезонная ритмика плодовых растений коллекции Мангышлакского экспериментального ботанического сада / О.Н. Косарева, Г.Е. Динава // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — Караганда, 2016. — № 3(83). — С. 105–114.
- 8 Косарева О.Н. Адаптивные особенности интродуцированных яблонь в условиях Мангышлака / О.Н. Косарева // Итоги и перспективы развития ботанической науки в Казахстане: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию Института ботаники и фитointродукции МОН РК. — Алматы, 2002. — С. 421–423.
- 9 Косарева О.Н. Жаростойкость интродуцентов яблони в условиях полуострова Мангышлак / О.Н. Косарева // Известия АН КазССР. Сер. биол. — 1983. — № 2. — С. 78, 79.
- 10 Косарева О.Н. Роль некоторых физиологических показателей в определении перспективных для интродукции в условиях Мангышлака плодовых растений / О.Н. Косарева // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тезисы докл. Всесоюз. совещ. — Звенигород, 1984. — С. 87, 88.
- 11 Косарева О.Н. Корневая система интродуцированных яблонь на полуострове Мангышлак / О.Н. Косарева // Экоморфоз корневой системы растений в природных сообществах и в культуре. — Алма-Ата: Наука, 1984. — С. 91–105.
- 12 Джангалиев А.Д. Описание селекционного достижения (сорта растений) к патенту № 23 / А.Д. Джангалиев // Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. — 14.07.2006.
- 13 Джангалиев А.Д. Описание селекционного достижения (сорта растений) к патенту № 24 / А.Д. Джангалиев // Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. — 14.07.2006.
- 14 Джангалиев А.Д. Определитель сортов плодовых и ягодных культур юго-востока Казахстана / А.Д. Джангалиев, А.Н. Кацейко, М.П. Левина. — Алма-Ата: Кайнар, 1969. — 159 с.
- 15 Волкова Н.К. Сад и ягодник: Справочник / Н.К. Волкова. — Алматы: Изд-во ЦК Компартии Казахстана, 1989. — 220 с.
- 16 Иманбаева А.А. Древесные растения Мангышлакского экспериментального ботанического сада КН МОН РК: 40 лет интродукции / А.А. Иманбаева, О.Н. Косарева, А.Т. Туякова. — Актау, 2012. — 244 с.
- 17 Романович В.В. Интродукция растений на полуостров Мангышлак и вопросы зеленого строительства населенных районов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.В. Романович. — Ярославль, 1973. — 54 с.
- 18 Косарева О.Н. Интродукция представителей семейства *Rosaceae* на полуострове Мангышлак / О.Н. Косарева, В.Б. Любимов // Бюлл. ГБС АН СССР. — 1987. — Вып. 144. — С. 31–35.
- 19 Прокашева С.А. Болезни плодовых культур на полуострове Мангышлак и меры борьбы с ними / С.А. Прокашева. — Шевченко, 1982. — 7 с.
- 20 Прокашева С.А. Рекомендуемые мероприятия по борьбе с наиболее опасными вредителями и болезнями зеленых насаждений полуострова Мангышлак / С.А. Прокашева. — Шевченко, 1983. — 19 с.

О.Н. Косарева, Г.Е. Динова, А.Б. Ахтанова

Маңғыстаудың аридті жағдайындағы интродукцияланған алма сұрыптарының биологиялық ерекшеліктері

Мақалада алғаш рет Қазақстанда аудандастырылған 10 жылдық алма ағашының 11 сұрыптарының биометриясының (ағаштың биіктігі, тәж диаметрі, ағаш діңінің биіктігі және диаметрі, бұтақ өсімі) нәтижелері ұсынылған. Ауаның өте жоғары температурасы, топырақ құрылымының нашарлығы және тапшылығымен, жеңіл еритін калий және натрий тұздарымен сипатталатын сұрыптар жергілікті жағдайларға интродукцияланған. Сонымен қатар жеміс беру жасы, алғашқы өнімділіктің көлемі және жемістердің өлшемі келтірілген. Биологиялық ұзын биіктіктегі сұрыптарда жеміс ағаштарының биіктігі және де тәж диаметрі мен ағаш діңі едәуір төмендетілгені анықталды (Ася, Асқар, Кандильсинап, Столовка). Орташа биіктіктегі сұрыптар үшін ағаш биіктігі, тәж өлшемі және ағаш діңінің кішірейгені жоғары биіктіктегі сұрыптар сияқты соншалықты көп емес (Золотое превосходное, Мантет, Флорина), ал төмен биіктіктегі сұрыптардың габитусы өзгермеген. Онтогенетикалық дамудың жылдамдатылғаны — ерте жеміс беруі байқалынған (отырғызылғаннан кейін екінші–төртінші жыл). Сонымен қатар жемістердің көлемі кішірейгені анықталды, алайда жемістердің көлемі бойынша сұрыптар арасындағы айырмашылық сақталған. 7-жылдық сұрыптардың өнімділігі шамамен қолайлы жағдайда (сол жасында) өсірілген өнімдерге сәйкес келеді.

Кілт сөздер: алма ағаштары, сұрыптар, интродукция, аридті жағдай, сортаңдау, жерсіну, габитус, өнімділік.

О.Н. Косарева, Г.Е. Динова, А.Б. Ахтанова

Особенности биологии интродуцированных сортов яблони в аридных условиях Мангистау

В статье впервые представлены результаты биометрии (высота дерева, диаметр кроны, высота и диаметр штамба, прирост побегов) 11 сортов яблони 10-летнего возраста, районированных в Казахстане. Сорта интродуцированы в местные условия, характеризующиеся экстремально высокой температурой воздуха, бедностью и слабой структурированностью почвы, содержащей легко растворимые соли натрия и калия. Приведены также возраст вступления в плодоношение, величина первого урожая и размеры плодов. Установлено, что у биологически высокорослых сортов наблюдалось значительное уменьшение высоты плодового дерева, а также диаметра кроны и штамба (Ася, Асқар, Кандильсинап, Столовка). Для среднерослых сортов уменьшение высоты дерева, размеров кроны и штамба не столь велико, как для высокорослых сортов (Золотое превосходное, Мантет, Флорина), а габитус низкорослых сортов не менялся (Зайилийское). Отмечено ускорение онтогенетического развития — ранее наступление возраста плодоношения (на второй-четвертый год после посадки). Выявлено также уменьшение массы плодов, однако межсортовые различия по массе плодов сохранялись. Урожайность сортов в 7-летнем возрасте приблизительно соответствовала их урожайности (в том же возрасте) в более благоприятных условиях выращивания.

Ключевые слова: яблоня, сорта, интродукция, аридные условия, засоление, адаптация, габитус, урожайность.

References

- 1 Borovskii, V.M. (1974). Pochvy poluostrova Manhyshlak [Soil of Mangyshlak peninsula]. Alma-Ata: Kainar [in Russian].
- 2 Kosareva, O.N. (2012). Osobennosti ahrotekhniki vyrashchivaniia plodovykh rastenii v Manhistau [Cultivation of fruits plants is one of the features of argo-technology in Mangistau]. Proceedings from Plant introduction, biodiversity preservation and amenity planting in arid regions: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia, posviashchennaia 40-letiiu sozdaniia Manhyshlaksokho eksperimentalnogo botanicheskoho sada — International Scientific and Practical Conference dedicated to 45 years of creation of Mangyshlak experimental botanical garden.* (pp. 76–80). Aktau [in Russian].
- 3 *Metodiki introduktsionnykh issledovaniy v Kazakhstane [Research methodology of plant introduction in Kazakhstan].* (1987). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 4 Udolskaya, N.L. (1976). Metodika biometricheskikh raschetov [Methodology of biometric calculation]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 5 Lakin, G.F. (1990). Biometriia [Biometrics]. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].
- 6 Imanbaeva, A.A., Kosareva, O.N., Dinova, G.E., & Akhtanova, A.B. (2013). Itohi introduktsii plodovo-yahodnykh rastenii v aridnykh usloviakh Zapadnoho Kazakhstana [Summary of plant introduction of fruit-berry plants in arid regions of West Kazakh-].

stan]. Proceedings from State and perspective development of Siberian horticulture: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia — International Scientific and Practical Conference*. (pp. 151–158). Barnaul: Azbuka [in Russian].

7 Kosareva, O.N., & Dinova, G.E. (2016). Sezonnaia ritmika plodovykh rastenii kollektzii Manhyshlaksokho eksperimentalnogo botanicheskoho sada [Seasonal rhythmic of fruit plants collection from Mangyshlak experimental botanical garden]. *Vestnik Karahandinskoho universiteta. Serii Biologhiia. Meditsina. Heohrafiia — Bulletin of Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 3, 105–114 [in Russian].

8 Kosareva, O.N. Adaptivnye osobennosti introdutsirovannykh yablon v usloviakh Manhyshlaka [Adaptive features of introduced apples in conditions of Mangyshlak region]. Proceedings from Summary and perspective development of botanical science in Kazakhstan: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia, posviashchennaia 70-letiiu Instituta botaniki i fitointroduktsii MON RK — International Scientific conference dedicated to 70 years anniversary of Institute of Botany and Phyto introduction* (pp. 421–423) Almaty [in Russian].

9 Kosareva, O.N. (1983). Zharostoikost introdutsentov yablona v usloviakh poluostrova Manhyshlak [Heat resistance of Introduced apples in conditions of Mangyshlak peninsula]. *Izvestiia Akademii nauk KazSSR. Serii biologicheskhaia — News of AN KazSSR. Ser. Biological*, 2, 78–79 [in Russian].

10 Kosareva, O.N. (1984). Rol nekotorykh fiziologicheskikh pokazatelei v opredelenii perspektivnykh dlia introduktsii v usloviakh Manhyshlaka plodovykh rastenii [Roles of some physiological indicators in terms of defining the perspectives for introduction in conditions of Mangyshlak fruit plants]. Proceedings from Actual tasks of physiology and biochemistry plants in botanical gardens of USSR: *Vsesoiuznoe soveshchanie — All-Union Meeting* (pp.87–88). Zvenigorod [in Russian].

11 Kosareva, O.N. (1984). Kornevaia sistema introdutsirovannykh yablon na poluostrove Manhyshlak [The root system of introduced apple trees on the peninsula Mangyshlak]. *Ekomorfoz kornevoi sistemy rastenii v prirodnykh soobshchestvakh i v kulture [Ecomorphosis root system of plants in natural communities and culture]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

12 Dzhahaliev, A.D. (2006). Opisaniie selektsionnogo dostizheniia (sorta rastenii) k patentu № 23 [Description of the selection achievements (plant varieties) to patent № 23]. *Komitet po pravam intellektualnoi sobstvennosti Ministerstva Iustitsii Respubliki Kazakhstan — Intellectual Property Rights Committee of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan* [in Russian].

13 Dzhahaliev, A.D. (2006). Opisaniie selektsionnogo dostizheniia (sorta rastenii) k patentu № 24 [Description of the selection achievements (plant varieties) to patent № 24]. *Komitet po pravam intellektualnoi sobstvennosti Ministerstva Iustitsii Respubliki Kazakhstan — Intellectual Property Rights Committee of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan* [in Russian].

14 Dzhahaliev, A.D., Katseiko, A.N., & Levina, M.P. (1969). *Opredelitel sortov plodovykh i yagodnykh kultur yuzhno-vostoka Kazakhstana [Determinant varieties of fruit and berry crops South-East of Kazakhstan]*. Alma-Ata: Kainar [in Russian].

15 Volkova, N.K. (1989). Sad i yagodnik [Garden and berry]. Almaty: Izdatelstvo TsK Kompartii Kazakhstana [in Russian].

16 Imanbaeva, A.A., Kosareva, O.N., & Tuyakova, A.T. (2012). *Drevesnye rasteniia Manhyshlaksokho Eksperimentalnogo botanicheskoho sada KN MON RK: 40 let introduktsii [Woody plants Mangyshlak Experimental Botanical Garden KH MES RK: 40 years of introduction]*. Aktau [in Russian].

17 Romanovich, V.V. (1973). Introduktsiia rastenii na poluostrov Manhyshlak i voprosy zelenogo stroitelstva naselennykh raionov [Plant Introduction to Mangyshlak and issues of green building populated areas]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Yaroslavl [in Russian].

18 Kosareva, O.N., & Liubimov, V.B. (1987). Introduktsiia predstavitelei semeistva Rosaceae na poluostrove Manhyshlak [Introduction of representatives of Rosaceae on the Mangyshlak peninsula]. *Biulleten Hlavnogo botanicheskoho sada AN SSSR — Bulletin of Main Botanical Garden AS of USSR*, 44, 31–35 [in Russian].

19 Prokashva, S.A. (1982). *Bolezni plodovykh kultur na poluostrove Manhyshlak i mery borby s nimi [Diseases of fruit crops on the Mangyshlak Peninsula and measures to combat them]*. Shevchenko [in Russian].

20 Prokashva, S.A. (1983). *Rekomenduemye meropriiatiia po borbe s naibolee opasnymi vrediteliami i bolezniami zelenykh nasazhdenii poluostrova Manhyshlak [Recommended measures to combat the most dangerous pests and diseases of green plantations of the peninsula Mangyshlak]*. Shevchenko [in Russian].

Е.В. Скрыльник, Ю.Н. Товстый

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии
им. А.Н. Соколовского», Харьков, Украина
(E-mail: hnu459@mail.ru)

Изменение содержания и качества гумуса в черноземе оподзоленном после внесения помета и компостов на его основе

В условиях полевого опыта изучено влияние действия и последствия органических удобрений на основе помета на качественный и количественный состав гумуса в черноземе оподзоленном тяжело-суглинистом. Установлено, что внесение помета и компостов на его основе способствовало повышению содержания общего углерода. На контроле (без внесения удобрений) содержание общего углерода было на уровне 1,7 %. После внесения помета, компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) в дозе 10 т/га оно составляет 1,80; 1,83 и 1,90 % соответственно. Применение помета и компостов на его основе оказало влияние и на качественный состав гумуса. На контроле отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ составило 1,25, что свидетельствует о фульватно-гуматном типе гумуса. После внесения органических удобрений качество гумуса улучшалось ($C_{ГК}/C_{ФК}$ 1,47...1,79). Применение компоста (помет + лузга) обеспечило максимальное содержание подвижных фракций гуминовых кислот, при одновременном повышении содержания стабильных фракций гуминовых кислот.

Ключевые слова: чернозем оподзоленный, помет, компост, гумус, гуминовые кислоты, фульвокислоты, группово-фракционный состав гумуса.

Введение

При длительной антропогенной нагрузке на агроэкосистему изменяется как содержание гумуса, так и его качественный состав [1]. С запасами гумуса и его качественным составом тесно связаны не только морфологические и основные физико-химические свойства почвы, но и водный, воздушный и тепловой режимы [2]. Анализ гумусного состояния пахотных почв Украины за последние годы свидетельствует о том, что по сравнению с целинными аналогами оно претерпело существенные количественные и качественные изменения. По результатам агрохимической паспортизации сельскохозяйственных земель в течение 1986–2010 гг. содержание гумуса в почвах уменьшилось на 0,22 %, а ежегодные потери гумуса в почвах Украины составляют 0,6–1 т/га. Вызваны такие изменения интенсификацией сельского хозяйства и уменьшением поступления органических материалов в почву. Внесение органических удобрений только за последние 10 лет уменьшилось с 8,6 тонны на 1 га пашни в 1990 г., до 0,5 тонны на 1 га в 2016 г. [3]. Одновременно с уменьшением содержания гумуса происходит и изменение его качественного состава, а именно уменьшение доли труднорастворимых фракций гумуса, которые более устойчивы к минерализации [4].

Главными признаками деградации гумуса, которые определяют масштабы его потерь и ухудшения качества, являются ослабление процесса формирования гуминовых кислот, изменение их состава и упрощение структуры. Ослабление процесса гумификации в большинстве случаев прослеживается на стадиях новообразования гуминовых кислот и полимеризации гумусовых структур (формирование гуматов). Обеднение гумуса подвижными фракциями гуминовых кислот и гуматами, наряду с усилением фульватной направленности процессов превращения органических веществ, существенно снижает агрономическую ценность гумуса и его способность противостоять неблагоприятным воздействиям [5].

В агрономии известны различные приемы увеличения запасов гумуса и улучшения его качества, но важным фактором, влияющим на гумусное состояние почвы, остается внесение органических удобрений [1, 2]. Систематическое внесение органических удобрений способствует увеличению содержания гумуса и расширению соотношения $C_{ГК}/C_{ФК}$ за счет поступления свежего органического вещества, которое является источником для синтеза молодых гуминовых кислот [6]. Поэтому ряд почвоведов отмечают необходимость систематического внесения в почву органических удобрений для сохранения основной массы стабильного гумуса [7].

Сохранение производительности агроценозов требует решения вопросов повышения содержания и качества гумуса в почвенном профиле. О необходимости развития и совершенствования этого сег-

мента отрасли сельского хозяйства в научных трудах писали И. В. Александрова, Д. С. Орлова, А. А. Бацула, Е. В. Скрыльник.

Материалы и методика исследований

Полевой краткосрочный опыт заложен на опытном поле ГППП «Граковское» ННЦ «ИПА им. А.Н. Соколовского» на черноземе оподзоленном. Территория закладки опыта характеризуется умеренно теплым и умеренно влажным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 7,3 °С. Продолжительность периода с температурой выше 10 °С варьирует в пределах 150–160 дней, за это время сумма активных температур составляет 2754–2965 °С. Годовая сумма осадков колеблется в пределах 516–609 мм, за вегетационный период в среднем — 212 мм [8].

Для закладки опыта в качестве местного органического сырья были использованы куриный помет и компосты, изготовленные на его основе, с добавлением влагопоглощающих наполнителей (подсолнечная лузга, солома) в объемном соотношении: 80 % помета и 20 % наполнителя. Компостирование проводилось на открытых площадках, с принудительной аэрацией путем перемешивания аэрокомпостером. Закладка и проведение полевого опыта выполнены по методике Доспехова [9]. Схема опыта: 1 — без удобрений (контроль); 2 — внесение помета; 3 — внесение компоста (помет + солома); 4 — внесение компоста (помет + лузга). Дозы внесения удобрений составили 10 т/га, что соответствует рекомендуемым дозам внесения куриного помета по Украине [10].

Полевой краткосрочный опыт проводили с 2015 по 2017 гг. Образцы почвы отбирали осенью с глубины 0–30 см [11]. Экспериментальные исследования проводили в лаборатории органических удобрений и гумуса ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» (Свидетельство о соответствии системы измерений требованиям ДСТУ ISO 10012:2005, № 01–0104/2017) на определение содержания общего углерода по ДСТУ 4289: 2004, группового и фракционного состава гумуса по методу Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой (ДСТУ 7828:2015).

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что краткосрочное воздействие помета и компостов на его основе способствовало изменению содержания общего углерода ($C_{\text{общ}}$) в почве и качественного состава гумуса. На контроле без внесения удобрений определено самое низкое содержание общего углерода 1,7 %. При этом в результате действия помета содержание общего углерода в почве увеличилось на 5 %, а компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) — на 7 и 12 % относительно контроля (табл. 1). После внесения помета и компостов на его основе наблюдалось восстановление содержания $C_{\text{общ}}$, что обусловлено поступлением свежего органического вещества в почву.

Таблица 1

Действие помета и компостов на его основе на групповой и фракционный состав гумуса в черноземе оподзоленном, % к общему углероду почвы ($C_{\text{общ}}$)

Вариант	$C_{\text{общ}}, \%$	$C_{\text{ГК}}, \%$				$C_{\text{ФК}}, \%$					$C_{\text{гум.}}, \%$
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ	
Без удобрений (контроль)	1,70	2,5	33,4	8,8	44,7	3,0	10,1	6,9	16,0	36,0	19,3
Помет	1,80	2,7	33,4	8,9	45,0	3,1	8,1	6,0	13,3	30,4	24,6
Компост (помет + солома)	1,83	3,7	34,1	9,8	47,6	3,1	8,0	5,7	11,2	28,0	24,4
Компост (помет + лузга)	1,90	4,0	35,2	9,8	49,0	2,9	8,1	4,7	11,7	27,3	23,7

Результаты анализа фракционного состава гумуса, экстрагированного с чернозема оподзоленного, после применения помета и компостов на его основе показали, что внесение в почву свежего органического вещества способствовало увеличению в почве содержания подвижных гумусовых веществ. Так, внесение компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) содействовало активизации процесса новообразования гуминовых кислот первой фракции (ГК-1) и возрастанию их относительной доли в составе гуминовых кислот (ГК). Наибольшее содержание первой фракции гуминовых кислот определено после внесения компоста (помет + лузга) — 4 %, которое на 1,5 % превышает со-

держание фракций ГК-1 на контроле. При этом следует отметить, что внесение некомпостируемого помета не оказало существенного влияния на содержание фракций ГК-1.

Данные исследования также указывают на то, что действие помета и компостов на его основе не оказывает положительного воздействия на содержание кислоторастворимой фракции фульвокислот (ФК-1а): ее содержание осталось на уровне контроля — 3,0 %.

Содержание первой фракции фульвокислот (ФК-1), растворимой непосредственно в слабой щелочи и связанной с первой фракцией гуминовых кислот, уменьшается под действием помета и компостов относительно контроля (без внесения удобрений). Наиболее низкое содержание фракций ФК-1 отмечено после внесения компоста (помет + солома) — 8,0 %, которое на 2,1 % меньше, чем на контроле. Самое большое содержание фракций ФК-1 определено на контроле — 10,1 %. Накопление фракции ФК-1 может быть причиной увеличения кислотности и ухудшения физико-химических свойств черноземов оподзоленных, поэтому снижение содержания фракций ФК-1 после внесения помета и компостов на его основе имеет положительное влияние на гумусное состояние почвы.

Действие компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) положительно влияет на свойства гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК-2), которые играют важную роль в процессе почвообразования. После внесения компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) количество гуминовых кислот, связанных с кальцием, составило 34,1 и 35,2 % соответственно. Увеличение содержания фракций ГК-2 под действием компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) указывает на образование более устойчивых гумусовых соединений с высокой степенью бензоидности, которые играют важную роль в процессе почвообразования. Необходимо также отметить, что действие помета не оказало положительного влияния на содержание фракций ГК-2, сохранив его на уровне контроля.

Содержание второй фракции фульвокислот (ФК-2), извлекаемых слабой щелочью после декальцинирования вместе с гуминовыми кислотами, связанными с кальцием, обратно пропорционально содержанию фракций ГК-2 и заметно ниже контроля. Наименьшее содержание отмечено после внесения компоста (помет + лузга) — 4,7 %, что на 2,2 % меньше, чем на контроле.

Содержание гуминовых кислот третьей фракции (ГК-3), связанных с устойчивыми полуторными окислами (R_2O_3) и глинистыми минералами, изменилось в сторону увеличения под действием компостов на 11 %, а после внесения помета содержание фракций ГК-3 осталось неизменным, сохранившись на уровне контроля. Увеличение содержания фракций ГК-3 под действием компостов связано с переходом зрелых гумусовых веществ из состава компоста в почвенный поглощающий комплекс и с их закреплением. Содержание фракции ГК-3, согласно классификации Государственного стандарта Украины [12], после внесения компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) характеризуется как высокое, а после внесения помета и на контрольном варианте имеет среднее значение.

На всех экспериментальных участках после внесения органических удобрений сохраняется общая тенденция к уменьшению содержания третьей фракции фульвокислот (ФК-3), которые прочно связаны с устойчивыми полуторными оксидами (R_2O_3) и глинистыми минералами. Наиболее высокое содержание фракций ФК-3 определено на контроле — 16,0 %, наименьшее — после внесения компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) — 11,2 и 11,7 % соответственно.

Действие помета на органическое вещество чернозема оподзоленного способствовало накоплению содержания гумина (нерастворимый остаток), что также было характерным при внесении компостов. Абсолютная доля гумина по сравнению с контролем увеличилась на 23–25 %, что указывает на комплексный характер процессов гумусообразования, которые сопровождаются глубокой трансформацией привнесенного органического вещества в малоподвижные и стабильные фракции гумуса. Тенденция к сохранению и увеличению содержания гумина под действием помета и компостов на его основе имеет положительное влияние на сохранение почвенного гумуса, поскольку нерастворимый остаток является его потенциальным источником в почве.

Внесение помета и компостов способствовало увеличению доли $C_{ГК}$ в содержании $C_{общ}$, что указывает на усиление степени гумификации. Такое быстрое влияние на распределение группового состава почвы можно объяснить тем, что в составе компоста находится значительное количество доступного органического вещества, которое, в свою очередь, способствовало сохранению существующих и образованию молодых ГК (рис. 1).

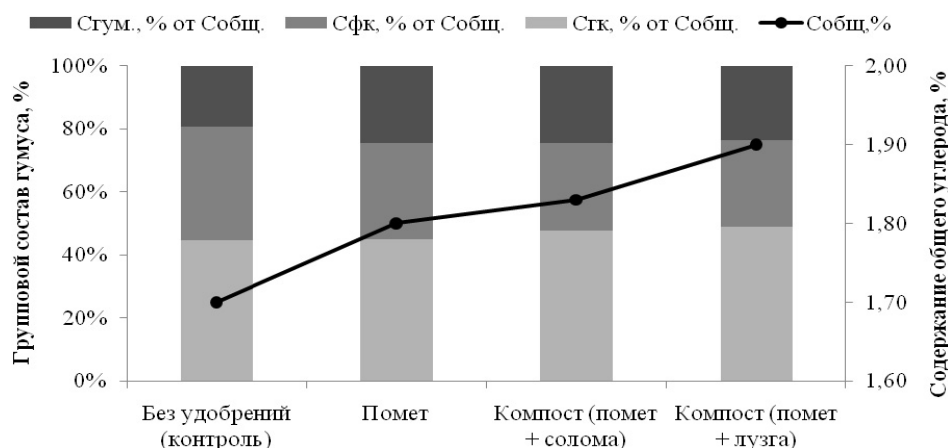


Рисунок 1. Групповой состав гумуса в черноземе оподзоленном под действием помета и компостов на его основе

Важным параметром оценки гумуса является соотношение содержания углерода гуминовых кислот ($C_{ГК}$) к углероду фульвокислот ($C_{ФК}$). Особенность этого параметра заключается в том, что он не зависит от общего содержания гумуса в почве, а указывает направление процессов гумусообразования. Расширение соотношения $C_{ГК}/C_{ФК}$ свидетельствует о положительной тенденции относительно качества гумуса и смещении процессов гумусов образования в гуматном направлении. Действие органических удобрений способствовало изменению соотношения между количеством гуминовых и фульвокислот в черноземе оподзоленном, увеличивая долю $C_{ГК}$ и расширяя соотношение $C_{ГК}/C_{ФК}$. В первый год внесения действие компоста (помет + лузга) привело к увеличению доли гумина и ГК при одновременном снижении содержания ФК, что, в свою очередь, способствовало расширению отношения $C_{ГК}/C_{ФК}$ и образованию гуматного типа гумуса [12].

Действие удобрений способствует расширению соотношения $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$, что указывает на интенсификацию процессов гумификации органического вещества в черноземе оподзоленном.

Наибольшее расширение отношения $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$ наблюдается после применения компоста (помет + лузга), что указывает на эффективность влияния этого вида удобрений на формирование молодых гуминовых кислот, которые способствуют улучшению режима питания растений. Расширение отношения $C_{ГК-1}/C_{ГК-3}$ от 0,27 на контроле до 0,42 после внесения компоста (помет + лузга) указывает на увеличение содержания легкорастворимых фракций гумуса в черноземе оподзоленном (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Действие помета и компостов на его основе на показатели качества органического вещества в черноземе оподзоленном

Показатель	Вариант			
	Без удобрений (контроль)	Помет	Компост (помет + солома)	Компост (помет + лузга)
$C_{ГК}/C_{ФК}$	1,25	1,47	1,71	1,79
$C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$	0,24	0,33	0,47	0,53
$C_{ГК-2}/C_{ФК-2}$	4,75	5,45	6,20	7,44
$C_{ГК-1}/C_{ГК-3}$	0,27	0,31	0,39	0,42

Преобладание в группово-фракционном составе гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} , указывает на высокую интенсивность второй стадии гумификации, что подтверждается соотношением $C_{ГК-1}/C_{ФК-2}$. Увеличение данного соотношения относительно контрольного варианта свидетельствует о повышении полимеризации гумусовых структур чернозема оподзоленного под воздействием помета и компостов на его основе.

Анализ отдельных фракций ГК к их сумме указывает на некоторые изменения под действием органических удобрений. Так, внесение компоста (помет + лузга) способствовало увеличению массовой доли лабильной фракции ГК-1 в общем содержании гуминовых кислот чернозема оподзоленного на 3 % относительно контроля (рис. 2). Обратное пропорциональное действие на распределение вто-

рой фракции гуминовых кислот в общем составе ГК оказало применение органических удобрений, которое способствовало снижению в содержании второй фракции ГК, прочно связанной с кальцием, с 75 % на контроле до 71 % после применения компоста (помет + солома).

Краткосрочное действие помета и компостов на его основе не оказало влияния на содержание гуминовых кислот, прочно связанных с минеральной частью почвы, сохранив их долю в сумме ГК на уровне контроля.

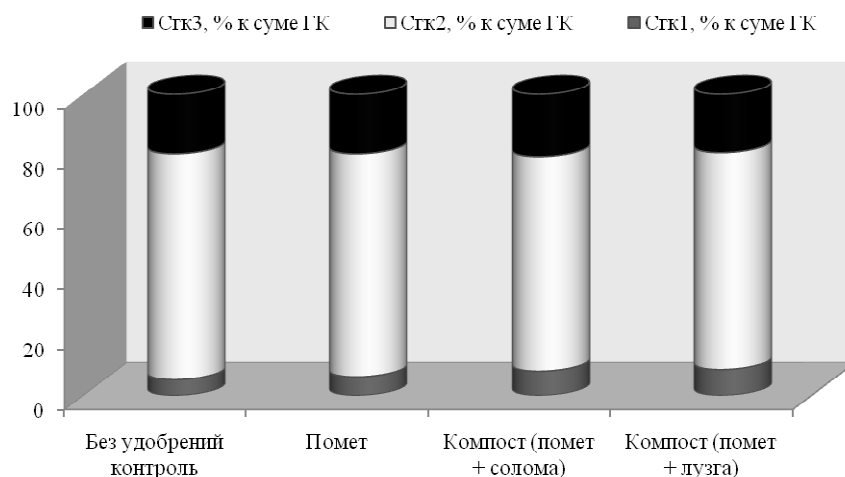


Рисунок 2. Содержание фракций гуминовых кислот в черноземе оподзоленном под действием помета и компостов на его основе

Последствие помета и компостов на его основе оказало влияние на содержание $C_{\text{общ}}$ в почве и качественного состава гумуса. Самое низкое содержание $C_{\text{общ}}$ определено на контроле без внесения удобрений (1,67 %), которое практически не изменилось по сравнению с действием. Последствие компоста (помет + лузга) имело наибольшее влияние на содержание $C_{\text{общ}}$, сохранив его на уровне 1,82 %. Влияние последствия помета и компостов на его основе имело положительное воздействие на восстановление содержания $C_{\text{общ}}$, которое обусловлено трансформацией поступившего органического вещества в почву.

Спустя год после внесения свежего органического вещества в почве увеличилось содержание подвижных форм гумусовых веществ. Так, последствие компостов способствовало активизации процесса новообразования фракций ГК-1 и возрастанию их относительной доли в составе ГК. Наибольшее содержание первой фракций ГК-1 определено через год после внесения компоста (помет + лузга) (4,7 %), что в 2 раза превышает содержание фракций ГК-1 на контроле. При этом следует отметить, что последствие некомпостируемого помета не оказало влияния на содержание фракций ГК-1.

Стоит отметить, что по сравнению с действием компостов их последствие оказало положительное воздействие на содержание фракции ФК-1а, снизив ее долю в составе ФК.

Последствие помета и компоста (помет + солома) не имело положительного влияния на содержание фракций ФК-1, повысив ее содержание по сравнению с контролем. Наиболее низкое содержание фракций ФК-1 отмечено на контроле — 6,3 % и после применения компоста (помет + лузга) — 6,2 %. Наибольшее содержание фракций ФК-1 определено после внесения помета — 7,4 % (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Последствие помета и компостов на его основе на групповой и фракционный состав гумуса в черноземе оподзоленном, % к общему углероду почвы ($C_{\text{общ}}$)

Вариант	$C_{\text{ГК}}$, %	$C_{\text{ФК}}$, %				$C_{\text{Гум.}}$, %					$C_{\text{общ.}}$, %
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ	
Без удобрений (контроль)	1,67	2,8	31,3	9,0	43,1	3,6	6,3	8,5	18,1	36,53	20,4
Помет	1,77	2,8	31,7	9,8	44,3	3,4	7,4	6,6	18,1	35,54	20,1
Компост (помет + солома)	1,72	4,1	32,5	11,0	47,6	2,8	7,1	5,3	16,3	31,35	21,0
Компост (помет + лузга)	1,82	4,7	32,8	12,1	49,6	2,2	6,2	3,6	14,7	26,72	23,7

Под влиянием последействия компостов в гумусе чернозема оподзоленного изменилось содержание фракции ГК-2 в сторону увеличения доли второй фракции гуминовых кислот, способствуя закреплению гуминовых кислот в черноземе оподзоленном.

Применение органических удобрений способствовало уменьшению содержания фракций ФК-2. Наименьшее содержание отмечено после внесения компоста (помет + лузга) — 3,6 %, а наибольшее — на контроле.

Содержание фракций ГК-3 изменилось в сторону увеличения под влиянием последействия компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) на 2 % и 3,1 % соответственно, а после внесения помета этот показатель остался практически неизменным. Увеличение содержания фракций ГК-3 под влиянием последействия компостов указывает на их пролонгированное действие на гумусное состояние чернозема оподзоленного.

На всех экспериментальных участках после внесения органических удобрений сохраняется общая тенденция к уменьшению содержания фракций ФК-3. Наиболее высокое содержание этой фракции определено на контроле — 18,1 %, наименьшее — после внесения компоста (помет + лузга) — 11,2 и 14,7 % соответственно.

Применение помета и компоста (помет + солома) не оказало последействия на накопление гумина в общем составе гумуса, сохранив его содержание на уровне контроля. Последействие компоста (помет + лузга) способствовало превращению привнесенного органического вещества в малоподвижные и стабильные составные части гумуса, увеличив содержание гуминана (3,3 %) относительно контроля.

Последействие помета и компостов на его основе обеспечило увеличение доли $C_{ГК}$ в содержании $C_{общ}$, что указывает на усиление степени гумификации (рис. 3).

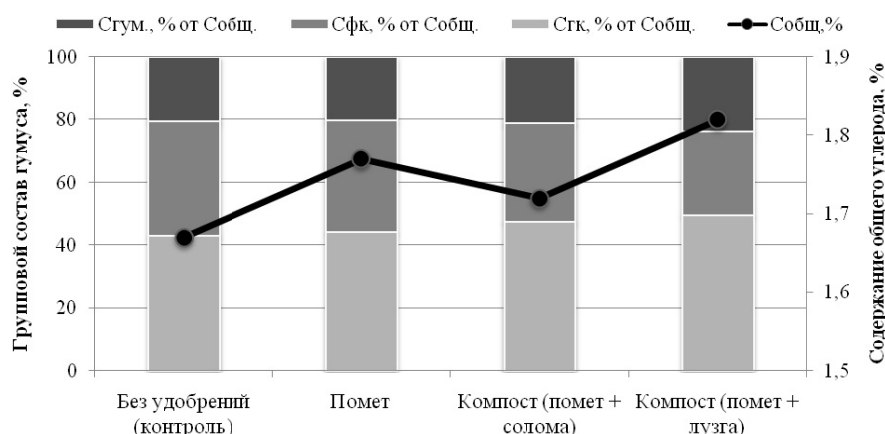


Рисунок 3. Последействие помета и компостов на его основе на групповой состав гумуса в черноземе оподзоленном

Под влиянием последействия помета и компостов на его основе соотношение между количеством гуминовых и фульвокислот увеличилось с 1,18 до 1,88, что по Государственным стандартам Украины [12] соответствует фульватно-гуматному и гуматному типу гумусообразования. Наиболее существенному изменению типа гумификации способствовало последействие компоста с лузгой (гуматный тип), последействие помета не оказало влияния на тип гумификации, сохранив фульватно-гуматный тип.

Внесение удобрений способствовало расширению соотношения $C_{ГК-1}/C_{ФК-2}$, что указывает на интенсификацию процессов гумификации органических веществ в черноземе оподзоленном. Наибольшее расширение отношения $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$ определено после применения компоста (помет + лузга), что указывает на эффективность влияния этого вида удобрений.

Наибольшее влияние на формирование молодых гуминовых кислот оказало последействие компоста (помет + лузга). Наименьшее соотношение $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$ определено под последействием помета — 0,38, что указывает на его незначительное влияние, на формирование первой фракции гуминовых кислот. Одновременно с увеличением доли фракций ГК-1 в общем составе гумусовых кислот происходит увеличение содержания фракций ГК-3, о чем свидетельствует уменьшение отношения $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$ (табл. 4).

Последствие помета и компостов на его основе на показатели качества органического вещества в черноземе оподзоленном

Показатель	Вариант			
	Без удобрений (контроль)	Помет	Компост (помет + солома)	Компост (помет + лузга)
$C_{ГК}/C_{ФК}$	1,18	1,25	1,52	1,88
$C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$	0,44	0,38	0,58	0,76
$C_{ГК-2}/C_{ФК-2}$	3,69	4,78	6,14	9,08
$C_{ГК-1}/C_{ГК-3}$	0,31	0,29	0,37	0,39

Последствие компоста (помет + лузга) способствует интенсификации второй стадии гумификации и повышению полимеризации структур гумусовых молекул, на что указывает наибольшее увеличение соотношения $C_{ГК-2}/C_{ФК-2}$.

Анализ отношения отдельных фракций ГК к их сумме указывает на некоторые изменения их долевого распределения под влиянием последствия помета и компостов на его основе. Так, последствие компоста (помет + лузга) способствовало увеличению массовой доли лабильной фракции ГК-1 в общем содержании гуминовых кислот чернозема оподзоленного на 3 % относительно контроля (рис. 4). Наименее эффективное влияние на распределение фракций ГК-1 в общем составе ГК оказало последствие помета, сохранив его на уровне контроля.

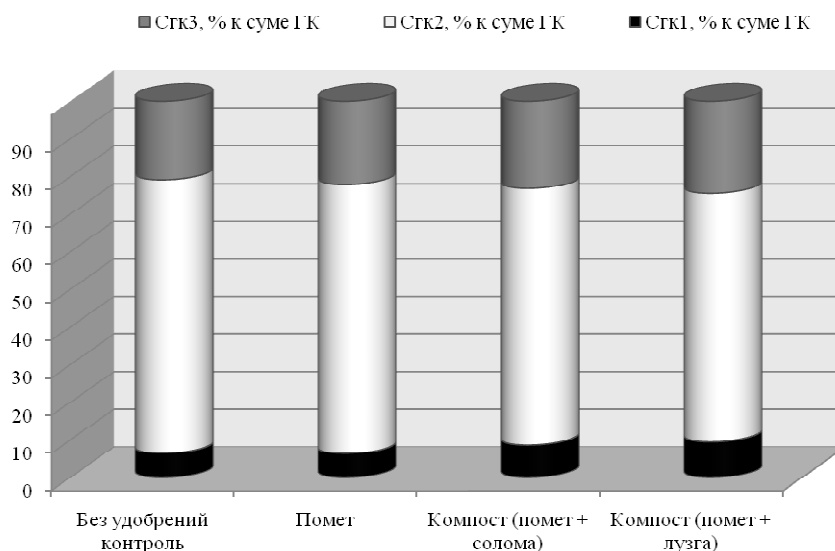


Рисунок 4. Содержание фракций гуминовых кислот в черноземе оподзоленном под последствием помета и компостов на его основе

Обратно пропорциональное влияние на распределение второй фракции гуминовых кислот в общем составе ГК оказало последствие помета и компостов на его основе, под влиянием которого произошло уменьшение содержания фракций ГК-2 с 72 % на контроле до 66 % после применения компоста (помет + лузга). Последствие помета и компостов на его основе способствовало повышению содержания фракций ГК-3 в общем составе ГК. Наиболее существенное влияние на долю фракций ГК-3 в общем составе ГК оказало последствие компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга), увеличив их содержание на 2 и 3,5 % соответственно.

Заключение

Высокой эффективностью действия и последствия на качественный и количественный состав гумуса чернозема оподзоленного отмечен компост (помет + лузга). Действие и последствие компоста (помет + лузга) способствовали увеличению содержанию ГК и гумина за счет снижения доли ФК, смещая тип гумусообразования с фульватного в гуматный, усиливая при этом степень гумификации органического вещества.

Вместе с усилением гуматности и насыщением труднорастворимыми фракциями гумуса внесение компоста (помет + лузга) обеспечило максимальное содержание подвижных форм гуминовых кислот, доступных для питания растений, существенно повышая агрономическую ценность гумуса чернозема оподзоленного, увеличивая его способность противостоять неблагоприятным воздействиям.

Список литературы

- 1 Цвей Я.П. Состав гумуса черноземов в зависимости от системы удобрений в короткоротационных севооборотах / Я.П. Цвей, С.О. Бондар, М.О. Киселевска // Вестн. аграрной науки. — 2016. — № 9. — С. 5–9.
- 2 Ерёмин Д.И. Изменение содержания качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Ерёмин // Почвоведение. — 2016. — № 5. — С. 584–592.
- 3 Внесение минеральных и органических удобрений под урожай сельскохозяйственных культур – 2016: стат. бюлл. [ЭР]. — Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- 4 Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения / Е.Ю. Милановский. — М.: ГЕОС, 2009. — 265 с.
- 5 Овчинникова Н.Ф. Изменение состава и свойств гумусовых веществ дерно-подзолистых почв под влиянием различных факторов / Н.Ф. Овчинникова // Доклады Россельхозакадемии. — 2003. — С. 22–25.
- 6 Колтакова П.С. О влиянии длительной культуры и систематического применения удобрений на содержание и состав гумуса выщелоченного чернозема / П.С. Колтакова, Г.А. Шевченко // Агрохимия — 1996. — № 5. — С. 65–78.
- 7 Лаврентьева И.Н. Органическое вещество: экологические особенности образования и плодородие почв / И.Н. Лаврентьева, Л.Л. Убугунов, В.И. Убугунова. — Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2008. — С. 23, 24.
- 8 Клименко В.Г. Гидроклиматические ресурсы Харьковской области / В.Г. Клименко, С.С. Клубань. — Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2011. — С. 26–34.
- 9 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — С. 220–225.
- 10 Балюк С.А. О состоянии плодородия почв Украины / С.А. Балюк, В.В. Медведев, А.Г. Тарарико. — М.: Наука, 2010. — С. 98–100.
- 11 ДСТУ 4287:2007. Качество почвы. Отбор проб. Действующий с 2005–07–01. — Киев: Госпотребстандарт, 2005. — С. 3–7.
- 12 ДСТУ 7923:2015. Качество почвы. Гумусовое состояние. Номенклатура показателей. Действующий с 2015–06–22. — Киев: Госпотребстандарт, 2016. — С. 6.

Е.В. Скрыльник, Ю.Н. Товстый

Көң және олардың негізіндегі тыңайтқышты енгізгеннен кейін күл себілген қара топырақтағы гумустың құрамы мен сапасының өзгеруі

Дала тәжірибесі жағдайында күл себілген ауыр сазды қара топырақта гумустың сапалық және сандық құрамы бойынша көң негізінде органикалық тыңайтқыштардың әсері мен нәтижесі зерттелді. Бұл негізделген көң мен тыңайтқышты енгізу жалпы көміртектің құрамының артуына ықпал етті. Бақылауда (тыңайтқышсыз) жалпы көміртегі мөлшері 1,7 % деңгейінде болды. 10 т/га мөлшерінде көң, тыңайтқыштар (көң+ сабан) және тыңайтқыштар (көң + қауыз) жасалғаннан кейін тиісінше 1.80; 1,83 және 1,90 % құрады. Оның негізінде көң мен тыңайтқышты пайдалану гумустың сапалы құрамына да әсер етті. Бақылау барысында $C_{ГК}/C_{ФК}$ ара қатынасы 1,25 болды, ол, өз кезегінде, фульватты-гуматномтипі гумусты көрсетеді. Органикалық тыңайтқыштарды қолданғаннан кейін гумустың сапасы $C_{ГК}/C_{ФК}$ 1.47...1.79 жақсартылды. Гумин қышқылдарының тұрақты фракцияларының құрамын бір уақытта арттыру барысында тыңайтқышты пайдалану (көң + қауыз) гуминді қышқылдардың құрамында қозғалғыш фракциялардың барынша көп мөлшерін қамтамасыз етті.

Кілт сөздер: күл себілген қара топырақ, көң, тыңайтқыш, гумус, гуминдік қышқылдар, фульвиттік қышқылдар, гумустың топтық-бөлшектік құрамы.

E. V. Skrylnik, Yu. N. Tovstiy

Changes in the content and quality of humus in chernozem podzolized after the introduction of manure and compost on its basis

The application of manure and compost based on it contributed to an increase in the carbon content. On control (without fertilization), the carbon content was 1.7 %. After the application of manure, compost

(litter + straw) and compost (litter + husk) at a dose of 10 tons per ha, the carbon content was 1.80, 1.83 and 1.90 % respectively. The use of manure and compost on its basis had an impact on the qualitative composition of humus. On the control, the ratio of HA/FA was 1.25, which indicates a fulvate-humate type of humus. After the introduction of organic fertilizers, the quality of humus was improved by HA/FA 1.47... 1.79. High efficiency of action and aftereffect on the qualitative and quantitative composition of humus of chernozem podzolized has compost (litter + husk). Action and aftereffect of compost (litter + husk). Contributed to an increase in the content of fractions of HA and humans due to a decrease in the fraction of FA fractions, shifting the type of humus formation from fulvate to humate, while enhancing the degree of humification of organic matter. Along with the increase in humicity and saturation with hardly soluble fractions of humus, the compost application (litter + husk) provided the maximum content of mobile forms of humic acids available for plant nutrition, significantly increasing the agronomic value of humus of podzolized chernozem, increasing its ability to withstand adverse effects.

Keywords: chernozem podzolized, litter, compost humus, humic acids, fulvic acids, group-fractional composition of humus.

References

- 1 Tsvei, Ya.P., Bondar, S.O. & Kiselevska, M.O. (2016). Sostav humusa chernozemov v zavisimosti ot sistemy udobrenii v korotkorotatsionnykh sevooborotakh [Composition of the humus of chernozems in dependence on the fertilizer system in short-rotation crop rotations]. *Vestnik ahrarnoi nauki — Bulletin of Agrarian Science*, 9, 5–9 [in Russian].
- 2 Eremin, D.I. (2016). Izmenenie sodержaniia kachestva humusa pri sel'skokhoziaistvennom ispolzovanii chernozema vyshchelochennogo lesostepnoi zony Zauralia [The change in the content of humus quality in agricultural use of chernozem leached forest-steppe zone of the Trans-Urals]. *Pochvovedenie — Soil science*, 5, 584–592 [in Russian].
- 3 Vnesenie mineralnykh i orhanicheskikh udobrenii pod urozhai sel'skokhoziaistvennykh kultur – 2016: Statisticheskii biulleten [Introduction of mineral and organic fertilizers for the harvest of agricultural crops – 2016: Statistical bulletin] (n.d.). *ukrstat.gov.ua*. Retrived from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Russian].
- 4 Milanovskii, E.Yu. (2009). *Humusovye veshchestva pochv kak prirodnye hidrofobno-hidrofilnye soedineniia [Humus substances of soils as natural hydrophobic-hydrophilic compounds]*. Moscow: GEOS [in Russian].
- 5 Ovchinnikova, N.F. (2003). Izmenenie sostava i svoistv humusovykh veshchestv derno-podzolistykh pochv pod vliianiem razlichnykh faktorov [Changes in the Composition and Properties of Humus Substances of Soddy-Podzolic Soils under the Influence of Various Factors]. *Doklady Rosselkhozakademii — Reports of Russian agrarian academy*, 22–25 [in Russian].
- 6 Koltakova, P.S., & Shevchenko, G.A. (1996). O vliianii dlitelnoi kultury i sistematičeskogo primeneniia udobrenii na sodержanie i sostav humusa vyshchelochennogo chernozema [On the influence of prolonged culture and systematic application of fertilizers on the content and composition of humus of leached chernozem]. *Ahrokhimiia — Agrochemistry*, 5, 65–78 [in Russian].
- 7 Lavrenteva, I.N., Ubugunov, L.L., & Ubugunova, V.I. (2008). *Orhanicheskoe veshchestvo: ekolohicheskie osobennosti obrazovaniia i plodorodie pochv [Organic matter: ecological features of formation and fertility of soils]*. Ulan-Ude: Izdatelstvo BGSKhA imeni V.R. Filippova [in Russian].
- 8 Klimenko, V.G., & Kluban, S.S. (2011). *Hidroklimatičeskie resursy Kharkovskoi oblasti [Hydroclimatic resources of the Kharkov region]*. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina [in Russian].
- 9 Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevoho opyta [Methodology of field experience]*. Moscow: Ahropromizdat [in Russian].
- 10 Balyuk, S.A., Medvedev, V.V., & Tarariko, A.G. (2010). *O sostoianii plodorodiia pochv Ukrainy [On the state of soil fertility in Ukraine]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 11 Kachestvo pochvy. Otbor prob [Soil quality. Sample selection] (2005). *DSTU 4287:2007. from 01 July 2005*. Kiev: Hospotrebstandart [in Russian].
- 12 Kachestvo pochvy. Humusovoe sostoianie. Nomenklatura pokazatelei [The quality of the soil. Humus state Nomenclature of indicators] (2015). *DSTU 7923:2015. from 22 June 2015*. Kiev: Hospotrebstandart [in Russian].

A.E. Konkabaeva¹, D.Yu. Sirman¹, G.M. Tykezhanova¹, T.N. Baranova², R.A. Kolossov¹

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

²*Saint-Petersburg State University, Russia*

(E-mail: rattenkonig26@gmail.com)

Influence of the infusion of beetroot seeds (*Beta vulgaris*) on the indices of protein and carbohydrate exchange in animals in the sub-chronic and chronic experiment after exposure to copper acetate

In article is presented the results of studies of protein and carbohydrate metabolism in experimental animals under the influence of copper acetate in the tolerable daily intake (TDI) doses. Positive effects of correction with the infusion of *Beta vulgaris* seeds were studied. It is shown that the consumption of copper acetate by the animals at the level of TDI has a negative effect on the basic biochemical parameters of protein and carbohydrate metabolism. As a result of the study, it was found that the main indicators of blood biochemistry are directly depended on the duration of the effect of copper on the body of experimental animals. Receiving a solution from the infusion of *Beta vulgaris*'s seeds as a correction in the presence of copper acetate caused a positive effect, which is manifested by a decrease in the synthesis of metabolic wastes (urea and creatinine). Copper acetate after correcting of infusion of seeds activated the processes of protein synthesis and glycolysis. Apparently, the intake of copper acetate, causing toxic effects, is simultaneously a stress factor that caused a significant release of glucose into the blood, which is the manifestation of the acute phase of the stress response in the first group. A prolonged exposure to copper acetate led to depletion of energy reserves and a decrease in the deposition of glucose in the liver, which is manifested by a significant decrease in plasma glucose levels in experimental animals after 4 months of the experiment.

Keywords: copper acetate, heavy metals, creatinine, urea, glucose, *Béta vulgáris*, seed infusion.

Introduction

Due to the wide use of metals in the production of various products for agriculture, industry, medicine and everyday life, their compounds can penetrate the ecological environment and the human body through food chains [1–3].

In various fields of technology, allows are widely used with the use of heavy metals, including those that are part of copper-oxide galvanic cells and batteries [4, 5]. The result of widespread use of copper is its accumulation in various systems of the biosphere, the inclusion of copper and its compounds in the trophic connections of organisms and, as a consequence, the accumulation of copper in the organisms of animals and humans. In turn, this leads to a disruption of biochemical processes, which result in pathological abnormalities in the body [6–8].

The intake and impact of metal on the body and its bioavailability depend not only on its chemical properties, interactions with other metals, but also on its form [9–11]. Studies by X. Wu, Z. Liu, et al. indicated that a moderately high zinc in the diet (Zn:Cu — 40:1) significantly reduces the digestibility of Cu. In addition, a moderately high Cu content in the diet increases the Cu delay, without decreasing Zn absorption, and the moderately high Zn in the diet lowers the copper concentration in the plasma and the carbon dioxide release activity [12].

After entering the blood, copper is mainly distributed between the erythrocytes and plasma. In erythrocytes 60 % of copper is in the form of copper-zinc- metallic enzyme superoxide dismutase, the remaining 40 % are weakly bound to other proteins and amino acids [13]. This, in turn, can lead to a change in the balance in many biochemical processes in the body.

In the studies of O.V. Roshchina it is shown that the accumulation of copper causes inhibition of aminotransferase activity, which indicated changes in the regulation of protein metabolism towards an increase in the content of free amino acids, including aspartic, which serves as a substrate for gluconeogenesis [14].

E.P. Medyantseva noted that with the activity of lead and cadmium ions, the activity of alkaline phosphatase involved in the transport of phosphorus through the cell membrane is reduced and which was an indicator of phosphorus-calcium metabolism [15].

Pandey et al. found a decrease in GST activity and the level of reduced glutathione in the tissues of the spotted snakehead (*Channa punctata*) in the experiment on the exposure to a mixture of metals CuCl_2 (50 $\mu\text{g/l}$), CdCl_2 , FeCl_2 and NiCl_2 [16].

The active effect of heavy metals, including copper on the biochemical indicators of blood and on the body as a whole, requires the development and study of corrective measures.

Recently, many scientific studies have appeared in which the authors use nanoparticles as correctors [17, 18]. So, in the studies of A. Slobodskov it is shown that copper nanoparticles reduce the level of bilirubin in the blood and increase the level of aspartate aminotransferase and alkaline phosphatase [17].

The second direction in development of tools for correcting the intake of copper in the body can serve the infusions of plant objects that have high resistance to these metals. In particular, M.R. Khanturin, R.R. Beisenova found that in acute intoxication with salts of zinc and copper, the extract of *Sanguisorba officinalis* normalized the parameters of peripheral blood [19].

One of the drugs that can be used to reduce the toxic effects of metals on the body was the infusion of *Beta vulgaris*'s seeds. However, in the literature, we did not find any references to the use of extracts of this plant as a corrector when heavy metals enter the body.

Purpose of the study.

The purpose of this study was to study the effect of the infusion of *Beet vulgaris*'s seeds on the biochemical indices of rat blood after exposure to copper acetate at the maximum permissible concentrations.

Materials and methods

The studies were conducted in the laboratory of ecological and genetic studies of Biological and Geographical Faculty of academician Ye.A. Buketov Karaganda State University. During the research, the ethical principles set out in the European Community Directive (2010/63/EC) and the requirements of the World Society for the Protection of Animals (WSPA) were observed.

The experiments were carried out on 40 white random-bred male rats. The animals were of the same age and were kept in standard vivarium conditions with free access to food and water. The feed ration of the tested animals consisted of solid grain feed, vegetable supplements and water in a ratio of 10×30×20 g.

1 group — experimental group — a solution of copper acetate was added to the diet of the group for 1 month ($n = 10$). The second group, an experimental group, added a solution of copper acetate to the diet of rats for 4 months ($n = 10$). 3 group — experimental group — a solution of copper acetate was added to ration of rats for 4 months with correction by infusion of *Beta vulgaris*'s seeds ($n = 10$). Fourth, control group, ($n = 10$) with standard feeding ration.

As a source of copper, a solution of copper acetate was used, which was prepared taking into account the volume of animal feed, water consumed and the total weight of the animals. The average consumed concentration of copper by the experimental animals was 0.01 g/kg, which is the maximum allowable concentration of consumption [20, 21]. A 60 % solution of acetate was added to the water, and 40 % to the feed, thus, complex penetration of copper into the body of the experimental animals was achieved. The duration of the experiment was four months. Weighing of animals was carried out once a month. At the end of the experiment, the control weighing was conducted, followed by decapitation and blood sampling for biochemical analysis. To determine biochemical parameters of blood, an automatic biochemical analyzer Sysmex KX-21 manufactured by RocheDiagnostics (Switzerland) was used.

The statistical processing of the results was carried out using the Microsoft Excel 2007 application package. Differences in the dynamics of biochemical parameters were calculated by comparing the mean values using the N.A. Plokhinsky table.

Results and discussion

As a result of the study of biochemical parameters of blood, dynamic changes were established. The level of protein in the blood of rats of the first group was 73.6 ± 7.17 g/l, while in the second group the protein level tended to increase and amounted to 74.6 ± 4.54 g/l, which was higher in comparison with the control and the first group, although the differences were not significant (Fig. 1).

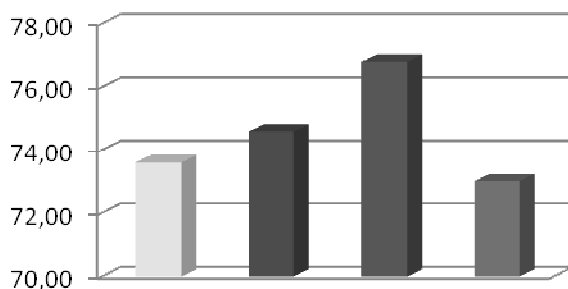


Figure 1. Dynamics of indicators of the level of total protein (g/l)

Comparison of the level of total protein between the second and fourth group in the fourth month of the experiment showed that in the fourth group this indicator was 73.0 ± 5.44 g/l, which is higher than the level of the total protein of the second group by 2.2 %

The application of beetroot's seed infusion led to an increase in the total protein index. Thus, the level of total protein in the third group was 76.8 ± 4.04 g/l, which was 5.2 % higher than in the control and 2.9 % higher than in the second group. The calculation of the significance of the differences between the second, third and fourth groups showed absent of no significant deviations.

A comparative analysis of urea levels in the blood revealed that in the fourth month of the experiment (group 2) the urea level decreased by 12 % (5.7 ± 0.4 mmol/l) compared to the first month of the experiment ($6.5 \pm 0, 82$ mmol/l) (1 group) (Fig. 2). When comparing the urea level of the first and second groups with the control group (6.92 ± 0.45 mmol/l) (group 4), it can be noted that in the second group the urea level was lower by 17.6 % and had a significant difference from of the control values ($p \leq 0.01$).

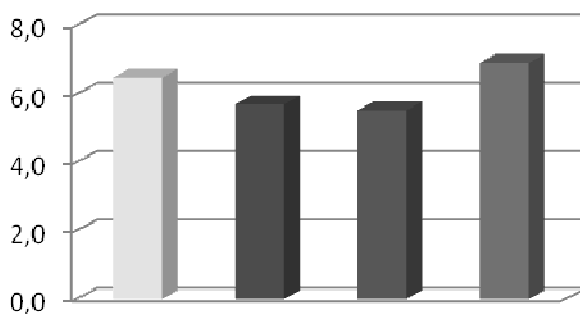


Figure 2. Dynamics of urea values in experimental animals (mmol/l)

A comparison of urea levels in the second and third groups showed that the level of urea in the second group is 3.2 % higher than that in the third group (5.5 ± 1.15 mmol/l). The difference in urea levels between the third and fourth group was 20.2 %. Calculation of the significance of differences in urea levels between the third and second, and also the third and fourth groups of experimental animals, did not reveal significant differences.

It should be noted that the use of the infusion of *Beta vulgaris*'s seeds not only affects the significant decrease in urea levels in the blood of animals, but also causes a more individual reaction of the body to the complex effect of copper acetate and seed infusion, as evidenced by the protein and urea values.

Thus, the use of the infusion of *Beta vulgaris* seeds after exposure to the copper acetate leads to a significant increase in the level of total protein in the blood and a decrease in the level of urea. Reduction of the level of urea in the blood of experimental rats may be a result of a decrease in the amount of ammonia released due to a decrease in the activity of processes of protein and amino acids destruction in the liver [22]. In addition, a decrease in urea levels may be due to a disruption in the formation of urea in the liver as a result of copper exposure and an increase in the activity level of reduced glutathione [16].

Analysis of the dynamics of blood creatinine levels in rats showed that in the first group the creatinine value was 46.1 ± 2.62 mmol/l, and in the second group — 52.6 ± 3.57 mmol/l. Thus, the amount of creatinine in the blood of the experimental rats of the second group increased ($p < 0.05$) compared to the first group (Fig. 3).

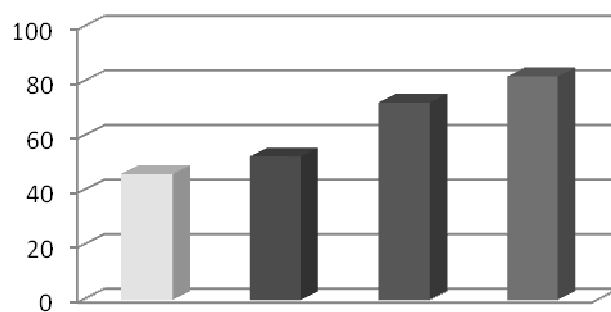


Figure 3. Dynamics of creatinine values in experimental animals

Reduced level of creatinine in the first group of rats may be due to a disruption of the skeletal and cardiac muscles work, since copper, being a natural zinc antagonist, when used in high amounts, can inhibit muscle contraction processes in which zinc plays an important role [23, 24].

In the fourth group of experimental animals, the level of creatinine in the blood was 82.0 ± 5.22 mmol/l. Calculation of the relative difference in the absolute values of the creatinine level in the blood showed that the creatinine value in the fourth group is higher by 35.8 % than in the second group of animals ($p \leq 0.001$).

A comparative analysis of the level of creatinine between the third and second groups showed that in the third group the introduction of beetroot seed infusion increased the creatinine level to 72.4 ± 6.95 mmol/l, which is 37.6 % more than in the second group ($p < 0.01$).

A comparison of the absolute values of the level of creatinine between the third and fourth groups revealed that the relative difference in the level of these indicators was 11.7 %.

Evaluation of the blood glucose level of the experimental rats revealed that the glucose level in the second group tended to decrease. In the first group, the blood glucose level was 5.64 ± 0.34 mmol/l. In the second group, the glucose level in the blood decreased by 9.2 % and amounted to 5.12 ± 0.57 mmol/l (Fig. 4).

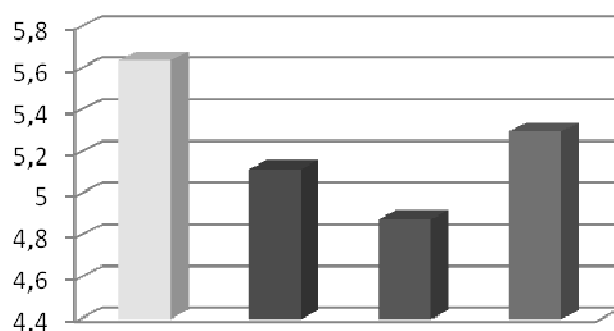


Figure 4. Dynamics of glucose values in experimental animals

In the animals of the control group, the blood glucose level for the fourth month of the experiment was 5.3 ± 0.49 mmol/l. Analysis of glucose levels revealed that in the second group, the glucose level was 3.4 % lower than in the fourth group. The glucose level in the third group was 7.9 % lower than in the fourth group.

Conclusion

Thus, as a result of the studies, it was found that biochemical blood values are directly dependent on the duration of exposure to copper of the body of experimental animals. Consumption of copper at a concentration of 0.01 g/kg of weight (TDI) significantly affects the indices of urea and creatinine towards their decrease, which indicates a change in metabolic processes, accompanied by disorders of protein metabolism. Apparently, the use of copper acetate, which has a toxic effect, is simultaneously a stress factor that caused a significant release of glucose into the blood, which is the manifestation of the acute phase of the stress response in the first group. A prolonged exposure to copper acetate leads to depletion of energy reserves and a decrease in the deposition of glucose in the liver, which is manifested by a significant decrease in plasma glucose levels in experimental animals after 4 months of the experiment. The main mechanism of replenishment of energy resources is the use of protein stored in the body, which in our case is accompanied by a decrease in protein metabolites in the blood. The solution from the infusion of Béta

vulgáris's seeds as a correction, reduced the toxic effect of copper acetate and improves the processes of protein synthesis and glycolysis.

References

- 1 Shimada H. Pulmonary toxicity of systemic terbium chloride in mice / H. Shimada, M. Nagano, T. Funakoshi, S. Kojima // *J. Toxicol. Environ. Health.* — 1996. — Vol. 48, No. 1. — P. 81–92.
- 2 Lu R. Mechanism of rare earth effect on liver / R. Lu, J.Z. Ni // *J. Chin. Rare Earth Soc.* — 2002. — Vol. 20, No. 3. — P. 193–198.
- 3 Bogart J.A. DFT Study of the Active Site of the XoxF-Type Natural, Cerium-Dependent Methanol Dehydrogenase Enzyme / J.A. Bogart, A.J. Lewis, E.J. Schelter // *Chemistry. A European Journal.* — 2015. — Vol. 21. — P. 1743.
- 4 Wieser M.E. Atomic weights of the elements 2011 (IUPAC Technical Report) / M.E. Wieser, N. Holden, T.B. Coplen, J.K. Böhlke, M. Berglund, W.A. Brand, et al // *Pure and Applied Chemistry.* — 2013. — Vol. 85, No. 5. — P. 1047–1078.
- 5 Никольский Б.П. Справочник химика / Редкол.: Б.П. Никольский и др. — 2-е изд., испр.— М.; Л.: Химия, 1966. — 1072 с.
- 6 Федорова Н.Н. Развитие патологии внутренних органов карпа в зависимости от концентрации сульфата меди / Н.Н. Федорова, Г.Ф. Журавлева, Г.В. Земков // *Вестн. Астрахан. гос. ун-та.* — 2004. — № 2 (21). — С. 156–161.
- 7 Файзулин А.И. Влияние техногенного загрязнения тяжелыми металлами и урбанизации на морфофизиологические показатели популяции озерной лягушки *Rana Ridibunda* / А.И. Файзулин, Ф.Ф. Зарипова // *Вестн. Томск. гос. ун-та.* — 2013. — № 18(3) — С. 834–837.
- 8 Тиньков А.А. Влияние перорального поступления солей железа и меди на инициацию адипогенеза и атерогенеза у крыс линии Wistar / А.А. Тиньков, А.А. Никоноров // *Вестн. Оренбург. гос. ун-та.* — 2013. — № 12(161). — С. 173–177.
- 9 Männer, K. Effects of different iron, manganese, zinc and copper sources (sulfates, chelates, glycinate) on their bioavailability in early weaned piglets / K.Männer, O.Simon, P.Schlegel // *Tagung Schweine- und Geflügelernährung (28–30 November 2006): Universität Halle-Wittenberg.* — 2006. — P. 27–35.
- 10 Świątkiewicz, S. The bioavailability of zinc from inorganic and organic sources in broiler chickens as affected by addition of phytase / S. Świątkiewicz, J. Koreleski, D.Q. Hong // *Journal of Animal and Feed Sciences.* — 2001. — Vol. 10, No. 2. — P. 317–328.
- 11 Andersen O. Chemical and biological considerations in the treatment of metal intoxications by chelating agents / O. Andersen // *Mini Reviews in Medicinal Chemistry.* — 2004. — Vol. 4, No. 1. — P. 11–21. (doi: 10.2174/1389557043487583)
- 12 Wu X. Influence of dietary zinc and copper on apparent mineral retention and serum biochemical indicators in young mal mink / Wu X., Liu Z., Guo J., Wan C., Zhang T., Cui H., et al. // *Biological Trace Element Research.* — 2015. — Vol. 165, No. 1. — P. 59–66. (doi: 10.1007/s12011-014-0220-4)
- 13 Mason K.E. A conspectus of research on copper metabolism and requirements of man / K.E. Mason // *The Journal of nutrition.* — 1979. — Vol. 109. — P. 1979–2066.
- 14 Рощина О.В. Влияние природных и антропогенных факторов на активность ферментов сыворотки крови черноморских рыб (на примере морского ерша): автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.В. Рощина. — М., 2010. — 25 с.
- 15 Медянцева Э.П. Ионы металлов как эффекторы ферментов / Э.П. Медянцева, М.Г. Вертлиб, Г.К. Будников // *Успехи химии.* — 1997. — Т. 67, № 3. — С. 252–260.
- 16 Pandey S. Effects of exposure to multiple trace metals on biochemical, histological and ultrastructural features of gills of a freshwater fish, *Channa punctata* Bloch / S. Pandey, S. Parvez, R.A. Ansari et al. // *Chem. Biol. Interact.* — 2008. — Vol. 174, No. 3. — P. 183–192.
- 17 Слободсков А.А. Влияние внутримышечного введения наноразмерных частиц меди на биохимические показатели крови самок крыс при гестации / А.А. Слободсков // *Научное обозрение. Биологические науки.* — 2015. — № 1. — С. 148, 149.
- 18 Нотова С.В. Элементный статус и биохимический состав крови лабораторных животных при внутримышечном введении аспаргината и наночастиц меди / С.В. Нотова, А.Б. Тимашева, С.В. Лебедев, Е.А. Сизова, С.В. Мирошников // *Вестн. Омского гос. ун-та.* — 2013. — № 161(12). — С. 159–163.
- 19 Хантурин М.Р. Изменения цитологических показателей крови при острой интоксикации цинком и медью и на фоне кровохлебки лекарственной / М.Р. Хантурин, Р.Р. Бейсенова, С.С. Тайкина, А. Асанхан // *Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География.* — 2013. — № 70(2). — С. 40–45.
- 20 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года. № 209 «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов»» // *Министерство юстиции Республики Казахстан.* — № 10774. — 2015. — 16 марта.
- 21 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством: ГОСТ 2874–82. — [Введён в действие от 1985–01–01]. — М.: Изд-во стандартов, 1985. — 5 с. — (Госстандарт СССР).
- 22 Маршалл Дж. Клиническая биохимия / Дж. Маршалл. — М.; СПб.: Бином, Невский диалект, 2000. — 408 с.
- 23 Corny F. Zinc metabolism in the athlete: Influence of training nutrition and other factors / F. Corny, P. Lafargue, C.Y. Guezennec // *Sports Medicine.* — 1990. — Vol. 31, No. 8. — P. 577–582.
- 24 Скальный А.А. Влияние введения цинка на его содержание в тканях лабораторных животных и активность антиоксидантных ферментов в сыворотке крови при физической нагрузке / А.А. Скальный, А.А. Тиньков, Ю.С. Медведева, И.Б. Алчинова // *Казан. мед. журнал.* — 2015. — № 96(5). — С. 862–866.

А.Е. Конкабаева, Д.Ю. Сирман, Г.М. Тыкежанова, Т.Н. Баранова, Р.А. Колосов

Мыс ацетатының әсері кезінде кәдімгі қызылша тұқымы (*Beta vulgaris*) тұнбасының жедел және созылмалы тәжірибедегі жануарлардың ақуыз және көмірсу алмасуының көрсеткіштеріне әсері

Мақалада мыс ацетатының шекті рұқсат етілген мөлшерде әсер етуі кезінде тәжірибелік жануарларда ақуыз және көмірсулар алмасуын зерттеу нәтижелері берілген. *Beta vulgaris* тұқым тұнбаларын түзетудің оң әсері зерттелді. Жануарлардың шекті рұқсат етілген мөлшер деңгейінде мыс ацетатын тұтыну ақуыз және көмірсулар алмасуының негізгі биохимиялық көрсеткіштеріне теріс әсер ететіні көрсетілген. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде қан биохимиясының негізгі көрсеткіштері мыстың тәжірибедегі жануарлардың ағзасына әсер ету ұзақтығына тікелей тәуелді екені анықталды. *Beta vulgaris* тұқымының тұнбасының ерітіндісіне мыстың ацетатын енгізу аясында түзету ретінде қабылдау оң әсер туғызады, бұл ақуыз метаболизмінің (несепнәр және креатинин) соңғы өнімдері синтезінің төмендеуімен көрінеді. Мыс ацетатының тұқым тұнбаларын түзету аясында әсері ақуыз бен гликолиз синтезінің үдерістерін белсендіреді. Уытты әсер ететін мыстың ацетатын қабылдау бір мезгілде қанға глюкозаның елеулі шығарылуын тудырған стресс-фактор болып табылады, бұл бірінші топтағы стресс-реакцияның жедел фазасының көрінісі болып табылады. Мыс ацетатының ұзақ әсер етуі энергетикалық қорлардың сарқылуына және бауырдағы глюкозаның депонирленуінің төмендеуіне әкеледі, бұл тәжірибенің 4 айынан кейін тәжірибелік жануарлардың қан плазмасындағы глюкоза деңгейінің едәуір төмендеуімен сипатталды.

Кілт сөздер: мыс ацетаты, ауыр металдар, креатинин, несепнәр, глюкоза, *Beta vulgaris*, тұқым тұнбасы.

А.Е. Конкабаева, Д.Ю. Сирман, Г.М. Тыкежанова, Т.Н. Баранова, Р.А. Колосов

Влияние настоя семян свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*) на показатели белкового и углеводного обмена у животных в подостром и хроническом эксперименте при воздействии ацетата меди

В статье представлены результаты исследований белкового и углеводного обмена у экспериментальных животных при воздействии ацетата меди в предельно допустимых дозах потребления (ПДП). Изучены положительные эффекты коррекции настоем семян *Beta vulgaris*. Показано, что потребление животными ацетата меди на уровне ПДП оказывает отрицательное воздействие на основные биохимические показатели белкового и углеводного обмена. В результате проведенных исследований было обнаружено, что основные показатели биохимии крови имеют прямую зависимость от длительности воздействия меди на организм подопытных животных. Прием раствора из настоя семян *Beta vulgaris* в качестве коррекции на фоне введения ацетата меди вызывает положительный эффект, что проявляется снижением синтеза конечных продуктов метаболизма белков (мочевина и креатинина). Воздействие ацетата меди на фоне коррекции настоем семян активизирует процессы синтеза белков и гликолиза. По-видимому, прием ацетата меди, вызывая токсическое воздействие, является одновременно стресс-фактором, который вызвал значительный выброс глюкозы в кровь, что является проявлением острой фазы стресс-реакции в первой группе. Длительное же воздействие ацетата меди приводит к истощению энергетических запасов и снижению депонирования глюкозы в печени, что проявляется значительным снижением уровня глюкозы в плазме крови экспериментальных животных через 4 месяца эксперимента.

Ключевые слова: ацетат меди, тяжелые металлы, креатинин, мочевина, глюкоза, *Beta vulgaris*, настой семян.

References

- 1 Shimada, H., Nagano, M., Funakoshi, T., & Kojima, S. (1996). Pulmonary toxicity of systemic terbium chloride in mice. *J. Toxicol. Environ. Health*, 48, 1, 81–92.
- 2 Lu, R., & Ni, J.Z. (2002). Mechanism of rare earth effect on liver. *J. Chin. Rare Earth Soc.*, 20, 3, 193–198.
- 3 Bogart, J.A., Lewis, A.J., & Schelker, E.J. (2015). DFT Study of the Active Site of the XoxF-Type Natural, Cerium-Dependent Methanol Dehydrogenase Enzyme. *Chemistry. A European Journal*, 21, 1743.
- 4 Wieser, M.E., Holden, N., Coplen, T.B., Böhlke, J. K., Berglund, M., & Brand, W.A. et al. (2013). Atomic weights of the elements 2011 (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 85, 5, 1047–1078.

- 5 Nikolskii, B.P., et al. (1966). *Spravochnik khimika [Reference book of the chemist]*. (2nd ed.). Moscow: Khimiia [in Russian].
- 6 Fedorova, N.N., Zhuravleva, H.F., & Zemkov, H.V. (2004). Razvitie patologii vnutrennikh orhanov karpa v zavisimosti ot kontratsatsii sulfata medi [Development of pathology of internal organs of carp depending on the concentration of copper sulphate]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Astrakhan State University*, 2(21), 156–161 [in Russian].
- 7 Faizulin, A.I., & Zaripova, F.F. (2013). Vliianie tekhnogennoho zahriazneniia tiazhelymi metallami i urbanizatsii na morfofiziologicheskie pokazateli populiatsii ozernoi liahushki *Rana Ridibunda* [Influence of technogenic pollution of heavy metals and urbanization on morphophysiological indices of the population of the lake frog *Rana Ridibunda*]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Tomsk State University*, 18(3), 834–837 [in Russian].
- 8 Tinkov, A.A., & Nikonorov, A.A. (2013). Vliianie peroralnogo postupleniia solei zheleza i medi na initsiatsiiu adipoheneza i ateroheneza u krysa linii Wistar [Effect of oral intake of iron and copper salts on the initiation of adipogenesis and atherogenesis in rats of the Wistar line]. *Vestnik Orenburzhskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Orenburg State University*, 12, 161, 173–177 [in Russian].
- 9 Männer, K., Simon, O., & Schlegel, P. (2006). Effects of different iron, manganese, zinc and copper sources (sulfates, chelates, glycinate) on their bioavailability in early weaned piglets. *Tagung Schweine- und Geflügelernährung (28-30 November 2006): Universität Halle-Wittenberg*, 27–35.
- 10 Świątkiewicz, S., Koreleski, J., & Hong, D.Q. (2001). The bioavailability of zinc from inorganic and organic sources in broiler chickens as affected by addition of phytase. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 10, 2, 317–328.
- 11 Andersen, O. (2004). Chemical and biological considerations in the treatment of metal intoxications by chelating agents. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 4, 1, 11–21.
- 12 Wu, X., Liu, Z., Guo, J., Wan, C., Zhang, T., & Cui, H., et al. Influence of dietary zinc and copper on apparent mineral retention and serum biochemical indicators in young mal mink. *Biological Trace Element Research*, 165, 1, 59–66.
- 13 Mason, K.E. (1979). A conspectus of research on copper metabolism and requirements of man. *The Journal of nutrition*, 109, 1979–2066.
- 14 Roshchina, O.V. (2010). Vliianie prirodnykh i antropohennykh faktorov na aktivnost fermentov syvorotki krovi chernomorskikh ryb (na primere morskogo ersha) [Influence of natural and anthropogenic factors on the activity of serum enzymes in the blood of Black Sea fishes (on the example of the sea ruff)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 15 Medyantseva, E.P., Vertlib, M.H., & Budnikov, H.K. (1997). Iony metallov kak efektory fermentov [Metal ions as the effectors of enzymes]. *Uspekhi khimii — The successes of chemistry*, 67, 3, 252–260 [in Russian].
- 16 Pandey, S., Parvez, S., & Ansari, R.A. et al. (2008). Effects of exposure to multiple trace metals on biochemical, histological and ultrastructural features of gills of a freshwater fish, *Channa punctata* Bloch. *Chem. Biol. Interact.*, 174, 3, 183–192.
- 17 Slobodskov, A.A. (2015). Vliianie vnutrimyshechnoho vvedeniia nanorazmernykh chastits medi na biokhimicheskie pokazateli krovi samok krysa pri hestatsii [Influence of intramuscular introduction of nanosized copper particles on biochemical parameters of blood of female rats during gestation]. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki — Scientific Review. Biological Sciences*, 1, 148–149 [in Russian].
- 18 Notova, S.V., Timasheva, A.B., Lebedev, S.V., Sizova, Ye.A., & Miroshnikov, S.V. (2013). Elementnyi status i biokhimicheskii sostav krovi laboratornykh zhyvotnykh pri vnutrimyshechnom vvedenii asparhinata i nanochastits medi [Elemental status and biochemical composition of blood of laboratory animals with intramuscular injection of aspartate and copper nanoparticles]. *Vestnik Orenburzhskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Orenburg State University*, 161, 12, 159–163 [in Russian].
- 19 Khanturin, M.R., Beisenova, R.R., Taikina, S.S., & Asankhan, A. (2013). Izmeneniia tsitologicheskikh pokazatelei krovi pri ostroi intoksikatsii tsinkom i mediu i na fone krovokhlebkii lekarstvennoi [Changes in the cytological parameters of blood in acute intoxication with zinc and copper and against the background of a blood grooming drug]. *Vestnik Karahandinskogo universiteta, Seriya Biologiya. Meditsina. Geohrafiya — Bulletin of Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 70, 2, 40–45 [in Russian].
- 20 Prikaz Ministra natsionalnoi ekonomiki Respubliki Kazakhstan ot 16 marta 2015 hoda. № 209 «Ob utverzhdenii Sanitarnykh pravil: «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniia k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlia khoziaistvenno-pitevykh tselei, khoziaistvenno-pitevomu vodosnabzheniiu i mestam kulturno-bytovoho vodopolzovaniia i bezopasnosti vodnykh obektov»» [Order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan of March 16, 2015 № 209 «On approval of the Sanitary Rules: «Sanitary and epidemiological requirements for water sources, water intake points for household and drinking purposes, domestic and drinking water supply and places of cultural and domestic water use and safety of water objects»»]. (2015, 16 March) *Ministerstvo iustitsii Respubliki Kazakhstan — Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan*, 10774 [in Russian].
- 21 Voda pitevaia. Hihienicheskie trebovaniia i kontrol za kachestvom [Drinking water. Hygienic requirements and quality control]. (1985). *HOST 2874–82*. Moscow: Izdatelstvo standartov [in Russian].
- 22 Marshall, J. (2000). *Klinicheskaia biokhimiia [Clinical Biochemistry]*. Moscow; Saint Petersburg: Binom, Nevskii dialekt [in Russian].
- 23 Corny F., Lafargue P., & Guezennec C.Y. (1990). Zinc metabolism in the athlete: Influence of training nutrition and other factors. *Sports Medicine*, 31, 98, 577–582.
- 24 Skalny, A.A., Tinkov, A.A., Medvedeva, Yu.S., & Alchinova, I.B. (2015). Vliianie vvedeniia tsinka na eho sodержanie v tkaniakh laboratornykh zhyvotnykh i aktivnost antioksidantnykh fermentov v syvorotke krovi pri fizicheskoi nahruzke [Influence of the introduction of zinc on its content in the tissues of laboratory animals and the activity of antioxidant enzymes in the blood serum under physical load]. *Kazanskii meditsinskii zhurnal — Kazan Medical Journal*, 96, 5, 862–866 [in Russian].

T.A. Vdovina, A.A. Vinokurov, O.A. Lagus, E.A. Isakova

*Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan
(E-mail: anvin64@mail.ru)*

Introduction of moisture-holding polymer «Aquasorb» during landing wood-shrubby and fruit plants in the arid conditions of Kazakhstan

The increasing deficiency of water resources in arid conditions of Kazakhstan forces to find the new directions of use of water-conservation technologies. One of perspective alternative technologies is use of water-absorbing synthetic polymers. In article norms and ways of introduction of water absorbent «Aquasorb» during landing wood and shrubby fruit plants in droughty territories of the Republic of Kazakhstan are considered. The aim of method consists in definition of an optimum way of absorbent during landing wood cultures for more effective use of useful properties of this preparation. Field and laboratory researches on light brown loamy soils for this purpose are conducted. As the results of experiences use of the combined method, when on a bottom of a landing hole saturated water polymer is brought is recommended, and the volume of the taken-out soil is added the dry preparation saturated later with water before formation of gel particles. For the tree species landed with the soil it is recommended to do punctures in the created earth lump in which dry polymer at addition of saturated absorbent is fallen asleep for a bottom of a landing hole. This way simplifies entering of polymer into a soil substratum during landing wood cultures and allows distributing evenly in a radical zone of plants.

Keywords: hydro gel, soil, moisture, wood and shrubby cultures, fruit plants.

Introduction

At constant deficiency of an atmospheric precipitation in the arid zones of Kazakhstan measures for providing plants and soils with moisture are necessary. For this purpose along with classical methods as forest plantations, watering drop and on furrows agronomists use hydro gels as an alternative to the existing water-conservation technologies. In recent years for these purposes beaded poly acryl amid hydro gels are tested.

Strongly bulking up polymeric hydro gels (PHG) represent a class of materials which are used in crop production for improvement of water physical properties of the soil. After watering they accumulate a large amount of water and gradually give it to plants. Polymeric hydro gels are porous, well bulking up, but not dissolved in water materials. Content of water in equilibrium bulked-up hydro gels changes in the wide range from 10 to 95 % and more. The main part of the liquid absorbed by hydro gel (up to 90 %) fills the free pore space occupying the main volume of a sample [1–4].

Present days a number of foreign and domestic-owned firms produce the gels of various modifications known under trademarks Aquasorb (France), Stocksorb (Germany), Hydrosorb (USA), Sonvet (Japan), AquaLife, Akrilex P-150 (Russia) and others.

Materials and methodology

For experiences is chosen the preparation Aquasorb which has the high water occluding ability and can be used for improvement of providing plants with necessary amount of moisture. Its feature consists that under the influence of granule water quickly bulk up, holding at the same time in hundreds of times bigger, in relation to the weight, an amount of water and nutritious elements which are contained in its. Hydro gel by structure of the chemical bonds is capable to accumulate and hold moisture concerning 1:200 (1 kg of hydro gel can absorb until 200 liters of water). Positive property of the preparation Aquasorb is that it isn't dissolved in water; it isn't washed away from the soil and therefore keeps the properties [5] for a long time.

The majority of works on using of PHG as a strongly bulking up polymeric gels is executed in crop production for improvement of moisture providing plants [6–8].

The purpose of our researches with the preparation «Aquasorb» is to find the most convenient and optimum way of entering of hydro gel into the soil during landing and determining the maximum absorbing ability of polymeric hydro gel in laboratory and field experiments.

Results and discussion

Our researches are conducted in three climatic zones: Almaty region, Enbekshikazakh district, settlement Aktogay, JSC «Forest Nursery», Almaty region, the Balkhash district, the settlement Bakanas; «Ili botanical garden» — branch of Institute of Botany and Phytointroduction; East Kazakhstany region, Kurchum district, village Saryolen. In these points experiments for cultivation of 10 species of decorative wood-shrubby and fruit breeds on the area of 1 hectare in everyone are put. Experience is conducted in five variants. So, the area of 0.6 hectares is engaged in an experiment with moisture-holding Aquasorb polymer, variants I, II, III with the recommended norms of introduction preparation: 1.0 kg/m³, 1.5 kg/m³ and 2.0 kg/m³. In variant IV is used the irrigating system of drop type of 0.20 hectares square. In variant V of 0.20 hectares square is used watering along the furrows according to the scheme of experiences. This variant serves as control.

Each species of wood plants: *Acer tataricum* L., *Padus avium* Mill., *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth., *Crataegus submollis* Sard., *Malus hybrida* sort Zavetnoe, *Picea obovata* Ledeb., *Thuja occidentalis* L., were presented by 21 individuals (by 7 samples in each variant). Shrubby plants, as *Ribes nigrum* L. sort Zabava, *Berberis vulgaris* L. are presented also by 21 plants (by 7 samples in each variant).

It is known that the average annual amount of precipitation in these areas also makes low: in Enbekshikazakh district — 273 mm, Balkhash — 200–250 mm, Kurchum — 290 mm. The sum of active temperatures in Almaty region in above the called areas high, from 3000 °C to 3500 °C, in Kurchum — 2800 °C.

For definition of the most convenient way of introduction of hydro gel at planting of trees and bushes reconnoitering experiment has been put in two ways. The first way was to addict hydro gel to the dry soil of 0.027 m³ which is provided for landing of bushes and in advance took out from a hole. In this hole is brought saturated preparation hydro gel 1:200. Its preparation is executed according to the recommendations of the producer, receiving saturated hydro gel (135 g on 27 liters of water). At the same time there was instantly a full wetting of the soil to formation of soil conglomerates (Fig. 1).

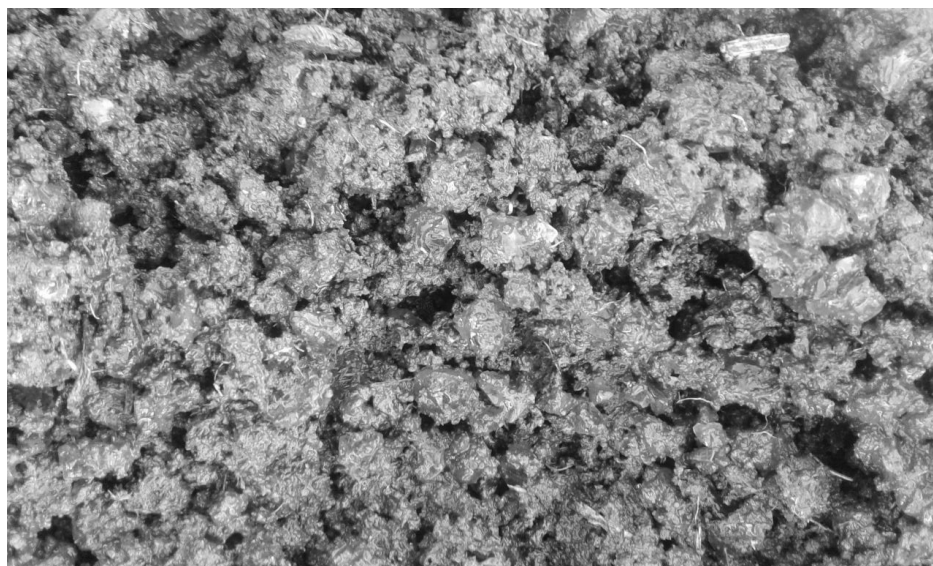


Figure 1. Formation of soil conglomerates at addition of saturated gel «Aquasorb»

Soil mix has taken a form of liquid dirt which is hardly shaken from a shovel. The second method is used the careful hashing of the soil of the same volume and dry granules by weight in 135 g received from calculation at norm — 1.5 kg/m³ (in the second option) and at consumption of water when watering on one plant of 27 liters. It was received more homogeneous mass, without soil conglomerates. At the first and second ways identical increase in volume of soil mix up to 25–30 % was observed. The second way is most convenient for landing of trees and bushes.

The made experiment has allowed us to recommend a combined method of introduction of hydro gel: under trees on a bottom of a landing hole is sating inflated absorbent, these are 25 g of dry preparation in 5 liters of water which mixes up with the soil. Excess water flows down in the lower layers (Fig. 2).

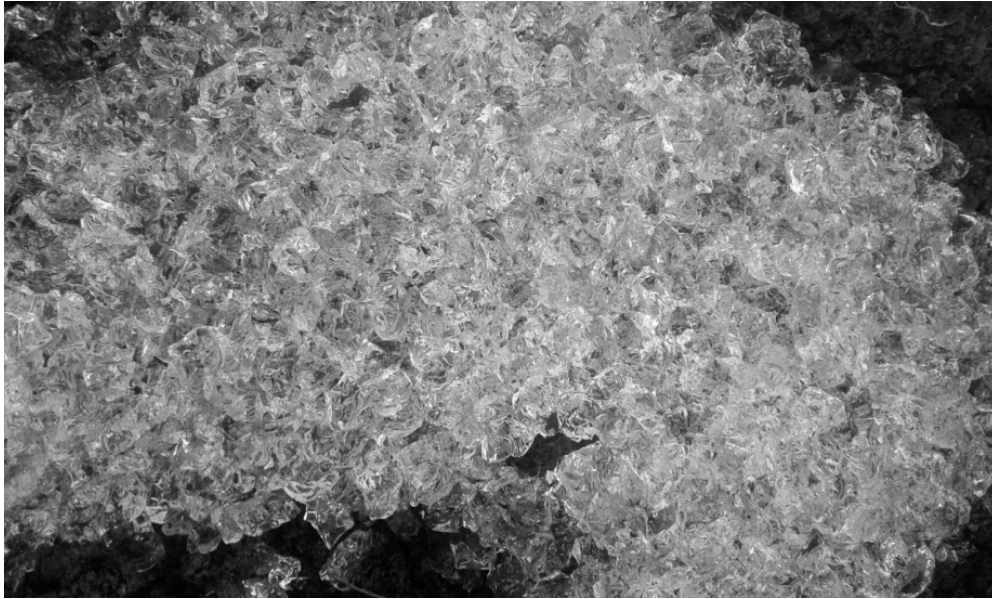


Figure 2. The inflated absorbent for introduction on a bottom of a landing hole

From the recommended norms on introduction of hydro gel for trees in the first variant — 1 kg/m^3 , in the second variant — 1.5 kg/m^3 and the third variant — 2.0 kg/m^3 . With assessment of the taken-out volume of the soil of 0.125 m^3 (at the sizes of a landing hole $0.5 \times 0.5 \times 0.5 \text{ m}$) have received the corresponding values, in the first variant — 125 g, in the second variant — 188 g, in the third variant — 250 g (Table 1).

Table 1

Combinative introduction of moisture-holding Aquasorb polymer under trees and bushes

Breed, species	Variant, doze of introduction of hydro gel, kg/m^3	Norm of introduction of hydro gel per one plant, gram	Norm of introduction of hydro gel on a bottom of landing hole, gram — litter	Norm of introduction of hydro gel in zone of root system's spreading, gram
Trees with open root system: <i>Acer tataricum</i> L., <i>Padus avium</i> Mill., <i>Tilia cordata</i> Mill., <i>Crataegus submollis</i> Sard., <i>Malus hybrida</i> , sort Zavetnoe	I — 1 II — 1.5 III — 2	125 188 250	25 — 5 25 — 5 25 — 5	100 163 225
Trees with closed root system: <i>Picea obovata</i> Ledeb., <i>Thuja occidentalis</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth.	I — 1 II — 1.5 III — 2	125 188 250	25 — 5 25 — 5 25 — 5	100 163 225
Bushes with open root system: <i>Ribes nigrum</i> L. sort 'Zabava', <i>Berberis vulgaris</i> L.	I — 1 II — 1.5 III — 2	90 135 180	12.5 — 2.5 12.5 — 2.5 12.5 — 2.5	77.5 122.5 167.5

Under *Picea obovata* in each variant on a bottom of a landing hole brought saturated Aquasorb — 25 g in 5 liters of water and in punctures from 8 to 12 pieces with a diameter of 1 cm, in a dry form in the first variant by 12.5–8.3 g depending on quantity of punctures, in the second variant by 20.3–13.6 g accordingly; in the third variant by 28.1–18.7 g respectively.

Considering that landing holes for bushes are provided the smaller sizes $0.3 \times 0.3 \times 0.3 \text{ m}$ (volume of the taken-out soil of 0.027 m^3), we recommend for a bottom of a landing hole to bring — 2.5 liters of saturated hydro gel. Its preparation required 12.5 g of dry preparation. Also from the recommended norms of introduction of hydro gel the first variant — 1 kg/m^3 , the second variant — 1.5 kg/m^3 and the third variant — 2.0 kg/m^3 has received amount of hydro gel on one plant; in the first variant it is brought — 90 g, in the second variant — 135 g, in the third variant — the 180 g. Hydro gel is brought locally in landing holes by a combined method. The amount of polymer is added to the soil according to calculations before filling of its saplings. Hashing of layers «gel — soil» is made carefully.

For specification of consumption rates of water during watering depending on the maximum keeping of water at preparation saturated moisture-holding polymer Aquasorb are conducted laboratory trials. In the cylinder with a capacity of 1000 ml is filled up 5 g of preparation and added gradually spring water by 50 ml — 12 times, generally 600 ml. Saturation continued within 3 hours, volume has increased to 1 liter. Then further changes in volume weren't observed. Therefore, the absorbing ability of hydro gel was 1:120 (according to technical requirements 1:200). From here it is possible to draw a conclusion on reduction of water during receiving the hydrated preparation for 35–40 % (Table 2). For comparison data on the recommendations of the producer are provided.

Table 2

Water consumption rate during landing wood-shrubby and fruit plants with water-absorbing ability according to technical requirements 1:200 and to calculations 1:120, depending on variants

Sort, species	Variant, norm of introduction of Aquasorb, kg/m ³	Norm of introduction of hydro gel per one plant, gram	Water-absorbing ability per 1 gram	Expense of waters per 1 plant, liter	Water-absorbing ability per 1 gram	Expense of waters per 1 plant, liter
Trees: <i>Acer tataricum</i> L., <i>Padus avium</i> Mill., <i>Tilia cordata</i> Mill., <i>Crataegus submollis</i> Sard., <i>Betula pendula</i> Roth., <i>Malus hybrida</i> , sort «Zavetnoe», <i>Thuja occidentalis</i> L., <i>Picea obovata</i> Ledeb.	I — 1	125	200	25.0	120	15.0
	II — 1.5	188	200	37.6	120	22.5
	III — 2	250	200	50.0	120	30.0
Bushes: <i>Ribes nigrum</i> L., sort «Zabava», <i>Berberis vulgaris</i> L.	I — 1	90	200	18.0	120	10.8
	II — 1.5	135	200	27.0	120	16.2
	III — 2	180	200	36.0	120	21.6

The conducted experiments have shown that the humidity in the soil hydro gel system doesn't change (remains) during 8–10 days. Physical evaporation took place in both experiences equally.

Conclusion

Data of experiences show that introduction of hydro gel during landing plants by the offered combined method is most optimum as there is a uniform distribution of granules in a soil substratum that excludes a possibility of emergence of sites with the high or low content of hydro gel. Also the labor productivity increases.

The scientific work is conducted according to scientific and technical program № BR 05236444 «The testing of innovative technology for development of gardening in the arid regions of Kazakhstan».

References

- 1 Парамонова Е.Ю. Анализ водоудерживающей способности природных и синтетических сорбентов / Е.Ю. Парамонова, Л.Ф. Щербакова, П.В. Наумов // Углеводородные и минеральные ресурсы. — 2011. — № 1. — С. 1277–1279.
- 2 Наумов П.В. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей / П.В. Наумов, Л.Ф. Щербакова, А.А. Околелова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. — 2011. — № 4. — С. 1–5.
- 3 Годунова Е.И. Перспективы использования гидрогеля в земледелии Центрального Предкавказья / Е.И. Годунова, В.Н. Гундырин, С.Н. Шкабарда // Достижения науки и техники агропромышленного комплекса. — 2014. — № 1. — С. 24–27.
- 4 Тибирьков А.П. Влияние полиакриламидного гидрогеля на структурно-агрегатный состав пахотного слоя светлокаштановой почвы Волго-Донского междуречья / А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. — 2013. — № 4. — С. 1–5.
- 5 Гундырин В.Н. Использование гидрогеля в зоне неустойчивого увлажнения Ставрополя / В.Н. Гундырин, Е.И. Годунова, С.Н. Шкабарда // Земледелие. — 2014. — № 6. — С. 37, 38.
- 6 Воскобойникова Т.Г. Увеличение всхожести редиса с помощью гидрогеля на различных типах почв / Т.Г. Воскобойникова, А.А. Околелова, Р.О. Манов // Научные ведомости. — 2015. — № 9, Вып. 31. — С. 37–42.
- 7 Дридригер В.К. Влияние гидрогеля и навоза на фотосинтетическую деятельность и урожайность полыни эстрагонной в сухостепной зоне Калмыкии / В.К. Дридригер, В.И. Янов // Вестн. Ульяновской гос. с.-хоз. академии. — 2012. — № 2. — С. 13–18.

8 Тибирьков А.П. Влияние полимерного гидрогеля и условий минерального питания на урожай и качество зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах / А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. — 2012. — № 3. — С. 1–5.

Т.А. Вдовина, А.А. Винокуров, О.А. Лагус, Е.А. Исакова

Қазақстанның аридті жағдайында ағаш-бұта және жеміс өсімдіктерін отырғызу кезінде «Aquasorb» ылғал ұстайтын полимерін енгізу

Қазақстанның құрғақ аудандарындағы өсіп келе жатқан су ресурстарының тапшылығы су үнемдейтін технологияларды қолданудың жаңа бағыттарын іздеуге итермелейді. Болашақта балама технологиялардың бірі болып су жұтқыш синтетикалық полимерлерді қолдану есептеледі. Мақалада Қазақстанның құрғақ аудандарындағы ағашты-бұталы және жемісті өсімдіктерді отырғызу кезінде «Aquasorb» сулы абсорбентінің нормасы мен енгізу әдістері қарастырылды. Зерттеудің мәні препараттың пайдалы қасиеттерін тиімді пайдалану үшін, ағаш өсімдіктерді отырғызу кезінде абсорбентті ең оңтайлы жергілікті енгізу әдістерін анықтау болып табылады. Осы мақсатта ашық каштан сазды топырақта далалық және зертханалық зерттеулер жүргізілді. Тәжірибелердің қорытындысы бойынша аралас әдісті қолдану ұсынылды, отырғызу шұңқырына қаныққан, ал суырып алынған жердің көлеміне құрғақ, кейін сумен қаныққан гель тәрізді бөлшектері пайда болатын препаратты енгізеді. Топырақпен бірге отырғызылған ағаш тұқымдарына қалыптасқан жер кесектерінде тесіктер жасау ұсынылды, ол тесіктерге отырғызу шұңқырына қаныққан абсорбентті қосу кезінде құрғақ полимер көмілді. Бұл әдіс ағашты тұқымдарды отырғызу кезінде жер субстратына полимерді енгізуді жеңілдетеді және оны өсімдіктің тамыр аймағында біркелкі үлестіруге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: гидрогель, топырақ, ылғал, ағаш-бұталы өсімдік тұқымын, жеміс, қолдану, далалық және зертханалық зерттеулер.

Т.А. Вдовина, А.А. Винокуров, О.А. Лагус, Е.А. Исакова

Внесение влагоудерживающего полимера «Aquasorb» при посадке древесно-кустарниковых и плодовых растений в аридных условиях Казахстана

Возрастающий дефицит водных ресурсов в аридных условиях Казахстана вынуждает искать новые направления использования водосберегающих технологий. Авторы отмечают, что одной из перспективных альтернативных технологий является применение водопоглощающих синтетических полимеров. В статье рассмотрены нормы и способы внесения водного абсорбента марки «Aquasorb» при посадке древесно-кустарниковых и плодовых растений на засушливых территориях Республики Казахстан. Суть заключается в определении оптимального способа локального внесения абсорбента при посадке древесных культур для более эффективного использования полезных свойств препарата. Для этого были проведены полевые и лабораторные исследования на светло-каштановых суглинистых почвах. По итогам опытов рекомендовано использование комбинированного способа, когда на дно посадочной ямы вносится насыщенный водный полимер, а в объем вынутой почвы добавляется сухой препарат, насыщаемый позднее водой до образования гелеобразных частиц. Для древесных пород, высаживаемых с почвой, рекомендуется делать проколы в сформированный ком земли, в который засыпается сухой полимер при добавлении насыщенного абсорбента на дно посадочной ямы. Данный способ упрощает внесение полимера в почвенный субстрат при посадке древесных культур и позволяет равномерно распределить его в прикорневой зоне растений.

Ключевые слова: гидрогель, почва, влага, древесно-кустарниковые породы, плодовые растения, полевые и лабораторные исследования.

References

- 1 Paramonova, E.Yu., Sherbakova, L.F., & Naumov, P.V. (2011). Analiz vodouderzhivaiushchei sposobnosti prirodnykh i sinteticheskikh sorbentov [Analysis of water-retaining ability of natural and synthetic sorbents]. *Ukhvedodorodnye i mineralnye resursy — Hydro carbonated and mineral resources*, 1, 1277–1279 [in Russian].
- 2 Naumov, P.V., Sherbakova, L.F., & Okolelova, A.A. (2011). Optimizatsiia vlaoobespechennosti pochv s pomoshchiu polimernykh hidrohelei [Optimization of moisture security of soils by means of polymeric hydro gels]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo ahrouniversitetskogo kompleksa — Bulletin of Nizhnevolzhsk agricultural university complex*, 4, 1–5 [in Russian].

3 Hodunova, E.I., Hundirin, V.N., & Shkabarda, S.N. (2014). Perspektivy ispolzovaniia hidrohelia v zemledelii Tsentralnogo Predkavkazia [The prospects of use of hydrogel in agriculture of the Central Ciscaucasia]. *Dostizheniia nauki i tekhniki ahropromyshlennogo kompleksa — Achievements of science and techniques of agro-industrial complex*, 1, 24–27 [in Russian].

4 Tibirkov, A.P., & Filin, V.I. (2013). Vliianie poliakrilamidnogo hidrohelia na strukturno-ahrehatnyi sostav pakhotnogo sloia svetlo-kashtanovoi pochvy Volho-Donskogo mezhdurechia [Influence of poly akrilamid hydro gel on structural and modular structure of an arable layer of the light brown soil of Volga-Don Entre Rios]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo ahrouniversitetskogo kompleksa — Bulletin of Low Volgian agricultural University complex*, 4, 1–5 [in Russian].

5 Hundirin V.N., Hodunova E.I., & Shkabarda, S.N. (2014) Ispolzovanie hidrohelia v zone neustoichivogo uvlazhneniia Stavropolia [Use of hydro gel in a zone of unstable moistening of Stavropol Territory]. *Zemledelie — Agriculture*, 6, 37–38 [in Russian].

6 Voskoboinikova, T.G., Okolelova, A.A., & Manov, R.O. (2015). Uvelichenie vskhozhesti redisa s pomoshchiu hidrohelia na razlichnykh tipakh pochv [Increase in viability of a garden radish by means of hydrogel on various types of soils]. *Nauchnye vedomosti — Scientific statements*, 9, 37–42 [in Russian].

7 Dridiher, V.K., & Yanov, V.I. (2012). Vliianie hidrohelia i navoza na fotosinteticheskuiu deiatelnost i urozhainost polyni estrahonnoi v sukhostepnoi zone Kalmykii [Influence of hydrogel and manure on photosynthetic activity and productivity of Artemisia dracunculus in the dry steppe zone of Kalmykia]. *Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii — Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2, 13–18 [in Russian].

8 Tibirkov, A.P., & Filin, V.I. (2012). Vliianie polimernogo hidrohelia i uslovii mineralnogo pitaniia na urozhai i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy na svetlo-kashtanovykh pochvakh [Influence of polymeric hydro gel and conditions of mineral food on a harvest and quality of grain of a winter wheat on light brown soils]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo ahrouniversitetskogo kompleksa — Bulletin of Low Volgian agricultural University complex*, 3, 1–5 [in Russian].

N.S. Mamytova¹, L.H. Akbaeva¹, A.Zh. Zhumabekova², E.A. Tulegenov¹, B.N. Aubakirova³

¹*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;*

²*Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan;*

³*Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan*

(E-mail: nmamytova@mail.ru)

The study of self-treatment capacity of water bodies by annual average indices in Akmola region

The present article considered a question about the self-treatment capacity of lakes, rivers and reservoirs in Akmola region based on oxygen indices. Furthermore, this study shows the influence of individual hydro-chemical indicators (sulfates, chlorides, magnesium, ammonium salt, nitrogen nitrite, fluorides, common iron, zinc, manganese, copper) on self-treatment capacity of water bodies. The self-treatment capacity of reservoirs in Akmola region was assessed based on oxygen parameters such as the amount of dissolved oxygen in water and the biological oxygen demand (BOD₅). Rivers and lakes were divided into six classes of self-treatment ability. In addition, we studied the associated hydro-chemical components that can have impact on the purification potential of water in lakes and rivers. The results of research showed that the increased content of ammonium salt, nitrogen nitrite, total iron and copper suppress the self-treatment capacity of water. The majority of studied reservoirs by annual average indices have low self-treatment capacity. It was determined that the excess of the individual hydro-chemical components and the number of exceeding components with synergistic effect could have effect on the self-treatment capacity of water.

Keywords: reservoirs, self-treatment ability of reservoirs, photosynthesis, oxygen, hydrochemistry, BOD₅.

Introduction

The water resources of arid and steppe zones of the Republic of Kazakhstan are at high risk of extinction or degradation due to the number of climatic and anthropogenic factors. Rational use and restoration of most water bodies is an important task of the country. In this regard, knowledge and use of mechanisms of potential of water bodies in natural self-treatment play a significant role.

Most of the scientists believe that the support of balance between the photosynthetic activity of aquatic organisms and the processes of mineralization of organic substances formed in water reservoirs is the main mechanisms in the process of natural self-treatment of water bodies [1].

The indirect result of the photosynthetic activity of aquatic plants in water bodies can be the total oxygen content in water. At the same time, the destruction of organic substances can be assessed by the biological oxygen demand (BOD₁, BOD₅). The total amount of oxygen in the water is formed from dissolved atmospheric oxygen. It also can be formed as the product of photosynthesis by phytoplankton, phytobenthos, periphyton and macrophytes. The part of the oxygen is consumed on breath of hydrobionts and on participation in the chemical decomposition of inorganic and organic substances. Therefore, the total oxygen level in the water is always higher than BOD₁, and in some cases BOD₅. The ratio of these indicators can be taken as a criterion for assessment of the self-treatment capacity in the reservoir: if the intensity of photosynthesis in the reservoir is high, the water will be saturated with oxygen more actively, and the processes of destruction of impurities in the water will be faster [2].

The purpose of the present study was to conduct a comparative analysis of the self-treatment ability of the reservoirs in Akmola region based on oxygen indices and on the effect of individual hydrochemical components.

As the objects of the study we used the mean results of hydro-chemical studies in 2017 of the following rivers and lakes in Akmola region: Yesil river, Akbulak river, Sarybulak river, Bettibulak river, Zhabay river, Kypchakty river, Shagalaly river, Nura river, Nura-Yesil channel, Sultangeldy lake, Kopa lake, Zerendi lake, Burabay lake, Ulken Shabakty lake, Shchuchinsk lake, Kishi Shabakty lake, Karasie lake, Sulukol lake, Katarkol lake, Tekekol lake, Maybalyk lake and Lebyazhie lake. In total, we considered 8 rivers, 13 lakes, one reservoir and 1 channel.

Materials and methods

We formed the indicators of the amount of dissolved oxygen (R) and BOD₅ in the studied lakes. Furthermore, we estimated the ratio of these indicators as characteristics of photosynthetic activity in the reser-

voir to its destructive ability: R/BOD₅. If the ratio is high, the ability of self-treatment in water bodies will be high. But, when the ratio is low, the ability of the reservoir for self-treatment will also be low.

The lowest value of the ratio R/BOD₅ was 2 in Maybalyk lake and the highest one was 13.3 in the Bettibulak river [3] (Table 1, Fig. 1).

Table 1

Average annual oxygen indicators of surface waters of Akmola region

No.	Surface waters of Akmola region	Amount of dissolved oxygen (R), mg/dm ³	BOD ₅ , mg/dm ³	R/BOD ₅
1	Yesil river	11.2	1.65	6.8
2	Akbulak river	10.03	1.89	5.3
3	Sarybulak river	8.45	3.73	2.3
4	Bettibulak river	9.65	0.73	13.3
5	Zhabay river	8.3	2.37	3.5
6	Kipshakty river	6.76	2.58	2.7
7	Shagalaly river	9.3	2.07	4.5
8	Nura river	10.88	2.33	4.7
9	Nura-Yesil Channel	11.13	2.19	4.7
10	Sultangeldy lake	10.49	2.26	4.7
11	Vyacheslav reservoir	11.92	1.64	7.3
12	Kopa lake	9.19	4.04	2.3
13	Zerendi lake	9.83	1.63	6
14	Burabay lake	8.46	1.1	7.7
15	Ulken Shabakty lake	8.72	0.84	10.4
16	Shchuchinsk lake	9.06	0.97	9.4
17	Kishi Shabakty lake	8.29	1.00	8.3
18	Karasie lake	6.28	1.21	5.2
19	Sulukol lake	6.02	2.48	2.5
20	Katarkol lake	6.03	2.82	2.2
21	Tekekol lake	7.59	1.11	6.9
22	Maybalyk lake	5.47	2.65	2.0
23	Lebyazhie lake	3.44	1.47	2.3

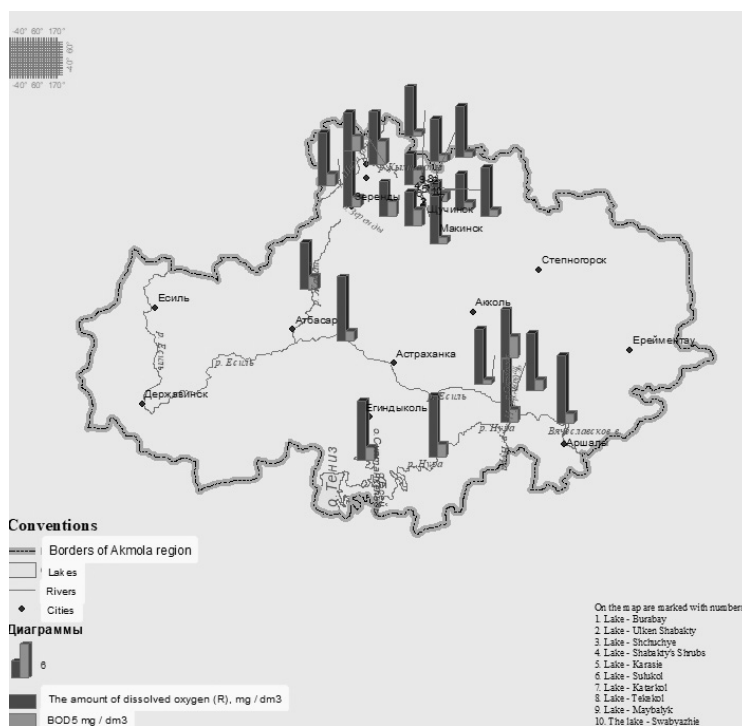


Figure 1. The mean annual oxygen indicators of surface waters on the map of Akmola region

The variation number was made for the convenience of the approximation and it was divided into 6 classes (Table 2). The size of the variation class was 1.8.

Table 2

Classes of water bodies based on self-treatment ability

Class	R/BOD ₅	f	Ability to self-treatment
I	2–3.8	8	Very weak
II	3.9–5.7	6	Weak
III	5.8–7.6	4	Average
IV	7.7–9.5	3	Average
V	9.6–11.4	1	Good
VI	11.5–13.3	1	High

Results and discussions

Figure 2 shows the results of the study, where we can see that based on annual indicators, the lakes with low self-treatment capacity dominate among the other studied lakes: class I (R/BOD₅ ratio is 2–3.8) takes 30.5 % of all reservoirs. This class of water bodies includes Sarybulak river, Zhabay river, Kypshakty river as well as Kopa lake, Sulukol lake, Katarkol lake, Maibalyk lake and Lebyazhie lake.

Based of self-treatment capacity 26 % of the studied water bodies belongs to class II: Akbulak river, Shagalaly river, Nura river, Nura-Yesil Channel, Sultangeldy lake and Karasie lake.

17.4 % of water bodies were referred to Class III (R/BOD₅ of 5.8 to 7.6): Yesil river, Vyacheslav reservoir and Tekekol lake.

Class IV (R/BOD₅ 7.7–9.5) contains 13 % of all lakes and rivers: Burabay lake, Shchuchinsk lake, Kishi Shabakty lake.

Both class V (R/BOD₅ 9.6–11.4) with Ulken Shabakty lake and class VI (R/BOD₅ 11.5–13.3) with Bettybulak river contain 4.3 % of all water bodies.

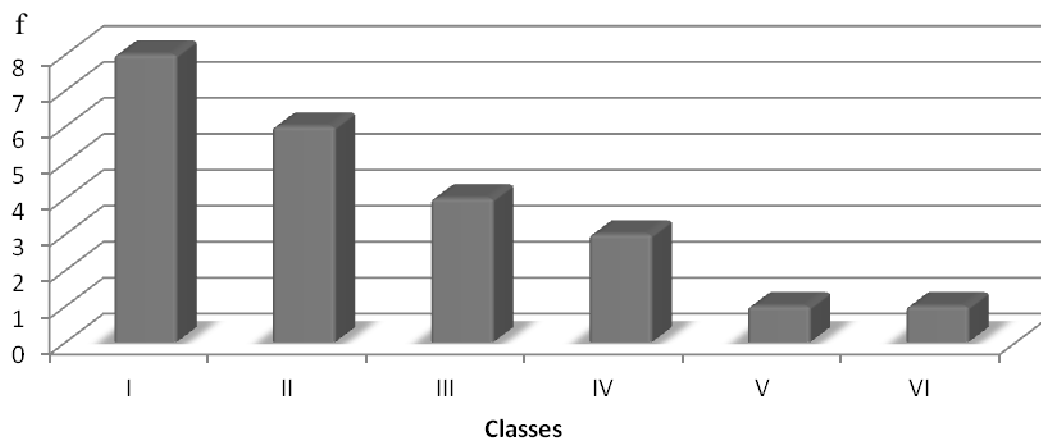


Figure 2. The numerical value for water bodies of Akmola oblast according to classes of ratio R/BOD₅

Table 3 provides information about the pollutants that effect on the photosynthetic activity of hydrophytes and depress the activity of saprobionts in the IV, V and VI classes of reservoirs with low self-treatment capacity.

As we know, threshold limit value (TLV) in natural waters can be accessed from the point of view of human toxicology. Nevertheless, the indicators toxic threshold of the same substances on biocenosis have still not been applied. Usually toxic threshold is determined for each species individually. Taking into account this fact, we conditionally applied the TLV for control the excess content of certain elements [4].

It can be noted from the data above, the reservoirs with low self-treatment capacity show high content of ammonium salt, fluorides, iron, zinc, manganese, copper in water.

Table 3

Hydrochemical components in the surface waters of the Akmola region

Name of the water bodies	Class of water bodies	The content of chemical components in water (mg/L) / the multiplicity of excess TVL										
		Sulfates	Chlorides	Magnesium	Ammonium salt	Nitrite nitrogen	Fluorides	Iron total	Zinc	Manganese	Copper	
TVL (mg/L)		100	300	40	0.5	0.02	0.75	0.1	0.01	0.01	0.001	
Sarybulak river	I	4.1/-	1.7/-	2/-	4.6/9.2	2.9/145	1.1/5.5	-	5.4/540	-	-	
Zhabay river	I	1.2/-	-	-	-	-	-	-	2.1/210	22.7/2270	1.5/1500	
Kypshakty river	I	-	-	-	3/6	-	-	2/20	-	225.7/22570	-	
Kopa lake	I	1.3/-	-	-	1.3/2.6	-	-	1.3/13	1.2/120	7.6/760	-	
Sulukol lake	I	-	-	-	3.4/6.8	-	3.3/4.4	4.8/48	-	-	-	
Katarkol lake	I	1.4/-	-	1.7/-	2.9/5.8	-	6.6/8.8	-	1.6/160	-	-	
Maybalyk lake	I	43.7/-	38.8/-	40.5/-	3.9/7.8	-	4.7/6.3	-	-	-	-	
Lebyazhie lake	I	-	-	-	2.8/5.6	-	4.1/5.5	4.9/49	-	-	-	
Karasie lake	II	-	-	-	14.8/29.6	-	2.0/2.7	-	-	-	-	
Akbulak river	II	3.1/-	1.6/-	1.4/-	3.3/6.6	1.3/65	3.5/5	-	1.7/170	-	-	
Shagalaly river	II	-	-	-	1.4/2.8	-	-	2.3/23	-	38.5/3850	-	
Nura river	II	2.8/-	-	1.1/-	-	-	-	-	-	-	-	
Nura-Yesil channel	II	4.8/-	1.4/-	2.1/-	1.7/3.4	1.3/65	-	-	-	-	-	
Sultankeldy lake	II	2.9/-	1.1/-	1.5/-	1.2/2.4	-	-	-	1.4140	-	-	
Vyacheslav reservoir	III	-	-	-	-	-	-	-	1.6/160	-	1.1/1100	
Yesil river	III	1.6/-	-	-	-	-	-	-	1.7/170	2.7/270	-	
Tekekol lake	III	1.3/-	-	2.0	1.5/3	-	9.7/13	-	1.2/120	-	-	
Zerendi lake	III	1.4/-	-	1.6	-	-	2.6/3.5	-	1.8/180	3.8/380	-	
Shchuchinsk lake	IV	-	-	-	-	-	6.5/8.7	-	-	2.7/270	-	
Kishi Shabakty lake	IV	12/-	6.2/-	9.6/-	2.0/4	-	13.9/18.6	-	-	4.4/440	-	
Burabay lake	IV	-	-	-	-	-	3.1/4.2	-	1.3/130	4.2/420	-	
Ulken Shabakty lake	V	2.7/-	-	2.1/-	-	-	14.9/19.8	-	-	2.1/210	-	

In the reservoirs of the I class the content is exceeded by 3–4 components as ammonium salt (9.2 TVL), nitrite nitrogen (145 TVL), fluorides (5.5 TVL), zinc (540 TVL) in the Sarybulak river. In the Zhabay river was the mean excessive concentrations of zinc (210 TVL), manganese (2270 TVL) copper (1500 TVL). There was excess of ammonium salt (6 TVL) iron total (20 TVL), manganese (22570 TVL) in Kypshakty river. In Kopa lake ammonium salt (2.6 TVL), iron total (13 TVL), zinc (120 TVL), manganese (760 MPC) were exceed, while in Sulukol lake there was excess of ammonium salt (6.8 TVL), fluorides (4.4 TVL), iron total (48 TVL). Katarkol lake demonstrated the high content of ammonium salt (5.8 TVL), fluorides (8.8 TVL), zinc (160 TVL). The multiplicity of excess ammonium salt (7.8 TVL), fluorides (6.3 TVL) were recorded in Maybalyk lake. There was excessive content of ammonium salt (5.6 TVL), fluorides (5.5 TVL), iron total (49 TVL) in Lebyazhielake.

The reservoirs of the II class also showed high concentrations of the studied components, they contained from 2 to 4 elements. For instance, in the Akbulak river there was the excess of TVL by 4 components, however, this excess was relatively low in comparison with those in reservoirs of the I class: Karasie lake had excess of ammonium salt (29.6 TVL), fluorides (2.7 TVL). Akbulak river showed high content of ammonium salt (6.6 TVL), nitrite nitrogen (65 MPC), fluorides (5 TVL) and zinc (170 TVL). There was excess of ammonium salt (2.8 TVL), iron total (23 TVL) and manganese (3850 TVL) Shagalaly river. Nura-Yesil channel had high content of ammonium salt (3.4 TVL) and nitrite nitrogen (65 TVL). There was excess content of ammonium salt (2.4 TVL) and zinc (140 TVL) in Sultankeldy lake.

The average treatment capacity of III and IV class reservoirs was also accompanied by excess of TVL on some components. For example, Vyacheslav reservoir showed a multiplicity of excess of zinc (160 TVL) and copper (1100 TVL). In the Yesil river was excess of zinc (170 TVL) and manganese (270 TVL). Lake Tekekol had relatively high concentration of ammonium salt (3 TVL), fluoride (13 TVL) and zinc (120 TVL). Zerendi lake demonstrated high content fluorides (3.5 TVL), zinc (180 TVL) and manganese (380 TVL). The content of fluoride (8.7 TVL) and manganese (270 TVL) was also high in Shchuchinsk lake. Kishi Shabakty lake exceed the amount of ammonium salt (4 TVL), fluoride (to 18.6 TVL) and manganese (440 TVL). There was exceed concentration of fluorides (4.2 TVL), zinc (130 TVL), manganese (420 TVL) in Burabay lake.

The water bodies with high level of self-treatment capacity represent a comparative interest (V and VI classes). In comparison with I and II classes, they showed less excessive concentrations of selected elements: Ulken Shabakty lake showed the excess of fluoride (19.8 TVL) and manganese (210 TVL). There was the excess of zinc (140 TVL) and manganese (400 TVL) in the river Bettibulak.

It should be noted that the reservoirs of V and VI classes did not show contamination on ammonium salt, nitrogen nitrite, iron total and copper.

Bettibulak river from VI class with the highest self-treatment capacity demonstrated the excess of TVL only for zinc and manganese. The elements are not involved in the inhibition of the photosynthetic process and do not inhibit the activity of heterotrophic bacteria.

The observed lakes showed a low content of sulphate ions, chloride and magnesium and practically did not exceed the TVL. Therefore, their effect on the self-treatment capacity of these reservoirs was excluded.

Thus, among the many factors which can have effect on the self-treatment capacity of water bodies we can note the influence of high content of such chemical components as ammonium salt, nitrite nitrogen, iron and copper. However, the concentration sulfates, chlorides, magnesium, increased zinc and manganese in the water had no effect on the treatment capacity.

Conclusions

1. From the 23 reservoirs in Akmola region 60.8 % of rivers and lakes (I–II classes) have a weak self-treatment capacity. The average (satisfactory) self-treatment capacity was in 30.4 % of reservoirs (III–IV classes); good self-treatment capacity was in 8.6 % of reservoirs (V–VI classes).

2. The excess content of individual hydro-chemical components and the amount of exceeded components with synergistic effect can influence on the self-treatment capacity of surface waters.

3. The increased content of ammonium salt, nitrite nitrogen, iron and copper can lead to the inhibition of the self-treatment capacity of reservoirs.

4. Sulphates, chlorides, magnesium, increased content of zinc and manganese do not have particular influence on self-treatment capacity of water.

References

- 1 Бульон В.В. Роль фитопланктона в процессах самоочищения в водотоках / В.В. Бульон, В.Н. Никулина // Гидробиологические основы самоочищения вод. — Л.: Зоологич. ин-т АН СССР, 1976. — С. 15–24.
- 2 Федоров В.Д. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы: учебник для студ. биол. спец. ун-тов / В.Д. Федоров, В.И. Капкова. — М.: ПИМ, 2006. — 367 с.
- 3 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2017 год [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kazhydromet.kz/ru/p/ekologia>.
- 4 Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология / Т.И. Моисеенко. — М.: Наука, 2009. — 399 с.

Н.С. Мамытова, Л.Х. Акбаева, А.Ж. Жумабекова, Е.А. Тулегенов, Б.Н. Аубакирова

Орташа жылдық көрсеткіштер бойынша Ақмола облысындағы су объектілерінің өзін-өзі тазарту қабілетін зерттеу

Мақалада оттегі көрсеткіштері бойынша Ақмола облысының көлдері, өзендері және су қоймаларының өзін-өзі тазарту қабілеті қарастырылған, сонымен қатар сульфат, хлорид, магний, тұзды аммоний, нитритті азот, фторид, жалпы темір, мырыш, марганец, мыс гидрохимиялық көрсеткіштердің осы қабілетке әсері зерттелген. Өзін-өзі тазарту қабілетіне кері әсер ететін химиялық факторлар арасында тұзды аммоний, нитритті азот, жалпы темір, мыстың жоғарғы көлемін атауға болады. Ақмола облысы су қоймаларының өзін-өзі тазарту қабілетіне баға берілген: суда ерітілген оттегі көлемі және оттегіге биологиялық талап (БПК₅) негізінде. Өзен, қолдан алынған нәтижелер өзін-өзі тазарту қабілетін 6 сынып бойынша реттеуге мүмкіндік берді, сондай-ақ олардың негізінде график тұрғызылды. Авторлармен аудың өзін-өзі тазарту әлеуетіне кейбір гидрохимиялық компоненттердің, сонымен қатар синергетикалық тиімділігі бар компоненттердің көп мөлшері әсер ететіндігі дәлелденді.

Кілт сөздер: су қоймалары, су қоймаларының өзіндік тазалану қабілеті, фотосинтез, оттегі, гидрохимия, ОБҚ₅.

Н.С. Мамытова, Л.Х. Акбаева, А.Ж. Жумабекова, Е.А. Тулегенов, Б.Н. Аубакирова

Изучение самоочистительной способности водоемов Акмолинской области по среднегодовым показателям

В статье рассмотрены самоочищающая способность озер, рек и водохранилищ Акмолинской области по показателям кислорода, а также влияние отдельных гидрохимических показателей, таких как сульфаты, хлориды, магний, аммоний солевой, азот нитритный, фториды, железо общее, цинк, марганец, медь, на самоочищающую способность. Среди химических факторов, угнетающих самоочистительную способность водоемов, можно отметить повышенное содержание аммония солевого, азота нитритного, железа общего, меди. Авторами дана оценка самоочищающей способности водоемов Акмолинской области на основании кислородных показателей: количество растворенного кислорода в воде и биологическая потребность кислорода. На основании полученных результатов реки и озера были распределены по шести классам самоочищающей способности, а также построен график, из которого видно, что среди изученных водоемов по среднегодовым показателям преобладают озера с низкой самоочищающей способностью. Установлено, что на самоочистительный потенциал вод может влиять как превышение содержания отдельных гидрохимических компонентов, так и количество превышаемых компонентов, которые могут иметь синергетический эффект. Наряду с этим изучали, какие из сопутствующих гидрохимических компонентов оказывают влияние на очистительный потенциал воды в озерах и реках.

Ключевые слова: водоемы, самоочищающая способность водоемов, фотосинтез, кислород, гидрохимия, БПК₅.

References

- 1 Bulon, V.V., & Nikulina, V.N. (1976). Rol fitoplanktona v protsessakh samoochishcheniia v vodotokakh [The role of phytoplankton in the processes of self-purification in watercourses] *Hidrobiologicheskie osnovy samoochishcheniia vod* — *Hydrobiological basis of water self-purification*. Leningrad: Zoologicheskii institut AN SSSR, 15–24 [in Russian].

- 2 Fedorov, V.D., & Kapkova, V.I. (2006). *Prakticheskaia hidrobiologiya. Presnovodnye ekosistemy [Practical hydrobiology. Freshwater ecosystems]*. Moscow: PIM [in Russian].
- 3 Informatsionnyi biulleten o sostoianii okruzhaiushchei sredy Respubliki Kazakhstan za 2017 hod [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan for 2017]. *kazhydromet.kz/ru/p/ekologia*. Retrieved from <https://kazhydromet.kz/ru/p/ekologia> [in Russian].
- 4 Moiseenko, T.I. (2009). *Vodnaia ekotoksikologiya [Water ecotoxicology]*. Moscow: Nauka [in Russian].

А.Н. Куприянов¹, А.А. Абдуова², М.И. Сатаев², Б.М. Мошкалов³, И. Жарылкапов³

¹Кузбасский ботанический сад ИЭЧ ФИЦ УУХ СО РАН, Кемерово, Россия;

²Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан;

³Сырдарья-Туркестанский государственный региональный природный парк, Шымкент, Казахстан
(E-mail: aisulu.abduova@mail.ru)

Исследование древесных растений Боралдайских гор в пределах Сырдарья–Туркестанского регионального природного парка

В статье представлены результаты изучения и выявления местообитаний редких и исчезающих видов растений для разработки рекомендации по сохранению популяций растений в пределах Сырдарья-Туркестанского регионального природного парка. Исследование и оценка декоративных и редких растений позволят разработать систему кадастра популяций декоративных и редких растений и уточнить их видовой состав на исследуемой территории, оценить степень угрозы их исчезновения. В результате флористического изучения дендрофлоры территории Сырдарья-Туркестанского государственного регионального природного парка выявлено 46 видов. Трехлетние наблюдения (2015–2018) дали возможность произвести комплексную оценку декоративных признаков растений в природе. Выявлено 8 видов с низкими декоративными качествами (*Amygdalus spinosissima*, *Cerasus mahaleb*, *Hulthemia persica*, *Pyrus regelii*, *Rosabeggeriana*, *R. fedtschenkoana*, *R. kokanica*, *R. platyacantha*); 11 малодекоративных видов (*Ephedra equisetina*, *E. intermedia*, *Astragalus ugamicus* ssp. *karataviensis*, *Calophaca tianschanica*, *Atraphaxis frutescens*, *A. karataviensis*, *A. spinosa*, *Cerasus tianschanica*, *Cotoneaster allochroa*, *C. karatavica*, *Salix niedzwieckii*); 12 среднедекоративных видов (*Lepidolopha filifolia*, *L. komarowii*, *Halimodendron halodendron*, *Morus alba*, *Atraphaxis virgata*, *Rhamnus cathartica*, *Armeniaca vulgarica*, *Cerasus erythrocarpa*, *Malus sieversii*, *Spiraea hypericifolia*, *S. pilosa*, *Vitis vinifera*); 6 декоративных видов (*Acer semenovii*, *Pistaciavera*, *Celtiscaucasica*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Sorbus persica*, *Amygdalus petunnikowii*) и 10 высокодекоративных видов (*Lonicera nummularifolia*, *Lonicera tianschanica*, *Juniperus seravschanica*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus sogdiana*, *C. pontica*, *Crataegus turkestanica*, *Spiraeanthus schrenkianus*, *Salix alba*, *Tamarix ramosissima*).

Ключевые слова: Сырдарья-Туркестанский государственный региональный природный парк, дендрофлора, растения, биоразнообразие, оценка декоративности, группы, виды.

Введение

Процесс антропогенных воздействий на окружающую среду часто сопровождается вымиранием и общим обеднением ряда видов растений, сокращением генетического разнообразия некоторых видов. В данной ситуации в целях сохранения их биоразнообразия перед нами стоит задача необходимости исследования и оценки риска исчезновения декоративных и редких растений, так как они являются наиболее уязвимой частью флоры. Глубокое изучение их экологии биологии и есть основная предпосылка исследования.

Растения создают комфортную среду обитания для человека. Исходным материалом для озеленения является разнообразие природной флоры. Ассортимент декоративных растений для озеленения городов и поселков Южного Казахстана постоянно пополняется новыми видами древесных растений [1].

Разновидность и декоративность растений зависят от биологии вида, сезонности, возраста растений. Практически невозможно оценить декоративность по одному или двум признакам. Поэтому для оценки декоративности древесных видов используют несколько декоративных признаков [2, 3].

Целью исследования была предварительная оценка декоративности деревьев и кустарников территории природного парка с использованием комплексного подхода.

Материалы и методы исследований

Для проведения исследований использовались материально-технические базы Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова и Сырдарья-Туркестанского регионального природного парка. В ЮКГУ имеется развитая научно-техническая база, ресурсные центры, оснащенные компьютерными технологиями последнего поколения, а также лабораторное оборудование, современная оргтехника и более 2 млн литературных и электронных ресурсов, а также научный персонал, необходимый для проведения данных исследований.

Границы и территория Сырдарья-Туркестанского регионального природного парка представлена тремя филиалами и малочисленными кластерными участками Туркестанского, Сырдарьинского и Боралдайского филиалов.

1. Территория Туркестанского филиала составляет 23822,498 гектара. На данной территории расположено множество мелких кластерных участков вдоль поймы реки Сырдарья. Эта Присырдарьинская провинция протяженностью с северо-запада на юго-восток около 75 км, максимальной шириной пустынной зоны Южного и Юго-Западного Казахстана около девяти километров.

2. Сырдарьинский филиал сформирован по берегам реки Сырдарья, в нижнем течении поймы реки Арысь, площадью 59 тыс. гектаров. Северная территории филиала начинается через реку Сырдарью у Коксарайского моста, южная граница филиала граничит с землями Чардаринского управления по охране животных и лесов. Протяжённость территории вдоль реки Сырдарья небольшая — около 140 километров, вдоль реки Арысь — около 60 километров. Организована данная территория из земель лесного фонда. На территории зарегистрированы 282 вида высших растений и 261 вид перелетных птиц.

3. Боралдайский филиал находится на северной границе хребта Боралдайтау и составляет около 36 тыс. гектаров. Организован из трёх кластерных участков: Боралдайский, Сунгинский и Бугуньский. Филиал имеет хорошие природные условия по всем показателям, богатую и насыщенную флору и фауну. В целом состав флоры насчитывает примерно 673 вида, из них более 40 видов растений занесены в Красную книгу Казахстана. На территории парка насчитывается 46 видов млекопитающих и 75 видов птиц; 10 видов птиц и 5 видов млекопитающих занесены в Красную книгу Казахстана.

В соответствии с «Перечнем редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных» (Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 г. № 1034) обеспечение устойчивого развития и существования декоративных редких растений, находящихся под угрозой исчезновения, невозможно без выполнения некоторых немаловажных задач. В первую очередь это — изучение биологических особенностей и механизмов действия лимитирующих факторов декоративных редких видов, инвентаризация и составление кадастров на данной территории, организация мониторинга растений, разработка биологических принципов и совершенствование мер по их сохранению для будущего поколения. При реализации поставленных задач по выявлению причин редкости или угнетенного состояния, способствующих блокировке развития, в настоящее время активно используются методы популяционной биологии растений.

Оценка декоративности дендрофлоры проводилась у произрастающих растений на территории Сырдарья-Туркестанского государственного природного парка по методике О.Ю. Емельяновой [3]. Особенность этой методики заключается в том, что учитываются динамика изменения декоративных качеств, шкала градаций признаков и коэффициенты значимости. Оценка проводится ежемесячно по шести критериям по пятибалльной шкале. Суммирование ежемесячных оценок степени декоративности дает общую годовую оценку декоративности, которая может быть использована при сравнении декоративности разных видов. Степень декоративности определяется по средневзвешенной сумме всех признаков за год:

$$D_o = (\sum P_1 \times K_{e1})/12 + (\sum P_2 \times K_{e2})/12 + (\sum P_3 \times K_{e3})/12 + (\sum P_4 \times K_{e4})/12 + (\sum P_5 \times K_{e5})/12 + (\sum P_6 \times K_{e6})/12,$$

где D_o — общая декоративность; $\sum P_{1-6}$ — помесечная сумма баллов конкретного признака за год; K_{e1-6} — коэффициент весомости каждого признака; 12 — количество месяцев в году. Шкала градации признаков представлена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Шкала градаций признаков комплексной декоративности древесных растений по О.Ю. Емельяновой [3]

Признак	Балльная оценка					К _в
	1	2*	3	4*	5	
1	2	3	4	5	6	7
Архитектоника кроны	Бесформенная, однобокая крона, ствол искривлен, ветви распределены хаотично		Форма кроны нечетко выражена		Форма кроны правильная или оригинальная (карликовая, шаровидная, плакучая и т.д.)	5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Листья/хвоя	Одноцветная — с однородно-окрашенной с обеих сторон в зеленые тона листовой пластинкой		Верхняя и нижняя поверхности листовой пластинки имеют различную, неярко выраженную окраску		Яркая, нетипичная окраска листьев, осенью листья ярко окрашены в различные цвета	
Цветки и соцветия	Не контрастирующие с общим цветовым фоном кроны, цветение малообильное		Неярко окрашенные, незначительно контрастирующие с общим цветовым фоном кроны, цветение не обильное		Ярко окрашенные, резко контрастирующие с общим цветовым фоном кроны, цветение обильное	
Плоды/шишки, шишкоягоды	Недекоративные, малозаметные на общем фоне кроны		Красивые, но не ярко окрашенные, незначительно контрастирующие с общим цветовым фоном кроны		Очень красивые, интенсивно окрашенные	
Окраска и фактура коры	Кора невыразительная, грязных оттенков (бурая, серая, темно-серая), глубоко трещиноватая		Кора неярких тонов (светло-серая, коричневая, черная) гладкая, мелко трещиноватая		Кора чистых ярких тонов — белая, желтая, желто-оранжевая и т.д., контрастирующая с цветом листьев/хвои	
Оригинальность	Растения имеют обычный по всем оцениваемым признакам вид		Растение оригинально по двум оцениваемым признакам		Растение оригинально по 4–5 оцениваемым признакам	

Примечание. * — оценки «2» и «4» выставляются при промежуточных показателях признаков.

Ранжирование суммы баллов декоративности проводилось с шагом $3(\text{НСР}_{95}) = 6,8$ балла. Таким образом, сформировано пять групп растений, достоверно различающихся по декоративности: I — < 21,6 балла (недекоративные); II — 21,7–28,5 балла (малодекоративные); III — 28,6–42,2 балла (среднедекоративные); 42,3–49,1 балла (декоративные); > 49,2 баллов (высокодекоративные).

Результаты исследования и их обсуждение

Флора территории Сырдарья-Туркестанского государственного природного парка насчитывает более 700 видов [4, 5], из которых оценивалось 46 видов (6,6 %) (в это число мы не включаем адвентивные виды, такие как *Acer negundo*, *Fraxinus pensilvanica* и др.), относящиеся к 17 семействам и 28 родам. Оценка декоративности флоры данной территории представлена в таблице 2.

Таблица 2

Оценка декоративности деревьев и кустарников Сырдарья-Туркестанского государственного природного парка

Виды растений	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сем. Aceraceae								
<i>Acer semenovii</i> Regel et Herd.	20	12	6	2	4	3	47	IV
Сем. Anacardiaceae								
<i>Pistacia vera</i> L.	25	16	1,5	5	3	3	49	IV
Сем. Asteraceae								
<i>Lepidoloba filifolia</i> Pavlov	15	6	3,8	1,3	1	5	32,1	III
<i>Lepidoloba komarowii</i> C.Winkl.	15	6	3,8	1,3	1	5	32,1	III
Сем. Caprifoliaceae								
<i>Lonicera nummularifolia</i> Jaub. et Spach	20	16	12	2,5	3	3	56	V
<i>Lonicera tianschanica</i> Pojark.	20	16	12	2,5	3	3	56	V
Сем. Celtidaceae								
<i>Celtis caucasica</i> Willd.	25	10,6	3	2	1	1	42,6	IV
Сем. Cupressaceae								
<i>Juniperus seravschanica</i> Kom.	25	20	3	6	3	5	62	V

Продолжение таблицы 2

Виды растений	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сем. Elaeagnaceae								
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	25	20	6	6	4	5	61	V
Сем. Ephedraceae								
<i>Ephedra equisetina</i> Bunge	5	12	0,3	6	1	3	27,3	II
<i>Ephedra intermedia</i> Schrenk et C.A. Mey.	5	12	0,3	6	1	3	27,3	II
Сем. Fabaceae								
<i>Astragalus ugamicus</i> M.Pop. ssp. <i>karataviensis</i> R.Kam.	10	12	1,2	2	1	1	27,2	II
<i>Calophaecians chanica</i> (B.Fedtsch.) Boriss.	10	12	1,2	2	1	1	27,2	II
<i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss	5	20	1,3	7	1	1	30,3	III
Сем. Moraceae								
<i>Morus alba</i> L.	15	4	3	2	3	3	30	III
Сем. Oleaceae								
<i>Fraxinus sogdiana</i> Bunge	25	20	0,8	3	3	4	55,8	V
Сем. Polygonaceae								
<i>Atraphaxis frutescens</i> (L.) K. Koch	15	2	2,5	2,5	1	1	24	II
<i>Atraphaxis karataviensis</i> N. Pavl. et Lipsch.	15	2	2,5	2,5	1	1	24	II
<i>Atraphaxis pyrifolia</i> Lipsch. et Pavl.	25	7	3,8	1,5	1	5	43,3	IV
<i>Atraphaxis spinosa</i> L.	15	2	2,5	2,5	1	1	24	II
<i>Atraphaxis virgata</i> (Regel) Krasn.	15	2	2,5	2,5	1	5	28	III
Сем. Rhamnaceae								
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	15	6	0,5	2,5	3	1	28	III
Сем. Rosaceae								
<i>Amygdalus petunnikowii</i> Litv.	25	16	1,5	2	1	1	46,5	IV
<i>Amygdalus spinosissima</i> Bunge	5	6	1,5	2	1	1	16,5	I
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	25	6	1,5	1,7	3	1	38,2	III
<i>Cerasus erythrocarpa</i> Nevski	15	6	2,5	1,5	3	2	30,0	III
<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill.	5	2	0,5	0,5	1	1	10,0	I
<i>Cerasus tianschanica</i> Pojark.	15	6	2,5	1,5	3	2	30,0	II
<i>Cotoneaster allochroa</i> Pojark.	15	6	0,8	1,5	1	1	25,3	II
<i>Cotoneaster karatavica</i> Pojark.	15	6	0,8	1,5	1	1	25,3	II
<i>Crataegus pontica</i> C.Koch	25	20	6	4,6	3	3	61,6	V
<i>Crataegus turkestanica</i> Pojark.	25	20	6	4,6	3	3	61,6	V
<i>Hulthemia persica</i> (Michx. ex Juss.) Bornm.	5	2	2,5	0,5	1	1	12,0	I
<i>Malussieversii</i> (Ledeb.) M.Roem.	15	6	1,3	2,5	3	1	29,8	III
<i>Pyrus regelii</i> Rehd.	5	6	0,8	0,5	3	1	16,3	I
<i>Rosa beggeriana</i> Schrenk	5	6	2,5	1,0	1,0	1,0	16,5	I
<i>Rosa fedtschenkoana</i> Regel	5	6	2,5	1,0	1,0	1,0	16,5	I
<i>Rosa kokanica</i> Regel	5	6	2,5	1,0	1,0	1,0	16,5	I
<i>Rosa platyacantha</i> Schrenk	5	6	2,5	1,0	1,0	1,0	16,5	I
<i>Sorbus persica</i> Hedl.	25	5	2,5	2,5	5	3	43	IV
<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	25	5	2,5	0,3	5	3	40,8	III
<i>Spiraea pilosa</i> Franch.	20	2	2,5	0,3	3	5	32,8	III
<i>Spiraea anthus schrenkianus</i> Maxim.	25	20	2,5	2,0	3	5	57,5	V
Сем. Salicaceae								
<i>Salix alba</i> L. s.l. (<i>S. excelsa</i>)	25	20	1,3	0	5	5	56,3	V
<i>Salix niedzwieckii</i> Goerz	15	6	1,3	0	3	3	27,3	II
Сем. Tamaricaceae								
<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	25	20	2,5	0	5	5	57,5	V
Сем. Vitaceae								
<i>Vitisvinifera</i> L.	20	8	0,3	1,7	1	5	36	III

Примечание. 1 — архитектура кроны; 2 — листья/хвоя; 3 — цветки и соцветия; 4 — плоды/шишки; 5 — окраска и фактура коры; 6 — оригинальность; 7 — сумма показателей; 8 — балл декоративности.

Группу недекоративных видов образует 8 видов. Это растения, в первую очередь, с бесформенными кронами, искривленными стволами, шиповатые или сильно колючие. Несмотря на то, что некоторые виды во время цветения чрезвычайно декоративны (*Amygdalus spinosissima*, *Hulthemia persica*), общая оценка декоративности низкая.

Группу малодекоративных видов образуют 11 видов. Прежде всего, это виды с несформированной кроной (бесформенная или однобокая), листовые пластинки не имеют ярко выраженной окраски, цветки, как правило, неярко окрашенные, незначительно контрастирующие с общим цветовым фоном кроны, оригинальность незначительная (табл. 2).

К среднедекоративным видам (группа III) относятся 12 видов. Форма кроны у этих видов нечетко выражена, листья осенью — неярко окрашенные, слабо контрастирующие с окраской ствола и ветвей. Некоторые виды чрезвычайно декоративны во время цветения (*Halimodendron halodendron*, *Spiraea hypericifolia*, *S. pilosa*), но кроны слабо сформированы, оригинальность можно оценить только по одному признаку (характер цветения). Другие виды (*Lepidolopha filifolia*, *L. komarowii*) обладают высокой оригинальностью, но проигрывают по показателям архитектоники кроны, окраске и фактуре коры, цветкам и соцветиям.

В группу декоративных видов входит 6 видов: *Acer semenovii*, *Pistaciavera*, *Celtis caucasica*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Sorbus persica*, *Amygdalus petunnikowii*. Все эти виды обладают хорошо выраженной кроной и высокой степенью оригинальности цветов, соцветий, коры.

К высокодекоративным видам (V группа) относится 10 видов, в том числе шесть деревьев или древовидных кустарников (*Crataegus pontica*, *C. turkestanica*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus sogdiana*, *Juniperus seravschanica*, *Salix alba*) и четыре кустарника (*Lonicera nummularifolia*, *L. tianschanica*, *Spiraeanthus schrenkianus*, *Tamarix ramosissima*). К достоинствам этих видов относится не только высокая декоративность во время цветения, но и четко выраженные или оригинальной формы кроны, яркая, нетипичная окраска листьев, ярко окрашенные цветки, соцветия или плоды.

Оценка декоративности видов по изученным признакам является предварительной и чрезвычайно важна для дальнейшего изучения их в культуре. В результате интродукции раскрываются скрытые свойства растений, которые могут преобразовывать растения в лучшую сторону. В интродукционном эксперименте в ботанических садах Казахстана испытывалось 33 вида, или 72 %, деревьев и кустарников Сырдарья-Туркестанского государственного природного парка [6]. Положительная оценка первичной интродукции получена для 24 видов, среди которых оказались высокодекоративные виды: *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus sogdiana*, *Salix alba*, *Tamarix ramosissima* [6], а некоторые нашли применение для восстановления растительного покрова на отвалах [7].

Перспективными для интродукционных исследований как декоративных видов являются виды, которые не испытаны в культуре: *Lonicera tianschanica*, *Calophaca tianschanica*, *Cotoneaster karatavica*, *Spiraea apilosa*, *Spiraea anthus schrenkianus*. Президент страны Н.А. Назарбаев подписал документ ратификации Картаженского протокола о биологической безопасности. Одной из главных задач НПООС является План действий по сохранению биологического разнообразия и Национальная стратегия Республики Казахстан. Конвенция о биологическом разнообразии Организации Объединенных Наций нашей страной подписана еще в 1992 г., и в 1994 г. она была ратифицирована. Далее наше государство завершило разработку документа Национального плана действий по охране окружающей среды, в котором биологическое разнообразие является главным лимитирующим компонентом. Функционирование и развитие Стратегии – 2030 создает необходимые условия для успешного выполнения положений о биологическом разнообразии данной Конвенции. Наше государство поддерживает биологическую безопасность как одну из главных составляющих Конвенции о биологическом разнообразии.

Целый ряд этих документов формируют некоторый интерес в качестве показателей устойчивого функционирования многих видов и для составления генофонда селекции пищевых, кормовых и других полезных растений. Сообщества некоторых растений имеют очень узкие и маленькие ареалы, и поэтому случайная их гибель приводит к их потере в природе. Только активными путями усиленной охраны их сообществ есть возможность сохранить эти исчезающие и редкие виды.

Среди основных задач по охране устойчивости уникальных видов выделены несколько самых актуальных.

Виды не занесены в Реестр уникальных растений МСОП, что создает информационный вакуум и не дает многим международным природоохранным объектам сосредоточить необходимые усилия в своих программах и проектах на их сохранении.

Вторая проблема в том, что многие растения нашей страны не рассмотрены в Приложении к Конвенции CITES, которое регулирует правила и законы торговли объектами фауны. Свободно вывозятся за пределы страны растения, сырье и дериваты, что является прямой угрозой существованию и развитию многих редких и уникальных видов.

Научная и природоохранная общественность также не информирована о правилах предоставления Реестра по уникальным растениям в списки CITES и МСОП, что приводит к задержке функционирования мер по сохранению биоразнообразия и предотвращению уничтожения ее ценных видов.

Работниками природоохранных служб области и учеными были проведены обширные инвентаризационные исследования биоразнообразия, позволившие выявить исчезающие, малочисленные и редкие виды флоры и фауны. В Туркестанской области организована система по охране природных территорий, охватывающая все административные районы и природные зоны.

В силу постоянной нехватки ресурсов, финансирования природоохранных мероприятий, в том числе НИР, по остаточному принципу, дефицита бюджета, принятие законов об изменении права собственности на ряд природных биоресурсов, финансирование деятельности по изучению и сохранению биологического разнообразия, централизованное управление ресурсами в регионах практически остановилось. В данной ситуации решение проблем по охране биоразнообразия наша область обязана решать самостоятельно — за счет активного действия государства и природоохранных служб, энтузиазма научной и природоохранной общественности.

В целях обеспечения функционирования региональной системы управления охраны живой природы, для разработки и принятия региональной стратегии сохранения и рационального использования биоресурсов, в том числе редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, на сегодняшний день у нас имеются все необходимые предпосылки и исследования.

Заключение

В рамках исследований на территории Сырдарья-Туркестанского государственного природного парка произведена оценка декоративных качеств 46 видов растений. По декоративности все виды распределены в пять групп: недекоративные — 8 видов; малодекоративные — 11 видов; среднедекоративные виды — 12 видов; декоративные — 6 видов (*Acer semenovii*, *Pistaciavera*, *Celtis caucasica*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Sorbus persica*, *Amygdalus petunnikowii*); высокодекоративные — 10 видов (*Crataegus pontica*, *C. turkestanica*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus sogdiana*, *Juniperus seravschanica*, *Salix alba*, *Lonicera nummularifolia*, *L. tianschanica*, *Spiraeanthus schrenkianus*, *Tamarix ramosissima*). Перспективными для интродукционных исследований и использования как декоративных видов являются виды, не испытанные в культуре: *Lonicera tianschanica*, *Calophaca tianschanica*, *Cotoneaster karatavica*, *Spirae apilosa*, *Spirae anthus schrenkianus*.

Эти растения очень уязвимы, поэтому стоит с особым вниманием отнестись к их видовому разнообразию. Учитывая экологический характер задачи сохранения биологического разнообразия, актуальным вопросом является охрана целого ряда уникальных растительных сообществ. Разнообразие и устойчивость флоры — главные условия биологической продуктивности в оптимальной среде обитания. Некоторая часть видов охраняется в заповедниках и заказниках региона, но отсутствует перечень справочной литературы многих сообществ, размножение и охрана которых очень актуальны для нас. Исследования о локализации мест обитания популяций послужили бы основой проведения экологического мониторинга и составления кадастра многих видов флоры в процессе ведения Красной книги. Материалы данного исследования могут быть использованы при разработке способов экспертной оценки, в учебном процессе при проведении лекций, лабораторных занятий и полевых экспедиций. По актуальности, значимости научной новизне данные вопросы относятся к мировым приоритетам в области экологии и биологии.

Список литературы

1 Ситпаева Г.Т. Ассортимент и каталог древесных растений, рекомендованных для озеленения города Алматы / Г.Т. Ситпаева, С.В. Чекалин, В.А. Масалова // Труды Института ботаники и фитоинтродукции. — 2017. — Т. 1, № 23. — 104 с.

2 Коляда Н.А. К методике оценки декоративности некоторых видов кустарников дендрария Горнотаежной станции Дальневосточного отделения РАН / Н.А. Коляда // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2011. — № 9. — С. 57–65.

3 Емельянова О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений / О.Ю. Емельянова // Современное садоводство. — 1996. — № 3. — С. 54–74.

4 Эбель А.Л. Дополнения к флоре Боралдайского филиала Сырдарья-Туркестанского природного парка (Республика Казахстан) / А.Л. Эбель, А.Н. Куприянов, Н.Н. Лашинский, И.А. Хрусталева // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2016. — № 22. — С. 35–42.

5 Эбель А.Л. Дополнения к флоре Боралдайского филиала Сырдарья-Туркестанского природного парка (сообщение 2) / А.Л. Эбель, А.Н. Куприянов, Н.Н. Лашинский, И.А. Хрусталева // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2017. — № 23. — С. 43–49.

6 Винтерголлер Б.А. Растения природной флоры Казахстана в интродукции / Б.А. Винтерголлер, Л.М. Грудзинская, Н.К. Аралбаев. — Алматы: Ғылым, 1999. — 288 с.

7 Горбунов А.Г. Озеленение и рекультивация в полупустынной зоне Казахстана / А.Г. Горбунов. — Кемерово: Примула, 2014. — 128 с.

А.Н. Куприянов, А.А. Абдуова, М.И. Сатаев, Б.М. Мошкалов, И. Жарылкапов

Сырдария-Түркістан аймақтық табиғи саябағы аясындағы Боралдай тауының орман өсімдіктерін зерттеу

Мақалада сирек кездесетін және жойылып бара жатқан өсімдіктер түрлерінің Сырдария-Түркістан аймақтық табиғи саябағында өсімдіктер популяциясын сақтау бойынша ұсыныстар әзірлеу үшін зерттеу және анықтаудың нәтижелері келтірілген. Сәндік және сирек кездесетін өсімдіктерді зерттеу және бағалау сәндік және сирек кездесетін өсімдіктер популяцияларының кадастрлық жүйесін жасауға мүмкіндік береді және жобалық ауданда олардың түрлерінің құрамын анықтап, олардың жойылу қаупін бағалауды айқындайды. Сырдария-Түркістан мемлекеттік аймақтық парктің флористикалық зерттеулерінің нәтижесінде 46 түрі анықталды. Үшжылдық бақылаулар (2015–2018) нәтижесінде табиғатта өсімдіктердің сәндік ерекшеліктерін кешенді бағалау жүргізілді. Сәндік қасиеттері арқылы төмен 8 түрді (*Amygdalus spinosissima*, *Cerasus mahaleb*, *Hulthemia persica*, *Pyrus regelii*, *Rosa beggeriana*, *R. fedtschenkoana*, *R. kokanica*, *R. platyacantha*); 11 түрі өте сәнді емес (*Ephedra equisetina*, *E. intermedia*, *Astragalus ugamicus* ssp. *karataviensis*, *Calophaca tianschanica*, *Atraphaxis frutescens*, *A. karataviensis*, *A. spinosa*, *Cerasus tianschanica*, *Cotoneaster allochroa*, *C. karatavica*, *Salix niedzwieckii*); орташа сәндік 12 түрді (*Lepidolopha filifolia*, *L. komarowii*, *Halimodendron halodendron*, *Morus alba*, *Atraphaxis virgata*, *Rhamnus cathartica*, *Armeniaca vulgarica*, *Cerasus erythrocarpa*, *Malussieversii*, *Spiraea hypericifolia*, *S. pilosa*, *Vitis vinifera*); 6 сәндік түрді (*Acer semenovii*, *Pistaciavera*, *Celtis caucasica*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Sorbus persica*, *Amygdalus petunnikowii*) және 10 жоғары сәндік түрлерді (*Lonicera nummularifolia*, *Lonicera tianschanica*, *Juniperus seravschanica*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus sogdiana*, *C. pontica*, *Crataegus turkestanica*, *Spiraeanthus schrenkianus*, *Salix alba*, *Tamarix ramosissima*) ажыратуға болады.

Кілт сөздер: Сырдария-Түркістан мемлекеттік аймақтық табиғи паркі, дендросала, өсімдіктер, биоалуантүрлілік, сәнді бағалау, топтар, түрлер.

A.N. Kupriyanov, A.A. Abduova, M.I. Sataev, B.M. Moshkalov, I. Zharylkapov

Research of woody plants of the Borolday mountains within the Syrdarya-Turkestan regional nature park

The article presents the results of studying and identifying habitats of rare and endangered plant species for developing recommendations on the conservation of plant populations within the Syr Darya-Turkestan Regional Natural Park. Research and evaluation of ornamental and rare plants will allow to develop a system of cadastre of populations of ornamental and rare plants and clarify their species composition in the project area, assess the threat of their extinction. As a result of floristic study of the dendroflora of the Syrdarya-Turkestan State Regional Park, 46 species have been identified. As a result of three-year observations (2015–2018), a comprehensive assessment of the decorative features of plants in nature was carried out. Identified 8 species with low decorative qualities (*Amygdalus spinosissima*, *Cerasus mahaleb*, *Hulthemia persica*, *Pyrus regelii*, *Rosa beggeriana*, *R. fedtschenkoana*, *R. kokanica*, *R. platyacantha*); 11 species are not very decorative (*Ephedra equisetina*, *E. intermedia*, *Astragalus ugamicus* ssp. *karataviensis*, *Calophaca tianschanica*, *Atraphaxis frutescens*, *A. karataviensis*, *A. spinosa*, *Cerasus tianschanica*, *Cotoneaster allochroa*, *C. karatavica*, *Salix niedzwieckii*); 12 medium-breeding species (*Lepidolopha filifolia*, *L. komarowii*, *Halimodendron halodendron*, *Morus alba*, *Atraphaxis virgata*, *Rhamnus cathartica*, *Armeniaca vulgarica*, *Cerasus erythrocarpa*, *Malus sieversii*, *Spiraea hypericifolia*, *S. pilosa*, *Vitis vinifera*); 6 decorative types (*Acer semenovii*, *Pistaciavera*, *Celtis caucasica*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Sorbus persica*, *Amygdalus petunnikowii*) and 10 high-species (*Lonicera nummularifolia*, *Lonicera tianschanica*, *Juniperus seravschanica*, *Elaeagnus*

angustifolia, *Fraxinus sogdiana*, *C. pontica*, *Crataegus turkestanica*, *Spiraeanthus schrenkianus*, *Salix alba*, *Tamarix ramosissima*).

Keywords: Syrdarya-Turkestan State Regional Natural Park, dendroflora, plants, biodiversity, decorative assessment, groups, species.

References

- 1 Sitpaeva, G.T., Chekalin, S.V., & Masalova, V.A. (2017). Assortiment i katalog drevesnykh rastenii, rekomendovannykh dlia ozeleneniia horoda Almaty [Assortment and catalog of woody plants recommended for landscaping of Almaty city]. *Trudy Instituta botaniki i fitointroduktsii — Proceedings of the Institute of Botany and Phytointroduction*, 1, 23, 104 [in Russian].
- 2 Koliada, N.A. (2011). K metodike otsenki dekorativnosti nekotorykh vidov kustarnikov dendrarii Hornotaezhnoi stantsii Dalnevostochnogo otdeleniia RAN [To the technique for assessing the decorative qualities of some species of arboretum of the Gornotage Station of the Far-Eastern Branch of the RAS]. *Sibirskii vestnik selskokhoziaistvennoi nauki — Siberian bulletin of agricultural science*, 9, 57–65 [in Russian].
- 3 Emelianova, O.Yu. (1996). K metodike kompleksnoi otsenki dekorativnosti drevesnykh rastenii [To the method for the integrated assessment of the ornamentality of woody plants]. *Sovremennoe sadovodstvo — Contemporary horticulture*, 3, 54–74 [in Russian].
- 4 Ebel, A.L., Kupriianov, A.N., Lashchinskii, N.N., & Khrustaleva, I.A. (2016). Dopolneniia k flore Boraldaiskogo filiala Syrdaria-Turkestanakogo prirodnogo parka (Respublika Kazakhstan) [Additions to the flora of the Boralday branch of the Syr Darya-Turkestan Natural Park (Republic of Kazakhstan)]. *Botanicheskie issledovaniia Sibiri i Kazakhstana — Botanical studies of Siberia and Kazakhstan*, 22, 35–42 [in Russian].
- 5 Ebel, A.L., Kupriianov, A.N., Lashchinskii, N.N., & Khrustaleva, I.A. (2017). Dopolneniia k flore Boraldayskogo filiala Syrdaria-Turkestanakogo prirodnogo parka (soobschenie 2) [Additions to the flora of the Boralday branch of the Syrdarya-Turkestan Nature Park (communication 2)] *Botanicheskie issledovaniia Sibiri i Kazakhstana — Botanical studies of Siberia and Kazakhstan*, 23, 43–49 [in Russian].
- 6 Vinterholler, B.A., Hrudzinskaia, L.M., & Aralbaev, N.K. (1999). *Rasteniia prirodnoi flory Kazakhstana v introduktsii* [Plants of the natural flora of Kazakhstan in the introduction]. Almaty: Hylm [in Russian].
- 7 Horbunov, A.G. (2014). *Ozelenenie i rekultivatsiia v polupustynnoi zone Kazakhstana* [Landscaping and reclamation in the semi-desert zone of Kazakhstan]. Kemerovo: Primula [in Russian].

A.A. Imanbayeva¹, I.F. Belozarov¹, M.Yu. Ishmuratova²

¹*Mangyshlak experimental botanical garden, Aktau, Kazakhstan;*

²*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
(E-mail: imangarden@mail.ru)*

Diagnostics of introduction value of herbs of natural flora in the conditions of Mangystau

At the article the results of assessment of introductive value of herbs of natural flora of Mangyshlak for planting in the Mangyshlak experimental botanical garden are presented. Valued scale included 24 diagnostic signs separated into 4 groups: biological stability (hot-, dry-, winter-stability, resistant to disease and pest, substrate requirement), decorative properties and habitus (general decorative properties, length and esthetic properties of flowering and fructification), reproductive ability (seed or vegetative reproduction), practical-biological and scientific meaning (using as decorative, phytomeliorative, food, medical or technical plant). Indexes of value of herbs varied from «reduced» (V class, 45 balls) till «very high» (IX class, 83 balls). The maximum ball belongs to *Tamarix ramisissimum*, the minimum — *Solanum persicum*. The assessment of introduction value of 127 species of herbs of natural flora of Mangystau region is developed. The results are shown that «extremely low» introduction value was diagnosed 1.6 % studied species; «very low» — 3.9 %; «low» — 8.7 %; «reduced» — 15.7 %; «higher» — 22.8 %; «high» — 13.4 % и «very high» — 7.1 %. On the base of diagnostic of introduction value of herbs of natural flora is producing the collection of herbs.

Keywords: introduction, herb, natural flora, Mangyshlak experimental botanical garden, value, diagnostics.

Introduction

The severe climatic conditions of the desert of Mangystau [1, 2] differing in a climate extra-arid, salinity, a low-profile and poverty of soils and tension of the wind mode cause very low introduction selection of plants [3]. Therefore from the very beginning of botanical development of the region, the problem of diagnostics of prospects of plants for an introduction for the purpose of improvement of quality and efficiency of creation of green and phyto meliorative plantings and also reduction of costs of primary tests of introduced species very much is particularly acute. The available developments on the matter are generally intended for forest and forest-steppe natural zones [4–7], and is not suitable for droughty climate and adverse soil and meliorative conditions of the region of researches. The Mangyshlak experimental botanical garden (further MEBG) has set the task of drawing up a regional scale of determination of introduction value of plants which would consider the greatest possible quantity of the factors, properties and features connected with growth, development and application of introduced species by the person in the activity and also reaction of a vegetable organism to features of the desert habitat.

The purpose of the real research was to carry out diagnostics of introduction value of herbs of a natural zone of Mangystau Region on the developed regional scale.

Methodology

Object of a research were the introduced herbs of natural flora of Mangystau. When developing a rating scale on the introduction value of herbs were taken into account to feature of climatic conditions of the desert of Mangystau, experience of introduction researches in the region, results of the analysis of mean annual bioecological properties of collection types and approbation of techniques of determination of viability and prospects of plants, widespread in other botanical centers [8–12]. The rating scale included 24 diagnostic signs broken into 4 groups: biological stability, decorative properties and habitus, reproductive ability, economic and biological and scientific value.

The tolerance of introduced species to conditions of the habitat develops in a scale as their score dry-, salty-, winter-, phytophagy- and gas resistance and insistence to fertility of the soil. At assessment decorative habitus properties growth form, the general decorative effect of a vegetative part, ability to leaf fall, abundance, duration and esthetics of blossoming and fructification is considered. The reproductive ability is diagnosed on the basis of accounting of success of renewal of plants in the conditions of culture by seed and vegetative ways. When determining economic and biological and scientific value the possibility of their use in the greening, phyto meliorative, food, fodder, medicinal and technical purposes is taken into account and

also the phyto security status is considered. The scale is 100-mark, ranged on 10 classes (groups) of the value (Table 1).

Table 1

Distribution of plants into classes and indexes of value taking into account the gained sum of estimated points

Class	Sum of points	Index of value
I	0–10	Not being value
II	11–20	Extremely low
III	21–30	Very low
IV	31–40	Low
V	41–50	Reduced
VI	51–60	Average
VII	61–70	Higher
VIII	71–80	High
IX	81–90	Very high
X	91–100	Maximum high (etalon)

Results and their discussion

At the beginning on the example of medicinal and valuable plants of local flora 17 taxons from 14 botanical genera and 12 families of different degree of stability, forms of growth, systematic and geographical accessory (Table 2) have been attracted to approbation of a scale.

Table 2

Results of diagnostics of introduction value of some herbs of natural flora of Mangystau on a regional complex scale, in points

Species	Sum points by groups of signs				Total points	Class of value	Index of value
	Biological stability	Decorative and habitus peculiarities	Reproductive ability	Practical-biological and scientific importance			
<i>Artemisia terraealbae</i>	45	8	4	15	7	VIII	High
<i>Salsola richteri</i>	45	8	4	15	72	VIII	High
<i>Ephedra distachya</i>	37	13	7	20	77	VIII	High
<i>Ephedra strobilacea</i>	40	13	7	20	80	VIII	High
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	46	9	7	14	76	VIII	High
<i>Alchagi pseudoalchagi</i>	37	11	6	16	70	VII	Higher
<i>Halimodendron halodendron</i>	46	8	7	12	72	VIII	High
<i>Nitraria schoberi</i>	42	9	7	15	73	VIII	High
<i>Nitraria sibirica</i>	37	8	7	10	62	VII	Higher
<i>Malacocarpus crithmifolius</i>	36	10	9	20	75	VIII	High
<i>Peganum harmala</i>	38	8	6	17	69	VII	Higher
<i>Calligonum leucocladum</i>	42	6	6	17	71	VIII	High
<i>Crataegus ambigua</i>	33	17	7	20	73	VIII	High
<i>Salix alba</i>	35	9	5	12	61	VII	Higher
<i>Solanum persicum</i>	25	4	6	10	45	V	Reduced
<i>Tamarix ramosissima</i>	48	12	5	18	83	IX	Very high

The index of value of herbs defined by a scale varies in rather wide limits — from «reduced» (the V class, 45 points) to «very high» (the IX class, 83 points). However, the majority of species (58.8 %), owing to the high biological stability caused by belonging to local flora and presence of many useful (not only medicinal) qualities, belongs to group with «high» prospects (the VIII class, 71–80 points). They are *Artemisia terraealbae*, *Salsola richteri*, *Ephedra distachya* and *strobilacea*, *Elaeagnus angustifolia*, *Halimodendron halodendron*, *Nitraria schoberi*, *Malococarpus crithmifolius*, *Calligonum leucocladum* and *Crataegus ambigua*.

The maximum number of points (83) was gained by *Tamarix ramosissima* due to high biological stability, ability to vegetative reproduction and value for gardening and phytomelioration.

Elaeagnus oxycarpa has the greatest number of points of stability among other plants, but considerably loses to *Tamarix ramosissima* by decorative effect and opportunities of practical application (only 76). *Malacocarpus crithmifolius* concedes to *Elaeagnus oxycarpa* by score (75) because of smaller stability a little though its practical and scientific value as an endemic of Mangystau is very high. Thanks to the greening and phytosecurity importance the considerable number of points gathers *Crataegus ambigua*, included in the Red List of Kazakhstan (73, the VIII class). The number of points, almost identical with its, estimates prospects of *Nitraria sibirica* (73) and *Halimodendron halodendron* (72). On the sum of estimated points come very close to them *Artemisia terrae-albae* (72) and *Alhagi pseudoalhagi* (70), generally due to very high stability and fodder value. Widespread green plantings of the region is *Salix alba*, which has high tolerance to a local environment and for green construction in arid regions, loses points mainly because of not really high esthetics of a habitus (61, the VII class, «higher»).

The low estimates prospects of an annual grassy plant of *Solanum persicum* (the V class, 45) of which low points of indicators of biological stability are characteristic. Other species, despite the increased tolerance to desert conditions, considerably lose points because of low general decorative effect, economic-biological and scientific value and therefore get into group of the «higher» introduction value: *Nitraria schoberi*, *Peganum harmala* and *Polygonum aviculare*.

On materials of statistical processing of materials of researches, the score, average for all types, is 70.4, that is estimated «high» (the VIII class). On it, obviously, also their belonging to group of officinal introduced species is reflected in a certain measure on what the regional scale provides addition from 2 to 7 points. In selection the greatest variation is noted for score on group of signs «Decorative habitus peculiarities» (31.3 %). In the others the group coefficient of a variation makes 16.9–22.0 %. It is interesting that at the general assessment of group of indicators kind of repay in the sum variability of estimated points to 12.5 % (Table 3).

Table 3

The main statisticians of scores on groups of signs for herbs of Mangystau, in points

Groups of signs	X	S	C _v , %	S _x	p, %	X _{min}	X _{max}	R _v
Biological stability	38.8	6.5	16.9	1.6	4.1	25	48	23
Decorative peculiarities and habitus	9.6	3.0	31.3	0.7	7.6	4	17	13
Reproductive ability	6.4	1.3	20.8	0.3	5.0	4	9	5
Practical-biological and scientific importance	15.9	3.5	22.0	0.9	5.3	10	20	10
General assessment	70.4	8.8	12.5	2.1	3.0	45	83	38

After working off and approbation of the program of a regional scale diagnostics of introduction value of 127 herbs of natural flora of Mangyshlak is performed (Table 4).

Table 4

Assessment of diagnostic value of herbs of the natural flora of Mangyshlak

Latin name	Assessment	Latin name	Assessment
1	2	3	4
<i>Acanthophyllum borszczowii</i>	Valuable	<i>Acanthophyllum pungens</i>	Valuable
<i>Alhagi persarum</i>	Valuable	<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	Valuable
<i>Anabasis aphylla</i>	Invaluable	<i>Anabasis bracteolate</i>	Invaluable
<i>Anabasis salsa</i>	Valuable	<i>Andrachne rotundifolia</i>	Invaluable
<i>Argusia sibirica</i>	Valuable	<i>Artemisia lessingiana</i>	Valuable
<i>Artemisia austriaca</i>	Valuable	<i>Artemisia lerceana</i>	Valuable
<i>Artemisia santolina</i>	Valuable	<i>Artemisia scoparia</i>	Valuable
<i>Artemisia terrae-albae</i>	Valuable	<i>Asperuga procumbens</i>	Valuable
<i>Astragalus filicaulis</i>	Valuable	<i>Astragalus flexus</i>	Valuable
<i>Astragalus onobrychis</i>	Valuable	<i>Atriplex tatarica</i>	Valuable
<i>Bieneria cycloptera</i>	Invaluable	<i>Camelina microcarpa</i>	Valuable
<i>Camphorosma lessingii</i>	Valuable	<i>Capparis herbaceae</i>	Valuable
<i>Cardaria draba</i>	Valuable	<i>Centarium pulchellum</i>	Valuable

Continuation of Table 4

1	2	3	4
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	Invaluable	<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	Invaluable
<i>Ceratocephala falcata</i>	Valuable	<i>Chenopodium album</i>	Invaluable
<i>Chenopodium botrys</i>	Valuable	<i>Chondrilla juncea</i>	Valuable
<i>Chrozophora gracilis</i>	Valuable	<i>Cichorium intybus</i>	Invaluable
<i>Cirsium vulgare</i>	Valuable	<i>Cistanche salsa</i>	Very valuable
<i>Clematis orientalis</i>	Invaluable	<i>Convolvulus arvensis</i>	Valuable
<i>Cystopteris fragilis</i>	Valuable	<i>Descurainia sophia</i>	Valuable
<i>Diarthron vesiculosum</i>	Invaluable	<i>Dodartia orientalis</i>	Invaluable
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Invaluable	<i>Echinops ritro</i>	Invaluable
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Valuable	<i>Elaeagnus oxycarpa</i>	Valuable
<i>Ephedra distachya</i>	Valuable	<i>Equisetum ramosissimum</i>	Valuable
<i>Euphorbia seguieriana</i>	Invaluable	<i>Euphorbia turczaninovii</i>	Invaluable
<i>Euphorbia falcata</i>	Invaluable	<i>Ferula foetida</i>	Valuable
<i>Fumaria parviflora</i>	Invaluable	<i>Fumaria vaillantii</i>	Valuable
<i>Galium aparine L.</i>	Valuable	<i>Galium ruthenicum</i>	Valuable
<i>Galium humifusum</i>	Valuable	<i>Galium spurium</i>	Invaluable
<i>Galium verum</i>	Valuable	<i>Glaucium corniculatum</i>	Valuable
<i>Glycyrrhiza korshinskyi</i>	Valuable	<i>Glycyrrhiza aspera</i>	Valuable
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Valuable	<i>Gypsophila perfoliata</i>	Valuable
<i>Halimodendron halodendron</i>	Invaluable	<i>Haplophyllum versicolor</i>	Valuable
<i>Hyoscyamus albus</i>	Valuable	<i>Hyoscyamus niger</i>	Valuable
<i>Hypocoum parviflorum</i>	Valuable	<i>Ixiolirion tataricum</i>	Valuable
<i>Kochia prostrata</i>	Valuable	<i>Lepidium latifolium</i>	Valuable
<i>Lepidium ruderales</i>	Valuable	<i>Limonium caspium</i>	Invaluable
<i>Lycium ruthenicum</i>	Valuable	<i>Malva neglecta</i>	Invaluable
<i>Malva pusilla</i>	Valuable	<i>Marrubium vulgare</i>	Valuable
<i>Medicago sativa</i>	Valuable	<i>Melilotus albus</i>	Valuable
<i>Melilotus officinalis</i>	Valuable	<i>Mentha longifolia</i>	Valuable
<i>Microcephala lamellata</i>	Invaluable	<i>Morus alba</i>	Valuable
<i>Nanophyton erinaceum</i>	Valuable	<i>Nepeta cataria</i>	Valuable
<i>Nitraria schoberi</i>	Valuable	<i>Nitraria sibirica</i>	Valuable
<i>Papaver pavonium</i>	Invaluable	<i>Peganum harmala</i>	Valuable
<i>Plantago lanceolata</i>	Valuable	<i>Polygonum minus</i>	Valuable
<i>Potentilla supina</i>	Invaluable	<i>Ranunculus sceleratus</i>	Valuable
<i>Rheum tataricum</i>	Valuable	<i>Roemeria hybrida</i>	Valuable
<i>Roemeria refracta</i>	Valuable	<i>Rosa laxa</i>	Invaluable
<i>Rubus caesius</i>	Valuable	<i>Rumex crispus</i>	Valuable
<i>Salicornia europaea</i>	Valuable	<i>Salix alba</i>	Valuable
<i>Salsola richteri</i>	Valuable	<i>Sisymbrium loeselii</i>	Valuable
<i>Solanum persicum</i>	Valuable	<i>Spergularia maritima</i>	Valuable
<i>Spergularia rubra</i>	Valuable	<i>Spergularia segetalis</i>	Valuable
<i>Stellaria media</i>	Valuable	<i>Suaeda physophora</i>	Invaluable
<i>Syrenia siliculosa</i>	Valuable	<i>Tamarix ramosissima</i>	Valuable
<i>Tamarix meyeri</i>	Invaluable	<i>Tamarix laxa</i>	Invaluable
<i>Teucrium polium</i>	Invaluable	<i>Thalictrum isopyroides</i>	Very valuable
<i>Tribulus terrestris</i>	Valuable	<i>Trifolium fragiferum</i>	Valuable
<i>Verbascum blattaria</i>	Valuable	<i>Verbascum lychnitis</i>	Invaluable
<i>Verbascum phoeniceum</i>	Invaluable	<i>Verbascum songaricum</i>	Valuable
<i>Verbascum thapsus</i>	Invaluable	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Valuable
<i>Veronica persica</i>	Valuable	<i>Ziziphora tenuior</i>	Valuable

Apparently according to Table 5, distribution of taxons on classes looks almost symmetrically rather «average» index of which 26.8 % of examinees of plants are the share. «Extremely low» it is diagnosed for 1.6 % of the considered species; «very low» — 3.9 %; «low» — 8.7 %; «reduced» — 15.7 %; «higher» — 22.8 %; «high» — 13.4 % and «very high» — 7.1 %.

Distribution of herbs on classes and indexes of introduction value

Class and indexes of value and estimated scores	Total	
	Piece	%
I — not being value (0–10)	0	0.0
II — extremely low (11–20)	2	1.6
III — very low (21–30)	5	3.9
IV — low (31–40)	11	8.7
V — lower (41–50)	20	15.7
VI — average (51–60)	34	26.8
VII — higher (61–70)	29	22.8
VIII — high (71–80)	17	13.4
IX — very low (81–90)	9	7.1
X — maximum high (etalon) (91–100)	0	0.0
Total:	127	100.0

Thus, the complex scale of diagnostics of introduction value developed in MEBG allows to conduct systematically researches on creation of a collection of herbs of local flora, selecting mainly views with high and very high biological stability.

Researches are executed within program and target financing «Development of scientific and practical and computer and information bases of creation of landscape and collection and landscape gardening plantings in the desert zone of Mangystau for preservation and rational use of a biodiversity of plants».

References

- 1 Джаналиева К.М. Физическая география Республики Казахстан / К.М. Джаналиева, Т.И. Будникова, Е.Н. Веселов и др. — Алматы: Қазақ ун-ті, 1998. — 266 с.
- 2 Сафронова И.Н. Пустыни Мангышлака (Очерк растительности) // Тр. Ботанического ин-та им. В.Л. Комарова РАН. — СПб., 1996. — Вып. 18. — 212 с.
- 3 Проблемы мелиорации почв, озеленения и сельского хозяйства // Освоение Мангышлака. — Шевченко, 1976. — С. 25–36.
- 4 Нашенова Г.З. Культивируемые лекарственные растения аридной зоны Центрального и Юго-Восточного Казахстана / Г.З. Нашенова, М.Ю. Ишмуратова, Ж.Б. Нашенов, Г.А. Денгельбаева, Г.Т. Куньпияева. — Жезказган-Алматы: Ер Мұра, 2011. — 117 с.
- 5 Мухитдинов Н.М. Лекарственные растения / Н.М. Мухитдинов, Г.Н. Паршина. — Алматы: Қазақ ун-ті, 2002. — 313 с.
- 6 Изумкулов К.А. Некоторые итоги в выращивании лекарственных трав в условиях Западного Казахстана / К.А. Изумкулов, Н.В. Ищенко // Использование достижений аграрной науки в стабилизации сельскохозяйственного производства Казахстана: сб. науч. тр. — Актобе: Актюб. филиал ЦНТИ, 2003. — С. 198–202.
- 7 Загуменников В.Б. Возделывание лекарственных растений в условиях Западной Сибири и Центрального Казахстана / В.Б. Загуменников, С.Е. Дмитрук, Т.Н. Загуменникова, С.М. Адекенов, А.Ф. Христенко. — Томск: Изд-во НТЛ, 2001. — 196 с.
- 8 Методика интродуцированных исследований в Казахстане. — Алма-Ата, 1987. — 135 с.
- 9 Иманбаева А.А. Коллекции растений Мангышлакского ботанического сада / А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров, О.Н. Косарева и др. — Алматы: ТОО «Luxe Media Publishing», 2017. — 152 с.
- 10 Русанов Ф.Н. Теория и опыт переселения растений в условия Узбекистана / Ф.Н. Русанов. — Ташкент: Фан, 1974. — 112 с.
- 11 Белозеров И.Ф., Иманбаева А.А. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права программа «DInCeR» (для ЭВМ) за № 2339 от 14 декабря 2015 г. (ИС 003261).
- 12 Куприянов А.Н. Интродукция растений / А.Н. Куприянов. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. — 94 с.

А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров, М.Ю. Ишмуратова

Маңғышлақ табиғи флора жағдайындағы дәрілік өсімдіктердің интродукциялық құндылықтарының диагностикасы

Мақалада Маңғышлақтың эксперименталдық ботаникалық бағында мәдени түрге енгізу үшін Маңғышлақ табиғи флора жағдайындағы дәрілік өсімдіктердің интродукциялық құндылықтарының диагностикасын бағалау нәтижелері келтірілген. Бағалау шкаласы 4 топқа бөлінген 24 диагностикалық белгіні қамтиды: биологиялық тұрақтылық (ыстыққа, құрғақшылыққа, қысқа төзімділігі, аурулар мен зиянкестерге қарсы және субстратқа талабы бойынша тұрақтылығы), сәндік қасиеттері және габитусы (жалпы сәнділігі, гүлдеу ұзақтығы, гүлдеу және жеміс беру эстетикасы), репродуктивті қабілеті (тұқым арқылы немесе вегетативтік жолымен көбеюі), шаруашылық-биологиялық және ғылыми маңызы (сәндік, фитомелиоративтік, тағамдық, дәрілік және техникалық өсімдіктер ретінде пайдалану). Дәрілік түрлердің құндылықтар индексі ең «төмен» (V сыныбы, 45 ұпайдан), «өте жоғары» (IX сынып, 83 ұпайға) дейін ауытқып отырады. Максималды ең жоғары ұпай бұтақты жыңғылда, ал минималды ең төменгісі парсы алқасында болды. Маңғыстау облысы табиғи флорасында кездесетін 127 түрлі дәрілік өсімдіктерінің интродукциялық құндылықтарын бағалау жүзеге асырылды. Ескерілген түрлердегі диагностика нәтижелері көрсеткендей, «аса тым төмен» интродукциялық құндылық 1,6%; «өте төмен» — 3,9%; «төмен» — 8,7%; «төмендеу» — 15,7%; «жоғарылау» — 22,8%; «жоғары» — 13,4%; «өте жоғары» 7,1% болды. Табиғи флора дәрілік өсімдіктерінің интродукциялық құндылықтарын диагностикалау негізінде дәрілік өсімдіктердің коллекцияларын құру жүргізілді.

Кілт сөздер: интродукция, дәрілік өсімдіктер, табиғи флора, Маңғышлақ эксперименталдық ботаникалық бағы, құндылық, диагностика.

А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров, М.Ю. Ишмуратова

Диагностика интродукционной ценности лекарственных растений природной флоры в условиях Мангышлака

В статье приведены результаты оценки интродукционной ценности лекарственных растений природной флоры Мангышлака для введения в культуру в Мангышлакском экспериментальном ботаническом саду. Оценочная шкала включала 24 диагностических признака, разбитых на 4 группы: биологическая устойчивость (жаро-, засухо-, зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, требовательность к субстрату), декоративные свойства и габитус (общая декоративность, длительность цветения, эстетичность цветения и плодоношения), репродуктивная способность (размножение семенным или вегетативным путем), хозяйственно-биологическое и научное значение (использование в качестве декоративного, фитомелиоративного, пищевого, лекарственного или технического растения). Индекс ценности лекарственных видов варьирует от «пониженного» (V класс, 45 баллов) до «очень высокого» (IX класс, 83 балла). Максимальный балл получил тамарикс ветвистый, минимальный — паслен персидский. Осуществлена оценка интродукционной ценности 127 видов лекарственных растений природной флоры Мангыстауской области. Результаты показали, что «крайне низкая» интродукционная ценность диагностирована для 1,6% учтенных видов; «очень низкая» — для 3,9%; «низкая» — для 8,7%; «пониженная» — для 15,7%; «повышенная» — для 22,8%; «высокая» — для 13,4% и «очень высокая» — для 7,1%. На основании диагностики интродукционной ценности лекарственных растений природной флоры производится закладка коллекции лекарственных растений.

Ключевые слова: интродукция, лекарственное растение, природная флора, Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, ценность, диагностика.

References

- 1 Dzhanalieva, K.M., Budnikova, T.I., & Veselova E.N. et al. (1998). *Fizicheskaia heohrafiia Respubliki Kazakhstan [Physical geography of Republic of Kazakhstan]*. Almaty: Qazaq universiteti [in Russian].
- 2 Saftonova, I.N. (1996). Pustyni Manhyshlaka (Ocherk rastitelnosti) [Deserts of Mangyshlak (review of vegetation). *Trudy Botanicheskoho instituta imeni V.L. Komarova — Herald of V.L. Komarov Botanical institute*, 18, 212 [in Russian].
- 3 Problemy melioratsii pochv, ozeleneniia i selskoho khoziaistva [Problems of soil melioration, green building and agriculture] (1975). *Osvoenie Manhyshlaka — Reclamation of Manhyshlak*, 25–36 [in Russian].
- 4 Nashenova, H.Z., Ishmuratova, M.Yu., Nashenov, Zh.B., Denhelbaeva, H.A., & Kunipiyaeva, H.T. (2011). *Kultiviruemye lekarstvennye rasteniia aridnoi zony Tsentralnoho i Yuho-Vostochnoho Kazakhstana [Cultivated herbs of arid zone of the Central and South-Eastern Kazakhstan]*. Zhezkazhan-Almalybak: Er Mura [in Russian].

- 5 Mukhitdinov, N.M., & Parshina, H.N. (2002). *Lekarstvennye rasteniia [Medicinal herbs]*. Almaty: Qazaq universiteti [in Russian].
- 6 Izumkulov, K.A., & Ishchenko, N.V. (2003). Nekotorye itohi v vyrashchivanii lekarstvennykh trav v usloviakh Zapadnoho Kazakhstana [Some results of cultivation of herbs in the conditions of Western Kazakhstan]. *Ispolzovanie dostizhenii ahrarnoi nauki v stabilizatsii selskokhoziaistvennogo proizvodstva Kazakhstana — Using of achievements of agrarian science for stabilization of agricultural industry of Kazakhstan*. Aktobe: Aktiubinskii filial TsNTI [in Russian].
- 7 Zahumennikov, V.B., Dmitruk, S.E., Zahumennikova, T.N., Adekenov, S.M., & Khristenko, A.F. (2001). *Vozdelyvanie lekarstvennykh rastenii v usloviakh Zapadnoi Sibiri i Tsentralnoho Kazakhstana [Cultivation of herbs in the conditions of the Western Siberia and Central Kazakhstan]*. Tomsk: Publ. NTL [in Russian].
- 8 *Metodika introdutsirovannykh issledovaniy v Kazakhstane [Methodology of introduction investigation in Kazakhstan]*. (1987). Alma-Ata [in Russian].
- 9 Imanbayeva, A.A., Belozеров, I.F., & Kosareva, O.N. et al. (2017). *Kollektzii rastenii Mangyshlaksokho botanicheskoho sada [Collections of plants of Mangyshlak botanical Garden]*. Almaty: Luxe Media Publishing [in Russian].
- 10 Rusanov, F.N. (1974). *Teoriia i opyt pereseleniia rastenii v usloviia Uzbekistana [Theory and experience of resettlement of plants in the conditions of Uzbekistan]*. Tashkent: FAN [in Russian].
- 11 Belozеров, I.F., & Imanbayeva, A.A. (2015). *Svidetelstvo o gosudarstvennoi rehratsii prav na obekt avtorskoho prava prohramma «DInCeR» (dlya EVM) [Certificate of state registration of right for object of copyright for program (for computer)]*. № 2339 (IN 003261) [in Russian].
- 12 Kupriianov, A.N. (2004). *Introduktsiia rastenii [Plant introduction]*. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat [in Russian].

А.У. Исабек, Т.М. Тленчиева, О.В. Червякова, Е.Д. Бурашев, К.Т. Султанкулова

*Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, пгт. Гвардейский, Казахстан
(E-mail: t.m.tlenchieva@mail.ru)*

Подбор праймеров для получения субъединиц гена гемагглютинина вируса гриппа птиц

Вирус гриппа А, в отличие от вирусов гриппа В и С, поражает многие виды млекопитающих и птиц и отличается весьма значительной вариабельностью. Особенно вариабельными являются поверхностные гликопротеины вириона, гемагглютинин (НА) и нейраминидаза (НА). Целью настоящей работы является подбор праймеров и оптимизация условий для получения нуклеотидной последовательности гена гемагглютинина вируса гриппа птиц и его субъединиц методом полимеразной цепной реакции для дальнейшего определения его трехмерной структуры. В статье изложены результаты исследований по подбору и синтезу праймеров, включающие сайты эндонуклеазного расщепления рестриктаз NcoI и XhoI, фланкирующие участки гена НА. Данные праймеры характеризуются довольно высокой чувствительностью, специфичностью и воспроизводимостью результатов. Синтезированные специфические праймеры использованы для амплификации гена НА и его определенных участков, а также оптимизированы условия проведения ПЦР. Результаты проведенных исследований целесообразно использовать в работах по получению рекомбинантного белка гемагглютинина вируса гриппа птиц, который будет использован для определения его трехмерной структуры.

Ключевые слова: амплификация, ПЦР, праймер, грипп, гемагглютинин, рестриктаза, сегмент, вирус, трехмерная структура.

Введение

Вирус гриппа типа А распространен повсеместно. Данным вирусом заражаются многие виды диких и домашних птиц, большое количество различных видов млекопитающих и человек. На данный момент значительную обеспокоенность вызывает распространение в мире эпизоотий высокопатогенного вируса гриппа птиц [1].

В составе генома вируса гриппа А имеются восемь генов РНК отрицательной полярности. НА и НА, которые кодируют соответственно гемагглютинин и нейраминидазу, отличаются высоким уровнем генетической изменчивости. Гемагглютинин и нейраминидаза формируют поверхностные пепломеры вириона и являются основными мишенями для противовирусных антител [2–4].

Свойства гемагглютинина привлекают самое пристальное внимание исследователей. Гемагглютинин синтезируется как единый полипептид, что в последующем подвергается протеолитическому расщеплению на две субъединицы (НА1 и НА2). В вирусной частице гемагглютинин представляет собой полимер, складывающийся из трёх мономеров, объединенных нековалентными взаимосвязями [5].

Эволюция вируса гриппа А протекает очень быстро, следовательно, первостепенной задачей исследователей является антигенное картирование гемагглютинина тех подтипов, а также выявление особенностей антигенной структуры [6].

Для определения трехмерной структуры гемагглютинина требуется получение рекомбинантного белка с высокой степенью чистоты. В молекулярных исследованиях для амплификации гена применяются метод полимеразной цепной реакции. Начальным этапом полимеразной цепной реакции является подбор специфических праймеров к целевому гену. Конструирование праймеров осуществляется с помощью биоинформационной программы «Vector NTI 10» и научной базы данных NCBI (National Center for Biotechnological Information, USA) [7].

Целью данной работы является подбор, синтез праймеров и оптимизация условий для проведения ПЦР-амплификации гена НА и его субъединиц вируса гриппа птиц для последующих работ по определению трехмерной структуры белка гемагглютинина вируса гриппа птиц типа А.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования был выбран штамм вируса гриппа птиц А/лебедь-шипун/Мангистау/3/06 (H5N1), выделенный на территории Республики Казахстан.

Конструирование праймеров. Для поиска последовательности гена HA, к которому необходимо подобрать праймеры, использовали биоинформационную базу данных NCBI. Для конструирования праймеров и оптимизации условий проведения ПЦР использовали программу «Vector NTI 10».

Конструированные праймеры синтезировали на синтезаторе олигонуклеотидов Synthesizer H-16 (производство Германия) согласно инструкции, прилагаемой к прибору. Элюирование синтезированных праймеров с колонок проводили концентрированным раствором аммиака. Затем праймеры высушивали на ротационном испарителе и очищали спиртовым переосаждением. В реакциях амплификации для наработки ПЦР продукта использовали 20 пМ концентрации праймеров.

Выделение РНК. Вирусную РНК выделяли набором «QIAprep Viral RNA kit» фирмы Qiagen.

Амплификация гена HA. Амплификацию проводили на амплификаторе фирмы Applied Biosystem GenAmp 9700.

Для постановки ПЦР использовали набор «SuperScript™ III One-Step RT-PCR System with Platinum Taq High Fidelity DNA Polymerase» (Invitrogen). Состав реакционной смеси: вода — 17,5 мкл; 2x буфер — 25,0 мкл; праймер прямой — 1,0 мкл; праймер обратный — 1,0 мкл; фермент — 0,50 мкл; РНК вируса — 5,0 мкл. Конечный объем — 50 мкл.

Амплифицированные ПЦР продукты анализировали в 1 %-ном агарозном геле с дальнейшей детекцией на трансиллюминаторе Gel Chemi Doc («Bio-Rad» США). Полученные результаты были визуализированы и зарегистрированы с помощью программы «Quantity One».

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных факторов, влияющих на специфичность реакции, является правильный подбор пар праймеров, способных амплифицировать интересующий нас фрагмент ДНК. Для конструирования олигонуклеотидов необходимо наличие большого количества данных о нуклеотидных последовательностях исследуемого нами генома или фрагмента ДНК. Поиск нуклеотидной последовательности гена HA проводили на сайте NCBI с базой данных GenBank, которая в свое время регулярно проводит обмен данными с Европейской лабораторией молекулярной биологии (EMBL Nucleotide Sequence Database, Europe) и Японской базой данных ДНК (DNA Database Bank of Japan).

Проектированию праймеров предшествует предварительный этап построения подробной модели гена-мишени или иной последовательности нуклеиновой кислоты, которую планируется амплифицировать.

Изначально гемагглютинин синтезируется в виде крупномолекулярного полипептида. В ходе окончания процесса синтеза белка крупномолекулярный полипептид подвергается протеолитическому расщеплению на малую и большую субъединицы, которые в дальнейшем гликолизуются. Образовавшиеся в результате расщепления субъединицы связываются дисульфидными связями, формируя гликопептид. Наибольшее количество активных центров, которые ответственны за антигенные свойства гемагглютинина, локализованы в большой субъединице (HA1) [8, 9].

Анализ нуклеотидной последовательности гена гемагглютинина показал, что ген HA состоит из двух субъединиц и сигнального пептида. Структура гена HA представлена на рисунке 1.

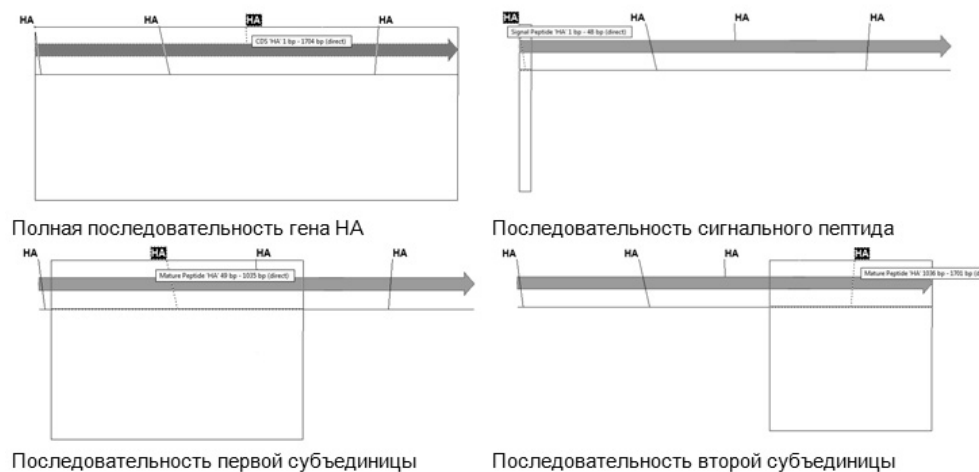


Рисунок 1. Линейная структура гена HA

Для получения нуклеотидной последовательности гена НА необходимо правильно подобрать праймеры, которые содержали бы на концах последовательность ферментов рестрикции, по которой в дальнейшем будут осуществляться вырезание гена и его лигирование с плазмидой.

Характеристика праймеров представлена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Последовательность синтезированных праймеров

№	Участок гена	Название	Последовательность	Рестрик-таза	Размер продукта
1	Полная последовательность гена НА	Full FP NcoI	GTAC <u>CC</u> ATGGAGAAAATAGTGCTT	NcoI	1695 п.о.
		Full RP XhoI	CGACTC <u>GAG</u> CGATGCAAATTCTG	XhoI	
2	Последовательность первой субъединицы	HA1 FP NcoI	GTG <u>CC</u> ATGGGTGATCAGATTTGC	NcoI	1000 п.о.
		HA1 RP XhoI	CGTCTC <u>GAG</u> TCACTCTTTTTCTTCTTCTTCT	XhoI	
3	Последовательность первой субъединицы+ сигнальный пептид	Full FP NcoI	GTAC <u>CC</u> ATGGAGAAAATAGTGCTT	NcoI	1035 п.о.
		HA1 RP XhoI	CGTCTC <u>GAG</u> TCACTCTTTTTCTTCTTCTTCT	XhoI	
4	Последовательность гена НА без сигнального пептида	HA1 FP NcoI	GTG <u>CC</u> ATGGGTGATCAGATTTGC	NcoI	1660 п.о.
		HA2 RP XhoI	CTGCTC <u>GAG</u> TATCTGGTAAGTTCCTATTGA	XhoI	

Примечание. п.о. — пар оснований.

Как видно из таблицы 1, были сконструированы и синтезированы 5 праймеров, которые специфичны определенным участкам гена НА. Из 5 праймеров были созданы 4 пары комбинаций для получения полной последовательности гена НА и его субъединиц. С помощью первой пары праймеров получили полную последовательность гена НА; второй пары — последовательность первой субъединицы; третьей пары — нуклеотидную последовательность сигнального пептида и первой субъединицы; четвертой пары праймеров — последовательность первой субъединицы и второй субъединицы. Для всех 4 пар праймеров выбрали эндонуклеазы рестрикции, сайты которых отсутствуют в последовательности самого гена и присутствуют в мультиклональном участке плазмиды.

Таким образом, нами были выбраны рестриктазы NcoI для прямых праймеров и XhoI для обратных праймеров.

Для оптимизации условий ПЦР нами поставлен ряд экспериментов, в ходе которых установили оптимальный вариант проведения ПЦР с подобранными праймерами. В ходе экспериментов были подобраны температура отжига праймеров и время денатурации. Температурно-временной режим амплификации представлен в таблице 2.

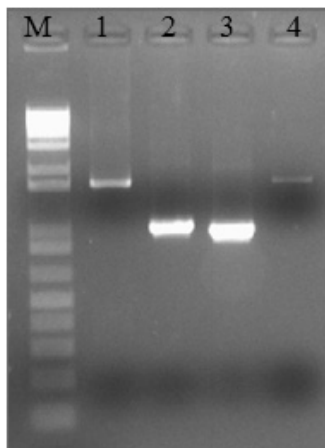
Т а б л и ц а 2

Температурно-временной режим ПЦР

Стадии ПЦР	Температура и время	Количество циклов
Синтез кДНК	45 °С — 60 мин	
Денатурация	94 °С — 2 мин	
Денатурация 1	94 °С — 20 с	5
Отжиг 1	45 °С — 30 с	
Элонгация 1	68 °С — 3 мин	31
Денатурация 2	94 °С — 30 с	
Отжиг 2	57 °С — 30 с	
Элонгация 2	68 °С — 7 мин	
Финальная элонгация	68 °С — 7 мин	
Удерживание температуры	4 °С	

Согласно таблице 2, начальной стадией ПЦР в данном случае является синтез кДНК, так как в реакции в качестве матрицы использовали ранее выделенную РНК. Был выбран двухстадийный режим амплификации. Значительно увеличено время элонгации во второй стадии амплификации по причине большого размера получаемого продукта (табл. 1).

На рисунке 2 представлен электрофоретический профиль результатов ПЦР, согласно которому размеры полученных ПЦР-продуктов соответствуют своим, ранее теоретически рассчитанным размерам (табл. 1).



M — маркер (1 kb, Invitrogen); *1* — полная последовательность гена HA; *2* — последовательность первой субъединицы и сигнального пептида; *3* — последовательность первой субъединицы; *4* — последовательность гена HA без сигнального пептида

Рисунок 2. Электрофореграмма ПЦР фрагментов гена HA и его субъединиц штамм А/лебедь-шипун/Мангистау/3/06 (H5N1)

Наиболее важна при определении трехмерной структуры белка первоначальная наработка гена, который кодирует аминокислотную последовательность исследуемого белка. Необходимой составляющей при проведении ПЦР является конструирование праймеров, которые должны быть специфичными и обеспечивать достаточную точность реакции. Синтезированные нами праймеры отвечают всем общепринятым рекомендациям, которые используются при конструировании праймеров.

Заключение

Таким образом, в результате проведенной нами работы были синтезированы специфические праймеры для амплификации гена HA и его определенных участков, а также оптимизированы условия для проведения ПЦР. При дизайне олигонуклеотидов для наибольшей специфичности учитывали все критерии, предъявляемые праймерам для ПЦР. При помощи пакета компьютерной программы было создано 5 праймеров, которые в дальнейшем проходили апробацию. Данные праймеры характеризуются довольно высокой чувствительностью, специфичностью и воспроизводимостью результатов. Экспериментальные работы по определению состава реакционной ПЦР смеси, а также по подбору оптимальных температурно-временных параметров амплификации позволили отработать условия постановки ПЦР, при которых происходит специфическая наработка ПЦР продукта нужного размера и в достаточном количестве. Полученные праймеры в дальнейшем будут использованы в работах для получения рекомбинантного белка гемагглютинина вируса гриппа птиц, который будет использован для определения его трехмерной структуры.

Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования научных исследований «Изучение процесса патогенеза вируса гриппа при изменении антигенной структуры, путем трехмерного моделирования белков» (2018–2020), № AP05I32243.

Список литературы

- 1 Сюрин В.Н. Грипп птиц / В.Н. Сюрин, Н.Г. Осидзе // Малоизвестные заразные болезни животных. — М., 1973.
- 2 Lvov D.K. Avian influenza in Northern Eurasia / D.K. Lvov, N.V. Kaverin, H.D. Klenk, M. Matrosovich, J. Steh // Monographs in Virology. — 2008. — Vol. 27. — P. 41–58.
- 3 Каверин Н.В. Антигенная структура гемагглютинина вируса гриппа А / Н.В. Каверин, И.А. Руднева, Т.А. Тимофеева, А.В. Игнатъева // Вопросы вирусологии. — 2012. — № 1. — С. 148–158.

- 4 Bedford T. Integrating influenza antigenic dynamics with molecular evolution / T. Bedford, M.A. Suchard, P. Lemey, G. Dudas, V. Gregory, A.J. Hay et al. // *Elife*. — 2014. — Vol. 3. — P. 14–19.
- 5 Wilson I.A. Structure of the hemagglutinin membrane glycoprotein of influenza virus at 3A resolution / I.A. Wilson, J.J. Skehel, D.C. Wiley // *Nature*. — 1981. — Vol. 289. — P. 366–373.
- 6 Tong S. A distinct lineage of influenza A virus from bats / Tong S., Li Y., Rivallier P., et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. — 2012. — Vol. 109. — P. 4269–4274.
- 7 Лысенко Е.А. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений: Полимеразная цепная реакция. Стратегия подбора праймеров для анализа экспрессии генов / Е.А. Лысенко; под общ. ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. — М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2011. — С. 75–96.
- 8 Stevens J.O. Structure and receptor specificity of the hemagglutinin from an H5N1 influenza virus / J.O. Stevens, T.M. Blixt, J.K. Tumpey, et al. // *Science*. — 2006. — Vol. 312. — P. 404–410.
- 9 Laver W.G. The Polypeptides of Influenza Viruses / W.G. Laver // *Advances in Virus Research*. — 1973. — Vol. 18. — P. 57–103.

А.У. Исабек, Т.М. Тленчиева, О.В. Червякова, Е.Д. Бурашев, К.Т. Султанкулова

Құс тұмауы вирусының гемагглютинин генінің суббірліктерін алу үшін праймерлерді таңдау

А тұмау вирусының В және С тұмау вирустарынан айырмашылығы сүтқоректілер мен құстардың көптеген түрлерін зақымдайды және тіпті айтарлықтай өзгермелілігімен ерекшеленеді. Әсіресе вирионның үстілік гликопротеиндері нейраминидаза мен гемагглютинин өзгермелі болып табылады. Мақаланың мақсаты құс тұмауы вирусының гені гемагглютининнің үшөлшемдік құрылымын анықтау үшін полимеразды тізбекті реакция әдісімен оның толық және суббірлігінің нуклеотидті тізбегін алу үшін праймерлерді таңдау және оңтайландыру болып табылады. Жұмыста НА генінің бөліктерін фланкирлейтін, құрамында эндонуклеазды бөлгіш NcoI және XhoI рестриктазалары бар, праймерлерін таңдау және синтездеу бойынша жұмыстың нәтижелері көрсетілген. Праймерлердің мәліметтері өте жоғары сезімталдықпен және ерекшелігімен сипатталады. Синтезделген ерекше праймерлер НА генін және оның белгілі бөліктерін амплификациялауға қолданылды, сондай-ақ ПТР жүргізудің шарттары оңтайландырылды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесін гемагглютинин ақуызының үшөлшемдік құрылымын анықтау үшін қолданылатын құс тұмауы вирусының гемагглютининнің рекомбинантты ақуызын алу бойынша жұмыстарда пайдаланады.

Кілт сөздер: амплификация, ПТР, праймер, тұмау, гемагглютинин, рестриктаза, сегмент, вирус, үшөлшемдік құрылым.

A.U. Isabek, T.M. Tlenchiyeva, O.V. Chervyakova, E.D. Burashev, K.T. Sultankulova

Selection of primers for the obtaining of subunits of the avian influenza virus hemagglutinin gene

Influenza A virus, in contrast to influenza viruses B and C, affects many species of mammals and birds and is very variable. Particularly variable are the surface glycoproteins of the virion, haemagglutinin (HA) and neuraminidase (NA). The purpose of this work is to select primers and optimize the conditions for obtaining the nucleotide sequence of the hemagglutinin gene of the avian influenza virus and its subunits by the polymerase chain reaction method for further determination of its three-dimensional structure. The paper presents the results of work on the selection and synthesis of primers, including sites for endonuclease cleavage of the restriction enzymes NcoI and XhoI, flanking sections of the NA gene. These primers are characterized by rather high sensitivity, specificity and reproducibility of the results. The synthesized specific primers were used to amplify the HA gene and its specific regions, and the PCR conditions were optimized. The results of the conducted studies are expedient for using in the works on obtaining the recombinant hemagglutinin protein of the avian influenza virus, which will be used to determine its three-dimensional structure.

Keywords: amplification, PCR, primer, influenza, hemagglutinin, restriction enzyme, segment, virus, three-dimensional structure.

References

- 1 Siurin, V.N., & Osidze, N.H. (1973). Hripp ptits [Avian influenza]. *Maloizvestnye zaraznye bolezni zhivotnykh — Little known infectious animal diseases*. Moscow [in Russian].

- 2 Lvov, D.K., Kaverin, N.V., Klenk, H.D., Matrosovich, M., & Steh, J. (2008). Avian influenza in Northern Eurasia. *Monographs in Virology*, 27, 41–58.
- 3 Kaverin, N.V., Rudneva, I.A., Timofeeva, T.A., & Ihnateva, A.V. (2012). Antihennaia struktura hemahhliutina virusa hripta ptits [Antigenic structure of influenza A virus hemagglutinin]. *Voprosy virusologii — Virology issues*, 1, 148–58 [in Russian].
- 4 Bedford, T., Suchard, M.A., Lemey, P., Dudas, G., Gregory, V., & Hay, A.J. (2014). Integrating influenza antigenic dynamics with molecular evolution. *Elife*, 3, 14–19.
- 5 Wilson, I.A., Skehel, J.J., & Wiley, D.C. (1981). Structure of the hemagglutinin membrane glycoprotein of influenza virus at 3A resolution. *Nature*, 289, 366–373.
- 6 Tong, S., Li, Y., & Rivailler, P. (2012). A distinct lineage of influenza A virus from bats. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109, 4269–4274.
- 7 Lysenko, E.A. (2011). *Molekuliarno-heneticheskie i biokhimicheskie metody v sovremennoi biologii rastenii: Polimeraznaia tsepnaia reaktsiia. Stratehiia podbora praimerov dlia analiza ekspressii genov [Molecular genetic and biochemical methods in modern plant biology: Polymerase chain reaction. The strategy of selecting primers for the analysis of gene expression]*. Vl.V. Kuznetsov, V.V. Kuznetsov, H.A. Romanov (Eds.). Moscow: BINOM; Laboratoriia znanii, 75–96 [in Russian].
- 8 Stevens, J.O., Blixt, T.M., & Tumpey, J.K. (2006). Structure and receptor specificity of the hemagglutinin from an H5N1 influenza virus. *Science*, 312, 404–410.
- 9 Laver, W.G. (1973). The Polypeptides of Influenza Viruses. *Advances in Virus Research*, 18, 57–103.

UDC 631.4:546.3:001.18

K.A. Nurlybayeva, A.M. Aitkulov, M.A. Mukasheva, A.E. Starikova

*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
(E-mail: kunduz09@mail.ru)*

Cytomorphological assessment of the nasal mucosa of the children's population of some industrial cities of Karaganda region

The article presents the results of studying rhinocytogram of the child population of three industrial cities of Karaganda region (Temirtau, Balkhash, Abai cities). The methods of cytological analyses of mucous membrane of the nasal cavity (MMNC) were used. Cytochemical methods were used for early detection of functional changes in the non-specific mononuclear system of protection of an organism from environmental factors. In the cytomorphological study of MMNC's cell, it was found a reduced quantity of normal epithelial cells of children which live in Temirtau city (10.8 times) and in Balkhash city (12.1 times). Students of Abai city had the 13.3 times decrease of indicators in the cells of flat epithelium. The number of segmental and rod-core neutrophils with signs of damage exceeded the physiological norms in the children's population of Abai (4.8 times), Temirtau (6.3 times), and Balkhash (7.4 times). Thus, with the help of indicators of bacterial contamination of the mucous membranes of the nasal cavity, it is possible to identify people who are at risk for non-specific diseases and have suppressed function of immune system.

Keywords: mucous membrane of the nasal cavity, children's population, nonspecific resistance of an organism, eosinophils, mast cells.

Introduction

Recently, it has become possible to introduce new methods of analysis in environmental and biological monitoring [1–3]. According to scientific publications [2, 4, 5] the oral and nasal microflora is an integral indicator of the organism's state that are influenced by the multifactorial effects of the environment and reflects the violation of neuro-humoral regulation in the body as the result of any disease. Increasing the number of cells with karyorhexis is the result of apoptosis that is characterized by proliferative activity of cells by the action of endogenous or exogenous factors. An increase of the quantity of nuclear-free cells characterizes the ulcerative-inflammatory process, which leads to hyperkeratosis, and with an increase in the number of neutrophils (NP) develops an inflammatory-infectious process [6]. An increase of the number of binuclear cells indicates initial mutagenic activity [7, 8]. The formation of vacuole dystrophy indicates cell degeneration and that is one of the signs of necrosis; and the increase of quantity of cells with vacuoles is served as an indicator of toxic effects [9]. An increase of the number of mast cells (MC) indicates intoxication in which the accumulation of granular MC occurs first, and then they actively secrete biologically active substances, causing a violation of the reactivity of buccal cheek epithelium [10, 11]. Thus MC enhances collagen synthesis by fibroblasts, fibrous formation and activity of mastocytes (degree of degranulation) becomes maximal. The experience of the above-mentioned numerous studies of the MMNC showed undoubted interest and perceptivity for further research in that direction.

Methodology

We have organized and conducted research work of children's contingent of primary classes (1st and 2nd grades) of secondary educational schools of Temirtau, Balkhash and Abai cities of Karaganda region. In total, we examined 240 children 6–8 years old.

To survey the child population of the three industrial cities of the Karaganda region with the methods of cytological analyses of mucous membrane of the nasal cavity (MMNC) are used with microscope MS-200 (Austria, 2004). Normality of data distribution is estimated by Kolmogorov-Smirnov criterion. The time allotted for each phase of the study: warm-up, calibration, testing sensors, etc were taken into account to exclude systematic errors type of «test – observation». The arithmetic mean, variance, error were calculated for quantitative variables with normal distribution. The median the 95 % confidence interval (CI) were calculated for quantitative variables that do not obey the norms distributing. The differences between the groups were revealed by the methods of parametric statistics. Comparison and evaluation of relative risks was performed according to the value of χ^2 . Nonparametric criteria based on univariate dispersion analysis based on Wilcoxon rank labels, median test, Spearman rank correlation coefficient were used for calculation [12–15]. The modifier of the research was the purity of the using reagents, which were controlled by standard solutions «control – quality». The results of the deviation, changes in the rhinocytogram, fluctuations were compared with the physiological limits of the fluctuations.

Specific criteria for rhinitis and induced mutagenesis were used according to the indicators of MMNC. We counted 200 cells. If 40–50 % of neutrophils (NL) were observed, the condition was recorded as acute inflammatory rhinitis. If 5 % of normal cubic cells and more than 30 % of damaged cubic cells with destroyed neutrophils were found, this condition was recorded as chronic atrophic rhinitis. 5 % and above of eosinophils and MC indicated the state of allergic rhinitis. 50 % or above of degenerated neutrophilic leukocytes (DNL) was characteristic of chronic inflammatory rhinitis. Less than 5–10 % of flat epithelial cells, and more than 40 % of degenerated flat epithelial cells (FEC) were characteristic of catarrhal rhinitis. 50 % or more detected FEK, degenerated cubic and cylindrical cells (DCC), DNL, MK – subatrophic rhinitis.

Results and their discussion

According to the results of our own cytomorphological studies of MMNC cells, it was found that the number of normal epithelial cells of children of Temirtau was reduced 10.8 times, Balkhash — 12.1 times. Abai schoolchildren's level of flat epithelial cells decline 13.3 times (Table 1).

Table 1

Quantity (in %) of flat epithelium cells of MMNC in children (6–8 years old) (M±m, 95 % CI)

Cell type	Norm	Abai (n=80)	Balkhash (n=80)	Temirtau (n=80)
Without signs of damage	40.00±3.40 (10–70)	3.0±1.0* (1.3–7.3)	3.3±1.8* (4.6–11.3)	3.7±1.1* (0.8–6.5)
With signs of damage	2.00±0.03 (0–4)	36.3±6.1* (23.3–49.2)	55.0±7.6* (38.8–71.1)	43.3±7.2* (28.0–58.5)

Note. * — $p < 0.05$.

Flat epithelial cells with signs of damage were found in the mucous membrane of the nasal cavity in all surveyed children of the cities of Karaganda region. Excess with signs of damage of children's flat epithelium of MMNC was recorded at values 18.1 times in Abai, 27.5 times in Balkhash, 21.65 times in Temirtau. Research data [2, 4, 9, 10, 16, 17] are shown that the MMNC reflects the state of an organism that changes depending on environmental pollution. Epithelial cells of mucous membranes of various degrees of differentiation, which are in certain stable relations with each other, changes under the influence of various adverse effects and can be considered as a target [18, 19].

The similar situation is observed in relation to normal cubic and cylindrical epithelial cells in Temirtau, The quantity of these cells was reduced 17.3 times in children living in Temirtau, 6.4 times — in Balkhash, 3.38 times — in Abai (Table 2). The number of cubic and cylindrical epithelial cells with signs of damage of Temirtau children increased slightly by 40 %, Balkhash children — 2.7 times.

Our results are consistent with those of other researchers [4, 9, 18, 20]. Dust, gases, general toxic action substances entering the organism from atmospheric air cause polymorphic changes in MMNC. The greatest changes are observed in acute and chronic rhinitis. In the results of our research, children showed the decrease in the cleaning ability of the epithelium of the upper respiratory tract. We noted the increase of impact on phagocytic cells, that type of cells become less functionally and they are able to deposit in epithelium of respiratory tract. Some cells penetrate to the basal layer and become a trigger for the development of early

alteration of the epithelium, neutrophils, macrophages. Disorder of their functional properties increases simultaneously with functional insufficiency of muco ciliary clearance [18, 20].

Table 2

Quantity (in %) of cubic and cylindrical epithelial cells of children MMCN (6–8 years old) (M±m, 95 % CI)

Cell type	Norm	Abai (n=80)	Balkhash (n=80)	Temirtau (n=80)
Without signs of damage	45.00±4.20 (15–75)	13.3±10.9 (21.5–48.0)	7.0±4.1* (4.4–18.4)	2.6±1.1* (0.5–5.7)
With signs of damage	5.00±1.20 (0–10)	13.2±3.2* (6.1–20.3)	13.6±2.8 (7.6–19.5)	7±1.4 (3.8–10.1)

Note. * — p < 0.05.

To determine the influence of harmful environmental factors on the health status of schoolchildren as indicators that reflect protective-adaptive reactions of an organism, we used the rhinocytogram with the study of the quantitative characteristics of segmental and rod-core neutrophils (Table 3). The analysis of the results revealed that the number of segmental and rod-core NL exceeds the norm 11.5 times in rhinocytogram of children living in Abai; in Temirtau — 11.3 times and in Balkhash — 12.1 times. It was detected that elevation of segmental and rod-core neutrophils with signs of damage 4.8 times in Abai; 6.3 times in Temirtau, and 7.4 times of Balkhash.

Table 3

Segmental and rod-core neutrophils (in %) of MMCN in children (6–8 years) (M ± m, 95 % CI)

Cell type	Norm	Abai (n=80)	Balkhash (n=80)	Temirtau (n=80)
Without signs of damage	2,00±0,90 (1–3)	23,0±10,4 (3,8–49,8)	24,3±4,9* (13,0–35,6)	22,7±5,7* (10,1–35,2)
With signs of damage	5,70±0,50 (1,4–10)	27,8±5,7* (15,2–40,3)	42,3±5,0* (31,5–52,9)	36,3±5,4* (26,7–61,9)

Note. * — p < 0.05.

As can be seen from Table 4, the contamination by microflora (Streptococcus and Staphylococcus) is increased in the children's contingent of Balkhash city 10.75 times; 4.1 times in Temirtau and 3 times in Abai. In areas with adverse hygienic situation children are more often ill with diseases of the ENT organs, skin, allergies. These diseases are detected 3 times more often than in control groups of children. Herewith there is the certain predominance of ENT diseases in children who live in areas with air contaminated with phenol. Systematic dust exposure leads to the increase of the rhinitis, bronchitis incidence of children [18]. The air polluted by emissions of industrial production (hydrocarbons, hydrogen sulfide) causes allergies of children which live in the area more than 3 years.

Table 4

Contamination with microflora (in %) of MMCN of children (6–8 years) (M ± m, 95 % CI)

Cell type	Norm	Abai (n=80)	Balkhash (n=80)	Temirtau (n=80)
Eosinophils	0,30±0,01 (0,0–0,60)	13,0±9,0	–	–
Mast cells	1,20±0,01 (0,20–2,20)	–	–	–
Contamination with microflora (streptococci and staphylococci)	1,20±0,01 (0,0–2,40)	3,6±0,8* (1,1–6,0)	12,9±2,5* (7,3–18,5)	5,0±0* (0,0–10,0)

Note. * — p < 0.05.

Conclusion

It is generally recognized that cytochemical methods can be used for early detection of functional changes in the nonspecific mononuclear system of organism's protection from environmental factors, depending on the impact of environmental stress [5, 9, 10, 16, 18]. The high sensitivity of these indicators of the organism's immune status allows recommending them for early detection of the impact of adverse environmental factors on humans. The most informative are data of bacterial contamination of the mucous membranes of the nasal cavity, which can be used to identify people who are at risk for non-specific diseases and have suppressed function of immune system.

References

- 1 Экологические проблемы в странах Центральной Азии: монография: Экологические проблемы. Евразийское пространство (Серия «Евразийские университеты XXI века») / С.С. Святов, С.С. Таменова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014. — С. 217–228.
- 2 Базелюк Л.Т. Цитоморфологическая и метаболическая оценка буккального эпителия щек у рабочих бериллиевого производства г. Усть-Каменогорска / Л.Т. Базелюк, М.А. Газалиева, С.К. Сапаргалиева // *Здоровье и болезнь*. — 2008. — № 1(67). — С. 35–39.
- 3 Ильченко И.Н. Эколого-эпидемиологические технологии оценки ущерба здоровью детского и взрослого населения для научно обоснованного планирования профилактических программ: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / И.Н. Ильченко. — М., 2002. — 35 с.
- 4 Намазбаева З.И. Цитоморфологические особенности риноцитогаммы и буккального эпителия у школьников средней школы «Дарын» города Караганды / З.И. Намазбаева, Н.М. Дузбаева, Л.Т. Базелюк // *Efektivni nastroje modernich ved – 2008: Materialy IV mezinardni vedecko-prakticka konference (03–15 kvetna 2008 roku)*. — Praha: Education and Science, 2008. — P. 51–54.
- 5 Омирбаева С.М. Сравнительный анализ показателей здоровья детей / С.М. Омирбаева, А.К. Бекалова, Т.Р. Крашановская, К.Е. Амреева, О.Ф. Попова // *Вестн. Медицинского центра УДП РК*. — 2008. — № 1. — С. 122–124.
- 6 Иванов С.И. Цитогенетический статус детей, проживающих вблизи целлюлозно-бумажного комбината / С.И. Иванов, В.С. Журков, Н.Н. Беляева и др. // *Гигиена и санитария*. — 2010. — № 1. — С. 7–10.
- 7 Бочков Н.П. Мутационный процесс у человека / Н.П. Бочков, А.Д. Дурнев // *Наследственные болезни: национальное руководство*. — М.: ГЭОТАР-Медиа. — 2011. — Гл. 7. — С. 102–107.
- 8 Журков В.С. Оценка риска мутагенов для человека / В.С. Журков, Л.П. Сычева, Ю.А. Ревазова, С.М. Новикова // *Гигиена и санитария*. — 2006. — № 5. — С. 23, 24.
- 9 Базелюк Л.Т. Цитоморфологическая оценка риноцитогаммы и буккального эпителия щек у детей, подвергающихся химической нагрузке в условиях промышленного города Темиртау / Л.Т. Базелюк, А.Б. Ешмагамбетова // *Теоретические и практические аспекты современной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Новосибирск, 2012. — С. 83–86.
- 10 Намазбаева З.И. Цитогенетический статус подростков, проживающих на территории промышленного города / З.И. Намазбаева, Ж.Б. Сабиров, А.В. Облезина // *Теоретические и практические аспекты современной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Новосибирск, 2012. — С. 78–83.
- 11 Намазбаева З.И. Гематологические показатели крови у детей, проживающих в промышленном регионе / З.И. Намазбаева, Т.В. Бенц, С.К. Коккузова // *Теоретические и практические аспекты современной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Новосибирск, 2012. — С. 87–91.
- 12 Гильденскиольд Р.С. Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды: метод. рек. / Р.С. Гильденскиольд, Г.Г. Ястребов, И.Л. Винокур и др. — М., 1996. — 24 с.
- 13 Гусаров В.М. Статистика: учеб. пособие / В.М. Гусаров. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 463 с.
- 14 Статистика [Электронный ресурс] / ред. М.Г. Назаров. — М.: КноРус, 2009. Режим доступа: <https://static.myshop.ru/product/pdf/208/2074707.pdf>.
- 15 Волкова А.Т. Сравнительный анализ цитогенетической нестабильности клеток буккального эпителия у городских и сельских жителей Республики Башкортостан / А.Т. Волкова, Т.В. Викторова // *Гигиена и санитария*. — 2011. — № 5. — С. 40–42.
- 16 Беляева Н.Н. Связь изменений слизистых оболочек носа и рта с иммунным статусом при воздействии факторов окружающей среды / Н.Н. Беляева, А.А. Шамарин, И.В. Петрова, А.Г. Малышева // *Гигиена и санитария*. — 2001. — № 5. — С. 62–64.
- 17 Намазбаева З.И. Информативность биохимических и цитохимических маркеров у лабораторных животных при натурных исследованиях / З.И. Намазбаева, Л.Т. Базелюк, М.А. Мукашева, А.М. Айткулов // *Гигиена и санитария*. — 2001. — № 1. — С. 20–22.
- 18 Александрова В.П. Анализ состояния здоровья и цитологического статуса слизистых оболочек носа и щеки при оценке коррекции водопотребления у детей: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 14.02.01. «Гигиена» / В.П. Александрова. — М., 2010. — 34 с.
- 19 Беляева Н.Н. Оценка цитологического и цитогенетического статуса слизистых оболочек носа и рта у человека: метод. рекомендации / Н.Н. Беляева, Л.Т. Сычева, В.С. Журков, А.А. Шамарин и др. — М., 2005. — 37 с.

20 Дузбаева Н.М. Состояние метаболического статуса слизистой оболочки носа, буккального эпителия щек и периферической крови у детей, проживающих в районах техногенного влияния / Н.М. Дузбаева, Л.Т. Базелюк, А.К. Зейниденов // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2011. — № 1(61). — С. 13–15.

К.А. Нурлыбаева, А.М. Айткулов, М.А. Мукашева, А.Е. Старикова

Қарағанды облысындағы кейбір өнеркәсіптік қалалардағы балалардың мұрнының шырышты қабығы күйін цитоморфологиялық бағалау

Мақалада Қарағанды облысының үш өнеркәсіптік қалаларында тұратын балалардың (Теміртау, Балқаш, Абай) популяциясын зерттеу нәтижелері бойынша риноцитограмманың өзгерістері талқыланды, мұрын шырышты қабығының зерттеу цитологиялық талдау әдісі арқылы жүзеге асырылды. Цитохимиялық әдістер ағзаны қоршаған ортаның факторларынан қорғау үшін спецификалы емес мононуклеарлық жүйеде функционалды өзгерістерді ерте анықтау үшін қолданы. МҚШҚ жасушаларының цитоморфологиялық зерттеуі кезінде Теміртауда балалардың қалыпты эпителий жасушаларының саны 10,8 есеге, Балқаш қаласы 12,1 есеге азайғандығы анықталды. Абай қаласы оқушыларының жасушалық эпителийінің 13,3 есе азаюы байқалды. Абайда тұратын балаларына зиян белгілері бар сегменттер мен нейтрофилдерді ұрып-соғу 4,8 еседен асады, Теміртауда — 6,3 есе, Балқаш қаласының балалары 7,4 еседен асады. Осылайша, мұрын қуысының шырышты қабаттарының бактериялық ластану көрсеткіштерін пайдаланып, иммундық жүйенің депрессиялық функциясы болып табылатын ерекше емес ауруларды дамыту қауіпі бар адамдарды анықтауға болады.

Кілт сөздер: мұрын шырышты қабығы, балалар популяциясы, ағзаға тән емес қарсылық, эозинофилдер, жуан жасушалар.

К.А. Нурлыбаева, А.М. Айткулов, М.А. Мукашева, А.Е. Старикова

Цитоморфологическая оценка слизистой оболочки полости носа у детского населения некоторых промышленных городов Карагандинской области

В статье рассмотрены изменения в риноцитограмме по результатам обследования детского населения трех промышленных городов Карагандинской области (Темиртау, Балхаша, Абая). Использовались методы цитологического анализа слизистой оболочки носовой полости (СОПН). Цитохимические методы были применены для раннего выявления функциональных изменений неспецифической мононуклеарной системы защиты организма от факторов окружающей среды. При цитоморфологическом исследовании клеток СОПН было выявлено, что у детей, проживающих в Темиртау, количество нормальных эпителиальных клеток снижено в 10,8 раза, у детей в Балхаше — в 12,1 раза. У школьников, проживающих в Абая, отмечается снижение показателей в клетках плоского эпителия в 13,3 раза. Число сегментных и палочкоядерных нейтрофилов с признаками повреждения превышало физиологические нормы у детского населения г. Абая в 4,8 раза, Темиртау — в 6,3 раза и Балхаша — в 7,4 раза. Таким образом, с помощью показателей бактериальной обсемененности слизистых оболочек полости носа можно выявить людей, входящих в группы риска развития неспецифических заболеваний, представляющих собой угнетенную функцию иммунной системы.

Ключевые слова: слизистая оболочка полости носа, детское население, неспецифическая резистентность организма, эозинофилы, тучные клетки.

References

- 1 Sviatov, S.S., & Tamenova, S.S. (2014). *Ekolohicheskie problemy v stranakh Tsentralnoi Azii [Environmental problems in the countries of Central Asia]*. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta [in Russian].
- 2 Bazeliuk, L.T., Hazalieva, M.A., & Sapharhalieva, S.K. (2008). Tsitomorfologicheskaya i metaboličeskaya otsenka bukkalnogo epiteliia shchek u rabochikh berilliovoho proizvodstva h. Ust-Kamenogorsk [Cytomorphological and metabolic assessment of buccal epithelium of cheeks of workers of beryllium production in Ust-Kamenogorsk]. *Zdorove i bolezn — Health and disease, 1*, 35–39 [in Russian].
- 3 Pchenko, I. N. (2002). *Ekoloho-epidemiologicheskie tekhnologii otsenki ushcherba zdoroviu detskoho i vzrosloho naseleniia dlia nauchno obosnovannoho planirovaniia profilakticheskikh program [Ecological and epidemiological technologies for assessing the damage to health of children and adults for scientifically based planning of preventive programs]*. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Moscow [in Russian].

- 4 Namazbaeva, Z.I., Duzbaeva, N.M., & Bazeliuk, L.T. (2008). Tsitomorfologicheskie osobennosti rinotsitohrammy i bukkalnoho epiteliia u shkolnikov srednei shkoly «Daryn» horoda Karahandy [Cytomorphological features of rhinocytogram and buccal epithelium schoolchildren of the secondary school «Daryn» in Karaganda]. Proceedings from Efektivni nastroje modernich ved – 2008 [Effective Instruments of Modern Sciences-2008]: *IV Mezinardni vedecko-prakticka konference — IV International Scientific and Practical Conference* (03–15 kvetna 2008 roku) [03–15 May 2008 year] (pp. 51–54). Praha: Education and Science [in Russian].
- 5 Omirbaeva, S.M., Bekalova, A.K., Krashanovskaia, T.R., Amreeva, K.E., & Popova, O.F. (2008). Sravnitelnyi analiz pokazatelei zdorovia detei [Comparative analysis of child health indicators]. *Vestnik Meditsinskoho tsentra Upravleniia delami Prezidenta Respubliki Kazakhstan — Bulletin of the medical center of the President of the Republic of Kazakhstan*, 1, 122–124 [in Russian].
- 6 Ivanov, S.I., Zhurkov, V.S., & Beliaeva, N.N. (2010) Tsitoheneticheskii status detei, prozhivaiushchikh vblizi tseliulozno-bumazhnogo kombinata [Cytogenetic status of children living near the pulp and paper mill]. *Hihiena i sanitaria — Hygiene and Sanitation*, 1, 7–10 [in Russian].
- 7 Bochkov, N.P., & Durnev, A.D. Mutatsionnyi protsess u cheloveka [Mutation process in humans] *Nasledstvennye bolezni [Hereditary diseases]*. Moscow: HEOTAR-Media [in Russian].
- 8 Zhurkov, V.S., Sycheva, L.P., Revazova, Iu.A., & Novikova, S.M. Otsenka riska mutahenov dlia cheloveka [Assessment of the risk of mutagens for humans]. *Hihiena i sanitaria — Hygiene and sanitation*, 5, 23–24 [in Russian].
- 9 Bazeliuk, L.T., & Eshmambetova, A.B. (2012). Tsitomorfologicheskaia otsenka rinotsitohrammy i bukkalnoho epiteliia shchek u detei podverhaiushchikhsia khimicheskoi nahruzke v usloviakh promyshlennogo horoda Temirtau [Cytomorphological assessment of the rhinocytogram and buccal epithelium of cheeks of children undergone through chemical influence in conditions of industrial city Temirtau]. Proceedings from Theoretical and practical aspects of modern medicine: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific and practical conference* (pp. 83–86). Novosibirsk [in Russian].
- 10 Namazbaeva, Z.I., Sabirov, Zh.B., & Oblezina, A.V. (2012). Tsitoheneticheskii status podrostkov, prozhivaiushchikh na territorii promyshlennogo horoda [Cytogenetic status of adolescents living on the territory of an industrial city]. Proceedings from Theoretical and practical aspects of modern medicine: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific and practical conference* (pp. 78–83). Novosibirsk [in Russian].
- 11 Namazbaeva, Z.I., Bents, T.V., & Kokkuzova, S.K. Hematologicheskie pokazateli krovi u detei, prozhivaiushchie v promyshlennom rehione [Hematologic parameters of blood of children living in an industrial region]. Proceedings from Theoretical and practical aspects of modern medicine: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific and practical conference* (pp. 87–91). Novosibirsk [in Russian].
- 12 Gildenskiold, R.S., Yastrebov, H.H., & Vinokur, I.L. et al. (1996). *Unifitsirovannye metody sbora dannykh, analiza i otsenki zabolevaemosti naseleniia s uchetom kompleksnogo deistviia faktorov okruzhaiushchei sredy [Unified methods of data collection, analysis and assessment of the incidence of the population, taking into account the complex effect of environmental factors]*. Moscow [in Russian].
- 13 Husarov, V.M. (2003). *Statistika [Statistics]*. Moscow: YuNITI-DANA [in Russian].
- 14 Nazarov, M.H. (Eds.). (2009). *Statistika [Statistics]*. *static.my-shop.ru* Retrieved from <https://static.my-shop.ru/product/pdf/208/2074707.pdf> [in Russian].
- 15 Volkova, A.T., & Viktorova, T.V. (2011). Sravnitelnyi analiz tsitoheneticheskoi nestabilnosti kletok bukkalnoho epiteliia u horodskikh i selskikh zhitelei Respubliki Bashkortostan [Comparative analysis of cytogenetic instability of buccal epithelium cells in urban and rural residents of the Republic of Bashkortostan]. *Hihiena i sanitaria — Hygiene and sanitation*, 5, 40–42 [in Russian].
- 16 Beliaeva, N.N., Shamarin, A.A., Petrova, I.V., & Malysheva, A.H. (2001). Sviaz izmenenii slizistykh obolochek nosa i rta s immunnym statusom pri vozdeistvii faktorov okruzhaiushchei sredy [The connection of changes in the mucous membranes of the nose and mouth with the immune status under the influence of environmental factors]. *Hihiena i sanitaria — Hygiene and sanitation*, 5, 62–64 [in Russian].
- 17 Namazbaeva, Z.I., Bazeliuk, L.T., Mukasheva, M.A., & Aitkulov, A.M. (2001). Informativnost biokhimicheskikh i tsitokhimicheskikh markerov u laboratornykh zhivotnykh pri naturnykh issledovaniakh [Informativeness of biochemical and cytochemical markers in laboratory animals in natural research]. *Hihiena i sanitaria — Hygiene and sanitation*, 1, 20–22 [in Russian].
- 18 Aleksandrova, V.P. (2010). Analiz sostoianiia zdorovia i tsitologicheskogo statusa slizistykh obolochek nosa i shcheki pri otsenke korektsii vodopotrebleniia u detei [Analysis of the health status and cytological status of the mucous membranes of the nose and cheek in assessing the correction of water consumption in children]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 19 Beliaeva, N.N., Sycheva, L.T., Zhurkov, V.S., & Shamarin, A.A. et al. (2005). *Otsenka tsitologicheskogo i tsitoheneticheskogo statusa slizistykh obolochek nosa i rta u cheloveka [Assessment of the cytological and cytogenetic status of the mucous membranes of the nose and mouth in humans]*. Moscow [in Russian].
- 20 Duzbaeva, N.M., Bazeliuk, L.T., & Zeinidenov, A.K. (2011). Sostoianie metabolicheskogo statusa slizistoi obolochki nosa, bukkalnoho epiteliia shchek i perifericheskoi krovi u detei, prozhivaiushchikh v raionakh tekhnogennoho vliianiia [Condition of the metabolic status of the nasal mucosa, buccal epithelium of cheeks and peripheral blood of children living in areas of anthropogenic influence]. *Vestnik Karahandinskoho universiteta. Seriia Biologiia. Meditsina. Heohrafiia — Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography*, 1(61), 13–15 [in Russian].

А.Ж. Ахметова¹, Ж.М. Абилова¹, С.Е. Рахимова¹, У.Е. Каиров¹,
М.С. Бекбосынова², Ч. Гули³, А.Р. Акильжанова¹

¹Өмір туралы ғылымдар орталығы, Назарбаев Университеті, Астана, Қазақстан;

²Ұлттық ғылыми кардиохирургиялық орталығы, Астана, Қазақстан;

³Медициналық зерттеулер орталығы, Грац қаласының Медициналық университеті, Австрия
(E-mail: ainur.akhmetova2@nu.edu.kz)

Аритмогендік синдромдарды таргетті секвенирлеуге арналған кітапханаларды дайындау ерекшеліктері

Мақалада Illumina платформасына арналған пайдаланушы кардиогенетикалық панелін пайдалана отырып, әртүрлі аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 96 генді таргетті байыту әдісімен таргетті секвенирлеу үшін ДНҚ кітапханаларын дайындаудың әдістемесі сипатталған. Таргетті гендердің ДНҚ кітапханалары әртүрлі аритмогендік синдромдары бар 65 науқасқа дайындалды. Хаттама 225 нг геномдық ДНҚ үлгілерінен ДНҚ кітапханаларын әзірлеуге оңтайландырылды. Бақылау ретінде p/n G9901C (Agilent Technologies, АҚШ) жиынтығымен бірге жеткізілген байытылған бақылау ДНҚ-сы (Enrichment Control DNA) пайдаланылды. Ең алдымен, барлық 65 науқастың ДНҚ үлгілері рестрикциялық ферменттер көмегімен әртүрлі фрагменттерге бөлінді және денатурацияланды. Содан кейін, сақиналы ДНҚ молекулаларын құру үшін зондтар кітапханасы таргетті фрагменттерге гибридизацияланды. Келешекте биоинформатикалық талдау кезінде үлгілерді идентификациялау үшін 65 үлгіге әртүрлі 65 индекс сиквенстері қосылды. Зондтар биотинделді және таргетті фрагменттер магнитті стрептавидинді шарлар көмегімен бөлініп алынды. Кейін сақиналы ДНҚ молекулалары лигация үрдісі кезінде біріктірілді. Таргетті фрагменттер полимеразды тізбек реакциясы көмегімен амплификацияланды, нәтижесінде алынған индекстелген амплификация өнімдері Illumina HiSeq2000 жаңа буынды секвенаторында секвенирлеуге жіберілді.

Кілт сөздер: аритмогендік синдромдар, таргетті секвенирлеу, ДНҚ кітапханалары, заманауи кардиология.

Кіріспе

Жүрек ритмі зақымдануларының этиологиясын зерттеу өзектілігі ауру көрсеткіштері мен өлім көрсеткіштерінің жоғары болуымен және аритмиялар нәтижесінде кенеттен жүрек өлімінің дамуымен анықталады. Кенеттен жүрек өлімі (КЖӨ) заманауи кардиологияда шешілмеген маңызды мәселелердің бірі болып қалуда. Жыл сайын КЖӨ көптеген белсенді, еңбекке жарамды адамдар өмірін алып кетуде, қайтыс болғандардың 20 % жағдайында анық кардиологиялық аурулар болмаған [1–4]. КЖӨ себептері науқастың жасына байланысты әртүрлі болады. Мысалы, балаларда КЖӨ кенеттен өлім синдромы, белгілі жүрек аурулары (тіршілікке қауіпті жүрек ритмінің зақымданулары, кардиомиопатиялар, туа біткен жүрек кемістігі, бастапқы өкпе гипертензиясы, оң қарыншаның аритмогенді дисплазиясы және т.б.) түрінде сипатталған [5–7]. Ал ересек адамдарда КЖӨ даму механизмі көп жағдайда жүрек қарыншаларының өте жиі қысқартылуымен байланысты, кейбір жағдайларда брадиаритмиямен (жиі жүрек ритмі) және асистолиямен (жүректің тоқтауы) байланысты [8, 9]. 35 жастан төмен науқастарда басқа ишемиялық емес сипаттағы этиологиялардың әсері көрсетілген [10–13]. Жүрек ауруларынан қайтыс болған науқастардың көбісінде (80 %) жүректің ишемиялық ауруы (ЖИА) анықталды, сонымен қатар КЖӨ қауіпіне дилатациялық кардиомиопатия және жүрек ақауы бар қарт науқастар душар етеді [10]. КЖӨ гипертрофикалық кардиомиопатия [14–17], оң қарыншалы аритмогенді кардиомиопатия [5, 8], сонымен қатар Фалло тетрадасын радикалды түзетуден кейінгі қарт науқастарда [9], әсіресе сол қарынша дисфункциясы бар науқастарда кездеседі. Ал Бругада синдромы, туа біткен ұзартылған QT синдромы қарт науқастарда КЖӨ кезінде жиі кездесетін себептердің бірі болып табылмайды [18]. Кенет жүрек өлімінің дамуы 95 % жағдайда қарыншалық тахикардия мен қарыншалар фибрилляциясымен байланысты, ал қалған 5 % брадиаритмиялар мен асистолиялар үлесіне келеді [19–24].

Жаңа буынды жоғары өнімді секвенирлеу технологияларының дамуы аритмиялар дамуымен ассоциацияланған көптеген генетикалық вариацияларды зерттеуге мүмкіндік береді. Адам геномының толық ұзындығы 3,2 млрд жұп негізден тұрады, геномның ~1 % экзомды (ақуыз кодтайтын гендер) кодтайды, ол шамамен 30000 генді құрайды. Аритмиялардың >65 % анықтау үшін дәстүрлі диагностикалық тестілеуде 1–15 генді пайдалану әдетте жеткілікті.

Жаңа буынды секвенирлеу генетика саласында зертханаларда геномдар тізбектерінің вариациясын тез және экономикалық тиімді жолмен анықтауға мүмкіндік береді. Жаңа буынды секвенирлеу көмегімен нақты аурулармен байланысты генетикалық өзгерістерді анықтау үшін геномның нақты таргетті аймақтарын таңдап алу өте маңызды.

«Agilent Technologies» компаниясының гендер панельдері — нақты қосымшаларға арналған нақты гендер жиынтығына шоғырланған құрылғылар. Алдын ала таңдалған контенті бар гендер панельдерін немесе жеке тапсырыс бойынша дайындалған гендер панельдерін сатып алуға болады. Алдын ала таңдалған таргетті гендер панельдерінің құрамына жарияланымдар мен сарапшы нұсқауларынан таңдалып алынған маңызды гендер/ген аймақтары кіреді. Аталған гендер панельдері ісік, тұқымқуалайтын, жүрек-қантамыр ауруларын және аутизмді зерттеуге қолжетімді. Ал пайдаланушы таргетті гендер панельдеріне зерттеушілер өздері нақты зерттеу қызығушылықтарымен байланысты геном аймақтарын таңдай алады. Пайдаланушы таргетті секвенирлеу белгілі бір жолдардағы немесе кең ауқымды геном зерттеулерінен (GWAS)/толық геномды секвенирлеуден кейінгі ізденіс жұмыстарында гендерді зерттеуде қолданылады.

Қазіргі кезде «Agilent Technologies» компаниясы алдын ала таңдалған контенті бар екі кардиогенетикалық панелін ұсынады — HaloPlex кардиомиопатия (HaloPlex Cardiomyopathy) және HaloPlex аритмия (HaloPlex Arrhythmia). HaloPlex кардиомиопатия және HaloPlex аритмия панельдері жаңа буынды секвенирлеу платформаларында секвенирлеуге арналған таргетті тізбектерді байытатын гендер панельдері болып табылады. Аталған панельдер — сәйкесінше кардиомиопатия мен аритмиялардың тұқымқуалайтын формаларына арнайы әзірленген гендер панельдері.

Кардиомиопатиялар бойынша жарық көрген жариялынымдардың мұқият талдау мен NIH ғаламтор-ресурсындағы GeneReviews-тен алынған ақпараттан кейін HaloPlex кардиомиопатия панеліне гипертрофиялық кардиомиопатия, дилатациялық кардиомиопатия және оң қарыншаның аритмогенді кардиомиопатиясымен байланысты 34 ген кіреді. HaloPlex аритмия панеліне ұзартылған QT интервалының синдромы, қысқа QT интервалының синдромы, Бругада синдромы және катехоламинергиялық полиморфты қарыншалық тахикардиямен ассоциацияланған 21 ген кіреді. Кардиомиопатия мен аритмиялардың әртүрлі типтерімен байланысты кейбір гендерде айтарлықтай сәйкестік бар. Дәстүрлік Сэнгер бойынша гендерді секвенирлеумен салыстырғанда панельдер көмегімен клиникалық үлгілердің барлық гендерін бір уақытта жаңа буынды секвенирлеу платформасында бір экономикалық тиімді іске қосуда секвенирлеуге болады [25, 26]. Бірақ аталған зерттеу панельдері жүрек ритмінің зақымдалуына әкелетін барлық гендерді ескермейді. Сондықтан біз Медициналық зерттеулер орталығының (Австрия) қызметкерлерімен бірлесе отырып, аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 96 генді таргетті байыту әдісімен Таргетті секвенирлеуге арналған жаңа пайдаланушы кардиогенетикалық панелін SureDesign Online Design Software («Agilent Technologies») онлайн-бағдарламасы көмегімен әзірледік. Дайындалған панель құрамына «Agilent Technologies» компаниясымен алдын ала әзірленген панельдер — HaloPlex Кардиомиопатия (HaloPlex Cardiomyopathy) және HaloPlex Аритмия (HaloPlex Arrhythmia) құрамындағы сәйкесінше кардиомиопатия мен аритмиялардың тұқымқуалайтын формаларына жауап беретін 34 және 21 геннен басқа [27], әдебиеттік шолу және ESP6500, 1000 Genomes, NapMap т.с.с. мәліметтер базасы негізінде әртүрлі аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 41 ген кірді.

Жұмыстың мақсаты. Аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 96 геннен тұратын әзірленген жаңа кардиогенетикалық панелі көмегімен аритмогендік синдромдары (атривентрикулярлық блокада, әлсіз синус түйін синдромы) бар 65 науқастың ДНҚ үлгілеріне HiSeq2000 платформасында секвенирлеуге арналған ДНҚ кітапханаларын дайындау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Ұлттық ғылыми кардиохирургиялық орталық базасында (Астана қ.) зерттеу жұмыстары аясында генетикалық талдауға аритмогендік синдромдары (атривентрикулярлық блокада, әлсіз синус түйін синдромы) бар 65 науқас ақпараттық келісім формасымен танысып, оған қол қойғаннан кейін қатыстырылды. Әрбір науқастың клиникалық мәліметтері — диагнозы, ауру түрі, қосалқы аурулар, алып жатқан емі, емдеу нәтижелері, алынған терапия тарихы, эпидемиологиялық мәліметтері және т.б. жиналды.

Зерттеу хаттамасы, ақпараттық келісім және рекрутингтің барлық түрлері Өмір туралы ғылымдар орталығының Жергілікті этикалық комитетінде (Назарбаев Университеті, Өмір туралы ғылымдар орталығының Этикалық комиссиясының 2015 жылғы 1 наурызындағы отырысы

хаттамасының № 16 үзінді көшірмесі) және Ұлттық ғылыми кардиохирургиялық орталықтың Этикалық комитетінде (Этикалық комитеттің 2015 жылғы 24 ақпанындағы отырыс хаттамасының № 16 үзінді көшірмесі) қарастырылды.

Зерттеу объектілері — адамның геномдық ДНҚ-сы. Геномдық ДНҚ бөліп алу үшін мөлшері 9 мл ЭДТА бар арнайы зарарсыздандырылған вакутейнер пробиркаларына (Venosafe) барлық зерттеуге қатысушылардың шынтақ көктамырынан көктамыр қаны алынды.

ДНҚ бөлу. Барлық 65 қан үлгісінен Wizard® Genomic DNA Purification kit (Promega) жиынтығының модификацияланған хаттамасы көмегімен геномдық ДНҚ үлгілері бөлінді. Бөлінген ДНҚ үлгілері сапалық (NanoDrop 2000 және 1,5 % агароздық гель) және сандық (Qubit 2000) әдістермен сипатталды. Бөлінген ДНҚ-ң жалпы көлемі — 45 µl, 1 микролитрдегі ДНҚ концентрациясы минимум 5 ng/µl құрады.

Пайдаланушы кардиопанелін дайындау. Аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 96 генді таргетті байыту әдісімен Таргетті секвенирлеуге арналған жаңа пайдаланушы кардиогенетикалық панелі Грац қаласының Медицина университеті, Медициналық зерттеулер орталығының (Австрия) қызметкерлерімен бірлесе отырып, әзірленді (патентке өтініш берілді, 2017 жылдың 11 қазанындағы кіріс тіркеу нөмері № 25437). Кардиопанельді дайындауда SureDesign Online Design Software («Agilent Technologies») онлайн бағдарламасы қолданылды. Біз әзірлеген панель құрамына «Agilent Technologies» компаниясымен алдын ала әзірленген панельдер — HaloPlex Кардиомиопатия және HaloPlex Аритмия құрамындағы сәйкесінше кардиомиопатия мен аритмиялардың тұқымқуалайтын формаларына жауап беретін 34 және 21 геннен басқа, әдебиеттік шолу және ESP6500, 1000 Genomes, NapMap т.с.с. мәліметтер базасы негізінде әртүрлі аритмиялармен ассоциацияланған 41 ген кірді. Пайдаланушы кардиопанель дизайні Illumina платформасына арналған Адам геномының 19 нұсқасы (Human Genome version 19 GRCh 37, February 2009) көмегімен құрылды, ридтер ұзындығы — 150 bp. Әзірленген пайдаланушы панельді ILMFST, p/n G9901C каталогтық нөмері бойынша Agilent Technologies компаниясының сайтынан әзірлеушілердің рұқсатымен сатып алуға болады.

ДНҚ кітапханаларын құру. Таргетті гендер кітапханалары әзірленген HaloPlex Custom Tier 1 kit, «Agilent Technologies» (ILMFST, p/n G9901C) жиынтығы көмегімен 10 кезеңнен тұратын «HaloPlex Target Enrichment System for Illumina Sequencing» (D.3 нұсқасы, желтоқсан 2012) хаттамасына сәйкес 65 ДНҚ үлгіге дайындалды. Хаттама 225 ng геномдық ДНҚ-ны қорытуға оңтайландырылған. Бақылау ретінде жиынтық құрамындағы байытылған бақылау ДНҚ (Enrichment Control DNA, ECD) пайдаланылды. Барлық 65 ДНҚ үлгілерінің сандық және сапалық талдауы сәйкесінше Qubit 2.0 (Life Technologies, Сингапур) флуориметрі және 2 % агароздық гель көмегімен өткізілді. Таргетті гендер кітапханаларын дайындау екі түрлі аймақта өткізілді: ДНҚ үлгілерін байыту үрдісі преамплификация аймағында өткізілсе, амплификациялаған, байытылған ДНҚ үлгілерімен кейінгі тәжірибелер пост-амплификациялық жұмыс аймағында орындалды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Зерттеуге қатысушылардың клиникалық мәліметтері. Зерттеу жұмысына Ұлттық ғылыми кардиохирургиялық орталығында емделіп жатқан жүрек ритмінің зақымданулары бар (атривентрикулярлық блокада, әлсіз синус түйін синдромы) 65 науқас кірді. Науқастардың жасы 4 пен 81 жас аралығында болды, олардың ішінде 16 науқастың жасы 18 жастан төмен болды. Ерлер мен әйелдердің ара қатынасы сәйкесінше 44,3 % және 55,7 % құрады. Науқастардың көбісінің ұлты қазақ — 70,1 %, орыстар — 13,4 %, басқа ұлттар — 16,5 %.

87,6 % науқастарға электркардиостимулятор имплантталды. Сол қарынша шығарылулары фракциясының орташа көрсеткіші — 61,2 %. Барлық науқастардың ішінде 96,9 % жағдайда жүрек өткізгіштігінің зақымдануларына тән жиі жүрек соғу, әлсіздік, енгіту, бас айналу, жүрек аймағындағы қақсау және т.б белгілер байқалды. 37,1 % науқастар анемнезінде синкоп немесе пресинкоп жағдайлары болды.

Зерттеуге қатысушылардың жанұялық анамнезі бойынша ақпаратты жинау барысында 25,8 % науқастың бір немесе екі ата-анасында жүрек қантамыр жүйесінің аурулары, атап айтқанда, артериалды гипертензия, жүректің ишемиялық ауруы, инсульт және т.б анықталды. Екі науқаста ата-аналарының біреуінде ритм немесе жүрек өткізгіштік (жүрекше фибрилляциясы, әлсіз синус түйін синдромы) зақымдануларының тұқымқуалаушылық формасы көрсетілген. Үш жағдайда науқастардың жанұя анемнезінде ата-аналарының біреуінде кенеттен жүрек өлімі тіркелген.

Әзірленген пайдаланушы кардиопанель көмегімен ДНҚ кітапханаларын әзірлеу. Зерттеу жұмысының нәтижесінде таргетті гендер кітапханалары аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 96 генді секвенирлеуге арналған әзірленген пайдаланушы кардиогенетикалық панель көмегімен 65 ДНҚ үлгіге өндіруші хаттамасына сәйкес дайындалды.

Алғашқы кезеңде нуклеазалардан тазартылған 45 μ l суда әрбір 225 ng геномдық ДНҚ үлгілері ерітілді, ДНҚ-ң ақырғы концентрациясы 5 ng/ μ l құрады. Содан кейін геномдық ДНҚ үлгілері сегіз әр түрлі рестрикциялық пробиркаларда 16 түрлі ферменттермен ұзындығы әртүрлі фрагменттерге 37 °C температурада 30 мин ішінде кесілді. Жиынтықтағы байытылған бақылау ДНҚ (Enrichment Control DNA, Agilent Technologies, США) бақылау ретінде қолданылды, фрагментация нәтижелері 2100 Bioanalyzer биоанализаторында тексерілді.

Геномдық ДНҚ фрагменттерінің коллекциясы мен зондтардың гибридизациясы гибридизациялық мастер миксте 54 °C температурада 3 сағат ішінде өткізілді. Гибридизациялық қоспа құрамына 50 μ l гибридизациялық ерітінді мен 20 μ l зонд кірді. Осы кезеңде ДНҚ сақиналы молекулаларын құру үшін зондтар кітапханасы таргетті фрагменттердің екі ұшына гибридизацияланды. Сонымен қатар келешекте үлгілерді биоақпараттық талдау кезінде идентификациялау үшін гибридизация үрдісі кезінде 65 ДНҚ үлгісіне (таргетті аймақтарға) 65 түрлі индекс сиквенстері қосылды. Нәтижесінде, біз құрамына баркод (индекс сиквенстері) және сиквенс арнайы адапторлар кіретін таргетті ДНҚ-ң биотинделген циркуляцияланған фрагменттерін алдық.

Үшінші кезеңде құрамында биотин бар циркуляцияланған таргетті ДНҚ-зонд гибридтер магнитті стрептавидин шарларында ұсталды. Алдымен, магнитті шарлар 40 μ l Capture solution ерітіндісінде ресуспензияланды және 160 μ l гибридизациялық реакцияға қосылды. Содан кейін зондқа гибридизацияланбаған ДНҚ фрагменттерін жою үшін магнитті шарлармен байланысқан үлгілерді 100 μ l Wash solution ерітіндісінде жудық және термоциклдерде (Eppendorf, США) 46 °C температурада 10 минут ішінде инкубацияладық. Сонымен қатар алтыншы кезеңде пайдаланылатын 10N NaOH концентрациясынан 50 mM NaOH ерітіндісін дайындадық.

Төртінші кезеңде таргетті ДНҚ-зондтар циркуляцияланған гибридтерді біріктіру үшін ұстау реакциясына ДНҚ-лигаза қосылды. Үлгілері бар пробиркалар термоциклдерде 55 °C температурада 10 минут ішінде лигациялау үшін инкубацияланды.

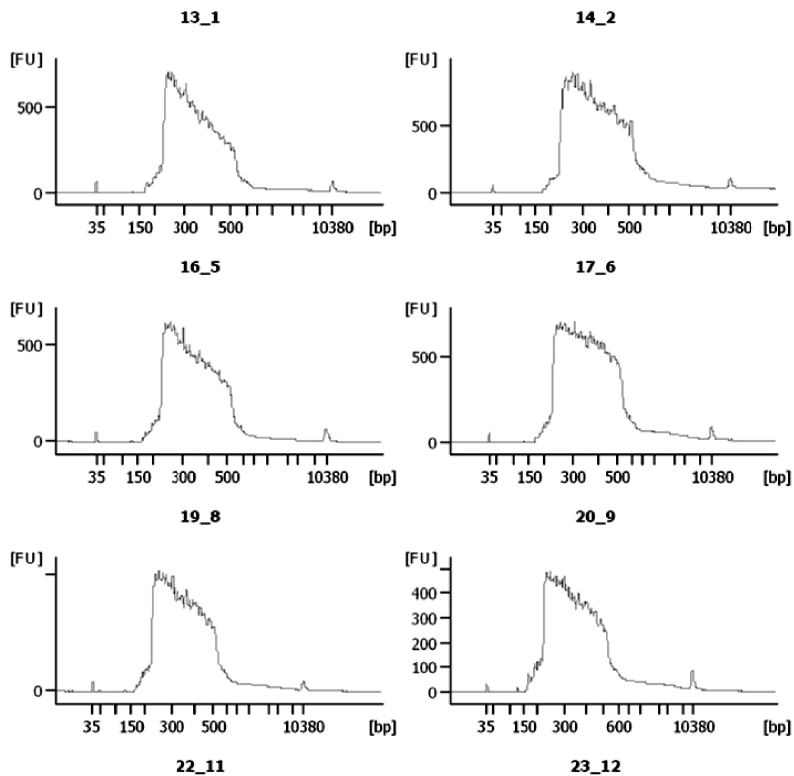
Бесінші кезеңде ұсталған таргетті ДНҚ амплификациясына арналған ПТР мастер миксін өндіруші (Agilent Technologies, США) хаттамасына сәйкес дайындадық. Келесі кезеңде элюция кезінде қолданылатын NaOH ерітіндісін нейтрализациялау үшін ПТР реакциясына 2M сірке қышқылын қостық.

Алтыншы кезеңде лигацияланбаған циркуляцияланған зонд-таргетті ДНҚ гибридтерін жою үшін ұсталған ДНҚ кітапханаларын 100 μ l SSC Buffer ерітіндісінде жудық. Содан кейін ұсталған ДНҚ кітапханалары 25 μ l жаңа дайындалған 50 mM NaOH ерітіндісінде элюирленді. Осы кезеңде жоғары сапалы NaOH ерітіндісін пайдалану ДНҚ-ны оңтайлы жуу және қалпына келтіруде өте маңызды болып табылады.

Келесі кезеңде ұсталған таргетті кітапханалардың ПТР-амплификациясы өткізілді. Яғни, 50 mM NaOH ерітіндісімен жуылған 20 μ l ұсталған ДНҚ-ны 5-кезеңде дайындаған 30 μ l ПТР мастер миксіне қостық. Ұсталған таргетті ДНҚ кітапханаларының ПТР-амплификациясы 60 °C аннилинг температурасында өткізілді, циклдер саны — 20.

Сегізінші кезеңде амплификацияланған таргетті ДНҚ кітапханалары Agencourt AMPure XP (Beckman, США) шарлары көмегімен тазаланды. Алдымен, адаптерлер сияқты, кішкентай ДНҚ фрагменттерін жою үшін шарлардағы амплификацияланған таргетті ДНҚ кітапханаларын 70 % жаңа дайындалған этанолмен 4 рет жудық, содан кейін амплификацияланған таргетті кітапханаларды 10 mM Tris-HCl ерітіндісімен жуылды.

Тоғызыншы кезеңде ДНҚ кітапханаларының саны мен сапасы 2100 Bioanalyzer биоанализаторында (Agilent Technologies, США) бағаланды. Ампликондар ұзындығы 175–625 bp диапазонында болды, күтілгендей, өнімдердің көбісінің ұзындығы 225–525 bp құрады (сур. қара). Байытылған таргетті ДНҚ кітапханаларының сандық бағасын өткізу үшін ампликондардың 175–625 bp диапазонындағы мөлшері кірді. Дайындалған ДНҚ кітапханаларының орташа концентрациясы 90 ng/ μ l құрады.



Сурет. 2100 Bioanalyzer биоанализаторындағы сапасы жақсы ДНҚ-кітапханалары

Соңғы кезеңде әртүрлі индекстері мен эквимольярлы саны (биоанализатор көмегімен алынған ДНҚ кітапханалардың концентрациясы) бар үлгілер HiSeq2000 платформасында мультиплексті секвенирлену үшін біріктірілді.

Қорыта келгенде, құрамына аритмогендік синдромдармен ассоциацияланған 96 ген кіретін таргетті секвенирлеуге арналған жаңа пайдаланушы кардиогенетикалық панелі көмегімен 65 ДНҚ кітапханалары дайындалды. Таргетті гендер кітапханаларын дайындау үшін, ең алдымен, ДНҚ үлгілері 16 түрлі рестрикциялық ферменттермен фрагменттерге бөлінді және денатурацияланды. Содан кейін сақиналы ДНҚ молекулаларын құру үшін зондтар кітапханасы таргетті фрагменттердің екі ұшына гибридизацияланды. 65 индекс сиквенстері 65 үлгіге қосылды. HaloPlex зондтар биотинделді және таргетті фрагменттер магнитті стрептавидинді шарлармен ұсталды. ДНҚ сақиналы молекулалары лигация реакциясында біріктірілді. Кейін таргетті фрагменттер амплификацияланды. Нәтижесінде, секвенирлеуге дайын байытылған және индекстелген амплификация өнімдері құрылды. Барлық үлгілер HiSeq2000 жаңа буынды секвенирлеу платформасында секвенирленді. Қазіргі кезде алынған секвенирлеу мәліметтерінің биоақпараттық талдауы өткізілуде.

Келешекте арнайы гендердегі мутацияларды бағалауды диагнозды түзетуде және емдеудің дербес әдісінде пайдалануға болады. Зерттеу барысында табылған патологиялық мутациялар анықталғаннан кейін, науқасқа оның жақын туыстарының скринингі ұсынылады. Алынған нәтижелер олардың жанұяларындағы кейінгі алдын алу іс-шараларды өзгертуі мүмкін.

Зерттеу жұмысы 2015–2017 жж. арналған ҚР БҒМ 0072/БТҚ «Қазақстанда геномдық медицина негіздерін құру және дамыту» бюджеттік бағдарламасы бойынша «Жүрек аритмияларына генетикалық бейімділікті анықтау және олардың диагностикасына арналған HaloPlex кардиогенетикалық панелін әзірлеу және клиникалық апробациялау» жобасы аясында өткізілді.

Әдебиеттер тізімі

1 Martin C.A. Recent developments in the management of patients at risk for sudden cardiac death / C.A. Martin, C.L. Huang, G.D. Matthews // Postgraduate Medicine. — 2011. — No. 123(2). — P. 84–94.

- 2 Keating M.T. Molecular and cellular mechanisms of cardiac arrhythmias / M.T. Keating, M.C. Sanguinetti // *Cell*. — 2001. — Vol. 104. — P. 569–580.
- 3 Corrado D. Sudden cardiac death in young people with apparently normal heart / D. Corrado, C. Basso, G. Thiene // *Cardiovascular Research*. — 2001. — Vol. 50. — P. 399–408.
- 4 Puranik R. Sudden death in the young / R. Puranik, C.K. Chow, J.A. Duflou, M.J. Kilborn, M.A. McGuire // *Heart Rhythm*. — 2005. — Vol. 2. — P. 1277–1282.
- 5 More D. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia in the elderly / D. More, K. O'Brien, J. Shaw // *Pacing Clin. Electrophysiol.* — 2002. — Vol. 25. — P. 1266–1269.
- 6 Aronow W.S. Prevalence and association of ventricular tachycardia and complex ventricular arrhythmias with new coronary events in older men and women with and without cardiovascular disease/ W.S. Aronow, C. Ahn, A.D. Mercado, S. Epstein, I. Kronzon // *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* — 2002. — Vol. 57. — P. 78–80.
- 7 Maron B.J. Hypertrophic cardiomyopathy: a systematic review/ B.J. Maron // *JAMA*. — 2002. — Vol. 287. — P. 1308–1320.
- 8 Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia / G. Thiene, D. Corrado, C. Basso // *Orphanet J. Rare Dis.* — 2007. — No. 2. — P. 45.
- 9 Ghai A. Left ventricular dysfunction is a risk factor for sudden cardiac death in adults late after repair of tetralogy of Fallot / A. Ghai, C. Silversides, L. Harris, G.D. Webb, S.C. Siu, J. Therrien // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2002. — Vol. 40. — P. 1675.
- 10 Roden D.M. American Heart Association. Cardiovascular genetics and genomics / D.M. Roden. — Chichester: Wiley-Blackwell, 2009.
- 11 Ho C.Y. Genetics and clinical destiny: Improving care in hypertrophic cardiomyopathy / C.Y. Ho // *Circulation*. — 2010. — Vol. 122. — No. 2430 — P. 40.
- 12 Wang L. Narrative review: Harnessing molecular genetics for the diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy / L. Wang, J.G. Seidman, C.E. Seidman // *Ann. Intern. Med.* — 2010. — Vol. 52. — No. 513. — P. 20.
- 13 Olivetto I. Myofilament protein gene mutation screening and outcome of patients with hypertrophic cardiomyopathy / I. Olivetto, F. Girolami, M.J. Ackerman et al. // *Mayo Clin. Proc.* — 2008. — No. 83. — P. 80.
- 14 Bonora E. The metabolic syndrome is an independent predictor of cardiovascular disease in Type 2 diabetic subjects. Prospective data from the Verona diabetes complications study/ E. Bonora, G. Targher, F. Formentini et al. // *Diabetic Med.* — 2002. — No. 21. — P. 52–58.
- 15 Pastors J.G. The evidence for the effectiveness of medical nutrition therapy in diabetes management / J.G. Pastors, H. Warshaw, H. Daly et al. // *Diabetes Care*. — 2002. — No. 25. — P. 608–613.
- 16 Sigal R.J. Physical activity/exercise and type 2 diabetes/ R.J. Sigal, G.P. Kenny, D.H. Wasserman et al. // *Diabetes Care*. — 2004. — No. 27. — P. 25–39.
- 17 Franz M.J. Evidence based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications / M.J. Franz, J.P. Bantle, C.A. Beebe et al. // *Diabetes care*. — 2002. — No. 25. — P. 148–298.
- 18 Marban E. Cardiac channelopathies / E. Marban // *Nature*. — 2002. — Vol. 415. — P. 213–218.
- 19 Priori S.G. Mutations in the cardiac ryanodine receptor gene (hRyR2) underlie catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia / S.G. Priori, C. Napolitano, N. Tiso, M. Memmi, G. Vignati, R. Bloise, V. Sorrentino, G.A. Danieli // *Circulation*. — 2001. — Vol. 103. — P. 196–200.
- 20 Tiso N. Identification of mutations in the cardiac ryanodine receptor gene in families affected with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy type 2 (ARVD2) / N.Tiso, D.A. Stephan, A. Nava, A. Bagattin, J.M. Devaney, F. Stanchi, G. Larderet, B. Brahmabhatt, K. Brown, B. Bauce, M. Muriago, C. Basso, G. Thiene, G.A. Danieli, A. Rampazzo // *Hum Mol Genet.* — 2001. — Vol. 10. — P. 189–194.
- 21 Splawski I. Spectrum of mutations in long-QT syndrome genes. KVLQT1, HERG, SCN5A, KCNE1, and KCNE2/ I. Splawski, J. Shen, K.W. Timothy, M.H. Lehmann, S. Priori, J.L. Robinson, A.J. Moss, P.J. Schwartz, J.A. Towbin, G.M. Vincent, M.T. Keating // *Circulation*. — 2000. — Vol. 102. — P. 1178–1185.
- 22 Chen Q. Genetic basis and molecular mechanism for idiopathic ventricular fibrillation / Q. Chen, G.E. Kirsch, D. Zhang, R. Brugada, J. Brugada, P. Brugada, D. Potenza, A. Moya, M. Borggrefe, G. Breithardt et al. // *Nature*. — 1998. — Vol. 392. — P. 293–296.
- 23 Bauce B. Screening for ryanodine receptor type 2 mutations in families with effort-induced polymorphic ventricular arrhythmias and sudden death: early diagnosis of asymptomatic carriers / B. Bauce, A. Rampazzo, C. Basso, A. Bagattin, L. Daliento, N. Tiso, P. Turrini, G. Thiene, G.A. Danieli, A. Nava // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2002. — Vol. 40. — P. 341–349.
- 24 Laitinen P.J. Mutations of the cardiac ryanodine receptor (RyR2) gene in familial polymorphic ventricular tachycardia / P.J. Laitinen, K.M. Brown, K. Piippo, H. Swan, J.M. Devaney, B. Brahmabhatt, E.A. Donarum, M. Marino, N. Tiso, M. Viitasalo, L. Toivonen, D.A. Stephan, K. Kontula // *Circulation*. — 2001. — Vol. 103. — P. 485–490.
- 25 Wilson K.D. A rapid, high quality, cost-effective, comprehensive and expandable targeted next generation sequencing assay for inherited heart disease / K.D. Wilson, P. Shen, E. Fung, I. Karakikes, A. Zhang, K. InanlooRahatloo, J. Odegaard, K. Sallam, R.W. Davis, G.K. Lui, E.A. Ashley, C. Scharfe, J.C. Wu // *New methods in Cardiovascular Biology*. — 2015. — Vol. 117. — P. 603–611. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.115.306723.
- 26 Green A. Assessment of HaloPlex amplification for sequence capture and massively parallel sequencing of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy associated genes/ A. Green, H. Green, M. Rehnberg, C. Svensson, C. Gunnarsson, J. Jonasson // *The Journal of Molecular Diagnostics*. — 2015. — Vol. 17. — P. 31–42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmoldx.2014.09.006>.
- 27 Retrieved from <http://www.chem.agilent.com/library/datasheets/Public/HaloPlexCardiomyopathyandArrhythmiaPanelsDataSheet59912525EN.pdf>.

А.Ж. Ахметова, Ж.М. Абилова, С.Е. Рахимова, У.Е. Каиров,
М.С. Бекбосынова, Ч. Гули, А.Р. Акильжанова

Особенности подготовки библиотек для таргетного секвенирования при аритмогенных синдромах

В статье подробно описана методика подготовки ДНК библиотек для таргетного секвенирования 96 генов, ассоциированных с аритмогенными синдромами методом таргетного обогащения с использованием разработанной пользовательской кардиогенетической панели для платформы Illumina. ДНК библиотеки таргетных генов были подготовлены для 65 пациентов с различными аритмогенными синдромами. Протокол был оптимизирован для усвоения 225 нг геномной ДНК. В качестве контроля была использована обогащенная контрольная ДНК (Enrichment Control DNA), поставляемая вместе с набором p/n G9901C (Agilent Technologies, США). Сначала образцы ДНК всех пациентов были поделены на фрагменты рестрикционными ферментами и денатурированы. Затем библиотека зондов была гибридизирована к таргетным фрагментам для создания кольцевых молекул ДНК. В дальнейшем для идентификации образцов во время биоинформатического анализа 65 индекс-сиквенсов были добавлены к 65 образцам. Зонды были биотинилированы, и целевые фрагменты отделены с помощью магнитных стрептавидиновых шариков. Кольцевые молекулы ДНК были соединены лигированием. Таргетные фрагменты были амплифицированы с помощью ПЦР, в итоге создавая индексированные продукты амплификации, которые были отправлены для дальнейшего секвенирования на секвенаторе нового поколения HiSeq2000.

Ключевые слова: аритмогенные синдромы, таргетное секвенирование, библиотеки ДНК, современная кардиология.

A.Zh. Akhmetova, Zh.M. Abilova, S.E. Rakhimova, U.E. Kairov,
M.S. Bekbosynova, Ch. Guelly, A.R. Akilzhanova

Features of library preparation for targeted sequencing of arrhythmogenic syndromes

In this article methodology of preparation of DNA libraries for targeted sequencing of 96 genes associated with arrhythmogenic syndromes by targeted enrichment method using developed custom cardiogenetic panel for Illumina platform was described in details. DNA libraries of targeted genes were prepared for 65 patients with different arrhythmogenic syndromes. The protocol was optimized for digestion of 225 ng of genomic DNA. Enrichment Control DNA supplied with p/n G9901C (Agilent Technologies, USA) set was used as a control. Firstly, DNA samples of all patients were fragmented by restriction enzymes and denaturated. Then, probe library was hybridized to targeted fragments for creation of circular DNA molecules. To identify samples during bioinformatics analysis 65 different index sequences were added to 65 samples. Probes were biotinylated and targeted fragments were recaptured with magnetic streptavidin beads. Circular DNA molecules were joined together by ligation. Targeted fragments were amplified using PCR producing an enriched and barcoded amplification products that were sent for sequencing on HiSeq2000.

Keywords: arrhythmogenic syndromes, targeted sequencing, DNA libraries, modern cardiology.

K.A. Nurlybayeva, A.M. Aitkulov, M.A. Mukasheva, A.E. Starikova

*Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
(E-mail: kunduz09@mail.ru)*

Cytomorphological assessment of buccal epithelium of the cheeks of children of some industrial cities of the Karaganda region

The article discusses changes in the buccal epithelium of the cheeks (BECh) based on the results of a survey of the child population of three industrial cities of the Karaganda region (Temirtau, Balkhash, Abay), methods of cytological analysis were used. Cytochemical methods were used for the early detection of functional changes in the nonspecific protection of the body from environmental factors. When conducting a research on the cytological status of buccal epithelium cells of children living in the studied areas, it was revealed that an increase in the number of cells with small-droplet inclusions in the cytoplasm of children of Temirtau and Balkhash was found. When comparing the results of investigation of child population (Temirtau, Balkhash, Abay), a decrease in the number of cells with small-droplet inclusions in the cytoplasm by 4 times and an increase in the number of cells with large-droplet inclusions in the cytoplasm for 78 %, with signs of karyorexis for 74 % was noted. The number of nuclear-free cells was reduced for 34 %, degenerated neutrophil leukocytes by 3.9 times. There is an increase in the amount of amitosis for 50 % and a decrease in the number of normal buccal cells for 71 %. The appearance of small and large inclusions in the cytoplasm of cells proves the effect of adverse environmental factors on the body of children living in industrial regions.

Keywords: buccal epithelium of the cheeks, child population, non-specific resistance of the organism.

Introduction

Indicators of the functional state of some body systems should be considered more informative than the incidence, when assessing the health status of the population. Thus, minimal changes in the quality indicators of buccal epithelial cells of the cheeks of children were noted at a pollution level approaching 3 MPCs, and at the same time they did not have significant changes in the incidence of allergic diseases and changes in immune reactivity [1–3]. Children, living in areas with unfavorable hygienic conditions, have lowered functional reserves of the body, and changes in their respiratory parameters prevail. Under the influence of adverse environmental factors (water, food, atmospheric air), subnormal changes in the body of children were recorded [4, 5].

Numerous studies and the results of cytomorphological indicators of the BECh of the child population [6–10] have shown prospects for scientific research in this area. The cytological state of the BECh reflects the state of the body, changing in dependence of the pollution of the production environment. Studies have shown that the epithelium of the mucous membranes of different degrees of differentiation, vary from different adverse effects and can be considered as a target for these effects [11, 12]. Non-invasive multi-organ micronucleus test on human exfoliating cells, including analysis of buccal epithelial cells, allows to verify the data, obtained from biological material, as well as to expand the amount of information about the existing adverse factors. In this case, the cheek mucosa is under the predominant influence of factors acting under inhalation effect [3, 13, 14].

Methodology

Based on this, a research work of children of primary classes of secondary schools in Temirtau, Balkhash and Abay of Karaganda region was conducted. In total 240 children at the age of 6–8 years were examined. Methods of cytological analysis of BECh with the help of MS-200 microscope (Austria, 2004) were used, Kolmogorov-Smirnov criterion was used to evaluate normality of data distribution. Arithmetic mean, variance, error, and 95 % confidence interval were calculated for quantitative variables with normal distribution. Differences between the groups were revealed with the help of methods of parametric statistics. Comparison and assessment of relative risks was performed using the value of χ^2 . Non-parametric criteria based on the one-factorial dispersive analysis based on Wilcoxon rank labels, the median test, and Spearman's rank correlation coefficient were used for the calculation [15–17]. The results of the deviation were compared with the physiological limits of fluctuation. When calculating the BECh values, 200 cells were analyzed, 300 cells were counted if many different anomalies were recorded. During the analysis, 75–98 normal epi-

thelial cells were taken as «normal». The number from 55 to 74 normal epithelial cells indicates an initial decrease in body resistance. A quantity from 15 to 54 and below indicates a decrease in body resistance. Incomplete phagocytosis (microbial digestion, cell residue) — reduced immunity, karyorrhexis indicates cell necrosis [9, 14].

Results and their discussion

When conducting a research on the cytological status of buccal epithelium cells of children living in the studied areas, it was found that in Temirtau and Balkhash children have the increased number of cells with droplets in the cytoplasm which is 0.47 and 1.90, accordingly. At the same time, the indicators of epithelial cells with large-droplet inclusions of children living in Temirtau are 2.1. This figure is lower for children living in the city of Balkhash and is 1.2.

It was found that the cytomorphological indicator of a cell with signs of karyorrhexis of children living in Temirtau is 1.7 times more than of children living in Balkhash, the same indicator is 1.7 times higher in the Balkhash group of children than in Abay. The number of degenerated neutrophilic leukocytes (DNL) of the Balkhash group of children is increased by 2.5 times, and of children of the Temirtau group is decreased relative to the group of children from the city of Abay. The number of normal buccal cells of the cheeks in both groups was reduced: the Balkhash group by 1.4 and the Temirtau group by 2.4 times. The percentage of microflora contamination (streptococci, staphylococcus) in the 2nd and 3rd groups was increased by 26 % and 2.8 times (Fig. 1–3).

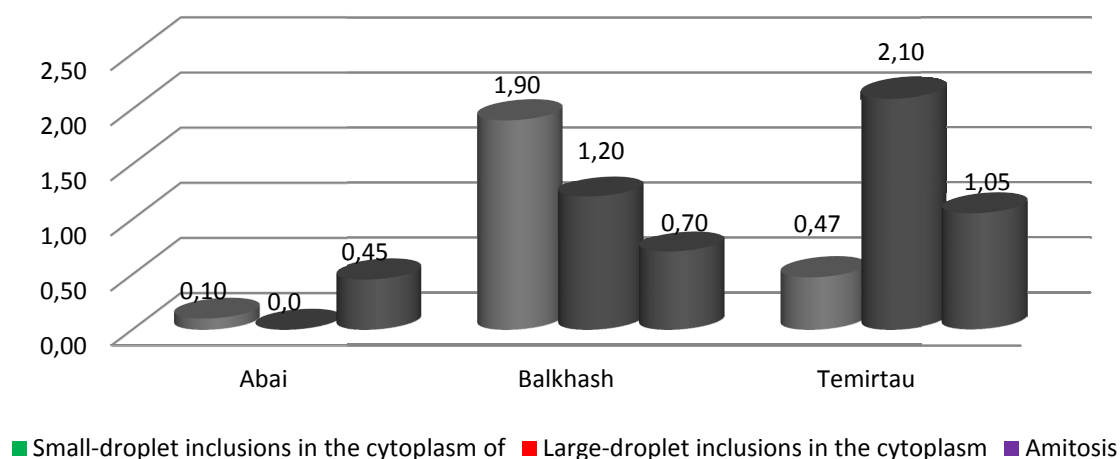


Figure 1. Cytomorphological parameters of BECh cells of the examined children of Karaganda region (%)

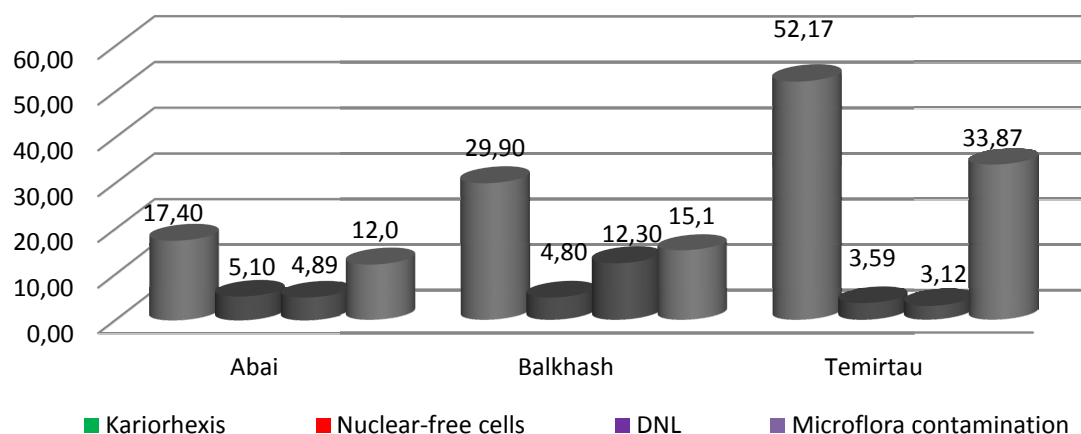


Figure 2. Cytomorphological parameters of BECh cells of the examined children of Karaganda region (%)

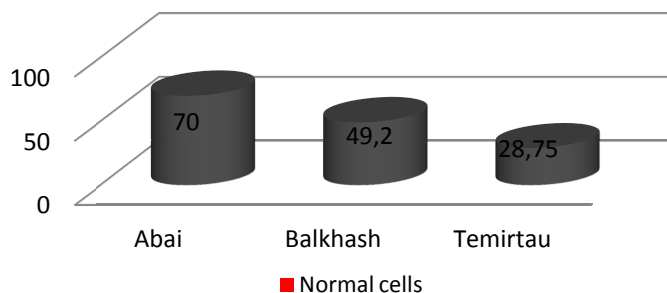


Figure 3. Cytomorphological parameters of BECh cells of the examined children of Karaganda region (Normal cells, %)

The functional status of buccal cells depends on the degree of their maturity, as in other epithelial cells. As part of the multilayer flat epithelium, buccal epithelial cells are at different stages of morphological and functional differentiation—from poorly differentiated precursors in the basal layer (they provide regeneration of the epithelium) to highly specialized cells, which while being differentiated are shifted to the surface layers, undergoing desquamation, some of them have signs of keratinization.

Differentiated, proliferative processes and functional parameters of mature cells are regulated by factors of local and central origin. It is not surprising that the state of buccal epithelial cells reflects the nature of destabilizing processes at the local and systemic levels [5, 12, 14, 18]. Changes in the differentiation of the epithelium, recorded morphologically (cell size, nature of nuclei and granules, signs of cytolysis) and electrokinetically (electrical mobility of nuclei), are proposed to be taken into account in screening assessment of health, stressful effects of harmful environmental factors, somatic pathology, biological age of a person.

The functional characteristics of epithelial cells also include such an important indicator as the ability for adhesive interactions with microorganisms. On this depends not only the nature of the microbial colonization of the epithelium and the state of local immunity, but also the homeostasis of the entire cellular community associated with the mucous membranes. Streptococci dominate in the obligate microflora of buccal cells. Their number is maximum in children under 10 years of age and is considered as one of the indicators of nonspecific resistance of the oral mucosa and «general health». The presence of less typical and atypical microorganisms for a given biotope reflects the weakening of colonization resistance, signaling destabilization processes, focused on the level of mucous membranes [18, 19].

A study of the buccal epithelium cells of the cheeks of the examined child population recorded a six-fold increase in the number of phagocytosed apoptotic (residual) bodies in all urban children. The number of cells with vacuolar dystrophy was above the norm in all examined urban children of Abay, Balkhash, Temirtau (Fig. 4).

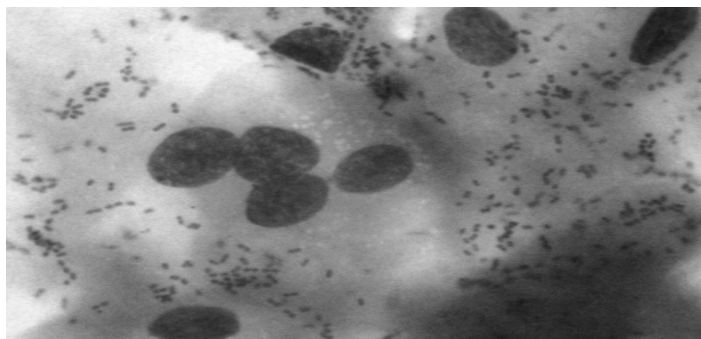


Figure 4. Buccal epithelium of the cheeks, a multinucleate cell with vacuolar dystrophy and high bacterial load. Mag. ×1600

The results showed that children living in the cities of Abay, Balkhash, Temirtau, despite the different place of residence, have catarrhal and atrophic rhinitis, because the buccal mucosa of the cheeks are the most

important biological barriers that prevent adverse and anthropogenic factors from entering the body. On the buccal epithelium of the cheeks the reparative process disorders were found, which affects their ability to interact adhesively with microorganisms constantly residing in the oral cavity, which leads to their accumulation. Inability to neutralize microorganisms indicates a disorder of local immunity [3, 6, 8]. Moreover, the buccal mucosa reflects the immune system of the entire digestive tract. Most of the nutrients enter the body through the gastrointestinal tract, the adequate functioning of which is ensured by normal microbiocenosis. [14, 18]. In the event of a change in microbiological associations, a negative change occurs in the processes of absorption, intestinal dysbiosis. Due to the toxic-dysmetabolic effects on the body, the formation of pathological processes is possible, which requires further in-depth study of the damaging effects of chemical factors. [12, 14, 19]. Malabsorption of essential trace elements occurs as a result of dismetabolic processes in the intestine, even with sufficient use of trace elements with food [12, 14]. Pediatricians note that prescribing iodine-containing drugs does not correct the iodine deficiency condition. This phenomenon is possible for any deficiency of trace elements (zinc, selenium). The revealed changes in the cytomorphological indices of the buccal epithelium make it possible to recommend non-invasive analyzes of the nasal epithelium, along with the buccal, to assess the effects of adverse environmental factors, especially to detect the inhalation effect of air pollutants.

References

- 1 Экологические проблемы в странах Центральной Азии: монография: Экологические проблемы. Евразийское пространство (Сер. Евразийские университеты XXI века) / С.С. Святлов, С.С. Таменова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014. — С. 217–228.
- 2 Базелюк Л.Т. Цитоморфологическая и метаболическая оценка буккального эпителия щек у рабочих бериллиевого производства г. Усть-Каменогорска / Л.Т. Базелюк, М.А. Газалиева, С.К. Сапаргалиева // *Здоровье и болезнь*. — 2008. — № 1(67). — С. 35–39.
- 3 Намазбаева З.И. Цитоморфологические особенности риноцитогаммы и буккального эпителия у школьников средней школы «Дарын» города Караганды / З.И. Намазбаева, Н.М. Дузбаева, Л.Т. Базелюк // *Efektivni nastroje modernich ved – 2008: materialy IV mezinarodni vedecko-prakticka konferencie (03–15 kvetna 2008 roku)*. — Praha: Education and Science, 2008. — P. 51–54.
- 4 Базелюк Л.Т. Цитоморфологическая оценка риноцитогаммы и буккального эпителия щек у детей, подвергающихся химической нагрузке в условиях промышленного города Темиртау / Л.Т. Базелюк, А.Б. Ешмагамбетова // *Теоретические и практические аспекты современной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Новосибирск, 2012. — С. 83–86.
- 5 Намазбаева З.И. Цитогенетический статус подростков, проживающих на территории промышленного города / З.И. Намазбаева, Ж.Б. Сабиров, А.В. Облезина // *Теоретические и практические аспекты современной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Новосибирск, 2012. — С. 78–83.
- 6 Волкова А.Т. Сравнительный анализ цитогенетической нестабильности клеток буккального эпителия у городских и сельских жителей Республики Башкортостан / А.Т. Волкова, Т.В. Викторова // *Гигиена и санитария*. — 2011. — № 5. — С. 40–42.
- 7 Беляева Н.Н. Связь изменений слизистых оболочек носа и рта с иммунным статусом при воздействии факторов окружающей среды / Н.Н. Беляева, А.А. Шамарин, И.В. Петрова, А.Г. Мальшева // *Гигиена и санитария*. — 2001. — № 5. — С. 62–64.
- 8 Александрова В.П. Анализ состояния здоровья и цитологического статуса слизистых оболочек носа и щеки при оценке коррекции водопотребления у детей: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 14.02.01. «Гигиена» / В.П. Александрова. — М., 2010. — 34 с.
- 9 Беляева Н.Н. Оценка цитологического и цитогенетического статуса слизистых оболочек носа и рта у человека: метод. рек. / Н.Н. Беляева, Л.Т. Сычева, В.С. Журков, А.А. Шамарин и др. — М., 2005. — 37 с.
- 10 Дузбаева Н.М. Состояние метаболического статуса слизистой оболочки носа, буккального эпителия щек и периферической крови у детей, проживающих в районах техногенного влияния / Н.М. Дузбаева, Л.Т. Базелюк, А.К. Зейниденов // *Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География*. — 2011. — № 1. — С. 13–15.
- 11 Сидорова И.Е. Изучение генетического полиморфизма и цитогенетических нарушений у лиц, имевших контакт с токсичными химическими соединениями / И.Е. Сидорова, Ю.А. Ревазова, В.В. Сафонов // *Донозологическая диагностика*. — 2004. — № 6. — С. 59–62.
- 12 Абаджи М.А. Микрофлора буккального эпителия у детей, часто болеющих респираторными инфекциями / М.А. Абаджи, С.А. Молодцов, В.И. Ашкинази и др. // *Рос. педиатр. журнал*. — 2002. — № 1. — С. 56, 57.
- 13 Намазбаева З.И. Информативность биохимических и цитохимических маркеров у лабораторных животных при натурных исследованиях / З.И. Намазбаева, Л.Т. Базелюк, М.А. Мукашева, А.М. Айткулов // *Гигиена и санитария*. — 2001. — № 1. — С. 20–22.
- 14 Абаджи М.А. Буккальные эпителиоциты как инструмент клиничко-лабораторных исследований / М.А. Абаджи, Т.В. Махрова, И.В. Маянская и др. // *Нижегородский мед. журнал*. — 2003. — № 3–4. — С. 105–110.
- 15 Гильденскиольд Р.С. Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды: метод. рекомендации / Р.С. Гильденскиольд, Г.Г. Ястребов, И.Л. Винокур и др. — М., 1996. — 24 с.

16 Гусаров В.М. Статистика: учеб. пособие / В.М. Гусаров. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 463 с.

17 Статистика [Электронный ресурс] / ред. М.Г. Назаров. — М.: КноРус, 2009. Режим доступа: <https://static.myshop.ru/product/pdf/208/2074707.pdf>.

18 Намазбаева З.И. Риск здоровью населения при воздействии мелкодисперсной пыли атмосферного воздуха сложного химического состава / З.И. Намазбаева, А.М. Айткулов, Ж.Б. Сабиров, Д.В. Агеев // Зоология на рубеже веков: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Караганда, 2014. — С. 15.

19 Намазбаева З.И. Изменения функционального состояния клеточных структур у крыс при воздействии взвешенных пылевых частиц / З.И. Намазбаева, Л.Т. Базелюк // Инновации в науке: материалы Междунар. конф. — 2014. — № 34. — С. 91–103.

К.А. Нурлыбаева, А.М. Айткулов, М.А. Мукашева, А.Е. Старикова

Қарағанды облысының кейбір өндірістік қалаларында тұратын балалардың ұртының буккальді эпителийін цитоморфологиялық бағалау

Мақалада зерттеу нәтижелері бойынша Қарағанды облысының үш өнеркәсіптік қалаларында (Теміртау, Балқаш, Абай) тұратын балалардың ұртының буккальді эпителийіндегі өзгерістер цитологиялық талдау әдісі арқылы қарастырылды. Цитохимиялық әдістер ағзаны қоршаған ортаның факторларынан қорғау мақсатында арнайы емес функционалдық өзгерістерді ерте анықтау үшін қолданылды. Зерттеу аудандарында тұратын балалар ұртының буккальді эпителий жасушаларының цитологиялық жағдайын зерттеу кезінде Теміртау мен Балқаштағы балалар цитоплазмадағы ұсақ тамшылы жасушалар санының артуын көрсетті. Балалардың буккальді эпителийін зерттеу нәтижелерін салыстыру кезінде (Теміртау, Балқаш, Абай) цитоплазмадағы кіші тамшы қосындылары бар жасушалар санының 4 есе азаюы және цитоплазмадағы қосарлы ірі тамшылардың қосындысы 78 %, кариорексис белгілері 74 % болатын жасушалардың санын көбеюі байқалды. Ядрсыз жасушалардың саны 34 %-ға, нейтрофилді лейкоциттердің саны 3,9 есеге төмендеген. Амитоздың 50 %-ға өсуі және қалыпты буккальді жасушалардың саны 71 %-ға төмендеуі анықталды. Жасушалардың цитоплазмасында кіші және үлкен енулердің пайда болуы индустриалды аймақтарда тұратын балалардың ағзасына жағымсыз экологиялық факторлардың ықпалын растайды.

Кілт сөздер: ұрттың буккальді эпителийі, балалар популяциясы, ағзаның спецификалы емес резистенттілігі.

К.А. Нурлыбаева, А.М. Айткулов, М.А. Мукашева, А.Е. Старикова

Цитоморфологическая оценка буккального эпителия щек у детского населения некоторых промышленных городов Карагандинской области

В статье рассмотрены изменения в буккальном эпителии щек по результатам обследования детского населения трех промышленных городов Карагандинской области (городов Темиртау, Балхаша, Абая) с использованием методики цитологического анализа. Цитохимические методы были применены для раннего выявления функциональных изменений неспецифической защиты организма от факторов окружающей среды. При проведении исследований на цитологический статус клеток буккального эпителия щек у детей, проживающих в изучаемых районах, выявлено, что у детей гг. Темиртау и Балхаша обнаружено повышение количества клеток с мелкокапельными включениями в цитоплазме. При сравнении результатов исследования у детского населения (гг. Темиртау, Балхаша, Абая) отмечено снижение количества клеток с мелкокапельными включениями в цитоплазме в 4 раза и повышение количества клеток с крупнокапельными включениями в цитоплазме на 78 %, с признаками кариорексиса на 74 %. Число безъядерных клеток снижено на 34 %, дегенерированных нейтрофильных лейкоцитов — в 3,9 раза. Наблюдается повышение количества амитоза на 50 % и снижение количества нормальных буккальных клеток на 71 %. Появление мелких и крупных включений в цитоплазме клеток подтверждает воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды на организм детей, проживающих в промышленных регионах.

Ключевые слова: буккальный эпителий щек, детское население, неспецифическая резистентность организма.

References

1 Sviatov, S.S., & Tamenova, S.S. (2014). *Ekolohicheskie problemy v stranakh Tsentralnoi Azii [Environmental problems in the countries of Central Asia]*. Moscow: Izdatelstvo Moskovskoho universiteta [in Russian].

- 2 Bazeliuk, L.T., Hazalieva, M.A., & Sapharhalieva, S.K. (2008). Tsitomorfologicheskaya i metabolicheskaya otsenka bukkalnogo epiteliya shchek u rabochikh berillievogo proizvodstva h. Ust-Kamenogorsk [Cytomorphological and metabolic assessment of buccal epithelium of cheeks of workers of beryllium production in Ust-Kamenogorsk]. *Zdorove i bolezn — Health and disease, 1*, 35–39 [in Russian].
- 3 Namazbaeva, Z.I., Duzbaeva, N.M., & Bazeliuk, L.T. (2008). Tsitomorfologicheskies osobennosti rinotsitogrammy i bukkalnogo epiteliya u shkolnikov srednei shkoly «Daryn» horoda Karahandy [Cytomorphological features of rhinocytogram and buccal epithelium schoolchildren of the secondary school «Daryn» in Karaganda]. Proceedings from *Efektivni nastroje modernich ved – 2008 [Effective Instruments of Modern Sciences-2008]: IV mezinardni vedecko-prakticka konferencie — IV International Scientific and Practical Conference (03–15 kvetna 2008 roku) [03–15 May 2008 year]* (pp. 51–54). Praha: Education and Science [in Russian].
- 4 Bazeliuk, L.T., & Eshmahambetova, A.B. (2012). Tsitomorfologicheskaya otsenka rinotsitogrammy i bukkalnogo epiteliya shchek u detei podverhaiushchikhsia khimicheskoi nahruzke v usloviakh promyshlennogo horoda Temirtau [Cytomorphological assessment of the rhinocytogram and buccal epithelium of cheeks of children undergone through chemical influence in conditions of industrial city Temirtau]. Proceedings from Theoretical and practical aspects of modern medicine: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsiia — International scientific and practical conference* (pp. 83–86). Novosibirsk [in Russian].
- 5 Namazbaeva, Z.I., Sabirov, Zh.B., & Oblezina, A.V. (2012). Tsitoheneticheskii status podrostkov, prozhivaiushchikh na territorii promyshlennogo horoda [Cytogenetic status of adolescents living on the territory of an industrial city]. Proceedings from Theoretical and practical aspects of modern medicine: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsiia — International scientific and practical conference* (pp. 78–83). Novosibirsk [in Russian].
- 6 Volkova, A.T., & Viktorova, T.V. (2011). Sravnitelnyi analiz tsitoheneticheskoi nestabilnosti kletok bukkalnogo epiteliya u horodskikh i selskikh zhitelei Respubliki Bashkortostan [Comparative analysis of cytogenetic instability of buccal epithelium cells in urban and rural residents of the Republic of Bashkortostan]. *Higiiena i sanitariia — Hygiene and sanitation, 5*, 40–42 [in Russian].
- 7 Beliaeva, N.N., Shamarin, A.A., Petrova, I.V., & Malysheva, A.H. (2001). Sviaz izmenenii slizistykh obolochek nosa i rta s immunnym statusom pri vozdeistvii faktorov okruzhaiushchei sredy [The connection of changes in the mucous membranes of the nose and mouth with the immune status under the influence of environmental factors]. *Higiiena i sanitariia — Hygiene and sanitation, 5*, 62–64 [in Russian].
- 8 Aleksandrova, V.P. (2010). Analiz sostoiianiia zdorovia i tsitologicheskogo statusa slizistykh obolochek nosa i shcheki pri otsenke korrektsii vodopotrebleniia u detei [Analysis of the health status and cytological status of the mucous membranes of the nose and cheek in assessing the correction of water consumption in children]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
- 9 Beliaeva, N.N., Sycheva, L.T., Zhurkov, V.S., & Shamarin, A.A. et al. (2005). *Otsenka tsitologicheskogo i tsitoheneticheskogo statusa slizistykh obolochek nosa i rta u cheloveka [Assessment of the cytological and cytogenetic status of the mucous membranes of the nose and mouth in humans]*. Moscow [in Russian].
- 10 Duzbaeva, N.M., Bazeliuk, L.T., & Zeinidenov, A.K. (2011). Sostoiianie metabolicheskogo statusa slizistoi obolochki nosa, bukkalnogo epiteliya shchek i perifericheskoi krovi u detei, prozhivaiushchikh v raionakh tekhnogennoho vliianiia [Condition of the metabolic status of the nasal mucosa, buccal epithelium of cheeks and peripheral blood of children living in areas of anthropogenic influence]. *Vestnik Karahandinskogo universiteta. Seriya Biologiya. Meditsina. Heohrafiia — Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography, 1*, 13–15 [in Russian].
- 11 Sidorova, I.E., Revazova, Yu.A., & Safonov, V.V. (2004). Izuchenie heneticheskogo polimorfizma i tsitoheneticheskikh narushenii u lits, imevshikh kontakt s toksichnymi khimicheskimi soedineniiami [The study of genetic polymorphism and cytogenetic disorders in persons who had contact with toxic chemical compounds]. *Donozologicheskaya diaagnostika — Donosological diagnostics, 6*, 59–62 [in Russian].
- 12 Abadzi, M.A., Molodtsov, S.A., & Ashkinazi, V.I. et al. (2002). Mikroflora bukkalnogo epiteliya u detei, chasto boleiushchikh respiratornymi infektsiiami [Microflora of buccal epithelium in children who are often ill with respiratory infections]. *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal — Russian Pediatric Journal, 1*, 56–57 [in Russian].
- 13 Namazbaeva, Z.I., Bazeliuk, L.T., Mukasheva, M.A., & Aitkulov, A.M. (2001). Informativnost biokhimicheskikh i tsitokhimicheskikh markerov u laboratornykh zhivotnykh pri naturnykh issledovaniiax [Informativeness of biochemical and cytochemical markers in laboratory animals in field studies]. *Higiiena i sanitariia — Hygiene and sanitation, 1*, 20–22 [in Russian].
- 14 Abadzi, M.A., Makhrova, T.V., & Maianskaia I.V. et al. (2003). Bukkalnye epiteliotsity kak instrument kliniko-laboratornykh issledovaniia [Buccal epithelial cells as a tool for clinical laboratory studies]. *Nizhegorodskii meditsinskii zhurnal — Nizhny Novgorod Medical Journal, 3–4*, 105–110 [in Russian].
- 15 Gildenskiold, R.S., Yastrebov, G.G., & Vinokur, I.L. et al. (1996). *Unifitsirovannye metody sbora dannykh, analiza i otsenki zabolevaemosti naseleniia s uchetom kompleksnogo deistviia faktorov okruzhaiushchei sredy [Unified methods of data collection, analysis and assessment of the incidence of the population, taking into account the complex effect of environmental factors]*. Moscow [in Russian].
- 16 Gusarov, V.M. (2003). *Statistika [Statistics]*. Moscow: YuNITI-DANA [in Russian].
- 17 Nazarov, M.G. (Eds.). (2009). *Statistika [Statistics]*. Retrieved from <https://static.my-shop.ru/product/pdf/208/2074707.pdf>
- 18 Namazbaeva, Z.I., Aitkulov, A.M., Sabirov, Zh.B., & Ageev, D.V. (2014). Risk zdoroviu naseleniia pri vozdeistvii melkodispersnoi pyli atmosfernoego vozdukha slozhnogo khimicheskogo sostava [The risk to the health of the population when exposed to fine dust of atmospheric air of a complex chemical composition]. Proceedings from Zoology at the turn of the century: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsiia — International Scientific and Practical Conference* (pp. 15). Karaganda [in Russian].
- 19 Namazbaeva, Z.I., & Bazeliuk, L.T. (2014). Izmeneniia funktsionalnogo sostoiianiia kletochnykh struktur u krysa pri vozdeistvii vzvshennykh pylevykh chastits [Changes in the functional state of cellular structures in rats under the influence of suspended dust particles]. Proceedings from Innovations in Science: *Mezhdunarodnaia konferentsiia — International Conference* (pp. 91–103) [in Russian].

O.V. Bulgakova, A. Zh. Kausbekova, R.I. Bersimbaev

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
(E-mail: ya.summer13@yandex.kz)*

Liquid biopsy: a new diagnostic method in clinical oncology

The goal of modern medicine is early diagnosis socially significant diseases that reduce the ability to work and affect on mortality in the population. Oncological diseases occupy second rank among the causes of deaths in Kazakhstan. At the same time, lung cancer is leading, the death rate from which in the Republic is 17.6 % of the total mortality from cancer. The cause of high mortality is the lack of effective diagnosis of lung cancer in the early stages of the disease. At the moment, clinical medicine does not have specific and highly sensitive oncomarkers suitable for using in screening studies of the population. Free-circulating nucleic acids, including mitochondrial DNA and microRNA, are stable in physiological fluids of the body, such as blood, serum, saliva, urine, etc. Moreover, the results of numerous studies have shown that the level of free-circulating nucleic acids can indicate pathological processes in the human body. This shows great prospects for the use of free-circulating nucleic acids as biomarkers for non-invasive diagnosis of cancer. In this review, we are presenting available data on the modern methods of non-invasive cancer detection, so called «liquid biopsy» based on free circulating nucleic acids.

Keywords: lung cancer, liquid biopsy, biomarkers, mitochondrial DNA, microRNA, free-circulating nucleic acids.

Currently, one of the problems of modern medicine is the growth of cancer rate in the developed countries, including Kazakhstan. Among malignant diseases the lung cancer occupies a leading position [1].

The lung cancer in the Republic of Kazakhstan makes up 11.4 % of the total number of malignant tumors. By morbidity and mortality, lung cancer ranks first place in Kazakhstan [2]. Exposure to radon, a naturally existing radioactive gas, is the second leading cause, according to the World Health Organization [3]. According to the experts the contribution of natural sources in the average annual radiation dose of the Kazakh population currently stands at 80 %, including 50 % from radon [4]. The genotoxic effects of radon on population of Kazakhstan are poorly understood, in spite of the fact that many regions of the country contain the high levels of radon. Therefore the search for blood-based tumor biomarkers for early detection of lung cancer is particularly acute in Kazakhstan.

Liquid biopsy is a revolutionary technique that is opening previously unexpected perspectives. It consists of the detection and isolation of free-circulating DNA, as a source of genomic information in patients with cancer.

In addition to the widely used methods of clinical diagnostics of cancer diseases, to date, a large amount of evidence has been accumulated about the involvement of microRNA in the carcinogenesis of various tumors, including lung cancer [5].

MicroRNAs (miRNAs) are small (~22 nucleotides), non-coding RNA molecules that regulate gene expression post-transcriptionally by inhibiting target mRNAs (Fig. 1).

As a result of the transcription of microRNA' genes, pri-microRNA is formed, having a length of a thousand base pairs. The nucleotide sequence of these molecules includes inverted repeats, due to which a hairpin structure forms [6].

The microprocessor protein complex consisting of proteins are known as Drosha and Pasha. Pasha or its analog in mammalian cells DGCR8, recognizes the features of the pri-microRNA' structure. In the opinion of some authors, Pasha/DGCR8 recognizes the cleavage sites of pri-microRNA due to the presence in their structures an extended terminal loop [7]. According to other authors, site identification is associated with the transition point of the double-stranded RNA structure to flanking single-stranded areas [8] (Fig. 1). DROSHA cleaves the 3' and 5' strands of a stem-loop in pri-miRNAs. After the events described above, occurring in the nucleus, pre-microRNA is formed. Pre-microRNA has two free nucleotides at the 3'-end, which are necessary for subsequent interaction with the Exportin 5 is a RanGTP-dependent protein that mediates nuclear export of pre-miRNAs.

Moreover the free nucleotides at the 3'-end are necessary for the interaction of pre-microRNA with a protein called Dicer. This enzyme, which contains the catalytic domain of RNase III, cuts out of the pre-microRNA' loop that connects the 3'- and 5'-ends of the hairpin. As a result, short double-stranded RNA molecules are formed [9].

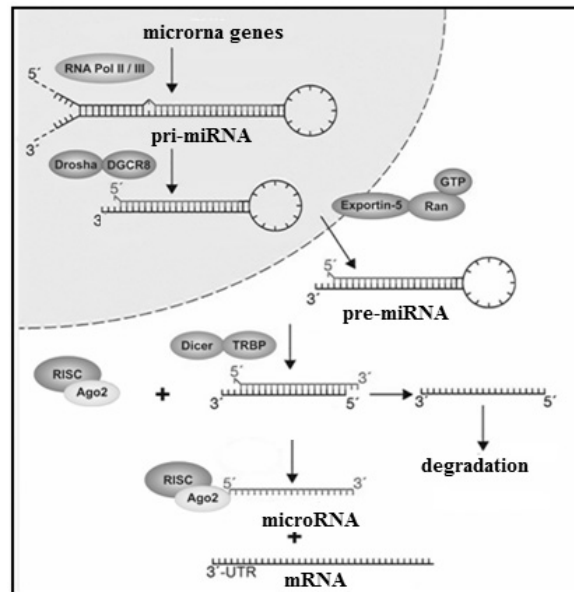


Figure 1. The microRNA biogenesis

The last stage of biogenesis of microRNA is mediated by the conversion of double-stranded RNA to mature single-stranded RNA (Fig. 1), which is used to recognize their mRNA targets. This process takes place with the participation of the RISC complex (RNA Induced Silencing Complex), which includes one of the proteins of the Argonaute family (AGO1, AGO2). microRNA-RISC complex leads to degradation of mRNA or block translational initiation [10].

An estimated one third of the human genome is regulated by microRNAs. Differentially expressed microRNAs have been identified in bronchopulmonary dysplasia, many of which regulate late lung development and alveolarization. Evidence is increasing that microRNAs are particularly important in lung homeostasis and development and have been demonstrated to be involved in many pulmonary diseases such as asthma, COPD, lung cancer and other smoking related diseases.

The important role of a differential expression of genes of microRNA in processes of malignant transformation is shown, and profiles of an expression of microRNA carry a tumor — specific character [11]. Recently, some microRNA-based drugs have been introduced as possible therapeutics agents. microRNAs act as a converter / mediator in the gene network of oncogenes and onco-suppressors. In one case, microRNA, regulated by oncogenes, can turn off onco-suppressor genes, which allows weakening cellular control over proliferation and adhesion. In another case, the tumor-suppressor microRNA can suppress the action of the oncogene (Fig. 2). Recently, some microRNA-based drugs have been introduced as possible therapeutics agents.

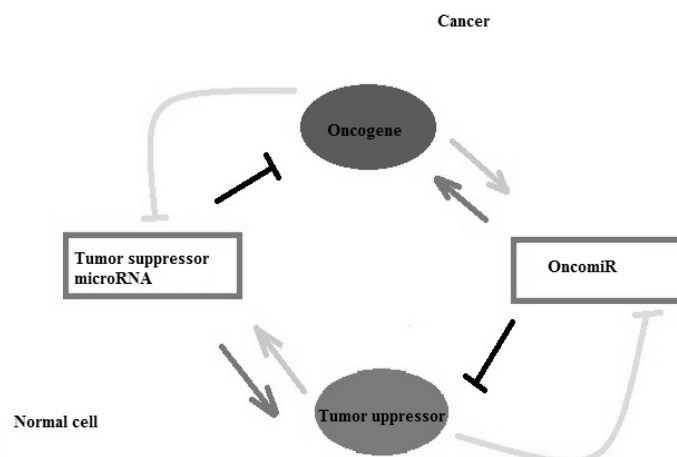


Figure 2. The role of microRNAs in carcinogenesis

We have studied the level of a microRNAs expression in lung cancer patients in comparison with healthy people [5, 12, 13]. The comparative analysis of blood free circulating microRNA in group of lung cancer patients vs control group showed the high level of some oncomiRs such as miR-155-5p [12], miR-19b-3p [5] and miR-125b-5p [13]. Our results demonstrate that expression of this microRNA in lung cancer patients was in 2, 7 and 4 times higher respectively than in control group. That allows to draw a conclusion about the possibility of using free-circulating microRNA as biomarkers of lung cancer [11, 14].

The interesting data were obtained about the effect of smoking as the main risk factor for the development of lung cancer and on the level of oncomiRs expression [5, 15]. In our studies the obtained results demonstrated, that in the smoking group of lung cancer patients the expression level of miR-19b-3p and miR-155-5p was significantly lower than in the group of non-smokers lung cancer patients. It is possible that this effect is explained a general decrease in all freely circulating miRNAs due to the inactivation of DICER, which is the main enzyme of miRNA biogenesis, by tobacco smoke. Our results are consistent with previous data, indicating the negative effect of tobacco smoke on miRNA biogenesis [16, 17].

Emerging evidence is establishing that microRNA are involved in regulating radiation-induced cellular processes and can be exploited to serve as biomarkers of human radiation exposure [18]. Recently, it has been shown that ionizing radiation can induce changes in miRNA expression profiles in normal human fibroblasts [18] and immortalized cell lines [19, 20]. An *in vivo* study found that microRNA signatures induced by ionizing radiation in mouse blood are radiation type and dose-specific [21]. microRNA expression signatures derived from mouse blood are exploited to serve as biomarkers for exposure to radiation [20]. Another study conducted on radiotherapy patients suggested that microRNA expression signatures can be used as biomarkers of radiation exposure in humans [21].

MicroRNAs are very promising as cancer biomarkers, but additional studies, especially meta-analyses of pooled data from different studies, are needed to validate the efficacy of microRNAs and to identify reliable microRNA panels to be used as cancer biomarkers.

The results of recent studies show that the free circulating mitochondrial DNA (mtDNA) also can be used as one of the promising markers for pathological processes' detection. At the present time it has become apparent that mitochondrial dysfunctions determine the development of many diseases, including malignant tumors and autoimmune diseases [22, 23].

Mitochondrial dysfunction leads to production and accumulation of the reactive oxygen species (ROS) which effect on the processes in the cells [24]. The accumulation of ROS in cells leads to oxidative stress and can break the work of the mitochondrial enzyme systems. In normal physiology, mitochondria are very important in the cell as they produce most of the adenosine triphosphate (ATP) via oxidative phosphorylation system which is a necessary energy supply for cellular processes.

It is known that in the hypoxia conditions normal functions of the mitochondrial respiratory chain complexes is disturbed, which is accompanied by increasing of mitochondrial membrane permeability. This process is responsible for the exit of mitochondrial DNA into the cytosol.

It is shown that in cancer cells increasing an anaerobic glycolysis is observed. Also the number of mitochondrial DNA copies changes at various forms of cancer. The increased number of copies mtDNA was found in a prostate and ovaries cancer, endometrial cancer and some forms of leukemia. To the contrary, the reduced number of copies mtDNA was found in gastric and liver carcinoma, in a breast cancer and other forms of cancer [25].

Mutations in the D-loop region were found both in mtDNA, directly isolated from liver carcinoma cells, and in the free-circulating mtDNA in the blood plasma of patients with liver cancer, which indicates that free-circulating mtDNA exists in the common free circulating DNA pool [26]. Whereas circulating mtDNA was also found in the blood of healthy people, as well as in patients with various diseases [27], particularly significant differences in the level of free circulating mtDNA were found between cancer patients and healthy individuals [10]. This made it possible to use the quantitative analysis of the mtDNA copy number in biological fluids (plasma / blood / urine) for early detection of different types of cancer [28].

Subsequent studies have shown that the level of free-circulating mtDNA can be used as a marker for the survival prognosis of patients with malignant tumors of different locations. Thus, a high level of free circulating mtDNA correlated with low survival of patients with prostate cancer [29].

Mitochondrial DNA is released in the circulation following general mechanisms of cell death: apoptosis and necrosis (Fig.3). Oncosis is a non-canonical form of programmed cell also can cause the presence of free-circulating mtDNA in the blood plasma of cancer patients (Fig. 3) [30].

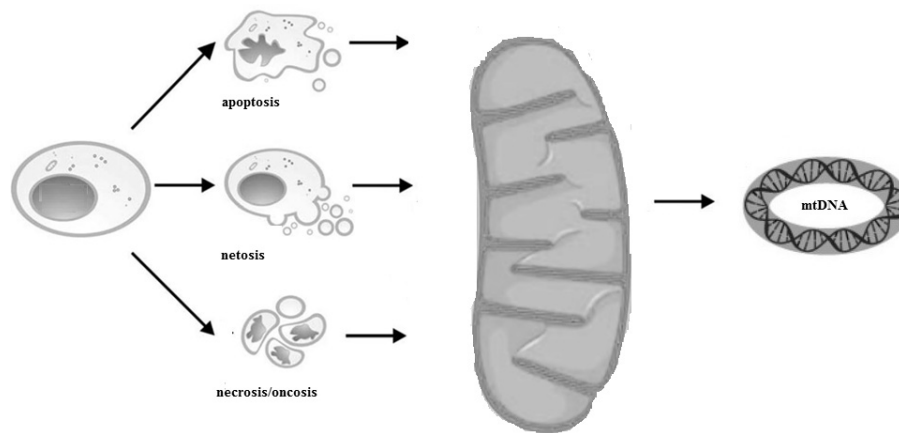


Figure 3. The origin of free-circulating mtDNA

Given that under certain conditions, neutrophils form mtDNA neutrophil extracellular traps (NETs), it is feasible that the circulating mtDNA observed may have been released through netosis (Fig. 3).

The recent data suggest that mtDNA can also induce the non-infectious systemic inflammatory response [30]. As we know that inflammation is a critical component of tumour progression. Therefore, it is quite possible that mtDNA can be not only a consequence, but also a cause of carcinogenesis.

Free-circulating mtDNA can be an indicator of carcinogenic effects [31]. Tan and colleagues show that cigarette smoke leads to increasing the frequency of mutations in the coding regions and in the D-loop region of mtDNA in buccal cells of smokers compared to the non-smokers [32]. Moreover, tobacco smoking causes an increase in the level of free-circulating mtDNA in the plasma of patients with malignant tumors of the head and neck [33].

The results of several studies indicate the possible role of circulating mtDNA as a biomarker of cellular damage caused by chronic exposure to low radiation doses [34]. Animal studies showed a significant increasing level of free-circulating mtDNA after X-ray exposure. In addition, the results of this experiment detected a number of mutations in free-circulating mtDNA after X-ray irradiation, which were absent in the control group without X-ray exposure [35].

The results of several studies indicate the possible role of circulating mtDNA as a biomarker of cellular damage caused by chronic exposure to low radiation doses [33]. Animal studies showed a significant increasing level of free-circulating mtDNA after X-ray exposure. In addition, the results of this experiment detected a number of mutations in free-circulating mtDNA after X-ray irradiation, which were absent in the control group without X-ray exposure [35].

Radiation therapy of cancer diseases also leads to increasing the level of free-circulating mtDNA in the plasma of patients and, consequently, this indicator can be used to monitor the effectiveness of treatment with ionizing radiation of cancer patients [36].

However, the influence of environmental factors on the level of free-circulating mtDNA at the moment is still not understood. Further research in this area can contribute to the development of preventive diagnostics aimed at identifying potential health risks associated with the impact of adverse environmental conditions or an incorrect lifestyle.

Several studies have shown that the level of the free-circulating mtDNA can be use as a biomarker of the cancer therapeutic resistance. For example, two independent studies have shown that a decrease in the level of free-circulating mtDNA associated with resistance to antitumor drugs such as anthracyclines and taxanes [37, 38]. Moreover Sanson et al., have shown that exogenous mtDNA can act as an oncogenic signal that promotes the activation of cancer stem cells after therapy. The horizontal transfer of mtDNA in the form of extracellular vesicles in contrast, provoked the development of resistance to hormonal therapy for breast cancer [39].

The correlation between the low level of mtDNA in the patient's plasma and the low susceptibility of the tumor to the drugs can be explained by the absence of death of tumor cells, which mediates the massive yield of free-circulating mtDNA, i.e. cancer therapy does not induce apoptosis / necrosis of tumor cells. Consequently, free-circulating mtDNA as a kind of marker of cell death can be used to monitor the effectiveness of the cancer therapy. A decrease in the level of free-circulating mtDNA in the blood plasma of lung cancer patients was shown in the case of resistance to erlotinib [40].

For many years, researchers have tried to create effective methods for cancer diagnosis, allowing detected malignant tumor at an early stage of development. Moreover, these diagnostic methods should be characterized by high specificity, sensitivity, absence of complications and to be sufficiently simple in technical terms. At the moment, molecular technology called «liquid biopsy» is becoming increasingly popular. A tissue biopsy is the «gold standard» of modern oncology. Despite the high accuracy, this method is very expensive, traumatic and unacceptable for mass screening studies of the population. «Liquid biopsy» is based on the use of physiological body fluids, such as blood, urine, saliva, etc., and has no risks for the patient compared to tissue biopsy. The markers in this case are free-circulating nucleic acids: microRNA and mitochondrial DNA.

Diagnostic methods based on the detection of free-circulating nucleic acids can be used not only in screening studies, but also serve as a reliable marker for the prognosis of the disease and the effectiveness of cancer therapy.

Thus, understanding the nature of these molecules, the mechanism of the biogenesis of free-circulating nucleic acids and their involvement in the processes of carcinogenesis is importance for personalized treatment of cancer diseases.

References

- 1 Aggarwal A. The state of lung cancer research: a global analysis / A. Aggarwal, G. Lewison, S. Idir, M. Peters, C. Aldige, W. Boerckel // *J. Thorac. Oncol.* — 2016. — Vol. 11. — P. 10–21.
- 2 Bersimbaev R. Residential radon exposure and lung cancer risk in Kazakhstan / R. Bersimbaev, O. Bulgakova // *Radon / F. Adrovic (ed.)*. — InTech, Rijeka, Croatia, 2017. — P. 93–124.
- 3 Zeeb H. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective // World Health Organization / H. Zeeb, F. Shannon (Eds.) // Geneva: World Health Organization, 2009. — P. 3–21.
- 4 Bersimbaev R. The health effects of radon and uranium on the population of Kazakhstan / R. Bersimbaev, O. Bulgakova // *Genes and Environment*. — 2015. — Vol. 37. — P. 18. doi: 10.1186/s41021-015-0019-3.
- 5 Bulgakova O. miR-19 in blood plasma reflects lung cancer occurrence but is not specifically associated with radon exposure / O. Bulgakova, D. Zhabayeva, A. Kussainova, A. Pulliero, A. Izzotti, R. Bersimbaev // *Oncology Letters*. — 2018. — Vol. 15(6). — P. 8816–8824.
- 6 Wahid F. MicroRNAs: synthesis, mechanism, function, and recent clinical trials / F. Wahid, A. Shehzad, T. Khan, Y.Y. Kim // *BiochimBiophys Acta*. — 2010. — Vol. 1803, No. 11. — P. 1231–1243.
- 7 Zeng Y. Recognition and cleavage of primary microRNA precursors by the nuclear processing enzyme Drosha / Y. Zeng, R. Yi, B.R. Cullen // *EMBO J.* — 2005. — Vol. 24, No. 1. — P. 138–148.
- 8 Han J. Molecular basis for the recognition of primary microRNAs by the Drosha-DGCR8 complex / J. Han, Y. Lee, K.H. Yeom, J.W. Nam, I. Heo // *Cell*. — 2006. — Vol. 125, No. 5. — P. 887–901.
- 9 Chendrimada T.P. TRBP recruits the Dicer complex to Ago2 for microRNA processing and gene silencing / T.P. Chendrimada et al. // *Nature*. — 2005. — Vol. 436, No. 7051. — P. 740–744.
- 10 Janowski B.A. Involvement of AGO1 and AGO2 in mammalian transcriptional silencing / B.A. Janowski et al. // *Nat. Struct. Mol. Biol.* — 2006. — Vol. 13, No. 9. — P. 787–792.
- 11 Izotti A. Extracellular microRNA in liquid biopsy: applicability in cancer diagnosis and prevention / A. Izotti, S. Carozzo, A. Pulhiero, D. Zhabayeva, J.L. Ravetti, R.I. Bersimbaev // *Amer. J. Cancer Res.* — 2016. — Vol. 6, No. 7. — P. 1461–1493.
- 12 Булгакова О.В. Роль miR-155-5p в патогенезе рака легкого / О.В. Булгакова, Д.Б. Жаббаева, Р.И. Берсимбаев // *Доклады НАН РК*. — 2017. — № 3. — С. 121–129.
- 13 Булгакова О.В. Роль miR125b в патогенезе рака легкого / О.В. Булгакова, Р.И. Берсимбаев // *Постгеномные технологии в медицине: от теории к практике: материалы конф.* — Воронеж, 2017. — С. 86–92.
- 14 Izotti A. Resistance to cancer chemotherapeutic drugs is determined by pivotal microRNA regulators / A. Izotti, M. Geretto, A. Pulliero, D. Zhabayeva, R.I. Bersimbaev // *Amer. J. Cancer Res.* — 2017. — Vol. 7, No. 7. — P. 1275–1297.
- 15 Булгакова О.В. Анализ экспрессии микроРНК при раке легкого, индуцированного курением / О.В. Булгакова, Р.И. Берсимбай // *Успехи молекулярной онкологии*. — 2017. — № 4. — С. 33, 34.
- 16 Gross T. MicroRNA Processing Defect in Smokers' Macrophages Is Linked to SUMOylation of the Endonuclease DICER / T. Gross, L. Powers, R. Boudreau, B. Brink, A. Reisetter, K. Goel, A. Gerke, I. Hassan, M.A. Monick // *J. Biol. Chem.* — 2014. — Vol. 289, No. 18. — P. 12823–12834.
- 17 Izzotti A. Blood and lung microRNAs as biomarkers of pulmonary tumorigenesis in cigarette smoke-exposed mice / A. Izzotti, R. Balansky, G. Ganchev, M. Ilcheva, M. Longobardi, A. Pulliero, M. Geretto, R. Micale, La Maestra S., M. Miller, et al. // *Oncotarget*. — 2016. — Vol. 7, No. 51. — P. 84758–84774.
- 18 Simone N.L. Ionizing radiation-induced oxidative stress alters microRNA expression / N.L. Simone, B.P. Soule, D. Ly, et al. // *PLoS One*. — 2009. — Vol. 4. — P. E6377.
- 19 Shin S. Alteration of miRNA profiles by ionizing radiation in A549 human non-small cell lung cancer cells / S. Shin, H.J. Cha, E.M. Lee, et al. // *Int. J. Oncol.* — 2009. — Vol. 35. — P. 81–86.
- 20 Chaudhry M.A. Real-time PCR analysis of micro-RNA expression in ionizing radiation-treated cells / M.A. Chaudhry // *Cancer BiotherRadiopharm.* — 2009. — Vol. 24. — P. 49–56.

- 21 Templin T. Radiation-induced micro-RNA expression changes in peripheral blood cells of radiotherapy patients / T. Templin, S. Paul, S.A. Amundson, E.F. Young, C.A. Barker, S.L. Wolden, L.B. Smilenov // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* — 2011. — Vol. 80, No. 2. — P. 549–557.
- 22 Holdenrieder S. New challenges for laboratory diagnostics in non-small cell lung cancer / S. Holdenrieder // *Cancer Biomarkers.* — 2010. — Vol. 6, No. 3–4. — P. 119–121.
- 23 Frank M.O. Circulating cell-free DNA differentiates severity of inflammation/ M.O. Frank // *Biol. Res. Nurs.* — 2016. — Pii:1099800416642571.
- 24 Berezin A.E. Circulating cell-free mitochondrial DNA as biomarker of cardiovascular risk: new challenges of old findings/ A.E. Berezin // *Angiology.* — 2017. — Vol. 3, No. 4. — P. 1–3.
- 25 Meng A. Mitochondrial DNA copy number alteration in human cancers/ A. Meng // *NA J. Med. Sci.* — 2013. — Vol. 6, No. 1. — P. 22–25.
- 26 Nomoto S. Mitochondrial D-loop mutations as clonal markers in multicentric hepatocellular carcinoma and plasma / S. Nomoto, K. Yamashita, K. Koshikawa, A. Nakao, D. Sidransky // *Clin Cancer Res.* — 2002. — Vol. 8, No. 2. — P. 481–487.
- 27 Chiu R.W.K. Quantitative analysis of circulating mitochondrial DNA in plasma / Chiu R.W.K., Chan L.Y.S., Lam N.Y.L., Tsui N.B.Y., Ng E.K.O., Rainer T.H., Lo Y.M.D. // *Clinical Chemistry.* — 2003. — Vol. 4, No. 5. — P. 719–726.
- 28 Yu M. Circulating cell-free mitochondrial DNA as a novel cancer biomarker: opportunities and challenges / M. Yu // *Mitochondrial DNA.* — 2012. — Vol. 23, No. 5. — P. 329–332.
- 29 Mehra N. Circulating mitochondrial nucleic acids have prognostic value for survival in patients with advanced prostate cancer / N. Mehra, M. Penning, J. Maas, N. van Daal, R.H. Giles, E.E. Voest // *Clin. Cancer Res.* — 2007. — Vol. 13. — P. 421–426.
- 30 Булгакова О.В. Современные представления о свободно-циркулирующих нуклеиновых кислотах и их роль в медицине / О.В. Булгакова. — Астана: Мастер По, 2018. — 114 с.
- 31 Budnik L.T. Circulating mitochondrial DNA as biomarker linking environmental chemical exposure to early preclinical lesions elevation of mtDNA in human serum after exposure to carcinogenic halo-alkane-based pesticides / L.T. Budnik, S. Kloth, X. Baur, A.M. Preisser, H. Schwarzenbach // *PLoS. One.* — 2013. — Vol. 8, No. 5. — P. E64413.
- 32 Tan D. Associations between cigarette smoking and mitochondrial DNA abnormalities in buccal cells / D. Tan, D.S. Goerlitz, R.G. Dumitrescu, et al. // *Carcinogenesis.* — 2008. — Vol. 29, No. 6. — P. 1170–1177.
- 33 Kumar M. Cell-free mitochondrial DNA copy number variation in head and neck squamous cell carcinoma: A study of non-invasive biomarker from Northeast India / M. Kumar, S. Srivastava, S.A. Singh, A.K. Das, G.C. Das, B. Dhar, S.K. Ghosh, R. Mondal // *Tumour Biol.* — 2017. — Vol. 39, No. 10. — DOI. 1010428317736643.
- 34 Borghini A. Increased circulating cell-free DNA levels and mtDNA fragments in interventional cardiologists occupationally exposed to low levels of ionizing radiation / A. Borghini, A. Mercuri, S. Turchi, M.R. Chiesa, E. Piccaluga, M.G. Andreassi // *Environ. Mol. Mutagen.* — 2015. — Vol. 56(3). — P. 293–300.
- 35 Abdullaev S.A. Cell-free DNA in the urine of rats exposed to ionizing radiation / S.A. Abdullaev, G.M. Minkabirova, V.G. Bezlepkin, A. Gaziev // *Radiat Environ Biophys.* — 2015. — Vol. 54, No. 3. — P. 297–304.
- 36 Cheng C. Quantification of circulating cell-free DNA in the plasma of cancer patients during radiation therapy / C. Cheng, M. Omura-Minamisawa, Y. Kang, T. Hara, I. Koike, T. Inoue // *Cancer Sci.* — 2009. — Vol. 100, No. 2. — P. 303–309.
- 37 Guerra F. Mitochondrial DNA mutation in serous ovarian cancer: implications for mitochondria-coded genes in chemoresistance / F. Guerra, A.M. Perrone, I. Kurelac, D. Santini, C. Ceccarelli, M. Cricca, C. Zamagni, P. De Iaco, G.J. Gasparre // *Clin. Oncol.* — 2012. — Vol. 30, No. 36. — P. E373–E378.
- 38 Hsu C.W. Mitochondrial DNA content as a potential marker to predict response to anthracycline in breast cancer patients/ C.W. Hsu, P.H. Yin, H.C. Lee, C.W. Chi, L.M. Tseng // *Breast J.* — 2010. — Vol. 16, No. 3. — P. 264–270.
- 39 Sansone P. Packaging and transfer of mitochondrial DNA via exosomes regulate escape from dormancy in hormonal therapy-resistant breast cancer / P. Sansone, C. Savini, I. Kurelac, Q. Chang, L.B. Amato, A. Strillacci, J. Bromberg // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* — 2017. — Vol. 114, No. 43. — P. E9066–E9075.
- 40 Huang C-Y. Circulating free mitochondrial DNA concentration and its association with erlotinib treatment in patients with adenocarcinoma of the lung / Huang C-Y., Chen Y-M., Wu C-H. et al. // *Oncology Letters.* — 2014. — Vol. 7, No. 6. — P. 2180–2184.

О.В. Булгакова, А.Ж. Қауысбекова, Р.І. Берсімбаев

Сұйық биопсия: клиникалық онкологияның жаңа диагностикалық әдісі

Заманауи медицина алдында халықтың еңбекке қабілеттілігін төмендететін және халықтың жалпы өлімінің көрсеткішіне әсер ететін әлеуметтік маңызды ауруларды ерте анықтау мәселесі өте маңызды. Онкологиялық аурулар Қазақстандағы өлім себептері бойынша екінші орынға ие. Соның ішінде Республикадағы өлім-жітімнің жалпы үлесінің 17,6%-ын құрайтын өкпе қатерлі ісігі — алдыңғы себептердің бірі. Өлімнің үлкен ықтималдығының себебі осы ауруды алғашқы сатыларында диагностикалау өте қиын. Қазіргі кезде клиникалық медицинада халыққа скринингтік зерттеуде қолдануға жарамды, спецификалық және өте сезімтал онкомаркерлер жоқ. Еркін айналатын нуклеин қышқылдары, соның ішінде митохондриялық ДНҚ және микроРНҚ, қан, сарысу, сілекей, несеп және сол сияқты физиологиялық сұйықтықтарда тұрақты. Сондай-ақ көптеген зерттеулердің нәтижелері еркін айналатын нуклеин қышқылдарының деңгейі адам ағзасындағы патологиялық үрдістерді көрсете алатынын дәлелдеді. Бұл онкологиялық ауруларды инвазивті емес диагностикалау үшін биомаркерлер ретінде еркін айналатын нуклеин қышқылдарын пайдаланудың үлкен

перспективаларын көрсетеді. Шолу мақалада авторлар еркін айналатын нуклеин қышқылдары негізіндегі «сұйық биопсия» деп аталатын қатерлі ісікті инвазивті емес анықтаудың заманауи әдістері туралы деректер туралы баяндады.

Кілт сөздер: өкпе қатерлі ісігі, сұйық биопсия, биомаркерлер, митохондриялық ДНК, микроРНК, еркін айналатын нуклеин қышқылдары.

О.В. Булгакова, А.Ж. Каусбекова, Р.И. Берсимбаев

Жидкая биопсия: новый диагностический метод в клинической онкологии

Перед современной медициной очень остро стоит вопрос ранней диагностики социально значимых заболеваний, снижающих трудоспособность населения и влияющих на показатель общей смертности в популяции. Онкологические заболевания занимают вторую ранговую позицию среди причин смертей в Казахстане. При этом лидирует рак легкого, смертность от которого в республике составляет 17,6 % от общей доли смертей от злокачественных неоплазий. Причина высокой вероятности летального исхода кроется в крайне затруднительной диагностике данного заболевания на ранних стадиях развития. На данный момент клиническая медицина не имеет специфических и высокочувствительных онкомаркеров, пригодных для использования в скрининговых исследованиях населения. Свободно циркулирующие нуклеиновые кислоты, включающие в себя митохондриальную ДНК и микроРНК, достаточно устойчивы в физиологических жидкостях организма, таких как кровь, сыворотка, слюна, моча и т.д. Более того, результаты многочисленных исследований показали, что уровень свободно циркулирующих нуклеиновых кислот может отражать патологические процессы в организме человека. Это говорит о больших перспективах использования свободно-циркулирующих нуклеиновых кислот в качестве биомаркеров для неинвазивной диагностики онкологических заболеваний. В данном обзоре мы представляем имеющиеся данные о современных методах неинвазивного выявления рака, так называемой «жидкой биопсии», на основе свободных циркулирующих нуклеиновых кислот.

Ключевые слова: рак легкого, жидкая биопсия, биомаркеры, митохондриальная ДНК, микроРНК, свободно-циркулирующие нуклеиновые кислоты.

References

- 1 Aggarwal, A., Lewison, G., Idir, S., Peters, M., Aldige, C., & Boerckel, W. (2016). The state of lung cancer research: a global analysis. *J. Thorac. Oncol.*, 11, 10–21.
- 2 Bersimbaev, R., & Bulgakova, O. (2017). Residential radon exposure and lung cancer risk in Kazakhstan. *Radon*. F. Adrovic (ed.). InTech, Rijeka, Croatia, 93–124.
- 3 Zeeb, H., & Shannon, F. (2009). WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. *World Health Organization*. Zeeb H and Shannon F (eds.). World Health Organization, Geneva, 3–21.
- 4 Bersimbaev, R., & Bulgakova, O. (2015). The health effects of radon and uranium on the population of Kazakhstan. *Genes and Environment* 37, 18. doi: 10.1186/s41021-015-0019-3.
- 5 Bulgakova, O., Zhabayeva, D., Kussainova, A., Pulliero, A., Izzotti, A., & Bersimbaev, R. (2018). miR-19 in blood plasma reflects lung cancer occurrence but is not specifically associated with radon exposure. *Oncology Letters*, 15(6), 8816–8824.
- 6 Wahid, F., Shehzad, A., Khan, T., & Kim, Y.Y. (2010). MicroRNAs: synthesis, mechanism, function, and recent clinical trials. *BiochimBiophys Acta*, 1803(11), 1231–1243.
- 7 Zeng, Y., Yi, R., & Cullen, B.R. (2005). Recognition and cleavage of primary microRNA precursors by the nuclear processing enzyme Drosha. *EMBO J.*, 24(1), 138–148.
- 8 Han J., Lee Y., Yeom K. H., Nam J. W., & Heo I. (2006). Molecular basis for the recognition of primary microRNAs by the Drosha-DGCR8 complex. *Cell*, 125(5), 887–901.
- 9 Chendrimada, T.P. et al. (2005). TRBP recruits the Dicer complex to Ago2 for microRNA processing and gene silencing. *Nature*, 436(7051), 740–744.
- 10 Janowski, B.A. et al. (2006). Involvement of AGO1 and AGO2 in mammalian transcriptional silencing. *Nat. Struct. Mol. Biol.*, 13(9), 787–792.
- 11 Izotti, A., Carozzo, S., Pulhiero, A., Zhabayeva, D., Ravetti, J.L., & Bersimbaev, R.I. (2016). Extracellular microRNA in liquid biopsy: applicability in cancer diagnosis and prevention. *Amer. J. Cancer Res.*, 6(7), 1461–1493.
- 12 Bulgakova, O.V., Zhabayeva, D.B., & Bersimbayev, R.I. (2017). Rol miR-155-5p v patoheneze raka lehkoho [Role of miR-155-5p in the pathogenesis of lung cancer]. *Doklady NAN RK — Reports of NAS RK*, 3, 121–129 [in Russian].
- 13 Bulgakova, O.V., & Bersimbayev, R.I. (2017). Rol miR125b v patoheneze raka lehkoho [Role miR125b in the pathogenesis of lung cancer] Proceedings from Postgenomic technologies in medicine: from theory to practice'17. *Konferentsiia — Conference* (pp. 86–92). Voronezh [in Russian].
- 14 Izotti, A., Geretto, M., Pulliero, A., Zhabayeva, D., & Bersimbaev, R.I. (2017). Resistance to cancer chemotherapeutic drugs is determined by pivotal microRNA regulators. *Amer. J. Cancer Res.*, 7(7), 1275–1297.

- 15 Bulgakova, O.V., & Bersimbaev, R.I. (2017). Analiz ekspressii mikroRNK pri rake lehkoho, indutsirovannoho kureniiem [Analysis of microRNA expression in lung cancer induced by smoking]. *Uspekhi molekuliarnoi onkologii — Advances in molecular oncology*, 4, 33–34 [in Russian].
- 16 Gross, T., Powers, L., Boudreau, R., Brink, B., Reisetter, A., & Goel, K., et al. (2014). A MicroRNA Processing Defect in Smokers' Macrophages Is Linked to SUMOylation of the Endonuclease DICER. *J. Biol. Chem.*, 289(18), 12823–12834.
- 17 Izzotti, A., Balansky, R., Ganchev, G., Ilcheva, M., Longobardi, M., & Pulliero, A., et al. (2016). Blood and lung microRNAs as biomarkers of pulmonary tumorigenesis in cigarette smoke-exposed mice. *Oncotarget*, 7(51), 84758–84774.
- 18 Simone, N.L., Soule, B.P., & Ly, D., et al. (2009). Ionizing radiation-induced oxidative stress alters microRNA expression. *PLoS. One*, 4, E6377.
- 19 Shin, S., Cha, H.J., & Lee, E.M., et al. (2009). Alteration of miRNA profiles by ionizing radiation in A549 human non-small cell lung cancer cells. *Int. J. Oncol.*, 35, 81–86.
- 20 Chaudhry, M.A. (2009). Real-time PCR analysis of micro-RNA expression in ionizing radiation-treated cells. *Cancer BiotherRadiopharm*, 24, 49–56.
- 21 Templin, T. Paul, S., Amundson, S.A., Young, E.F., Barker, C.A., Wolden, S.L., & Smilenov, L.B. (2011). Radiation-induced micro-RNA expression changes in peripheral blood cells of radiotherapy patients. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 80(2), 549–557.
- 22 Holdenrieder, S. (2010). New challenges for laboratory diagnostics in non-small cell lung cancer. *Cancer Biomarkers*, 6, 3–4, 119–121.
- 23 Frank, M.O. (2016). Circulating cell-free DNA differentiates severity of inflammation. *Biol. Res. Nurs.* pii: 1099800416642571.
- 24 Berezin, A.E. (2017). Circulating cell-free mitochondrial DNA as biomarker of cardiovascular risk: new challenges of old findings. *Angiology*, 3(4), 1–3.
- 25 Meng, A. (2013). Mitochondrial DNA copy number alteration in human cancers. *NA J. Med. Sci.*, 6(1), 22–25.
- 26 Nomoto, S., Yamashita, K., Koshikawa, K., Nakao, A., & Sidransky, D. (2002). Mitochondrial D-loop mutations as clonal markers in multicentric hepatocellular carcinoma and plasma. *Clin. Cancer Res.*, 8(2), 481–487.
- 27 Chiu, R.W.K., Chan, L.Y.S., Lam, N.Y.L., Tsui, N.B.Y., Ng, E.K.O., & Rainer, T.H., et al. (2003). Quantitative analysis of circulating mitochondrial DNA in plasma. *Clinical Chemistry*, 4(5), 719–726.
- 28 Yu, M. (2012). Circulating cell-free mitochondrial DNA as a novel cancer biomarker: opportunities and challenges. *Mitochondrial DNA*, 23(5), 329–332.
- 29 Mehra, N., Penning, M., Maas, J., van Daal, N., Giles, R.H., & Voest, E.E. (2007). Circulating mitochondrial nucleic acids have prognostic value for survival in patients with advanced prostate cancer. *Clin. Cancer Res.*, 13, 421–426.
- 30 Bulgakova, O.V. (2018) *Sovremennye predstavleniia o svobodno-tsirkuliruiushchikh nukleinovykh kislotakh i ikh rol v meditsine. [The contemporary views of free-circulating nucleic acids and their role in medicine]*. Astana: Master Po, 114 [in Russian].
- 31 Budnik, L.T., Kloth, S., Baur, X., Preisser, A.M., & Schwarzenbach, H. (2013). Circulating mitochondrial DNA as biomarker linking environmental chemical exposure to early preclinical lesions elevation of mtDNA in human serum after exposure to carcinogenic halo-alkane-based pesticides. *PLoS. One*, 8(5), E64413.
- 32 Tan, D., Goerlitz, D.S., & Dumitrescu, R.G. et al. (2008). Associations between cigarette smoking and mitochondrial DNA abnormalities in buccal cells. *Carcinogenesis*, 29(6), 1170–1177.
- 33 Kumar, M., Srivastava, S., Singh, S.A., Das, A.K., Das, G.C., & Dhar, B., et al. (2017). Cell-free mitochondrial DNA copy number variation in head and neck squamous cell carcinoma: A study of non-invasive biomarker from Northeast India. *Tumour Biol.*, 39(10), DOI: 1010428317736643.
- 34 Borghini, A., Mercuri, A., Turchi, S., Chiesa, M.R., Piccaluga, E., & Andreassi, M.G. (2015). Increased circulating cell-free DNA levels and mtDNA fragments in interventional cardiologists occupationally exposed to low levels of ionizing radiation. *Environ. Mol. Mutagen*, 56(3), 293–300.
- 35 Abdullaev, S.A., Minkabirova, G.M., Bezlepkin, V.G., & Gaziev, A. (2015). Cell-free DNA in the urine of rats exposed to ionizing radiation. *Radiat. Environ. Biophys.*, 54(3), 297–304.
- 36 Cheng, C., Omura-Minamisawa, M., Kang, Y., Hara, T., Koike, I., & Inoue, T. (2009). Quantification of circulating cell-free DNA in the plasma of cancer patients during radiation therapy. *Cancer Sci.*, 100(2), 303–309.
- 37 Guerra, F., Perrone, A.M., Kurelac, I., Santini, D., Ceccarelli, C., & Cricca, M., et al. (2012). Mitochondrial DNA mutation in serous ovarian cancer: implications for mitochondria-coded genes in chemoresistance. *Clin. Oncol.*, 30(36), E373–E378.
- 38 Hsu, C.W., Yin, P.H., Lee, H.C., Chi, C.W., & Tseng, L.M. (2010). Mitochondrial DNA content as a potential marker to predict response to anthracycline in breast cancer patients. *Breast J.*, 16(3), 264–270.
- 39 Sansone, P., Savini, C., Kurelac, I., Chang, Q., Amato, L.B., & Strillacci, A., et al. (2017). Packaging and transfer of mitochondrial DNA via exosomes regulate escape from dormancy in hormonal therapy-resistant breast cancer. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(43), E9066–E9075.
- 40 Huang, C-Y., Chen, Y-M., & Wu, C-H. et al. (2014). Circulating free mitochondrial DNA concentration and its association with erlotinib treatment in patients with adenocarcinoma of the lung. *Oncology Letters*, 7(6), 2180–2184.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Abduova, A.A.** — Candidate of technical science, Docent, M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.
- Abilova, Zh.M.** — Junior researcher, Laboratory of Genomic and personalized medicine, Center for Life Sciences, National Laboratory, Astana; Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan.
- Aitkulov, A.M.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University.
- Akbaeva, L.H.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
- Akhmetova, A.Zh.** — Researcher, Laboratory of Genomic and personalized medicine, Center for Life Sciences, National Laboratory, Astana; Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan.
- Akhtanova, A.B.** — Senior engineer, RSE «Mangyshlak Experimental Botanical Garden» CS MES RK, Aktau, Kazakhstan.
- Akilzhanova, A.R.** — Head of laboratory, Laboratory of Genomic and personalized medicine, Center for Life Sciences, National Laboratory, Astana; Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan.
- Aubakirova, B.N.** — PhD, Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan.
- Baranova, T.N.** — Doctor of biological sciences, Professor, Saint-Petersburg State University, Russia.
- Bekbosynova, M.S.** — First Deputy Chairman of the Board, «National Research Cardiac Surgery Centre» JSC, Astana, Kazakhstan.
- Belozarov, I.F.** — Candidate of agricultural science, RSE «Mangyshlak Experimental Botanical Garden» CS MES RK, Aktau, Kazakhstan.
- Bersimbaev, R.I.** — Doctor of biological sciences, Professor, Academician of NAS of RK, Head of the Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
- Bulgakova, O.V.** — PhD, Associate Professor of the Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
- Burashev, E.D.** — Junior Researcher, RSE «Research Institute for Problems of Biological Safety», Gvardeisky village, Kazakhstan.
- Chervyakova, O.V.** — Candidate of biological sciences, Chief researcher, RSE «Research Institute for Problems of Biological Safety», Gvardeisky village, Kazakhstan.
- Dinova, G.E.** — Master of Biological Sciences, junior researcher, RSE «Mangyshlak Experimental Botanical Garden» CS MES RK, Aktau, Kazakhstan.
- Gully, Ch.** — Director, Center for Medical Research, Medical University of Graz, Austria.
- Imanbayeva, A.A.** — Candidate of biological science, RSE «Mangyshlak Experimental Botanical Garden» CS MES RK, Aktau, Kazakhstan.
- Isabek, A.U.** — Senior laboratory assistant, RSE «Research Institute for Problems of Biological Safety», Gvardeisky village, Kazakhstan.
- Isakova, E.A.** — Junior researcher, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan.
- Ishmuratova, M.Yu.** — Candidate of biological sciences, Associate professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.

- Kairov, U.E.** — Head of Laboratory, Laboratory of Bioinformatics and systems biology, Center for Life Sciences, National Laboratory, Astana; Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan.
- Kausbekova, A. Zh.** — PhD student, Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
- Kolossov, R.A.** — Student, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Konkabayeva, A.E.** — Doctor of biological sciences, Professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Kosareva, O.N.** — Candidate of biological sciences, Docent, RSE «Mangyshlak Experimental Botanical Garden» CS MES RK, Aktau, Kazakhstan.
- Kupriyanov, A.N.** — Doctor of biological science, professor, Kuzbass Botanical Garden of the Institute of Physics and Technology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russia.
- Lagus, O.A.** — Junior researcher, Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan.
- Mamytova, N.S.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
- Moshkalov, B.M.** — Principal, Syrdarya-Turkestan State Regional Natural Park, Shymkent, Kazakhstan.
- Mukasheva, M.A.** — Doctor of biological sciences, Professor, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Nurlybayeva, K.A.** — Master of biological sciences, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Rakhimova, S.E.** — Researcher, Laboratory of Genomic and personalized medicine, Center for Life Sciences, National Laboratory, Astana; Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan.
- Sataev, M.I.** — Doctor of technical science, Professor, Vice-rector for scientific work and innovation, M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.
- Sirman, D.Yu.** — Researcher, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Shumadekova, A.D.** — Master, Head of the Department of formation of the state order of the Department of higher and postgraduate Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.
- Skrylnik, E.V.** — Doctor of agrarian sciences, Senior researcher, Head of Organic Fertilizers and Humus Laboratory, NSC «Institute for soil science and agrochemical researches named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine.
- Starikova, A.E.** — PhD, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Tovstiy, Yu.N.** — Junior scientist, NSC «Institute for soil science and agrochemical researches named after Sokolovskiy», Kharkiv, Ukraine.
- Sultankulova, K.T.** — Candidate of biological sciences, Professor, Head of the Laboratory «Molecular Biology and Genetic Engineering», RSE «Research Institute for Problems of Biological Safety», Gvardeisky village, Kazakhstan.
- Tlenchiyeva, T.M.** — Senior laboratory Assistant, RSE «Research Institute for Problems of Biological Safety», Gvardeisky village, Kazakhstan.
- Tulegenov, E.A.** — PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
- Tykezhanova, G.M.** — Candidate of biological sciences, Docent, Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.
- Vdovina, T.A.** — Candidate of biological sciences, Leading Researcher, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan.
- Vinokurov, A.A.** — Senior Researcher, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan.
- Zharylkapov, I.** — Head of Scientific Department of Syrdarya-Turkestan State Regional Natural Park, Shymkent, Kazakhstan.
- Zhumabekova, A.Zh.** — Master, The head of the Department of formation of the state order of the Department of higher and postgraduate, Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

**2018 жылғы «Қарағанды университетінің хабаршысында»
жарияланған мақалалардың көрсеткіші.
«Биология. Медицина. География» сериясы**

№ б.

БИОЛОГИЯ

<i>Абдулина Г.А., Ахметова С.Б., Джантасова А.Д., Демиртола А.Е., Одул Т., Унашева А., Мустафина А.</i> Оқу бөлмелерінің ауасына микробиологиялық мониторинг жүргізу — оқушылар арасында ауалы-тамшылы инфекцияны алдын алудың негізі	1	20
<i>Абимильдина С.Т., Кофтанюк Н.В., Марданова З.Ж., Жусупбаева Д.А., Валишина Г.Л., Сметанска И.</i> «Ет наны» жаңа ұлттық өнімді жасаудың ұтымдылығы.....	1	42
<i>Абукенова В.С., Бялова Ж.Ж.</i> Қарағанды облысы кейбір аймақтардың одонатофауна түрлер құрамының сипаттамасы	2	53
<i>Абукенова В.С., Бялова Ж.Ж., Бялова М.Ж.</i> Нұра өзенінің гидробионттардың түрлік құрамы бойынша сапробтық дәрежесін анықтау	3	40
<i>Адильбекова Э.К., Абуов Г.С., Алибаев Н.Н.</i> Оңтүстік Қазақстандағы өсірілетін түйелердің селекциялық табынындағы генетикалық қорларының сүт өнімділігі	3	70
<i>Ақынова Л.А., Есназар А.Ж., Елмұратова А.С., Исалиева Н.С.</i> Мұнай және мұнай өнімдерімен түрлі жағдайларда ластанған аймақтардың флорасын зерттеу	2	46
<i>Ауельбекова А.К., Қыздарова Д.К., Атикеева С.Н., Айдарбаева Д.К., Каримтаева Т.Н.</i> Қарағанды облысы Бұқаржырау ауданының дәрілік өсімдіктерінің негізгі фенологиялық фазаларын зерттеу және олардың жинау күнтізбесін құру.....	3	58
<i>Ахметалимова А.М., Ишмуратова М.Ю., Ивасенко С.А., Посева И.В., Людвичук А.</i> <i>Thymus eremita</i> Клок. дәрілік шикізатының жерүсті ағзаларының анатомиялық диагностикалық белгілерін анықтау	2	67
<i>Ахметжанова А.І., Нұржанова П.</i> Ескене таулы өңірінің ерте көктемде гүлдейтін өсімдіктерінің биоэкологиялық ерекшеліктері	3	48
<i>Вдовина Т.А., Винокуров А.А., Лагус О.А., Исакова Е.А.</i> Қазақстанның аридті жағдайында ағаш-бұта және жеміс өсімдіктерін отырғызу кезінде «Aquasorb» ылғал ұстайтын полимерін енгізу.....	4	33
<i>Григорьева И.В., Абукенова В.С., Гилль В.В.</i> Білім беру жүйесіндегі сайттар мәні	2	72
<i>Дмитриев П.С., Носонов А.М., Лысакова Т.Н., Гордиянова Г.В., Лантева И.В.</i> Экологиялық жол көрсету экологиялық туризмнің бір формасы ретінде	3	84
<i>Жаппар Н.Қ., Шайхутдинов В.М., Канафин Е.Н., Тен О.А., Балпанов Д.С., Еркасов Р.Ш., Бакибаев А.А., Ишмуратова М.Ю.</i> Бактериялармен иммобилденген ағынды биореакторда эквивалентті темірдің тотығу тиімділігін зерттеу	3	77
<i>Жунусова М.А., Ишмуратова М.Ю., Абдуллабекова Р.А., Журавель И.А.</i> <i>Scabiosa isetensis</i> және <i>S. ochroleuca</i> шикізаттарына морфологиялық салыстырмалы талдау	1	15
<i>Жұмағалиева Ж.Ж., Жалмаханбетова Р.И., Елеунаева Ш.К., Корчин В.И.</i> <i>Artemisia gracil.</i> Krasch. et өсімдігінен алынған сантониннің аминтуындыларының тотығуға қарсы белсенділігі	2	40
<i>Иманбаева А.А., Белозеров И.Ф., Ишмуратова М.Ю.</i> Маңғышлақ табиғи флора жағдайындағы дәрілік өсімдіктердің интродукциялық құндылықтарының диагностикасы.....	4	54
<i>Исабек А.У., Гленчиева Т.М., Червякова О.В., Бурашев Е.Д., Султанкулова К.Т.</i> Құс тұмауы вирусының гемагглютинин генінің суббірліктерін алу үшін праймерлерді таңдау.....	4	61
<i>Калиева А.Н., Дигарбаева А.М.</i> Оңтүстік Шығыс Қазақстан аймағындағы <i>Agrimonia asiatica</i> Juz. дәрілік өсімдігінің биологиялық ерекшеліктері.....	1	28
<i>Каренов Р.С., Бекишев К.Б.</i> Биотехнология: ғылыми-техникалық прогрестегі оның рөлі және орны.	3	53
<i>Кириллов В.Ю., Стихарева Т.Н., Серафимович М.В., Мұқашева Ф.Т., Геринг А.В., Сарсенбаева Л.А., Атажанова Г.А., Адекенов С.М.</i> Солтүстік Қазақстанда өсетін <i>Pulsatilla</i> екі түрлерінің эфир майларының химиялық құрамы.....	2	29
<i>Кобжасарова З.И., Касьмова М.К., Орымбетова Г.Э., Кайнова Ж.Н.</i> Құс етінен жасалған салмалы ораманы өндіру технологиясын жетілдіру	3	65
<i>Кожевникова Л.Н., Левых А.Ю., Панченко В.Ю.</i> Солтүстік Қазақстан облысының «Қызылжар орман шаруашылығы» ҚММ ормандарында <i>Luzantria dispar</i> таралуы.....	3	33
<i>Колесникова Н.В., Байняшев А.М., Кожевников С.К., Ергалиев Т.М.</i> Ауыл шаруашылығындағы заманауи гидропониялық жүйелердің артықшылықтары мен кемшіліктері.....	3	9

<i>Конкабаева А.Е., Сирман Д.Ю., Колосов Р.А.</i> Қарағанды облысының өнеркәсіптік аймақтарында өсірілген өсімдік өнімдерімен ұзақмерзімді қоректенген егеуқұйрықтардың морфометриялық динамика көрсеткіштерінің ерекшеліктері.....	2	9
<i>Конкабаева А.Е., Сирман Д.Ю., Тькежанова Г.М., Баранова Т.Н., Колосов Р.А.</i> Мыс ацетатының әсері кезінде кәдімгі қызылша тұқымы (<i>Beta vulgaris</i>) тұнбасының жедел және созылмалы тәжірибедегі жануарлардың ақуыз және көмірсу алмасуының көрсеткіштеріне әсері.....	4	26
<i>Косарева О.Н., Динова Г.Е., Ахтанова А.Б.</i> Маңғыстаудың аридті жағдайындағы интродукцияланған алма сұрыптарының биологиялық ерекшеліктері.....	4	8
<i>Куприянов А.Н., Абдуова А.А., Сатаев М.И., Мошкалов Б.М., Жарылқапов И.</i> Сырдария-Түркістан аймақтық табиғи саябағы аясындағы Боралдай тауының орман өсімдіктерін зерттеу.....	4	46
<i>Максутбекова Г.Т., Ахматов М.К.</i> Жезқазған қаласының жағдайында өсімдіктердің су режимін зерделеу.....	3	18
<i>Мамытова Н.С., Акбаева Л.Х., Жумабекова А.Ж., Тулегенов Е.А., Аубакирова Б.Н.</i> Орташа жылдық көрсеткіштер бойынша Ақмола облысындағы су объектілерінің өзін-өзі тазарту қабілетін зерттеу.....	4	39
<i>Мырзабаев А.Б., Куватбаева К.Н.</i> Кент таулы-орман аймағындағы топыраққа жасалған зерттеу.....	2	79
<i>Нурлыбаева К.А., Мукашева М.А., Суржіков В.Д., Мукашева Г.Ж., Старикова А.Е.</i> Қарағанды қаласының атмосфералық ауасының ластануына өндіріс орындарының әсері.....	2	35
<i>Оразбаева П.З., Ишмуратова М.Ю., Скалинка-Возняк К., Лосева И.В., Ивасенко С.А.</i> Қарағанды облысының әртүрлі аудандарында жиналған <i>Thymus serpyllum</i> L. салыстырмалы морфологиялық және анатомиялық талдау.....	2	15
<i>Проскурякова Л.А., Суржіков Д.В., Мукашева М.А., Любушкина Е.С.</i> Тамақтану тәртібіне рефлексиялықтың әсері.....	1	8
<i>Рукавицина И.В., Чуркина Г.Н., Кунанбаев К.К.</i> Солтүстік Қазақстанның жағдайында бидай мен рапсты өңдеу технологиясына байланысты қара топырақтың биологиялық белсенділігін бағалау.....	3	24
<i>Сабдинова Д.К., Қарагойшин Ж.М.</i> Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы көлдеріндегі ондатраның (<i>Ondatra zibethicus</i>) қазіргі кездегі саны.....	3	90
<i>Салыбекова Н.Н., Абдрасулова Ж.Т., Ажибаева З.С., Сержанова А.Е.</i> <i>Fusarium equiseti</i> түрінің биоэкологиялық ерекшеліктері.....	2	23
<i>Сапарбаева Н.А.</i> Теріскей Алатауындағы дәрілік өсімдіктердің кең таралған қауымдастықтары және биоэкологиялық ерекшеліктері.....	2	59
<i>Скрыльник Е.В., Товстый Ю.Н.</i> Көң және олардың негізіндегі тыңайтқышты енгізгеннен кейін күл себілген қара топырақтағы гумустың құрамы мен сапасының өзгеруі.....	4	17
<i>Султангазина Г.Ж., Сейітханова Ж.Қ.</i> «Бурабай» табиғи паркіндегі қарағайлы ормандардың өрттен кейінгі қазіргі жағдайы.....	1	34

МЕДИЦИНА

<i>Аубакирова Б.Н., Бейсенова Р.Р., Рахымжанқызы Ж., Журманова Н.Ш.</i> Макролидтердің макрофит өсуіне әсері.....	2	104
<i>Ахметова А.Ж., Абилова Ж.М., Рахимова С.Е., Каиров У.Е., Бекбосынова М.С., Гули Ч., Акильжанова А.Р.</i> Аритмогендік синдромдарды таргетті секвенирлеуге арналған кітапханаларды дайындау ерекшеліктері.....	4	73
<i>Булгакова О.В., Қауысбекова А.Ж., Берсімбаев Р.І.</i> Сұйық биопсия: клиникалық онкологияның жаңа диагностикалық әдісі.....	4	86
<i>Валитова Н.В., Колосова С.Ф.</i> <i>In vivo</i> тәжірибесінде бал арасы шаруашылығы өнімдерінің туберкулез ауруына қарсы белсенділігі.....	2	118
<i>Елеуаева Ш.К., Жұмағалиева Ж.Ж., Корчин В.И.</i> Қарағанды облысының кейбір аймақтарындағы коммуналдық гигиенаның көрсеткіштері және оның адам ағзасына әкелетін оң және теріс бағыттары.....	2	128
<i>Кадырова И.А., Лепесбаева Г.А., Рыспаева Г.К.</i> Метаболизмдік синдромы бар пациенттерде сарысу нейроспецификалық маркерлердің концентрациясының өзгеруі.....	1	73
<i>Мейрамов Ф.Ф., Корчин В.И., Шайбек А.Ж., Гаголина С.В., Андреева А.П., Жузбаева Г.О.</i> Панкреатикалық β-жасушаларындағы қалпына келтірілген глютатион түрімен оның қорғаныш әрекетінің ықтимал себебі ретінде мырыштың өзара әрекеттесуі.....	1	50

<i>Мейрамов Ф.Ф., Шайбек А.Ж.</i> Диабетогенді мырышбайланыстырушы заттардың тікелей әсерімен туындаған панкреатит В-жасушаларының деструкциясына жол бермейтін тотықсыздандырылған күйдегі глюкатионның әсер ету механизмдері туралы	2	133
<i>Мейрамов Ф.Ф., Шайбек А.Ж.</i> Химиялық кешенді қосылыстармен туындаған эксперименталды диабеттің дамуын аминқышқылдармен алдын алу әдістері туралы	2	145
<i>Мукашева М.А., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Голиков Р.А.</i> Қоршаған ортаның ластануымен байланысты халықтың денсаулығына қауіп-қатерді бағалау және басқару әдістемесі мәселесі жайлы	1	58
<i>Мусина А.А., Мәденбай К.М., Бекназар М.А., Смаилова А.А.</i> «Протон» зымыран тасымалдағышы құлаған аймақта өмір сүретін ересек контингенттің нозологияға дейінгі мәртебесін бағалау	1	65
<i>Нугуманова Ш.М.</i> Оқушылар ағзасының функционалдық жағдайына емтиханның әсерін бағалау	2	110
<i>Нурлыбаева К.А., Айтқұлов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Қарағанды облысындағы кейбір өнеркәсіптік қалалардағы балалардың мұрнының шырышты қабығы күйін цитоморфологиялық бағалау.....	4	67
<i>Нурлыбаева К.А., Айтқұлов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Қарағанды облысының кейбір өндірістік қалаларында тұратын балалардың ұртының буккальді эпителийін цитоморфологиялық бағалау	4	80
<i>Олексюк З.Я., Дахбай Б.Д., Даниленко М.</i> Мектеп жасына дейінгі балалардың невротикалық даму патогенезінде катехоламиндердің рөлі	3	95
<i>Олексюк З.Я., Дахбай Б.Д., Даниленко М.</i> Физиология мен психологиядағы невроздарды зерттеудің тарихы	3	114
<i>Сандл Т., Ческа А., Абдулина Г.</i> Заманауи патологиядағы сандық жетістіктер	2	86
<i>Тазитдинова Р.М., Бейсенова Р.Р., Фахруденова И.Б.</i> Мырыш, мыс және күшәла тұздарымен жедел аралас улану кезінде қанның гематологиялық көрсеткіштерінің өзгерістері	3	101
<i>Чуленбаева Л.Е., Кашанский С.В., Ілдербаев О.З.</i> Шаң-радиация факторының қосарлы әсерінің кейінгі кезеңіндегі иммуноглобулиндердің салыстырмалы сараптамасы	2	95
<i>Чуленбаева Л.Е., Ілдербаев О.З.</i> Тәжірибелі антракозда аз дозалы гамма-сәуленің әсер ету кезіндегі босрадикалды тотығудың рөлі	2	140
<i>Шандаулов А.Х., Жумадилов С.С., Рамазанов А.К., Ельшина К.А., Жомартова Г.Ж.</i> Адамның психофизиологиялық қызметтеріне музыка жанрының және құлаққапты қолдану арқылы тыңдаудың әсері.....	3	121
<i>Шорин С.С., Машжан А.С.</i> Қоршаған ортаның әртүрлі ластағыш заттарының зертханалық жануарлар ағзасының метаболикалық күйіне әсері	3	107

ГЕОГРАФИЯ

<i>Ержанова Г.Е., Макетова М.Р.</i> География сабағында ақпараттық-коммуникациялық технологиясының бір бағыты — LearningApps.org сервисін қолданудың тиімді жолдары	1	82
<i>Лукашов А.А., Ақпамбетова К.М.</i> Тау-кен өндірісі барысында бұзылған жерлерді пайдаланудың геоморфологиялық аспектілері.....	3	126

МЕРЕЙТОЙ ИЕГЕРЛЕРІ

Ұлы тұлғалы ұстаз (Т.Қ. Шаушековтың мерейтойына орай)	1	89
---	---	----

**Указатель статей, опубликованных
в «Вестнике Карагандинского университета» в 2018 году.
Серия «Биология. Медицина. География»**

№ с.

БИОЛОГИЯ

<i>Абдулина Г.А., Ахметова С.Б., Джантасова А.Д., Демиртола А.Е., Одул Т., Упашева А., Мустафина А.</i> Микробиологический мониторинг воздуха учебных помещений — основа профилактики воздушно-капельных инфекций среди учащихся.....	1	20
<i>Абимильдина С.Т., Кофтанюк Н.В., Марданова З.Ж., Жусупбаева Д.А., Валишина Г.Л., Сметанска И.</i> Рациональность создания нового национального мясного продукта «Хлеб мясной».....	1	42
<i>Абукенова В.С., Бялова Ж.Ж., Бялова М.Ж.</i> Определение степени сапробности реки Нуры по видовому составу гидробионтов	3	40
<i>Абукенова В.С., Бялова Ж.Ж.</i> Характеристика видового состава одонатофауны некоторых территорий Карагандинской области	2	53
<i>Адильбекова Э.К., Абуов Г.С., Алибаев Н.Н.</i> Молочная продуктивность генетических ресурсов верблюдов селекционного стада на юге Казахстана	3	70
<i>Ақынова Л.А., Есназар А.Ж., Елмуратова А.С., Исалиева Н.С.</i> Изучение флоры территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами	2	46
<i>Ауельбекова А.К., Кыздарова Д.К., Атикеева С.Н., Айдарбаева Д.К., Каримтаева Т.Н.</i> Изучение основных фенологических фаз и составление календаря сбора лекарственных растений Бухаржырауского района Карагандинской области	3	58
<i>Ахметалимова А.М., Ишмуратова М.Ю., Ивасенко С.А., Лосева И.В., Людвичук А.</i> Определение анатомических диагностических признаков надземных органов сырья <i>Thymus eremita</i> Klok.	2	67
<i>Ахметжанова А.И., Нұржанова П.</i> Биоэкологические особенности раннецветущих растений горной системы Ескене	3	48
<i>Вдовина Т.А., Винокуров А.А., Лагус О.А., Исакова Е.А.</i> Внесение влагоудерживающего полимера «Aquasorb» при посадке древесно-кустарниковых и плодовых растений в аридных условиях Казахстана	4	33
<i>Григорьева И.В., Абукенова В.С., Гилль В.В.</i> Значение сайтов в системе образования.....	2	72
<i>Дмитриев П.С., Носонов А.М., Лысакова Т.Н., Гордиянова Г.В., Лантева И.В.</i> Экологическая тропа как одна из форм развития экологического туризма	3	84
<i>Жанпар Н.К., Шайхутдинов В.М., Канафин Е.Н., Тен О.А., Балтанов Д.С., Еркасов Р.Ш., Бакибаев А.А., Ишмуратова М.Ю.</i> Изучение эффективности окисления двухвалентного железа в проточном биореакторе иммобилизованными бактериями	3	77
<i>Жумагалиева Ж.Ж., Джалмаханбетова Р.И., Елеупаева Ш.К., Корчин В.И.</i> Антиоксидантная активность аминокислотных производных сантонина, выделенных из растения <i>Artemisia gracil.</i> Krasch. et... ..	2	40
<i>Жунусова М.А., Ишмуратова М.Ю., Абдуллабекова Р.А., Журавель И.А.</i> Сравнительный морфологический анализ сырья <i>Scabiosa isetensis</i> и <i>S. ochroleuca</i>	1	15
<i>Иманбаева А.А., Белозеров И.Ф., Ишмуратова М.Ю.</i> Диагностика интродукционной ценности лекарственных растений природной флоры в условиях Мангышлака.....	4	54
<i>Исабек А.У., Гленчиева Т.М., Червякова О.В., Бурашев Е.Д., Султанкулова К.Т.</i> Подбор праймеров для получения субъединиц гена гемагглютинина вируса гриппа птиц.....	4	61
<i>Каренов Р.С., Бекшиев К.Б.</i> Биотехнология: ее роль и место в научно-техническом прогрессе	3	53
<i>Калиева А.Н., Дигарбаева А.М.</i> Биологические особенности лекарственных растений <i>Agrimonia asiatica</i> Juz. в условиях Юго-Восточного Казахстана	1	28
<i>Кириллов В.Ю., Стихарева Т.Н., Серафимович М.В., Мукашева Ф.Т., Геринг А.В., Сарсенбаева Л.А., Атажанова Г.А., Адекенов С.М.</i> Химический состав эфирного масла двух видов <i>Pulsatilla</i> , произрастающих в Северном Казахстане	2	29
<i>Кобжасарова З.И., Касымова М.К., Орымбетова Г.Э., Кайнова Ж.Н.</i> Совершенствование технологии производства рулета с начинкой из птицы	3	65
<i>Кожевникова Л.Н., Левых А.Ю., Панченко В.Ю.</i> Распространение <i>Lymantria dispar</i> в лесах КГУ «Лесное хозяйство Кызылжарское» Северо-Казахстанской области	3	33

<i>Колесникова Н.В., Байняшев А.М., Кожевников С.К., Ергалиев Т.М.</i> Преимущества и недостатки гидропонных систем в современном сельском хозяйстве	3	9
<i>Конкабаева А.Е., Сирман Д.Ю., Колосов Р.А.</i> Особенности динамики морфометрических показателей у крыс, длительно употреблявших растительную продукцию, выращенную в промышленных регионах Карагандинской области	2	9
<i>Конкабаева А.Е., Сирман Д.Ю., Тыкежанова Г.М., Баранова Т.Н., Колосов Р.А.</i> Влияние настоя семян свеклы обыкновенной (<i>Beta vulgaris</i>) на показатели белкового и углеводного обмена у животных в подостром и хроническом эксперименте при воздействии ацетата меди	4	26
<i>Косарева О.Н., Динова Г.Е., Ахтанова А.Б.</i> Особенности биологии интродуцированных сортов яблони в аридных условиях Мангистау.....	4	8
<i>Куприянов А.Н., Абдуова А.А., Сатаев М.И., Мошкалов Б.М., Жарылкапов И.</i> Исследование древесных растений Боролдайских гор в пределах Сырдарья-Туркестанского регионального природного парка.....	4	46
<i>Максутбекова Г.Т., Ахматов М.К.</i> Изучение водного режима растений в условиях города Жезказгана.....	3	18
<i>Мамытова Н.С., Акбаева Л.Х., Жумабекова А.Ж., Тулегенов Е.А., Аубакирова Б.Н.</i> Изучение самоочистительной способности водоемов Акмолинской области по среднегодовым показателям..	4	39
<i>Мырзабаев А.Б., Куватбаева К.Н.</i> Исследование почвы в горном лесу в Кенте.....	2	79
<i>Нурлыбаева К.А., Мукашева М.А., Суржигов В.Д., Мукашева Г.Ж., Старикова А.Е.</i> Влияние промышленных предприятий на загрязнение атмосферного воздуха г. Караганды	2	35
<i>Оразбаева П.З., Ишмуратова М.Ю., Скалиска-Возняк К., Лосева И.В., Ивасенко С.А.</i> Сравнительный морфологический и анатомический анализ тимьяна ползучего (<i>Thymus serpyllum</i> L.), собранного в разных районах Карагандинской области.....	2	15
<i>Проскурякова Л.А., Суржигов Д.В., Мукашева М.А., Любушкина Е.С.</i> Влияние рефлексивности на пищевое поведение	1	8
<i>Рукавицина И.В., Чуркина Г.Н., Кунанбаев К.К.</i> Оценка биологической активности черноземных почв в зависимости от технологий возделывания пшеницы и рапса в условиях Северного Казахстана	3	24
<i>Сабдинова Д.К., Карагойшин Ж.М.</i> Современное состояние численности ондатры (<i>Ondatra zibethicus</i>) на озерах Коргалжынского государственного природного заповедника	3	90
<i>Сальбекова Н.Н., Абдрасулова Ж.Т., Ажибаева З.С., Сержанова А.Е.</i> Биоэкологические особенности <i>Fusarium equiseti</i>	2	23
<i>Сапарбаева Н.А.</i> Биоэкологические особенности широко распространенных лекарственных растений хребта Терской Алатау.....	2	59
<i>Скрыльник Е.В., Товстый Ю.Н.</i> Изменение содержания и качества гумуса в черноземе оподзоленном после внесения помета и компостов на его основе	4	17
<i>Султангазина Г.Ж., Сейитханова Ж.К.</i> Современное состояние сосновых лесов природного парка «Бурабай» после пожаров	1	34

МЕДИЦИНА

<i>Аубакирова Б.Н., Бейсенова Р.Р., Рахымжанкызы Ж., Журманова Н.Ш.</i> Влияние макролидов на рост макрофитов	2	104
<i>Ахметова А.Ж., Абилова Ж.М., Рахимова С.Е., Каиров У.Е., Бекбосынова М.С., Гули Ч., Акильжанова А.Р.</i> Особенности подготовки библиотек для таргетного секвенирования при аритмогенных синдромах.....	4	73
<i>Булгакова О.В., Каусбекова А.Ж., Берсимбаев Р.И.</i> Жидкая биопсия: новый диагностический метод в клинической онкологии	4	86
<i>Валитова Н.В., Колосова С.Ф.</i> Противотуберкулезная активность продуктов пчеловодства в опыте <i>in vivo</i>	2	118
<i>Елеупаева Ш.К., Жумагалиева Ж.Ж., Корчин В.И.</i> Коммунально-гигиенические показатели некоторых регионов Карагандинской области и их положительное и отрицательное влияние на организм человека	2	128
<i>Кадырова И.А., Лепесбаева Г.А., Рыспаева Г.К.</i> Вариации концентраций нейроспецифических маркеров у пациентов с метаболическим синдромом	1	73

<i>Мейрамов Г.Г., Корчин В.И., Шайбек А.Ж., Гаголина С.В., Андреева А.П., Жузбаева Г.О.</i> Взаимодействие цинка в панкреатических β -клетках с восстановленной формой глутатиона как возможная причина его защитного действия	1	50
<i>Мейрамов Г.Г., Шайбек А.Ж.</i> О методах предотвращения аминокислотами развития экспериментального диабета, вызванного химическими комплексообразующими соединениями	2	145
<i>Мейрамов Г.Г., Шайбек А.Ж.</i> О механизмах действия восстановленной формы глутатиона, предупреждающего деструкцию панкреатических В-клеток, вызванную прямым воздействием диабетогенных цинксвязывающих веществ	2	133
<i>Мукашева М.А., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Голиков Р.А.</i> К вопросу методики оценки и управления риском для здоровья населения, связанным с загрязнением окружающей среды	1	58
<i>Мусина А.А., Маденбай К.М., Бекназар М.А., Смаилова А.А.</i> Донозологическая оценка статуса взрослого контингента, проживающего на территории падения ракетносителя «Протон»	1	65
<i>Нугуманова Ш.М.</i> Оценка влияния экзамена на функциональное состояние организма школьников	2	110
<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Цитоморфологическая оценка буккального эпителия щек у детского населения некоторых промышленных городов Карагандинской области	4	80
<i>Нурлыбаева К.А., Айткулов А.М., Мукашева М.А., Старикова А.Е.</i> Цитоморфологическая оценка слизистой оболочки полости носа у детского населения некоторых промышленных городов Карагандинской области	4	67
<i>Олексюк З.Я., Дахбай Б.Д., Даниленко М.</i> Историческое исследование неврозов в психологии и физиологии	3	114
<i>Олексюк З.Я., Дахбай Б.Д., Даниленко М.</i> Роль катехоламинов у детей дошкольного возраста в патогенезе невротического развития	3	95
<i>Сандл Т., Ческа А., Абдулина Г.</i> Цифровые достижения в патологии	2	86
<i>Тазитдинова Р.М., Бейсенова Р.Р., Фахруденова И.Б.</i> Изменение гематологических показателей крови при острой сочетанной интоксикации солями цинка, меди и мышьяка	3	101
<i>Чуленбаева Л.Е., Ильдербаев О.З.</i> Роль свободнорадикального окисления при антракозе на фоне малой дозы ионизирующего излучения	2	140
<i>Чуленбаева Л.Е., Каианский С.В., Ильдербаев О.З.</i> Сравнительный анализ иммуноглобулинов при сочетанном воздействии пыль-радиационного фактора в отдаленном периоде	2	95
<i>Шандаулов А.Х., Жумадилов С.С., Рамазанов А.К., Ельшина К.А., Жомартова Г.Ж.</i> Влияние жанров музыки и используемых наушников при прослушивании ее на психофизиологические функции человека	3	121
<i>Шорин С.С., Маишжан А.С.</i> Влияние различных поллютантов окружающей среды на метаболический статус организма лабораторных животных	3	107

ГЕОГРАФИЯ

<i>Ержанова Г.Е., Макетова М.Р.</i> Одно из эффективных направлений информационно-коммуникационной технологии — применение на уроках географии сервиса LearningApps.org	1	82
<i>Лукашов А.А., Акпамбетова К.М.</i> Геоморфологические аспекты использования земель, нарушенных в ходе горной добычи	3	126

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Личность учителя (к юбилею Т.К. Шаушекова)	1	89
--	---	----

**Index of articles published in
«Bulletin of the Karaganda University» in 2018.
«Biology. Medicine. Geography» Series**

№ p.

BIOLOGY

<i>Abdulina G.A., Akhmetova S.B., Jantasova A.D., Demirtola A.E., Odul T., Upasheva A., Mustafina A.</i> Microbiological monitoring of air in classrooms is the basis for preventing airborne infections among students	1	20
<i>Abimuldina S.T., Koftanyuk N.V., Mardanova Z.Zh., Zhussupbayeva D.A., Valishina G.L., Smetanska I.</i> Rationality of creating a new national meat product «Meat bread»	1	42
<i>Abukenova V.S., Blyalova Zh.Zh.</i> Specification of odonatafauna species diversity in some areas of Karaganda region	2	53
<i>Abukenova V.S., Blyalova Zh.Zh., Blyalova M.Zh.</i> The Nura river saprobity degree determination by hydrobionts species composition	3	40
<i>Adilbekova E.K., Abuov G.S., Alibaev N.N.</i> Dairy productivity of genetic sources of selection camel stock in the south of Kazakhstan	3	70
<i>Akhmetlimova A.M., Ishmuratova M.Yu., Ivasenko S.A., Loseva I.V., Ludwiczuk A.</i> Determination of anatomical diagnostic signs of aboveground parts of raw material of <i>Thymus eremita</i> Klok	2	67
<i>Akhmetzhanova A.I., Nurzhanova P.</i> Bioecological features of the early flowering plants of the Eskene mountain system	3	48
<i>Akynova L.A., Esnazar A.Zh., Elmuratova A.S., Isalieva N.S.</i> Studies of the flora of the territory contaminated with oil and oil products	2	46
<i>Auelbekova A.K., Kyzdarova D.K., Atikeeva S.N., Aidarbaeva D.K., Karimtaeva T.N.</i> The study of the main phenological phases and the compilation of the calendar for the collection of medicinal plants of the Bukhar-Zhyrau district of the Karaganda region	3	58
<i>Dmitriev P.S., Nosonov A.M., Lyssakova T.N., Gordianova G.V., Lapteva I.V.</i> Environmental trail as one of the forms of ecological tourism development	3	84
<i>Grigoryeva I.V., Abukenova V.S., Gill' V.V.</i> Importance of internet resources in the biological education system	2	72
<i>Imanbayeva A.A., Belozеров I.F., Ishmuratova M.Yu.</i> Diagnostics of introduction value of herbs of natural flora in the conditions of Mangystau	4	54
<i>Isabek A.U., Tlenchiyeva T.M., Chervyakova O.V., Burashev E.D., Sultankulova K.T.</i> Selection of primers for the obtaining of subunits of the avian influenza virus hemagglutinin gene	4	61
<i>Kaliyeva A.N., Digarbaeva A.M.</i> Biological features of medicinal plants <i>Agrimonia asiatica</i> Juz. in the conditions of the South-East Kazakhstan	1	28
<i>Karenov R.S., Bekishev K.B.</i> Biotechnology: its role and place in scientific and technical progress	3	53
<i>Kirillov V.Yu., Stikhareva T.N., Serafimovich M.V., Mukasheva F.T., Gering A.V., Sarsenbaeva L.A., Atazhanova G.A., Adekenov S.M.</i> Chemical composition of essential oil from two species of <i>Pulsatilla</i> growing wild in Northern Kazakhstan	2	29
<i>Kobzhasarova Z.I., Kassymova M.K., Orimbetova G.E., Kaipova Zh.N.</i> Perfection of production technology of rollwith filling from the poultry	3	65
<i>Kolesnikova N.V., Bainyashev A.M., Kozhevnikov S.K., Yergaliyev T.M.</i> Advantages and disadvantages of hydroponic systems in contemporary agriculture	3	9
<i>Konkabaeva A.E., Sirman D.Yu., Kolossov R.A.</i> Features in the dynamics of morphometric parameters in rats after long-term intake of vegetable products, grown in industrial regions of the Karaganda region	2	9
<i>Konkabaeva A.E., Sirman D.Yu., Tykezhanova G.M., Baranova T.N., Kolossov R.A.</i> Influence of the infusion of beetroot seeds (<i>Beta vulgaris</i>) on the indices of protein and carbohydrate exchange in animals in the sub-chronic and chronic experiment after exposure to copper acetate	4	26
<i>Kosareva O.N., Dinova G.E., Akhtanova A.B.</i> Features of biology of the introduced apple-tree sorts in arid conditions of Mangystau	4	8
<i>Kozhevnikova L.N., Levykh A.Yu., Panchenko V.Yu.</i> Distribution of <i>Lymantria dispar</i> in forests of CSI «Kyzylzharskoe forestry» of the North Kazakhstan region	3	33

<i>Kupriyanov A.N., Abduova A.A., Sataev M.I., Moshkalov B.M., Zharylkapov I.</i> Research of woody plants of the Borolday mountains within the Syrdarya-Turkestan regional nature park	4	46
<i>Maksutbekova G.T., Akhmatov M.K.</i> Study of the water regime of plants in the conditions of Zhezkazgan city	3	18
<i>Mamytova N.S., Akbaeva L.H., Zhumabekova A.Zh., Tulegenov E.A., Aubakirova B.N.</i> The study of self-treatment capacity of water bodies by annual average indices in Akmola region	4	39
<i>Myrzabaev A.B., Kuvatbaeva K.N.</i> Study on the soil in the mountain-forest area of Kent.....	2	79
<i>Nurlybayeva K.A., Mukasheva M.A., Surzhikov V.D., Mukasheva G.Zh., Starikova A.E.</i> Impact of industrial enterprises on atmospheric air pollution of Karaganda	2	35
<i>Orazbayeva P.Z., Ishmuratova M.Yu., Skalicka-Wozniak K., Loseva I.V., Ivasenko S.A.</i> Comparative morphological and anatomical analysis of <i>Thymus serpyllum</i> L., gathered in different parts of Karaganda region	2	15
<i>Proskuryakova L.A., Surzhikov D.V., Mukasheva M.A., Lyubushkina E.S.</i> The influence of reflexivity on feeding behavior	1	8
<i>Rukavitsina I.V., Churkina G.N., Kunanbayev K.K.</i> Assessment of the biological activity of chernozem soils, depending on the technologies of cultivation of wheat and rape in the conditions of Northern Kazakhstan.....	3	24
<i>Sabdinova D.K., Karagoishin Zh.M.</i> The current state of ondatra (<i>Ondatra zibethicus</i>) numbers on the lakes of Korgalzhyn state nature reserve	3	90
<i>Salybekova N.N., Abdrassulova Zh.T., Azhibayeva Z.S., Serzhanova A.E.</i> Bioecological features of <i>Fusarium equiseti</i>	2	23
<i>Saparbaeva N.A.</i> Bioecological features of the widespread medicinal plants of the Terskey Alatau ridge ...	2	59
<i>Skrylnik E.V., Tovstiy Yu.N.</i> Changes in the content and quality of humus in chernozem podzolized after the introduction of manure and compost on its basis.....	4	17
<i>Sultangazina G.Zh., Seiitkhanova Zh.K.</i> The current state of pine forests in the Nature park «Burabay» after fires.....	1	34
<i>Vdovina T.A., Vinokurov A.A., Lagus O.A., Isakova E.A.</i> Introduction of moisture-holding polymer «Aquasorb» during landing wood-shrubby and fruit plants in the arid conditions of Kazakhstan	4	33
<i>Zhappar N.K., Shaikhutdinov V.M., Kanafin Y.N., Ten O.A., Balpanov D.S., Erkasov R.Sh., Bakibaev A.A., Ishmuratova M.Yu.</i> Study of the ferrous iron oxidation efficiency in an immobilized bacteria flow bioreactor	3	77
<i>Zhumagaliyeva Zh.Zh., Dzhalmakhanbetova R.I., Eleupaeva Sh.K., Korchyn V.I.</i> Antioxidant activity of amino derivatives of santonin extracted from the plant <i>Artemisia gracil.</i> Krasch. et	2	40
<i>Zhunuussova M.A., Ishmuratova M.Yu., Abdullabekova R.A., Zhuravel I.A.</i> Comparative morphological analysis of raw material of <i>Scabiosa isetensis</i> and <i>S. ochroleuca</i>	1	15

MEDICINE

<i>Akhmetova A.Zh., Abilova Zh.M., Rakhimova S.E., Kairov U.E., Bekbosynova M.S., Guelly Ch., Akilzhanova A.R.</i> Features of library preparation for targeted sequencing of arrhythmogenic syndromes	4	73
<i>Aubakirova B.N., Beisenova R.R., Rakhymzhankyzy Zh., Zhurmanova N.Sh.</i> The effect of macrolides on the growth of macrophytes	2	104
<i>Bulgakova O.V., Kausbekova A.Zh., Bersimbaev R.I.</i> Liquid biopsy: a new diagnostic method in clinical oncology	4	86
<i>Chulenbayeva L.E., Ilderbayev O.Z.</i> The role of free radical oxidation at antracosis on a low dose of ionizing radiation	2	140
<i>Chulenbayeva L.E., Kashanskiy S.V., Ilderbayev O.Z.</i> Comparative analysis of immunoglobulins in case of combined exposure of dust-radiation factors at remote period.....	2	95
<i>Kadyrova I.A., Lepesbayeva G.A., Ryspayeva G.K.</i> Variations of neuron specific markers' concentrations in patients with metabolic syndrome	1	73
<i>Meyramov G.G., Korchin V.I., Shaybek A.S., Gagolina S.V., Andreewa A.P., Zhuzbaeva G.O.</i> Interaction of zinc in pancreatic β -cells with reduced form of glutathion as possible cause of its protective activity.....	1	50
<i>Meyramov G.G., Shaybek A.S.</i> On the mechanisms of prevention destruction of pancreatic B-cells induced by direct action of zinc binding chelators by reduced form of glutathione	2	133

<i>Meyramov G.G., Shaybek A.S.</i> On the methods for prevention by aminoacids of developing of diabetes induced by chelat active chemicals.....	2	145
<i>Mukasheva M.A., Surzhikov V.D., Surzhikov D.V., Kislicyna V.V., Golikov R.A.</i> To a question of methodologies of assessment and management of public health risks related to environmental pollution	1	58
<i>Musina A.A., Madenbay K.M., Beknazar M.A., Smailova A.A.</i> Prenosologic evaluation of status in adult population living in area fallen «Proton» launch vehicle.....	1	65
<i>Nugumanova Sh.M.</i> Influence of the examination on the functional state of the organism of schoolboys.....	2	110
<i>Nurlybayeva K.A., Aitkulov A.M., Mukasheva M.A., Starikova A.E.</i> Cytomorphological assessment of buccal epithelium of the cheeks of children of some industrial cities of the Karaganda region	4	80
<i>Nurlybayeva K.A., Aitkulov A.M., Mukasheva M.A., Starikova A.E.</i> Cytomorphological assessment of the nasal mucosa of the children's population of some industrial cities of Karaganda region.....	4	67
<i>Oleksyuk Z.Ya., Dakhbay B.D., Danilenko M.</i> The historical research of neuroses in psychology and physiology	3	114
<i>Oleksyuk Z.Ya., Dakhbay B.D., Danilenko M.</i> The role of catecholamines in preschool children in the neurotic development pathogenesis	3	95
<i>Sandle T., Chesca A., Abdulina G.</i> Digital advances in modern pathology	2	86
<i>Shandaulov A.Kh., Zhumadilov S.S., Ramazanov A.K., Yelshina K.A., Zhomartova G.Zh.</i> The importance of persons in psychoophysiological activities by music and application of loss power	3	121
<i>Shorin S.S., Mashzhan A.S.</i> Influence of various pollutants to the environment on metabolic status laboratory animals organism.....	3	107
<i>Tazitdinova R.M., Beisenova R.R., Fakhrudanova I.B.</i> Change of hematological blood indicators with acute combined intoxication with zinc, copper and arsenic salts.....	3	101
<i>Valitova N.V., Kolosova S.F.</i> Anti-tuberculosis activity of beekeeping products <i>in vivo</i> experiment	2	118
<i>Yelepaeva Sh.K., Zhumagaliyeva Zh.Zh., Korchyn V.I.</i> The rates of communal hygiene in some regions of Karaganda and positive and negative directions of them to human body.....	2	128

GEOGRAPHY

<i>Lukashov A.A., Akpambetova K.M.</i> Geomorphological aspects of the use of land disturbed in the mountain treatment	3	126
<i>Yerzhanova G.Ye., Maketova M.R.</i> Efficient ways of using information and communication technology service LearningApps.org at geography lessons.....	1	82

OUR JUBILEARS

Personality of the teacher (to the anniversary of T.K. Shaushekov).....	1	89
---	---	----