

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№4 (57)

Алматы
«Қазақ университеті»
2018



ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №4 (57)

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

Индекс 75880; 25880



25.11.1999 ж. Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

Күәлік №956-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Ниязова Р.Е., б.ғ.к., профессор (Қазақстан)

E-mail: Raygul.Niyazova@kaznu.kz

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА корр.-мүшесі,
(ғылыми редактор) (Қазақстан)

Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (ғылыми редактордың
орынбасары) (Қазақстан)

Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Атабаева С.Дж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Садырова Г.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Торегожина Ж.Р., х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

Баубекова А.С., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Мамилев Н.Ш., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Кушнарченко С.В., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)

Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)

Томо Tatsuya, PhD докторы, профессор (Жапония)

Аллахвердиев Сулейман, PhD (Ресей)

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Салмұрзаұлы Р., оқытушы (Қазақстан)

Экология сериясы қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері, қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау, биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері бағыттарын қамтиды.



Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гульмира Шаққозова

Телефон: +7 701 724 2911

E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева, Агила Хасанқызы

Компьютерде беттеген

Айгүл Алдашева

Жазылу мен таратуды үйлестіруші

Керімқұл Айдана

Телефон: +7(727)377-34-11

E-mail: Aidana.Kerimkul@kaznu.kz

ИБ № 12503

Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 8.3 б.т. Офсетті қағаз.

Сандық басылыс. Тапсырыс № 8073. Таралымы 500 дана.

Бағасы келісімді.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2018

1-бөлім
**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ
ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА
АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

Раздел 1
**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Section 1
**ENVIRONMENTAL IMPACT
OF ANTHROPOGENIC FACTORS
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**Абдрасулова Ж.Т.¹, Тулеуханов С.Т.², Кужантаева Ж.Ж.³,
Жиенбай С.Б.⁴, Хамитова Н.Х.⁵, Узбекбаева Г.⁶**

¹PhD докторы, e-mail: zh.abdrassulova@mail.ru

²биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: Sultan.Tuleuhanov@kaznu.kz

³биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: zh.kozhantaeva@mail.ru

⁴магистр, e-mail: Sandu_80z@mail.ru

⁵биология мамандығының магистранты, e-mail: nazgulyah@gmail.com

⁶биология мамандығының студенті, e-mail: uzbekbayevagulnur@gmail.com

^{1,2,5,6}эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

⁴Ы. Алтынсарин атындағы Арқалық мемлекеттік педагогикалық институты, Қазақстан, Арқалық қ.

**ҚОЙМА ЗЕҢДЕРІНІҢ ЖӘНЕ ЕГІСТІКТЕН КЕЛГЕН
САҢЫРАУҚҰЛАҚ ТҮРЛЕРІНІҢ ДАМУЫНА
ОРТА ФАКТОРЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ**

Мақалада астық тұқымдастарын зақымдайтын саңырауқұлақтардың биологиялық және экологиялық ерекшеліктерінің зерттеу нәтижелері көрсетілген. Астық дақылдарының тұқымдары Алматы облысының Талғар, Іле, Қарасай, Жамбыл аудандарының шаруашылықтарынан жинап алынды. Астық тұқымдастарының (*Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L., *Zea mays* L., *Oryza sativa* L., *Sorghum vulgare* Pers., *Panicum miliaceum* L.) тұқымдарының 728 үлгісі жиналып алынды. Морфологиялық-дақылдық қасиеттерін зерттеу негізінде саңырауқұлақ түрлері *Penicillium expansum* Link, *Aspergillus flavus* Link, *Rhizopus nigricans* Ehrenb., *Alternaria alternate* (Fr) Keisse, *Macrosporium commune* Wall., *Fusarium proliferatum* (Matsush.), *Alternaria tenuis* Nees, *Alternaria tenuis* Nees, *Mucor mucedo* Fres, *Helminthosporium sativum* Pammel, *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link, *Trichothecium roseum* Link. анықталды. Астықтардың тұқымдарының саңырауқұлақ түрлерімен зардапталуын анықтауда әртүрлі әдістер қолданылды: макроскопиялық, морфологиялық-дақылдық ерекшеліктерді анықтау әдістері. Астықтарды зақымдайтын саңырауқұлақ түрлерінің морфологиялық ерекшеліктеріне қарай Наумов; Литвинов анықтамалары арқылы анықталды. Саңырауқұлақ түрлерінің дамуына әсер ететін экологиялық факторлар нақтыланды. Саңырауқұлақ түрлерінің өсіп дамуына ылғалдылық пен температураның әсері зерттелді.

Түйін сөздер: астық тұқым, саңырауқұлақ, экологиялық факторлар.

Abdrasulova Z.¹, Tuleukhanov S.², Kuzhantaeva Z.³,

Zhienbai S.⁴, Khamitova N.⁵, Uzbekbaeva G.⁶

¹Doctor PhD, e-mail: zh.abdrassulova@mail.ru

²Doctor of biological sciences, professor, e-mail: Sultan.Tuleuhanov@kaznu.kz

³Doctor of biological sciences, professor, e-mail: zh.kozhantaeva@mail.ru

⁴Master, e-mail: Sandu_80z@mail.ru

⁵Master-studen of biology, e-mail: nazgulyah@gmail.com

⁶Student of biology, e-mail: uzbekbayevagulnur@gmail.com

^{1,2,5,6}al-Farabi Kazakh National university, Kazakhstan, Almaty

³Kazakh State women's pedagogical university, Kazakhstan, Almaty

⁴Y. Altynsarina Arkalyk State pedagogical institute, Kazakhstan, Arkalyk

**Influence of environmental factors on the development
of storehouse fungus and fungi from the field**

The article shows the results of a study of the biological and environmental characteristics of fungi that damage crops. Seeds of grain crops were collected from granaries of Talgar, Ili, Karasai and Zhambyl districts of Almaty region. 728 samples of cereal seeds (*Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L., *Hordeum*

vulgare L., Zea mays L., Oryza sativa L., Sorghum) were collected. Based on studies of morphological and cultural characteristics, the following species of mushrooms are identified: *Penicillium expansum* Link, *Aspergillus flavus* Link, *Rhizopus nigricans* Ehrenb., *Alternaria alternate* (Fr) Keisse, *Macrosporium commune* Wall., *Fusarium proliferatum* (Matsush.), *Alternaria tenuis* Nees, West Africa, West Africa. , *Mucor mucedo* Fres, *Helminthosporium sativum* Pammel, *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link, *Trichothecium roseum* Link. In determining the damage to the types of fungi grain crops were used methods for determining the morphological and cultural characteristics, macroscopic. Depending on the morphological features of the species of fungi, the damaging grains were determined using the Naumov and Litvinov determinants. Identified environmental factors affecting the development of species of fungi. The effect of temperature and humidity on the growth and development of species of fungi was studied.

Key words: fungi, grain seeds, field fungus, storage fungus, environmental factors.

Абдрасулова Ж.Т.¹, Тулеуханов С.Т.², Кужантаева Ж.Ж.³,
Жиенбай С.Б.⁴, Хамитова Н.Х.⁵, Узбекбаева Г.⁶

¹доктор PhD, e-mail: zh.abdrassulova@mail.ru

²доктор биологических наук, профессор, e-mail: Sultan.Tuleuhanov@kaznu.kz

³доктор биологических наук, профессор, e-mail: zh.kozhantaeva@mail.ru

⁴магистр, e-mail: Sandu_80z@mail.ru

⁵магистрант биологии, e-mail: nazgulyah@gmail.com

⁶студент биологии, e-mail: uzbekbayevagulnur@gmail.com

^{1,2,5,6}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³Казахский Государственный женский педагогический университет, Казахстан, г. Алматы

⁴Аркалыкский государственный педагогический институт имени И. Алтынсарина, Казахстан, г. Аркалык

Влияние факторов среды обитания на развитие видов грибов с полей и из зернохранилищ

В статье показаны результаты исследования биологических и экологических особенностей грибов, которые повреждают зерновые культуры. Семена зерновых культур были собраны из зернохранилищ Талгарского, Илского, Карасайского и Жамбылского районов Алматинской области. Собраны 728 образцов семян зерновых культур (*Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L., *Zea mays* L., *Oryza sativa* L., *Sorghum*). На основе исследований морфологически-культурных особенностей определены следующие виды грибов: *Penicillium expansum* Link, *Aspergillus flavus* Link, *Rhizopus nigricans* Ehrenb., *Alternaria alternate* (Fr) Keisse, *Macrosporium commune* Wall., *Fusarium proliferatum* (Matsush.), *Alternaria tenuis* Nees, *Alternaria tenuis* Nees, *Mucor mucedo* Fres, *Helminthosporium sativum* Pammel, *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link, *Trichothecium roseum* Link. В определении повреждений видами грибов зерновых культур были использованы макроскопические методы определения морфологически-культурных особенностей. Определены экологические факторы, влияющие на развитие видов грибов. Исследовано влияние температуры и влажности на рост и развитие видов грибов.

Ключевые слова: семена зерновых культур, полевые грибы, грибы хранения, экологические факторы.

Кіріспе

Қазіргі кезде Қазақстандағы егістік пен тамақ өнімдерін қорғау – өндірістік технологиядағы алға қойған мәселелердің бірі. Статистика бойынша, еліміз әр гектардан 5-6 миллион тонна астық өндіреді. 2017 жылы белгілі ғалымдар Mohamed Manna және Ki Deok Kim зерттеуі бойынша, адамдар мен жануарларға зиян тигізетін микотоксиндер шығаратын *Aspergillus* және *Penicillium* саңырауқұлақтарының қолайлы жағдай, қоршаған орта мен биологиялық факторлар сақталатын қоймаларда пайда болуының басымдығын зерттеген [1]. Сонымен қатар, микроскопиялық саңырауқұлақтар да көбінесе астық өнімдерінде табылатын микроорганизмдер.

Бұл ағзалардан да шығатын микротоксиндер үлкен қауіп тудырады [2]. Әсіресе қойма зердері астықтарды жинап алғаннан кейін, тасымалдау кезінде және қоймада сақтау кезінде зақымдайтыны белгілі болды. Табиғатта табиғи түрде кездесетін көптеген саңырауқұлақтар түрі белгілі. Ауылшаруашылық жағдайына пайдалысы да зияндылары да кездеседі. Олардың ішінде энтомопатогендік саңырауқұлақтар табиғатта кездесетін артроподтарды зақымдап, популяцияда энзооттық және эпизоттық деңгейде болуы мүмкін [3]. Ал паразит саңырауқұлақтар көптеген жылдық және көпжылдық дақылдардың негізгі патогендері болып табылады [4]. Кейінгі жүргізілген зерттеулердің нәтижелері *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* және *Alternaria* түрлерімен

астықтың ластануының жоғарғы қарқынын көрсетті [5]. Белгілі ғалымдар Zhihong L., Kunlun H., Yunbo L зерттеуі бойынша, микотоксин-охрантоксин А(ОТА) дәнді дақылдардың негізгі ластанушысы болып табылады. Саңырауқұлақтармен, оның ішінде, *Aspergillus Nigri* түрімен ластану қазіргі таңда, әсіресе Қытай мемлекетінде басты мәселелердің бірі болып саналады екен [6]. Сонымен қатар, ауылшаруашылық экосистемасында өсімдіктің өсуіне қолайлы жағдайлар жасайтын эндофитті саңырауқұлақтар да кездеседі [7]. Алайда олардың саны шектеулі.

Материалдар мен әдістер

Барлық зерттелген тұқымдар (*Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L., *Zea mays* L., *Oryza sativa* L., *Sorghum vulgare* Pers., *Panicum miliaceum* L.) Алматы облысының Талғар, Іле, Қарасай, Жамбыл аудандарының шаруашылықтарынан жинап алынды. Барлық зерттелген үлгілер: 728 үлгі.

Морфологиялық-дақылдық қасиеттерін зерттеу негізінде саңырауқұлақ түрлері анықталды. Астықтардың тұқымдарының саңырауқұлақ түрлерімен зардапталуын анықтауда әртүрлі әдістер қолданылды: макроскопиялық (сыртқы көрінетін белгілері арқылы тұқымның зардапталуын анықтау), астық тұқымдарындағы саңырауқұлақтарды морфологиялық-дақылдық ерекшеліктерді анықтау (тұқымдарды ылғалды камерада және қоректік ортада өсіру арқылы анықтау) әдістері [8].

Астықтарды зақымдайтын саңырауқұлақ түрлерінің морфологиялық ерекшеліктеріне қарай Наумов; Литвинов; Пидопличко, Милько; (1971); Билай, Пидопличко; Raper, Thom; Raper, Fennell; (1965); Ellis; Флора споровых растений (1,2,5 том) [9-19] анықтамалары арқылы анықталды.

Әрі қарай зерттеулер жүргізу үшін тұқымдардан бөліп алынған саңырауқұлақ түрлерін Чапека қоректік ортасына сеуіп таза екпесі алынды [8, 10 б.].

Саңырауқұлақ түрлерінің дамуына әсер ететін экологиялық факторлар нақтыланды. Саңырауқұлақ түрлерінің өсіп дамуына ылғалдылық пен температураның әсері зерттелді. Жиналып алынған тұқымдарды әртүрлі температурада (-5°C, 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C) 4 апта бойы ұстап, кейін олар ылғалды камерада өсірілді. Зардапталған тұқымдар Клеббан кассетасында түсіп қалған жапырақ астында қыстап шығаруға қалдырылды. Тұқымдар қыстап шыға-

руға күз айында қалдырылып, көктем айында алынып, ылғалды ортада өсіріп, микрофлорасы анықталды. Саңырауқұлақ түрлерінің зардаптау, таралу ерекшеліктері Н.И. Васильевскийдің (1937) әдісімен зерттелді. Жүргізілген зерттеулердің әр қайсысы 4 қайталаныммен жасалды.

Саңырауқұлақтар сканерлеуші, MICROSCOPE AUSTRIA CAMERA 519 CU 5 OTCMOS видео қондырғысымен MCX100, микроскоп окуляры EW10X/20, объективі PLAN 15X/0.65 және JSM-6510LA ANALYTICAL SCANNING ELECTRON MICROSCOPE A микроскоптарымен қаралып, фотоға түсірілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Ылғалдылығы. Қоймада сақтау кезінде тұқымның микрофлорасының дамуына негізінен ылғалдылық, орта температурасы және отырғызылатын материалдың сақталу мерзімінің ұзақтығы әсер етеді. Сондай-ақ саңырауқұлақтармен зардапталу деңгейіне және тұқымның жабын ұлпасының бүтіндігіне де байланысты болады.

Су – бұл тұқымның өзінің өміршеңдігін сақтау үшін де, сақтау кезінде микрофлорасының дамуы үшін де шешуші фактор болып табылады.

Қоймалардан жиналынған астық тұқымдарының ылғалдылығы анықталды. Сынақ 22,2°C температурада 77 % ауа ылғалдылығында жүргізілді. Әр түрінің тұқымдарының ылғалдылығы 8,0 бен 15,5 аралығында болды. Олардың ішінде орташа өлшемдерін алып, микрофлорасы келесі 1-кестеде берілді.

Егістіктен келген *Alternaria* туысы түрлерінің, *Rhizopus nigricans* Ehrenb. түрінің дамуына қажетті тұқымның ылғалдылығы амплитудасы кең 9,0%-14,5 % арасы. *Fusarium* туысы түрлері, *Macrosporium commune* түрі орташа ылғалдылықта, *Helminthosporium sativum* төменгі ылғалдылықта (11%) дамуын жалғастырды. Қоймада қарқынды дамиды түрлерден тұқымның ылғалдылығы амплитудасы кең жағдайында дамиды түрлер: *Aspergillus flavus* (15%), *Aspergillus tubingensis* (15%), *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger* тұқымдарында төменгі ылғалдылықта (10,7%) саңырауқұлақ түрлерінің дамуы жалғасты.

Саңырауқұлақтардың дамуына тұқым ылғалдылығының (8,0-15,5%) әсерін 1,5 жыл (18 ай) бойы бақылады.

Жаңа жиналған ылғалдылығы жоғары тұқымдарға фитопатологиялық зерттеулер жүргізу барысында тұқымдарда егістіктен кел-

ген саңырауқұлақтардың келесі туыстарының түрлері басым болды: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Trichoderma*, *Tilletia*, *Ustilago*, *Puccinia*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Helminthosporium*. Қойма зеңдерінен аз мөлшерде *Penicillium* және *Aspergillus* туыстарының, *Mucorales* қатарының түрлері кездесті.

Ылғалдылығы 8-9,5 және 12% болған тұқымдардағы саңырауқұлақ түрлері өздерінің тіршілік қабілеттерін 8 айдан кейін де сақтап қалды, 18 айдан кейін оларда барлық түрлерінің даралары азайды.

Саңырауқұлақтардың дамуына тұқымның 14%, 14,5%, 15% ылғалдылығының және 25°C температурада әсері зерттелді. 14% ылғалдылықта *Aspergillus* туысы түрлері жақсы да-

мыды, 14,5-15% ылғалдылықтағы тұқымдарда олардың жемістік денелерінің (клейстотецийлері) түзілуі жиі байқалды, ылғалдылығы 15,5% жоғары тұқымдарда саңырауқұлақтардың клейстотеций түзуі өте сирек байқалды.

Ылғалдылығы 15,5 %, 20° C температурада сақталған тұқымдар 9 айда өну қабілетін толығымен жоғалтты, 3 айдан кейін егістіктен келген саңырауқұлақтар түрлері азая бастағаны анықталды. Алғашқы жинаған уақытта *Alternaria* туысы түрлерімен тұқымдардың зардапталуы 87 % болса, 3 айдан соң 59 % болды. Алайда *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Macrosporium*, *Rhizopus* туыстары түрлері тұқымдарда бірнеше жылдан кейін де толығымен жойылып кетпей сақталып қалды.

1-кесте – Астықтардың тұқымдарының ылғалдылығына байланысты микрофлорасы

Тұқымның түрі және қойма орналасқан аудан	Сынақ әдістемесіне нормативті документ	Нормативті документ бойынша норма, %	Анықталған ылғалдылық, %	Зақымдаған саңырауқұлақ түрі
Triticum aestivum L. Талғар ауданы	Мемлекеттік стандарт 12041-82	14,0	14,5	<i>Penicillium expansum</i> Link, <i>Aspergillus flavus</i> Link, <i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb., <i>Alternaria alternate</i> (Fr) Keisse, <i>Macrosporium commune</i> Wall.
Hordeum vulgare L. Талғар ауданы	Мемлекеттік стандарт 12041-82	14,0	12,8	<i>Macrosporium commune</i> Wall., <i>Fusarium proliferatum</i> (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg, <i>Alternaria tenuis</i> Nees, <i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.
Avena sativa L. Балқаш ауданы	Мемлекеттік стандарт 12041-82	14,0	11,0	<i>Mucor mucedo</i> Fres, <i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb., <i>Helminthosporium sativum</i> Pammel, <i>Alternaria tenuis</i> Nees
Zea mays L. Панфилов ауданы	Мемлекеттік стандарт 13586.5-93	15,0	15,0	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb., <i>Penicillium sp</i> , <i>Aspergillus flavus</i> Link, <i>Cladosporium herbarium</i> (Pers.) Link, <i>Trichothecium roseum</i> Link.
Oryza sativa L. Балқаш ауданы	Мемлекеттік стандарт 13586.5-93	14,0	9,0	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb., <i>Alternaria tenuis</i> Nees, <i>Aspergillus flavus</i> Link, <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe, <i>Penicillium glaucum</i> Fr.
Panicum miliaceum L. Балқаш ауданы	Мемлекеттік стандарт 12041-82	13,0	15,0	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb., <i>Penicillium sp</i> , <i>Aspergillus flavus</i> Link, <i>Aspergillus tubingensis</i> Mosseray, <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe
Sorghum vulgare Pers. Қарасай ауданы	Мемлекеттік стандарт 12041-82	13,0	10,7	<i>Penicillium glaucum</i> Fr., <i>Penicillium sp</i> , <i>Aspergillus niger</i> Tiegh., <i>A.flavus</i> Link, <i>A.tubingensis</i> Mosseray, <i>A. fumigatus</i> Fres., <i>A.glaucum</i> Raper et Fennell

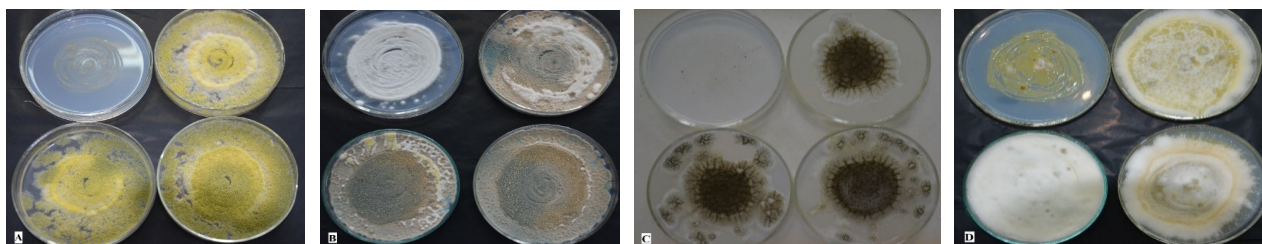
Қойма зеңдерінің дамуы бұл орта жағдайларында керісінше өсе түсті. Қойма саңырауқұлақтары 3 айдан кейін белсенді дами бастады. Қоймада сақтаудың бірінші айынан кейін тұқымдардың егістік саңырауқұлақтарымен зақымдалуы 12 %-ға төмендеді, ал 4-ші айдың

соңында бірқатары толығымен жойылды. Біздің ойымызша, тұқымның микрофлорасы тұқымның шіруіне себеп бола алмайды. Оған себеп – қоймада сақтау ережелерінің бұзылуынан болатын жағдайлар. Дегенмен, саңырауқұлақтардың дамуына қолайлы ылғалдылық пен темпера-

тура жағдайында, тұқымдардың өну қабілетін төмендететін негізгі фактор саңырауқұлақтардың түрлері.

Температура. Астық тұқымдарынан табылған микрофлораның басым бөлігін құрайтын *Penicillium expansum* Link, *Rhizopus oryzae* Went & Prins. Geerl., *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg, *Aspergillus flavus* Link., *Alternaria tenuis* Nees. түрлерінің өсуіне зертхана жағдайында Чапека қоректік ортасында 5°C, 15°C, 20°C, 25°C температураларының әсері зерттелді. Ол

үшін әртүрлі саңырауқұлақ түрлерін Чапека қоректік ортасына сеуіп түрлі температуралы орындарға 4 аптаға қалдырып, вегетативтік және репродуктивтік қасиеттеріне температуралардың әсері зерттелінді (1-сурет). Байқағанымыз, 5°C-та өскен тек *Penicillium expansum* Link. болды, бірақ бұл түрдің жіпшумағы ақ мақта тәрізді болып түсі өзгермеді. Конидия сағағынан конидиялардың түзілуі жалғасты. *Alternaria tenuis* Nees. бұл температурада тек қараңғы орында сақталғанда ғана қарқынды конидиялар түзетіндігі нақтыланды.



A – *Aspergillus flavus* Link, B – *Penicillium expansum* Link, C – *Rhizopus oryzae* Went & Prins. Geerl., D – *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg

1-сурет – Түрлі температурада (5°C, 15°C, 20°C, 25°C), 7-тәуліктегі саңырауқұлақ түрлері

Сонымен қатар тұқымдарды әртүрлі температурада (-5, 5, 10, 15, 20, 25) 4 апта бойы ұстап, кейін олар ылғалды камерада өсірілді.

Бидай тұқымын әртүрлі температурада сақтап, кейін ылғалды камерада қалдырғанда *Alternaria tenuis* Nees 5°C, 15°C температурада қалдырғандарда ғана өсті. *Rhizopus nigricans* Ehrenb. 25°C температурадан басқаларының бәрінде кездесті, *Aspergillus flavus* Link 10°C мен 15°C температурадан басқаларының бәрінде өсті. *Ustilago tritici* (Pers.) Jens. 15°C температурада ұсталған тұқымда өзгеріссіз сақталса, *Penicillium sp* 25°C температурада сақталған тұқымда қарқынды өсіп колониялар түзді.

Арпа тұқымының микрофлорасына температураның әсерін зерттеу нәтижесінде *Rhizopus nigricans* Ehrenb. барлық температурада сақталғандарда кездесті, *Aspergillus flavus* Link -5°C, 5°C, 10°C, температурада сақталған арпа тұқымдарында кездесті. *Trichothecium roseum* Link -5°C және 15°C температура аралығында сақталған тұқымдарда дамыды. *Penicillium expansum* Link. -5°C да кездессе, *Penicillium glaucum* Fr. 5°C және 10°C температурада сақталған тұқымдарда кездесті. *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link 5°C, 10°C, 15°C темпе-

ратурада, *Helminthosporium sativum* Pam. 5°C, 10°C, 15°C, 25°C температурада сақталған арпа тұқымдарында кездесті. *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg 5°C температурада сақталған арпа тұқымдарында дамуын жалғастырды.

Сұлы тұқымының микрофлорасының өсіп, дамуына әр түрлі температураның әсері зерттелді. *Rhizopus nigricans* Ehrenb. *Alternaria tenuis* Nees барлық температурада сақталған тұқымдарда кездессе, *Trichothecium roseum* Link. және *Aspergillus flavus* Link. тек 15°C температурада сақталған сұлы тұқымында өсті. *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link 25°C да сақталған тұқымдарда кездесті.

Жүгері тұқымында *Rhizopus nigricans* Ehrenb. 30°C температурада сақталғандарынан басқаларының бәрінде, *Penicillium sp.* барлық температурада сақтағандарда, *Trichothecium roseum* Link және *Aspergillus flavus* Link. тек 10°C температурада, *A. glaucus* Raper et Fennell 25°C температурада, *Aspergillus tubingensis* Mosseray 5°C температурада сақталған тұқымдарда кездессе, ал *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link -5°C температурада сақталғандардан басқаларының бәрінде кездесті.

Егістіктен келген түрлер: *Alternaria tenuis*, *Ustilago tritici*, *Trichothecium roseum*, *Trichoderma lignorum*, *Fusarium graminearum* көбіне төменгі температурада 5°-15°C сақталған тұқымдарда өсті. 25°C дейін сақталған тұқымдарда *Rhizopus nigricans*, *Helminthosporium sativum*, *Fusarium graminearum* түрлерінің дамуы жалғасты.

Қоймадағы түрлер әртүрлі температура жағдайында сақталғаннан кейін өсуін жалғастырды. *Aspergillus glaucus* 5°C, 10°C, *Penicillium sp.* барлық температура жағдайында сақталғандарда, *P. expansum* -5°C, *P. glaucum* 25°C сақталған тұқымда, *Aspergillus tubingensis* дамуы жалғасты, *Aspergillus niger* 25°C сақталған тұқымдарда дамуын жалғастырды. Бидай тұқымында (25°C) *Rhizopus nigricans* өспеді. Себебі *Penicillium sp.* қарқынды өсіп басып кетті.

Күріш тұқымында *Rhizopus nigricans* Ehrenb. барлық температурада сақталғандарда, *Penicillium glaucum* Fr. 5° C, *Alternaria tenuis* Nees. 25°C температурадан басқаларының бәрінде кездесті. *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz 15 °C температурада, *Aspergillus flavus* Link тек 5°C, 10°, 25° C температурада, *A. glaucus* Raper et Fennell мен *Aspergillus niger* Tiegh. 25° C температурада, *Fusarium graminearum* Schwabe 5°C температурада сақталған тұқымдарда кездесті.

Құмай тұқымында *Rhizopus nigricans* Ehrenb. -5°C, 5°C, 10°C, *Penicillium sp.* 25°C басқа барлық температураларда, *Alternaria tenuis* Nees. -5°C және 5° C температурада, *Fusarium graminearum* Schwabe 15°C, *Aspergillus fumigatus* Fres. пен *Aspergillus flavus* Link. тек 5°C, 15°, 25°C температурада, *Aspergillus glaucus* Raper et Fennell мен *Aspergillus tubingensis* Mosseray 25°C температурада, *Aspergillus niger* Tiegh. 25°C тепературада сақтағандарда кездесті.

Қорытынды

Тұқымның микофлорасы тұқымның шіруіне себеп бола алмайды. Оған себеп – қоймада сақтау ережелерінің бұзылуынан болатын жағдайлар. Дегенмен, саңырауқұлақтардың дамуына қолайлы ылғалдылық пен температура жағдайында, тұқымдардың өну қабілетін төмендететін негізгі фактор саңырауқұлақтардың түрлері.

Астықтарды зақымдайтын саңырауқұлақ түрлерінің өсу мен дамуына экологиялық орта факторларының (ылғалдылық, температура, жарық) әсері зерттелді.

Қоймада қарқынды дамитын түрлерден тұқымның ылғалдылығы амплитудасы кең жағдайында дамитын түрлер: *Aspergillus flavus* (15%), *Aspergillus tubingensis* (15%), *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*.

Зерттелген астық тұқымдары үлгілерінде эксперимент басында егістіктен келген саңырауқұлақтардың келесі туыстарының түрлері басым болды: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Trichoderma*, *Tilletia*, *Ustilago*, *Puccinia*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Helminthosporium*. Қойма зеңдерінен аз мөлшерде *Penicillium* және *Aspergillus* туыстарының, *Mucorales* қатарының түрлері кездесті. 3 айдан соң егістік саңырауқұлағының түрлері азайғанын байқадық. Мысалы, *Alternaria* туысы түрлерімен тұқымдардың зардапталуы 87 % болса, 3 айдан соң 59 % болды. Қойма саңырауқұлақтары 3 айдан кейін белсенді дами бастады.

Тұқымдарды әртүрлі температурада (-5, 5, 10, 15, 20, 25) 4 апта бойы ұстап, кейін олар ылғалды камерада өсірілді. 5°C-та өскен тек *Penicillium expansum* Link. болды, бірақ бұл түрдің жіпшумағы ақ мақта тәрізді болып түсі өзгермеді.

Зерттеу нәтижесінде келесідей тұжырым жасай аламыз:

1. Астықтарды зақымдайтын саңырауқұлақтардың өсуі мен дамуына орта факторларының әсері зор. Астық сақталатын қоймадағы температура 20°C-тан жоғары болса астықтарда саңырауқұлақтардың дамуы артады. Бізге дейін зерттеген ғалымдардың және өз зерттеулеріміздің нәтижесінде байқағанымыз, -5°C пен 50°C аралығында қоймада дамитын және егістіктен тасымалданатын саңырауқұлақтар тіршілігін жалғастыра алады.

2. Астық тұқымдарының қалыпты жағдайдағы ылғалдылығының көрсеткіштері артса немесе төмендесе тұқымдағы микофлора қарқынды дами бастайды. Тұқым ылғалдылығы жоғарыласа егістіктен тасымалданған саңырауқұлақтар дамуына қолайлы жағдай туындайды. Егер төмендесе қойма зеңдері тіршілігін жалғастыра алады.

Әдебиеттер

- Mannaa M., Kim K.D. Laboratory of Plant Disease and Biocontrol, Department of Biosystems and Biotechnology, Korea University, Seoul 02841, Korea. – 2017. – P. 213-219
- Stuper-Szablewska K., Perkowski J. Department of Chemistry, Poznan University of Life Sciences // Poland Toxins (Basel). – 2017. – Vol. 9(9). pii: E264. doi: 10.3390/toxins9090264.
- Repedkiene J., Levinskaite L., Paskevicius A., Raudoniene V. Institute of Botany of the Nature Research Centre, Zaliuju ezeru Str. 49, LT-08406 Vilnius, Lithuania // Pol J Vet Sci. – 2013. – Vol. 16(2). – P. 391-3.
- Khan A.L., Hussain J., Al-Harrasi A., Al-Rawahi A., Lee I.J. Department of Biological Science & Chemistry, College of Art and Science, University of Nizwa, Sultanate of Oman // BMC Microbiol. – 2016. – Vol. 16. – P. 103. doi: 10.1186/s12866-016-0722-7.
- Абдрасулова Ж.Т., Кужантаева Ж.Ж., Шілдебаев Ж.Б., Ньюсам А.С. Қоймадағы астықтарды зақымдайтын саңырауқұлақтарды зерттеу әдістері: оқу-әдістемелік нұсқаулық. – Алматы: Арда баспасы, 2014. – 39 б.
- Наумов Н.А. Определитель низших растений – М.: изд-во АН СССР, 1935. – 140 с.
- Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. – Л.: Наука, 1967. – 304 с.
- Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т.2. – Киев: Наукова думка, 1977. – 299 с.
- Билай В.И. Фузариин. – Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.
- Пидопличко Н.М., Милько А.А. Атлас морфальных грибов. – Киев: Наумова думка, 1971. – 115 с.
- Raper K. B., Thom C. A manual of the Penicillia. – Baltimore: Williams & Wilkins company, 1965. – 686 p.
- Ellis M.B. Dematiaceous hyphomycetes. – Kew, Surrey, 1971. – 608 p.
- Неводовский Г.С. Флора споровых растений Казахстана. Ржавчинные грибы. – Алма-Ата: Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1956. – 432 с.
- Шварцман С.Р. Флора споровых растений Казахстана. Головные грибы. – Алма-Ата: Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1960. – 370 с.
- Бызова З.М., Васягина М.П., Деева Н.Г., Калымбетов Б.К., Писарева Н.Ф., Шварцман С.Р. Флора споровых растений Казахстана. Несовершенные грибы – Fungi Imperfecti (Deuteromycetes). – Алма-Ата: Изд-во «Наука» Казахской ССР, 1967. – Том V. – 340 с.
- Абдрасулова Ж.Т. Биолог мамандарын дайындауда қоймадағы астықтарды зақымдайтын саңырауқұлақ түрлерінің биоэкологиялық ерекшеліктерін зерттеу нәтижелерін оқу үдерісінде пайдалану: фил. док (PhD). ... дис: 6D010000. – Алматы: Абай атынд. ҚазҰУ, 2015. – 205 б.
- Koycu N.D, Ozer N. Determination of seedborne fungi in onion and their transmission to onion sets // Phytoparasitica. – 1997. – Vol. 25. № 1. – P. 25-31.
- Guillemette T., Iacomi-Vasilescu B., Simoneau P. Conventional and real-time PCR based assay for detecting pathogenic *Alternaria brassicae* in cruciferous seed // Plant Dis. – 2004. – Vol.88. – P. 490- 496.
- Sharma M., Deep S., Bhati S.D., Chowdappa P., Selvamani R., Sharma P. Morphological, cultural, pathogenic and molecular studies of *Alternaria brassicae* infecting cauliflower and mustard in India // African Journal of Microbiology Research. – 2013. – Vol.7. – №26. – P. 3351-3363.

References

- Abdrasulova ZH.T., Kudzhantayeva ZH.ZH., Shil'debayev YU.B., Nsamam A.S. (2014) Qoymadagı astıqtardı zaqımdaytın sanırawqulaqtardı zerttew adisteri (The methods of studying of fungi which affecting grain crops). Uchebno-metodicheskoye posobiye. – Алматы: izdatel'stvo «Arda», 39 p.
- Abdrasulova Zh. Biolog mamandarın dayındauda koymadagı astıqtardı zaqımdaytın sanırawqulaq turlerinin bioekologiyalıq erekshelikterin zertteu natizhelerin oku uderisinde paydalanu (The study of the results of the study of the biological peculiarities of the biological diversity of biodiversity conservation phylogenesis in the study process): fil. dok (PhD). ... dis: 6D010000. –Almatı: Abay atınd.KazUW, 2015, 205 p.
- Bilay V.I. Fuzarii (Fusaria). – Kiyev: Naukova dumka, 1977, 442 p.
- Byzova Z.M., Vasyagina M.P., Deyeva N.G., Kalymbetov B.K., Pisareva N.F., Shvartsman S.R. (1967) Flora sporovykh rasteniy Kazakhstana. Nesovershennyye griby (Flora of spore plants of Kazakhstan. Imperfect fungi) – Fungi Imperfecti (Deuteromycetes): Izd-vo “Nauka” Kazakhskoy SSR. – Alma-Ata., Tom V., 340 p.
- Ellis M.B. Dematiaceous hyphomycetes. – Kew, Surrey, 1971, 608 p.
- Guillemette T., Iacomi-Vasilescu B., Simoneau P. (2004) Conventional and real-time PCR based assay for detecting pathogenic *Alternaria brassicae* in cruciferous seed, Plant Dis., vol.88., pp. 490- 496.
- Khan A.L., Hussain J., Al-Harrasi A., Al-Rawahi A., Lee I.J. (2016) Department of Biological Science & Chemistry, College of Art and Science, University of Nizwa, Sultanate of Oman. BMC Microbiol., vol.16, pp. 103. doi: 10.1186/s12866-016-0722-7.
- Koycu N.D, Ozer N. (1997) Determination of seedborne fungi in onion and their transmission to onion sets, Phytoparasitica, vol. 25, № 1, pp. 25-31.
- Litvinov M.A. opredelitel' mikroskopicheskikh pochvennykh gribov (The determinant of microscopic soil fungi). – L.: Nauka, 1967, 304 p.
- Mannaa M., Kim K.D. (2017) Laboratory of Plant Disease and Biocontrol, Department of Biosystems and Biotechnology, Korea University, Seoul 02841, Korea., pp. 213-219
- Naumov N.A. Opredelitel' mukorovykh (The determinant of Mucorales). –M.: izd-vo AN SSSR, 1935, 140 p.

- Nevodovskiy G.S. Flora sporovykh rasteniy Kazakhstana. Rzhavchinnyye griby (Flora of spore plants of Kazakhstan. Rusty fungi). – Alma-Ata: Izd-vo Akademii nauk Kazakhskoy SSR, 1956., I., 432 p.
- Pidoplichko N.M., Mil'ko A.A. Atlas mororal'nykh gribov (Atlas of Moral Fungi). – Kiyev: Naumova dumka, 1971, 115 p.
- Pidoplichko N.M. Griby-parazity kul'turnykh rasteniy (Fungi parasites of cultivated plants). Opredelitel'. T.2. – Kiyev: Naukova dumka, 1977, 299 p.
- Raper K. B., Thom C. A manual of the Penicillia. – Baltimore: Williams & Wilkins company, 1965, 686 p.
- Repedkiene J., Levinskaite L., Paskevicius A., Raudoniene V. (2013) Institute of Botany of the Nature Research Centre, Zaliuju ezere Str. 49, LT-08406 Vilnius, Lithuania. Pol J Vet Sci., vol. 16(2), pp. 391
- Sharma M., Deep S., Bhati S.D., Chowdappa P., Selvamani R., Sharma P. (2013) Morphological, cultural, pathogenic and molecular studies of *Alternaria brassicae* infecting cauliflower and mustard in India // African Journal of Microbiology Research., vol.7, №26, pp. 3351-3363.
- Shvartsman S.R. Flora sporovykh rasteniy Kazakhstana. Golovnevyye griby (Flora of spore plants of Kazakhstan. Smut fungi). – Alma-Ata: Izd-vo Akademii nauk Kazakhskoy SSR, -1960., II., 370 p.
- Stuper-Szablewska K., Perkowski J. (2017) Department of Chemistry, Poznan University of Life Sciences, Poland. Toxins (Basel), vol.9(9). pii: E264. doi: 10.3390/toxins9090264.

Рамазанова Н.Е.¹, Токсанбаева С.Т.², Инкарова Ж.И.³

¹PhD доктор, доцент, e-mail: nurgulram@gmail.com

²магистр, преподаватель, e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

³к.б.н., доцент, e-mail: inkarova_zhi@enu.kz

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Казахстан, г. Астана

**АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
ЗЕЛЕНОВСКОГО РАЙОНА
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Растительный покров является одним из главных факторов, который способствует улучшению качества ландшафтов. Растительность произрастает на территории населенных пунктов, делает комфортным условия жизни человека в окружающей среде. Она способствует понижению температуры, повышению влажности, снижению уровня шума, осаждению на поверхности листьев пыли и сажи, поглощению из атмосферы многих вредных веществ. Но растительность, также подвергается стрессу, и испытывает негативное воздействие в условиях современной жизни, где человек берет вверх над природой с урбанизацией большей площади окружающей среды. Именно поэтому анализ загрязнений растительного покрова в условиях современного качества жизни является приоритетной частью исследования определенных территорий. Так как человек и флора – это взаимосвязанные компоненты, такие же, как, к примеру, человек с фауной. В связи с этим, координируясь с вышеуказанными утверждениями, целью статьи является анализ загрязнений растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области. Для анализа загрязнений растительного покрова были взяты данные по пробам растительных образцов 5 ключевых участков с территории Зеленовского района Западно-Казахстанской области. Данные проб растительного покрова 5 ключевых участков были исследованы в испытательной лаборатории РГКП «Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова» МОН РК города Уральска в соответствии с единой методикой отбора проб. В ходе анализа загрязнений растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области установилось превышение предельно-допустимой концентрации таких химических элементов как Cu, Ni, Cd и Co.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, растительный покров, растительность, предельно-допустимая концентрация, химические элементы, загрязнение.

Ramazanova N.E.¹, Toxanbayeva S.T.², Inkarova Zh.I.³

¹PhD doctor, associate professor, e-mail: nurgulram@gmail.com

²Master, teacher, Kazakhstan, e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

³cand.biol.sc., associate professor, e-mail: inkarova_zhi@enu.kz /
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Astana

**Analysis of the contamination of vegetation Zelenovsk district
of west Kazakhstan region**

Vegetation cover is one of the main factors that helps to improve the quality of landscapes. Vegetation grows on the territory of settlements, makes comfortable living conditions in the environment. It helps to reduce temperature, increase humidity, reduce noise, deposition on the surface of the leaves of dust and soot, the absorption of many harmful substances from the atmosphere. But vegetation is also under stress, and is adversely affected in modern living conditions, where man takes up above nature with the urbanization of a larger area of the environment. That is why the analysis of pollution of vegeta-

tion in the conditions of modern quality of life, is a priority part of the study of certain areas. Since man and flora are interrelated components, the same as, for example, a person with fauna. In this regard, coordinating with the above statements, the purpose of the article is the analysis of pollution of vegetation cover of Zelenovsky district of West Kazakhstan region. For the analysis of pollution of vegetation cover data on samples of plant samples of 5 key sites from the territory of Zelenovsky district of the West Kazakhstan region were taken. The data of the vegetation cover samples of 5 key sites were performed in the testing laboratory of RSE "West Kazakhstan state University named after Makhambet Utemisov" MES of the Republic of Uralsk in accordance with the unified sampling methodology. During the analysis of pollution of vegetation cover of Zelenovsky district of West Kazakhstan region, the excess of the maximum permissible concentration of such chemical elements as Cu, Ni, Cd and Co was established.

Key words: anthropogenic impact, vegetation cover, vegetation, maximum permissible concentration, chemical compounds, pollution.

Рамазанова Н.Е.¹, Токсанбаева С.Т.², Инкарова Ж.И.³

¹PhD докторы, доцент, e-mail:nurgulram@gmail.com

²магистр, оқытушы, e-mail:sabina.toksanbaeva@mail.ru

³б.ғ.к., доцент, e-mail: inkarova_zhi@enu.kz

А.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Астана қ.

Батыс Қазақстан облысы Зеленовск ауданы өсімдік жамылғысының ластануына талдау

Өсімдік жамылғысы ландшафтардың сапасын жақсартуға ықпал ететін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Өсімдіктер елді-мекендердің ауданында өсе отырып, қоршаған ортада адамның өмір сүруі үшін жайлы жағдай жасайды. Ол температураны төмендетуге, ылғалдылықты жоғарылатуға, шуды азайтуға, жапырақтың бетіндегі шаң мен тұндыруды азайтуға және көптеген зиянды заттардың атмосферадан жұтылуынан қорғауға ықпал етеді. Бірақ, өсімдіктер де өз кезегінде стресске ұшырайды, адамдардың көптеген урбанизациялауымен табиғаттан жоғары тұрған заманауи өмір жағдайында теріс әсер алады. Сондықтан, қазіргі заманғы өмір сүру жағдайында өсімдіктердің ластануын талдау белгілі бір аумақтарды зерттеуде басым болып табылады. Өйткені, адам мен өсімдік тікелей адам мен жануар сияқты өзара байланысқан құрамдас болып табылады. Осыған байланысты, жоғарыда келтірілген мәлімдемелермен үйлесе келе, мақаланың мақсаты – Батыс Қазақстан облысы Зеленовск ауданында өсімдік жамылғысының ластануын талдау болып табылады. Өсімдік жамылғысының ластануын талдау үшін Батыс Қазақстан облысы Зеленов ауданының аумағынан 5 кілттік учаскіден өсімдік үлгілерінің үлгілері алынған. Бірыңғай үлгілеу әдіснамасына сәйкес, Орал қ. ҚР БҒМ «Махамбет Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университетінің» РМКШ сынақ зертханасында 5 кілттік учаскіден өсімдік жамылғысының үлгілері алынды. Батыс Қазақстан облысы Зеленов ауданында өсімдік жамылғысының ластануын талдаудың нәтижесінде Cu, Ni, Cd және Co сияқты химиялық элементтердің шектік рауалдықконцентрациядан жоғыры екені анықталды.

Түйін сөздер: антропогендік әсер, өсімдік жамылғысы, өсімдік, шекті рауалды концентрация, химиялық қосылыстар, ластану.

Введение

Развитие растительности в условиях современности – это процесс современных изменений растительного покрова под антропогенным воздействием – синантропизацией флоры [1], [2].

Термин «синантропизация» обозначает приобретаемые качества и черты, которые будут свойственны растительному миру, под воздействием человека, окружающего и сопровождающего флору, и отпечатком его деятельности с влиянием на природу. Под синантропизационным характером жизни растительного мира стоит адаптация и возможность выжить в условиях ежедневного, антропогенного воздействия [3], [4].

Урбанизация является одной из форм адаптации человека к окружающей природной среде. Урбанизированность территорий человеком приводит к синантропизированному образу жизнедеятельности флоры. Как высказывались Горчаковский П.Л. и Коробейников В.П. под понятием «синантропизации растительного покрова» следует понимать стратегический способ приспособленности растительного мира к условиям среды, которые трансформируются, или создаются искусственно человеком. Под воздействием деятельности человека образуются антропогенные местообитания с нарушенным или полностью уничтоженным растительным покровом [5], [6], [7].

При увеличении антропогенной нагрузки на синантропные виды растительных сообществ происходит усиление синантропизированного образа жизнедеятельности растительного покрова. И потому, данная картина приводит к увеличению показателей степени нарушенности растительного покрова и состояния окружающей среды. В связи с этим данная тематика очень актуальна в условиях современного образа жизни. Такие исследования и анализ загрязнений растительного покрова помогают решать региональные природоохранные задачи и оценить степень загрязнений на территории объекта исследования [8].

К слову, растительный и почвенный покров Северного Прикаспия издавна привлекал внимание многих исследователей: почвоведов, геоботаников, географов. В конце XIX – начале XX века были начаты первые глубокие исследования по изучению почв и растительности этой территории, затрагивающие как вопросы характеристики почвенного и растительного покрова, так и вопросы их происхождения и развития [9], [10], [11].

Объектом данного исследования послужила территория Зеленовского района Западно-Казахстанской области.

Западно-Казахстанская область (ЗКО) расположена на северо-западной части Республики Казахстан и является воротами в центральные и южные области республики и в государства Средней Азии. ЗКО граничит с пятью областями Российской Федерации: Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Самарской и Саратовской областями и имеет протяженность внешних границ в 1532 км. Внутри республики область граничит с Актюбинской и Атырауской областями. Территория области 151,3 тыс. кв. км, что составляет 5,9 % территории республики. Западно-Казахстанская область вытянута с севера на юг на 425 км и с запада на восток на 585 км. Территория области сопоставима с территориями крупных европейских государств. Однако, среди 14 областей Республики Казахстан Западно-Казахстанская область по площади занимает всего лишь 8-е место. Западно-Казахстанская область поделена на районы, один из районов ЗКО – Зеленовский район, который и является объектом исследования в статье [12], [13].

Зеленовский район (каз. Зеленов ауданы) – административно-территориальная единица второго уровня в Западно-Казахстанской области Казахстана. Административный центр района – село Перемётное. Расстояние от райцентра

до областного центра Уральска составляет 38 км [14].

Целью исследования данной статьи является анализ загрязнения растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области.

Материалы и методы исследований

В качестве материала исследования были использованы пробы растительного образца на 5 ключевых участках, обработанные в испытательной лаборатории РГКП «Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова» МОН РК города Уральск в соответствии с единой методикой отбора проб по СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 [15], [16]. Результаты получены с помощью методики количественного химического анализа и с применением ГОСТа 26449,1-85 и статистически обработаны [17].

Результаты и обсуждение

Для определения загрязнений растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области вначале был исследован растительный покров.

Растительный покров исследуемой территории изменяется в зависимости от рельефа, литологического состава, почвообразующих пород и климатических условий [18], где присутствует комплексность [19].

На территории Зеленовского района Западно-Казахстанской области преобладают ковыльные степи с дерново-злаковой растительностью. Также встречаются сочетания типчаково-ковыльных растительных ассоциаций [20], [21].

Территории каштановых почв с полосами темно-каштановых почв часто представляются растительностью типчаково-ковыльных группировок. У светло-каштановых почв широко распространяются солонцы, и растительный покров представляется полынно-типчаковыми группировками. На пойменных почвах растительный покров представлен ивово-тополевыми, дубовыми лесами и зарослями тальника. В поймах небольших рек растительный покров представлен костром, солодкой, осокой, пыреем, подмаренником [22], [23], [24].

Территория Зеленовского района расположена в подзоне ковыльных степей, а на юге типчаковых. К подзоне ковыльных степей относится Высокий сыртовой почвенно-геоботанический район, расположенный на высоких

сыртах с южными черноземами, большая часть также распахана. На целинных участках и залежах на темно-каштановой почве сохранилась типчаково-ковыльная степь, представленная следующими видами ковылей: перистый (*stipa pinnata*), Лессинга (*stipa Lessingiana*), волосатик (*stipa capillata*), иногда уклоняющийся [25], [26], [27].

Расположение исследуемых ключевых участков по пробам растительных образцов были вы-

браны в Зеленовском районе Западно-Казахстанской области. Целью исследования являлось выявление загрязнения растительного покрова.

На рисунке 1 и в таблице 1 показаны ключевые участки для проб отбора растительных образцов Зеленовского района Западно-Казахстанской области.

В таблице 2 показано содержание химических элементов в растительном покрове по ключевым участкам Зеленовского района ЗКО.

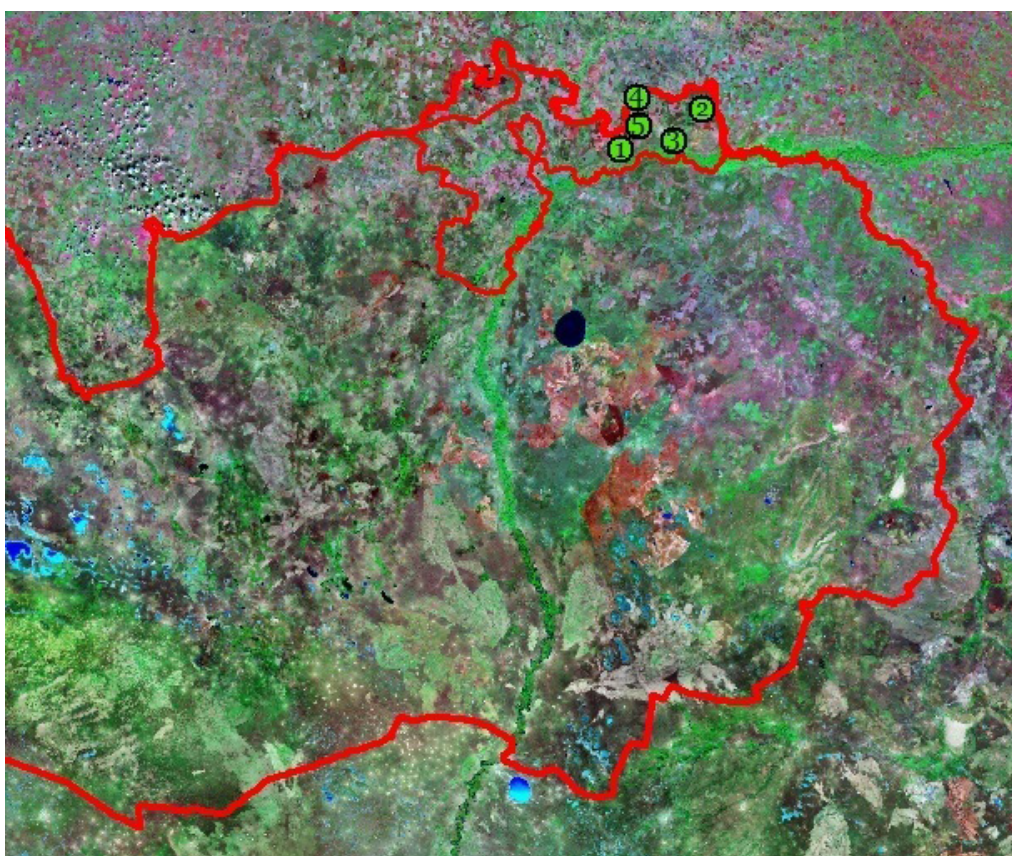


Рисунок 1 – Ключевые участки с пробами растительных образцов Зеленовского района ЗКО

Таблица 1 – Ключевые участки с пробами растительных образцов Зеленовского района ЗКО

№ по карте	Ключевые участки	Координаты	Растительность, почва
1	Зеленовский р-н, устье р.Рубежка, р.Жайык	51° 23' 05,6" (с.ш.) 51° 58' 07,9" (в.д.)	Белотопольник ежевичный, лугово-аллювиальная супесчаная
2	Зеленовский р-н, р.Быковка	51° 37' 0,0" (с.ш.) 52° 07' 3,9" (в.д.)	Солодково-костровая асс (скошено), солонец луговой глубокопромытый тяжелосуглинистый
3	Зеленовский р-н, устье р.Быковка, ок. п. Спартака	51° 25' 5,6" (с.ш.) 52° 2' 35,7" (в.д.)	Белотопольник, сочетание пойменных луговых и пойменных лесо-луговых
4	Зеленовский р-н, р.Деркул	51° 18' 17,0" (с.ш.) 51° 0,0' 0,0" (в.д.)	Солодково-костровая асс (скошено), солонец луговой глубокопромытый тяжелосуглинистый
5	Зеленовский р-н, пойма р.Ембулатовка	51° 33' 17" (с.ш.) 52° 17' 56,7" (в.д.)	Разнотравно-злаковая асс (скошено), лугово-аллювиальная солончаковатая среднесуглинистая

Таблица 2 – Содержание химических элементов в растительном покрове Зеленовского района ЗКО

№ по карте	Cu, мг/дм ³	Zn, мг/дм ³	Cd, мг/дм ³	Pb, мг/дм ³	Ni, мг/дм ³	Co, мг/дм ³	Станд. отклон.	C _v	Методика выполнения КХА
1	24,88±0,59	13,69±0,4	He обн.	0,77±0,3	3,59±0,25	0,09±0,01	1,06	0,12	ГОСТ 26449,1-85
2	17,51±0,18	7,0±0,25	0,004±0,01	0,56±0,1	11,25±0,32	0,17±0,01	0,72	0,12	ГОСТ 26449,1-85
3	2,78±0,25	2,98±0,59	0,06±0,001	0,08±0,2	0,75±0,01	He обн.	0,14	0,11	ГОСТ 26449,1-85
4	11,62±0,19	0,1±0,19	0,59±0,12	6,19±0,13	41,19±0,27	1,29±0,02	1,58	0,16	ГОСТ 26449,1-85
5	12,56±0,29	0,2±0,02	0,007±0,02	0,25±0,01	8,25±0,12	0,17±0,03	0,55	0,15	ГОСТ 26449,1-85
ПДК	30,0	50,0	0,30	5,0	3,0	1,0			

В таблице 2 показано содержание химических элементов в растительном покрове Зеленовского района Западно-Казахстанской области. По вышеуказанным данным, в таблице 2 получены результаты по таким химическим элементам как медь, цинк, кадмий, свинец, никель и кобальт.

Анализ таблицы 2 показывает, что в растительном покрове данных ключевых участков есть превышение ПДК по некоторым химическим элементам. Более подробное описание и обсуждение по ключевым участкам таблиц 1 и 2 с анализом загрязнений растительного покрова Зеленовского района ЗКО показано ниже.

По первому ключевому участку Зеленовского района, устья реки Рубежка бассейн реки Жайык результаты химических элементов по меди варьируют в промежутке 24,88±0,59 мг/дм³ и имеют превышение по предельно-допустимой концентрации на 5,12 мг/дм³, также содержание никеля составляет 3,29 мг/дм³ с варьированием ±0,25 и превышением ПДК на 0,59 мг/дм³, что говорит о воздействии на растительный покров внешних факторов в виде поглощения, выделяющихся химикатов с территорий предприятий по нефте-газодобыче и переработке нефти, боратовых руд, горючих сланцев, калийно-магниевого солей, цементного сырья, керамзитовых глин, строительного и аллювиального песка и т.д. Результаты содержания цинка, свинца и кобальта варьируют в допустимых промежутках, не превышающих предельно-допустимую концентрацию. Содержание кадмия на первом ключевом участке не обнаружено.

По второму ключевому участку Зеленовского района, реки Быковка бассейн реки Жайык результаты химических элементов по никелю варьируют в промежутке 11,25±0,32 мг/дм³ и имеют превышение по предельно-допустимой

концентрации на 8,25 мг/дм³, что также говорит о воздействии на растительный покров внешних факторов в виде поглощения, выделяющихся химикатов с территорий предприятий по нефте-газодобыче и их переработке. Результаты содержания меди варьируют в промежутке 17,51±0,18 мг/дм³; цинка в промежутке 7,0±0,25 мг/дм³, варьирование свинца проходит в промежутках 0,004±0,01 мг/дм³ и кобальта в промежутках 0,56±0,1 мг/дм³ в допустимых значениях, не превышающих предельно-допустимую концентрацию.

Третий ключевой участок Зеленовского района устья реки Быковка близ поселка Спартак бассейна реки Жайык из таблицы 2 показал содержание химических элементов в пределах нормы и не превышающих предельно-допустимую концентрацию, значение меди составляет 2,78±0,25 мг/дм³, цинка 2,98±0,59 мг/дм³, кадмия 0,06±0,001 мг/дм³, свинца 0,08±0,2 мг/дм³ и никеля 0,75±0,01 мг/дм³.

По четвертому ключевому участку Зеленовского района реки Деркул бассейн реки Жайык результаты химических элементов по меди варьируют в промежутке 11,62±0,19 мг/дм³, по цинку 0,1±0,19 мг/дм³, по кадмию в промежутке 0,59±0,12 мг/дм³, по кобальту 1,29±0,02 мг/дм³ в допустимых значениях, не превышающих предельно-допустимую концентрацию. Свинец варьирует в промежутке 6,19±0,13 мг/дм³ и превышает ПДК на 1,19 мг/дм³. Значительные превышения обнаружены по никелю с вариацией в промежутке 41,19±0,27 мг/дм³ и превышением предельно-допустимой концентрации на 38,19 мг/дм³, что в 13,73 раз больше ПДК. Это говорит о техногенном нарушении с наибольшим влиянием предприятий по нефте-газодобыче на растительный покров в районе четвертого ключевого участка.

Пятый ключевой участок Зеленовского района поймы реки Ембулатовка бассейна реки Жайык из таблицы 2 показал содержание химических элементов в пределах нормы и не превышающих предельно-допустимую концентрацию, значение меди составляет $12,56 \pm 0,29$ мг/дм³, цинка – $0,2 \pm 0,02$ мг/дм³, кадмия – $0,007 \pm 0,02$ мг/дм³, свинца – $0,25 \pm 0,01$ мг/дм³ и кобальта – $0,17 \pm 0,03$ мг/дм³. Никель варьирует в промежутке $8,25 \pm 0,12$ мг/дм³ и превышает ПДК на $3,25$ мг/дм³.

Выводы

Был исследован растительный покров Зеленовского района Западно-Казахстанской области. Определено содержание загрязняющих веществ растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области. В качестве выводов отмечается следующее:

– в загрязнениях растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области отмечается линейный характер с мелкоплощадным проявлением и некоторыми превышениями отдельных химических элементов;

– наблюдения и анализ состояния растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области позволили установить загрязнение такими химическими элементами как никель, кадмий и кобальт;

– растительный покров имеет максимальное накопление меди в Зеленовском районе устья реки Рубежка реки Жайык, минимальное накопление в Зеленовском районе реки Быковка поселка Спартака. По кадмию максимальное накопление в Зеленовском районе реке Чаган, минимальное накопление в Зеленовском районе поймы реки Ембулатовка. В Зеленовском районе реки Деркул максимальные накопления никеля, минимальные накопления никеля в реке Быковка поселка Спартака;

– на территории выявлены месторождения газа и газового конденсата, нефти, боратовых руд, горючих сланцев, калийно-магниевого сырья, цементного сырья, керамзитовых глин, строительного и аллювиального песка, в связи с этим объект исследования данной статьи характеризуется техногенными нарушениями с наибольшим влиянием предприятий по нефте-газодобыче и переработке.

Литература

- Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: Учеб.-метод. пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2017. – С. 3-7.
- Алексеев В.А. Экологическая геохимия / В. А. Алексеев. – М.: Логос, 2015. – 121 с.
- Амельченко В.И., Галимов М.А., Рамазанов С.К., Терещенко Т.А., Кабдулова Г.А., Череватова Т.Ф. // География Западно-Казахстанской области, учебное пособие – Уральск, 2006.
- Andrews N.L. Environmental impact assessment and risk assessment: learning from each other. In: Environmental impact assessment: theory and practice. – London: Unwin Hyman, 1990. – P. 85-97.
- Angelone M., Armiento G., Cinti D., Somma R., Trocciola A. Platinum and heavy metal concentration levels in urban soils of Naples (Italy) // Fresenius Environmental Bulletin. – 2002. – V. 11. – P. 432-436.
- Awad F.; Romheld V. Mobilization of heavy metals from contaminated calcareous soils by plant born, microbial and synthetic chelators and their uptake by wheat plants // Journal of plant nutrition. – 2000. – Vol. 23, issue 11-12. – P. 1847-1855.
- Banat K.M., Howari F.M., Al-Hamad A.A. Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks? // Environmental Research. – 2005. – Vol. 97. – P. 258-273.
- Blume H.-P. Classification of soils in urban agglomerations // Catena. – 1989. – V.16. No.3. – P. 269-275.
- Boyd H.B., Pedersen F., Cohr K.H., Damborg A., Jakobsen B.M., Kristensen P., Samsoe-Petersen L. Exposure scenarios and guidance values for urban soil pollutants // Regulatory Toxicology and Pharmacology. – 1999. – Vol. 30. – P. 197-208.
- Bradl H.B. (ed.) Heavy Metals in the Environment. Interface // Science and Technology. 2015. London: Elsevier Ltd. – Vol. 6. – 269 p.
- Bullock P., Gregory P.J. Soils in the Urban Environment. 1991. Oxford: Blackwell Scientific Publications. – 174 p.
- Вернадский В. И. Труды по геохимии. – М.: Наука, 1994. – 80 с.
- Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 324 с.
- Dragović S., Mihailović N., Gajić B. Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources // Chemosphere. – 2008. – V. 74. – P. 491-495.
- Elliott H.A., Liberati M.R., Huang C.P. Competitive adsorption of heavy metals by soils // J. of Environ. Qual. – 2016. – V. 15. – P. 214-219.15
- Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Чернышев Д.М., Тубетов Ж.М. // Зеленая книга Западно-Казахстанской области // Уральск 2015, 54 с.
- Gadd G.M. Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganisms // Experientia. – 1990. – V. 46. – P. 834-840.

- Grzebisz, L. Cieśla, J. Komisarek, J. Potarzycki. Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils // Polish Journal of Environmental Studies.- 2002. – Vol. 11 (5). – P. 493-499.
- Heavy metals in Soils / Ed. By Alloway B. J. Y. // Wiley and Sons. New York. 1990. – 332 p.
- Kodom K. Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities. LAPLAMBERT Academic Publishing. 2011. – 120 p.
- Коронкевич Н.И., Зайцева И.С. Географическое направление в изучении и прогнозировании гидроэкологических ситуаций // Известия РАН. Серия географическая. – 2013. – №3. – С.23-32.
- Ramazanov N.E., Dzhanaleeva G.M. Hydrochemical condition of basin softsmall rivers of the West Kazakhstan (for example Bykobka River Basin) // Strategichzneyptaniaswiatowej nauki : тезисы международной научно-практической конференции // Przemysl, Польша 07-15 февраль 2012.- С.15-18
- Перельман А.И. Геохимия природных вод. – М.: Наука, 1982. – 98 с.
- Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Иркалиева Р.М., Рамазанов С.К. // Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области, ЗКГУ им.А.С.Пушкина, г.Уральск, 2016 г. – с. 75
- Полынов Б.Б. Избранные труды / под ред. И.В. Тюрина, А.А. Саукова, со вступ. ст. А.И.Перельмана. – М.: АН СССР, 1956. – 751 с.
- Рамазанова Н.Е. Гидрохимическое состояние малых рек Западно-Казахстанской области (на примере реки Быковка) // Вестн. ПГУ Сер. химико-биологич. – Павлодар, 2012.
- Turner M.G., Gardner R.H., O'Neill R.V. Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process. – Springer, 2001. – 393 p.

References

- Alekseyenko V.A. (2015) Ekologicheskayageokhimiya [Ecological geochemistry]. Logos- Moskow, 627 p.
- Alloway B.J.Y. (1990) Heavy metals in Soils [Heavy metals in Soils]. New York, 332 p.
- Amel'chenko V.I., Galimov M.A., Ramazanov S.K., Tereshchenko T.A., Kabdulova G.A., Cherevatova T.F. (2006) Geografiya Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Geography of the West Kazakhstan region]. Uchebnoyeposobiye-Uralsk, 98 p.
- Andrews R.N.L. (1990) Environmental impact assessment and risk assessment: learning from each other. In: Environmental impact assessment: theory and practice [Environmental impact assessment and risk assessment: learning from each other. In: Environmental impact assessment: theory and practice]. Unwin Hyman-London, pp. 85-97.
- Angelone M., Armiento G., Cinti D., Somma R., Trocciola A. (2002) Platinum and heavy metal concentration levels in urban soils of Naples [Platinum and heavy metal concentration levels in urban soils of Naples]. Fresenius Environmental Bulletin-Italy, vol. 11, pp. 432-436.
- Avessalomova I.A. (2017) Geokhimicheskiiyepokazatelipriizucheniiilandshaftov [Geochemical indicators in the study of landscapes]. Moscow – Izd-voMosk. un-ta, pp. 3-7
- Awad F., Romheld V. (2000) Mobilization of heavy metals from contaminated calcareous soils by plant born, microbial and synthetic chelators and their uptake by wheat plants [Mobilization of heavy metals from contaminated calcareous soils by plant born, microbial and synthetic chelators and their uptake by wheat plants]. Journal of plant nutrition, vol. 23, issue 11-12, pp. 1847-1855.
- Banat K.M., Howari F.M., Al-Hamad A.A. (2005) Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks? [Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks?]. Environmental Research, vol. 97, pp. 258-273.
- Blume H.P. (1989) Classification of soils in urban agglomerations [Classification of soils in urban agglomerations]. Catena, vol. 16, no.3, pp. 269-275.
- Boyd H.B., Pedersen F., Cohr K.H., Damborg A., Jakobsen B.M., Kristensen P., Samsøe-Petersen L. (1999) Exposure scenarios and guidance values for urban soil pollutants [Exposure scenarios and guidance values for urban soil pollutants]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, vol. 30, pp. 197-208.
- Bradl H.B. (2015) Heavy Metals in the Environment. Interface [Heavy Metals in the Environment. Interface]. Science and Technology. Elsevier Ltd – London, vol. 6, 269 p.
- Bullock P., Gregory P.J. (1991) Soils in the Urban Environment [Soils in the Urban Environment]. Blackwell Scientific Publications-Oxford, 174 p.
- Glazovskaya M.A. (1988) Geokhimiya prirodnikhitekhnogennykhlandshaftov [Geochemistry of natural and technogenic landscapes]. Vysshayashkola- Moskow, 324 p.
- Dragovich S., Mikhaylovich N., Gaich B. (2008) Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources [Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources]. Chemosphere, vol. 74, pp. 491–495.
- Elliott H.A., Liberati M.R., Huang C.P. (2016) Competitive adsorption of heavy metals by soils [Competitive adsorption of heavy metals by soils]. J. of Environ. Qual, vol. 15, pp. 214-219.
- Fersman A.Ye. (1959) Zanimatel'nayageokhimiya. Khimiyazemli [Interesting geochemistry. Chemistry of the Earth]. Moscow-USSR Academy of Sciences, 14 p
- Gadd G.M. (1990) Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganisms [Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganisms]. Experientia, vol. 46, pp. 834-840.

Grzebisz L., Cieřla J., Komisarek J. Potarzycki. (2002) Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils [Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils]. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 11, no 5, pp. 493-499.

Kodom K. (2011) Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities [Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 120 p.

Koronkevich N.I., Zaytseva I.S. (1992) Geograficheskoye napravleniye v prognozirovaniiprognozirovaniigidroekologicheskikh sostoyaniy [Geographical direction in the study and prediction of hydroecological situations]. Izvestiya RAN. Seriyageograficheskaya, no 3, pp. 23-32.

Perel'man A.I. (1982) Geochemistry of natural waters [Geokhimiya prirodnikh vod]. – M.: Nauka – Moscow, 98 p.

Petrenko A.Z., Dzhubanov A.A., Fartushina M.M., Irkaliyeva R.M., Ramazanov S.K. (2016) Prirodno-resursnyy potentsial i proyektiruyemye ob'ekty zapovednogo fonda Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Natural-resource potential and projected objects of the reserve fund of the West Kazakhstan region]. ZKGU im. A.S. Pushkina – Uralsk, 75 p.

Petrenko A.Z., Dzhubanov A.A., Fartushina M.M., Chernyshev D.M., Tubetov Zh.M. (2015) Zelenayakniga Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [A green book of the West Kazakhstan region]. Uralsk, 54 p.

Polynov B.B. (1956) Izbrannyye trudy [Selected Works]. Moscow- Academy of Sciences of the USSR, 751 p.

Ramazanova N.Ye. (2012) Gidrokhimicheskoye sostoyaniye malykh rek Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Hydrochemical state of small rivers in the West Kazakhstan region]. Vestn. PGU Ser. Khimiko-biologich. – Pavlodar

Ramazanova N.E., Dzhanaleyeva G.M. (2012) Gidrokhimicheskoye sostoyaniye basseynov malykh rek Zapadnogo Kazakhstana [Hydrochemical state of the basins of small rivers of Western Kazakhstan]. Pshemysl' – Pol'sha, pp. 15-18

Turner M.G., Gardner R.H., O'Neill R.V. (2001) Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process [Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process]. Springer, 393 p.

Vernadskiy V.I. (1994) Trudy pogeokhimi [Proceedings on Geochemistry]. Nauka – Moscow, 80 p.

**Шалахметова Т.М.¹, Сутуева Л.Р.², Мамиллов Н.Ш.³,
Шимшиков Б.Е.⁴, Құлымбет Қ.Қ.⁵, Тастан Д.А.⁶, Райке Т.М.⁷**

¹д.б.н., профессор, e-mail: tamara.shalakhmetova@kaznu.kz

²докторант PhD, e-mail: s_leila_aktau@mail.ru

³к.б.н., ассоциированный профессор, e-mail: nadir.mamilov@kaznu.kz

⁴к.б.н., доцент, e-mail: batyrgelgy.shimshikov@kaznu.kz

⁵магистрант, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

⁶студентка, e-mail: dinara.970801@gmail.com

⁷студентка, e-mail: r.t.m.97@mail.ru

НИИ проблем биологии и биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ РЕКИ ИЛЕ
И ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА БАЛКАШ**

В ходе экспедиционных выездов в Южное Прибалхашье в июне 2018 года собраны и исследованы образцы поверхностных вод и донных отложений на различных участках р.Иле и оз.Балкаш (юго-западной части). В результате проведения гидрохимического анализа поверхностных вод установлено, что воды р. Иле (с.Баканас), р. Топар и оз. Балкаш (с. Куйган) наиболее загрязнены тяжелыми металлами: Pb, Cd, Zn и Fe, их уровень превышал ПДК от 1,6 до 5,5 раза. На этих же участках исследованного водного бассейна было обнаружено превышение ПДК для Pb, Cr, Co, Ni, Cd, Zn и Fe в донных отложениях. При этом уровень обнаруженных в седиментах ТМ в значительной степени превышал их содержание в поверхностных водах, особенно по содержанию Fe (ПДК выше от 2,9 до 6,9 раза). Биотестирование поверхностных вод и седиментов на эмбрионах зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*) выявило их значительный эмбриотоксический эффект, выражающийся в их 20-40% смертности. Высказывается предположение о том, что снижение численности рыб и амфибий в исследуемых водоемах связано с их гибелью на ранних стадиях развития. Результаты проведенного исследования важны для разработки природоохранных мероприятий в Южном Прибалхашье.

Ключевые слова: река Иле, озеро Балкаш, поверхностные воды, седименты, тяжелые металлы, биотестирование, *Danio rerio*, *Xenopus laevis*, эмбриотоксичность.

Shalakhmetova T.M.¹, Sutuyeva L.R.², Mamilov N.Sh.³,
Shimshikov B.E.⁴, Kulymbet K.K.⁵, Tastan D.A.⁶, Raike T.M.⁷

¹D.Bi.Sci., professor, e-mail: tamara.shalakhmetova@kaznu.kz

²PhD-doctorate, e-mail: s_leila_aktau@mail.ru

³PhD (candidate of Biological Sciences), assistant professor, e-mail: mamilov@gmail.com

⁴PhD (candidate of Biological Sciences), assistant professor, e-mail: batyrgelgy.shimshikov@kaznu.kz

⁵Master student, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

⁶Student, e-mail: dinara.970801@gmail.com

⁷Student, e-mail: r.t.m.97@mail.ru

SRI of Biology and Biotechnology Problems, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

**Biotesting of surface water and bottom sediments from the Ile River
and the southwestern part of the Balkash Lake**

During the expedition trips to the Southern Balkhash in June 2018, samples of surface waters and bottom sediments from various sites of the Ile River and Lake Balkash (the southwestern part) were collected and investigated. As a result of the hydrochemical analysis of surface waters, it was determined

that the waters of the Ile (Bakanas) and Topar rivers and Balkash lake (Kuygan) were the most polluted with heavy metals: Pb, Cd, Zn and Fe, their level exceeded the maximum permissible concentration (MPC) by 1.6-fold to 5.5-fold. At the same sites of the studied water basin, the MPC for Pb, Cr, Co, Ni, Cd, Zn and Fe in bottom sediments was found to be exceedeng. At the same time, the level of heavy metals found in sediments largely exceeded their content in surface waters, especially in terms of Fe content (MPC is higher by 2.9-fold to 6.9-fold). Biotesting of surface waters and sediments on zebrafish (*Danio rerio*) and African clawed frog (*Xenopus laevis*) embryos revealed their significant embryotoxic effect, expressed in their 20-40% mortality. In this regard, possible reduction in the number of fish and amphibians in the studied areas was suggested. The results of the study are important for the development of environmental protection measures in the Southern Balkhash region. It is suggested that the decline in the number of fish and amphibians in the studied water bodies is associated with their death in early stages of development.

Key words: Ile river, Balkash lake, surface waters, sediments, heavy metals, biotesting, *Danio rerio*, *Xenopus laevis*, embryotoxicity.

Шалахметова Т.М.¹, Сутуева А.Р.², Мамиллов Н.Ш.³,
Шимшиков Б.Е.⁴, Құлымбет Қ.Қ.⁵, Тастан Д.А.⁶, Райке Т.М.⁷

¹профессор, б.ғ.д., e-mail:tamara.shalakhmetova@kaznu.kz

²PhD докторанты, e-mail:s_leila_aktau@mail.ru

³қауымд. профессоры, б.ғ.к., e-mail:nadir.mamilov@kaznu.kz

⁴доцент, б.ғ.к., e-mail: batyrgelgy.shimshikov@kaznu.kz

⁵магистрант, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

⁶студент, e-mail: dinara.970801@gmail.com ⁷студент, e-mail: r.t.m.97@mail.ru

әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың Биология және биотехнология мәселелері ФЗИ, Қазақстан, Алматы қ.

Иле өзенінен және Балқаш көлінің оңтүстік-батыс бөлігінен жер асты суларының және шөгінділерінің биотестациясы

2018 жылдың маусым айында Оңтүстік Балқашқа барған экспедиция барысында Иле өзені мен Балқаш көлінің (оңтүстік-батыс бөлігіндегі) әртүрлі аймақтарынан жер үсті суларының және шөгінділердің үлгілері жиналып зерттелді. Жер үсті суларының гидрохимиялық анализінің нәтижесінде Иле өзені (Бақанас), Топар өзені және Балқаш көлі (Күйған ауылы) сулары ауыр металдармен Pb, Cd, Zn және Fe ең көп ластанған, олардың ШҚД 1,6-дан 5,5 есеге дейін жеткен. Осы зерттелген су қоймасының аймақтарынан төменгі шөгінділерінде ШҚД Pb, Cr, Co, Ni, Cd, Zn және Fe үшін жоғары көрсеткіш байқалды. Сонда да, шөгінділерден табылған АМ деңгейі, әсіресе Fe концентрациясы бойынша (МШК 2,9-дан 6,9 есеге дейін) олардың мөлшері жер үсті суларынан айтарлықтай асып түсті. (*Danio rerio*) және (*Xenopus laevis*) эмбриондарына жер үсті сулары мен шөгінділердің әсер етуі арқылы жасалған биосараптамасының нәтижесі, олардың едәуір эмбриотоксіндігінен 20-40% өлімімен аяқталды. Осыған байланысты зерттелетін аймақтарда балық пен амфибияның санының азаюы мүмкін деген болжам айтылады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері Оңтүстік Балқаш аймағын қорғау мақсатындағы іс-шаралар әзірлеу үшін маңызды.

Түйін сөздер: Иле өзені, Балқаш көлі, жер үсті сулары, шөгінділер, ауыр металдар, биосараптама, *Danio rerio*, *Xenopus laevis*, эмбриотоксінді.

Введение

В последние годы один из крупных водоемов Казахстана – озеро Балкаш испытывает большие экологические проблемы: обмеление и высокую загрязненность поллютантами различного происхождения [1]. Озеро Балкаш, обладая нерестилищами и большими площадями для массового нагула рыбы, является одним из водоемов, составляющих основу рыбохозяйственной отрасли Казахстана [2]. Кроме того, за счет ресурсов озера производится питьевое, бытовое и промышленное водоснабжение, что обуславливает необходимость контроля экологического состояния

водоема. Основным источником гидроресурсов озера Балкаш, как известно, является трансграничная река Иле, которая ранее давала до 80% притока воды (70% ее протекает по территории Китая, 30% – по территории Казахстана) [3]. Экологические проблемы возникли в результате интенсификации земледелия и промышленности как в КНР, так и в Казахстане. Неконтролируемые заборы воды и сброс в реку сточных вод промышленных предприятий, сельскохозяйственных производств привели к снижению уровня озера и загрязнению воды и донных отложений озера тяжелыми металлами, пестицидами, радионуклидами, нефтепродуктами [4-5].

Обмеление и загрязнение акватории озера является одной из важнейших причин сокращения рыбных запасов, птиц и млекопитающих, а также ухудшения здоровья жителей региона [6]. Через загрязнённую воду по пищевой цепи поллютанты попадают в организм гидробионтов, а затем в организм позвоночных животных, что снижает биоразнообразие обитателей озера. Исследования, проводимые в дельте реки Иле и озере Балкаш, показали значительную степень накопления тяжелых металлов и других поллютантов в тканях промысловых рыб и амфибий [7-9]. Кроме того, наиболее важная и уязвимая стадия жизненного цикла рыб и амфибий – эмбриогенез – проходит в воде. Нарушения эмбриогенеза приводят к появлению пороков и уродств, снижающих жизнеспособность и выживаемость вида, в результате чего истощаются и гибнут целые популяции. В связи с этим, при изучении состояния водоемов необходимо проводить их биотестирование, исследуя уровень смертности эмбрионов. Таким образом, состояние биоразнообразия рыб и амфибий отражает экологическое состояние водоема. Многие отечественные исследователи отмечают сокращение численности аборигенных и ценных видов рыб, а также других гидробионтов в озере Балкаш [10-11].

Поэтому целью настоящего исследования явилось биотестирование поверхностных вод и донных отложений из реки Иле и юго-западной части озера Балкаш, собранных во время экспедиционных работ в июне 2018 года.

Материалы и методы

Объекты и материалы исследований

Объектами исследований явились эмбрионы полосатого данио или зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*), поверхностные воды и седименты р.Иле и оз.Балкаш (юго-западная часть).

*Методика получения икры зебрафиш (*Danio rerio*)*

Получение икры и биотестирование воды и седиментов из оз. Балкаш проводили согласно рекомендациям OECD (Организация экономического сотрудничества и развития) и ECVAM (Европейский центр по проверке альтернативных методов исследования) [12]. Для получения эмбрионов зебрафиш взрослых особей содержали в 50 л аквариумах при постоянном потоке, температуре 23 ± 1 °C и 12 ч световом цикле, кормили живым и сухим кормом один

раз в день. В день, предшествующий дню начала экспериментов, нерестовые аквариумы объемом 15 л наполняли чистой, нагретой до 26 ± 1 °C водой и пересаживали в них производителей (соотношение самцов и самок 2:4) в вечернее время, так как основным стимулом к началу метания икры является ранний солнечный свет. На дно нерестовых аквариумов предварительно устанавливали пластиковую сетку с размером ячеек 1,25 мм, чтобы предотвратить поедание икры взрослыми особями. На следующее утро, после нереста, взрослых особей отсаживали в основные (50 л) аквариумы, икринки собирали и переносили в стерильные чашки Петри с чистой водой (26 ± 1 °C) для дальнейших исследований. Отбор оплодотворенных икринок производили с помощью стереомикроскопа DM 143 (Motic, Китай).

*Методика биотестирования на эмбрионах зебрафиш (*Danio rerio*)*

Эксперименты по биотестированию начинали с ранней стадии эпиболии (приблизительно 6 часов после оплодотворения) [13]. На этом этапе легко различить нормально развивающихся эмбрионов от ложно-развитых и коагулировавших эмбрионов и избежать ложных положительных результатов [14].

При биотестировании воды и седиментов, отобранных во время экспедиционных выездов в дельту р. Иле и оз. Балкаш, инкубационной средой служили образцы поверхностных вод и седиментов из мест сбора проб: р. Иле (с. Баканас), р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева), оз. Балкаш (с. Караой), р. Топар, оз. Балкаш (с. Куйган). Всего было 10 экспериментальных групп по 3 чашки Петри с 20 икринками в каждой. Для биотестирования донных отложений в чашки Петри с чистой водой помещали по 10 г седиментов. Эмбрионы помещали в инкубатор АРТ.line™ B28 (Binder, Германия) при температуре 27 ± 1 °C.

Икринки исследовали под стереомикроскопом через 10, 24, 48 и 72 часа после оплодотворения для определения уровня смертности. Уровень смертности определяли подсчетом погибших и выживших к 96 ч эксперимента эмбрионов и выражали в процентах.

*Методика получения икры шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*)*

Для получения икры шпорцевой лягушки взрослых особей содержали отдельно в 50 л аквариумах при температуре 22 ± 1 °C и 12 ч световом цикле, кормили ежедневно живым кормом (мотылем) [15].

Для стимуляции нереста шпорцевых лягушек и получения достаточного для исследования количества головастиков нами была использована следующая схема: 1) раздельное содержание самцов и самок в течение двух недель; 2) сокращение числа кормлений в этот период; 3) поддержание температуры воды на уровне 18–19°C; 4) затем возобновление обычного режима кормления (мотыль) и 5) смены воды с постепенным повышением ее температуры до 25°C. Повышение температуры при этом производилось на 1–2°C в сутки. После получения икры взрослых особей отсаживали в основные аквариумы, чтобы предотвратить поедание икры взрослыми особями, икринки собирали и переносили в стерильные чашки Петри с чистой водой (25±1°C) для дальнейших исследований. Отбор оплодотворенных икринок производили с помощью стереомикроскопа DM 143 (Motic, Китай).

Методика биотестирования на эмбрионах шпорцевой лягушки (Xenopus laevis)

Биотестирование воды и седиментов из оз. Балкаш проводили согласно международному стандарту [15].

При биотестировании воды и седиментов, отобранных во время экспедиционных выездов в дельту р. Иле и оз. Балкаш, инкубационной средой служили образцы поверхностных вод и седиментов из мест сбора проб: р.Иле (с. Баканас), р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева), оз. Балкаш (с. Караой), р. Топар, оз. Балкаш (с. Куйган). Всего было 8 экспериментальных групп по 3 чашки Петри с 20 икринками в каждой. Для биотестирования донных отложений в чашки Петри с чистой водой помещали по 10 г седиментов. Эмбрионы помещали в инкубатор ART.line™ B28 (Binder, Германия) при температуре 24±1°C.

Икринки исследовали под стереомикроскопом через 24, 48, 72 и 96 часов после оплодотворения для определения уровня смертности и нарушений развития. Погибших эмбрионов подсчитывали и удаляли. Уровень смертности определяли подсчетом погибших и выживших к 96 ч эксперимента эмбрионов и выражали в процентах.

Методики сбора воды и седиментов

В контрольных точках исследуемых участков реки Иле и юго-западной части озера Балкаш производили сбор, консервацию и хранение проб поверхностных вод согласно Международным стандартам и утвержденным ГОСТам [16-17]. Отбор пробы воды осуществляли на глубине 0,5-1,0 м. Пробоотборниками

являлись химически стойкие чистые 1-5-литровые пластиковые емкости. Хранение и доставку до лаборатории проб воды осуществляли при низких температурах 0°C в сумках-холодильниках. Перед хранением и консервацией воду процеживали от водорослей через мелкопористое сито. Перед отбором проб воды и седиментов производили определение ряда параметров воды с помощью следующих приборов: температуру, общую минерализацию (растворенные в воде соли) и электропроводность измеряли с помощью портативного анализатора TDS&EC-метра (Barry Century, Китай), значение pH-портативного анализатора pH-метра PH-009(I) (Barry Century, Китай), окислительно-восстановительный потенциал – портативного анализатора ORP-метра ORP169E (Barry Century, Китай), содержание растворенного кислорода – портативного анализатора DO-метра DO-pen type (Alvin Instrument, Китай).

В тех же точках исследования также в соответствии с Международными стандартами и утвержденными ГОСТами [18-20] осуществляли отбор донных отложений (седиментов) на глубине от 1 до 2 метров с помощью дночерпателей, краг и стратиметров (трубок различных диаметров). В зависимости от анализируемых загрязняющих веществ и свойств донных отложений перед хранением в пробы добавляли различные консервирующие вещества (кислоты). Пробы донных отложений хранили в охлажденном (от 0 до минус 3°C) состоянии.

Методики химического анализа воды и седиментов, органов рыб и амфибий на содержание тяжелых металлов

Важнейшим показателем качества среды обитания гидробионтов является степень чистоты поверхностных вод и донных отложений по содержанию тяжелых металлов [21]. В связи с этим во всех собранных пробах воды и седиментов были определены тяжелые металлы согласно практическим руководствам и ГОСТам [17-19]. Определение ТМ проводили после соответствующей пробоподготовки на атомно-абсорбционном спектрофотометре МГА-915 МД (г. Санкт-Петербург) [22-24]. Измерение концентрации ТМ производили в атомно-абсорбционном режиме при длинах волн, соответствующих каждому исследуемому металлу с соответствующим каждому металлу эталоном.

Статистическая обработка данных

Результаты количественных исследований подвергались статистической обработке. Во

всех случаях определяли средние значения и ошибку средней величины. Достоверность различий средних величин оценивали, используя t-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при доверительной вероятности, равной 0,95. Статистическую обработку и графическое представление материалов осуществляли с помощью приложения Microsoft Excel 7.0.

Результаты и обсуждение

Для гидробионтов значительную опасность среди загрязняющих веществ представляют тяжелые металлы (ТМ), поскольку, в отличие от органических веществ, они не распадаются, не исчезают, а перераспределяются по компонентам экосистемы водоема и могут накапливаться в организме [25-27]. Причем, было установлено, что передвижение ТМ по трофической цепи происходит в возрастающих количествах [28-29]. В связи с этим было проведено химическое исследование поверхностных вод и донных отложений (седиментов) из юго-западной части озера Балкаш и прилегающей дельты реки Иле на содержание ТМ, а также их биотестирование на эмбрионах зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*).

Результаты химического анализа поверхностных вод, собранных во время экспедиционных выездов в дельту р. Иле и юго-западную часть озера Балкаш, представлены в таблице 1. В исследуемых пробах поверхностных вод выявилось различное содержание следующих тяжелых металлов: свинца (Pb), хрома (Cr), кобальта (Co), марганца (Mn), никеля (Ni), кадмия (Cd), меди (Cu), цинка (Zn), железа (Fe). Содержание большинства тяжелых металлов не превышало санитарные нормы для водоемов рыбохозяйственного назначения, однако такие ТМ, как Pb, Cd, Zn и Fe были обнаружены в количествах, превышающих ПДК. Превышение вышеназванных ТМ наблюдалось в водах р. Иле в районе с. Баканас, р. Топар и оз. Балкаш близ с. Куйган. Так, содержание Pb, Cd, Zn и Fe в поверхностных водах р. Иле в районе села Баканас превышало ПДК соответственно в 1,6; 1,7; 4,6 и 5,5 раза; в оз. Балкаш около с. Караой – в 1,6; 1,4; 3,6 и 3,5 раза; в р. Иле близ моста им. Д.А. Кунаева – в 1,2; 1,1; 4,2 и 2,5 раза; в р. Топар – 1,6; 1,7; 5,8 и 5,2 раза; в оз. Балкаш близ с. Куйган – в 1,8; 5,5 и 6,5 раза. Из представленных результатов очевидно, что

наиболее загрязненными по содержанию Pb, Cd, Zn и Fe являются воды р. Иле в районе с. Баканас, р. Топар и оз. Балкаш близ с. Куйган (таблица 1).

Активное загрязнение поверхностных вод р. Иле в районе с. Баканас ТМ происходит, вероятно, как за счет их стока из Капшагайского водохранилища, по сути, отстойника для вод верхнего течения трансграничной реки Иле, в том числе, из КНР, а также за счет сточных вод самого селения Баканас [30]. Река Топар – один из рукавов р. Иле, на этом участке дельты, по видимому, еще в большей степени собирает поллютанты вследствие обмеления, медленного течения, а также вливания сточных вод в районах с. Балатопар и с. Топар. Сама дельта р. Иле и южное побережье озера Балкаш в районе селения Куйган загрязняются ТМ еще в большей степени в результате возрастающего обмеления, деградации речной системы, отсутствия механического очищения русла от ила и ухудшения условий для самоочищения [31].

Эмбриотоксичность поверхностных вод оценивали по уровню смертности эмбрионов зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*), инкубировавшихся в водах из р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева и с. Баканас), р. Топар и оз. Балкаш (с. Куйган и с. Караой). Результаты этого исследования приведены на рисунке 1. Из данного рисунка видно, что самый низкий уровень смертности эмбрионов зебрафиш (*Danio rerio*) наблюдался при воздействии воды из р. Иле (17%), собранной близ моста им. Д.А. Кунаева. Чуть выше (18%) процент смертности эмбрионов *Danio rerio* отмечался при воздействии воды, собранной из оз. Балкаш близ с. Караой. Наибольший процент смертности эмбрионов *Danio rerio* происходил при воздействии воды из р. Иле, собранной в районе с. Баканас – 24%, р. Топар – 33%, а также из оз. Балкаш в районе с. Куйган – 37%.

Практически такая же картина наблюдалась при биотестировании поверхностных вод из дельты р. Иле и оз. Балкаш на эмбрионах шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*): наиболее низкие проценты смертности эмбрионов *Xenopus laevis* были выявлены при воздействии воды из р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева) – 20% и из оз. Балкаш близ с. Караой – 22%, а высокие при инкубировании в воде из р. Иле (с. Баканас) – 29%, р. Топар – 36%, оз. Балкаш (с. Куйган) – 38%.

Таблица 1 – Содержание ТМ в поверхностных водах рек Иле и Топар, озера Балкаш (Алматинская область), июнь 2018 года, мг/л

ТМ	Pb	Cr	Co	Mn	Ni	Cd	Cu	Zn	Fe
ПДК, мг/л (для рыбохозяйственных водоемов)	0,006	0,02	0,01	0,01	0,01	0,005	0,001	0,01	0,1
Класс опасности	II	III	III	IV	III	II	III	III	IV
р.Иле-Баканас	0,0096±0,0008	0,0048±0,0009	0,0073±0,0011	0,0098±0,0009	0,0068±0,0012	0,0084±0,0009	0,0008±0,0000	0,0457±0,0009	0,5462±0,0012
> ПДК	>1,60					>1,68		>4,57	>5,46
оз.Балкаш-Караой	0,0094±0,0006	0,0040±0,0007	0,0039±0,0009	0,0085±0,0006	0,0045±0,0009	0,0068±0,0013	0,0006±0,0001	0,0358±0,0009	0,3555±0,0015
> ПДК	>1,56					>1,36		>3,58	>3,55
р.Иле-Мост им.Д.А.Кунаева	0,0074±0,0005	0,0034±0,0008	0,0046±0,0010	0,0096±0,0009	0,0039±0,0010	0,0058±0,0005	0,0006±0,0001	0,0423±0,0010	0,2468±0,0018
> ПДК	>1,23					>1,16		>4,23	>2,46
р.Топар	0,0096±0,0006	0,0046±0,0009	0,0067±0,0011	0,0077±0,0012	0,0068±0,0014	0,0089±0,0009	0,00067±0,0001	0,0583±0,0009	0,5175±0,0018
> ПДК	>1,60					>1,70		>5,83	>5,17
оз.Балкаш-Куйган	0,0109±0,0012	0,0050±0,0009	0,0086±0,0015	0,0098±0,0012	0,0069±0,0013	0,0092±0,0009	0,0008±0,0003	0,0550±0,0010	0,6656±0,0015
> ПДК	>1,82					>1,84		>5,50	>6,65

Таблица 2 – Содержание ТМ в донных отложениях рек Иле и Топар, озера Балкаш (Алматинская область), июнь 2018 года, мг/кг

ТМ	Pb	Cr	Co	Mn	Ni	Cd	Cu	Zn	Fe
ПДК, мг/кг (для почвы)	32,0	6,0	5,0	1500,0	4,0	0,5	3,0	23,0	1000,0
Класс опасности	II	III	III	IV	III	II	III	I	IV
р.Иле-Баканас	12,40±0,80	11,20±1,25	4,24±0,28	721,02±22,35	13,46±1,95	0,70±0,09	2,75±0,08	73,69±3,20	6235,7±85,5
> ПДК		>1,86			>3,36	>1,40		>3,20	>6,23
Оз.Балкаш-Караой	3,73±0,62	6,03±0,72	3,24±0,56	563,06±15,06	9,38±0,99	0,44±0,02	0,92±0,05	56,88±1,95	3335,9±74,5
> ПДК					>2,34			>2,47	>3,33
р.Иле-Мост им.Д.А.Кунаева	3,24±0,55	5,98±0,88	4,34±0,41	620,32±18,90	8,17±0,92	0,44±0,05	0,67±0,03	54,54±0,90	2967,9±58,85
> ПДК					>2,04			>2,37	>2,96
р.Топар	36,40±0,68	18,84±1,23	12,26±1,21	1080,30±21,25	21,71±1,46	1,30±0,09	8,35±0,08	119,85±3,92	5575,6±77,8
> ПДК	>1,60	>3,14	>2,45		>5,42	>2,60	>2,78	>5,21	>5,57
оз.Балкаш-Куйган	23,81±0,58	10,56±0,95	8,05±0,52	874,40±10,20	14,70±1,90	0,80±0,03	0,92±0,03	33,45±0,55	6999,8±90,5
> ПДК	>1,60	>1,67	>1,61		>3,67	>1,60		>1,45	>6,99

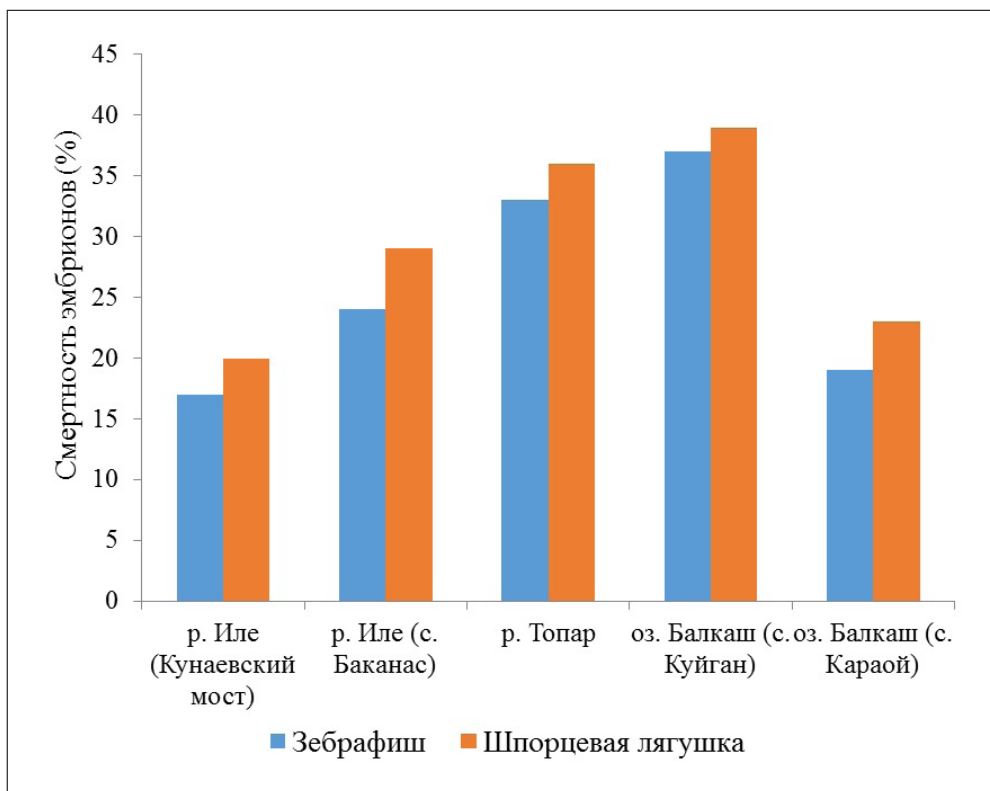


Рисунок 1 – Смертность эмбрионов зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*) при воздействии поверхностных вод водоемов Южного Прибалхашья

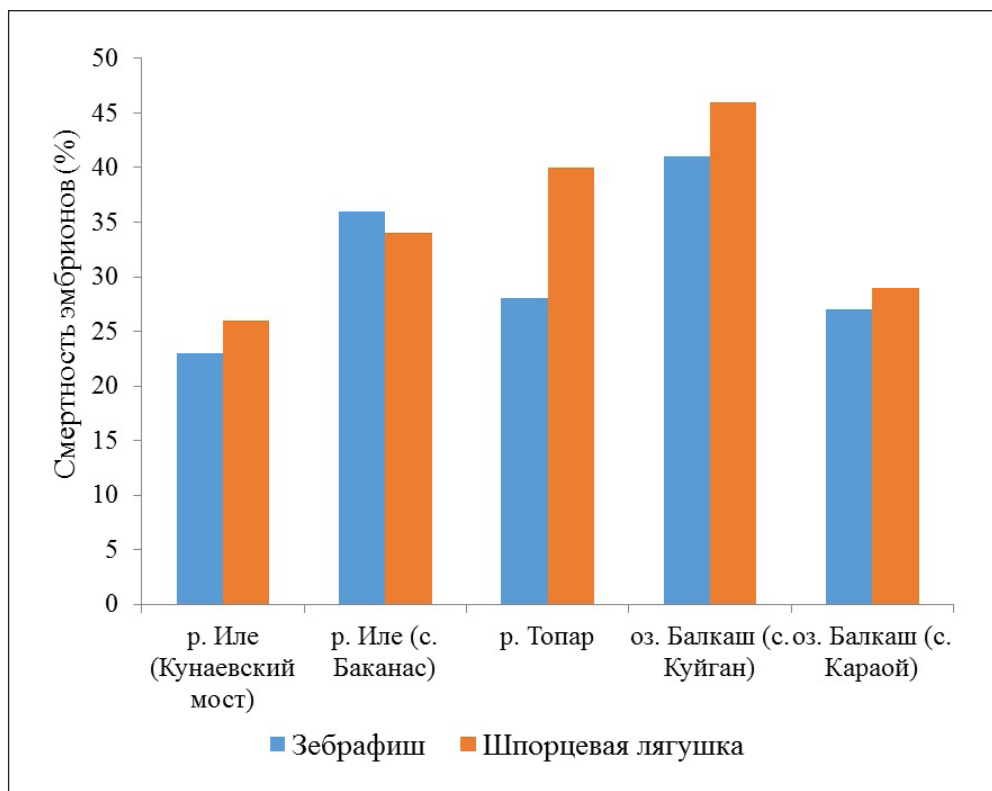


Рисунок 2 – Смертность эмбрионов зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*) при воздействии седиментов из водоемов Южного Прибалхашья

Результаты химического анализа донных отложений (седиментов), собранных во время экспедиционных выездов в дельту реки Иле и юго-западную часть озера Балкаш, представлены в таблице 2. В отличие от поверхностных вод (таблица 1), содержание ТМ в донных отложениях значительно превышало ПДК для многих из них: Pb, Cr, Co, Ni, Cd, Cu, Zn и Fe (таблица 2). Например, содержание Pb превышало ПДК в 1,6 раза в р.Топар и в оз. Балкаш (с. Куйган). Содержание Cr было завышенным, кроме этих двух пунктов еще в р. Иле (с. Баканас), соответственно в 1,9; 3,1 и 1,7 раза. Содержание Co в седиментах, так же, как и Pb, превышало ПДК в 2,5 и 1,6 раза в р. Топар и в оз. Балкаш (с. Куйган). Содержание Ni превышало ПДК во всех исследованных пунктах: в 3,4 раза в р. Иле (с. Баканас); в 2,3 раза в оз. Балкаш (с. Караой); в 2,0 раза; в р.Иле (мост им. Д.А. Кунаева); 5,4 раза в р. Топар и в 3,7 раза в оз. Балкаш (с. Куйган). Содержание Cd в седиментах обнаруживалось завышенным в трех пунктах: в р. Иле (с. Баканас) – в 1, 4 раза; в р.Топар – в 2,6 раза и в оз. Балкаш (с. Куйган) – в 1,6 раза. Содержание Cu в донных отложениях превышало уровень ПДК только в одном пункте – в р. Топар – в 2,8 раза, а содержание Zn было завышенным практически во всех исследованных пунктах, соответственно: в 3,2; 2,5; 2,4; 5,2; 1,4 раза. Наиболее высоким в донных отложениях было содержание Fe, которое превышало ПДК в водоемах вышеназванных пунктов, соответственно: в 6,2; 3,3; 2,9; 5,6; 6,9 раза.

Таким образом, содержание Pb, Cr, Co, Ni, Cd, Zn и Fe в донных отложениях было наиболее высоким в р. Иле (с. Баканас), в р.Топар и в оз.Балкаш (с. Куйган). Следует отметить, что превышения ПДК для таких ТМ, как Pb, Cd, Zn и Fe в седиментах, происходит в тех же исследованных пунктах, что и в поверхностных водах, только еще в большей степени. Накопление ТМ в донных отложениях, так же, как и в поверхностных водах, в р. Иле (с. Баканас), р. Топар и оз.Балкаш (с. Куйган) связано со сбросом сточных вод, обмелением, сильным зарастанием высшей водной растительностью, что создает благоприятные условия для заиления дна и осаждения взвешенных частиц, в том числе ТМ [32].

Биотестирование седиментов из р. Иле и оз. Балкаш так же, как и поверхностных вод, проведено на эмбрионах зебрафиш (*Danio rerio*) и шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*). Результаты этого исследования приведены на рисунке 2. На эмбрионах *Danio rerio* было выявлено, что

наименьшим эмбриотоксическим эффектом обладают донные отложения из р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева) – смертность эмбрионов составила 23%, затем следуют: оз. Балкаш (с. Караой) – 26%, р. Топар – 27%, р. Иле (с. Баканас) – 36%, оз. Балкаш (с. Куйган) – 40%.

Сходным образом реагировали эмбрионы шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*) при добавлении в инкубируемую воду донных отложений из различных пунктов исследования. Установлено, что уровень смертности эмбрионов *Xenopus laevis* составил при воздействии донных отложений из р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева) – 26%, оз. Балкаш (с. Караой) – 28%, р. Иле (с. Баканас) – 34%, р. Топар – 39% и оз. Балкаш (с. Куйган) – 45%.

Заключение

Таким образом, биотестирование поверхностных вод и седиментов показало, что эмбриотоксический их эффект повышался в ряду: р. Иле (мост им. Д.А. Кунаева), оз. Балкаш (с. Караой), р. Иле (с. Баканас), р. Топар, оз. Балкаш (с. Куйган). При этом воздействие седиментов имело значительный эффект по сравнению с влиянием поверхностных вод, выражающемся в большем проценте смертности эмбрионов как *Danio rerio*, так и *Xenopus laevis*. Это наблюдение соответствовало данным химического анализа, показавшего, что в донных отложениях ТМ накапливаются в большей степени, чем в воде. По мнению ряда исследователей [33], донные отложения водной экосистемы играют большую роль в процессах миграции химических элементов водоема и создают потенциальную опасность для гидробионтов. Тяжелые металлы, накопленные в донных отложениях, как известно, не подвергаются биodeградации и аккумулируются в организмах гидробионтов, поэтому их опасность для развивающихся организмов особенно велика. Высокая смертность эмбрионов, наблюдаемая у *Danio rerio* и *Xenopus laevis* при их инкубировании в загрязненной ТМ воде и при добавлении седиментов, свидетельствует об адекватности данной модели в качестве объектов биотестирования любых водных экосистем, подверженных действию поллютантов. По реакции экспериментальных моделей на загрязненность ТМ аквальных комплексов можно судить о состоянии гидробионтов, обитающих в водоемах. Можно предположить, что снижение численности рыб и амфибий в исследуемых водоемах связано с их гибелью на ранних стадиях развития.

Литература

- Алейник А. Ю., Назаренко О. Б. Водные ресурсы Казахстана: характеристика и проблемы // Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции, Томск, 7-9 декабря 2011 г. – С. 255-257.
- Султанова Б.М., Рачковская Е.И., Иващенко А.А., Березовиков Н.Н. Биологическое разнообразие проектируемого Иле-Балхашского природного резервата // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2012. – Т. 33, № 1. – С. 230-233.
- Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан, выпуск № 1 (25), 1 полугодие 2017. – 156 с.
- Кудеков Т.К., Голубцов В.В., Ли В.И. Современные изменения природной среды и гидрологический режим озера Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 3. – С. 3–10.
- Burlibaev M.Zh., Dostaj Zh.D., Mirhashimov I., Nikolaenko A.Ju. Sovremennoe sostojanie hozjajstvennoj dejatel'nosti v Ile-Balhashskom bassejne. Integrirovannoe upravlenie vodnymi resursami v Ile-Balkashskom bassejne. UNDP. – Almaty, 2011. – S. 3-16.
- Экология и здоровье нации. / Под ред. акад. НАН РК А.М. Газалиева. – Караганда: Изд-во Карагандинского государственного технического университета, 2016. – 109 с.
- Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т. Уровень биоаккумуляции тяжелых металлов в тканях рыб Капшагайского водохранилища. // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2012. – Т. 33, № 1. – С. 30-32.
- Нуртазин С.Т., Салмурзаулы Р., Нильс Тивс, Байбагысов А.М., Икласов М.К., Мухитдинов А.М., Мирасбек Е.А. Причины и тенденции трансформации экосистем дельты реки Иле // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2016. – Т. 46, №1. – С. 90-104.
- Лопарева Т.Я., Шарипова О.А., Петрушенко Л.В. Уровень накопления токсикантов в мышечной ткани рыб в водных бассейнах Республики Казахстан. // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 115-122.
- Исбеков К.Б., Асылбекова С.Ж., Перспективы сохранения генофонда редких и исчезающих видов рыб озера Балхаш // Вестник КазНУ. Серия Биологическая. – 2006. – Т. 29, №3. – С. 25-32.
- Лопатин О.Е., Приходько Д.Е., Мамилов Н.Ш., Балабиева Г.К. Магда И.Н. О разнообразии гидрофауны правых притоков реки Иле в пределах Республики Казахстан. // Вестник КазНУ. Серия Экологическая. – 2012. – Т. 33, №31. – С. 188-192.
- OECD. Series on Testing and Assessment No. 179 Validation Report (PHASE 2) For The Zebrafish Embryo Toxicity Test. – ENV/JM/MONO. – 2012. – 25 p.
- Nagel R. Dar T. The embryo test with zebrafish *Danio rerio* – a general model in ecotoxicology and toxicology // ALTEX. – 2002. – Vol. 19. – P. 38-48.
- Hill A., Teraoka H. Et al., Zebrafish as a model vertebrate for investigating chemical toxicity // Toxicological sciences – 2005. – Vol. 86, No. 1. – P. 6-19.
- ASTM. Standard guide for conducting the frog embryo teratogenesis assay – *Xenopus*. Designation E 1439-98 // Annual book of ASTM standards. – 2005. – Vol. 11.5. – P. 825–836.
- Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes (Качество воды. Отбор проб. Руководство по составлению программ отбора проб) // Международный стандарт. ISO 5667-1:1982.
- ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. // Межгосударственный стандарт. – 2012. – 25с.
- Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling of bottom sediments of water objects for their pollution analysis // Межгосударственный стандарт. – 2003. – 25с.
- ГОСТ 17.1.5.01–80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
- ГОСТ 12536–79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Стандартинформ, 2008. – 17 с
- Будников Г.Н. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С.23-29.
- СанПиН 42-128-4433-87 “Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве” (утв. заместителем Главного государственного санитарного врача СССР от 30 октября 1987 г. N 4433-87).
- Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд. ВНИИРО, 1999. – 304 с.
- Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 678 с.
- Annabi A., Said K., Messaoudi I. Cadmium: bioaccumulation, histopathology and detoxifying mechanisms in fish. Am. J. Res. Commun. – 2013. – Vol. 1. – P. 60–79.
- Pandey Govind and Madhuri S. Heavy Metals Causing Toxicity in Animals and Fishes // Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences. – 2014. – Vol. 2, No. 2.- P.17-23
- Sivakumar Rajeshkumar and Xiaoyu Li. Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China// Toxicol Rep.- 2018. – Vol 19. No. 5 – P. 288-295.
- Luoma S. M. and Rainbow, P. S. Metal Contamination in Aquatic Environments: Science and Lateral Management. Cambridge University Press, Cambridge, UK. – 2008. – 162 p.

Ahmed Th A Ibrahim, Ekbal T Wassif and Mariana S Alfons. Heavy Metals Assessment in Water, Sediments and Some Organs of *Oreochromis niloticus* under the Impact of Sewage Water // *Journal of Heavy Metal Toxicity and Diseases*. – 2016. – Vol. 35, No. 4 – P. 26-37.

Амиргалиев Н.А. Тяжелые металлы в воде Капшагайского водохранилища на реке Или // *Материалы XI Международной конференции по научному обеспечению АПК Азиатских территорий (Казахстан, Сибирь, Монголия) 24-27 июня 2008 года, г. Новосибирск*. – Новосибирск, 2008. – С. 22-23.

Шарипова О.А., Петрушенко Л.В. К вопросу о токсикологическом состоянии экосистем водных бассейнов Республики Казахстан. // *Вестник научных конференций*. – 2016. – Т. 15, №11-5. – С. 193-195.

Шарипова О.А. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях озера Балхаш в зависимости от природных и антропогенных факторов. // *Вестник Томского государственного университета*. – 2015. – № 390. – С. 225–230.

Tilekova Zh.T., Oshakbayev M.T., Yerubaeva G.K. Assessment of norm admissible impact on Water objects of Trans-Balkhash area // *International Journal of Chemical Sciences*. 2015. – Vol. 3, No 13 – p. 1495-1510.

References

Ahmed Th A Ibrahim, Ekbal T Wassif and Mariana S Alfons. (2016) Heavy Metals Assessment in Water, Sediments and Some Organs of *Oreochromis niloticus* under the Impact of Sewage Water. *Journal of Heavy Metal Toxicity and Diseases*, vol 35, no. 4, pp. 26-37.

Aleinik A. Yu., O. B. Nazarenko. (2001). Vodnye resursy Kazakhstana: harakteristika i problemy [Water resources of Kazakhstan: characteristics and problems]. Proceedings of the XVII Russian Scientific and Technical Conference, Tomsk, December 7-9, 2011 – pp. 255-257.

Amirgaliev N. A., L. T. Ismuhanova. (2016) Uroven' bioakkumulyacii tyazhelyh metallov v tkanyah ryb Kapshagajskogo vodohranilishcha [Bioaccumulation level of heavy metals in fish tissues of the Kapshagay reservoir] *KazNU Bulletin. Ecology series*, vol. 33, no 1. pp. 30-32.

Amirgaliev N.A. (2008) Tyazhelye metally v vode Kapshagajskogo vodohranilishcha na reke Ili [Heavy metals in the water of the Kapshagay reservoir on the river Ili]. Proceedings of the XI International Conference on the Scientific Support of the Agro-Industrial Complex of Asian Territories (Kazakhstan, Siberia, Mongolia) June 24-27, 2008, Novosibirsk, pp. 22-23.

Annabi A., Said K., Messaoudi I. (2013) Cadmium: bioaccumulation, histopathology and detoxifying mechanisms in fish. *Am. J. Res. Commun*, vol. 1, pp. 60–79.

ASTM. (2005) Standard guide for conducting the frog embryo teratogenesis assay – *Xenopus*. Designation E 1439-98, Annual book of ASTM standards, vol. 11.5, pp. 825–836.

Budnikov G.N. (1998) Tyazhelye metally v ehkologicheskom monitoringe vodnyh sistem [Heavy metals in the environmental monitoring of water systems]. *Soros Educational Journal*, no. 5, pp. 23-29.

Burlibaev M. Zh., Dostaj Zh. D., Mirhashimov I., Nikolaenko A. Ju. (2011) Sovremennoe sostojanie hozjajstvennoj dejatel'nosti v Ile-Balkhashskom bassejne Integrirovannoe upravlenie vodnymi resursami v Ile-Balkhashskom bassejne. [Current state of economic activity in the Ile-Balkhash basin. Integrated Water Resource Management in the Ile-Balkhash basin]. UNDP. Almaty, 2011, pp. 3-16.

Drugov YU. S., Rodin A. A. (2012) Analiz zagryaznennoj vody: prakticheskoe rukovodstvo [Polluted water analysis: a practical guide]. Moscow: BINOM. Laboratory of knowledge, 678 p.

Ekologiya i zdorov'e natsii [Ecology and health of the Nation.]. Ed. Acad. NAS RK A. M. Gazaliyev. –Karaganda: Publishing house of Karaganda State Technical University, 2016. – 109 p.

GOST 12536–79. (2008) Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava [Soils. Laboratory methods for determining the particle size (grain) and microaggregate composition]. Moscow: Standardinform, 17 p.

GOST 17.1.5.01–80. (2002) Ohrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob donnyh otlozhenij vodnyh ob'ektov dlya analiza na zagryaznennost' [Protection of Nature. Hydrosphere. General requirements for sampling of sediments of water bodies for analysis of pollution]. Moscow: IPK Publishing house of standards, 7 p.

GOST 31861-2012. (2012) Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob [Water. General requirements for sampling]. Interstate Standard, 25 p.

Hill A., Teraoka H. et al. (2005) Zebrafish as a model vertebrate for investigating chemical toxicity. *Toxicological sciences*, vol. 86, no. 1, pp. 6-19.

Informacionnyj byulleten' o sostoyanii okruzhayushchej sredy Respubliki Kazahstan [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan], Issue no. 1 (25), 1st half of 2017 – 156 p.

Isbekov K. B., Asylbekova S. ZH. (2006) Perspektivy sohraneniya genofonda redkih i ischezayushchih vidov ryb ozera Balhash [Prospects for the preservation of the gene pool of rare and endangered species of fish of Lake Balkhash]. *KazNU Bulletin. Biology series*, vol. 29, no. 3. – pp. 25-32.

Kudekov T. K., Golubcov V. V., Li V. I. (2005) Sovremennye izmeneniya prirodnoj sredy i gidrologicheskij rezhim ozera Balhash [Modern changes in the natural environment and hydrological regime of Lake Balkhash]. *Hydrometeorology and ecology*, no. 3, pp. 3–10.

Lopareva T.YA., O. A. Sharipova, L. V. Petrusenko. (2016) Uroven' nakopleniya toksikantov v myshechnoj tkani ryb v vodnyh bassejnah Respubliki Kazahstan [The level of accumulation of toxicants in the muscle tissue of fish in the water basins of the Republic of Kazakhstan]. *Bulletin of ASTU. Fisheries Series*, no. 2, pp. 115-122.

Lopatin O. E., Prihod'ko D. E., Mamilov N. SH., Balabieva G. K., Magda I. N. (2012) O raznoobrazii gidrofauny pravyyh pritokov reki Ile v predelakh Respubliki Kazahstan [On the diversity of hydrofauna of the right tributaries of the Ile River within the Republic of Kazakhstan]. KazNU Bulletin. Ecology series, vol. 33, no. 31, pp. 188-192.

Luoma, S. M. and Rainbow, P. S. (2008) Metal Contamination in Aquatic Environments: Science and Lateral Management. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 162 p.

Nagel R., Dar T. (2002) The embryo test with zebrafish *Danio rerio* – a general model in ecotoxicology and toxicology, ALTEX, vol. 19, pp. 38-48.

Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling of bottom sediments of water objects for their pollution analysis // Interstate Standard, 2003, 25 p.

Nurtazin S. T., R. Salmurzauly, Tivs Nil's, A. M. Bajbagysov, M. K. Iklasov, A. M. Muhitdinov, E. A. Mirasbek. (2016) Prichiny i tendencii transformacii ehkositsem del'ty reki Ile [Causes and trends of ecosystem transformation in the delta of the river Ile] KazNU Bulletin. Ecology series, vol. 46, no 1. pp. 90-104.

OECD. (2012) Series on Testing and Assessment No. 179 Validation Report (PHASE 2) For The Zebrafish Embryo Toxicity Test. – ENV/JM/MONO, 25 p.

Pandey Govind and Madhuri S. (2014) Heavy Metals Causing Toxicity in Animals and Fishes. Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences, vol. 2, no. 2, pp.17-23.

Perechen' rybohozyajstvennyh normativov: predel'no dopustimyyh koncentracij (PDK) i orientirovochno bezopasnyh urovnij vozdeystviya (OBUV) vrednyh veshchestv dlya vody vodnyh ob'ektov, imeyushchih rybohozyajstvennoe znachenie [The list of fisheries standards: maximum permissible concentrations (MPC) and approximately safe exposure levels (ASEL) of harmful substances for water bodies of fisheries importance]. Moscow: Izd. VNIRO, 1999, 304 p.

SanPiN 42-128-4433-87. (1987) Sanitarnye normy dopustimyyh koncentracij himicheskikh veshchestv v pochve [Sanitary standards for permissible concentrations of chemicals in the soil] (approved by the Deputy Chief State Sanitary Doctor of the USSR of October 30, 1987 N 4433-87).

SHaripova O. A., Petrushenko L. V. (2016) K voprosu o toksikologicheskom sostoyanii ehkositsem vodnyh bassejnov Respubliki Kazahstan [To the question of the toxicological state of the ecosystems of water basins of the Republic of Kazakhstan], Bulletin of scientific conferences, vol. 15, no. 11-5, pp.193-195.

SHaripova O.A. (2015) Raspredelenie tyazhelyh metallov v donnyh otlozheniyah ozera Balhash v zavisimosti ot prirodnyh i antropogennyh faktorov [Distribution of heavy metals in bottom sediments of Lake Balkhash, depending on natural and anthropogenic factors]. Bulletin of Tomsk State University, no 390, pp. 225–230.

Sivakumar Rajeshkumar and Xiaoyu Li. (2018) Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China. Toxicol Rep, vol 19, no. 5, pp. 288-295.

Sultanova B. M., E. I. Rachkovskaya, A. A. Ivashchenko, N. N. Berezovikov. (2012) Biologicheskoe raznoobrazie proektiruемого Ile-Balhashskogo prirodnogo rezervata [Biological diversity of the projected Ile-Balkhash nature reserve] KazNU Bulletin. Ecology series, vol. 33, no 1. – pp. 230-233.

Tilekova Zh. T., Oshakbayev M. T., Yerubaeyva G. K. (2015) Assessment of norm admissible impact on Water objects of Trans-Balkhash area. International Journal of Chemical Sciences, vol. 3, no 13, pp. 1495-1510.

Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes. International Standard. ISO 5667-1:1982.

2-бөлім

**ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ
БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҰРҒЫНДАР ДЕНСАУЛЫҒЫНА
ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

Раздел 2

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

Section 2

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL
POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH**

Кенжетаяев Г.Ж.¹, Сырлыбекқызы С.², Жидебаева А.Е.³

¹доктор технических наук, профессор, e-mail: gusman.kenzhetayev@yu.edu.kz

²PhD, доцент, e-mail: Samal_86a@mail.ru

³PhD докторант, e-mail: ainur.zhidebayeva@yu.edu.kz

Университет Есенова, Казахстан, г. Актау

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В РАЙОНЕ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА «КАСПИЙ ЦЕМЕНТ» НА МЕСТОРОЖДЕНИИ МЕЛА ШЕТПЕ ЮЖНОЕ

Представлены результаты оценки состояния почв в 2014–2018 гг, в районе завода «Каспий Цемент» на месторождении мела Шетпе Южное. За период мониторинга было отобрано более 80 проб почвы с глубин 0–20 см. Тяжелые металлы в почве определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии с плазменной атомизацией с использованием ААС МГА 915, их содержание сопоставляли с имеющимися нормами ПДК. В почвах ПП-1 в 2018 году наблюдалось превышение ПДК по меди и никелю (2,6 и 2,3 ПДК). На ПП-2, наличие кадмия 2,02 ПДК и 2,05 ПДК, в 2017 г и 2018 годах. Зафиксировано превышение ПДК по мышьяку 1,3–2,7 ПДК в 2016 г., 2017 г. и 2018 годах. Максимальный коэффициент концентрации тяжелых металлов установлен для кадмия и свинца Кк (Cd) = 4,2, Кк (Pb) = 4,02 на ПП-2 (дорога на карьер), при этом на ПП-1 (на промплощадке) показатель Кк (Cd) = 3,5 был ниже, но при этом для хрома Кк (Cr) = 3,2. Загрязнения почв незначительное, превышение ПДК изученными металлами не более 3 ПДК, но уровень концентраций элементов Кк (Cd, Pb, Cr), а также коэффициент техногенности Кт (Ni) никеля на ПП-1 (4,0) и ПП-2 (3,4) высоки, в этой связи необходима организация постоянного экологического мониторинга почв.

Ключевые слова: месторождение мела, почвы, тяжелые металлы, экологическая оценка.

Kenzhetayev G.Zh.¹, Syrlybekkyzy S.², Zhidebayeva A.³

¹doctor of technical sciences, professor, e-mail: gusman.kenzhetayev@yu.edu.kz

²PhD, professor, e-mail: Samal_86a@mail.ru

³doctoral student, e-mail: ainur.zhidebayeva@yu.edu.kz

Yessenov University, Kazakhstan, Aktau

Ecological assessment of soils near the cement factory Caspian Cement on the chalk deposits Shetpe South

The article presents the results of the assessment of the state of soils in 2014–2018, in the area of the «Caspian Cement» plant at the Shetpe Yuzhnoye chalk Deposit. In General, the monitoring period, more than 80 soil samples were taken from depths of 0–20 cm. Heavy metals in soil by atomic absorption spectrometry with plasma atomization using AAS MGA-915 were compared with the available MPC norms. At PP-2, the presence of cadmium is 2.02 MPC and 2.05 MPC, in 2017 and 2018, respectively. Arsenic MPC exceeded 1.3–2.7 MPC in 2016, 2017 and 2018. The maximum concentration factor of heavy metals was set for cadmium and lead KK (Cd) = 4.2, KK (Pb) = 4.02 at PP-2 (road to quarry), while at PP-1 (on site) the KK (Cd) = 3.5 was lower, but for chromium KK (Cr) = 3.2. Soil pollution is insignificant, excessive concentrations of studied metals not more than 3 MPC, however, the concentrations of QC (Cd, Pb, Cr) and the technogenic coefficient CT (Ni) of Nickel on PP-1 (4.0) and PP-2 (3,4) is high, the organization of continuous ecological monitoring of soils is necessary.

Key words: chalk deposit, soils, heavy metals, environmental assessment.

Кенжетаев Г.Ж.¹, Сырлыбекқызы С.², Жидебаева А.Е.³

¹техника ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: gusman.kenzhetaev@yu.edu.kz

²PhD, доцент, e-mail: Samal_86a@mail.ru

³PhD докторанты, e-mail: ainur.zhidebayeva@yu.edu.kz

Есенов Университеті, Қазақстан, Ақтау қ.,

**«Каспий Цемент» цемент зауыты ауданындағы
Оңтүстік Шетпе бор кен орнындағы топырақтың
жай-күйін экологиялық бағалау**

2014–2018 жылдары «Каспий Цемент» зауыты ауданындағы Оңтүстік Шетпе бор кен орнындағы топырақтың жай-күйін бағалау нәтижелері берілген. Мониторинг кезеңінде 0–20 см тереңдіктен 80-нен астам топырақ сынамалары алынды. Ауыр металдар плазмалық атомизациялы атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісімен, ААС МГА-915 пайдалана отырып анықталды, олардың мазмұны бар ШМК нормаларымен салыстырылды. 2018 жылы ПП-1 топырағында мыс және никель бойынша ШМК (2,6 және 2,3 ШМК) артуы байқалды. ПП-2 бор карьері ауданында кадмий 2017 жылы 2,02 ШМК және 2018 жылы 2,05 ШМК болды. Мышыяк бойынша 2016 ж., 2017 ж. және 2018 жылдары ШМК 1,3–2,7 ШМК артуы тіркелді. Ауыр металдар концентрациясының максималды коэффициенті кадмий және қорғасын үшін белгіленген K_k (Cd) = 4,2, K_k (Pb) = 4,02 ПП-2 (карьерге жол), бұл ретте ПП-1 (өндірістік алаңдарда) K_k (Cd) = 3,5 көрсеткіші төмен болды, бірақ хром үшін K_k (Cr) = 3,2. Топырақтың ластануы болмашы, зерттелген металдармен ШМК асып кетуі 3 ШМК-ден артық емес, бірақ K_k (Cd , Pb , Cr) элементтерінің шоғырлану деңгейі, сондай-ақ ПП-1 (4,0) және ПП-2 (3,4) никельдің K_t (Ni) техногендік коэффициенті жоғары, осыған байланысты топырақтың тұрақты экологиялық мониторингін ұйымдастыру қажет.

Түйін сөздер: бор кенорны, топырақ, ауыр металдар, экологиялық бағалау.

Введение

В Мангистауской области, летом 2014 г., непосредственно в Мангистауском районе совместно с компанией «HEIDELBERG CEMENT GROUP» (Германия) реализован «прорывной» инвестиционный проект – строительство цементного завода ТОО «Каспий Цемент». Цементный завод в районе поселка Шетпе построен на месторождении мела Шетпе Южное и является практически единственным производством, на котором для подготовки клинкера используется сухой мел. Мощность завода – 800 тысяч тонн цемента в год, при этом выпускаемые цементы европейских типов.

Цемент производится сухим способом, по самой передовой и экологически чистой технологии, оказывающей минимальное воздействие на окружающую среду. Наряду с экологической составляющей также главным преимуществом цементного завода является наличие современного полностью автоматизированного оборудования.

Но, тем не менее, известно, что частицы цементной пыли могут переноситься на расстояния до 5 км и охватывать значительные территории. Цементная пыль содержит от 10 до 40% кальция в виде оксида, карбоната, до 2,5% калия.

Хотя эта пыль считается нетоксичной, она может стать причиной изменения ряда свойств почв и растительности и соответственно их за-

грязнения в результате накопления некоторых химических элементов в больших концентрациях.

Принимая во внимание, что завод Каспий Цемент размещен на Западной равнине у подножья месторождения мела Шетпе Южное, необходимо отметить, что одним из факторов негативного воздействия на окружающую среду является пылеобразование при погрузке и транспортировке мела.

Для меловых пород характерна тонкая дисперсность, благодаря чему меловая пыль разносится на сотни метров от места разработки и транспортировки.

Загрязнение почв аэротехногенными выбросами вызывает существенные изменения в биогеоценозах. Это приводит к процессам разрушения растительного покрова и деградации почв и последующему формированию техногенных пустынь. Нарушаются природные фитоценозы, происходят существенные изменения в растениях, при этом в золе растений возрастает содержание и концентрация ряда химических элементов.

Для оценки степени опасности аэротехнического загрязнения почв в районе завода и карьера мела, отходами цементного производства и меловой пылью необходимы мониторинговые исследования окружающей среды, включающие контроль состояния почв и растительного покрова [1]. В этой связи исследования оценки состояния почв и растительности по степени их

значимости являются актуальными и своевременными.

Материалы, объекты и методы исследования

Материалы исследования. Основным источником фактической информации – материалы исследований кафедры «Экология и химической инженерии» КГУТИ им. Ш. Есенова, в период 2013-2018 годов, проведенных по согласованию с Управлением природных ресурсов и рационального природопользования (УПРиРП) Мангистауской области. По результатам исследований в 2014 году, был подготовлен и представлен проект «Экологические аспекты снижения негативного воздействия на биоразнообразие» на Международный конкурс «The Quarry Life Award, организованный компанией «HEIDELBERG CEMENT GROUP» [2].

Объекты исследования. В качестве основного объекта исследования были выбраны почвы, залегающие на территории месторождения мела Шетпе Южное, в частности районы западной равнины, включая территорию расположения завода Каспий Цемент, районы северного и восточного склонов и южных ущелий. Особое внимание было уделено району промышленной площадки завода и западному склону у автотрассы для транспортировки мела с карьера его добычи. Первая площадка ПП-1 – на расстоянии 75 м от ограждения промплощадки цементного завода. ПП-2 – у подножья холмов, в районе автодороги транспортировки мела, с отвалами вскрышных пород высотой 5 м. ПП-3 (контрольная площадка) – на западной равнине, на расстоянии 5000 м от завода 1500 м от вахтового поселка где влияние пыления мела и вредных выбросов производства не прослеживается.

Также исследовалось состояние почв, а также растительного покрова на пробных площадках для последующего изучения влияния выбросов как от завода, так и от карьера мела на почвенно-растительный покров.

Методы исследования. Отбор почвенных образцов. Отбор проб почв осуществляли по общепринятой в почвоведении методике в летне-осенний период в 2014, 2016, 2017 и в 2018 годах. На каждой пробной площади отбирали из верхнего корнеобитаемого слоя с глубины 0-20 см. Отбор производился пробоотборником.

Подготовка образцов пробы к определению тяжелых металлов проводилась на базе лабора-

тории управления природопользования Мангистауской области.

Определения гумуса в почве. Для исследования почвенных образцов использовали методы: цвет – по шкале Манселла, гранулометрический состав – по Качинскому, гумус (ОВ) – по Тюрину, валовый азот – по Кьельдалю, подвижные соединения фосфора и калия – по Чирикову (для карбонатных почв – по Мачигину). Общепринятыми методами определяли объемную массу, плотность твердой фазы, гидролитическую кислотность, сумму поглощенных оснований. Определение количества гумуса в почве выполняли по методу Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову – Гриндель, основанном на мокром озолении органических соединений почвы [3, 4].

Определение pH водной вытяжки образцов почв. Водная вытяжка проводилась стандартным потенциометрическим методом с использованием рН-метра МР 220 (Mettler Toledo, Швейцария). Стандартная ошибка $\pm 0,1$. Для характеристики почв по уровням кислотности существуют квалификации [4]:

- сильнокислые почвы – рН 3,0-4,5;
- кислые – рН 4,5-5,5;
- слабокислые – рН 5,5-6,5;
- нейтральные – рН 6,5-7,0;
- слабощелочные – рН 7,0-7,5;
- щелочные – рН 7,5-8,5;
- сильнощелочные – рН >8,5.

Определение тяжелых металлов в почве. Определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с плазменной атомизацией с использованием ААС МГА 915 (Люмекс, Россия). Атомная абсорбция – оптимальный метод анализа следовых количеств металлов. В методе атомно-абсорбционной спектроскопии концентрация элемента определяется по интенсивности поглощения света с характерной длиной волны атомным паром этого элемента. Атомно-абсорбционный анализ основан на способности свободных атомов, определяемых элементов, образующихся в пламени при введении в него анализируемых растворов, селективно поглощать резонансное излучение определенных для каждого элемента длин волн. Наиболее универсальным, удобным и стабильным источником получения свободных атомов является пламя. В пламени происходит испарение растворителя, растворенные вещества превращаются в мелкие твердые частицы, которые далее плавятся и испаряются. Образующиеся пары содержат смесь свободных атомов, ионов и молекул различных

металлов и других химических соединений содержащихся в водной вытяжке образцов почв [3, 5]. Определенные концентрации тяжелых металлов сравнивали с имеющимися предельно допустимыми концентрациями (ПДК) этих металлов для оценки и выявления техногенных геохимических аномалий в зонах действия цементного завода и пыления мела.

Статистическая обработка результатов. Статистическую обработку полученных данных проводили в среде аналитического программного интерфейса Statistica 10. Выбор метода анализа с помощью статистики критерия Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis ANOVA) малым объемом выборок исследований с разными законами распределения. Этот критерий – непараметрическая альтернатива одномерному дисперсионному анализу и используется для сравнения трех или более выборок. Статистика критерия Краскела-Уоллиса в основном схожа с параметрическим однофакторным дисперсионным анализом, но этот критерий основан на рангах, а не на средних значениях.

Методы геоинформационных технологий (ГИТ). Использованы для создания и корректировки картографического материала. Карты-схемы района исследований выполняли с применением космоснимков и использованием программ семейства ГИС (Google Maps, Mapinfo Professional v. 12. Редактирование карт а также диаграммы и графики выполняли при помощи графических программ CorelDraw 11 и Paint (Windows XP).

Результаты исследований и обсуждение

Проект строительства цементного завода был основным в госпрограмме форсированного индустриально-инновационного развития Казахстана, согласно которой «Каспий цемент» стал единственным и крупным заводом в западном регионе. Решение его строительства в этом районе обусловлено наличием месторождения мела Шетпе Южное, в непосредственной близости от которого построен завод. Мел является основным сырьем для производства цемента с добавкой глинистого сырья месторождений Аусарской группы, которые расположены в 12 км. к северо-востоку от районного центра – поселка Шетпе, в 6,5 км. от которого находится месторождение мела Шетпе Южное. Расстояние до областного центра по железной и автомобильным дорогам – около 123 и 102 км, соответственно. Проект реализован компанией с мировым именем

Heidelberg Cement, являющейся одной из крупных мировых производителей строительных материалов, имеющей заводы и предприятия более чем в 40 странах мира, в том числе и в Казахстане. В настоящее время, «Каспий цемент» не только удовлетворяет нужды строителей региона, но и экспортирует цемент в соседние прикаспийские страны.

Для местных жителей на заводе создано около 400 новых рабочих мест. Вахтовый поселок ТОО «Каспий Цемент» расположен в 3,4 км от цементного завода.

Месторождение расположено в зоне пустынь и полупустынь с характерными для них почвенно-растительными ассоциациями. Почвенно-растительный покров описываемой территории относится к зоне полупустынной растительности. Почвенный покров представлен бурыми солонцеватыми почвами. В зоне глинистой и каменистой пустыни почвообразующие карбонатные и гипсоносные породы способствуют образованию маломощных щебенистых, карбонатных и сильнозагипсованных почв [1, 2]. Широко распространены солончаки и такыры. Балл бонитета – 10,6. Рекомендуемая мощность снятия почвенно-растительного слоя составляет от 0 до 10 см. Для этого зонального типа свойственна солянково-полынная растительность с небольшой примесью степных злаков (житняка пустынного, тырсика, ковылей Гогенакера и Шовица, реже – тырсы). Обычно господствует полынь серая (сероземная). Встречаются незначительные участки чистых полынных группировок из полыни серой, черной и полыни Майара [2, 8]. В наиболее глубоких западинах растут ковыль, типчак, пырей и разнотравье (ирисы, гвоздики).

Почвы. Характеристика физико-химических свойств почв

Гумус, особенно в зоне полупустынь, играет важную роль в процессе почвообразования и от содержания гумуса зависит аккумуляция тяжелых металлов в почве. Реакция почвенной среды – основной показатель состояния почвы в отношении роста и развития растительности [4]. Вместе с этим, от рН зависит степень подвижности химических элементов, а также тяжелых металлов в почве. Определение рН проводилось в день отбора проб, в течение трех часов с момента отбора проб почвы с 3-кратной повторностью для образца. На рисунке 2 приводятся показатели физико-химических свойств почв в районе исследований за летний период 2018 года, в силу того, что предыдущие результаты практически не отличаются от этих. Полученные

результаты свидетельствуют о том, что согласно квалификации почв по уровням кислотности на площадке ПП-1 (у промплощадки завода), при среднем значении $pH = 7,73$ кислотность почвы щелочная.

На площадке ПП-2 (в районе автодороги для транспортировки мела) почвы при среднем значении $pH = 7,76$ – тоже щелочные. Что касается почв на площадке ПП-3, на западной равнине на удалении от завода 5000 м почвы слабощелочные ($pH = 7,44$) (рисунок 1). Содержание гумуса в верхних горизонтах почв месторождения мела очень низкое, при этом изменяется в широких пределах от 0,07% на такырах (ПП-1), и до 0,72% на западной равнине (П-3) с максимальным значением 1,04%, у подножья холмов (ПП-2).

Ниже по профилю содержание гумуса также не превышает 1% и варьирует в пределах 0,09-

0,40%. Содержание азота в гумусовом горизонте колеблется в пределах 0,03-0,15%. Содержание валового фосфора не имеет определенных закономерностей.

В верхних горизонтах концентрация валового фосфора изменяется в пределах 400-1087,5 мг/кг. Как правило, чем тяжелее гранулометрический состав, тем выше емкость поглощения. Среди поглощенных оснований преобладает обменный магний.

Величина емкости обмена изменяется в широких пределах – от 6,15 до 22,63 мг-экв/100 г почвы. Почвы в районе площадки ПП-2 у холмов подножья карьера в зоне транспортировки мела по результатам анализа проб сильно засолены. Как видно из результатов определения состава водной вытяжки, сумма солей варьирует в пределах от 0,08 до 6,29%.

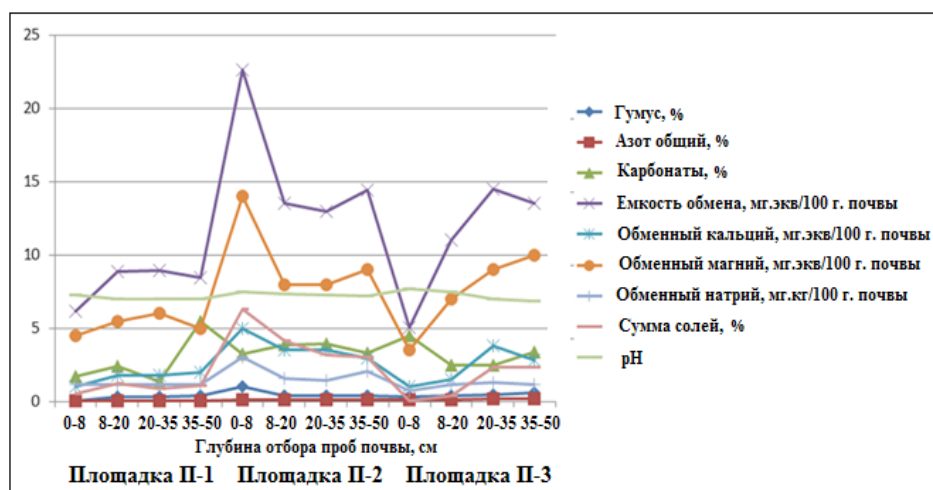


Рисунок 1 – Показатели физико-химических свойств почвы на пробных площадках

При этом минимальное количество солей характерно для верхних горизонтов почв, из которых соли из поверхностных горизонтов вымыты на некоторую глубину на площадках ПП-1 и ПП-2. Это объясняется тем, что моноклиальная залежь мела в верхних интервалах залегания очень трещиноватая и это способствует уходу влаги в нижние пласты.

Водно-солевой режим почв в районе подножья нестабильный. Эта нестабильность обусловлена тем, что во время выпадения кратковременных осадков вода, не успев накопиться в неглубоких понижениях, быстро просачивается вниз. Кроме того, большое значение играет характер засоления.

Почвы отличаются очень высоким содержанием карбонатов как с поверхности, так и по профилю. Их количество изменяется от 1,39 до 9,19%. По типу химизма засоления на месторождении мела Шетпе Южное наиболее распространены следующие типы: хлоридно-сульфатный – по анионам, и кальциевый – по катионам.

Содержание тяжелых металлов в почвах района исследований

Результаты лабораторных анализов проб почв на содержание тяжелых металлов, представленные в таблице 1, позволили выявить следующие закономерности.

Содержание меди Cu в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). В 2014 году содержание меди составило 1,53 ПДК, в 2016 году – 1,06 ПДК, в 2017 году – 1,6 ПДК и в 2018 году – 2,6 ПДК.

Наблюдается незначительное превышение ПДК по меди и накопление в почвах. Превышение меди в почвах в районе цементного завода объясняется в основном выбросами при сжигании угольной пыли, а также выбросами транспорта в том числе и ж/д [6, 8].

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Превышение ПДК также незначительное, практически на одном уровне и не превышает 2 ПДК. Так, в 2014 году – содержание меди в почве – 1,23 ПДК, 1,54 ПДК – в 2016 г., 1,55 – ПДК в 2017 г., и 1,7 – в 2018 г.

На содержание и накопления в почвах этого района меди влияют в основном выбросы транспорта (погрузки и транспортировки мела) отвалы вскрышных пород.

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). Превышение ПДК также незначительное, практически на одном уровне и не превышает 2 ПДК. При этом показатели последних трех лет практически равны и составляют в среднем 1,5 ПДК.

Это объясняется пылепереносом при усиление ветра в северо-западном направлении как с территории завода, так и с трассы доставки мела, вдоль которой находятся отвалы пород.

Содержание никеля Ni в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). 2014 год – 1,95 ПДК, 2016 год – 2,1 ПДК, 2017 год – 2,2 ПДК, 2018 – 2,3 ПДК. Превышение никеля над ПДК – более чем в 2 раза.

Незначительное превышение и вместе с тем накопление никеля в этих пределах в почве возле завода объясняется влиянием отходов строительства (емкости из под лаков и красок), а также транспорта, работающего на мазуте (тракторная техника) с 2014 года [9, 11].

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Содержание никеля в почве. 2014 год – 1,7 ПДК. 2016 год – 1,75 ПДК. 2017 год – 1,85 ПДК. 2018 год – 1,98 ПДК. Превышение незначительное. Содержание никеля в почвах превышающее ПДК, характерно для таких районов горных разработок, использующих экскаваторы, погрузчики и другую тракторную технику и большегрузный автотранспорт на дизельном топливе.

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). Содержание никеля в по-

чве этой площадки ниже допустимой концентрации, но все же наблюдается его наличие в пределах 0,4, 0,5, 0,63 и 0,6 ПДК по годам соответственно.

Содержание цинка Zn в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). Превышение цинка над ПДК в почвах ПП-1 не зафиксировано, если не учитывать увеличения концентрации в 2018 году до 0,95 ПДК, по сравнению с количеством в 2014 году – 0,5 ПДК.

Основным источником загрязнения почв цинком являются выбросы в атмосферу при высокотемпературных технологических процессах (печи обжига клинкера) [8, 10, 12].

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Содержание цинка на этой площадке аналогичное наличию цинка в почвах ПП-1 (от 0,66 до 0,9 ПДК), причем значения последних двух лет равны. Наличие цинка объясняется выбросами транспорта, перевозящего мел и другие составляющие для цемента.

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). На этом участке исследования зафиксировано наличие цинка. При этом его содержание цинка в почве незначительное и составляет 0,4, 0,43, 0,44, 0,45 ПДК соответственно по годам.

Содержание мышьяка As в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). Зафиксировано содержание мышьяка в почве промплощадки завода в пределах 0,65, 0,59, 0,45 и 0,65 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Содержание мышьяка у автодороги с карьера мела к заводу составляет следующую концентрацию в почве: 0,95, 1,06, 1,2 и 1,35 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

Превышение мышьяка не превышает 1,5 ПДК в целом. Показатели практически на одном уровне. Необходимо отметить, что согласно результатов исследований [7], установлено, что по всей территории Мангистауской области наблюдается превышение мышьяка над ПДК. Это связано не с техногенным загрязнением, а с природными процессами их геохимической миграции и методическими вопросами расчета ПДК.

ПДК, принятые в РК для мышьяка, равны 2,0 (Нормативы предельно допустимых концентраций ...2004), что ниже среднего содержания его в почвах региона.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в почвах площадок П-1, П-2 и П-3, мг/кг

Дата	$H_{\text{о.проб.}}$, см	Тяжелые металлы и их содержание в почвах, мг/кг						
		Cu	Ni	Zn	As	Cd	Cr	Pb
ПДК, мг/кг		3,0	4,0	23,0	2,0	5,0	6,0	32,0
Завод «Каспий цемент». Площадка ПП-1. Координаты: N44°05'31,63". E52°07'15,31"								
Весна 2014 г.	0-20	4,6	7,9	11,5	1,3	7,2	3,6	15,7
Осень 2016 г.	0-20	3,2	8,4	16,4	1,17	7,8	5,7	15,9
Осень 2017 г.	0-20	4,8	8,6	19,3	0,9	8,3	6,6	16,3
Осень 2018 г.	0-20	7,8	8,9	21,9	1,3	8,6	7,3	16,8
Завод «Каспий цемент». Площадка ПП-2. Координаты: N44°05'31,85". E52°08'10,83"								
Весна 2014 г.	0-20	3,7	6,8	15,4	1,9	9,4	3,1	27,1
Осень 2016 г.	0-20	4,7	7,0	17,3	2,12	9,8	3,7	30,7
Осень 2017 г.	0-20	4,8	7,4	20,2	2,4	10,1	3,9	30,9
Осень 2018 г.	0-20	5,0	7,9	20,8	2,7	10,4	4,4	31,6
Завод «Каспий цемент». Площадка ПП-3. Координаты: N44°05'55,93". E52°08'39,67" Контрольная площадка								
Весна 2014 г.	0-20	3,6	1,6	9,9	1,5	4,1	3,5	4,1
Осень 2016 г.	0-20	4,6	2,0	10,2	1,7	4,6	3,3	7,1
Осень 2017 г.	0-20	4,6	2,5	10,4	1,5	5,0	3,7	6,3
Осень 2018 г.	0-20	4,7	2,4	10,7	1,5	4,9	3,9	5,7

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). Наблюдается содержание мышьяка в почве ПП-3 в пределах 0,75, 0,85, 0,75 и 0,75 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно. Это подтверждает утверждение, что наличие мышьяка имеет природный характер [7]. Известно, что мощным источником техногенного мышьяка являются As-содержащие отвалы руд и горных пород [6, 11]. Вместе с тем, многими исследователями отмечается загрязнение среды природным мышьяком в ряде стран Азии.

Содержание кадмия Cd в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). Зафиксировано содержание кадмия в почве промплощадки завода в количестве 1,44, 1,56, 1,66 и 1,72 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно. Превышение незначительное и связано с сжиганием угля. Также антропогенными источниками поступления кадмия в окружающую среду являются диффузно рассеянные источники разной мощности, начиная с тепловых энергетических установок до дизельного транспорта, включая ж/д транспорт [11, 12, 16].

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Зафиксировано наличие кадмия у автодороги транспортировки мела с превышением ПДК в сле-

дующих концентрациях: 1,9, 1,96, 2,02 и 2,05 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

Кадмий, как правило, присутствует вместе с цинком в карбонатных рудах. Необходимо учитывать, что загрязнение почвы кадмием сохраняется длительное время и после того, как этот элемент перестает поступать вновь.

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). Обнаружено наличие кадмия в наиболее чистых почвах на западной равнине в пределах 500 метров от отвалов горных пород. Концентрация кадмия в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах следующая: 0,82, 0,92, 1,0 и 0,98 ПДК. Содержание по годам на уровне 1 ПДК свидетельствует о накоплении в незначительных количествах кадмия в почвах.

Содержание хрома Cr в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). Зафиксировано содержание хрома в почве промплощадки завода в количестве с превышением допустимой концентрации в 2017 и 2018 годах с показателями 1,1 ПДК, и 1,21 ПДК соответственно. Наличие хрома в почве – результат антропогенной деятельности завода (сжигание угля).

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Наличие хрома в этом районе связано с

добычей мела, а также наличием отвалов. Концентрация хрома в почве ПП-2 менее ПДК и составляет 0,62, 0,76, 0,78 и 0,88 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах.

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). Зафиксировано наличие хрома в наиболее удаленных от производства почвах западной равнины.

Концентрация хрома в почве ПП-3 также менее допустимая и составляет 0,7, 0,66, 0,74 и 0,78 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах.

Содержание свинца Pb в почвах пробных площадок.

ПП-1 (район промплощадки завода Каспий Цемент). Наблюдается содержание свинца в почве промплощадки завода, оно не превышает ПДК (0,49, 0,5, 0,52 и 0,53 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно).

Источники загрязнения почв свинцом на ПП-1 – высокотемпературные технологические процессы при производстве цемента [9, 12].

ПП-2 (район транспортировки мела с карьера). Содержание свинца в почве на этом участке больше, чем на ПП-1, не превышает ПДК, и составляет 0,84, 0,96, 0,97 и 0,98 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

Источниками загрязнения почвы на ПП-2 среды свинцом являются выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания автотранспорта и тракторной техники [8, 13].

ПП-3 (контрольная площадка с удалением от завода на 5000 м). Наличие свинца в почве ПП-3, наименьшее по сравнению с ПП-1 и 2 и составляет 0,13, 0,22, 0,2 и 0,18 ПДК в 2014, 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

Динамика содержания меди, никеля, цинка, мышьяка, кадмия, хрома и свинца показала (рис. 2), что почвы ПП-1 были подвержены наибольшему загрязнению, наименьшему – ПП-3.

Для сравнительной оценки накопления тяжелых металлов в почвах изучаемых пробных площадей использовали коэффициент концентрации (K_K), рассчитываемый как отношение концентрации конкретного элемента в почвах изучаемой территории к его фоновому аналогу [4, 6, 13].

$$K_K = \frac{C_{\text{проб.пл.}}}{C_{\text{ср}}} \quad (1)$$

где $C_{\text{проб.пл.}}$ – содержание тяжелых металлов в почве конкретного участка, в нашем случае

пробной площади, мг/кг; $C_{\text{ср}}$ – среднее содержание тяжелых металлов в почвах пос. Шетпе, мг/кг.

Коэффициенты концентрации показаны в таблице 2. Например, для меди Cu. Среднее значение меди по годам для ПП-1 = 5,1. Содержание меди в почвах п. Шетпе – 6,4 мг/кг. Тогда для ПП-1 $K_{K(\text{Cu})} = 5,1/6,4 = 0,79$. Среднее значение меди для ПП-2 по годам равно 4,6. Для ПП-2 $K_{K(\text{Cu})} = 4,6/6,4 = 0,72$. Для ПП-3 (контроль) $K_{K(\text{Cu})} = 4,35/6,4 = 0,67$.

По данному показателю K_K изучаемые элементы образуют три группы.

В первой представлены медь Cu и мышьяк As, для которых K_K существенно ниже 1.

Во вторую группу попадают никель Ni, цинк Zn, хром Cr, свинец Pb.

В третьей группе – наиболее токсичный кадмий Cd с коэффициентом концентрации K_K более 3, для которого K_K на промплощадке завода ПП-2 выше 4.

Для построения ряда накопления тяжелых металлов в почвах пробных площадей был рассчитан показатель коэффициента техногенности (K_T) [6, 11, 15].

Коэффициент техногенности рассчитан по формуле:

$$K_T = \frac{C_{\text{проб.пл.}}}{C_{\text{конт}}} \quad (2)$$

где $C_{\text{проб.пл.}}$ – содержание тяжелых металлов в почве конкретного участка, в нашем случае пробной площади, мг/кг; $C_{\text{конт.}}$ – содержание тяжелых металлов на контрольном участке (площади), мг/кг.

Например, для меди Cu. Среднее значение меди по годам для ПП-1 = 5,1. Среднее значение для контрольной ПП-3 = 4,35. Тогда для ПП-1 $K_{T(\text{Cu})} = 5,1/4,35 = 1,17$. Среднее значение меди для ПП-2 по годам равно 4,6. Для ПП-2 $K_{T(\text{Cu})} = 4,6/4,35 = 1,04$.

Полученные коэффициенты техногенности K_T зафиксированных в почвах элементов представлены в таблице 2. K_T рассчитывался как отношение концентрации элемента (среднее значение) в почве каждой пробной площадки к его концентрации в почвах контрольной площадки. Приведенный показатель отражает техногенное привнесение тяжелых металлов в исследуемую природную среду, в частности в почвы [14, 15].

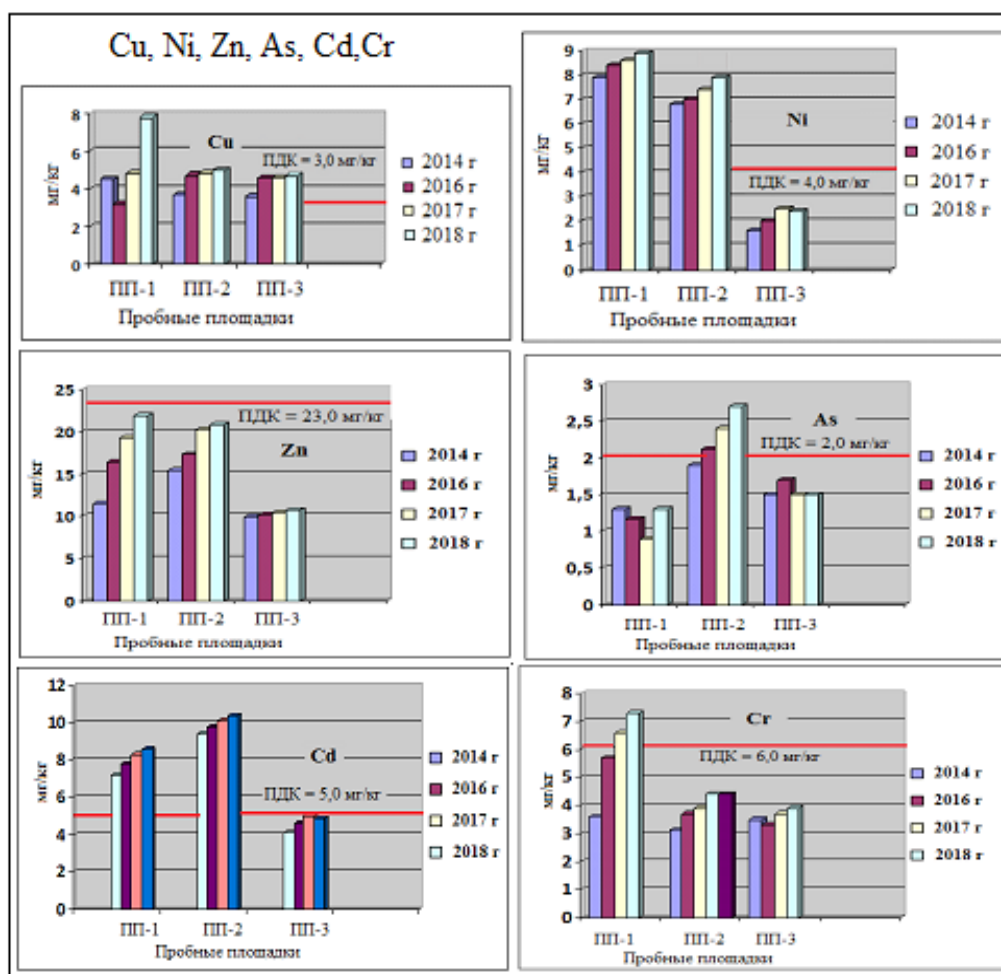


Рисунок 2 – Динамика содержания тяжелых металлов в почвах пробных площадок ПП-1, ПП-2 и контрольной площадки ПП-3

Таблица 2 – Коэффициент концентрации тяжелых металлов для почв исследованных пробных площадей ПП-1 и ПП-2

Пробные площади	Cu	Ni	Zn	As	Cd	Cr	Pb
ПП-1	0,79	2,64	2,36	0,35	3,47	3,23	2,22
ПП-2	0,72	2,3	2,1	0,67	4,2	1,9	4,02
ПП-3 (контроль)	0,67	0,89	1,34	0,47	2,08	1,7	0,83

Из таблицы 3 видно, что даже при том, что концентрация свинца не превышает допустимой концентрации, наибольший коэффициент техногенности свинца Pb на ПП-2 и составляет 5,19, тогда как для ПП-1 эта величина почти в 2 раза меньше. Это связано с тем, что в почвах ПП-2 (в районе трассы транспорта мела и отвалов) концентрация свинца

почти в 5 раз больше, чем на контрольной площадке. Следующий наиболее высокий показатель Кт никеля характерен для ПП-1 (4,0) и ПП-2 (3,4). Показатели меди, цинка и хрома выше 1 на обеих пробных площадях. Кт кадмия на ПП-2 – более 2. Что касается мышьяка, то его показатель менее 1 для ПП-1, и более 1 для ПП-2.

Таблица 3 – Коэффициент техногенности тяжелых металлов для почв исследованных пробных площадей ПП-1 и ПП-2

Пробные площади	Cu	Ni	Zn	As	Cd	Cr	Pb
ПП-1	1,7	4,0	1,66	0,75	1,71	1,61	2,9
ПП-2	1,04	3,4	1,54	1,47	2,13	1,05	5,19

Таким образом, техногенное привнесение тяжелых металлов особенно ярко проявляется на пробных площадях с наибольшей техногенной нагрузкой, исходящей как от цементного завода, так и от карьера мела [8, 15]. На рисунке 3 приведены карты-схемы района исследований, выполненные в 2014 и 2018 гг. в среде Google Maps,

Mapinfo Professional v. 12, с редактированием карт с использованием программ Corel Draw 11 и Paint.

Статистическая обработка результатов исследований. В таблице 4, по данным таблицы 1, представлены результаты анализа данных исследований в среде Statistica 10.

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов, мышьяка для слоя 0-20 см в почвах исследуемого района на пробных площадках ПП-1, ПП-2 и ПП-3 (контроль)

Вещество	Площадки наблюдений на месторождении мела Шетпе Южное и в районе завода «Каспий-Цемент»			Критерий (Kruskal-Wallis) ANOVA	Сумма рангов и среднее ранга
	ПП-1 (промплощадка) (n = 4)	ПП-2 (карьер мела) (n = 4)	ПП-3 (контроль) (n = 4)		
	Mean ± SD				
Cu	5,09±4,75	4,61±2,96	4,37±2,61	0,047	33,5 (11,1)
Ni	8,14±7,09	7,61±6,82	2,17±1,83	0,084	25,5 (8,5)
Zn	20,03±14,92	19,92±14,7	10,03±9,13	0,256	27,0 (9,0)
As	1,20±0,89	2,37±1,93	1,53±0,62	0,924	22,0 (7,5)
Cd	8,19±7,51	10,05±9,68	5,61±4,37	0,842	25,0 (8,33)
Cr	6,83±5,74	4,21±3,90	3,81±3,49	0,135	29,5 (9,83)
Pb	16,3±15,7	30,07±29,63	5,93±4,87	0,532	22,0 (7,33)

Обработка данных анализа содержания тяжелых металлов в почвах ПП-1, ПП-2 и ПП-3 (контроль) (таблица 4), в среде Statistica 10, показала, что критерий Краскела-Уоллиса статистически значим только для Cu (0,047) ($p < 0,05$). Из таблицы 4 видно, что наивысшими ранговыми суммами относительно содержания меди Cu характеризуются выборки по площадке ПП-1 (33,5), хрома Cr, по площадке ПП-1 (29,5), и цинка Zn по площадке ПП-2 (27,0). Эти тяжелые металлы вносят максимальный вклад в различия по содержанию этих элементов между всеми группами.

Выводы

Исследования в районе месторождения мела Шетпе Южное и цементного завода Каспий Це-

мент показали, что почвенный покров представлен бурными солонцеватыми почвами. В зоне глинистой и каменистой пустыни почвообразующие карбонатные и гипсоносные породы способствуют образованию маломощных щербенистых, карбонатных и сильнозагипсованных почв.

Физико-химические характеристики почв не выходят за пределы средних показателей, характерных для Мангистауской области в целом.

Учитывая, что физико-химические свойства почв являются относительно стабильными, в дальнейшем целесообразно проводить их изучение раз в три года.

В почвах ПП-1 (у промплощадки завода) в 2018 году наблюдалось превышение предельно допустимых концентраций по меди и никелю более чем в 2 раза (2,6 и 2,3 ПДК соответственно). Также на ПП-2 (район транспортировки мела с

карьера) зафиксировано наличие кадмия у автодороги транспортировки мела с превышением ПДК в 2,02 и 2,05 раза в 2017 и 2018 годах соответственно.

Превышение ПДК по мышьяку наблюдалось более 1 ПДК в 2016, 2017 и 2018 годах. Наличие в почвах мышьяка носит природный характер [7, 9, 12].

Превышения ПДК по цинку и свинцу не наблюдалось.

Максимальный коэффициент концентрации тяжелых металлов ($K_k > 4$) установлен для кадмия и свинца [16] на промплощадке ПП-2, тогда как для никеля Ni, цинка Zn, хрома Cr и свинца Pb $K_k > 2$. Для меди Cu и мышьяка As коэффици-

ент K_k существенно ниже 1.

Наибольший коэффициент техногенности свинца Pb на ПП-2 составил 5,19, тогда как для ПП-1 эта величина почти в 2 раза меньше. Это связано с тем, что в почвах ПП-2 (в районе трассы транспорта мела и отвалов) концентрация свинца почти в 5 раз больше, чем на контрольной площадке. Следующий наиболее высокий показатель K_t никеля характерен для ПП-1 (4,0) и ПП-2 (3,4). В результате проведенной статистической обработки результатов по среднему содержанию тяжелых металлов для слоя 0-20 см исследованных площадок ПП-1, ПП-2 и ПП-3 (контроль) статистическая значимость выявлена только по содержанию меди.

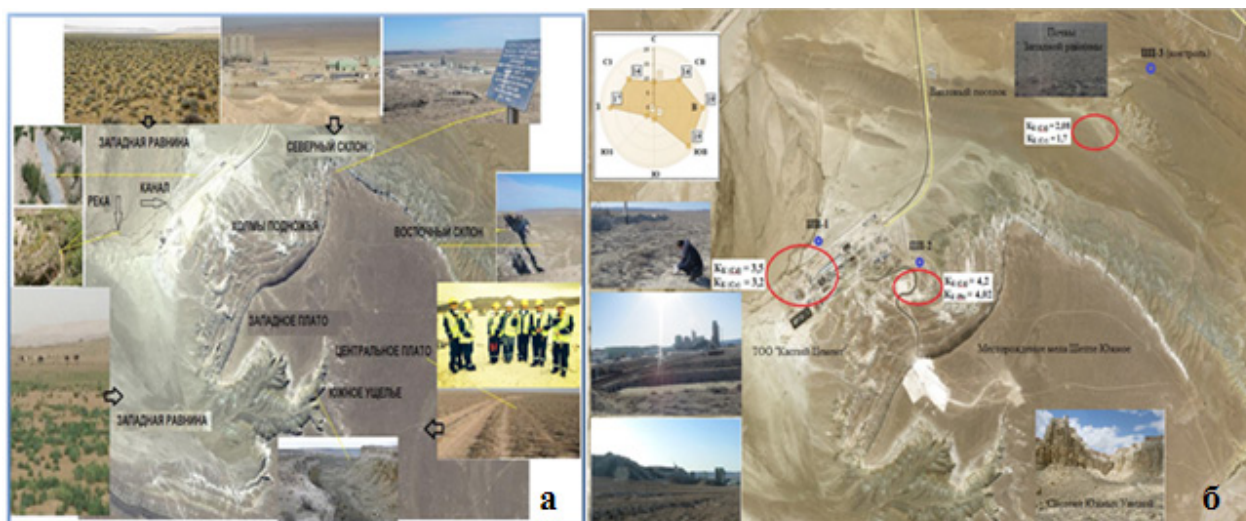


Рисунок 3 – Карта-схема района исследований (месторождение мела Шетпе Южное и завод Каспий Цемент) (составлена в среде Google Maps, Mapinfo Professional v. 12. Кенжетаяев, а) 2014, б) 2018)

В целом загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами в зоне влияния цементного завода Каспий Цемент незначительно превышает предельно допустимую концентрацию

(ПДК), но уровень концентраций тяжелых металлов здесь высок, поэтому необходима организация постоянного экологического мониторинга почв.

Литература

О состоянии экологической обстановки Мангистауской области и источниках его загрязнения. Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангистауской области (УПРиРП). – Актау, 2015. – 62 с.

Газета ЛАДА. Новости Актау. «Наша миссия сохранить природу» / Международный конкурс The Quarry Life Award. Проект: Кенжетаяев Г.Ж. “Экологические аспекты снижения негативного и повышения положительного воздействия на биологическое разнообразие в процессе восстановления месторождения мела Шетпе Южное”. Актау. 20. 11. 2014 г.

ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализов.

Семендяева Н.В. Методы исследования почв и почвенного покрова: учебное пособие // Н.В. Семендяева, А.Н. Мармулев, Н.И. Добротворская; Новосибирский гос. аграр. ун-т, СибНИИЗиХ. – Новосибирск: Издательство НГАУ, 2015. – 202 с.

Методика выполнения измерения массовой концентрации цинка, кадмия, меди, свинца в пробах почв молюсками атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией на атомно-абсорбционном спектрометре «МГА–915». Свид-во № 224.04.05.001/2009. Шифр РК 04-25-2001.

Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почвах // Бюллетень Почвенного института В.В. Докучаева. 2015. Выпуск 68. С. 56-82.

Kenzhetaev G. Zh., Suleimenova N.Sh., Permyakov V.N., Nurbayeva F.K. Investigation into the Physico-Chemical Properties of Soils of Caspian Sea Coastal Area in Mangystau Province // *ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY*, December 2014. ISSN: 0970-020 X CODEN: OJCHEG 2014, Vol. 30, No. (4): Pg. 1631-1638.

Zhidebayeva A, Kenzhetaev G, Samal Syrlybekkyzy, Aitimova A, Suleimenova B, Janaliyeva N.// Studying state of soils in South shetpe chalk deposit. *EEC-EM – Ecology, Environment and Conservation (0971765X-India-Scopus)*, 03, 385758. ISSN 0971-765X. (0971765 X-India-Scopus), 03, 385758. 24 (3) : 2018; pp. (1065-1068).

Abdel-Saheb J.A., Schwab A.P., Banks M.K., Hetrick B. A chemical characterization of heavy metal contaminated soil transect in South east Kansas. *Amer. Soc. Agron. Annu. Meet.* 2014. Minneapolis, 1992. P. 1-5

Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change // *Annu. Rev. Ecol. Evol. S.* – 2016. – Vol. 37, No 12. – P. 637–669.

Dabkowska- Naskrt H. , Jaworska H. , Długosz J. . Assessment of the Total Nickel Content and its Available Forms in the Soils Around Cement Plant Lafarge Poland. *Int J Environ Res.* 2014;8(1):231–6.

EL-Bady MSM. Spatial Distribution of some Important Heavy Metals in the Soils South of Manzala Lake in Bahr El-Baqar Region, Egypt. *Nova J Eng Appl Sci.* 2014;2(3):1–15.

Sayadi MH, Shabani M, Ahmadpour N. Pollution Index and Ecological Risk of Heavy Metals in the Surface Soils of Amir-Abad Area in Birjand City, Iran. *Health Scope.* 2015;4(1):1–5. doi: 10.17795/jhealthscope-21137.

Shivaran S (2014) Measures to Contain Pollution Caused Due to Cmtnt Production. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* 4: 135-140.

Khwedim K, Meza-Figueroa D, Hussien LA, Del Río-Salas R. Trace metals in topsoils near the Babylon Cement Factory (Euphrates River) and human health risk assessment. *Environ Earth Sci.* 2015;74(1): 665–73. doi: 10.1007/s12665-015-4071-x

Eisa Solgi., Hadi Khodabandelo. Cadmium and Lead Disruption in Soils Around the Hegmatan Cement Factory, Iran Eisa Solgi, and Hadi Khodabandelo// *Health Scope.* 2016 May; 5(2):e34184. doi: 10.17795/jhealthscope-34184// vol. 7

References

Abdel-Saheb J.A., Schwab A.P., Banks M.K., Hetrick B. A chemical characterization of heavy metal contaminated soil transect in South east Kansas. *Amer. Soc. Agron. Annu. Meet.* 2014. Minneapolis, 1992. P. 1-5

Dabkowska- Naskrt H. , Jaworska H. , Długosz J. (2014) Assessment of the Total Nickel Content and its Available Forms in the Soils Around Cement Plant Lafarge Poland. *Int J Environ Res.*, vol. 8 (1), pp.231-6.

Eisa Solgi., Hadi Khodabandelo. (2016) Cadmium and Lead Disruption in Soils Around the Hegmatan Cement Factory, Iran Eisa Solgi, and Hadi Khodabandelo. *Health Scope.*, vol. 5(2), e34184. doi: 10.17795/jhealthscope-34184//vol. 7

EL-Bady MSM. (2014) Spatial Distribution of some Important Heavy Metals in the Soils South of Manzala Lake in Bahr El-Baqar Region, Egypt. *Nova J Eng Appl Sci.*; vol. 2(3), pp. 1-15.

Gazeta LADA. Novosti Aktau. “Nasha missiya sohranit’ prirodu”. Mezhdunarodnyj konkurs The Quarry Life Award. Proekt: Kenzhetaev G.ZH. “Ekologicheskie aspekty snizheniya negativnogo i povysheniya polozhitel’nogo vozdeystviya na biologicheskoe raznoobrazie v processe vosstanovleniya mestorozhdeniya mela SHetpe YUzhnoe”. Aktau. 20.11.2014.

GOST 17.4.4.02-84. Oхрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

Kenzhetaev G. Zh., Suleimenova N.Sh., Permyakov V.N., Nurbayeva F.K. (2014) Investigation into the Physico-Chemical Properties of Soils of Caspian Sea Coastal Area in Mangystau Province. *ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY*, December 2014. ISSN: 0970-020 X CODEN: OJCHEG, vol. 30, No. (4), pp. 1631-1638.

Khwedim K, Meza-Figueroa D, Hussien LA, Del Río-Salas R. (2015) Trace metals in topsoils near the Babylon Cement Factory (Euphrates River) and human health risk assessment. *Environ Earth Sci.*, vol. 74(1), pp. 665–73. doi: 10.1007/s12665-015-4071-x.

Методика выполнения измерения массовой концентрации цинка, кадмия, меди, свинца в пробах почв молюсками атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией на атомно-абсорбционном спектрометре «МГА –915». Свид-во № 224.04.05.001/2009. Шифр РК 04-25-2001.

О состоянии экологической обстановки в Mangistauskoj oblasti i istochnikah ego zagryazneniya. Management of Natural Resources and Tnvironmental Management of Mangistau region. Aktau, 2015, 62 p.

Parmesan C. (2016) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. S.*, vol. 37, No 12, pp. 637-669

Sayadi MH, Shabani M, Ahmadpour N. (2015) Pollution Index and Ecological Risk of Heavy Metals in the Surface Soils of Amir-Abad Area in Birjand City, Iran. *Health Scope.*, vol. 4(1), pp. 1–5. doi: 10.17795/jhealthscope-21137.

Semendyaeva N.V. *Metody issledovaniya pochv i pochvennogo pokrova: uchebnoe posobie* (2015) N.V. Semendyaeva, A.N. Marmulev, N.I. Dobrotvorskaya; Novosibirskij. gos. agrar. un-t, SibNIIZiH. – Novosibirsk: Izdatel'stvo NGAU, 202 s.

Shivaran S (2014) Measures to Contain Pollution Caused Due to Cement Production. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 4, pp. 135-140.

Vodyanickij YU.N. (2015) Ob opasnyh tyazhelyh metallah/metalloidah v pochvah. *Byulleten' Pochvennogo instituta V.V. Dokuchaeva.*, No. 68, pp. 56-82.

Zhidebayeva A, Kenzhetayev G, Samal Syrlybekkyzy, Aitimova A, Suleimenova B, Janaliyeva N. (2018) Studying state of soils in South shetpe chalk deposit. *EEC-EM – Ecology, Environment and Conservation (0971765X-India-Scopus)*, 03, 385758. ISSN 0971–765X. (0971765 X-India-Scopus), 03, 385758., vol. 24 (3), pp. (1065-1068).

**Koldasbayeva D.A.¹, Lovinskaya A.V.², Kolumbayeva S.Zh.³,
Suvorova M.A.⁴**

¹Student, e-mail: l.k311910@gmail.com

²PhD, senior lecturer, e-mail: annalovinska@rambler.ru

³Doctor of Biological Science, professor, e-mail: saule.kolumbayeva@kaznu.kz

⁴PhD, associate professor, Saint-Petersburg University of the humanities and social sciences, AF,
Kazakhstan, Almaty, e-mail: maria_suvorova@list.ru

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

THE STUDY OF THE MUTAGENIC EFFECT OF CARBON DIOXIDE ON SOYBEAN LINE T-219 (*GLYCINE MAX* (L.) MERRILL)

The mutagenic activity of carbon dioxide (CO₂) on the mutant soybean line T-219 (*Glycine max* (L.) Merrill), in which the synthesis of chlorophyll depends on the allelic state of the gene, was studied. The dominant allele Y11 causes a dark green plant, and the recessive allele y11 causes a golden yellow plant. We examined the level of somatic mutations by the presence of light green spots on dark green leaves and yellow spots on light green leaves (direct mutation Y11 → y11), light green spots on golden yellow leaves (reverse mutation y11 → Y11). Methyl methanesulfonate (MMS), a direct-acting mutagen, was used as a positive control. Soybean seeds, treated with MMS for 24 hours, were germinated under standard laboratory conditions and conditions of high CO₂ concentration (5000 ppm) in a specialized box with adjustable CO₂ content. In plants grown under high CO₂ concentration, the frequency of leaf somatic mutations was at the control level. However, in plants whose seeds were treated in MMS and grown under standard laboratory conditions, the total number of spots per leaf statistically significantly increased 4.3 times ($p < 0.05$). When treating seeds with a mutagen followed by cultivation under high CO₂ concentration, the total number of spots per leaf increased 6.3 times ($p < 0.001$) compared with the control and 14.1 times ($p < 0.001$) compared with the cultivation variant high CO₂ concentration. Revealed co-mutagenic effect of CO₂ when combined with the mutagen. The impact of CO₂ on the morphophysiological parameters of plants, the height and rate of photosynthesis, has been studied. On the 10th day of the experiment, the highest plant growth was under high CO₂ concentration and was 7.60 ± 0.92 cm. In plants grown under standard conditions (control), the height of plants was 1.4 times lower ($p < 0.05$). When treating seeds with MMS, followed by germination both under normal conditions and with high CO₂ concentration, plant height was at the control level. However, the accelerated growth of plants under high CO₂ concentration was observed only during the first two weeks, then they died. The rate of photosynthesis in conditions of high CO₂ level increased by 2.0 times, but the difference is not statistically significant. When growing plants at high CO₂ concentrations, photosynthesis intensity increased 2.0 times compared with the control, but the difference was not statistically significant. In plants grown from seeds treated with MMS, the rate of photosynthesis was 1.7 times lower ($p < 0.05$) compared with the control, but when grown under high CO₂ concentration, it increased 1.6 times. At the same time, the rate of photosynthesis decreased 2.2 times ($p < 0.05$) in comparison with the control. A correlation analysis was made between the values of the studied morphophysiological parameters of experimental soybean plants. The correlation coefficient was $r = 0.91$, which indicates a high positive correlation between the rate of photosynthesis and the plant height. Thus, CO₂ did not show mutagenic activity on the mutant soybean line T-219. However, the combined action of CO₂ and the classic mutagen MMS a statistically significant increased the frequency of mutations of the gene responsible for the chlorophyll synthesis. The results obtained indicate the ability of carbon dioxide to co-mutagenic action.

Key words: soybean, carbon dioxide, mutation, comutagen, chlorophyll, mutant line.

Колдасбаева Д.А.¹, Ловинская А.В.², Колумбаева С.Ж.³,
Суворова М.А.⁴

¹студент, e-mail: l.k311910@gmail.com

²PhD, аға оқытушы, e-mail: annalovinska@rambler.ru

³биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: saule.kolumbayeva@kaznu.kz

⁴PhD, доцент, Санкт-Петербург гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар университеті,

Қазақстан, Алматы қ., e-mail: maria_suvorova@list.ru

^{1,2,3}әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Сояның T-219 линиясына (*Glycine max* (L.) Merrill) диоксидті көміртегінің мутагендік әсерін зерттеу

Сояның (*Glycine max* (L.) Merrill) T-219 линиясындағы диоксид көміртегінің (CO₂) мутагенді белсенділігі зерттелді. Осы мутантты линияда хлорофиллдің түзілуі геннің аллельді жағдайына байланысты. Y11 доминантты аллель жапырақтардың қою-жасыл түстің, ал рецессивті аллель y11 – сары түстің пайда болуын қамтамасыз етеді. Соматикалық мутациялардың деңгейі қою-жасыл жапырақтарда ақшыл-жасыл дақтардың, ақшыл-жасыл жапырақтарда сары дақтардың (Y11→y11 тура мутация) және ақшыл-жасыл жапырақтарда сары дақтардың пайда болуымен (y11→Y11 кері мутация) зерттелді. Оң бақылау ретінде тура әсер ететін метилметансульфонат (ММС, 5 мг/л) мутагеннің ерітіндісі қолданылды. ММС-пен 24 сағат бойы өңделген соя дәндері, қалыпты лабораториялық жағдайда және CO₂ деңгейі реттелінетін мамандандырылған бокста, CO₂ концентрациясының жоғарғы жағдайларында (5000 ppm) өсірілді. CO₂ концентрациясының жоғарғы жағдайында өсірілген өсімдіктерде жапырақтардың соматикалық мутацияларының жиілігі бақылаумен бірдей болды. Алайда, дәндері ММС ерітіндісімен өңделген және қалыпты лабораториялық жағдайларда өсірілген өсімдіктерде, бір жапырақтағы дақтардың жалпы саны статистикалық жағынан маңызды 4,3 есе өсті ($p < 0,05$). Дәндерді мутагенмен өңдеп CO₂ жоғары концентрациясында өсірген жағдайда, бір жапырақтағы дақтардың жалпы саны бақылаумен салыстырғанда 6,3 есе ($p < 0,001$) және CO₂ жоғары концентрациясы жағдайларында өсірумен салыстырғанда 14,1 есе ($p < 0,001$) өсті. CO₂ мутагенмен қоса әсер еткенде комутагенді нәтижесі анықталды. CO₂-нің өсімдіктердің морфофизиологиялық параметрлері – биіктігі және фотосинтез интенсивтілігіне әсері зерттелді. Эксперименттің 10 тәулігінде, CO₂ жоғары концентрация жағдайларында өсірілген өсімдіктердің биіктігінің ең жоғары көрсеткіші $7,60 \pm 0,92$ см. құрады. Қалыпты жағдайда өсірілген өсімдіктерде (бақылау), биіктігі 1,4 есе ($p < 0,05$) аз болды. Дәндерді ММС-пен өңдеп, қалыпты және CO₂ жоғары концентрация жағдайында өсірген кезде өсімдіктердің биіктігі бақылаумен бір деңгейде болды. Алайда, CO₂ концентрациясының жоғары жағдайларындағы өсімдіктердің тез өсуі, тек, алғашқы екі аптада ғана байқалды, кейінгі уақытта өсімдіктер өлімге ұшырады. CO₂ жоғары концентрациясында фотосинтездің қарқындылығы 2,0 есе артты, бірақ бұл айырмашылық статистикалық жағынан мәнді болмады. Өсімдіктерді CO₂ жоғары концентрациялар жағдайында өсіргенде фотосинтез қарқындылығын бақылаумен салыстырғанда 2,0 есе артуы байқалды, бірақ бұл айырмашылық статистикалық жағынан мәнді болмады. ММС өңделген дәндерден өсірілген өсімдіктерде, бақылаумен салыстырғанда, фотосинтез қарқындылығы 1,7 есе ($p < 0,05$) төмен болды, бірақ CO₂ жоғары концентрациясы жағдайларында өсірген кезде – 1,6 есе артты. Сонымен қатар, бақылаумен салыстырғанда фотосинтез қарқындылығы 2,2 есе ($p < 0,05$) азайды. Сояның тәжірибелік өсімдіктерінде зерттелген морфофизиологиялық параметрлердің шамаларымен фотосинтездің қарқындылығы арасында корреляциялық талдау өткізілді. Корреляция коэффициенті $r = 0,91$ құрады, бұл зерттелетін өсімдіктердің фотосинтез қарқындылығымен өсімдік бойының биіктігі арасындағы жоғары оң корреляцияның бар екендігі анықталды. Сонымен, сояның мутантты T-219 линиясына CO₂ мутагендік белсенділігі анықталған жоқ. Дегенмен, CO₂ классикалық ММС мутагенмен бірлесіп әсер еткенде хлорофиллдің түзілуіне жауап беретін геннің мутациялар жиілігінің статистикалық мәнділігінің өсуі байқалды. Алынған нәтижелер диоксидті көміртегінің комутагендік әсерінің қабілеттілігін көрсетеді.

Түйін сөздер: соя, диоксидті көміртегі, мутация, комутаген, хлорофилл, мутантты линия.

Колдасбаева Д.А.¹, Ловинская А.В.², Колумбаева С.Ж.³,
Суворова М.А.⁴

¹студент, e-mail: l.k311910@gmail.com

²PhD, старший преподаватель, e-mail: annalovinska@rambler.ru

³Доктор биологических наук, профессор, e-mail: saule.kolumbayeva@kaznu.kz

⁴PhD, доцент, Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов, алматинский филиал,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: maria_suvorova@list.ru

^{1,2,3} Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Исследование мутагенного действия диоксида углерода на сою (*Glycine max* (L.) Merrill) линии T-219

Изучена мутагенная активность диоксида углерода (CO₂) на мутантной линии сои T-219 (*Glycine max* (L.) Merrill), у которой синтез хлорофилла зависит от аллельного состояния гена. Доминантный аллель Y11 обуславливает темно-зеленую окраску листьев, а рецессивный аллель y11 – желтую окраску. Изучали уровень соматических мутаций по наличию светло-зеленых пятен на темно-зеленых листьях и желтых пятен на светло-зеленых листьях (прямая мутация Y11→y11), а также светло-зеленых пятен на желтых листьях (обратная мутация y11→Y11). В качестве положительного контроля использовали метилметансульфонат (ММС), мутаген прямого действия. Семена сои, обработанные ММС в течение 24 ч., проращивали в обычных лабораторных условиях и в условиях повышенной концентрации CO₂ (5000 ppm) в специализированном боксе с регулируемым содержанием CO₂. У растений, выращенных в условиях повышенной концентрации CO₂, частота соматических мутаций листьев была на уровне контроля. Однако у растений, семена которых были замочены в ММС и выращены в обычных условиях лаборатории, общее количество пятен на лист статистически значимо возросло в 4,3 раза (p < 0,05). При обработке семян мутагеном с последующим выращиванием в условиях высокой концентрации CO₂ общее количество пятен на лист возросло в 6,3 раза (p < 0,001) по сравнению с контролем и в 14,1 раза (p < 0,001) по сравнению с вариантом выращивания в условиях высокой концентрации CO₂. Выявлен комутагенный эффект, оказываемый CO₂ при совместном действии с мутагеном. Изучено влияние CO₂ на морфофизиологические параметры растений – высоту и интенсивность фотосинтеза. На 10 день эксперимента наибольшая высота была у растений, выращенных в условиях повышенной концентрации CO₂, и составила 7,60 ± 0,92 см. У растений, выращенных в обычных условиях (контроль), высота растений была меньше в 1,4 раза (p < 0,05). При обработке семян ММС с последующим проращиванием как в обычных условиях, так и при повышенной концентрации CO₂ высота растений была на уровне контроля. Однако ускоренный рост растений в условиях повышенной концентрации CO₂ наблюдался только в течение первых двух недель, в дальнейшем они погибали. Интенсивность фотосинтеза в условиях высокой концентрации CO₂ увеличилась в 2,0 раза, но разница статистически не значима. При выращивании растений при повышенных концентрациях CO₂ отмечено увеличение интенсивности фотосинтеза в 2,0 раза по сравнению с контролем, однако разница статистически не значима. У растений, выращенных из обработанных ММС семян, интенсивность фотосинтеза по сравнению с контролем была ниже в 1,7 раза (p < 0,05), но при выращивании в условиях повышенной концентрации CO₂ увеличилась в 1,6 раза. При этом интенсивность фотосинтеза уменьшилась в 2,2 раза (p < 0,05) в сравнении с контролем. Проведен корреляционный анализ между величинами изученных морфофизиологических параметров опытных растений сои. Коэффициент корреляции составил r=0,91, что свидетельствует о высокой положительной корреляции между интенсивностью фотосинтеза и высотой изучаемых растений. Таким образом, CO₂ не проявил мутагенной активности при воздействии на мутантную линию сои T-219. Однако при совместном действии CO₂ с классическим мутагеном ММС наблюдалось статистически значимое увеличение частоты мутаций гена, ответственного за синтез хлорофилла. Полученные результаты свидетельствуют о способности диоксида углерода к комутагенному действию.

Ключевые слова: соя, диоксид углерода, мутация, комутаген, хлорофилл, мутантная линия.

Introduction

The worsening global environmental crisis is associated with the widespread pollution of the environment by various chemical compounds [1-5]. The use of artificially synthesized chemical compounds in agriculture, industry, households, and medicine, which may be get into environmental objects (air, water, soil), increases annually. Most of them have toxic, carcinogenic, teratogenic and mutagenic effects on living organisms. There is a result of activating the formation of intracellular free radicals, inhibiting the DNA repair activity or direct interaction with DNA molecules [6-11]. According to CAS (Chemical Abstracts Service, USA), 10 million chemical compounds were registered in the period from 1957 to 1990, in 2008 – 40 million, and as of September 2018 – 144 million [12]. Several dozens of compounds can simultaneously enter the body [13, 14]. The number and range of xenobiotics in the environment increases, which can lead to an increase in the genetic load and, consequently, an increased risk of extinction of one or another species. One of the environmental pollutants is carbon dioxide (CO₂). Carbon dioxide as a natural component of the atmosphere is necessary for the normal functioning of the biosphere since it is a source of primary organic matter. However, in recent decades, due to the rapid urbanization of the environment and the intensification of human economic activity, the natural CO₂ level is increasing, making it one of the air pollutants. Carbon dioxide is a colorless, odorless gas with a density of 1.98 kg/m³ under normal conditions, it is 1.5 times heavier than air [15]. At atmospheric pressure, carbon dioxide from a solid state (dry ice) turns into gaseous (sublimation), and its concentration in the Earth's atmosphere is 0.04% [16, 17]. Carbon dioxide easily passes ultraviolet rays and rays of the visible part of the spectrum, but absorbs infrared rays emitted by the Earth, and is one of the greenhouse gases and participates in the process of global warming.

Annual changes in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere are determined by the vegetation of mid-latitudes (40-70°C) in the northern hemisphere [18]. Therefore, from March to September due to photosynthesis, the CO₂ content in the atmosphere decreases, and from October to February it increases due to the wood oxidation (heterotrophic plant respiration, decay, decomposition of humus, forest fires) and the burning of fossil fuels (coal, oil, gas). A large amount of carbon dioxide is dissolved in the ocean [19]. A slight increase in con-

centration up to 2-4% in the premises leads to the development of drowsiness and weakness of people. The CO₂ levels from 7 to 10% are considered dangerous, at which suffocation, headache, dizziness, loss of hearing and consciousness develop. When inhaling air with high gas concentrations, death occurs due to asphyxiation [20]. The carbon dioxide level in the atmosphere has steadily increased from approximately 315 ppm in 1959 to 405 ppm at present [16, 21]. Predict an increase in level to 500-1000 ppm in 2100 [22]. The increased carbon dioxide concentration raises the rate of photosynthesis and growth but reduces the content of nitrogen and, possibly, minerals in plant tissue [23-30]. High CO₂ levels in the air lead to the body intoxication, reducing the ability of oxygen in the blood to bind to hemoglobin. The physiological consequences of exposure to CO₂ on the body are well known; however, possible mutagenic or mutagen-modifying effects of high concentrations of carbon dioxide are of interest. Knowledge of the mutagenic potential of anthropogenic environmental pollutants, including carbon dioxide, will make it possible to identify possible genetic risks for humans and develop preventive measures to protect them. Thus, the aim of this paper to explore the mutagenic effect of carbon dioxide on the mutant soybean line T-219.

Materials and methods

The research object was line T-219 of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill, fam. *Fabaceae*), kindly provided by the Laboratory of Environmental Genetics of the N.I. Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia). Carbon dioxide (CO₂) was examined for mutagenic activity. Methyl methanesulfonate (MMS, C₂H₆O₃S) at a concentration of 5 mg/L was used as a mutagen (positive control). Air-dried soybean seeds soaked in distilled water for 20 hours, then some of them were placed in the mutagen solution for 24 hours, and part of the seeds were placed in a specialized box with an adjustable CO₂ content for the same period. After treatment, the seeds were washed and germinated for 4-5 weeks until the appearance of two simple and the first complex ternary leaf. The box made plexiglass measuring 20*30*40 cm (length*width*height) and a total volume of 24 liters. A gas cylinder with CO₂ connected to the hermetic lid through a hose. The pressure gauge fixed on the lid. The CO₂ analyzer recorded the gas content inside the box (Fig. 1).



Figure 1 – Box for CO₂ supply

There are 4 experimental groups of plants: I – intact plants; II – plants germinated in a box with CO₂; III – plants treated with MMS and germinated under standard laboratory conditions (SLC); IV – plants treated with MMS and germinated in a box with CO₂. Soybean plants were grown for 4-5 weeks until the appearance of two simple and the first complex ternary leaf (Fig. 2).

In line T-219, chlorophyll synthesis depends on the allelic state of the gene. The dominant allele Y11 causes a dark green leaf, and the recessive allele y11 causes a golden yellow leaf. As a result of the splitting of heterozygotes in the next generation, plants are represented by three categories based on the color of leaves: homozygous dominant Y11Y11 plants, characterized by a dark green leaf; heterozygous plants Y11y11, characterized by a light green leaf; homozygous plants in the recessive allele y11y11, characterized by a golden yellow color.

On the leaves of all three types of plants, various kinds of mosaic spots may appear, which are the result of different types of mutations (Table 1).

These spots have clear boundaries, which makes it quite easy to distinguish them from spots that appear as a result of physiological processes [31, 32].

We looked through only the upper surface of the leaves, on which there were more than 80% of the spots. The data were given as the number of spots

per leaf and analyzed as the total number of spots, and the frequency of individual types of spots.

The assimilation test was used to determine the rate of photosynthesis in experimental and intact plants [33]. This method is based on determining the amount of carbon dioxide absorbed by the leaves during photosynthesis. Two empty flasks with a capacity of 250 ml for 20-30 minutes were kept in the same conditions for filling with air. Then a leaf of the plant was taken, and its area was measured by the formula (1): $S = a \times b \times 0.7$, where a is the leaf length, b is the maximum width; 0.7 is conversion factor. The leaf cut was updated under water, and the leaf stalk was tied to a rubber stopper. Flasks were moved to the sun or under the lamp for 5 minutes. After that, the leaf was removed and a 0.025N solution of Ba(OH)₂ was poured into the flask, then 2-3 drops of phenolphthalein were added as an indicator. The flask walls were carefully moistened with a solution of Ba(OH)₂, then it was periodically shaken for 3 minutes, titrated with a 0.025 N HCl until the pink disappeared. The rate of photosynthesis was calculated by the formula (2):

$$I_{ph} = \frac{(A-B) \times K \times 0.55 \times 60}{S \times t}$$

where A is the amount of HCl used for titration of barite in the test flask, ml; B is the amount of HCl used for titration of barite in the control flask, ml; K

– amendment to the titer of HCl; 0.55 is the amount of CO₂ mg corresponding to 1 ml of 0.025 N HCl; S is the leaf area, dm²; t – exposure, min; 60 – the conversion rate of minutes to hours.

Statistical processing of the results was performed in the Data Analysis add-in Microsoft Ex-

cel and StatPlus5Pro version 6 (Analyst Soft Inc., USA). In all cases, mean values and standard errors were determined. Student's t-test evaluated the significance of differences between averages, the differences were considered significant at a confidence level of 0.95 (p < 0.05).



Figure 2 – Growing plants under standard laboratory conditions (A) and in boxing under high CO₂ concentration (B)

Table 1 – The relationship between possible genetic disorders and types of somatic mosaicism analyzed on *Glycine max* leaves [31]

Types of leaf	Types of spots	Type of genetic disorders
Light green	Yellow	Direct mutation Y11 → y11 chromosome nondisjunction
	Dark green	Reverse mutation y11 → Y11 chromosome nondisjunction
	Double	Somatic cross over
Dark green	Light green	Direct mutation Y11 → y11
	Very dark green	chromosome nondisjunction Y11Y11Y1
Golden yellow	Light green	Reverse mutation y11 → Y11

Results and discussion

The somatic mutation counting test is based on recording and analyzing various types of spots appearing on soybean leaves after seed treatment with mutagens. As noted earlier, in variety T-219 of *Glycine max* (L.) Merrill, the synthesis of chlorophyll depends on the allelic state of the gene. The dominant allele Y11 causes a dark green, and the recessive allele y11 causes a golden yellow plant (Fig. 3).

The results of the study of somatic mutations on leaves of variety T-219 of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) under the high concentration of carbon dioxide (5000 ppm) and the classical mutagen of methyl methanesulfonate (MMS) are presented in Table 2.

As can be seen from the presented results, the level of spontaneous mutagenesis in soybean leaves (variant I) was $0.38 \pm 0.19\%$. In plants from water-treated seeds and grown under high concentrations of carbon dioxide (variant II), the total number of

spots per leaf was 0.17 ± 0.18 . Although the number of spots per leaf in variant II decreased by 2.2 times, this decrease was not statistically significant. In plants from MMS-treated seeds and grown under standard laboratory conditions (MMS + SLC), the total number of spots per leaf statistically increased

4.3 times ($p < 0.05$) and was 1.64 ± 0.63 . When treating seeds with MMS, followed by cultivation under high concentration of CO_2 (MMS + CO_2), the total number of spots per leaf increased 6.3 times ($p < 0.001$) compared to the control and 14.1 times ($p < 0.001$) compared to with variant II ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$).

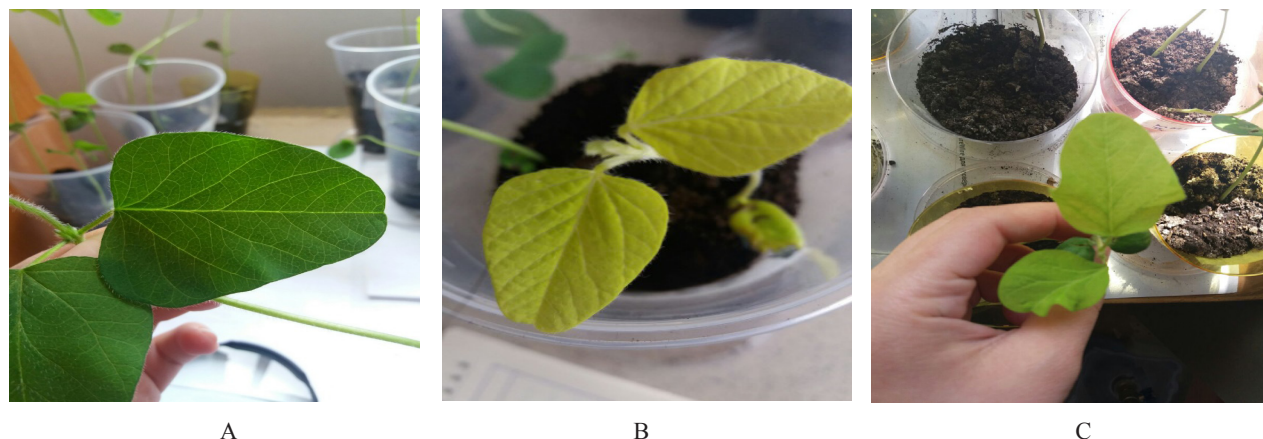


Figure 3 – Dark green (A, the dominant allele of chlorophyll), yellow (B, the recessive allele of chlorophyll) and light green (C, heterozygous plant Y11y11) coloring of leaves of T-219 soybean (*Glycine max*)

Table 2 – The effect of the separate and joint action of CO_2 and MMS on variety T-219 of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) (data by leaf type)

Variants	Dark green leaves (spots per leaf)	Light green leaves (spots per leaf)		Golden yellow leaves (spots per leaf)	Average spots per leaf
	Light green spots (direct mutation Y11 → y11)	Yellow spots (direct mutation Y11 → y11, chromosome nondisjunction)	Dark green spots (reverse mutation y11 → Y11, chromosome nondisjunction)	Light green spots (reverse mutation y11 → Y11)	
I variant, control	$0,38 \pm 0,19$	-	-	-	$0,38 \pm 0,19$
II variant, $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	$0,17 \pm 0,18$	-	-	-	$0,17 \pm 0,18$
III variant, MMS+SLC	$0,95 \pm 0,58$	$0,47 \pm 0,29^*$	$0,23 \pm 0,23$	-	$1,64 \pm 0,63^*$
IV variant, MMS+ CO_2	$1,89 \pm 0,49^{**\bullet}$	-	-	$0,50 \pm 0,53$	$2,39 \pm 0,51^{***\bullet}$

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ compared to control;
 • – $p < 0,001$ compared to variant $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

The appearance of the same type of stains on soybean leaves may be due to different reasons. Therefore, it is necessary to analyze the relative increase of all types of spots on all types of leaves to conclude the specificity and possible mechanisms of the mutagenic action of the studied factor. In the

experiment, soybean revealed four types of spots: light green spots on dark green leaves, yellow and dark green spots on light green leaves, as well as light green spots on golden yellow leaves.

In the control and the variant II ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$), only light green spots were observed on the dark

green leaves, the cause of which is the direct mutation ($Y11 \rightarrow y11$). These spots were found in all variants and prevailed in plants.

In plants grown from seeds treated with MMS (variant III), the number of light green spots on dark green leaves (Figure 4, A) increased 2.5 times compared with the control, but this increase was not statistically significant. At the same time, in this variant (III), there were yellow spots and dark green spots on light green leaves, which are absent in all other variants. Yellow spots are formed through a direct gene mutation ($Y11 \rightarrow y11$) or loss of a Y11 fragment as a result of the deletion. Dark green spots are formed through a reverse point mutation, nondisjunction of chromosomes, and the acquisition

by the cell of Y11 fragment resulting from a deletion in the nearest cell.

When MMS-treated seeds germinated in a box with a high CO_2 concentration (5000 ppm), we found two types of mutations: direct mutation (light green spots on dark green leaves) and reverse mutation (light green spots on yellow leaves) (Figure 4, B and C). The formation of light green spots on dark green leaves increased statistically significantly by 5.0 ($p < 0.01$) and 11.1 ($p < 0.001$) times compared with the control and variant II ($H_2O + CO_2$), respectively. The light green spots on the golden yellow leaves, resulting from the reverse mutation $y11 \rightarrow Y11$, were found only in variant IV (MMS + CO_2), but there was only one plant with this type of spots.

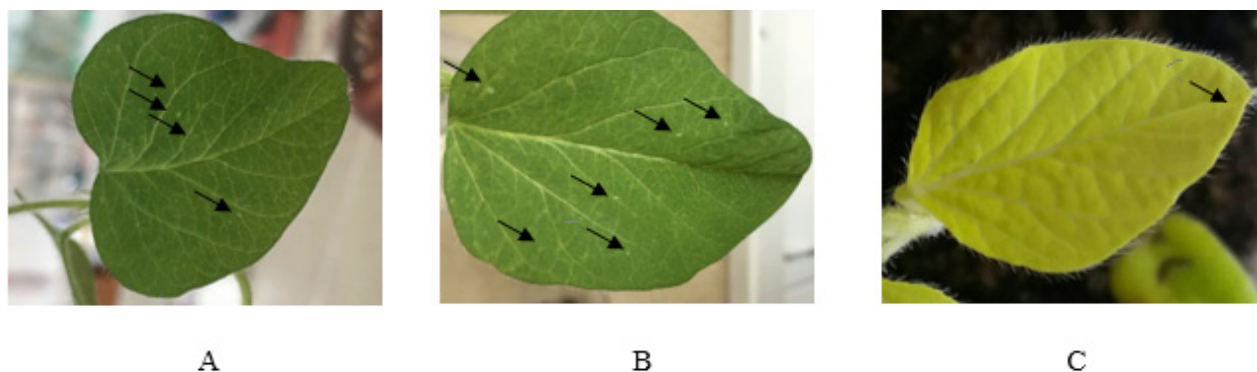


Figure 4 – Types of leaves and spots on leaves of variety T-219 of *Glycine max* (L.) Merrill under MMS-treatment: A – Dark green leaf with light green spots (direct mutation $Y11 \rightarrow y11$); B – Dark leaf with light green spots (direct mutation $Y11 \rightarrow y11$); C – Golden yellow leaf with dark green spots (reverse mutation $y11 \rightarrow Y11$)

When growing soybean under high CO_2 concentration, no statistically significant increase in the level of chlorophyll mutations was observed. But when combined with MMS, carbon dioxide modified MMS-induced mutagenesis towards it enhanced. Based on the results obtained, it can be assumed that CO_2 has a comutagenic effect. This assumption is consistent with the research of Zhang Q. et al. The authors found that high CO_2 concentrations can have a comutagenic impact, modifying the action of hydrazine hydrate [34].

Analysis of morphophysiological parameters helps to obtain information about the viability of the plant organism and its processes. In our studies, morphophysiological parameters such as plant height (Fig. 5) and photosynthesis intensity (Fig. 6) were also studied. On the 10th day of the experiment, the highest plant growth was under high CO_2 concentration and was 7.60 ± 0.92 cm. In plants grown under standard conditions (control),

the height of plants was 1.4 times lower ($p < 0.05$).

When MMS-treated seeds germinated in a box with a high CO_2 concentration, the plant height was not statistically significantly different from the control plants. At the same time, an increase in growth parameters was observed in plants of experimental group IV, treated with MMS and grown in box with high CO_2 concentrations, as compared to only MMS treated. However, this difference was not statistically significant. In plants of the IV experimental variant (MMS + CO_2), the average plant height was 1.2 times lower than plants of variant II ($H_2O + CO_2$); however, this difference was also not statistically significant.

It should be noted that the accelerated growth of plants grown under high CO_2 concentration (variants II and IV) was observed only during the first two weeks. Plants actively absorbed carbon dioxide and increased biomass. But after the first two weeks, the growth slowed down and was significantly inferior

to the plants of the control group. As a result of prolonged exposure to the high concentration of carbon dioxide, the growth process stopped, which further led to the plant death.

The amount of CO₂ absorbed by a unit of the leaf surface per unit of time is one of the most important physiological parameters that ensure

the viability of the plant. The results of the rate of photosynthesis under different experimental conditions are presented in Fig. 6. When plants were growing under high CO₂ concentrations, the rate of photosynthesis increased by 2.0 times compared with the control; however, the difference is not statistically significant.

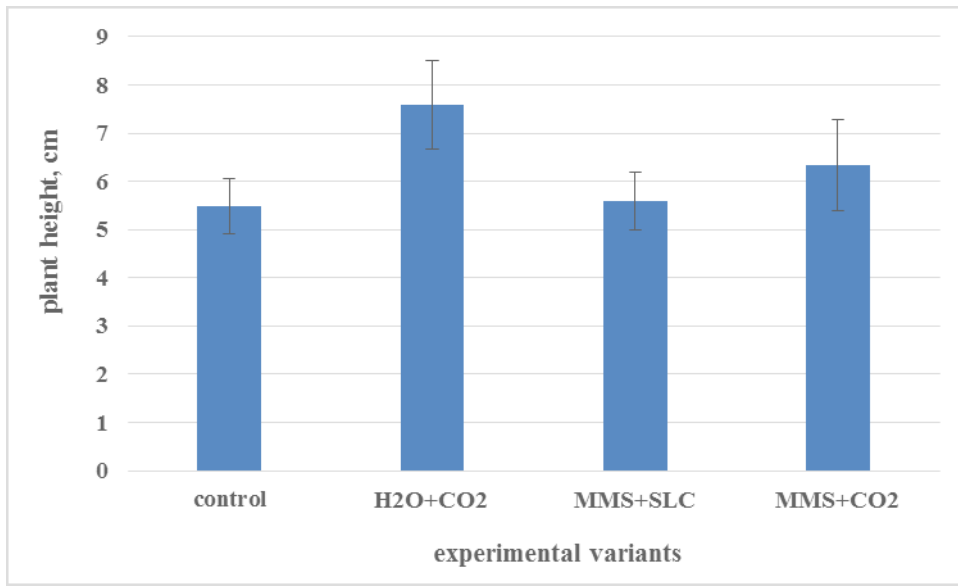


Figure 5 – The height of the soybean plant (*Glycine max*) with the separate and combined action of MMS and high CO₂ concentration

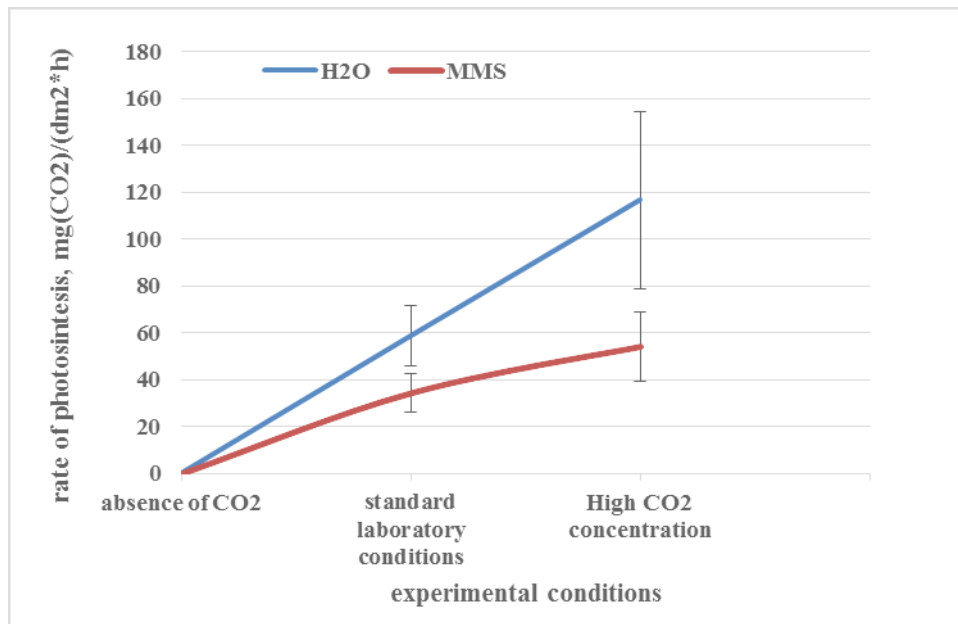


Figure 6 – The rate of photosynthesis with the separate and joint action of MMS and high CO₂ concentration

In plants from MMS-pre-treated seeds, the rate of photosynthesis was statistically significantly different from the control values and was 1.7 times lower ($p < 0.05$). However, if the seeds treated with MMS were grown under high CO_2 concentration, then the rate of photosynthesis increased 1.6 times. At the same time, the rate of photosynthesis decreased 2.2 times ($p < 0.05$) as compared with the control plants. A correlation analysis was performed

to determine the dependence of the intensity of photosynthesis and growth processes (Fig. 7). The correlation coefficient was $r = 0.91$, which indicates a strong positive correlation between the intensity of photosynthesis and the height of the plants.

The results are consistent with the study by Ainsworth et al. The authors found an increase in the intensity of photosynthesis by 40% when growing plants with high CO_2 concentration (600 ppm) [35].

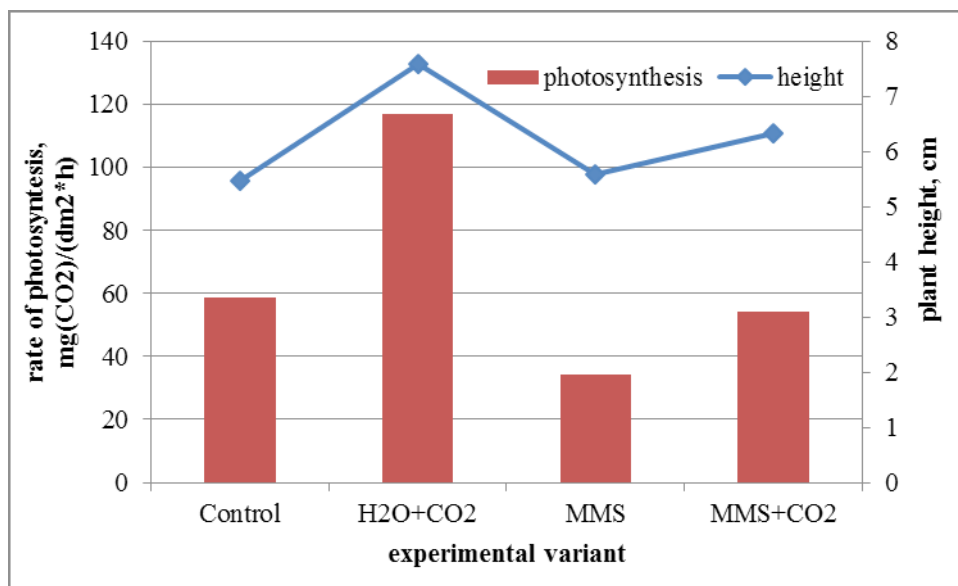


Figure 7 – Plant height and photosynthesis intensity with separate and joint effects of MMS and CO_2 on soybean

Thus, as the research result, it was found that CO_2 at a concentration of 5000 ppm did not have a mutagenic effect on the mutant line T-219 soybean. When combined with MMS, carbon dioxide significantly modified the action of the mutagen, statistically considerably increasing the direct chlorophyll mutations in soybean leaves of variety T-219. The results obtained indicate a co-mutagenic effect of CO_2 , which can enhance the damaging effects. The danger of comutagens is determined not only by their ability to improve the detrimental impact of mutagens present in the human environment, but also by the possibility of influencing the processes of endogenous mutagenesis [36]. It can be assumed that high concentrations of carbon dioxide suppressed the activity of the cellular repair system, resulting in increased levels of MMS induced structural mutations. Besides, it was found that high CO_2 concentrations (5000 ppm) enhanced the growth

processes and the rate of photosynthesis in the initial stages. However, as a result of prolonged exposure to the high concentration of carbon dioxide, the growth process was slowed down, then stopped, leading to the plant death.

Conclusion

The results of this investigation show that CO_2 has no mutagenic effect on the mutant soybean line T-219. However, the combined action of CO_2 and the classic mutagen MMS a statistically significant increased the frequency of mutations of the gene responsible for the chlorophyll synthesis. The results obtained demonstrate the ability of carbon dioxide to co-mutagenic action. These data suggest that due to the rising anthropogenic CO_2 concentration in the atmosphere, there is a risk of increased mutagenic effect of potential genotoxicants in the environment.

Литература

- Carlsen L., Kenesov B.N., Batyrbekova S.Ye., Kolumbaeva S.Zh., Shalakhmetova T.M. Assessment of the mutagenic effect of 1,1-dimethyl hydrazine // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. – 2009. – Vol. 28. – P. 448-452.
- Kolumbayeva S., Begimbetova D., Shalakhmetova T., Saliev T., Lovinskaya A., Zhunusbekova B. Chromosomal instability in rodents caused by pollution from Baikonur cosmodrome // *Ecotoxicology*. – 2014. – Vol. 7. – P. 1283-1291.
- de Lemos C.T., de A. Iranço F., de Oliveira N.C., de Souza G.D., Fachel J.M. Biomonitoring of genotoxicity using micronuclei assay in native population of *Astyanax jacuhiensis* (characiformes: Characidae) at sites under petrochemical influence // *Science of the Total Environment*. – 2008. – Vol. 406. – P. 337-343.
- Mai H., Cachot J., Brune J., Geffard O., Belles A., Budzinski H., Morin B. Embryotoxic and genotoxic effects of heavy metals and pesticides on early life stages of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) // *Marine Pollution Bulletin*. – 2012. – Vol. 64. – P. 2663-2670.
- Pizzino G., Bitto A., Interdonato M., Galfo F., Irrera N., Mecchio A., Pallio G., Ramistella V., De Luca F., Minutoli L., Squadrito F., Altavilla D. Oxidative stress and DNA repair and detoxification gene expression in adolescents exposed to heavy metals living in the Milazzo-Valle del Mela area (Sicily, Italy) // *Redox Biology*. – 2014. – Vol. 2. – P. 686-693.
- Дурнев А.В. Методологические аспекты исследований по модификации химического мутагенеза // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. – 2008. – Т. 146, № 9. – С. 281-287.
- Järup L., Åkesson A. Current status of cadmium as an environmental health problem // *Toxicology and Applied Pharmacology*. – 2009. – Vol. 3. – P. 201-208.
- Kim K.H., Jahan S.A., Kabir E., Brown R.J.C. A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects // *Environment International*. – 2013. – Vol. 60. – P. 71-80.
- Mourón S.A., Grillo C.A., Dulout F.N., Golijow C.D. Genotoxic Effects of Benzo[a]pyrene and Dibenzo[a,l]pyrene in a Human Lung Cell Line // *International Journal of Toxicology*. 2006. – Vol. 1. – P. 49-55.
- Uzun F.G., Kalender S., Durak D., Demir F., Kalender Y. Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E // *Food and Chemical Toxicology*. – 2009. – Vol. 8. – P. 1903-1908.
- Zhao Q., Wang Y., Cao Y., Chen A., Ren M., Ge Y., Yu Z., Wan S., Hu A., Bo Q., Ruan L., Chen H., Qin S., Chen W., Hu C., Tao F., Xu D., Xu J., Wen L., Li L. Potential health risks of heavy metals in cultivated topsoil and grain, including correlations with human primary liver, lung and gastric cancer, in Anhui province, Eastern China // *Science of The Total Environment*. – 2014. – Vol. 470-471. – P. 340-347.
- CAS – Chemical Abstracts Service, 2018. Available from: <http://www.cas.org/>.
- Backhaus T., Blanck H., Faust M. Hazard and Risk Assessment of Chemical Mixtures under REACH: State of the Art, Gaps and Options for Improvement // *Swedish Chemicals Agency*. – 2010. – Vol. 3/10. – P. 1-75.
- Houlihan J., Kropp T., Wiles R., Gray S., Campbell C. Body Burden, the pollution in newborn: Washington: The Environmental Working Group, 2005: 83 p.
- Вукалович М. П., Алтуниин В. В. Теплофизические свойства двуокиси углерода. – М.: Атомиздат, 2000. – 456 с.
- Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division: Trends in Atmospheric Carbon Dioxide, 2018. Available from: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>
- Seppänen O.A., Fisk W.J., Mendell M.J. Association of Ventilation Rates and CO₂ Concentrations with Health and Other Responses in Commercial and Institutional Buildings // *Indoor Air*. – 2011. – Vol. 9. – P. 226-252.
- Zondervan I., Zeebe R.E., Rost B., Rieblesell U. Decreasing marine biogenic calcification: a negative feedback on rising atmospheric CO₂ // *Global Biogeochemical Cycles*. – 2001. – Vol. 15. – P. 507-516.
- Kuffner I.B., Andersson A.J., Jokiel P.L., Rodgers K.S., Mackenzie F.T. Decreased abundance of crustose coralline algae due to ocean acidification // *Nature Geoscience*. – 2007. – Vol. 1. – P. 114-117.
- Lambertsen C.J. Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity: Philadelphia: IFEM, 2001: 766 p.
- Keeling Ch.D. Rewards and Penalties of Monitoring the Earth // *Annual Review of Energy and the Environment*. – 1998. – Vol. 23. – P. 25-82.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available from: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm
- Ainsworth E.A., Long S.P. A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂ // *New Phytologist*. – 2005. – Vol. 165. – P. 351-372.
- Ainsworth E.A. Rice production in a changing climate: a meta-analysis of responses to elevated carbon dioxide and elevated ozone concentration // *Global Change Biology*. – 2008. – Vol. 14. – P. 1642-1650.
- Davey M.P., Harmens H., Ashenden T.W., Edwards R., Baxter R. Species-specific effects of elevated CO₂ on resource allocation in *Plantago maritima* and *Armeria maritime* // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 2007. – Vol. 31. – P. 121-129.
- Loladze I. Rising atmospheric CO₂ and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry // *Trends in Ecology & Evolution*. – 2002. – Vol. 17. – P. 457-461.
- Long S.P., Ainsworth E.A., Leakey A.D., Nösberger J., Ort D.R. Food for thought: Lower-than-expected crop yield stimulation with rising CO₂ concentrations // *Science*. – 2006. – Vol. 312. – P. 1918-1921.
- Poorter H., Navas M.L. Plant growth and competition at elevated CO₂: on winners, losers and functional groups // *New Phytologist*. – 2003. – Vol. 157. – P. 175-198.
- Stiling P., Cornelissen T. A field experiment and meta-analysis of CO₂-mediated changes on plant chemistry and herbivore performance // *Global Change Biology*. – 2007. – Vol. 13. – P. 1823-1842.

Taub D., Miller B., Allen H. Effects of elevated CO₂ on the protein concentration of food crops: a meta-analysis // *Global Change Biology*. – 2008. – Vol. 14. – P. 565-575.

Биттуева М.М. Оценка эффективности растительного теста по учету соматических мутаций в листьях сои *Glycine max* (L.) Merrill // *Современные проблемы науки и образования*. – 2016. – № 6. – С. 1-8.

Джамбетова П.М., Реутова Н.В. Чувствительность растительных и бактериальных тест-систем при определении мутагенного влияния нефтезагрязнений на окружающую среду // *Экологическая генетика*. – 2006. – Т. IV, №1. – С. 22-27.

Воскресенская О.Л., Грошева Н.П., Скочилова Е.А. Физиология растений: Учебное пособие. – Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2008. – С. 45-47.

Zhang Q., Qianand J., Ma L. Mutation breeding of lipase-producing strain *Flavobacterium* sp. by supercritical CO₂ with hydrazine hydrate // *Braz. Arch. Boil. Technol.* – 2013. – Vol. 4. – P. 312-314.

Ainsworth E.A., Rogers A. The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising (CO₂): mechanisms and environmental interactions // *Plant Cell and Environment*. – 2017. – Vol. 30. – P. 258-270.

Дурнев А.Д., Даугель-Дауге Н.О., Жанатаев А.К., Лапицкая А.С., Середенин С.Б. Комутагенные эффекты валокордина // *Экологическая генетика*. – 2012. – Т.10, №3. – С. 53-58

References

Ainsworth E.A., Long S.P. (2005) A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytologist*, vol. 165, pp. 351-372.

Ainsworth E.A. (2008) Rice production in a changing climate: a meta-analysis of responses to elevated carbon dioxide and elevated ozone concentration». *Global Change Biology*, vol. 14, pp. 1642-1650.

Ainsworth E.A., Rogers A. (2017) The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising (CO₂): mechanisms and environmental interactions. *Plant Cell and Environment*, vol. 30, pp. 258-270.

Backhaus T., Blanck H., Faust M. (2010) Hazard and Risk Assessment of Chemical Mixtures under REACH: State of the Art, Gaps and Options for Improvement. *Swedish Chemicals Agency*, vol. 3/10, pp. 1–75.

Bittueva M.M. (2016) Otsenka effektivnosti rastitel'nogo testa po uchetu somaticheskikh mutatsiy v list'yakh soi *Glycine max* (L.) Merrill [The Effectiveness of the test plant on account of somatic mutations in leaves of soybean *Glycine max* (L.) Merrill] *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. vol.6, pp. 1-8 (In Russian).

Carlsen L., Kenesov B.N., Batyrbekova S.Ye., Kolumbaeva S.Zh., Shalakhmetova T.M. (2009) Assessment of the mutagenic effect of 1,1-dimethyl hydrazine. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, vol. 28, pp. 448-352.

CAS – Chemical Abstracts Service, 2018. Available from: <http://www.cas.org/>.

Davey M.P., Harmens H., Ashenden T.W., Edwards R., Baxter R. (2007) Species-specific effects of elevated CO₂ on resource allocation in *Plantago maritima* and *Armeria maritime*. *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 31, pp. 121–129.

de Lemos C.T., de A. Iranço F., de Oliveira N.C., de Souza G.D., Fachel J.M. (2008) Biomonitoring of genotoxicity using micronuclei assay in native population of *Astyanax jacuhiensis* (characiformes: Characidae) at sites under petrochemical influence. *Science of the Total Environment*, vol. 406, pp. 337–343.

Durnev A.V. (2008) Metodologicheskie aspekty issledovaniy po modifikatsii khimicheskogo mutageneza [Methodological aspects of studies of chemical mutagenesis modification] *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*, vol. 9, pp. 281–287 (In Russian).

Durnev A.D., Daugel-Dauge N.O., Zhanatayev A.K., Lapitskaya A.S., Seredenin S.B. (2012) Komutagennye efekty valokordina [Comutagenic effects of valocordin]. *Ekologicheskaya genetika*, vol. 3, pp. 53-58 (In Russian).

Dzhambetova P.M., Reutova N.V. (2006) Chuvstvitel'nost' rastitel'nykh i bakterial'nykh test-sistem pri opredelenii mutagen-nogo vliyaniya neftezagryazneniy na okruzhayushchuyu sredyu [The sensitivity of plant and bacterial test systems in determining the mutagenic effect of oil pollution on the environment]. *Ekologicheskaya genetika*, vol. 1, pp. 22-27 (In Russian).

Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division: Trends in Atmospheric Carbon Dioxide, 2018. Available from: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

Houlihan J., Kropp T., Wiles R., Gray S., Campbell C. Body Burden, the pollution in newborn (2005) Washington: The Environmental Working Group, pp. 1-83.

IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available from: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm

Järup L., Åkesson A. (2009) Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 3, pp. 201–208.

Keeling Ch.D. (1998) Rewards and Penalties of Monitoring the Earth. *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 23, pp. 25–82.

Kim K.H., Jahan S.A., Kabir E., Brown R.J.C. (2013) A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects. *Environment International*, vol. 60, pp. 71–80.

Kolumbayeva S., Begimbetova D., Shalakhmetova T., Saliev T., Lovinskaya A., Zhunusbekova B. (2014) Chromosomal instability in rodents caused by pollution from Baikonur cosmodrome. *Ecotoxicology*, vol. 7, pp. 1283-1291.

Kuffner I.B., Andersson A.J., Jokiel P.L., Rodgers K.S., Mackenzie F.T. (2007) Decreased abundance of crustose coralline algae due to ocean acidification. *Nature Geoscience*, vol. 1, pp. 114-117.

Lambertsen C.J. (2001) Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity. Philadelphia: IFEM, pp. 1-766.

- Loladze I. (2002) Rising atmospheric CO₂ and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 17, pp. 457-461.
- Long S.P., Ainsworth E.A., Leakey A.D., Nösberger J., Ort D.R. (2006) Food for thought: Lower-than-expected crop yield stimulation with rising CO₂ concentrations. *Science*, vol. 312, pp. 1918-1921.
- Mai H., Cachot J., Brune J., Geffard O., Belles A., Budzinski H., Morin B. (2012) Embryotoxic and genotoxic effects of heavy metals and pesticides on early life stages of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Marine Pollution Bulletin*, vol. 64, pp. 2663-2670.
- Mourón S.A., Grillo C.A., Dulout F.N., Golijow C.D. (2006) Genotoxic Effects of Benzo[a]pyrene and Dibenzo[a,l]pyrene in a Human Lung Cell Line. *International Journal of Toxicology*, vol. 1, pp. 49-55.
- Pizzino G., Bitto A., Interdonato M., Galfo F., Irrera N., Mecchio A., Pallio G., Ramistella V., De Luca F., Minutoli L., Squadrito F., Altavilla D. (2014) Oxidative stress and DNA repair and detoxification gene expression in adolescents exposed to heavy metals living in the Milazzo-Valle del Mela area (Sicily, Italy). *Redox Biology*, vol. 2, pp. 686-693.
- Poorter H., Navas M.L. (2003) Plant growth and competition at elevated CO₂: on winners, losers and functional groups. *New Phytologist*, vol. 157, pp. 175-198.
- Uzun F.G., Kalender S., Durak D., Demir F., Kalender Y. (2009) Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 8, pp. 1903-1908.
- Zhao Q., Wang Y., Cao Y., Chen A., Ren M., Ge Y., Yu Z., Wan S., Hu A., Bo Q., Ruan L., Chen H., Qin S., Chen W., Hu C., Tao F., Xu D., Xu J., Wen L., Li L. (2014) Potential health risks of heavy metals in cultivated topsoil and grain, including correlations with human primary liver, lung and gastric cancer, in Anhui province, Eastern China. *Science of The Total Environment*, vol. 470-471, pp. 340-347.
- Seppänen O.A., Fisk W.J., Mendell M.J. (2001) Association of Ventilation Rates and CO₂ Concentrations with Health and Other Responses in Commercial and Institutional Buildings. *Indoor Air*, vol. 9, pp. 226-252.
- Stiling P., Cornelissen T. (2007) A field experiment and meta-analysis of CO₂-mediated changes on plant chemistry and herbivore performance. *Global Change Biology*, vol. 13, pp. 1823-1842.
- Taub D., Miller B., Allen H. (2008) Effects of elevated CO₂ on the protein concentration of food crops: a meta-analysis. *Global Change Biology*, vol. 14, pp. 565-575.
- Voskresenskaya O.L., Grosheva N.P., Skochilova E.A. (2008) *Fiziologiya rasteniy [Plant physiology]*. Yoshkar-Ola: Mar. gos. un-t, pp. 45-47 (In Russian).
- Vukalovich M.P., Altunin V.V. (2000) *Teplofizicheskie svoystva dnuokisi ugleroda [Thermophysical properties of carbon dioxide]*. Moscow: Atomizdat, pp. 1-456 (In Russian).
- Zhang Q., Qianand J., Ma L. (2013) Mutation breeding of lipase-producing strain *Flavobacterium* sp. by supercritical CO₂ with hydrazine hydrate. *Braz. Arch. Boil. Technol*, vol. 4, pp. 312-314.
- Zondervan I., Zeebe R.E., Rost B., Rieblesell U. (2001) Decreasing marine biogenic calcification: a negative feedback on rising atmospheric CO₂. *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 15, pp. 507-516.

Рахым А.Б.¹, Сейлханова Г.А.², Чавдари А.³

¹докторант-PhD, e-mail: akmaral.rahym@gmail.com

²доктор химических наук, профессор, главный исследователь, e-mail: g_seilkhanova@mail.ru

³PhD, профессор, ведущий исследователь, Университет Бабеш-Боляи,
Румыния, г. Клуж-Напока, e-mail: acsavdari@chem.ubbcluj.ro

^{1,2} Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

**АДСОРБЦИЯ БИХРОМАТ- И
ПЕРМАНГНАТ-АНИОНОВ ОРГАНО-ЦЕОЛИТОМ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШАНКАНАЙ**

В настоящее время широко исследуются способы очистки водоемов и сточных вод предприятий от накопившихся токсичных веществ. Композиционные материалы на основе цеолитов и различных ПАВ показывают эффективность в процессе очистки сточных вод от различных органических загрязнений, в частности фенола и его производных, а также других соединений органической природы. Однако, данных о способности адсорбции неорганических анионов такими сорбентами очень мало. Поэтому целью данного исследования было создание сорбента на основе цеолита и ПАВ и изучение возможности его применения для адсорбции анионов тяжелых металлов (бихромат- и перманганат-анионов). В данной работе описан процесс получения композиционных материалов на основе природного цеолита месторождения Шанканай. Для повышения сорбционной активности цеолита использовалось ПАВ дидодецилдиметилбромид аммония. Были определены оптимальные условия приготовления сорбентов (концентрация ПАВ, влияние кислотной обработки цеолита) и проведения процесса сорбции вышеуказанных анионов. Наиболее эффективным оказался сорбент на основе цеолита, предварительно обработанного соляной кислотой с дальнейшей модификацией ПАВ. Было установлено, что полученный сорбент способен извлекать до 75% анионов марганца и 80% анионов хрома из водных растворов и может быть использован в качестве сорбента для извлечения неорганических анионов (бихромат- и перманганат) из водных растворов.

Ключевые слова: цеолит, ПАВ, адсорбция, бихромат-анион, перманганат-анион

Rakhym A.B.¹, Seilkhanova G.A.², Csavdari A.³

¹PhD-student, e-mail: akmaral.rahym@gmail.com

²doctor of chemical sciences, professor, chief researcher, e-mail: g_seilkhanova@mail.ru

³PhD, professor, leading researcher, Babes-Bolyai University,
Romania, Cluj-Napoka, e-mail: acsavdari@chem.ubbcluj.ro

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

**Dichromate and permanganate-anions adsorption
by Shankanai deposit organo-zeolite**

Nowadays the ways of water reservoirs and enterprises wastewater purification from accumulated toxic substances are being widely studied. Zeolites and different surfactants based composites had shown effectiveness in wastewater treatment processes from various organic pollutants, especially phenol and its derivatives, and other compounds of organic nature. However, there is very little data on the ability of adsorption of inorganic anions by such sorbents. Therefore, the purpose of this study was to create a sorbent based on zeolite and surfactants and to study the possibility of its use for the adsorption of heavy metal anions (bichromate and permanganate anions). This paper describes the process of obtaining composite materials based on natural zeolite from the Shankai field. To increase the sorption activity of the zeolite, ammonium didodecyldimethylbromide surfactant was used. The optimal condi-

tions for the preparation of sorbents (surfactant concentration, the effect of acid treatment of the zeolite) and the sorption process of the mentioned anions were determined. The most effective was a sorbent based on zeolite, pretreated with hydrochloric acid with further modification of the surfactant. It was found that the resulting sorbent is capable of extracting up to 75% of manganese anions and 80% of chromium anions from aqueous solutions and can be used as a sorbent for the extraction of inorganic anions (bichromate and permanganate) from aqueous solutions.

Key words: zeolite, surfactant, adsorption, dichromate anion, permanganate anion

Рахым А.Б.¹, Сейлханова Г.А.², Чавдари А.³

¹PhD-докторант, e-mail: akmaral.rahym@gmail.com

²химия ғылымдарының докторы, профессор, бас зерттеуші, e-mail: g_seilkhanova@mail.ru

³PhD, профессор, жетекші зерттеуші, Бабеш-Болия Университеті,
Румыния, Клуж-Напока қ., e-mail: acsavdari@chem.ubbcluj.ro

^{1,2} Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Шанқанай кен орнының органо-цеолитымен бихромат- және перманганат-аниондарының адсорбциясы

Қазіргі уақытта су объектілерінде және кәсіпорындардың ағынды суларында жиналған улы заттардан тазарту әдістері кеңінен зерттелген. Цеолит пен әртүрлі беттік-белсенді заттардың негізіндегі композициялық материалдар түрлі органикалық ластағыштардан, атап айтқанда, фенолдан және оның туындыларынан, сондай-ақ органикалық табиғаттың басқа қосылыстарынан ағынды суларды тазарту процесінде тиімділігін көрсетеді. Алайда, осындай сорбенттермен бейорганикалық аниондардың адсорбция мүмкіндігі туралы өте аз мәліметтер бар. Сондықтан зерттеудің мақсаты – цеолит пен беттік белсенді заттарының негізіндегі сорбентті алу және ауыр металдардың аниондарының адсорбциясы үшін (бихромат және перманганат аниондары) пайдалану мүмкіндігін зерттеу. Бұл мақалада Шанқанай кен орнының табиғи цеолитіне негізделген композиттік материалдарды алу процесі сипатталған. Цеолиттің сорбциялық белсенділігін арттыру үшін аммоний беттік-белсенді зат дидодэцилдиметилбромид пайдаланылды. Сорбенттерді дайындаудың (беттік-белсенді заттар концентрациясы, қышқылды өңдеуінің цеолитке әсері) және жоғарыда көрсетілген аниондардың сорбция процесін өткізуінің оңтайлы шарттары анықталды. Беттік белсенді затымен түрлендірудің алдында тұз қышқылымен алдын ала өңделген цеолит негізіндегі сорбент ең әсерлі болып табылды. Нәтижесінде алынған сорбент марганец аниондарының 75% -ын және бихромат аниондардың 80% -н су ерітіндісінен шығара алатындығын және сулы ерітінділерден бейорганикалық аниондарды (бихромат және перманганат) алу үшін сорбент ретінде пайдалануға болатындығы анықталды.

Түйін сөздер: цеолит, беттік-белсенді зат, адсорбция, бихромат анионы, перманганат анионы

Введение

Загрязнение сточных вод тяжелыми металлами является важнейшей проблемой многих промышленных предприятий: гальванических, машиностроительных, химических, по обработке металлических изделий, типографий и др. Сточные воды, содержащие загрязнители, концентрация которых выше ПДК (предельно допустимая концентрация) попадают в природные водоемы, где тяжелые металлы накапливаются в виде донных отложений, выпадают в осадок в виде карбонатов и сульфатов, тем самым становясь источником вторичного загрязнения [1].

В настоящее время сорбционный метод очистки сточных вод становится одним из самых распространенных. Эффективность очистки зависит от физико-химической природы, как адсорбентов, так и сорбируемых веществ [2]. Сорбционные процессы с участием твердых сор-

бентов широко используются в таких отраслях промышленности, как химическая, нефтяная, пищевая, фармацевтическая, и в охране окружающей среды [3].

Природные силикатные материалы обладают рядом полезных свойств, позволяющих использовать их в качестве основы для создания сорбентов, катализаторов, пластификаторов, армирующих добавок и др. [4]. Основным достоинством природных минералов является их доступность и относительная дешевизна по сравнению с синтетическими материалами. Одними из наиболее эффективных сорбентов являются цеолиты. Цеолиты – гидратированные алюмосиликатные материалы, имеющие структуру, подобную клетке с внутренней и внешней удельной поверхностью до 100 м²/г и катион обменной емкостью до нескольких м-экв/кг. Кристаллическая структура цеолитов образована тетраэдрами SiO₄ и AlO₄ [5]. Каркасы имеют регулярную систему поло-

стей, сообщающихся между собой каналами, в которых находятся катионы и молекулы воды. Катионы подвижны и могут в той или иной степени обмениваться на другие катионы. Катионы компенсируют избыточный отрицательный заряд анионной части алюмосиликатного скелета цеолита. Благодаря системе каналов и полостей, которые пронизывают кристаллы цеолитов, эти адсорбенты обладают хорошо развитой внутренней поверхностью, доступной для адсорбируемых молекул.

В настоящее время известно около 50 видов природных и получено более 150 видов синтетических цеолитов для различного применения [6]. Самый распространенный вид природного цеолита – клиноптилолит.

В целях повышения сорбционной активности цеолиты могут быть модифицированы различными химическими методами: ионный обмен, варьирование соотношения Si/Al путем прямого синтеза в различных условиях; декатионирование с получением цеолитов, обогащенных водородом, деалюминирование путем обработки кислотами и др. Наиболее простым методом модифицирования является ионообмен [7-10].

В последнее время широко изучаются методы получения сорбентов на основе цеолитов, модифицированных веществами, содержащими в своей структуре различные функциональные группы, которые могут выступать в качестве дополнительных активных центров на поверхности сорбента. Такого рода модификаторами могут выступать полимеры, поверхностно-активные вещества (ПАВ), кислоты, основания и др. [11].

Возникающий в результате продолжительного изоморфного замещения Si^{4+} катионами Al^{3+} в тетраэдре его кристаллической решетки постоянный отрицательный заряд поверхности позволяет использовать цеолиты для эффективной адсорбции катионов металлов (Mn^{2+} , Cr^{2+} , Pb^{2+} , La^{3+} и катионных красителей). Но они проявляют незначительную активность по отношению к анионам [6,12, 13].

В целях повышения адсорбционной емкости цеолитов к специфичным гидрофильным и гидрофобным адсорбатам разработаны амфифильные сорбенты путем адсорбции определенных веществ (катионных ПАВ) на их внешней поверхности [13]. Модифицированный цеолит поверхностно-активным веществом становится органо-цеолитом. Катионные ПАВ – это амфифильные молекулы, которые часто содержат положительно заряженную гидрофильную голову

(обычно четвертичный аммоний с противо-ионом (Cl^- , Br^- , или SO_3^{2-}) и относительно длинный гидрофобный хвост (8-24 атомов углерода) [14-17].

Было установлено, что чем длиннее гидрофобная цепь катионного ПАВ, тем стабильнее удержание ПАВ на поверхности. При превышении ПАВ критической концентрации мицеллообразования (ККМ) образуется бислой на поверхности цеолита [7-10]. Количество закрепленного ПАВ на цеолите зависит, прежде всего, от концентрации ПАВ в растворе. При низких концентрациях катионы ПАВ привязаны к внешней поверхности цеолита за счет ионообмена с катионами цеолита до образования монослоя катионов ПАВ. При более высоких концентрациях второй слой ПАВ может связываться с первым за счет гидрофобных взаимодействий между алкильными цепями. Положительно заряженная группа второго слоя ориентирована к водному раствору благодаря силам электростатического отталкивания «головных» групп между внутренним и внешним слоями. Формирование второго слоя создает на цеолите избыток положительного заряда, который делает возможным процесс адсорбции анионов.

Таким образом, анализ литературы показал, что цеолиты, модифицированные ПАВ эффективны по отношению к органическим анионам, в частности, к фенолу и его производным. [18-20]. В преобладающей доле водоемов Казахстана имеется превышение предельно-допустимой концентрации (ПДК) не только органических загрязнителей, но и некоторых ионов тяжелых металлов, которые могут находиться в анионной форме в водных растворах [21].

Целью данного исследования является изучение возможности применения модифицированного ПАВ «органо-цеолита» для извлечения анионов тяжелых металлов из водных растворов для создания универсального сорбента, эффективного как для органических, так и неорганических загрязнителей.

Материалы и методы

1.1 Материалы

В работе были использованы следующие материалы: цеолит месторождения Шанканай (Алматинская область); водорастворимый дидодецилдиметилбромид аммония (ДДБА), произведенный компанией Aldrich Chemistry, Германия; H_2O ; HCl , $NaCl$; $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$. Все реактивы марки химический чистый.

1.2. Приготовление композитов

Было приготовлено 3 серии сорбентов на основе природного цеолита месторождения Шанканай (Алматинская область, Казахстан):

1. Природный цеолит + ПАВ; 2. Природный цеолит + HCL + ПАВ; 3. Природный цеолит + NaCl + ПАВ. Сорбенты 2 и 3 серий подверглись предварительной обработке, которая включала в себя выщелачивание катионов 6 М HCl (2 серия) или обработку 1М NaCl (3 серия):

20 г. цеолита поместили в коническую колбу, залили 250 мл раствора 6 М HCl или 1М NaCl. Поместили колбу с кислотой в масляную баню, снабженную магнитной мешалкой при $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 2 часа. Раствор с NaCl перемешивали в течение 12 часов.

Далее цеолит отделили от раствора фильтрованием, промывали до достижения $\text{pH} = 7$. Высушили при $t = 70\text{-}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 3-4 часов.

В качестве модификатора природного цеолита было использовано поверхностно-активное вещество – дидодецилдиметилбромид аммония (ДДАБ). Используемые концентрации ДДАБ – 5, 10, 20 ККМ (критическая концентрация мицеллообразования). ККМ ДДАБ – 0,1 мМ. 10 г. прошедшего предварительную обработку цеолита заливали 200 мл раствора ДДАБ и перемешивали с помощью магнитной мешалки в течение 24 часов. Цеолит отделили от раствора фильтрованием, промыли 100 мл дистиллированной воды, сушили при $t = 60\text{-}70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.3. Характеристика сорбентов

Текстурные характеристики были определены при помощи сорбции азота при температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ на приборе Quantachrome NOVA 4200e. Удельная поверхность ($S_{\text{ВЕТ}}$) была рассчитана согласно теории БЭТ в зависимости от относительного давления азота 0.2.

Остаточные концентрации ионов металлов в растворах определялись методами спектрофотометрии (для $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и MnO_4^-) на приборе UV-VIS Jasco 530 марки Shimadzu и UV-VIS Spekol 1300 марки Analytic Jena AG.

Результаты и обсуждение

Полученные модифицированные сорбенты и исходный природный цеолит представляют собой однородные порошки коричневого цвета. Используемый цеолит является цеолитом типа клиноптилолит, относящийся к группе гейландитов. Гейландиты характеризуются трехмерной алюмосиликатной кристаллической решеткой в основном состоящей из слоев 4-4-1-1 структурных единиц: два 4-х членных кольца тетраэдров, соединенных двумя дополнительными тетраэдрами. 4-4-1-1 единицы образуют слои (010), каналы из 10-12-членных колец [22].

Модификатором для создания сорбентов является ДДАБ, структура которого показана на рис. 1. Это двухцепочное катионное ПАВ с молекулярными параметрами, представленными в таблице 1. Главным параметром, позволяющим дать информацию о форме и геометрии ПАВ, является параметр упаковки (P):

$$P = \frac{V_c}{A_0 l_c} \quad (11)$$

где V_c – объем цепи ПАВ,

A_0 – площадь головной группы,

l_c – длина алкильной цепи.

ДДАБ обладает параметром упаковки 0,620 и поэтому образует плоские (или ламиллярные) структуры при концентрациях выше ККМ [23].

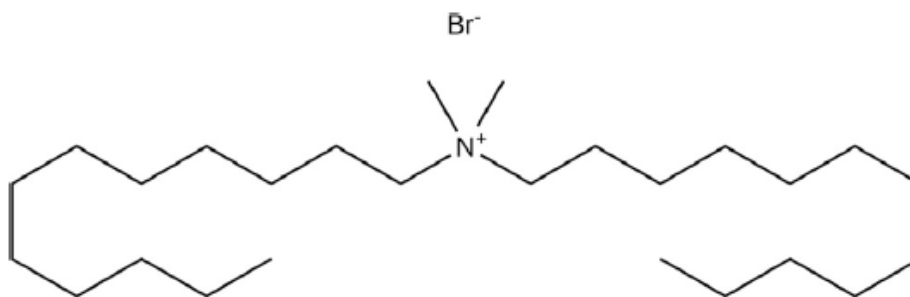


Рисунок 1 – Молекулярная структура дидодецилдиметиламмония бромид (ДДАБ)

Таблица 1 – Молекулярные параметры для ДДАБ

Параметр	Значение
$l_c(\text{Å})^a$	16,68
$A_0(\text{Å}^2)^b$	68,00
$V_c(\text{Å}^3)^b$	703,70
P	0,62

^a Длина алкильной цепи рассчитана по формуле Тэнфорда $l_c = 1.50 + 1.265$ (число атомов углерода)

^b Площадь головной группы вычислена исходя из чисел агрегации одноцепочного ПАВ предполагающего образование сферических мицелл

^c Объем цепи ПАВ получен с использованием уравнения Груэна $V_c = 54.30$ (число CH_3) + 27,05 (число CH_2).

Одной из важнейших характеристик для описания сорбентов является удельная поверхность и размер пор, значения которых можно получить методом БЭТ. В таблице 2 приведены значения удельной поверхности и удельного объема пор

исходного цеолита и модифицированных сорбентов.

Значения удельной поверхности и объема пор, представленные в таблице 3, свидетельствуют об изменениях, происходящих после модифицирования природного цеолита. Модифицирование поверхностно-активным веществом увеличивает значения исследуемых характеристик с 4,528 до 8,260 м²/г, однако большее влияние оказывает предварительная кислотная обработка цеолита. Наилучший эффект наблюдается при минимальной концентрации ДДАБ – 5ККМ, для которого удельная поверхность составляет 31,491 м²/г. Сравнив значения удельной поверхности последних трех сорбентов из таблицы 2, можно сделать вывод о негативном влиянии роста концентрации ПАВ. Это может быть обусловлено тем, что при высоких концентрациях ДДАБ образует более плотные ламиллярные слои, тем самым частично забивая поры цеолита.

Таблица 2 – Результаты, полученные методом БЭТ

Сорбент	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объем пор, см ³ /г
Природный цеолит	4,528	0,002
Цеолит + 20ККМ ДДАБ	8,260	0,004
Цеолит + NaCl + 20ККМ ДДАБ	7,307	0,003
Цеолит + 6М HCl + 5ККМ ДДАБ	31,491	0,013
Цеолит + 6М HCl + 10ККМ ДДАБ	29,214	0,013
Цеолит + 6М HCl + 20ККМ ДДАБ	21,494	0,009

Сорбционная активность полученных сорбентов определялась по отношению к одним из наиболее опасных и распространенных по степени своей токсичности в отношении живых организмов анионов – MnO_4^- и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Исследования проводились при $T=293\text{K}$, $\text{pH} = 6$, $C_{\text{исх}} = 10$ мг/л (исходная концентрация ионов MnO_4^- и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в исследуемых растворах).

Процесс сорбции ионов тяжелых металлов проводился в статическом режиме при постоянном перемешивании в течение первых 3 часов на модельных растворах концентрации металла 10 мг/л. ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, MnO_4^-). Объем модельного раствора – 500 мл, масса сорбента – 0,5 г, $T = 293\text{K}$, $\text{pH} = 6,0$.

Выбор данных ионов металлов объясняется их высокой токсичностью в отношении живых организмов и распространенностью в промышленных сточных водах.

Величину адсорбции для всех сорбентов рассчитывали по уравнению:

$$A = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}}}{m} * V, \quad (1)$$

где $C_{\text{исх}}$ и $C_{\text{ост}}$ – соответственно исходная и остаточная концентрация сорбата, мг/см³;

V – объем раствора сорбата, см³;

m – масса сорбента, г.

Степень извлечения ионов токсичных металлов определяли по формуле:

$$E = \frac{C_0 - C_p}{C_0} * 100\%, \quad (2)$$

где C_0 , C_p – исходная и равновесная концентрация ионов металлов в растворе соответственно, мг/см³.

Рисунки 2 и 3 демонстрируют зависимость степени извлечения ионов MnO_4^- и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ от

времени. Наибольшее значение степени извлечения показал сорбент из серии, подвергшейся предварительной кислотной обработке (цеолит +6М HCl + 20ККМ ДДАБ) – 42,43

$\pm 1,77\%$ для перманганата и $65,52 \pm 3,34\%$ для бихромата, поэтому для дальнейших исследований были выбраны сорбенты данной серии.

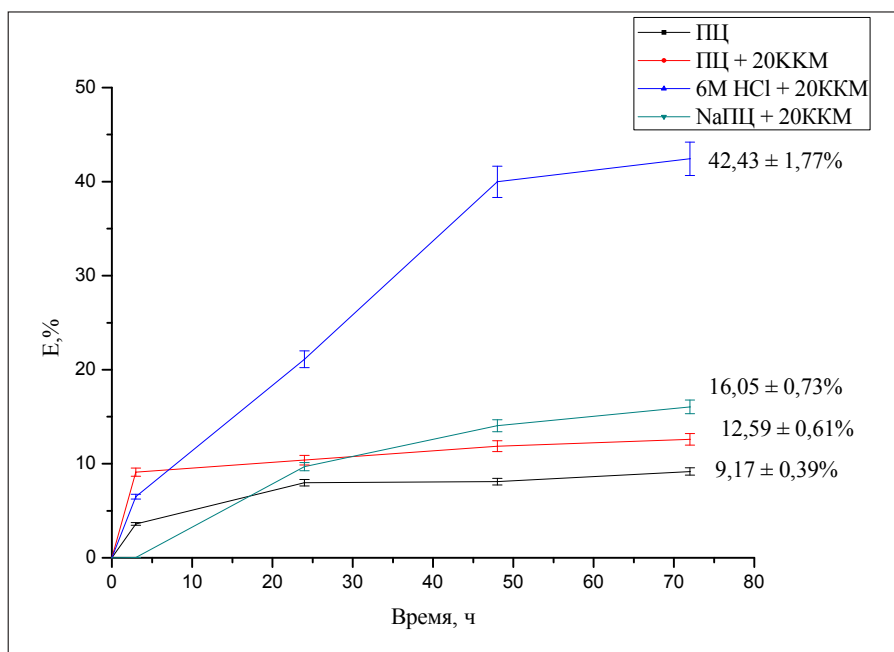


Рисунок 2 – Зависимость степени извлечения ионов MnO_4^- сорбентами, модифицированными ДДАБ различными методами от времени ($T=293K$, $pH = 6$, $C_{исх}=10$ мг/л)

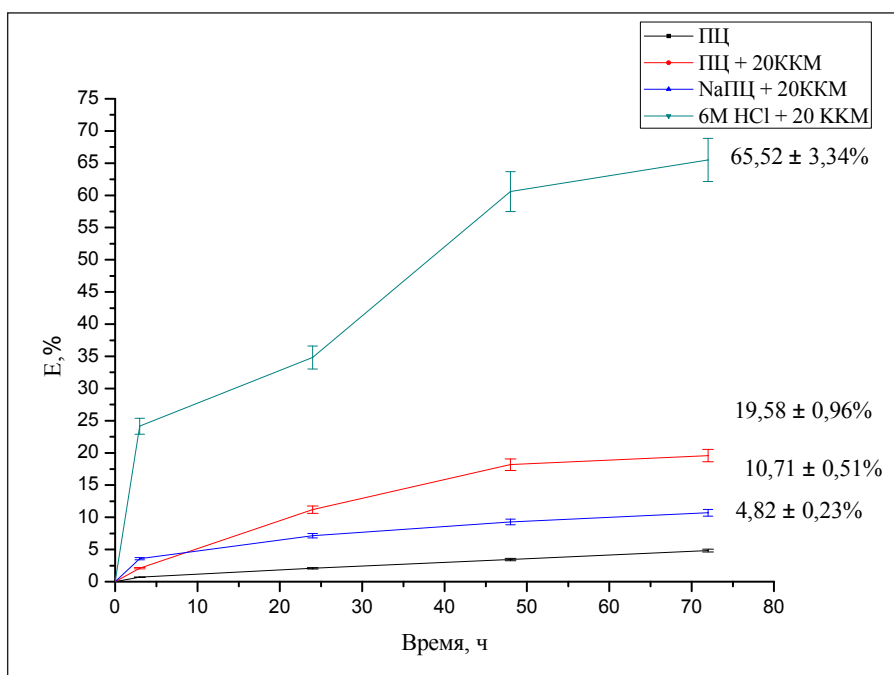


Рисунок 3 – Зависимость степени извлечения ионов $Cr_2O_7^{2-}$ сорбентами, модифицированными ДДАБ различными методами от времени ($T=293K$, $pH = 6$, $C_{исх}=10$ мг/л)

На рисунках 4-5 представлены результаты исследования влияния концентрации ПАВ в составе наиболее эффективного сорбента на степень извлечения ионов металлов. Наибольший

результат проявил сорбент, содержащий большее количество ДДАБ – 20ККМ (цеолит +6М HCl + 20ККМ ДДАБ) – $42,43 \pm 1,77\%$ для MnO_4^- и $65,52 \pm 3,34\%$ для $Cr_2O_7^{2-}$.

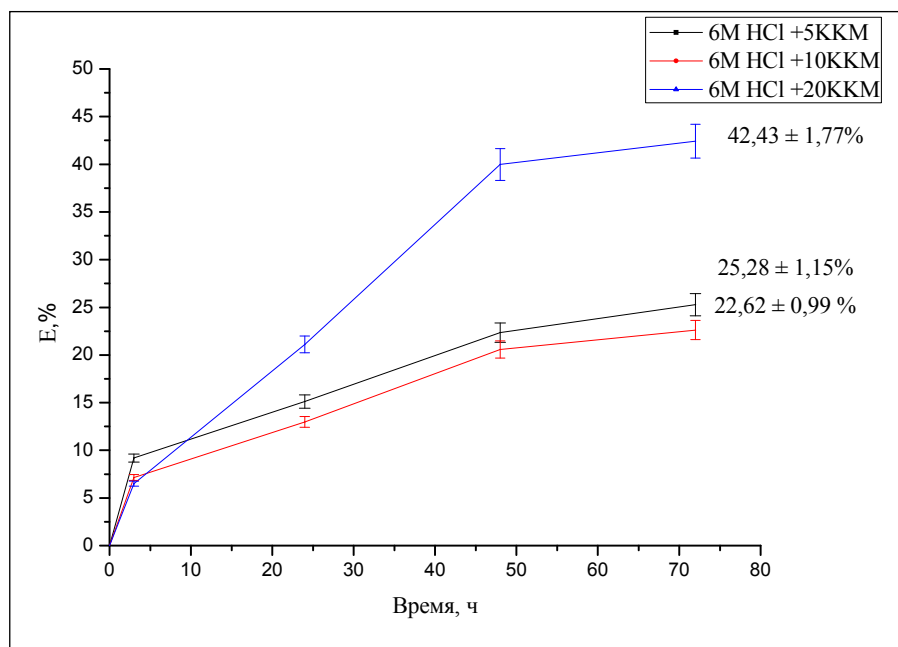


Рисунок 4 – Зависимость степени извлечения ионов MnO_4^- сорбентами, обработанными 6М HCl и модифицированными ДДАБ различных концентраций от времени ($T=293K$, $pH = 6$, $C_{исх} = 10$ мг/л)

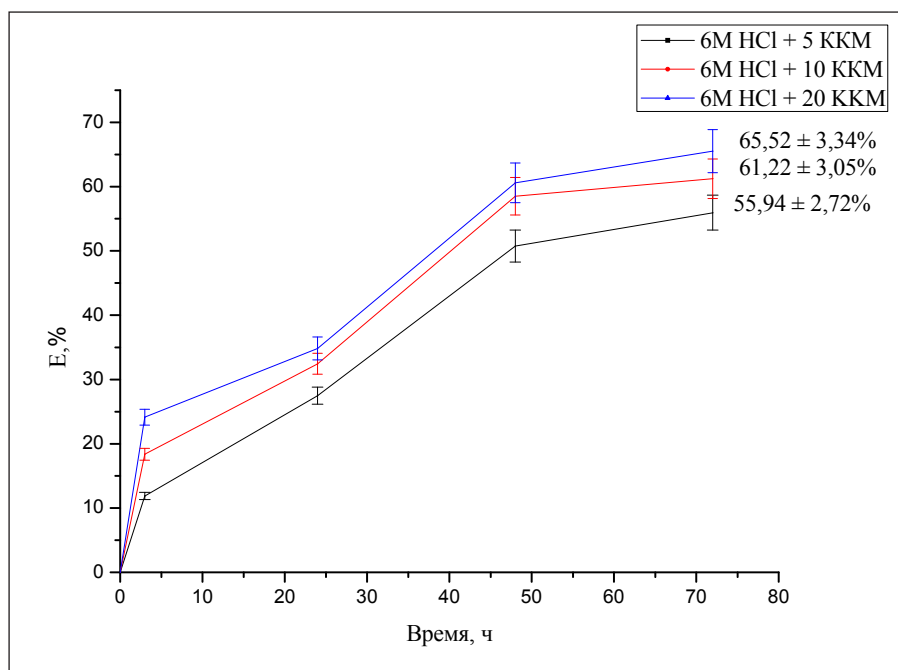


Рисунок 5 – Зависимость степени извлечения ионов $Cr_2O_7^{2-}$ сорбентами, обработанными 6М HCl и модифицированными ДДАБ различных концентраций от времени ($T=293K$, $pH = 6$, $C_{исх} = 10$ мг/л)

Таким образом, наиболее эффективным является сорбент, предварительно обработанный 6М HCl модифицированный 20 ККМ ДДАБ. Положительное влияние кислотной обработки обусловлено расширением пор и образованием дополнительных активных центров за счет обменной реакции между протонами кислоты и катионами цеолита. Однако, процесс сорбции ионов исследуемых металлов довольно медленный, равновесное время достигается спустя 72

ч. Возможно, это обусловлено использованием недостаточного количества сорбента на определенный объем раствора, а именно 1г на 1л. Поэтому, дальнейшим шагом было определение оптимальной массы сорбента на 1 литр модельного раствора. Были проведены процессы сорбции с использованием 1г, 5г и 10г сорбентов на 1 л модельного раствора. Результаты исследования влияния массы сорбента на степень извлечения ионов металлов представлены ниже на рис. 6-7.

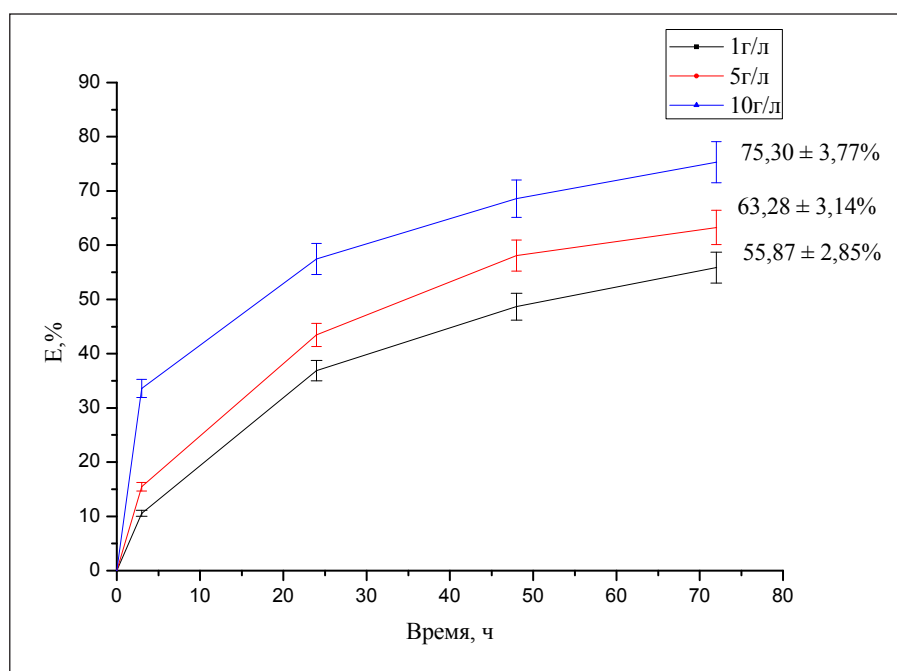


Рисунок 6 – Зависимость степени извлечения ионов MnO_4^- сорбентом, предварительно обработанным 3М HCl и модифицированным 20ККМ ДДАБ различной массы от времени ($T=293K$, $pH = 6$, $C_{исх} = 10$ мг/л)

С увеличением массы сорбента также повышается и степень извлечения ионов исследуемых металлов, однако использование 10 г сорбента на 1 л раствора может быть довольно затратным с экономической точки зрения. На рисунке 8 изображена схема возможного использования меньшего количества сорбента на 1 л раствора в несколько последовательных этапов.

Таким образом, процесс проведения последовательной ступенчатой сорбции, изображенный на рис. 8 заключается в следующем. Раствор, содержащий токсичные ионы помещается в сосуд с 1 г сорбента на 1 л раствора и проводится сорбция. Далее, тот же раствор помещается в следующий сосуд, содержащий 1 г нового сорбента,

и снова отстаивается в течение отрезка времени, необходимого для достижения равновесия. Процесс повторяется до достижения концентрации, ниже уровня ПДК, при которой раствор может быть слит в качестве сточных вод без вреда для окружающей среды.

Так, для достижения концентрации ниже уровня ПДК для ионов MnO_4^- сорбентом ПЦ + 3М HCl + 20 ККМ ДДАБ потребуется 6 ступеней последовательной сорбции и соответственно 6 г сорбента. Остаточная концентрация ионов после 6 ступеней сорбции составит 0,0325 мг/л, что ниже уровня ПДК (ПДК = 0,1 мг/л [24]), в то время как использование 10 г сорбента в одну ступень менее эффективно (остаточная концентрация составит 2,47 мг/л).

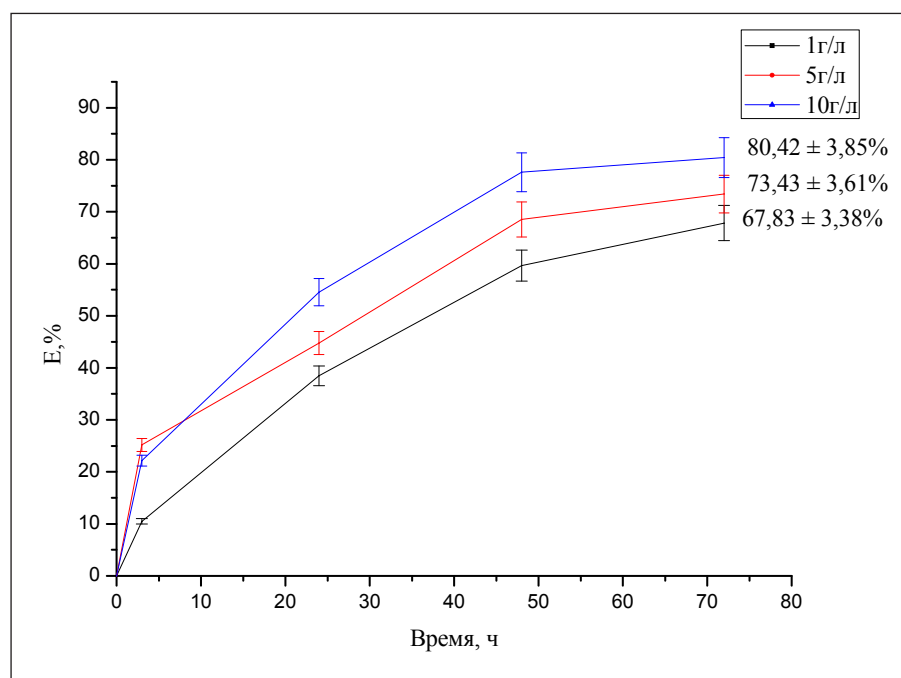


Рисунок 7 – Зависимость степени извлечения ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ сорбентом, предварительно обработанным 3М HCl и модифицированным 20ККМ ДДАБ различной массы от времени ($T=293\text{K}$, $\text{pH} = 6$, $C_{\text{исх}}=10 \text{ мг/л}$)

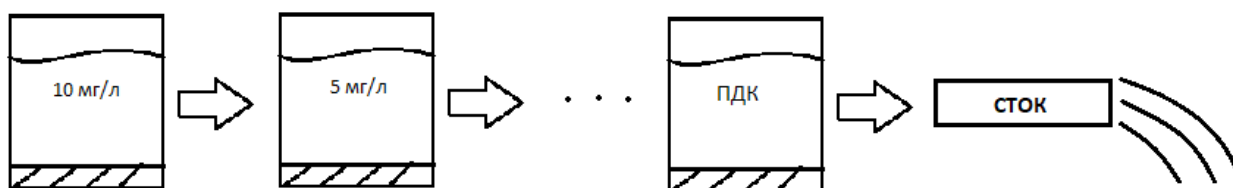


Рисунок 8 – Схема ступенчатой сорбции металлов сорбентом

Для извлечения ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ необходимо 4 ступени и соответственно 4 г сорбента для достижения остаточной концентрации 0,08 мг/л (ПДК = 0,1 мг/л [21]). При использовании 10г сорбента в одну ступень остаточная концентрация составляет 1,918 мг/л.

Использование ступенчатого процесса сорбции выгоднее с экономической точки зрения, так как необходимо меньшее количество сорбента. Однако, данная схема занимает намного больше

времени для достижения необходимой остаточной концентрации ионов.

Результаты исследования физико-химических характеристик модифицированных цеолитов, полученных в данной работе, показывают возможность их применения в качестве сорбентов анионов MnO_4^- и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ наряду с их возможностью извлекать и ряд органических загрязнителей согласно литературным данным [10,11, 14,15].

Литература

- Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Современные научные исследования и инновации. – 2013. – № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/11/28484> (дата обращения: 03.03.2016).
- Аксенов В. И. ред. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 1. Книга 2. – М.: «Теплотехник». – 2005. – 296 с.
- Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Наука. – 1990.- 335 с.
- Seilkhanova G.A., Imangalieva A.N., Akbayeva D.N., Kenzhalina Zh. Zh. Modified raw materials: synthesis, characterization and application for Cd^{2+} ions removal // STUDIA UBB CHEMIA. – 2017. – LXII, 1. – P. 35-50.

Агатаева А.А. Разработка сорбционной технологии извлечения цеолитом полезных компонентов из фосфорсодержащего жидкого отхода. – Алматы. – 2016. – 150 с.

Dionisiou, N.S., Matsi, T. Natural and Surfactant-Modified Zeolite for the Removal of Pollutants (Mainly Inorganic) From Natural Waters and Wastewaters // *Environmental Materials and Waste*. Academic Press. – 2016. – Chapter 23. – P. 591–606.

Ibrahim A. Bazbaz, Rushdi I. Yousef, Salem M. Musleh Modification of Jordanian Zeolitic Tuff Using Cationic Surfactants and Their Capacity for Phenols Removal // *Asian Journal of Chemistry*. – 2011. – Vol. 23, No. 6. – P. 2553–2557.

Li Z. and Bowman R.S. Counterion Effects on the Sorption of Cationic Surfactant and Chromate on Natural Clinoptilolite // *Environ. Sci. Technol.* – 1997. – No. 31. – P.2407.

Li Z., Anghel I. and Bowman R.S., Sorption of oxyanions by surfactant-modified zeolite//*J. Dispersion Sci. Technol.* – 1998. – No 19. – P. 843.

Ghiaci M., A. Abbaspur, R. Kia and F. Seyedejn-Azad, Equilibrium isotherm studies for the sorption of benzene, toluene and phenol onto organo-zeolites and as-synthesized MCM-41 // *Sep. Purif. Technol.* – 2007. – No 40. – P. 217.

Qiang Xie, Jie Xie, Zhe Wang, Deyi Wu, Zhenjia Zhang, Hainan Kong Adsorption of organic pollutants by surfactant modified zeolite as controlled by surfactant chain length // *Microporous and Mesoporous Materials*. – 2013. – No 179. – P.144–150.

Zamzow, M.J., Eichbaum, B.R., Sandgren, K.R., Shanks, D.E. Removal of heavy metals and other cations from wastewater using zeolites. // *Sep. Sci. Technol.* – 1990. – No 25(13–15). – P. 1555–1569.

Haggerty, G.M., Bowman, R.S. Sorption of chromate and other inorganic anions by organo-zeolite.// *Environ. Sci. Technol.* – 1994. – No 28 (3). – P. 452–458.

Park, M.B., Ahn, S.H., Nicholas, C.P., Lewis, G.J., Hong, S.B. Charge density mismatch synthesis of zeolite beta in the presence of tetraethylammonium, tetramethylammonium, and sodium ions: influence of tetraethylammonium decomposition. // *Microporous Mesoporous Mater.* – 2017. – No 240. – P. 159–168.

Krajišnik, D., Daković, A., Milojević, M., Malenović, A., Kragović, M., Bogdanović, D.B., Dondur, V., Milić, J. Properties of diclofenac sodium sorption onto natural zeolite modified with cetylpyridinium chloride. // *Colloids Surf. B: Biointerfaces*. – 2011. – No 83 (1). – P. 165–172.

Serri, C., de Gennaro, B., Catalanotti, L., Cappelletti, P., Langella, A., Mercurio, M., Mayol, L., Biondi, M. Surfactant-modified phillipsite and chabazite as novel excipients for pharmaceutical applications // *Microporous Mesoporous Mater.* – 2016. – No 224. – P. 143–148.

Chao, H.-P., Chen, S.-H. Adsorption characteristics of both cationic and oxyanionic metal ions on hexadecyltrimethylammonium bromide-modified NaY zeolite. // *Chem. Eng. J.* – 2012. – No 193–194. – P. 283–289.

Xie Q, Xie J, Chi L N, et al. A new sorbent that simultaneously sequesters multiple classes of pollutants from water: Surfactant modified zeolite. // *China Tech Sci.* – 2013. – № 56. – P. 1749–1757.

Dong Y. et al. / *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2010. – 348. – P. 585–590.

Дназ -Нова С. et al. / *Journal of Hazardous Materials*. – 2009. – 167. – P. 1063–1069.

РГП «Казгидромет», Департамент экологического мониторинга. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Казахстана за 2016 год. – Алматы. – 2016. – 421 с.

Diaz-Nava C., M.T. Olguina, M. Solache-Rios, M.T. Alarcon-Herrera, A. Aguilar-Elguezabal Phenol sorption on surfactant-modified Mexican zeolitic-rich tuff in batch and continuous systems // *Journal of Hazardous Materials*. -2009. – № 167. – P. 1063–1069.

Lucy R. Griffin et.al. A comparison of didodecyltrimethylammonium bromide adsorbed at mica/water and silica/water interfaces using neutron reflection // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2016. – 478. – P. 365–373.

ГОСТ 2652-78 Калия бихромат технический. Технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 2652-71; введ. 1978-07-07. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 16 с.

References

Агатаева А.А. (2016) Razrabotka sorbtionnoi tehnologii izvlechenija tseolitom poleznykh komponentov iz fosforsoderzhaschego zhidkogo othoda [The investigation of technology of useful components extraction from phosphorus-containing liquid waste], *Almaty*, 150 p.

Aksenov V. I. ed. (2005) *Vodnoje hozjaistvo promyshlennykh predpriyatii. Kniga 1. Kniga 2.* [Water industry industrial enterprises. Book 1. Book 2.], Moscow: “Teplotekhnika”, 296 p.

Chao, H.-P., Chen, S.-H. (2012) Adsorption characteristics of both cationic and oxyanionic metal ions on hexadecyltrimethylammonium bromide-modified NaY zeolite. *Chem. Eng. J.*, No 193–194, pp. 283–289. doi: 10.1016/j.cej.2012.04.059

Дназ -Нова С. et al. (2009). *Journal of Hazardous Materials*, 167, pp. 1063–1069.

Diaz-Nava C., M.T. Olguina, M. Solache-Rios, M.T. Alarcon-Herrera, A. Aguilar-Elguezabal (2009) Phenol sorption on surfactant-modified Mexican zeolitic-rich tuff in batch and continuous systems. *Journal of Hazardous Materials*, № 167, pp. 1063–1069. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.01.139.

Dionisiou, N.S., Matsi, T. (2016) Natural and Surfactant-Modified Zeolite for the Removal of Pollutants (Mainly Inorganic) From Natural Waters and Wastewaters. *Environmental Materials and Waste*. Academic Press, Chapter 23, pp. 591–606. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.09.077

Dong Y. et al. (2010). *Journal of Colloid and Interface Science*, 348, pp. 585–590.

Haggerty, G.M., Bowman, R.S. Sorption of chromate and other inorganic anions by organo-zeolite (1994). *Environ. Sci. Technol.*, No 28 (3), pp. 452–458. doi: 10.1021/es00052a017

- Ghiaci M., A. Abbaspur, R. Kia and F. Seyedejn-Azad (2007) Equilibrium isotherm studies for the sorption of benzene, toluene and phenol onto organo-zeolites and as-synthesized MCM-41. *Sep. Purif. Technol.*, No 40, pp. 217. doi:10.1016/j.seppur.2004.03.001
- GOST 2652-78 (1992) Kaliya bihromat tehnikeskii. Tehnikeskiye usloviya [Tekst] [State standart 2652-78 Potassium dichromate technical. Technical conditions [Text]. – Instead of the State standart 2652-71; introduced 1978-07-07, Moscow: Izdatelstvo standartov, 16 p.
- Ibrahim A. Bazbaz, Rushdi I. Yousef, Salem M. Musleh (2011) Modification of Jordanian Zeolitic Tuff Using Cationic Surfactants and Their Capacity for Phenols Removal. *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 23, No. 6, pp. 2553-2557.
- Klimenko T.V. (2013) Ochistka stochnyh vod ot ionov tjazhelyh metallov [Purification of wastewater from heavy metal ions]. *Sovremennyye nauchnye issledovaniya i innovatsii*, № 11 [Electronic resource]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/11/28484> (date of the application: 03.03.2016).
- Krajišnik, D., Daković, A., Milojević, M., Malenović, A., Kragović, M., Bogdanović, D.B., Dondur, V., Milić, J. (2011) Properties of diclofenac sodium sorption onto natural zeolite modified with cetylpyridinium chloride. *Colloids Surf. B: Biointerfaces*, No 83 (1), pp. 165–172. doi: 10.1016/j.colsurfb.2010.11.024
- Li Z. and Bowman R.S. (1997) Counterion Effects on the Sorption of Cationic Surfactant and Chromate on Natural Clinoptilolite. *Environ. Sci. Technol.*, No. 31, pp.2407. doi: 10.1021/es9610693
- Li Z., Anghel I. and Bowman R.S. (1998) Sorption of oxyanions by surfactant-modified zeolite. *J. Dispersion Sci. Technol.*, No 19, pp. 843. doi: 10.1080/01932699808913218
- Lucy R. Griffin et.al. (2016) A comparison of didodecyldimethylammonium bromide adsorbed at mica/water and silica/water interfaces using neutron reflection. *Journal of Colloid and Interface Science*, 478, pp. 365–373. doi: 10.1016/j.jcis.2016.06.015.
- Park, M.B., Ahn, S.H., Nicholas, C.P., Lewis, G.J., Hong, S.B. (2017) Charge density mismatch synthesis of zeolite beta in the presence of tetraethylammonium, tetramethylammonium, and sodium ions: influence of tetraethylammonium decomposition. *Microporous Mesoporous Mater.*, No 240, pp. 159–168. doi: 10.1016/j.micromeso.2016.11.013
- Qiang Xie, Jie Xie, Zhe Wang, Deyi Wu, Zhenjia Zhang, (2013) Hainan Kong Adsorption of organic pollutants by surfactant modified zeolite as controlled by surfactant chain length. *Microporous and Mesoporous Materials*, No 179, pp.144–150. doi: 10.1016/j.micromeso.2013.05.027
- Republican State Enterprise “Kazgidromet”, Department of ecological monitoring (2016). *Informatsionnyi byulleten o sostoyanii okruzhayushhei sregy Kazahstana za 2016 god* [Informational bulletin on the state of the environment of Kazakhstan for 2016], Almaty, 421 p.
- Sayev Yu. Ye., Revich B.A., Yanin Ye. P. (1990) *Geohimija okruzhayuschhei sredy* [Environment geochemistry], Moscow: Nauka, 335 p.
- 4Seilkhanova G.A., Imangalieva A.N., Akbayeva D.N., Kenzhalina Zh. Zh. (2017) Modified raw materials: synthesis, characterization and application for Cd²⁺ ions removal. *STUDIA UBB CHEMIA*, LXII, 1, pp. 35-50. doi:10.24193/subbchem.2017.1.03
- Serri, C., de Gennaro, B., Catalanotti, L., Cappelletti, P., Langella, A., Mercurio, M., Mayol, L., Biondi, M. (2016) Surfactant-modified phillipsite and chabazite as novel excipients for pharmaceutical applications. *Microporous Mesoporous Mater.*, No 224, pp. 143–148. doi: 10.1016/j.micromeso.2015.11.023
- Zamzow, M.J., Eichbaum, B.R., Sandgren, K.R., Shanks, D.E. (1990) Removal of heavy metals and other cations from wastewater using zeolites. *Sep. Sci. Technol.*, No 25(13–15), pp. 1555–1569. doi:10.1080/01496399008050409
- Xie Q, Xie J, Chi L N, et al. (2013) A new sorbent that simultaneously sequesters multiple classes of pollutants from water: Surfactant modified zeolite. *China Tech Sci.*, № 56, pp. 1749-1757.

3-бөлім
**БИОЛОГИЯЛЫҚ
АЛУАНТҮРЛІКТІ САҚТАУДЫҢ
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Раздел 3
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОХРАНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

Section 3
**ACTUAL PROBLEMS
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

**Избастина К.С.¹, Курманбаева М.С.², Молдақарызова А.Ж.³,
Базарғалиева А.А.⁴, Әметов Ә.Ә.⁵, Билкенова А.З.⁶, Мухтубаева С.К.⁷**

¹PhD-докторантураның студенті, e-mail: izbastina.k@gmail.com

²биология ғылымдарының докторы, профессор м.а., e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

³биология ғылымдарының кандидаты, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті,
Қазақстан, Алматы қ. e-mail: aijan202@mail.ru

⁴биология ғылымдарының кандидаты, доцент, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік
мемлекеттік университеті, Қазақстан, Ақтөбе қ., e-mail: aliya_baz@inbox.ru

⁵биология ғылымдарының кандидаты, доцент, e-mail: Abibulla.Ametov@kaznu.kz

⁶жаратылыстану ғылымдарының магистрі, М. Оспанов атындағы БҚММУ,
Қазақстан, Ақтөбе қ., e-mail: zhamalok@mail.ru

⁷биология ғылымдарының кандидаты, ҚР БҒМ ҒК «Ботаника және фитоинтродукция институты»
ШЖҚ РМК Астана филиалының директоры, Қазақстан, Астана қ. e-mail: mukhtubaeva@mail.ru

^{1,2,3,5}әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**ANTHEMIS TROTZKIANA CLAUS ПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНЫҢ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ЦЕНОТИКАЛЫҚ БЕЙІМДЕЛУШІЛІКТЕРІН
ТАЛДАУ**

Мақалада Ақтөбе облысы жағдайындағы сирек түр *Anthemis trotzkiana* Claus популяцияларының экологиялық-биологиялық ерекшеліктері анықталған. Зерттеуге алынған үш популяция төңірегіндегі түрлерге биоморфологиялық талдау жасалып, экологиялық типтерге жіктелді.

Зерттелген популяцияларда И.Г. Серебряков бойынша түрлердің тіршілік формалары ағаштар мен бұталарға жатпайтындығы айқындалды. Өсімдіктер жамылғысына көпжылдық шөптесін өсімдік түрлері 1-популяцияда 55%, 2-популяцияда 63,1% және 3-популяция аумағында 66,6% тән. К. Раункиер жүйесі бойынша 3 популяция қауымдарына да төселіп өскен көпжылдық гемикриптофиттер басым екендігін көрсетті. Сонымен қатар, ылғалдылығы бойынша түрлердің барлық популяциялар құрамының 50%-дан астамын мезоксерофиттер құрайды.

Өсімдік түрлері топырағының экологиялық жағдайына бейімделуіне орай, облигатты және факультативті кальцефиттерді кездестіруге болады. Зерттелген *Anthemis trotzkiana* Claus өсімдігінің барлық популяцияларында облигатты кальцефиттердің 8 түрі: *Anabasis cretacea* Pall., *Achillea nobilis* L., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Crambe tataria* Sebeok, *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Zygophyllum pinnatum*, *Limonium cretaceum* Tscherskasova, *Echinops meyeri* (DC) Iljin табылды. Популяциялар бойынша Ақшатау борлы тауында 6 түр (30%), Бестау борлы тізбегі 4 түр (21%) және Ишқарағантау борлы топырағында 5 түр (23,8%) кездесті. Сонымен қатар, популяциялар аумақтарында басқа субстраттарда өсе алатын факультативті кальцефиттер анықталды, олар 1-популяцияда 14 түр (70%), 2-популяцияда 15 түр 79% және 3-популяцияда 16 түр (76,2%) бейімделген.

Түйін сөздер: *Anthemis trotzkiana* Claus, популяция, өсімдіктердің тіршілік формалары, экологиялық типтері, кальцефит.

Izbastina K.S.¹, Kurmanbayeva M.S.², Moldakaryzova A.Zh.³,
Bazargaliyeva A.A.⁴, Ametov A.A.⁵, Bilkenova A.Z.⁶, Mukhtubaeva S.K.⁷

¹PhD-student, e-mail: izbastina.k@gmail.com

²Doctor of Biological Sciences, acting professor, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

³Candidate of Biological Sciences, Asphendiyarov Kazakh National Medical University,
Kazakhstan, Almaty, e-mail: aijan202@mail.ru

⁴Candidate of Biological Sciences, assistant professor, K. Zhubanov Aktobe Regional State University,
Kazakhstan, Aktobe, e-mail: aliya_baz@inbox.ru

⁵Candidate of Biological Sciences, assistant professor, e-mail: Abibulla.Ametov@kaznu.kz

⁶Master of natural science, Marat Ospanov West-Kazakhstan State Medical University,
Kazakhstan, Aktobe, e-mail: zhamalok@mail.ru

⁷Candidate of Biological Sciences, RSE on PEM "Institute of Botany and Phytointroduction" of SC MES RK,
Kazakhstan, Astana, e-mail: mukhtubaeva@mail.ru

^{1,2,3,5}Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

Analysis of the ecological-cenotic adaptation of *Anthemis troztkiana* Claus populations

In the article the ecological and biological features of a rare species *Anthemis troztkiana* Claus growing under the conditions of the Aktobe region are identified. A biomorphological analysis of the species, studied in three populations, has been conducted; the species were divided into ecological types. In the populations studied, it has been determined that the life forms of the species according to I.G. Serebryakov do not apply to trees and shrubs. Among perennial herbaceous plant species, 55% from the 1st population, 63.1% from the 2nd population and 66.6% from the 3rd population are peculiar to the vegetation cover. It has been clarified that, according to K. Raunkier's system, sprawling perennial hemicryptophytes prevail in the community of 3 populations. We found that, in terms of humidity, more than 50% of the composition of all species populations belong to mesoxerophytes.

According to the adaptability to the ecological conditions of plant species' soil, obligate and optional calcephytes can be found. In the *Anthemis troztkiana* Claus studied in all populations, 8 obligate calcephytes were found: *Anabasis cretacea* Pall., *Achillea nobilis* L., *Anthemis troztkiana* Claus, *Crambe tatarica* Sebeok., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Zygophyllum pinnatum*, *Limonium cretaceum* Tscherskasova, *Echinops meyeri* (DC) Iljin. In populations, 6 species (30%) were found in the chalky soil mountains of Akshatau, 4 species (21%) in the Bestau chalky mountain chains (21%) and 5 species (23.8%) in the chalky soils of Ishkaragantau. Also on the territories of the populations, optional calcephytes that can grow on other substrates have been identified; in the 1st population, 14 species adapted (70%), in the 2nd population – 15 species (79%) and in the 3rd population – 16 species (76.2%).

Key words: *Anthemis troztkiana* Claus, population, plant life forms, ecological types, calcephyte

Избастина К.С.¹, Курманбаева М.С.², Молдақарызова А.Ж.³,
Базарғалиева А.А.⁴, Әметов Ә.Ә.⁵, Билкенова А.З.⁶, Мұхтубаева С.К.⁷

¹студент PhD-докторантуры, e-mail: izbastina.k@gmail.com

²доктор биологических наук, и.о. профессора, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

³кандидат биологических наук, Казахский Национальный Медицинский Университет им. С.Д. Асфендиярова,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: aijan202@mail.ru

⁴кандидат биологических наук, доцент, Актюбинский региональный государственный университет
им. К. Жубанова, Казахстан, г. Актобе, e-mail: aliya_baz@inbox.ru

⁵кандидат биологических наук, доцент, e-mail: Abibulla.Ametov@kaznu.kz

⁶магистр естественных наук, ЗКГМУ им. Марата Оспанова, Казахстан, г. Актобе, e-mail: zhamalok@mail.ru

⁷кандидат биологических наук, РПП на ПВХ «Институт ботаники и фитоинтерпродукции» КН МОН РК,
Казахстан, г. Астана e-mail: mukhtubaeva@mail.ru

^{1,2,3,5}Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Анализ эколого-ценотической адаптации популяций *Anthemis troztkiana* Claus

В статье определены эколого-биологические особенности популяций редкого вида *Anthemis troztkiana* Claus, произрастающего в условиях Актюбинской области. Был проведен биоморфологический анализ видов, исследуемых в трех популяциях; виды были разделены на экологические типы. В исследованных популяциях было определено, что формы жизни видов по И.Г. Серебрякову не относятся к деревьям и кустарникам. К растительному покрову из многолетних травянистых видов растений с 1-ой популяцией свойственно 55%, с 2-ой популяцией 63,1% и с 3-ей популяцией – 66,6%. По системе К. Раункиера выявлено, что в сообществе 3-х популяций преобладают расстилающие многолетние гемикриптофиты. А также по влажности более 50% состава всех популяций видов относятся к мезоксерофитам. Согласно приспособленности к экологическим условиям почвы видов растений, можно встретить облигатные и факультативные кальцефиты.

В исследованном во всех популяциях *Anthemis trotzkiana* Claus было найдено 8 облигатных кальцефитов: *Anabasis cretacea* Pall., *Achillea nobilis* L., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Crambe tataria* Sebeok., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Zygophyllum pinnatum*, *Limonium cretaceum* Tscherkasova, *Echinops meyeri* (DC) Iljin. По популяциям, в меловых горах Акшатау было обнаружено 6 видов (30%), в меловых горных цепях Бестау – 4 вида (21%) и в меловых почвах Ишкарагантау – 5 видов (23,8%). Также на территориях популяций были определены факультативные кальцефиты, которые способны расти на других субстратах; в 1-ой популяции приспособлено 14 видов (70%), во 2-ой популяции – 15 видов (79%) и в 3-ей популяции – 16 видов (76,2%).

Ключевые слова: *Anthemis trotzkiana* Claus, популяция, жизненные формы растений, экологические типы, кальцефит.

Кіріспе

Өсімдіктердің экожүйелердегі таралу заңдылықтары аймақтың негізгі ландшафтылық ерекшеліктерімен топырақ жамылғысына тәуелді, сондықтан өсімдіктер қауымдастығының тіршілік жағдайы арқылы түрлердің экологиялық қатарын жасауға болады. Олар өз кезегінде түрлердің қазіргі күнгі ерекшеліктерін анықтап, жай-күйін бақылауға, оларды сақтау мен қайта қалпына келтіру шараларына негіз болады [1-4].

Геологиялық құрылымы күрделі Ақтөбе облысында мезозойдың бор дәуірінде пайда болған таулар мен төбелер кездеседі. Борлы жерлердің экологиялық жағдайы басқа аймақтардан ерекшеленеді. Бор шөгінділерінен тұратын өзгеше түзілістер аумағында тек өзіне тән, қайталанбас өсімдіктер жамылғысы еріксіз көзге түседі [5, 6]. Ақтөбе облысында түрлік құрамы өзгеше өсімдік қауымдастығының қалыптасуына ықпал етіп, көптеген ежелгі реликтік және эндемик өсімдік түрлерінің сақталып қалуын қамтамасыз еткен [7]. Өсімдіктер қауымының арасынан Қазақстанның [8], СССР [9] және Ресей Федерациясының [10] Қызыл кітабына енген Поволжье-Батыс қазақстандық эндемик *Anthemis trotzkiana* Claus кездестіруге болады. Сирек түр *Anthemis trotzkiana* Claus Ақтөбе облысымен шекаралас Батыс Қазақстан облысы мен Ресей территориясында борлы төбелерде де өседі [11-14]. Батыс Қазақстан облысының борлы төбелерінде кездесетін *Anthemis trotzkiana* өсімдігін зерттеу нәтижелері Т.Е. Дарбаева мен С.К. Рамазанов жұмыстарында көрініс тапқан [15-17] және бірқатар зерттеушілердің жұмыстарында Ресей аумағындағы борлы массивтер өсімдіктің тіршілік ету жағдайы кеңінен сипатталған [18-21].

С.А. Айпеисованың зерттеулерінде Ақтөбе облысының борлы шөгінділеріндегі *Anthemis trotzkiana* Claus өсімдігінің экологиялық жағдайы мен орны атап өтілген. Ақтөбе облысының

кальцефитті флористикалық кешені көпжылдық бұталар, жартылай бұталар мен жартылай бұташалар жиі кездеседі [22]. Табиғаттың өзгеше түзілістері болып табылатын борлы таулардың өзіндік ерекшеліктеріне құнарлы топырақтың жеткіліксіздігі немесе нашар дамуы, нақты микроклиматтық режиміне байланысты түрлік құрамы кедей болып келетіні заңдылық. Дегенмен, зерттелген аймақтарда орта жағдайына бейімделген көпжылдық шөптесін өсімдіктер арасында жартылай бұталар мен бұташалар да кездеседі.

Популяциялық деңгейде облыс территориясындағы борлы таулар мен төбелерде сирек кездесетін *Anthemis trotzkiana* Claus жекелеген нысан ретінде қарастырылып, флоралық құрамы зерттелді [23-25]. Ақтөбе облысының зерттелген аумақтарынан *Anthemis trotzkiana* өсімдігінің 1002 дарағы табылды. Яғни, Ақшатау тауы аумағынан 349 дарақ, Бестау тауынан 390 дарақ және Ишкарагантау борлы тау тізбегінен 263 дарақ есепке алынды.

Зерттеуге алынған үш популяцияның ішінде борлы Ақшатау тауы Ойыл мемлекеттік табиғи заказнигі (кешені) аумағында орналасқан. Ал, Хобда ауданында орналасқан Ишкарагантау борлы тауындағы борлы «Ұйтас» Ақтөбе облысының табиғи ескерткіштер тізіміне енгізілген [6], ал Бестау борлы тауы әзірге қорғауға алынбаған.

Осы зерттеу жұмысында *Anthemis trotzkiana* Claus популяциялары кездесетін аймақтар қауымдастығындағы түрлердің эко-ценотикалық жағдайына сипаттама берілген.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Ақтөбе облысында *Anthemis trotzkiana* Claus өсімдігі популяциялары құрамында кездесетін түрлерге биоморфологиялық, эко-фито-ценотикалық зерттеулер жүргізілді. Зерттеуге маршруттық-аймақтық әдісі қолданылды [26].

Экологиялық талдау барысында өсімдіктердің атауы С.К. Черепановтың [27] еңбегі негізінде нақтыланды. Өсімдіктің тіршілік формалары И.Г. Серебряков [28] және К. Раункиер [29] бойынша берілді. Өсімдіктерді экологиялық типтерге жіктеуде А.П. Шенниковтың [30] сызбасы (сызбанұсқасы) пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Ақтөбе облысының Қобда және Ойыл аудандарында *Anthemis trotzkiana* Claus өсімдігінің үш популяциясы анықталды. Популяциялардың флоралық құрамы зерттеуге алынды және экоценодикалық сипаттамасы келтірілген (1-кесте).

1-кесте – *Anthemis trotzkiana* өсімдігі популяцияларының эко-ценотикалық сипаттамасы

Географиялық орны	GPS координаты	Өсімдіктер қауымы	Басым кездесетін түрлер	Ө.Ж.%	Топырағы
1 – популяция					
Ақтөбе облысы Ойыл ауданы Көктоғай ауылының оңтүстік-батысындағы Ақшатау борлы тау тізбегі	N: 49°22'08.7" E: 54°31'23.4" теңіз деңгейінен биіктігі 628 м.	сортаң – жусан – бұйырғын	<i>Artemisia salsoloides</i> ; <i>Anthemis trotzkiana</i> ; <i>Anabasis cretacea</i> ; <i>Scabiosa isetensis</i>	18-20	қалдықты- карбонатты ашық – күрең топырақ
2 – популяция					
Ақтөбе облысы Қобда ауданы Бестау ауылдық округінен (Пятигорка) оңтүстікке қарай 4-5 шақырымдағы Бестау борлы тау тізбегі	N: 50°17'54.0" E: 56°05'17.9" теңіз деңгейінен биіктігі 951 м	әртүрлі шөптер – өгізкөз	<i>Anthemis trotzkiana</i> ; <i>Artemisia salsoloides</i> ; <i>Crambe tatarica</i> ; <i>Camphorosma monspeliacum</i>	20-22	қалдықты- карбонатты күнгірт-күрең топырақ
3 – популяция					
Ақтөбе облысы Қобда ауданы Ақраб ауылының оңтүстік- батыс бөлігіндегі 15-17 шақырымда орналасқан Ишқарғантау борлы тау тізбегі	N: 50°31'07.0" E: 54°55'54.0" теңіз деңгейінен биіктігі 741 м	астық тұқымдасты- әртүрлі шөптер	<i>Linaria cretacea</i> ; <i>Anthemis trotzkiana</i> ; <i>Zygophyllum pinnatum</i> ; <i>Anabasis cretacea</i>	20-25	карбонатты күрең топырақ

(Ө.Ж. – өсімдік жамылғысы)

Ботаникалық талдау

Үш популяция флорасы құрамындағы өсімдік түрлерінің тіршілік формалары анықталды. Ақшатау популяциясында кездесетін өсімдіктер қауымдарында 20 түр тіршілік формалары (И.Г. Серебряков) бойынша талданды, көпжылдық шөптесін өсімдіктерге жататын 11 түр: *Poa bulbosa* L., *Allium globosum* Bieb. ex Redoute., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Crambe tatarica* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Trinia hispida* Hoffm., *Lagochilus acutilobus* (Ledeb.) Fisch. & C.A. Mey., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Centaurea sibirica* L., *Crinitaria tatarica*. Олар жалпы түр санының 55% құрады. Ал, қалған 9 түрдің 7 түрі жартылай бұта-

шалар (*Anabasis cretacea* Pall., *Camphorosma monspeliaca* L., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge., *Silene suffrutescens* Bieb., *Limonium cretaceum* Tscherkasova, *Scabiosa isetensis* L., *Artemisia lessingiana* Bess. (35%) және 2 түрі *Anthemis trotzkiana* Claus мен *Artemisia salsoloides* Willd. жартылай бұта (10%) екені анықталды.

Бестау популяциясының өсімдіктер жамылғысында кездесетін 19 түрдің 4 түрі *Barbarea vulgaris*, *Androsace maxima* L., *Euphrasia pectinata*, *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit. өсімдіктері біржылдық (21,1%) және *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Zygophyllum pinnatum*, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Trinia hispida* Hoffm., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Veronica incana* L., *Galium ruthenicum* Willd., *Scabiosa ochroleuca*

L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Echinops meyeri* (DC) Pjin, *Centaurea sibirica* L. секілді көпжылдықтардың 12 түрі (63,1%) шөптесін өсімдіктерді құрайды. Борлы таудың жоғарғы бөлігінде *Ephedra distachya* L. 1 түрлі бұташа (5,3 %) және 2 түрлі *Anthemis trotziana* Claus, *Artemisia salsoloides* Willd. жартылай бұталар (10,5%) кездеседі.

Ишқарағантау популяциясының біржылдық шөптесін өсімдіктері 2 түрлі (9,5%) өкілі (*Phlomis pungens* Willd., *Lapulla microcarpa* (Ledeb.) Guerke) кездессе, 14 түрі (66,6%) (*Agropyron fragile* (Roth.) P. Candargy, *Stipa capillata* L., *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil, *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Crambe tataria* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Prangos odontalgica* Pall., *Trinia hispida* Hoffm., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Achillea nobilis* L., *Centaurea sibirica* L. *Pimpinella titanophila* Wogonow) көпжылдық өсімдіктер басым екенін байқалды. Осы популяция аумағынан *Ephedra distachya* L. бұташасы (4,9%), *Anthemis trotziana* Claus және *Artemisia salsoloides* Willd. жартылай бұталар (9,5%) мен *Kochia prostrata* (L.) Schrenk., *Artemisia lerchiana* Web. сияқты жартылай бұташа (9,5%) өсімдіктер өседі (2-кесте).

2-кесте – *Anthemis trotziana* өсімдігі популяциялары қауымындағы түрлердің тіршілік формалары (И.Г. Серебряков, 1962)

Тіршілік формалары	Популяциялар					
	Ақшатау		Бестау		Ишқарағантау	
	саны	%	саны	%	саны	%
Ағаштар	-	-	-	-	-	-
Бұталар, бұташалар	-	-	1	5,3	1	4,9
Жартылай бұталар мен жартылай бұташалар	9	45	2	10,5	4	19
Көпжылдық шөптер	11	55	12	63,1	14	66,6
Біржылдық және екіжылдық шөптер	-	-	4	21,1	2	9,5
	20	100	19	100	21	100

К. Раункиер бойынша 1-популяция аумағында хамефит типіне *Anabasis cretacea* Pall. *Camphorosma monspeliaca* L., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge., *Silene suffrutescens* Bieb., *Limonium cretaceum* Tscherkasova, *Scabiosa isetensis* L., *Anthemis trotziana* Claus, *Artemisia salsoloides* Willd., *Artemisia lessingiana* Bess. сияқты 9 түр (45%) жатса, бұталар мен бұташалардың 8 түрі (40%) *Poa bulbosa* L., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Crambe tataria* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Lagochilus acutilobus* (Ledeb.) Fisch. & C.A. Mey., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Centaurea sibirica* L. гемикриптофиттерді құрады, ал қалған 3 түр (*Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Trinia hispida* Hoffm., *Crinitaria tatarica*) 15% криптофиттердің үлесіне тиесілі.

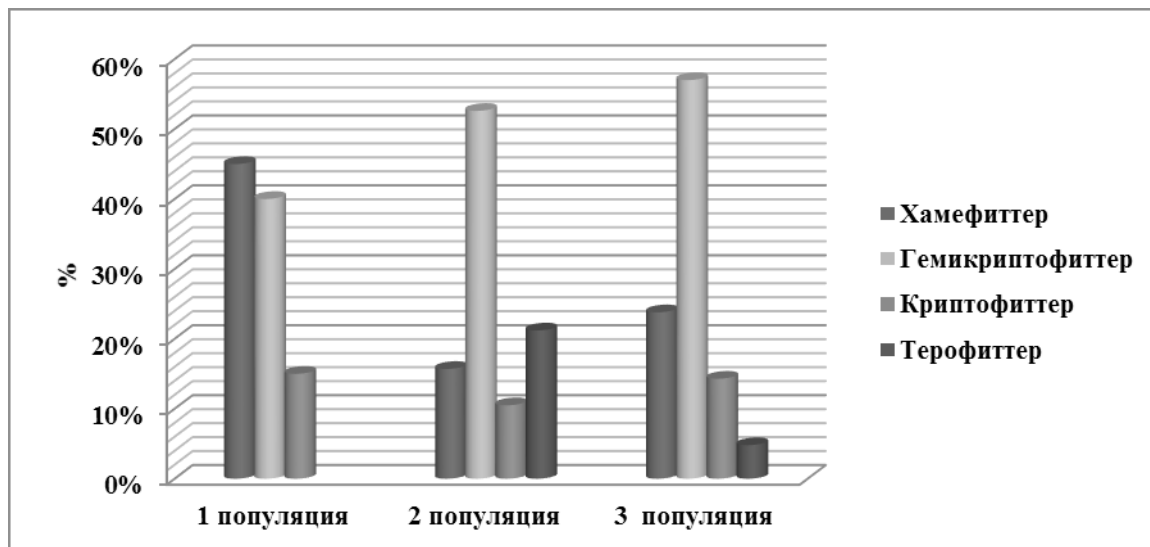
2-популяцияда тіршілік формаларынан фанерофиттерден басқа, қалған 4 тип өкілдері кездеседі. Оның ішінде хамефиттерден 3 түр (15,7 %) *Ephedra distachya* L., *Anthemis trotz-*

kiana Claus, *Artemisia salsoloides* Willd. және гемикриптофиттердің 10 түрі (52,6 %) *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Zygophyllum pinnatum*, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Veronica incana* L., *Galium ruthenicum* Willd., *Scabiosa ochroleuca* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Echinops meyeri* (DC) Pjin, *Centaurea sibirica* L. және криптофиттердің 2 түрі (*Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Trinia hispida* Hoffm.) (10,5%) және терофиттердің 4 түрі (*Barbarea vulgaris*, *Androsace maxima* L., *Euphrasia pectinata*, *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit.) (21,2%) тіркелді.

3-популяцияда хамефиттер саны – 5: *Ephedra distachya* L., *Kochia prostrata* (L.) Schrenk., *Anthemis trotziana* Claus, *Artemisia salsoloides* Willd., *Artemisia lerchiana* Web. (23,8%), гемикриптофиттер – 12: *Agropyron fragile* (Roth.) P. Candargy, *Stipa capillata* L., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Crambe tataria* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Prangos odontalgica* Pall., *Phlo-*

mis pungens Willd., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Achillea nobilis* L., *Centaurea sibirica* L., *Pimpinella titanophila* Woronow. (57,1 %) болса, 14,3% құрайтын криптофиттердің 3 түрі (*Tulipa*

biebersteiniana Schult. & Schult. fil, *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Trinia hispida* Hoffm. және терофит *Lapulla microcarpa* (Ledeb.) Guerke (4,8%) анықталды (1-сурет).



1-сурет – *Anthemis trotzkiana* өсімдігі популяциялары қауымындағы түрлердің биологиялық типтері (К. Раункиер, 1905)

Экологиялық талдау

Кез келген өсімдік тіршілігінде негізгі факторлардың бірі болып табылатын ылғалдың ролі айрықша. Зерттелу аумағындағы ылғалдылыққа байланысты өсімдіктердің өсу жағдайына сипаттама берілді:

1-популяция өсімдіктер жамылғысының ылғалдылыққа байланысты экологиялық топтарына тоқталатын болсақ, топырақ пен ауаның құрғақшылығына бейімделген, үнемі ылғал жетіспейтін жағдайда өсетін ксерофиттер (*Poa bulbosa* L., *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Anabasis cretacea* Pall., *Camphorosma monspeliaca* L., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge., *Trinia hispida* Hoffm., *Lagochilus acutilobus* (Ledeb.) Fisch. & C.A. Mey., *Artemisia lessingiana* Bess., *Centaurea sibirica* L., *Crinitaria tatarica*) жалпы түрлер санынан 50 пайыз болса, уақытша ылғал жетіспейтін жерлерде өсетін мезоксерофиттер (*Silene suffrutescens* Bieb., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Crambe tatarica* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Limonium cretaceum* Tscherkasova, *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Scabiosa isetensis* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Artemisia salsoloides* Willd.) 50 пайызды құрады. Бұл

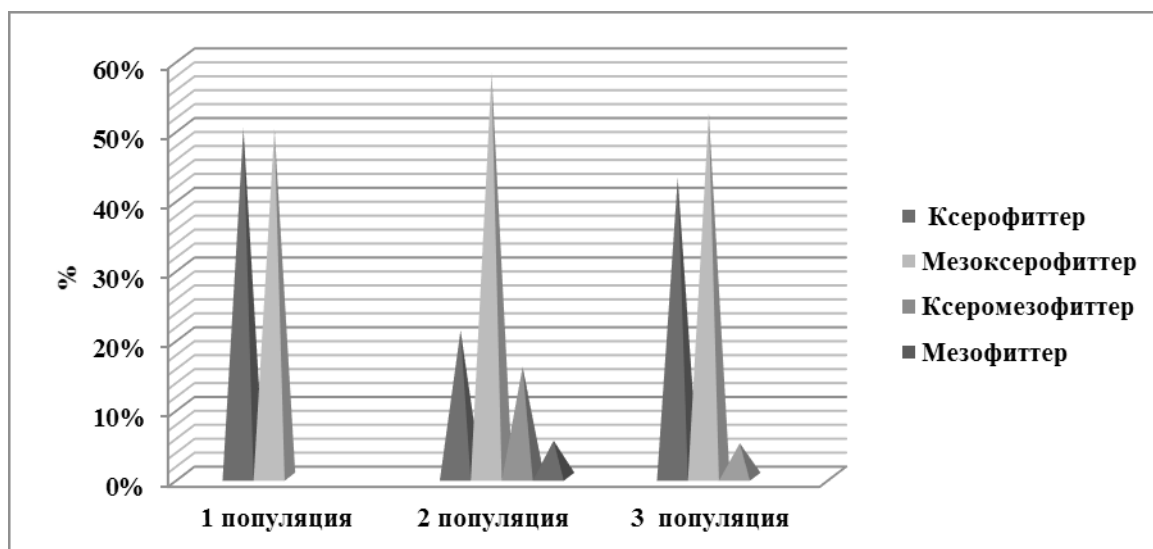
популяцияда қалған экологиялық топтардың өкілдері кездеспеді.

Экологиялық топтарына қарай 2 популяция аумағында 4 түр *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Trinia hispida* Hoffm., *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit., *Centaurea sibirica* L. ксерофиттер (21%), 11 түрлі *Ephedra distachya* L., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Androsace maxima* L., *Zygophyllum pinnatum*, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Veronica incana* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Artemisia salsoloides* Willd. мезоксерофиттер (58%) тіркелсе, орташа ылғалдылықты қалайтын ксеромезофиттер 3 түрі *Euphrasia pectinata*, *Galium ruthenicum* Willd., *Echinops meyeri* (DC) Iljin (15,8%) мен орташа ылғалды жерлерге тән мезофит *Barbarea vulgaris* (5,2%) табылды.

3-популяция аумағында 4 экологиялық топ өкілдері анықталды. *Agropyron fragile* (Roth.) P. Candargy, *Stipa capillata* L., *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil, *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Kochia prostrata* (L.) Schrenk., *Trinia hispida* Hoffm., *Artemisia lerchiana* Web., *Centaurea sibirica* L., *Prangos odontalgica* Pall. ксерофиттер. Бұл типтің 9 түрі 42,9 % құрайды. Сонымен қатар, *Ephedra distachya* L., *Gypsophila*

diffusa Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Crambe tataria* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Lapulla microcarpa* (Ledeb.) Guerke, *Phlomis pungens* Willd., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Achillea nobilis* L., *Artemisia salsoloides* Willd

секілді мезоксерофиттердің 11 түрі (52,3%) осы популяцияда кездесті. Орташа ылғалды ортада өсетін *Pimpinella titanophila* Woronow. мезофиттер тобының жеке дара өкілі ретінде анықталып, жалпы түр санының 4,8% көрсетті (2-сурет).



2-сурет – *Anthemis trotzkiana* өсімдігі популяциялары қауымындағы түрлердің экологиялық типтері (А.П. Шенников, 1941)

Зерттеу нысаны болып табылатын *Anthemis trotzkiana* өсімдігі популяциялары кездесетін Ақшатау, Бестау және Ишқарағантау тауларының топырағы негізінен борлы екендігі белгілі. Осындай мекен орындарындағы өсімдіктер үшін субстрат ретінде бордың ерекшеліктері: нақты микроклимат режимі, бордың физикалық және химиялық қасиеттері, гумусы мен жоғары сілтілігінің болмауы, кальцийдің шамадан тыс артық болуымен айқындалады. Сондықтан осы борлы таулардағы өсімдік жамылғысы айналадағы басқа даладан күрт өзгеше. Осындай ерекше борлы субстратта өсетін өсімдіктер облигатты және факультативті басқа субстраттарда өсетін кальцефиттер деп бөлінеді.

Ақшатау борлы тауында 6 түр: *Anabasis cretacea* Pall., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Crambe tataria* Sebeok., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Zygophyllum pinnatum*, *Limonium cretaceum* Tscherskasova (30%) нағыз облигатты кальцефиттер және 14 түр: *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Poa bulbosa* L., *Camphorosma monspeliaca* L., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge., *Silene suffrutescens* Bieb., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Trinia hispida*

Hoffm., *Lagochilus acutilobus* (Ledeb.) Fisch. & C.A. Mey, *Scabiosa isetensis* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Artemisia salsoloides* Willd., *Artemisia lessingiana* Bess., *Centaurea sibirica* L., *Crinariatatarica* (70%) факультативті кальцефиттер өсетіндігі анықталды.

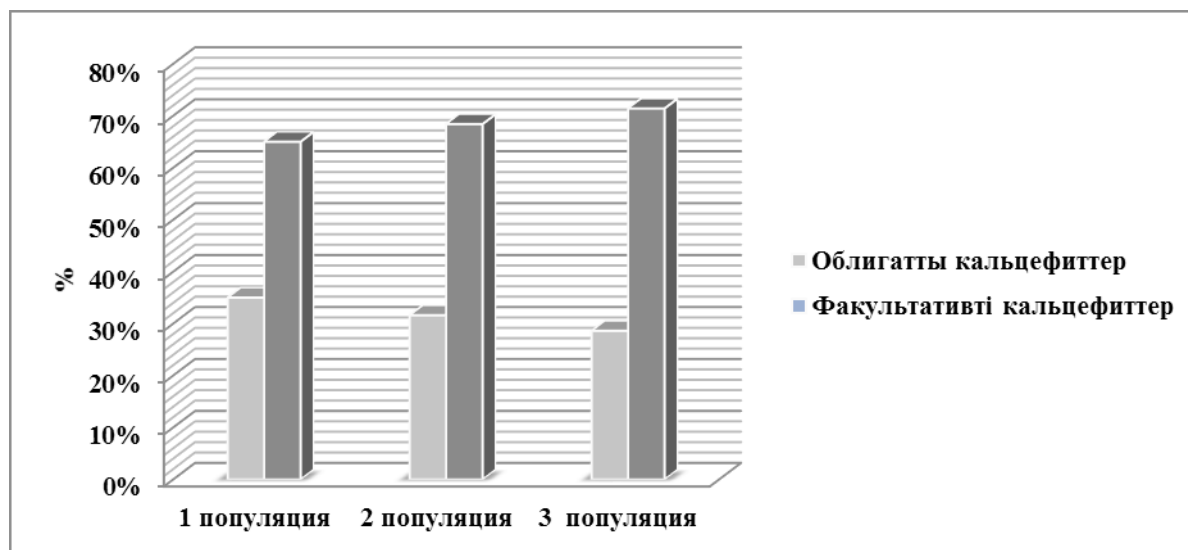
Бестау борлы тізбегінде 4 түр (*Zygophyllum pinnatum*, *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Echinops meyeri* (DC) Iljin.) нағыз облигатты кальцефиттерді (21%) құраса, 15 түр (*Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Barbarea vulgaris*, *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A. Mey. ex Rupr., *Androsace maxima* L., *Ephedra distachya* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Trinia hispida* Hoffm., *Euphrasia pectinata*, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Scabiosa ochroleuca* L., *Galium ruthenicum* Willd., *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit., *Artemisia salsoloides* Willd., *Centaurea sibirica* L., *Veronica incana* L.) факультативті кальцефиттерді 79% құрайды.

Ишқарағантау борлы топырағында *Ephedra distachya* L., *Crambe tataria* Sebeok., *Zygophyllum pinnatum*, *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Anthemis trotzkiana* Claus, *Achillea nobilis* L.5

түрі (23,8%) нағыз облигатты кальцефиттер, сонымен қатар 16 түр (76,2%) *Agropyron fragile* (Roth.) P. Candargy, *Stipa capillata* L., *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil, *Allium globosum* Bieb., *Kochia prostrata* (L.) Schrenk. ex Redoute, *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A.Mey. ex Rupr., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Prangos odontalgica* Pall., *Trinia hispida* Hoffm., *Lapulla microcarpa* (Ledeb.) Guerke, *Phlomis pungens*

Willd., *Artemisia salsoloides* Willd., *Artemisia le-rchiana* Web., *Centaurea sibirica* L., *Pimpinella titanophila* Woronow. факультативті кальцефиттер ретінде ортаға бейімделген (3-сурет).

A.trotzkiana Claus өсімдігі популяцияларын зерттеу барысында облигатты кальцефиттерге карағанда факультативті кальцефиттер, яғни басқа жерлерде де өсетін өсімдіктер екі есе басым болғандығы айқындалды.



3-сурет – *Anthemis trotzkiana* өсімдігі популяциялары қауымындағы кальцефиттер көрсеткіші

Қорытынды

Anthemis trotzkiana Claus өсімдігі популяциялары қауымдары кездесетін ортаның экологиялық жағдайы бір-біріне ұқсас. Экологиялық жағдайлардың ұқсастығының басты себебі, ертеде Ақтөбе өңірі жерін екі рет су басуынан пайда болған геологиялық түзілістердің, сан түрлі биіктіктегі бор шөгінділері сақталуы мен топырақта бор мен мергель түзілу процестерімен түсіндіруге болады. Ақшатау, Бестау, Ишқарағантау борлы тауларының экологиялық жағдайларын салыстыра отырып, мынадай ерекшеліктері бойынша қорытынды жасауға болады:

1. Зерттелген 3 популяция аумағында да борлы топырақ жамылғысы мен тіршілік жағдайларына төзімді өсімдік түрлерінің саны аз. *Anthemis trotzkiana* Claus популяциялары құрамындағы өсімдіктер таулардың жоғарғы бөлігінде кездеседі. Өйткені, борлы массивтерде түрлердің таралу ареалы шектеулі, таулардың

етегі дала және шөл зонасына ұласады. Осыған орай, флоралық құрамы құрғақшылыққа төзімді өсімдік түрлерінен тұрады.

2. Түрлердің тіршілік формалары И.Г. Серебряков бойынша барлық популяциялар территориясында ағаштар мен бұталар түрлерінің кездеспейтінін айрықша атап өтуге болады. Сонымен қатар, өсімдіктер жамылғысында басымдықты көпжылдық шөптесін өсімдік түрлері алады, 1 популяцияда 20 түрдің 11-і немесе жалпы түрлер санынан 55% көпжылдық, ал 2 популяцияда кездесетін 19 түрдің 63,1% (12 түрі) және 3 популяция аумағында 21 түрдің 14 түрі 66,6% құрайды. Екінші орында жергілікті борлы массивтердің жағдайына бейімделген жартылай бұталар мен жартылай бұташалар қамтиды. Біржылдық шөптесін өсімдіктердің аз ғана түрлері Бестау және Ишқарағантау өсімдік жабынында кездеседі.

3. К. Раункиер жүйесі бойынша 3 популяция қауымдарына да төселіп өсетін гемикриптофиттер тән екендігі айқындалды. Со-

нымен қатар хамефит өсімдіктердің бірнеше түрін және криптофит өсімдіктердің 3-4 түрін кездестіруге болады. Борлы тауларда біржылдық терофиттердің санының аз, ал көпжылдық гемикриптофиттердің басым болуы өзіндік ерекшелігі бола алады.

4. Экологиялық талдау көрсеткіштері ылғалдылығына қарай мезоксерофиттік түрлердің барлық популяциялар құрамының жартысынан астамы, 1 популяция 10 түр немесе 50%, 2 популяцияда 11 түр 58% және 3 популяцияда 11 түрі немесе 52,3% көрсетті. Көрсеткіштер бойынша келесі топты ылғал тапшылығына төзімді ксерофиттер жалғастырады.

5. *Anthemis troztkiana* өсімдігінің борлы субстратқа тәуелділігі жоғары. Осы популяциялар құрамына кіретін өсімдіктердің ішінде, тек қана карбонат жынысты топырақта кездесетін 8 нағыз калцефиттерді: *Anabasis cretacea* Pall., *Achillea nobilis* L., *Anthemis troztkiana* Claus, *Crambe tataria* Sebeok., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Zygophyllum pinnatum*, *Limonium cretaceum* Tscherkasova, *Echinops meyeri* (DC)

Plijin. атап өтуге болады. Бұлардан басқа ізбесті және борлы топыраққа тәуелділігі төмендеу немесе басқа субстраттарда өсе алатын *Allium globosum* Bieb. ex Redoute, *Poa bulbosa* L., *Camphorosma monspeliaca* L., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge., *Silene suffrutescens* Bieb., *Gypsophila diffusa* Fisch. & C.A.Mey. ex Rupr., *Trinia hispida* Hoffm., *Lagochilus acutilobus* (Ledeb.) Fisch. & C.A. Mey., *Scabiosa isetensis* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Artemisia salsoloides* Willd., *Artemisia lessingiana* Bess., *Centaurea sibirica* L., *Crinitaria tatarica*, *Barbarea vulgaris*, *Androsace maxima* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Euphrasia pectinata*, *Scabiosa ochroleuca* L., *Galium ruthenicum* Willd., *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit., *Agropyron fragile* (Roth.) P. Candargy, *Stipa capillata* L., *Kochia prostrata* (L.) Schrenk. ex Redoute, *Prangos odontalgica* Pall., *Lapulla microcarpa* (Ledeb.) Guerke, *Phlomis pungens* Willd., *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil., *Artemisia lerchiana* Web., *Pimpinella titanophila* Woronow, *Veronica incana* L. сияқты түрлер кездесті.

Әдебиеттер

- Kruess A. & T. Tschamtke. Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity // Biological Conservation. – 2002. – №106. – P. 293-302.
- Austin M. P. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling // Ecological Modelling. – 2002. – №157. – P. 101-118.
- Herbert Behrstock. National strategy and action plan on conservation and sustainable use of biological diversity in the republic of Kazakhstan // Ministry of natural resources and protection of environment of the republic of Kazakhstan, Kokshetau. – 1999. – P. 3-4.
- Ryabushkina N., Gemedjiewa N., Kobaisy M., Charles L. Cantrell. Brief Review of Kazakhstan Flora and Use of its Wild Species // The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology. – 2008. – P. 64–71.
- Айпеисова С.А. Флористические комплексы Актюбинского флористического округа. – Ақтобе, 2016. – 160с.
- Сергеева А.М., Әбенев А.Ж., Мамедова А.М., Сүлейменова Г.Ж., Досмуратов Ф.С. Ақтөбе облысының табиғи тарихи-мәдени мұралары: қорғау және тиімді пайдалану. – Астана, 2016. – 208 б.
- Рамазанов С.К. Батыс Қазақстан облысының дала телімдері, оларды қорғаудың мәселелері мен перспективалары (Орал маңы үстірті мысалында). – Орал-Уральск, 2017. – Б. 5–12.
- Қазақстанның Қызыл Кітабы. Том 2. I-бөлім. Өсімдіктер – Алматы: АртPrintXXI, 2014. – 612 с. ISBN: 978-601-80334-7-6.
- Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений / гл. редкол.: А.М. Бородин, А.Г. Банников, В.Е. Соколов и др. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 480 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Ред. Н.В. Бардунов, В.С. Новиков. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
- Kokubugatai G., Kondo K., Tatarenko I.V., Kulikoу P.V., Knyasev M.S. and Ryabinina Z. N. CytoEogicalstudies of 13Asteraceaespecies from Russia. Chromosome Science.- 2002. – V. 6. – 67-72.
- Walter, K. S. and Gillett, H.J. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998.- 862 pp.
- Izbastina K.S., Kurmanbayeva M.S., Abugalieva S.I. Morphological and phylogenetic identification of the Anthemis Troztkiana Claus 4th Internationalconference “Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology” (PlantGen2017) Almaty, Kazakhstan.- 2017.
- Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. and Lansdown, R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union. – 2011. – P. 76
- Дарбаева Т.Е. Парциальные флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск, 2006. – 266 с.
- Дарбаева Т. Е. Редкие и эндемичные реликтовые сообщества на меловых останцах подуральского плато в пределах Западно-Казахстанской области. – Санкт-Петербург, 2011. – Том 1. – С. 64-65.

- Рамазанов С. Батыс Қазақстанның биіктері // «DANA.kaz» журналы. – 2015. – С.1
- Karimova O.A., Abramova L.M., Golovanov Ya.M. Analysis of the Current Status of Populations of Rare Plant Species of Nature Monument Troicki Chalk Mountains (Orenburg Region) // *Arid Ecosystems*. – 2017. – V.7, No. 1. – pp. 41–48.
- Слугинова И.С. Жизненные формы облигатных и факультативных меловиков долины реки Полной (Ростовская область) // *Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН*. – 2010.- № 5. – С.135-136.
- Гребенюк С.И. К Изучению кальцефильной растительности национального парка «Хвалынский». – 2007. – С.19
- Калашникова О.В., Плаксина Т.И. Кальцефильная флора меловых обнажений провинции Приволжской возвышенности Самарской области // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. – 2010. -Т. 12, № 1 (3). -С. 691—695:
- Айпеисова С.А. Анализ жизненных форм растений флористических комплексов Актыбинского флористического округа. // *Acta Biologica Sibirica*. – 2017. – SSN 2412-1908. – V. 3(1). – P. 46-51.
- Izbastina K., Aipeisova S., Kurmanbayeva M., Kurmantayeva A., Baishanbo A. Review of genus *Anthemis* L. (Asteraceae) species, stored in some Kazakhstan herbarial funds // *Eurasian Journal Of Ecology* – 2017. – V. 50 (1). – P. 88-99.
- Izbastina K, Kurmanbayeva M, Bazargaliyeva A, Kupcinskiene E, Admanova G, Sarimbayeva B. Variation of morphometric characteristics of *Anthemis trozkiana* populations growing in Aktobe region, Kazakhstan // *Proceedings of 2 ND International Conference „Smart Bio“ Kaunas Lithuania*. – 2018. – P. 286
- Избастина К., Курманбаева М., Базарғалиева А., Ережепова Н. Ақтөбе облысындағы сирек түр *Anthemis trozkiana* Claus популяциялары кездесетін өсімдіктер қауымдарының флоралық құрамы // *Experimental Biology*. – 2018. – №1 (74). – С. 3-20.
- Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск: Наука, 1986. – 192с.
- Czerepanov S.K. *Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the former USSR)*. – Miri semya, St.Petersburg, 1995. – P.992.
- Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.
- Raunkiaer C. *The life form of plants and Statistical plantgeography*. – Oxford, 1934. – 632 p.
- Шенников А.П. *Луговедение*. – Л.: Издательство ЛГУ, 1941. – 511 с.

References

- Austin M.P. (2002) Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling // *Ecological Modelling*, No.57, pp.101–118.
- Aypeisova S.A. (2016) Floristicheskiye komplekсы Aktyubinskogo floristicheskogo okruga [Floral complexes of Aktobe floristic district]. Aktobe, P. 160.
- Aypeisova S.A. (2017) Analiz zhiznennykh form rasteniy floristicheskikh kompleksov Aktyubinskogo floristicheskogo okruga. [Analysis of plant life forms of floristic complexes of the Aktyubinsk floristic district]. *Acta Biologica Sibirica*, SSN 2412-1908, Vol. 3(1), pp. 46–51.
- Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. and Lansdown, R.V. (2011) *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union., P. 76
- Czerepanov S.K. (1995) *Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the former USSR)*, p.992, Miri semya, St, Petersburg
- Darbaeva T.E. (2006) Parcial'nye flory melovykh vozvyshehnostey severo – zapadnogo Kazahstana [Partial flora of the Cretaceous uplands of northwestern Kazakhstan]. *Uralsk: ZKGU*, pp.184.
- Darbaeva T. E. (2011) Redkie iehndemichnye reliktovye soobshchestva na melovykh ostancah podural'skogo plato v predelakh Zapadno – Kazahstansk ojoblasti [Rare and endemic relict communities on the Cretaceous remnants of the Podral plateau within the Western Kazakhstan region]. *Sankt-Peterburg*, Vol. 1, pp. 64 – 65.
- Grebenyuk S.I.(2007) K Izucheniyu kaltsefilnoy rastitelnosti natsionalnogo parka «Khvalynskiy».[Studying the Calcephilic Vegetation of the Khvalynsky National Park], P.19
- Herbert B. (1999) National strategy and action plan on conservation and sustainable use of biological diversity in the republic of Kazakhstan // Ministry of natural resources and protection of environment of the republic of Kazakhstan, Kokshetau., pp.3 – 4.
- Izbastina K.S., Kurmanbayeva M.S., Abugaliyeva S.I. (2017) Morphological and phylogenetic identification of the ANTHEMIS TROTZKIANA CLAUS 4th International conference “Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology” (Plant-Gen2017), Almaty, Kazakhstan
- Izbastina K., Aipeisova S., Kurmanbayeva M., Kurmantayeva A., Baishanbo A. (2017). Review of genus *Anthemis* L. (Asteraceae) species, stored in some Kazakhstan herbarial funds. *Eurasian Journal Of Ecology*, Vol. 50(1), pp.88-99.
- Izbastina K, Kurmanbayeva M, Bazargaliyeva A, Kupcinskiene E, Admanova G, Sarimbayeva B. (2018) Variation of morphometric characteristics of *Anthemis trozkiana* populations growing in Aktobe region, Kazakhstan 2 ND International Conference „Smart Bio“ 2018 Kaunas Lithuania, pp. 286
- Izbastina K. Kurmanbayeva M. Bazargaliyeva A. Erezhepova N. (2018) Aktobe oblysyndany sirek tur *Anthemis trozkiana* Claus populyatsiyalary kezdesetin osimdikter kauymdarynyn floralyk kuramy [Floristic composition of plant communities with the populations of a rare species *Anthemis trozkiana* Claus in the Aktobe region] *Experimental Biology*, No.1 (74), pp. 3-206.
- Kalashnikova O.V. Plaksina T.I. (2010) Kaltsefilnaya flora melovykh obnazheniy provintsii Privolzhskoy vozvyshehnosti Samarskoy oblasti [Calcephilic flora of chalk outcrops of the province of the Volga upland of the Samara region]// *Izv. Samar. nach. tsentra RAN*, Vol. 12, No. 1 (3), pp. 691-695.
- Karimova O.A., Abramova L.M., Golovanov Ya. M. (2017) Analysis of the Current Status of Populations of Rare Plant Species of Nature Monument Troicki Chalk Mountains (Orenburg Region) *Arid Ecosystems*, Vol. 7, No. 1, pp. 41–48.

- Kokubugatai G., Kondo K., Tatarenko I.V., Kulikoy P.V., Knyasev M.S. and Ryabinina Z. N. (2002) Cytological studies of 13 Asteraceae species from Russia. *Chromosome Science* Vol. 6, pp. 67-72.
- Krasnaya kniga SSSR (1984) [Red Book of the USSR. Rare and endangered species of animals and plants / hl. Editorial].: A.M. Borodin, A.G. Bannikov, V.E. Sokolov and others. – Ed. 2nd, pererabot. and add. – M.: Lesn. prom., 1984. – 480 p.
- Krasnaya kniga Kazakhstan.(2014) [The red data book of Kazakhstan]. Volume 2. Part I. Plants -Almaty: AprPriIXXI, – pp. 612. ISBN: 978-601-80334-7-6.
- Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii (rasteniya i griby) (2008) [The Red Data Book of Russian Federation: Plants and Fungi], Bardunov, N.V. and Novikov, V.S., Ed., Moscow: KMK, 2008.
- Kruess A. & T. Tschamtko. (2002) Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity // *Biological Conservation*, No.106, pp. 293-302.
- Ramazanov S. (2015) “Batys kazakstannyn biikteri” [The Heights of West Kazakhstan] «DANA.kaz», p.1
- Ramazanov S.K. (2017) Batys Kazakstan oblysynyn dala telimderi, olardy korgaudyn maseleleri men perspektivalary (Oral many ustirtimysalynda) [Steppes of the West Kazakhstan region, problems and prospects of their protection (by the example of the Ural plateau)]. *Oral-Ural'sk*, pp. 5–12.
- Raunkiaer C. (1934) *The life form of plants and Statistical plantgeography*. – Oxford.- 193– 632p.
- Ryabushkina N., Gemedjieva N., Kobaisy M., Charles L. Cantrell. (2008) Brief Review of Kazakhstan Flora and Use of its Wild Species // *The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*., pp. 64 – 71.
- Serebryakov I.G. (1962) *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy*. [Ecological plant morphology]. Higher School, Moscow, Russia, P.378.
- Sergeeva A.M., Abenov A.ZH., Mamedova A.M., Sylejmenova G.ZH., Dosmuratov F.S. (2016) Aktobeoblysynyntabigitarihi – madeni muralary: korgau zhane tiimdi pajdalanu [Natural and historical heritage of the Aktyubinsk region: protection and effective use] Astana, P. 208.
- Shennikov A.P. (1941) *Lugovedeniye*. [Meadowing.] L.: Izdatelstvo LGU, P.511
- Sluginova I.S. (2010) Zhiznennyye formy obligatnykh i fakultativnykh melovikov doliny reki Polnoy (Rostovskaya oblast). [Life forms of obligatory and optional meloveks of the valley of the Full River (Rostov region)]. *Byulleten Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN.*, No. 5, pp.135-136.
- Tolmachev A I. (1986) *Methods of comparatics floristics and problem of a florigene* [Metody sravnitelnoy floristiki i problemy florigeneza] Novosibirsk: Science, 1986. – 192p.
- Walter, K. S. and Gillett, H.J. (1998) 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge, UK., P. 862

Пазылбеков М.Ж.¹, Данько Е.К.², Абилов Б.И.³, Кожабеева Э.Б.⁴

¹научный сотрудник, лаборатория ихтиологии, e-mail: make_1984@mail.ru

²старший научный сотрудник, лаборатория ихтиологии, e-mail: danko-l@mail.ru

³научный сотрудник, лаборатория ихтиологии, e-mail: b.i.abilov@mail.ru

⁴кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: e.b.kozhabaeva@gmail.com
Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Казахстан, г. Алматы

**ИХТИОФАУНА ОЗЕРА ДЕРЕВЯННОЕ
(Балкашский бассейн)**

Нерациональное использование рыбных ресурсов, интенсивное развитие сельскохозяйственных угодий, антропогенное загрязнение, а также акклиматизационные процессы в настоящее время являются основными угрозами для нормального функционирования пресноводных экосистем. В результате комплексного влияния негативных воздействий видовой состав ихтиофауны водоемов претерпевает значительные изменения, что приводит водные экосистемы в хаос.

В последние годы в связи с развитием рыбного хозяйства и аквакультуры в стране огромное значение придается охране и рациональному использованию рыбных ресурсов. В связи с этим в республике ведутся работы по изучению ихтиофауны наиболее крупных рыбохозяйственных водоемов. До последней четверти прошлого века большое внимание уделялось и небольшим водоемам местного значения как резерватам ценных промысловых видов и источникам получения товарной рыбы. Однако в последние годы малые и резервные водоемы остаются недостаточно изученными.

Озеро Деревянное расположено в пустыне Карабастау (Балкашский бассейн, бассейн р. Иле). В статье приводятся сведения о результатах изучения ихтиофауны этого озера в 2018 г. Целью исследования было установление таксономического разнообразия рыб и оценка состояния ихтиофауны. В результате выявлено, что ихтиофауна озера представлена 14 видами рыб, относящихся к 4 отрядам: карпообразные – Cypriniformes, карпозубообразные – Cyprinodontiformes, сомообразные – Siluriformes и окунеобразные – Perciformes. Состав ихтиофауны был представлен как аборигенными, так и чужеродными видами. Разнообразие чужеродных видов было больше, но аборигенные виды преобладали по численности.

Ключевые слова: ихтиофауна, абориген, акклиматизант, вид, рыба.

Pazilbekov M.J.¹, Danko E.K.², Abilov B.I.³, Kozhabeva E.B.⁴

¹researcher of the ichthyology laboratory, e-mail: make_1984@mail.ru

²senior researcher of the ichthyology laboratory, e-mail: danko-l@mail.ru

³researcher of the ichthyology laboratory, e-mail: b.i.abilov@mail.ru

⁴candidates of biological Sciences head of the laboratory of ichthyology, e-mail: e.b.kozhabaeva@gmail.com
LLP «Kazakh research institute of fishery» Kazakhstan, Almaty

**Ichthyofauna of the dereviannoe lake
(Balkhash watershed)**

Abstract. The irrational use of fish resources, intensive development of agricultural land, anthropogenic impact, and processes of acclimatization have a significant influence on the aquatic ecosystems. As a result of the complex influence of negative impacts, the species composition of the ichthyofauna of water bodies undergoes significant changes, which leads the aquatic ecosystem to the chaos.

In recent years, with the development of fisheries and aquaculture in the country, great importance is attached to the protection and rational use of fish resources. In connection with this, work is underway in the republic to study the ichthyofauna of especially important reservoirs in fisheries. However, sec-

ondary water reservoirs, such as small and reserve, remain insufficiently studied, whereas such reservoirs can serve not only as a reserve for valuable commercial species, but also for the commercial cultivation of fish products.

Lake Dereviannoe, located in the desert of Karabastau, in the Uighur district of Almaty region. In 2018, the expeditionary detachment was first examined. The aim of the study was to study the condition of the ichthyofauna of the reservoir. The study revealed that the ichthyofauna of the lake is represented by 14 species of fish belonging to 4 families: Cyprinidae – Cypriniformes, carpophages – Cyprinodontiformes, catfish – Siluriformes and percids – Perciformes. The composition of the ichthyofauna was represented both by native and alien species. The proportion of alien species exceeded the aboriginal ichthyofauna, but in terms of numbers, native species predominated.

Key words: ichthyofauna, aboriginal, acclimatized, species, fish.

Пазылбеков М.Ж.¹, Данько Е.К.², Абилов Б.И.³, Кожабаяева Э.Б.⁴

¹ихтиология лабораториясының ғылыми қызметкері, e-mail: make_1984@mail.ru

²ихтиология лабораториясының аға ғылыми қызметкері, e-mail: danko-l@mail.ru

³ихтиология лабораториясының ғылыми қызметкері, e-mail: b.i.abilov@mail.ru

⁴б.ғ.к., ихтиология лабораториясының меңгерушісі, e-mail: e.b.kozhabaeva@gmail.com
ЖШС «Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты», Қазақстан, Алматы қ.

Деревян кіші суайдының ихтиофаунасы (Балқаш бассейні)

Балық ресурстарын ұтымсыз пайдалану, ауыл шаруашылық жерлерін қарқынды дамыту, антропогендік фактор, сондай-ақ акклиматизациялау процестері суқойма экожүйесіне әсер етпей қоймайды. Әртүрлі суқоймалардың ихтиофауна түрлерінің компоненттері теріс әсердің кешенді ықпалынан елеулі өзгерістерге ұшырап, нәтижесінде су экожүйесін хаосқа алып келеді.

Соңғы жылдары еліміздегі балық шаруашылығы мен аквакультураның қарқынды дамуына байланысты, балық ресурстарын қорғау мен оларды ұтымды пайдалануына көңіл бөлінуде. Осыған байланысты республикада балық шаруашылығындағы аса маңызды су қоймаларының ихтиофаунасын зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Алайда, шағын және қосалқы (резервтік) су қоймалары жеткілікті деңгейде зерттелмей қалуда. Мұндай су қоймалар кәсіптік маңызы бар балық түрлері үшін резервуар, сондай-ақ осы балықтардың көбею орны ретінде пайдалануға болатын еді.

Деревянный көлі Алматы облысы, Ұйғыр ауданы, Қарабастау шөлінде орналасқан. Деревянный көлі 2018 жылы экспедиция барысында зерттелді. Зерттеудің мақсаты ихтиофауна жағдайын анықтап, балықтардың құрамы туралы деректер алу болды. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, көлдің ихтиофаунасы отрядқа жататын 14 балық түрінен – тұқытәрізділер – Cypriniformes, тұқытістітәрізділер – Cyprinodontiformes, жайынтәрізділер – Siluriformes және алабұғатәрізділер – Perciformes. Зерттеу материалдары аборигенді және бөгде түрлерден тұрды. Бөгде түрлердің үлесі аборигенді ихтиофаунадан көп, бірақ аборигенділер түр саны жағынан басым болды. Бөгде түрлермен қатар аулауда кәсіптік маңызы бар бөгде түрлер де кездесті. Зерттелген балықтардың жас және ересек дарақтар құрады, бұл олардың өмір сүруіне қолайлы жағдайлардың болғанын көрсетеді.

Түйін сөздер: ихтиофауна, абориген, акклиматизант, түр, балық.

Введение

Со второй половины XX века антропогенное воздействие человека на естественные экосистемы приобрело глобальный характер. В условиях складывающегося дефицита водных ресурсов большой интерес и практическое значение имеют как изучение изменений разнообразия сообществ [1], так и сохранения естественного разнообразия рыб [2, 3]. Дефицит пресной воды становится главным кризисом 21 века [4].

Оценка состояния естественных экосистем и выяснение необходимых мероприятий по сохранению здоровых и восстановлению нарушенных

экосистем, а также рационального использования водных ресурсов служит базой для принятия адекватных решений и эффективного управления окружающей средой [5].

В настоящее время Республика Казахстан обладает значительным фондом резервных водоемов. Исследование таких водоемов и оценка состояния рыбных ресурсов, а также других водных животных имеет большое значение как в плане рационального использования рыбных запасов, так и сохранения биоразнообразия водного населения. К сожалению, малым водоемам, как и резервным водоемам уделяется недостаточное внимание. Однако такие водоемы,

играют немаловажную роль в сохранении местной ихтиофауны и для воспроизводства ценных промысловых рыб. Ихтиологическое исследование таких водоемов дает возможность использовать резервные водоемы в направлении аквакультуры, разведения ценных промысловых рыб и тем самым поднять социальный уровень местного населения. В настоящее время в стране существует много неиспользуемых водоемов, которые нуждаются в исследовании. К числу таких (резервных) водоемов относится озеро Деревянное. Нами приводятся данные о современном составе ихтиофауны озера.

Озеро Деревянное расположено в Уйгурском районе Алматинской области, в 7 километрах от поселка Шарын (рис. 1). Свое название озеро получило из-за высохших и упавших деревьев на дне озера. Северная сторона озера упирается в пустыню Карабастау, с южной стороны подпираются солончаки с туранговыми рощами. Севернее озера протекает самая большая река Семиречья – Иле, на восточной стороне течет река Шарын – крупнейшая горная река Казахстанской части Тянь-Шаня. Озеро Деревянное располо-

жено в левом протоке реки Шарын, ниже одноименного села, в песках и камышовых зарослях, недалеко от устья р. Шарын. Это сравнительно молодой водоем, образовался предположительно в конце XX-го века, возможно, это бывшая старица р. Шарын, площадь озера составляет 62,4 га.

Вода поступает в озеро за счет канала, берущего начало из р. Шарын для полива расположенных выше сельскохозяйственных угодий. В связи с этим, наиболее вероятное происхождение видов населяющих оз. Деревянное произошло из бассейна р. Или. До недавнего времени озеро имело непосредственную связь с рекой Или, что позволяло рыбам заходить сюда в период нерестовых и пищевых миграций. В настоящее время сток воды из озера не происходит, вода исчезает в песках или в жаркое время суток происходит ее испарение.

Цель исследования – изучить разнообразие ихтиофауны, провести анализ биологических показателей рыб и оценить состояние рыбного населения оз. Деревянное для рыбохозяйственного использования.



Рисунок 1 – Карта-схема расположения станций отбора проб на оз. Деревянное

Материал и методы исследований

В 2018 году исследование на оз. Деревянное проводилось ранней весной. Биологическому анализу подверглись более 150 экземпляров рыб, это серебряный карась *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) – 12 экз., востробрюшка *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1855) – 11 экз., вобла *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) – 91 экз., балхашский окунь *Perca schrenkii* Kessler, 1874 – 25 экз., судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) – 20 экз.

Рыбу фиксировали в 4% растворе формалина, их анализ проводили в лаборатории. Биологическая обработка материалов проводилась по схеме, предложенной И.Ф. Правдиным, 1966 и Holcik 1989 [6, 7]. В данной работе использовали основные биологические показатели: длина всей рыбы (L), длина безхвостового стебля (l), общий вес тела (Q), вес без внутренностей (q), упитанность рыб рассматривали по Фультону. Измерение проводилось штангенциркулем (ЩЦ-1, Matrix, Китай) с точностью до 0,1 мм. Рыб взвешивали на электронных весах (Scout-Pro, ОНОУС, Китай) с точностью до 0,1 г.

Для определения возраста рыб использовали чешую и позвонки [8, 9]. Расположение годовых колец на чешуе и позвонках смотрели на световом микроскопе маркой (МБС – 10) при различном увеличении.

Отлов взрослых рыб осуществлялся набором стандартных орудий лова (т.е. порядком ставных жаберных сетей с шагом ячеи от 16 до 80 мм, 25 м каждая), что позволило получить информацию о видовом, половом, возрастном составе популяций рыб и их относительной численности. Мелководья облавливались мальковым бреднем длиной 4 м, с ячеей 3 мм.

Для статистической обработки использовали минимум, максимум, среднее значение, среднее отклонение по руководству Г.Ф. Лакина [10]. Названия большинства видов рыб приводятся в соответствии с Froese, Pauly 2016 [11]. В сборе материала принимали участие и другие сотрудники «КазНИИРХ», за что авторы приносят им искреннюю благодарность.

Результаты

В результате исследования оз. Деревянное нами были обнаружены 14 видов рыб. Таксономический список ихтиофауны представлен в таблице 1. Все отловленные виды относятся к 5

семействам: карповые – *Cyprinidae*, адрианихтовые – *Adrianichthyidae*, сомовые – *Siluridae*, окуневые – *Percidae* и змееголовые – *Channidae*.

Ихтиофауну озера Деревянное составили аборигенные и чужеродные виды, при этом разнообразие чужеродных видов рыб превышает аборигенных. Из аборигенной ихтиофауны встречается один единственный вид – балхашский окунь *Perca schrenkii* Kessler, 1874. Это туводный вид, образующий две экоформы – пелагическую (быстрорастущую) и тростниковую (тугорослую). В данном водоеме обитает тугорослая – камышовая форма окуня, обитающая в прибрежье, промыслом достаточно не осваивается [12, 13].

Нами были обнаружены чужеродные промысловые виды: карась *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), сазан-каarp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), вобла *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), обыкновенный сом *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758), обыкновенный судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), змееголов *Channa argus* (Cantor, 1842).

Также местные жители в целях повышения рыбохозяйственного значения водоема и для любительского рыболовства завезли самостоятельно в 2009 году белого амура *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) и белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844). Эти виды в исследовательских уловах не обнаружены. Однако по опросным данным местных жителей (рыбаков) белый амур и белый толстолобик попадают в сеть время от времени, и иногда довольно крупные размеры, вес которых приблизительно достигали до 4 кг.

Змееголов – чужеродный вид, китайской ихтиофауны. Рыба проникла в водоем, по версии М. К. Дукравца, через р. Каскелен в Капшагайское водохранилище [14]. Первый раз на нашем исследовательском улове в Капшагайском водохранилище змееголов стал встречаться в уловах с 2009 г. В настоящее время змееголов распространен по всей акватории, где условия обитания позволяют существовать, и встречается во всех водоемах Алматинской области, особенно их максимальная концентрация отмечена в Чиликском прудовом хозяйстве и Капшагайском нереста-выростном хозяйстве. Змееголов по своей биологической особенности – хищник, питается рыбой размером меньше себя. Согласно исследованию рыб, пока численность змееголова невысокая.

Наряду с промысловыми чужеродными видами рыб, в уловах присутствовали и непромысло-

вые виды (сорные) китайского комплекса; амурский чебачек *Pseudorasbora parva*, китайский лжепескарь *Abbottina rivularis*, медака *Oryzias latipes* и горчак *Rhodeus sinensis*. Сорные виды встречаются в основном в прибрежьях водоема,

среди водных растений и в стоячих местах, где практически отсутствует течение воды. Все они являются случайными вселенцами и не имеют рыбохозяйственного значения, ими питаются в основном хищные рыбы.

Таблица 1 – Видовой состав ихтиофауны озера Деревянное

Название вида		Статус вида
Латинское	Русское	
Семейство карповые – <i>Cyprinidae</i>		
<i>Abbottina rivularis</i> (Basilewski, 1855)	Речная абботина (лжепескарь китайский)	Ин, Н
<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Карась	П, Ин
<i>Ctenopharingodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Белый амур	П, Ак
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Сазан-каarp	П, Ин
<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky, 1855)	Востробрюшка обыкновенная	Ин, Н
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Белый толстолобик	П, Ак
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Амурский чебачок	Ин, Н
<i>Rhodeus sinensis</i> Gunther, 1868	Китайский горчак	Ин, Н
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Вобла	П, Ак
Семейство сомовые – <i>Siluridae</i>		
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Обыкновенный сом	П, Ак
Семейство адрианихтовые – <i>Adrianichthyidae</i>		
<i>Oryzias latipes</i> (Temminck et Sch.)	Медака	Ин, Н
Семейство окуневые – <i>Percidae</i>		
<i>Perca schrenkii</i> Kessler, 1874	Окунь балхашский	Аб
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Обыкновенный судак	П, Ак
Семейство змееголовые – <i>Channidae</i>		
<i>Channa argus</i> (Cantor, 1842)	Змееголов	Ин, П
Примечания: Аб – аборигенный; Ак – Акклиматизант; Ин – Интродуцированный; П – промысловый; Н – непромысловый		

Результаты исследований основных биологических показателей представлены в таблице 2. По биологическим показателям рыба из оз. Деревянное характеризуется неплохой скоростью роста и удовлетворительной упитанностью. Почти все исследованные рыбы были упитанными, наполненность желудка соответствовала 4 баллам.

Карась. Эта рыба наиболее широко распространена в водоемах Казахстана, но не занима-

ет доминирующего положения в ихтиофауне. Акклиматизировался карась в Балхаш-Алакольской системе сравнительно недавно. Последние годы численность его увеличивается. Половой зрелости достигает уже в возрасте двух-четырёх лет. Размножение рыб наступает при температуре 18-20°C. Нерестится порционно в донных участках, обильно заросших растительностью.

Таблица 2 – Основные биологические показатели рыб оз. Деревянное

Возрастной ряд	Длина, мм		Вес, г		Упит. по Фульгону	N	Доля рыб в %
	мин-макс	средняя	мин-макс	средняя			
Карась							
4	8,2-9,6	9,2	19-32	24,0	3,1	5	41,7
5	11,0-11,5	11,4	40-48	43,0	2,9	5	41,7
6	14,0-14,5	14,2	88-93	90,5	3,1	2	16,7
Итого	8,2-14,5	10,9	19-93	43,0	3,0	12	100,0
Востробрюшка							
3	13,4-15,2	14,2	35-48	40,3	1,4	6	54,5
4	15,0-15,7	15,4	46-60	51,0	1,4	3	27,3
5	18,0-18,6	18,3	84-96	90,0	1,5	2	18,2
Итого	13,4-18,6	15,3	35-96	52,3	1,4	11	100,0
Вобла							
3	11,7-14,3	13,1	31-62	45,2	2,0	24	26,4
4	14,2-17,6	15,5	53-129	76,1	2,0	38	41,8
5	17,2-21,0	19,0	93-123	148,4	2,1	29	31,9
Итого	11,7-21,0	16,0	31-123	91,0	2,0	91	100,0
Балхашский окунь							
4	17,2-18,5	17,7	107-115	112,0	-	-	16,0
5	18,3-20,2	19,2	96-163	136,1	-	-	40,0
6	20,0-21,0	20,7	150-193	168,7	-	-	28,0
7	21,5-22,5	22,0	175-210	193,7	-	-	16,0
Итого	17,2-22,5	19,8	107-210	150,6	-	25	100,0
Судак							
2	16,0-22,5	19,8	53-149	96,5	1,2	17	85,0
3	23,5-25,3	24,4	161-191	178,0	1,2	3	15,0
Итого	16,0-25,3	20,5	53-191	108,7	1,2	20	100,0

Возрастной состав выборки из 12 особей был представлен возрастными от 4+ до 6+ лет, преобладали особи возраста 4–5 лет, доля которых составила 80% от общей численности. Соотношение полов в научно-исследовательских уловах составило 1:1, что характерно для популяции данного вида.

Сазан. Нерест сазана происходит в мае – июне при температуре 18 – 20°C. Сазан питается в прохладное время суток (утреннее и вечернее) при температуре не ниже 16 – 18°C. Половозрелости достигает в возрасте 4-5 лет.

Сазан – наиболее ценный промысловый вид в ихтиофауне оз. Деревянное и в целом в ихтиофауне республики. Возраст сазана в научно-исследовательских уловах колебался от 2+ до

4+. Линейные размеры варьировали от 15,3 см до 47,0 см, в среднем – 27,7 см. Минимальный вес составил 103 г, максимальный – 2,273 г, в среднем – 874 г, соответственно. Упитанность исследованных рыб колебалась от 2,2 до 2,8. Соотношение полов в популяции сазана оз. Деревянное было в пользу самок – 66,7 % от общего. Практически все исследованные рыбы имели жир, что характеризует относительно хорошую кормовую базу для них в озере.

Востробрюшка. Этот вид относится к семейству карповых. Естественным ареалом являются водоемы Китая, Кореи и Вьетнама. В бассейнах Казахстана востробрюшка встречается в реках Сырдарья, Чу, Или и Талас. Востробрюшка многочисленна во всех водоемах

республики, максимальной длины достигает 18 сантиметров, иногда встречаются крупные особи размером до 25 см. Она является пищей для многих хищных рыб. Половое созревание особей наступает на 2 – 3 году жизни, икрометание порционное, на нерест выходит в начале лета. Данный вид не используется промыслом и не является популярным объектом спортивной ловли.

В научно-исследовательских уловах 2018 г. в оз. Деревянное встречены особи в возрасте от 3+ до 5+. Всего отловлено 11 экземпляров рыб. Основу уловов составили особи в возрасте трех лет. В популяции востробрюшки преобладали самки, составляя 54,5 %.

Вобла. Данный вид акклиматизирован в Балхаш-Илийском бассейне в 1965 году. Здесь вобла натурализовалась и расселилась как по всему акваторию оз. Балхаш, так и по реке Иле. Спектр питания у воблы широкий. Это вид – эврифаг, поэтому особых затруднений с кормом не испытывает. Половой зрелости достигает в возрасте трех лет. Размножается при температуре выше +8 градусов. Данный вид – ценный объект промысла, главным образом пользуется спросом в соленном и вяленном виде.

Во время исследования озера был выловлен 91 экземпляр воблы, в возрасте от 3+ до 5+ лет. Большую часть улова составили особи 4+ лет, значение упитанности по Фультону варьировало от 2,0 до 2,1. Доля самцов в сборе преобладала, составив 55 % от общего.

Балхашский окунь. Эндемик Балхаш-Алакольского бассейна. Туводный вид, образующий две экоформы – пелагическую быстрорастущую и тростниковую (тугорослую). Созревает в возрасте 2-4 года. Нерестится ранней весной при температуре 8-10°C одновременно. Икру откладывает на растительный субстрат прибрежных мелководий. Известный максимальный возраст для этого вида – 21 год. Пелагическая форма достигает размеров 50 см и массы 2,5 кг и является промысловой в оз. Алаколь. Тугорослая – камышовая форма, обитающая в прибрежье, промыслом не осваивается.

Для анализа биологической характеристики балхашского окуня были взяты мерки длины тела, длина тела безхвостого стебля, и масса тела, все промеры сняты прижизненно и выпущены обратно в водоем, поскольку данная рыба занесена в Красную книгу Республики Казахстан. Особи окуня на озере Деревянное были представлены возрастным рядом от 4+ до 7+ лет.

Судак – распространён довольно широко в пресных водоёмах Казахстана. По образу жизни судак – типичный хищник, питается рыбой, мальки судака поедают водных беспозвоночных, иногда мелких рыб. Весьма чувствителен к концентрации кислорода в воде и наличию взвесей, поэтому не встречается в заболоченных водоёмах. В тёплое время года держится на глубинах 2 – 5 м. Половозрелыми судаки становятся к пяти годам жизни. Нерестятся при температуре воды 8-12° С.

В научно-исследовательских уловах текущего года было добыто 20 экземпляров судака. Возрастной ряд судака не широкий и представлен особями в возрасте от 2+ до 3+ лет. Показатели упитанности судака в озере средние – 1,2. Ювенильные особи в популяции судака составили 90%. Присутствие в популяции младшевозрастных групп говорит о имеющемся воспроизводстве судака в условиях озера.

Змееголов – пресноводная рыба, относится к семейству змееголовые (*Channidae*). Первоначальный ареал – реки Дальнего Востока от Янцзы на юге до бассейна реки Амур на севере, в том числе в Приморском крае в реках Уссури, Раздольная и в озёрах Хасан и Ханка.

Половой зрелости достигает в возрасте от 2+ лет. В этот период длина ее тела редко превышает 35 сантиметров. Нерестится змееголов в тёплое время года, когда температура воды поднимается выше 18-20°C. Выбирает различные подводные растения, строит свое вместительное гнездо, диаметр которого в большинстве случаев достигает 1 метра. Внутри него он мечет икру, в которой присутствуют собственные жировые частицы, благодаря которым икра всплывает и вплоть до формирования мальков держится в верхнем слое воды. Легко переносит дефицит кислорода, может обитать практически в заморных водоёмах.

Змееголов в уловах был единичен, поэтому представить биологическую характеристику змееголова в табличном виде не представляется возможным. Змееголов имел длину 20,0 см при массе тела 114 г., при коэффициенте упитанности 1,4.

По результатам уловов по численности в озере доминировала вобла (55,8%). Во время исследования водоема зараженных паразитами и имеющих внешние отклонения особей не отмечено, также не обнаружены патологические изменения органов печени, почек.

В бредневых уловах в период исследований зарегистрировано 5 видов рыб: вобла, речная

абботина, амурский чебачок, китайский горчак, медака. Выше перечисленные виды рыб (кроме воблы) являются случайными вселенцами китайского комплекса. В таблице 3 представлена концентрация молоди рыб водоема Деревянное.

Результаты исследования показывают, что значения урожайности и частота встречаемости среди отловленных рыб у мальков воблы высокие. Мальки воблы питаются смешанно, по-

требляя планктон, молодь бокоплавов, мелких личинок хирономид, воздушных насекомых. Иногда большую часть пищевого комка воблы составляют нитчатые и диатомовые водоросли и детрит. Скорее всего пищевая пластичность мальков воблы объясняет ее доминантность в сборах. Средняя длина и средняя масса чужеродных не промысловых видов рыб представлена в таблице 4.

Таблица 3 – Видовой состав уловов малькового бредня (экз./м³), 2018 г.

Показатели	Виды рыб				
	вобла	речная абботина	амурский чебачок	медака	горчак
Урожайность, экз./м ³	1,50	0,10	0,48	1,08	0,20
Частота встречаемости, %	49,8	3,6	18,6	22,6	5,4

Таблица 4 – Длина и масса рыб из уловов малькового бредня

Виды рыб	Средняя длина, см	Средний вес, г
Вобла	2,6	0,4
Речная абботина	4,1	1,2
Горчак	3,9	2,0
Медака	1,5	0,1

Из результатов биологического анализа видно, что на момент исследований вобла как раннее нерестующий вид, благополучно отнерестилась в озере и ее мальки успели подрасти. Ранее нами было отмечено, что популяция воблы в водоеме самая многочисленная, отсюда и объяснение высокой урожайности.

Выводы

Таким образом, в результате исследования выяснилось, что ихтиофауна оз. Деревянное состоит из 14 видов рыб. Встречаются абориген-

ные и чужеродные виды. Сравнительно хорошая упитанность исследованных рыб свидетельствует о достаточности кормовой базы. Существует условия для воспроизводства промысловых рыб судака и сазана.

Результаты биологического анализа рыб показывают, что исследуемая выборка является однородной. Среди исследованных видов различий в морфологических признаках не обнаружено.

Рекомендуется регулировать численность чужеродных непромысловых видов рыб. Водоем вполне может использоваться под выращивание ценных промысловых видов рыб.

Литература

- Harmon J.P., Moran N.A., Ives A.R. Species response to environmental change: impacts of food web interaction and evolution // Science (Washington). – 2009. – Vol. 323 (6). – P. 1347-1350.
- Meador M.R., Carlisle D.M. Predictive models for fish assemblages in eastern US streams: implications for assessing biodiversity // Trans. Am.Fish.Soc. – 2009. – №138 (4) – P. 725-740.
- De Silva SS, Abernethy NM, Nguyen TTT. Endemic fresh water finfish of Asia: distribution and conservation status // Diversity Distribution. – 2007. – Vol.13. – P.172-184.

- Pearce F. When Rivers Run Dry: Water – The Defining Crisis of Twenty-First Century. Eden Books: Beacon Press. – 2006. – 368 p.
- Daugherty C.H., Cree A., Hay J.M., Thompson M.B. Neglected taxonomy and continuing extinction of tuatara (*Sphenodon*) // *Nature*. – 1999. – Vol. 347. – P. 177-179.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 376 с.
- Holcik J. General introduction to fishes. 2. Determination criteria // *The freshwater Fishes of Europe*. – Aula-Verlag Wiesbaden. – 1989. – Vol.1. Part 2. – P.38-58
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
- Le Louarn H. Comparaison entre les ecailles et d'autres structures osseuses pour la determination de l'age et de la croissance // *Tissus durs et age individual des vertebres*. Paris: ORSTOM – INRA, 1992. – P. 352-334.
- Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- Froese R., D. Pauly. Editors. 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 06/2016.
- Дукравец Г.М., Митрофанов В.П., Меркулов Е.А., Фаломеева А.П. Балхашский окунь бассейна р. Или // *Биол.науки.* – Алма-Ата: КазГУ – 1975. – Вып. 9. – С. 104-114.
- Дукравец Г.М. Современное состояние популяции балхашского окуня *Perca* в бассейне реки Или. Сообщение 2. Численность и биологическая характеристика // *Известия МН-АН РК, серия биол. и мед.* – 1998. № 4 (208). – С. 8-15.
- Дукравец Г.М. Некоторые данные о змеоголове *Channa argus* (Cantor, 1842) в бассейне р. Или // *Известия НАН РК, серия биол. и мед.* – 2007. – №2 (260). – С. 15-22.

References

- Chugunova N. So. (1959) Guide to the study of age and growth of fish. – М.: Izd-vo an SSSR, pp. 164.
- Daugherty C.H., Cree A., Hay J.M., Thompson M.B. (1999) Neglected taxonomy and continuing extinction of tuatara (*Sphenodon*). *Nature.*, vol. 347, pp. 177-179.
- De Silva SS, Abernethy NM, Nguyen TTT. (2007) Endemic fresh water finfish of Asia: distribution and conservation status. *Diversity Distribution.*, vol.13, pp. 172-184.
- Dukravets, G. M., Mitrofanov V. P., Merkulov E. A., Falomeev A. P. (1975) Balkhash perch of the basin river Ili. *Biol.sciences. Kazakh state University*, vol. 9, pp. 104-114.
- Dukravets G. M. (1998) The Current state of the population of Balkhash perch *Perca* in the basin river Ili. *Message 2. The abundance and biological characteristics. Izvestiya MN-an RK, ser. Biol. and honey*, № 4, pp. 8-15.
- Dukravets, G. M. (2007) Some data on the *Channa argus* (Cantor, 1842) in the basin river Ili. *Izvestija NAN RK. Ser. Biol. and honey.*, № 2 (260), pp. 15-22.
- Froese R., D. Pauly. Editors. (2016). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 06/2016.
- Harmon J.P., Moran N.A., Ives A.R. (2009) Species response to environmental change: impacts of food web interaction and evolution. *Science Washingtonvol.*, vol. 323-6, pp. 1347-1350.
- Holcik J. (1989) General introduction to fishes. 2. Determination criteria. *The freshwater Fishes of Europe.*- Aula-Verlag Wiesbaden, vol.1, pp. 38-58
- Lakin G. F. (1990) *Biometrics.* – М.: Higher school., pp. 352.
- Le Louarn H. (1992) Comparaison entre les ecailles et d'autres structures osseuses pour la determination de l'age et de la croissance. *Tissus durs et age individual des vertebres*. Paris: ORSTOM – INRA, pp. 352-334.
- Meador M.R., Carlisle D.M. (2009) Predictive models for fish assemblages in eastern US streams: implications for assessing biodiversity. *Trans. Am.Fish.Soc.*, № 138 (4), pp. 725-740.
- Pearce F. (2006) When Rivers Run Dry: Water – The Defining Crisis of Twenty-First Century. Eden Books: Beacon Press, pp. 368.
- Pravdin I. F. (1966) Guide to the study of fish. -M.: Food. prom-t, pp. 376.

Туреханова Р.М.¹, Танабекова Г.Б.²

¹кандидат биологических наук, Научное общество «Тетис»,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: almarais@mail.ru

²PhD докторант 2 курса, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: tanabekova.guli@gmail.com

**ВАЖНЕЙШИЕ НАСЕКОМЫЕ-ВРЕДИТЕЛИ
ЯБЛОНИ СИВЕРСА (*MALUS SIEVERSII*) В КАЗАХСТАНЕ**

Статья посвящена проблемам сохранения яблони Сиверса (*Malus sieversii*) в Казахстане. Дикая яблоня является одной из основных лесообразующих пород в горных ландшафтах юга и юго-востока Казахстана. Яблоня Сиверса представляет особый интерес для отечественных и зарубежных ученых, так как она обладает особой ценностью, естественные насаждения яблони Сиверса не имеют аналогов в мировом растительном сообществе. Они в настоящее время признаны имеющими глобальное мировое значение как единственная в мире природная генетическая основа поддержания и развития культуры яблони. К сожалению, за последние полвека численность данного вида резко сократилась, поэтому важность яблоневых лесов требует усиления их охраны и разработки системы мер по защите от угроз. Одной из основных угроз для этого вида в настоящее время стали насекомые-вредители, которые наносят огромный урон этим лесам. В связи с этим, в статье приведен краткий обзор наиболее важных и доминирующих видов среди насекомых-вредителей, которые размножаются в массовом количестве и причиняют существенный экономический ущерб. В статье дана оценка современного состояния яблони Сиверса и сделан анализ по территориям распространения. В ней также рассматриваются степень изученности дикой яблони и угрозы, влияющие на сокращение популяций этого вида яблони.

Ключевые слова: яблоня Сиверса, насекомые-вредители, Заилийский Алатау, Джунгарский Алатау.

Turekhanova R.M.¹, Tanabekova G.B.²

¹Candidate of Biological Sciences, Scientific Society "Tethys",
Kazakhstan, Almaty, e-mail: almarais@mail.ru

²2nd course PhD Student, Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty, e-mail: tanabekova.guli@gmail.com

**The important insect pests of Sievers Apple trees (*Malus sieversii*)
in Kazakhstan**

The article is devoted to the problems of preserving of Sievers Apple trees (*Malus sieversii*) in Kazakhstan. Wild apple-tree is one of the main forest-forming species in the mountain landscapes of the south and southeast of Kazakhstan. Sievers apple is of special interest for domestic and foreign scientists, since it has a special value, the natural plantings of Sievers apple have no analogues in the world plant community. They are now recognized as having global significance as the world's only natural genetic basis for maintaining and developing the apple tree culture. Unfortunately, over the past half century the number of this species has dramatically decreased, so the importance of apple forests requires strengthening their protection and developing a system of measures to protect against threats. One of the main threats for this species is now insect pests, which cause huge damage to these forests. In this regard, the article provides a brief overview of the most important and dominant species among insect pests that multiply in mass and cause significant economic damage. The article gives an assessment of the current state of the wild apple tree and analyzed the distribution territories. It also examines the level of study of wild apple trees and threats that affect the decline of populations of this species of apple.

Key words: Sievers Apple tree, insect pests, Zailiysky Alatau, Zhonggar Alatau.

Туреханова Р.М.¹, Танабекова Г.Б.²

¹биология ғылымдарының кандидаты, «Тетис» ғылыми қоғамы,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: almarais@mail.ru

²курс PhD докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: tanabekova.guli@gmail.com

Тұрақты даму мәнмәтінінде Қазақстандағы Сиверс алмасының (*Malus sieversii*) маңызды зиянкестері

Мақала Қазақстанда Сиверс алмасын (*Malus sieversii*) сақтау мәселелеріне арналды. Жабайы алма ағашы Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы таулы ландшафттардың негізгі орман құратын түрлерінің бірі болып табылады. Сиверс алмасы отандық және шетелдік ғалымдар үшін ерекше қызығушылық тудырады, өйткені ол ерекше құнды, Сиверс алма ағашының табиғи екпелері әлемдік өсімдік қауымдастығында теңдесі жоқ. Олар алма ағашының мәдениетін сақтау және дамыту үшін әлемдегі жалғыз табиғи генетикалық негіз ретінде ғаламдық жаһандық маңызға ие деп танылды. Өкінішке орай, соңғы жарты ғасырда бұл түрдің саны айтарлықтай азайғандықтан, алмалы ормандардың маңыздылығы оларды қорғауды күшейтуді және қатерлерден қорғау бойынша шаралар жүйесін әзірлеуді талап етеді. Қазіргі таңда бұл түрге ауқымды зиян келтіретін негізгі қауіп-қатердің бірі зиянкестер болып табылады. Осыған байланысты, мақалада жаппай көбейіп кеткен, елеулі экономикалық залал келтіретін зиянкестердің арасындағы ең маңызды және басым түрлерге қысқаша шолу берілген. Мақалада Сиверс алма ағашының қазіргі жай-күйі бағаланды және таралу аумақтары талданды. Сондай-ақ жабайы алма ағаштарының зерттеу дәрежесі және алма популяциясының төмендеуіне әсер ететін қауіптер қарастырылды.

Түйін сөздер: Сиверс алмасы, зиянкестер, Іле Алатауы, Жоңғар Алатауы.

В число важнейших условий, необходимых для устойчивого развития, входят сохранение и рациональное использование биоразнообразия. В этой связи, целью настоящей статьи является комплексная оценка мер, которые предпринимаются для сохранения диких популяций яблони Сиверса по всему ареалу обитания этого вида. Актуальность исследования обусловлена тем, что за последние десятилетия ареал обитания этого вида значительно сократился из-за изъятия земель для государственных и экономических нужд, генетического и экологического загрязнения диких популяций, а также появления новых опасных вредителей на окраинных частях ареала.

Несмотря на то, что в настоящее время существует широкий спектр источников, связанных с изучением этого вида как в естественных местах обитания [1], [2], [3], [4], так и в условиях искусственного разведения [5], [6], специальных публикаций по вопросам современного сохранения диких популяций яблони Сиверса по всему ареалу обитания вида не существует. К настоящему времени имеют место несколько обзоров по сохранению яблони Сиверса на отдельных участках видового ареала [7], [8], [9], и в некоторых регионах [10], [11], [12], [13].

Яблоня Сиверса является реликтовым видом, известным со времен олигоцена и имеющим горно-среднеазиатский тип ареала. Особая ценность вида состоит в том, что он является хранителем уникальной зародышевой плазмы и родоначаль-

ником многих культурных сортов яблони [14], [15]. Естественные насаждения яблони Сиверса не имеют аналогов в мировом растительном сообществе. Они в настоящее время признаны имеющими глобальное мировое значение как единственная в мире природная генетическая основа поддержания и развития культуры яблони.

Яблоня Сиверса является эндемичным и очень полиморфным видом, имеющим множество форм, которые явно различаются как по морфологии дерева, листа, плода, так и по химическому составу плодов и их вкусовым особенностям [16]. Полиморфизм дикой яблони является следствием широкого скрещивания между собой форм и их многочисленных гибридов, а также влияния разнообразных экологических условий горной местности. Наличие целой гаммы переходов от типичных мелкоплодных диких форм к крупноплодным указывает на то, что именно в реликтовых лесах Заилийского и Джунгарского Алатау, где дикая яблоня исключительно широко распространена, находится родина многих культурных сортов яблони.

Ареал яблони Сиверса охватывает горные районы Средней Азии, юго-востока и юга Казахстана, простираясь от Тарбагатай до Памиро-Алая, в Западном Китае произрастает в Кульдже. Основные массивы диких яблоневых лесов имеются в Тарбагатае (площадь около 300 га); Джунгарском Алатау (3800 га); Заилийском Алатау (1300 га) и в Западном Тянь-Шане [17]. В Западном Тянь-Шане яблоня встречается пре-

имущественно небольшими рощицами, разбросанными по ущельям, имеется только один крупный массив – роща «Караалма» площадью 50 га в каньоне р. Аксу на территории заповедника Аксу-Жабаглы. Среди видов рода *Malus* Mill. среднеазиатская дикорастущая яблоня Сиверса обладает большим внутривидовым разнообразием [18]. Она имеет большой спектр изменчивости в биологических особенностях, зимостойкости, засухо- и жаростойкости, иммунности к вредителям и болезням.

Самым северным ареалом обитания яблони Сиверса является Тарбагатай. Впервые этот вид описан из территории Казахстана с южного макросклона хребта Тарбагатай (долина р. Урджар), где проходит северная граница ее ареала. Именно здесь в 1796 г. аптекарь и корреспондент Вольного экономического общества И. Сиверс обнаружил «преизящное дерево», плоды которого сходны с известными в России рязанскими яблонями, плоды которого достигали размеров куриного яйца. Собранные во время экспедиции гербарные образцы были описаны в 1846 г. ботаником Карлом Ледебуром, который назвал ее в честь первооткрывателя яблоней Сиверса.

Системные исследования дикой яблони в Джунгарском и Заилийском Алатау были начаты в середине XX века А.Д. Джангалиевым, который изучал ее на фитоценотическом, видовом и популяционном уровнях в горных системах Казахстана. Исследования показали, что автохтонные яблоневые леса отличаются высокой полиморфностью и генетической уникальностью. Им выделено пять типов яблоневых сообществ в Джунгарском и Заилийском Алатау: очень сухие таволго-шиповниковые яблонники; сухие травяно-кустарниковые яблонники; свежие травяно-кустарниковые яблонники с боярышником и осинкой; свежие разнотравно-кустарниковые яблонники; влажные травяные яблонники [19].

В Джунгарском Алатау оптимальной зоной произрастания яблони Сиверса являются северные склоны на высоте 1200-1500 м над уровнем моря, южных склонах – 1200-1600 м. Еще в 60-е годы в Джунгарском Алатау А.Д. Джангалиевым были выделены 6 семенных участков дикой яблони Пихтовая и Солдатская щели, Мушабай, Кок-Джета I, Кок-Джета II, Черный ключ I, Черный ключ II, Чернова речка с целью получения семян, отбора и сохранения маточных деревьев.

В Заилийском Алатау яблоня растет на высоте 900-1500 м над уровнем моря, а по южным склонам поднимается до 1500-1700 м. Оптимальные условия для произрастания дикой яблони

в Заилийском Алатау отмечены на склонах северных экспозиций на высотах 1300-1600 м. А.Д. Джангалиевым были выделены семенные участки в ущельях Микушино, Каменная щель, Кузнецова щель для получения семян, отбора и сохранения маточных деревьев для воспроизводства в природе, широкого вовлечения в селекционную работу.

В Заилийском Алатау дикорастущие яблоневые леса расположены на территории Иле-Алатауского государственного национального природного парка в ущельях Иссук, Микушино, Солдатсай, Талгар, Котырбулак, Большое и Малое Алматинские, Аксай, Каскелен, Тургень [20] массивами различного размера, небольшими группами и отдельными деревьями. Наиболее крупные массивы яблонников расположены в ущелье Бельчабдар, а также на выделенном А.Д. Джангалиевым еще в 60-е годы прошлого века селекционно-генетическом участке «Кузнецова щель», площадью около 200 га, расположенном в урочище Талды-Булак Маловодненского лесничества Тургенского филиала национального парка. Этот участок является основным по сохранившимся площадям в Заилийском Алатау.

В ЮКО и Жамбылской областях дикая яблоня произрастает небольшими рощицами и группами в поймах горных рек Угама, Машата, Даубабы, Босторгая, Боролдая, Беркары, урочищах Тутсай, Каинды, Суворова, Кара-Арша, Караконьиз. Наблюдается высокая вариабельность плодов по форме – округлые, плоско-округлые, цилиндрические, широко-цилиндрические, округло-конические, удлинённо-конические, широко-конические. По окраске они чаще всего зеленые и желтые, хотя в долине р. Угам преобладают яблони с зеленовато-желтыми плодами, в ур.Босторгай обнаружены плоды с розовой, малиновой покровной окраской, а в Аксу-Жабаглы – с малиново-красной кожицей. Большинство плодов имеют сладкий, кисловато-сладкий вкус, горьких – мало.

Большинство экспертов выделяют следующие основные факторы угроз для дикоплодовых горных лесов, к которым относятся и дикие популяции яблони Сиверса:

- нерациональное использование ресурсов;
- неудовлетворительное фитосанитарное состояние лесов, интродукция чужеродных видов и размножение вредителей;
- генетическая эрозия, вызванная созданием лесокультур, культурных садов и дачных массивов;
- спад в садоводческой индустрии;

- ухудшение социально-экономических условий жизни населения, вызывающее незаконные рубки леса, ненормированный сбор плодов и ягод;

- расширение неконтролируемых зон отдыха и растущие рекреационные нагрузки;

- усиливающаяся аридность климата региона.

Одной из основных угроз для этого вида являются насекомые-вредители, которые наносят огромный урон этим лесам [21]. Ниже на основе наших исследований приводится краткий обзор наиболее опасных вредных насекомых, которые повреждают дикие популяции этого вида яблони.

Основную долю насекомых-вредителей составляют членистоногие, которые наносят вред разной степени. Наиболее опасные виды относятся к клещам и насекомым, среди которых важную роль играют виды из отрядов жесткокрылые (Coleoptera), чешуекрылые (Lepidoptera) и равнокрылые (Homoptera). Кроме этого, среди вредителей яблони можно встретить двукрылых (Diptera), перепончатокрылых (Hymenoptera) и трипсов (Thysanoptera).

Насекомые-вредители по экологическим особенностям и характеру воздействия подразделяются на первичных и вторичных вредителей. К первичным вредителям относятся виды из отрядов чешуекрылые, жесткокрылые и перепончатокрылые, которые поселяются на здоровых деревьях и, как правило, объедают лиственный покров. При вспышках численности эти вредители вызывают гибель и подготавливают основу для заселения вторичных вредителей.

Массовыми вторичными вредителями являются жуки (Coleoptera) из семейств короеды, долгоносики, усачи и златки. Вторичные вредители делятся на физиологических и технических. Физиологические насекомые-вредители поражают живые деревья и разрушают живые ткани, а технические перерабатывают уже древесину мертвых деревьев.

Наиболее важными и доминирующими видами среди насекомых-вредителей, которые размножаются в массовом количестве и причиняют существенный экономический ущерб, являются: яблонная плодовая жорка, яблонная моль, боярышниковая кружковая моль, различные виды листоверток, тлей и кокцид, а также не относящиеся к насекомым обыкновенный паутинный и галловые клещи. Ниже приводятся характеристики четырёх основных и наиболее опасных видов вредителей дикой яблони.

Класс Insecta Насекомые

Отряд Lepidoptera Чешуекрылые

Семейство Tortricidae Листовертки

***Cydia pomonella* (L., 1758), Плодовая жорка яблонная.**

Морфология. Бабочка в размахе крыльев 14-21 мм. Передние крылья темно-серые, с поперечно-волнистыми линиями. На вершинном крае коричнево-бурое с бронзовым отливом пятно. Задние крылья более светлые, с бахромой по краям. У сидящей бабочки крылья складываются кровлеобразно вдоль спины. Яйцо сероватое, лепешкообразные, до 1 мм. Гусеница длиной 12-18 мм, светло-розовая или желтовато-белая, с коричневой головой. Куколка желтовато-коричневая, длиной 9-12 мм.

Распространение. Широко распространена в ареале яблони. В Казахстане и Средней Азии – по всей зоне плодового и в дикоплодовых лесах.

Биология и экология. В Средней Азии дает до 4 поколений в год. Средняя плодовитость – 60-120 яиц. Самка откладывает яйца по одному на плоды и листья, преимущественно на нижнюю сторону. Период развития гусениц длится от 22 дней (на юге) до 45 дней (на севере). Куколки развиваются 2-3 недели. Зимуют взрослые гусеницы в плотных коконах. Диапаузирующие гусеницы окукливаются, как правило, под корой штамбов яблони. Лёт имаго весной наблюдается вскоре после цветения яблони, достигая максимума через 2-3 недели в период образования завязей. Вылет бабочек 2 поколения начинается раньше, чем заканчивается лет 1 поколения. Благодаря этому в природе встречаются одновременно все стадии развития вредителя.

Повреждаемые растения и хозяйственное значение. Основным кормовым растением являются дикие и культурные яблони; сильно вредит плодам груши и айвы, изредка косточковым – персику, абрикосу, гранату. Повреждает также плоды груши, сливы, персика, айвы, абрикоса, грецкого ореха. Яблонная плодовая жорка – один из самых опасных вредителей плодов яблони. В благоприятные для ее развития годы (нехолодная зима, теплая весна и жаркое, умеренно влажное лето) может уничтожить более 50% плодов.

***Archips rosana* (L., 1758), Листовертка розанная.**

Морфология. Бабочка с размахом крыльев 18-22 мм у самок и 14-19 мм у самцов. Передние крылья окрашены в охряно-золотистый или тем-

но-коричневый цвет с более поперечными и узкими волнистыми полосками, а также несколькими пятнышками. Задние крылья светло-коричневые с розовато-желтым оттенком у основания. Размер яйцекладок – 0,7-1,2 см. Гусеницы от серовато-зеленого цвета, с бурой блестящей головкой, покрытой редкими светлыми волосками. Длина взрослой гусеницы – 10-20 мм. Куколка вначале зеленая, с темно-зелеными крыловыми чехлами, приобретает позже темно-коричневую окраску и имеет светлое брюшко. Длина куколки самки – 9-13 мм, у самцов – 5-7 мм.

Распространение. Голарктический вид. Южный Казахстан – на север по долине р. Сырдарья до Жусалы, на юго-востоке – повсеместно. Локально – в северо-восточных областях.

Биология и экология. Яйцекладки расположены на толстых ветках и стволах деревьев. Развивается одна генерация в году. Зимуют яйца. Гусеницы живут в скрученных ими листьях, из которых выходят, чтобы питаться расположенными рядом листьями и плодами. В зависимости от температуры воздуха гусеницы развиваются от 25 до 40 дней. Окукливаются внутри скрученных листьев. Через 8-14 дней из куколок выходят бабочки, которые летают в июне и первой половине июля (в сумерки и ночью). В это время каждая самка откладывает до 250 яиц.

Повреждаемые растения и хозяйственное значения. Повреждает преимущественно яблоню, грушу, черную смородину, черешню и другие косточковые породы.

Семейство Glyhipterygidae Моли-листозвертки

***Choreutis pariana* (Clerck, 1759), Моль-листозвертка плодовая или яблоневого огневка.**

Морфология. Бабочка мелкая, в размахе крыльев достигает 12 мм. Крылья темно-серые, на них расположены поперечные ломаные линии, а по краю – коричневая полоса. Гусеница желтовато-зеленая со светло-коричневой головой и 2 рядами темных точек на спине вдоль тела. Позднее она становится желтой с 2 продольными линиями вдоль спины и поперечными по краям каждого сегмента тела. Гусеница достигает в длину 12 мм.

Распространение. Европейско-сибирский вид. Обитает в Казахстане, в западной, северной и южной частях.

Биология и экология. Взрослые гусеницы длиной 12-13 мм, живут поодиночке и скелетируют листья с верхней стороны. Гусеницы очень

подвижны, будучи потревоженными, быстро покидают листья, на которых питались, и спускаются по паутине на землю. Обычно развиваются 2 генерации в году, в отдельные годы в степной зоне может давать 3 генерации. Зимуют бабочки и куколки под отставшей корой деревьев или под опавшими листьями. Весной бабочки откладывают на листья яблони или груши яйца. Отродившиеся гусеницы скелетируют листья с нижней стороны, оставляя нетронутыми жилки. Позже они переходят на верхнюю сторону листа. Если потревожить гусениц, они быстро покидают листья и повисают на паутинке. Развивается в 1-2 поколениях. Наибольший вред причиняет второе поколение вредителя, гусеницы которого питаются в июле-августе.

Повреждаемые растения и хозяйственное значение. Повреждает все плодовые породы, особенно яблоню. Особенно сильно вредят гусеницы второй генерации, которые в августе-сентябре часто повреждают все листья на дереве, вызывая их засыхание и преждевременное опадение. Большой вред наносит молодым садам и питомникам. Поврежденные листья гусеницы скручивают и стягивают паутиной.

Класс Arachnida Паукообразные
Отряд Acariformes Клещи

***Panonychus ulmi* (Koch, 1836), Красный плодовый (яблонный) клещ.**

Морфология. Самка широкоовальная, сверху выпуклая, снизу уплощенная. Тело светло- или вишнево-красного цвета с черными пятнами по бокам. Длина – 0,4 мм, ширина – 0,26 мм. Тело самца буровато- или желтовато-зеленого цвета, слабо выпуклые на вентральной и дорсальной стороне и суженное кзади. Длина тела – 0,3 мм, ширина – 0,15 мм. Яйцо оранжево-красного или желтовато-оранжевого цвета. Диаметр яйца – 0,15-0,16 мм. Личинка сначала округлой, позже овальной формы, с 3 парами ног. Окраска – от оранжевой до желтоватой или зеленовато-бурой. Длина тела – 0,17 мм, ширина – 0,11 мм. Протонимфа и дейтонимфа широкоовальной формы, светло- или буровато-красного цвета с 4 парами ног. Длина тела протонимфы – 0,2 мм, ширина – 0,14 мм; длина дейтонимфы – 0,27-0,34 мм, ширина – 0,15-0,21 мм.

Распространение. Голарктический вид. В Казахстане – повсеместно, кроме аридных районов.

Биология и экология. Самцы отрождаются примерно на день раньше самок. За всю жизнь

самка спаривается только один раз, обычно сразу после отрождения, и уже через 2-4 дня начинает откладывать яйца. Средняя плодовитость – около 19 яиц, максимальная – до 70. Зимует на стадии яйца. Зимующие яйца откладываются на шероховатую кору на нижней стороне ветвей; на сильно зараженных растениях они иногда лежат в 2-3 слоя. Отрождение личинок совпадает с цветением сливы и стадией розового бутона у яблони. В разных частях ареала клещ дает до 3-10 поколений. Продолжительность развития от яйца до имаго, включая период дополнительного питания, 28-33 дня.

Повреждаемые растения и хозяйственное значение. Повреждает яблоню и другие плодовые деревья. Деревья, сильно заселенные клещом, ослабевают и дают мелкие плоды. Замедляется рост растений, ослабевает закладка цветковых почек следующего года. Возможны потери до 65% урожая яблок. При высокой численности клещей ветви в местах скопления яиц становятся красными.

Исходя из контекста устойчивого развития, в сохранении яблони Сиверса важно знать и бороться с основными угрозами. В целом, по всему ареалу произрастания яблони Сиверса общая площадь диких популяций этого вида за последние 100 лет сократилась почти на 70%. Основными угрозами для существования этого вида являются: нерациональное использование природных ресурсов; вырубка дикоплодовых лесов и изъятие земель под хозяйственные нужды, пожары; интродукция чужеродных видов, отсутствие контроля за размножение естественных вредителей; генетическая эрозия, вызванная влиянием близлежащих культурных садов; неудовлетворительное фитосанитарное состояние дикоплодовых лесов, усиливающаяся аридность климата; растущие рекреационные нагрузки на популяции дикой яблони; перевыпас скота в лесных массивах. Кроме того, быстрый рост численности населения в последние 30 лет обуславливает осваивать новые горные территории, связанные с расчисткой лесных под пашни и строительство дорог и зданий.

Литература

- Джангалиев А.Д. Уникальное и глобальное значение генофонда яблоневого леса Казахстана // Доклад Национальной Академии наук. – Алматы, 2007. – С. 41-47.
- Volk, Gayle M.; Henk, Adam D.; Richards, Christopher M.; Forsline, Philip L.; Chao, C. Thomas. *Malus sieversii*: A Diverse Central Asian Apple Species in the USDA-ARS National Plant Germplasm System. *HortScience*, Volume: 48, Nr. 12 (2013). pp. 516-518.
- Zhang Yan-min; Feng Tao; Zhang Chun-yu; et al. *Advances in Research of the Malus sieversii (Ledeb.) Roem. Acta Horticulturae Sinica*, Volume 36, Nr. 3 (2009). pp. 447-452.
- Nazirov, Khikmatullo N. Selection and economic value of local varieties and forms of Sievers Apple *Malus sieversii (Ledeb.) M. Roem* in Tajikistan. Thesis of higher doctorate dissertation on agriculture. Dushambe, (2011). pp. 1-37.
- Hokanson, S.C.; Forsline, P.L.; McFerson, J.R.; et al. Ex situ and in situ conservation strategies for wild *Malus* germplasm in Kazakhstan. *Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics*, St. Catherine Coll., Oxford, England, 1996. *Acta Horticulturae*, Nr. 484 (1998). pp. 85-91.
- Cheng, Kewu; Zhou, Xiaofang; Zang, Runguo; et al. Study on the measures of conserving *Malus sieversii* resources in Xinjiang, China. *Arid Zone Research*, Volume 25, Nr. 6 (2008). pp. 760-765.
- Джангалиев А. Д., Салова Т. Н., Туреханова Р. М. Дикая яблоня Тарбагатая как объект охраны и рационального использования. // В кн.: *Материалы научной конференции. Ботанические исследования в Казахстане.* – Алматы, 2003. – С. 266–267.
- Adilbayev Zh.A., Sakauova G.B. Species of agrobiodiversity on the territory of Karatu Strict Nature Reserve in South Kazakhstan. In: *Wild fruit forests of Kazakhstan: issues on conservation and rational use of the genofund of global significance*, Almaty, (2012). pp. 5-7.
- Айнабеков М.С., Туреханова Р.М., Иващенко А.А. О сохранении яблони и абрикоса на территории Иле-Алатауского ГНПП // *Матер. Междунар. конф. «Проблемы изучения, сохранения и рационального использования водных и околосредовых экосистем», посвященной 80-летию д.б.н., проф. В.П. Митрофанова.* Серия экологическая. – 2012. №1. – С. 238-241.
- Liu Jing; Zhou Qianghe; Sun Haiwei; et al. Study on the Phenotype Biodiversity of Xinjiang Wild Apples (*Malus sieversii*). *Journal of Fruit Science*, Volume 21, Nr. 4 (2004). pp. 285-288
- Liu Hua; Zang Runguo; Ding Yi; et al. Population Characteristics of *Malus sieversii* in the West Part of Tianshan Mountains, Xinjiang. *Scientia Silvae Sinicae* Volume: 46, Nr. 11, (2010). pp. 1-7
- Ogar, Natalya Distribution of the wild apple tree and its growth conditions in the Tien Shan). *The wild apple forests of the Tien Shan, XXVII International Carlo Scarpa Prize for Gardens 2016, Fondazione Benetton Studi Ricerche, Treviso* (2016). pp. 25-35.

Yang, Meiling; Li, Fang; Long, Hong; et al. Distribution, reproductive characteristics, and in situ conservation of *Malus sieversii* in Xinjiang, China. *HortScience*, Volume 5, Nr. 9 (2016). pp. 1197-1201.

Вавилов Н.И. Пять континентов. Западный Китай. – М.: Мысль, 1987. – С. 63-67.

Harris S.A., Robinson J.P., Juniper D.E. Genetic clues to the origin of the apple // *Trend in genetic*, Vol. 18, №8. (2002). – P. 426-430.

Dzhangaliev A.D., Salova T.N., Turekhanova R.M. The Wild Fruit and Nut of Kazakhstan // *Horticultural Reviews*. Volume 29. Wild Apple and Fruit of Central Asia. (2003). – P. 305-370.

Джангалиев А.Д., Салова Т.Н., Туреханова Р.М. Сорта-клоны диких яблонь и абрикоса Казахстана – практическая основа восстановления диких плодовых лесов Республики // *Проблемы сохранения горного растительного агробιοразнообразия в Казахстане: Сборник тезисов выступлений*. – Алматы, 2007. – С. 32-35.

Пономаренко В.В., Назиров Х.Н. О внутривидовом разнообразии яблони Сиверса *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. в Центральном Таджикистане // *Систематика, морфология, биология и сортоизучение плодовых, ягодных, субтропических и декоративных культур (Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции, том 131)*. – Л.: ВИР, 1990. – С. 8-13.

Джангалиев А.Д. Дикая яблоня Казахстана. – Алма-Ата, 1977. – 283 с.

Айнабеков М.С., Туреханова Р.М. Яблоня Сиверса в Иле-Алатауском национальном парке: результаты и перспективы мониторинга // *Труды Иле-Алатауского национального парка*. Выпуск 1. – Астана: Жасыл Орда, 2015. – С.15-28.

Кашцев В.А. Справочник насекомых-вредителей яблони в дикоплодовых лесах и садах Казахстана. – Алматы, 2010. – 156 с.

References

Adilbayev Zh.A., Sakauova G.B. (2012) Species of agrobiodiversity on the territory of Karatu Strict Nature Reserve in South Kazakhstan. In: *Wild fruit forests of Kazakhstan: issues on conservation and rational use of the genofund of global significance*, Almaty, pp. 5-7.

Ajnabekov M.S., Turekhanova R.M., Ivashchenko A.A. O sohraneniі yablōni i abrikosa na territorii Ile-Alatauskogo GNPP [About preservation of apple and apricot in the territory of the Ile-Alatau SNGP] Mater. Mezhdunar. konf. «Problemy izucheniya, sohraneniya i racional'nogo ispol'zovaniya vodnyh i okolovodnyh ehkositsem», posvyashchennoj 80-letiyu so dnya d.b.n prof. V.P.Mitrofanova. Seriya ehkologicheskaya. – 2012. №1. – pp.238-241.

Ajnabekov M.S., Turekhanova R.M. Yablōnya Siversa v Ile-Alatauskom nacional'nom parke: rezul'taty i perspektivy monitoringa [Apple Tree of Sievers in the Ile-Alatau National Park: results and prospects of monitoring]. *Trudy Ile-Alatauskogo nacional'nogo parka*. Vypusk 1. – Astana: ZHasyly Orda, 2015. – pp.15-28.

Cheng, Kewu; Zhou, Xiaofang; Zang, Runguo; et al. (2008) Study on the measures of conserving *Malus sieversii* resources in Xinjiang, China. *Arid Zone Research*, Volume 25, Nr. 6, pp. 760-765.

Dzhangaliev A.D. *Dikaya yablōnya Kazahstana* [Wild apple-tree of Kazakhstan]. – Alma-Ata, 1977. – pp. 283.

Dzhangaliev A.D., Salova T.N., Turekhanova R.M. (2003) The Wild Fruit and Nut of Kazakhstan. *Horticultural Reviews*. Volume 29. Wild Apple and Fruit of Central Asia. – P. 305-370.

Dzhangaliev A.D., Salova T.N., Turekhanova R.M. *Dikaya yablōnya Tarbagataya kak ob'ekt ohrany i racional'nogo ispol'zovaniya* [Wild apple tree Tarbagatai as an object of protection and rational use]. *Materialy nauchnoj konferencii. Botanicheskie issledovaniya v Kazahstane*. Almaty 2003b. – pp. 266–267.

Dzhangaliev A.D., Salova T.N., Turekhanova R.M. *Sorta-klony dikih yablōni i abrikosa Kazahstana prakticheskaya osnova vosstanovleniya dikih plodovyh lesov Respubliki* [Varieties-clones of wild apple and apricot of Kazakhstan practical basis for restoration of wild fruit forests of the Republic]. *Problemy sohraneniya gornogo rastitel'nogo agrobioraznoobraziya v Kazahstane: Sbornik tezisov vystuplenij*. - Almaty, 2007. – pp. 32-35.

Dzhangaliev A.D. (2007) *Unikal'noe i global'noe znachenie genofonda yablōnevyyh lesov Kazahstana* [Unique and global importance of the genetic pool of Kazakhstan apple's forests]. *Doklad Nacional'noj Akademii nauk*. Almaty, Nr.5, pp. 41-47.

Harris S.A., Robinson J.P., Juniper D.E. (2002) Genetic clues to the origin of the apple. *Trend in genetic*, Vol. 18, №8. – pp. 426-430.

Hokanson, S.C., Forsline, P.L., McPerson, J.R. et al. (1998) Ex situ and in situ conservation strategies for wild *Malus* germplasm in Kazakhstan. *Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics*, St. Catherine Coll., Oxford, England, 1996. *Acta Horticulturae*, Nr. 484, pp. 85-91.

Kashcheev V.A. *Spravochnik nasekomyh-vreditelej yablōni v dikoplodovyh lesah i sadah Kazahstana* [Directory of apple pests in the wild fruit forests and gardens of Kazakhstan]. Almaty 2010. 156 p.

Liu Jing; Zhou Qianghe; Sun Haiwei; et al. (2004) Study on the Phenotype Biodiversity of Xinjiang Wild Apples (*Malus sieversii*). *Journal of Fruit Science*, Volume 21, Nr. 4, pp. 285-288.

Liu Hua; Zang Runguo; Ding Yi; et al. (2010) Population Characteristics of *Malus sieversii* in the West Part of Tianshan Mountains, Xinjiang. *Scientia Silvae Sinicae* Volume: 46, Nr. 11, pp. 1-7.

Nazirov H., Khikmatullo N. (2011) Selection and economic value of local varieties and forms of Sievers Apple *Malus sieversii*

(Ledeb.) M. Roem in Tajikistan. Thesis of higher doctorate dissertation on agriculture. Dushambe, pp 1-37.

Ogar N. (2016) Distribution of the wild apple tree and its growth conditions in the Tien Shan). The wild apple forests of the Tien Shan, XXVII International Carlo Scarpa Prize for Gardens 2016, Fondazione Benetton Studi Ricerche, Treviso pp. 25-35.

Ponomarenko V.V., Nazirov H.N. O vnutrividovom raznoobrazii yabloni Siversa *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. v Central'nom Tadjikistane [About the intraspecies variety of Sievers apple tree *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. in Central Tajikistan] // Sistematika, morfologiya, biologiya i sortoizuchenie plodovyh, yagodnyh, subtropicheskikh i dekorativnyh kul'tur (Sbornik nauchnyh trudov po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, tom 131). – L., VIR, 1990. – pp.8-13.

Vavilov N.I. Pyat' kontinentov. Zapadnyj Kitaj [Five continents. Western China]. M.: Mysl', 1987. – pp.63-67.

Volk, Gayle M., Henk, Adam D., Richards, Christopher M., Forsline, Philip L., Chao, C. Thomas (2013) *Malus sieversii*: A Diverse Central Asian Apple Species in the USDA-ARS National Plant Germplasm System. HortScience, Volume: 48, Nr. 12, pp. 516-518.

Yang, Meiling. Li, Fang. Long, Hong et al. (2016) Distribution, reproductive characteristics, and in situ conservation of *Malus sieversii* in Xinjiang, China. HortScience, Volume 5, Nr. 9, pp. 197-201.

Zhang Yan-min; Feng Tao; Zhang Chun-yu; et al. (2009) Advances in Research of the *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem. Acta Horticulturae Sinica, Volume 36, Nr. 3, pp. 447-452.

МАЗМҰНЫ–СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім Раздел 1
Қоршаған ортаны қорғау Воздействие на окружающую среду
және қоршаған ортаға антропогендік антропогенных факторов и защита
факторлардың әсері окружающей среды

Абдрасулова Ж.Т., Тулеуханов С.Т., Құжантаева Ж.Ж., Жиенбай С.Б., Хамитова Н.Х., Узбекбаева Г.
Қойма зеңдерінің және егістіктен келген саңырауқұлақ түрлерінің дамуына орта факторларының әсері

Рамазанова Н.Е., Токсанбаева С.Т., Инкарова Ж.И.
Анализ загрязнения растительного покрова Зеленовского района Западно-Казахстанской области.....

Шалахметова Т.М., Сутуева Л.Р., Мамилов Н.Ш., Шимшиков Б.Е., Құлымбет Қ.Қ., Тастан Д.А., Райке Т.М.
Биотестирование поверхностных вод и донных отложений из реки Иле и юго-западной части озера Балкаш

2-бөлім Раздел 2
Қоршаған орта ластаушыларының биотаға Оценка действия загрязнителей
және тұрғындар денсаулығына окружающей среды на биоту и
әсерін бағалау здоровье населения

Кенжетасов Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Жидебаева А.Е.
Экологическая оценка состояния почв в районе цементного завода Каспий Цемент на месторождении мела Шетпе Южное

Koldasbayeva D.A., Lovinskaya A.V., Kolumbayeva S.Zh., Suvorova M.A.
The Study of the Mutagenic Effect of Carbon Dioxide on Soybean line T-219 (Glycine max (L.) Merrill)

Рахым А.Б., Сейлханова Г.А., Чавдари А.
Адсорбция бихромат- и перманганат-анионов органо-цеолитом месторождения Шанканай

3-бөлім Раздел 3
Биологиялық Актуальные проблемы
алуантүрлілікті сақтаудың сохранения биологического
өзекті мәселелері разнообразия

Избастина К.С., Курманбаева М.С., Молдақарызова А.Ж., Базарғалиева А.А., Әметов Ә.Ә., Билкенова А.З., Мухтубаева С.К.
Anthemis trotzkiana Claus популяцияларының экологиялық-ценотикалық бейімделушіліктерін талдау.....

Пазылбеков М.Ж., Данько Е.К., Абилов Б.И., Кожабаяева Э.Б.
Ихтиофауна озера Деревянное (Балкашский бассейн).....

Туреханова Р.М., Танабекова Г.Б.
Важнейшие насекомые вредители яблони сиверса (Malus sieversii) в Казахстане.....

CONTENTS

Section 1 Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protection

- Abdrasulova Z., Tuleukhanov S., Kuzhantaeva Z., Zhiembai S., Khamitova N., Uzbekbaeva G.*
Influence of environmental factors on the development of storehouse fungus and fungi from the field
- Ramazanova N.E., Toxanbayeva S.T., Inkarova Zh.I.*
Analysis of the contamination of vegetation Zelenovsk district of west Kazakhstan region
- Shalakhmetova T.M., Sutuyeva L.R., Mamilov N.Sh., Shimshikov B.E., Kulymbet K.K., Tastan D.A., Raike T.M.*
Biotesting of surface water and bottom sediments from the Ile River and the southwestern part of the Balkash Lake

Section 2 Assessment of environmental pollution on biota and health

- Kenzhetayev G.Zh., Syrlybekkyzy S., Zhidebayeva A.*
Ecological assessment of soils near the cement factory Caspian Cement on the chalk deposits Shetpe South
- Koldasbayeva D.A., Lovinskaya A.V., Kolumbayeva S.Zh., Suvorova M.A.*
The Study of the Mutagenic Effect of Carbon Dioxide on Soybean line T-219 (*Glycine max* (L.) Merrill)
- Rakhym A.B., Seilkhanova G.A., Csavdari A.*
Dichromate and permanganate-anions adsorption by Shankanai deposit organo-zeolite

Section 3 Actual problems of biodiversity conservation

- Izbastina K.S., Kurmanbayeva M.S., Moldakaryzova A.Zh., Bazargaliyeva A.A., Ametov A.A., Bilkenova A.Z., Mukhtubaeva S.K.*
Analysis of the ecological-cenotic adaptation of *Anthemis trozkiana* Clauspopulations
- Pazilbekov M.J., Danko E.K., Abilov B.I., Kozhabeva E.B.*
Ichthyofauna of the dereviannoe lake (Balkhash watershed)
- Turekhanova R.M., Tanabekova G.B.*
The important insect pests of Sievers Apple trees (*Malus sieversii*) in Kazakhstan