ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

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 (69)

Алматы
«Қазақ университеті»
2021

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

KazNU Science • ҚазҰУ Ғылымы • Наука КазНУ

ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №4 (69) желтоқсан

04. 05. 2017 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникация министрлігінде тіркелген

Куәлік № 16501-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады
(наурыз, маусым, қыркүйек, желтоқсан)

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ
Ниязова Р.Е., б.ғ.к., профессор (*Қазақстан*)
E-mail: Raygul.Nyiyazova@kaznu.kz

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:
Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі, (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*)
Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (*Қазақстан*)
Тажибаева Т.Л., б.ғ.к., профессор м.а. (*Қазақстан*)
Мамилов Н.Ш., б.ғ.к., доцент (*Қазақстан*)
Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (*Қазақстан*)
Кушнаренко С.В., б.ғ.к., доцент (*Қазақстан*)
Дигель И., PhD докторы, профессор (*Германия*)
Маторин Д., б.ғ.д., профессор (*Ресей*)
Рахман Е., PhD, профессор (*Қытай*)
Тамо Тацуя, PhD, профессор (*Жапония*)
Аллахвердиев Сулейман, б.ғ.д., профессор (*Ресей*)
Каримов Б., б.ғ.д., профессор (*Өзбекстан*)

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ
Қосалбаев Б.Д., PhD, 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.

Комитет по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК

Crossref Content Registration

doi DIGITAL OBJECT IDENTIFIER

Национальный центр государственной научно-технической экспертизы

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ Science Index

ҚАЗАҚ УНИВЕРСИТЕТІ БАСПА ҮЙІ

Жоба менеджері
Гульмира Шаккозова
Телефон: +7 701 724 2911
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:
Гульмира Бекбердиева
Ағила Хасанқызы

Компьютерде беттеген
Айгүл Алдашева

ИБ № 15137

Пішімі 60x84/8. Көлемі 6,75 б.т. Тапсырыс № 11953.
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, 2021

1-бөлім

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

Section 1

ENVIRONMENTAL IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS AND ENVIRONMENTAL PROTECTIONY

Раздел 1

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МРНТИ 87.26.25 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.01

Г.Е. Байкенова[1*], Н.В. Барановская[2], А.А. Какабаев[1], Р.И. Берсимбаев[3], А. Зандыбай[3], Н.А. Байкенов[1]

[1]Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Казахстан, г. Кокшетау
[2]Томский политехнический университет, Россия, г. Томск
[3]Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева Казахстан, г. Нур-Султан
*e-mail: guliander@bk.ru

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОЛЕ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (POPULUS NIGRA L.) НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Актуальность работы обусловлена необходимостью изучения элементного состава золы листьев тополя черного (Populus nigra L.) как самого распространённого вида высшего растения на изучаемой территории и являющегося биоиндикатором окружающей среды. В статье представлены результаты исследования по содержанию химических элементов в золе листьев тополя черного (Populus nigra L.), произрастающего на территории Северного Казахстана, полученные методом инструментального нейтронно-активационного анализа в лаборатории Томского политехнического университета. В золе листьев были определены 28 химических элементов: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U. Определены статистические параметры содержания химических элементов в золе листьев тополя черного (Populus nigra L.) на исследуемой территории, которые показали, что они имеют нормальный и логнормальный закон распределения. По результатам кластерного анализа выявлено 10 значимых ассоциаций. Были построены геохимические ряды с целью выявления специфичных элементов для Акмолинской и Северо-Казахстанской областей, таковыми элементами являются: Cr, U, Sr, Au, Co, Ca, Na, Lu и Zn. А такие элементы, как: Zn, Sr, Ca, Br, As, Ba, являются специфичными относительно нормирования к литературным источникам.

Ключевые слова: химические элементы, биоиндикатор, зола листьев тополя черного (Populus nigra L.), инструментальный нейтронно-активационный анализ, Северный Казахстан.

G.E. Baikenova[1*], N.V. Baranovskaya[2], A.A. Kakabayev[1], R.I. Bersimbaev[3], A. Zandybay[3], N.A. Baikenov[1]

[1]Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kazakhstan, Kokshetau
[2]Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk
[3]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan
*e-mail:guliander@bk.ru

Content of chemical elements in the ash of black poplar (Populus nigra L.) leaves in the territory of Northern Kazakhstan

The relevance of the work is due to the need to study the elemental composition of ash of black poplar leaves (Populus nigra L.), as the most widespread species of a higher plant in the study area and is a bioindicator of the environment. The paper presents studies on the content of chemical elements in the ash of black poplar (Populus nigra L.) leaves growing on the territory of Northern Kazakhstan, obtained by instrumental neutron activation analysis in the laboratory of the Tomsk Polytechnic University. In leaf ash, 28 chemical elements were identified: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb , Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U. Statistical parameters of the content of chemical elements in ash of leaves of black poplar (Populus nigra L.) of the studied territory were determined, which showed that they have a normal and lognormal distribution law. According to the results of cluster analysis, 10 significant associations were identified. Geochemical series were built in order to identify specific elements for the Akmola and North Kazakhstan regions, such elements are: Cr, U, Sr, Au, Co, Ca, Na, Lu and Zn. And such elements as: Zn, Sr, Ca, Br, As, Ba are specific with respect to standardization to literary sources.

Key words: chemical elements, bioindicator, ash of black poplar leaves (Populus nigra L.), instrumental neutron activation analysis, Northern Kazakhstan.

 © 2021 Al-Farabi Kazakh National University

Г.Е. Байкенова[1*], Н.В. Барановская[2], А.А. Қақабаев[1],
Р.И. Берсімбаев[3], А. Зандыбай[3], Н.А. Байкенов[1]
[1]Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Қазақстан, Көкшетау қ.
[2]Томск политехникалық университеті, Ресей, Томск қ.
[3]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
*e-mail: guliander@bk.ru

Солтүстік Қазақстан аумағындағы қара терек (Populus nigra L.) жапырақтарының күліндегі химиялық элементтердің құрамы

Жұмыстың өзектілігі зерттелетін аумақта жоғары өсімдіктің ең көп таралған түрі және қоршаған ортаның биоиндикаторы ретінде қара терек жапырақтары күлінің (Populus nigra L.) элементтік құрамын зерттеу қажеттілігімен байланысты. Солтүстік Қазақстан аумағында өсетін қара терек (Populus nigra L.) жапырақтарының күліндегі химиялық элементтердің құрамы Томск политехникалық университетінің зертханасында инструменталды нейтронды активациялау анализі әдісімен алынған зерттеулер ұсынылған. Жапырақ күлінде 28 химиялық элементтер анықталды: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, EU, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U. Зерттелетін аумақтың қара терек (Populus nigra L.) жапырақтары күліндегі химиялық элементтер құрамының статистикалық параметрлері анықталды, бұл оларда қалыпты және логнормалды заң бар екенін көрсетті. Кластерлік талдау нәтижелері бойынша 10 маңызды қауымдастық анықталды. Ақмола және Солтүстік Қазақстан облыстары үшін спецификалық элементтерді анықтау мақсатында геохимиялық қатарлар салынды. Ол келесі элементтер: Cr, U, Sr, Au, Co, Ca, Na, Lu және Zn. Әдеби көздерге нормалауға қатысты келесі элементтер спецификалық болып саналады; Zn, Sr, Ca, Br, As, Ba.

Түйін сөздер: химиялық элементтер, биоиндикатор, қара терек жапырақтарының күлі (Populus nigra L.), инструменталды нейтронды активациялау анализі, Солтүстік Қазақстан.

Введение

Деятельность человека нарушает биогеохимические циклы многих элементов на нашей планете. К примеру, выбросы ртути в результате сжигания топлива, добычи золота и промышленных процессов загрязняют ткани животных в отдаленных арктических экосистемах. Чрезмерное использование азотных удобрений на сельскохозяйственных угодьях привело к резкому повышению уровня нитратов в реках. А использование этилированного бензина привело к увеличению концентрации свинца в городских почвах [1]. Поэтому необходимы исследования по изучению химических элементов в компонентах окружающей среды и их влияния на здоровье населения.

Для оценки состояния окружающей среды используют высшие растения в качестве биоиндикатора, так как они накапливают химические элементы в своей структуре. Одним из таких растений является тополь черный (Populus nigra L.), который имеет широкую географию распространения, также многими учеными доказано его применение в качестве биологического индикатора [2-5]. Листья являются органом растений, которые аккумулируют тяжелые металлы и чаще всего применяются для биомониторинговых исследований [6-8]. А листья тополя черного (Populus nigra L.) отвечают всем требованиям, предъявляемым к геохимическим исследованиям, и благодаря анатомическому строению концентрируют элементы из воздуха и почвы [9].

Многими зарубежными учеными был изучен элементный состав листьев различных растений [10-15], в то время как казахстанские и российские исследователи опубликовали научные работы с использованием листьев тополя черного (Populus nigra L.) как самого распространенного древесного растения, произрастающего на территории Казахстана и России с целью оценки состояния окружающей среды [2, 16-20].

Цель работы – определить содержание химических элементов в золе листьев тополя черного (Populus nigra L.) на территории Северного Казахстана.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования нами были выбраны листья тополя черного (Populus nigra L.), произрастающего на территории Северного Казахстана. Исследуемый объект относится к семейству ивовых и произрастает на территории Европы, Азии, также встречается в Северной Африке. Тополь адаптируется в любых климатических условиях и способен противостоять негативному воздействию окружающей среды. Количество проб листьев составляет 21. Отбор

проб производился на территории Северного Казахстана (Акмолинская (10 проб) и Северо-Казахстанская (11 проб) области) с конца августа по сентябрь 2018-2020 г.г. из нижней части кроны, на высоте 1,6–2 м. Максимальное количество веток было охвачено со всех сторон тополя. В первичной сырой массе вес пробы составил сто грамм (10–15 листьев с одного тополя).

На кафедре географии, экологии и туризма в Кокшетауском университете им. Ш. Уалиханова проводилась пробоподготовка исследуемого объекта. Пробы листьев просушивались при комнатной температуре и затем измельчались. После того, как измельчили на мелкие части, взвешивали на лабораторных весах. В муфельной печи в течение 5 часов озоляли при 450 °С способом сухой минерализации. После озоления взвешивали на тех же весах, что и в начале пробоподготовки. Данная процедура позволила нам рассчитать коэффициент озоления. Затем дальнейшие расчеты проводились на сухую массу согласно требованиям ГОСТ 26929–94 [21].

28 химических элементов в золе листьев тополя черного (Populus nigra L.). определяли методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в аккредитованной лаборатории Томского политехнического университета. С целью обработки статистических данных использовали программное обеспечение STATISTICA 10. Основные параметры, такие, как: среднее значение, минимальное значение, максимальное значение, стандартная ошибка, медиана, мода, стандартное отклонение, коэффициент вариации, были определены при статистической обработке данных.

Результаты и их обсуждение

Методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) определялись 28 химических элементов: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U. Были определены основные параметры с помощью программы STATISTICA 10, которые показали, что специфика элементного состава листьев тополя черного (Populus nigra L.) на изучаемой территории заключается в том, что многие химические элементы имеют неоднородный характер распределения (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические данные химических элементов в листьях тополя черного (Populus nigra L.) на территории Северного Казахстана (N=21)

Элемент	Среднее	Стандарт. ошибка	Стандарт. отклонение	Медиана	Мода	Мин.	Макс.	V,%
Na	9929,05	1111,9	5095,4	9500	Multiple	2650	25110	51
Ca	169629	6846	31374	169500	Multiple	106300	227600	18
Sc	0,7	0,1	0,4	0,7	0,6	0,2	1,7	52
Cr	4,3	0,7	3,1	3,5	Multiple	0,3	13,1	72
Fe	2180	245	1121	1970	Multiple	740	4870	51
Co	18,2	2,5	11,4	13,9	Multiple	7,3	55,9	62
Zn	892,5	132,6	607,5	777,4	Multiple	117,3	2392,3	68
As	90,9	84,7	388,1	2,2	Multiple	0,6	1784,0	427
Br	138,4	45,5	208,4	4,3	Multiple	0,2	584,1	151
Rb	23,2	2,9	13,1	19,4	Multiple	5,5	51,6	56
Sr	2258,4	168,0	770,0	2311,5	Multiple	1208,8	4522,9	34
Ag	0,5	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	1,7	91
Sb	0,2	0,1	0,3	0,1	Multiple	0,1	1,4	120
Cs	0,2	0,03	0,2	0,2	Multiple	0,001	0,6	79
Ba	213,9	19,2	88,1	192,5	Multiple	113,1	449,7	41
La	2	0,2	0,9	1,8	Multiple	0,7	4,6	47
Ce	4	0,4	1,9	4,4	4,4	1,5	8,5	47
Nd	1,2	0,2	0,9	0,6	0,5	0,3	3,0	76
Sm	0,34	0,05	0,22	0,33	0,02	0,02	0,74	65
Eu	0,07	0,01	0,04	0,06	Multiple	0,00	0,16	60
Tb	0,04	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	0,14	85
Yb	0,15	0,02	0,09	0,15	Multiple	0,00	0,32	60
Lu	0,023	0,003	0,015	0,018	Multiple	0,003	0,060	68
Hf	0,24	0,03	0,12	0,22	Multiple	0,08	0,48	50
Ta	0,04	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,12	106
Au	0,012	0,0031	0,014	0,009	0,0020	0,0004	0,0559	118
Th	0,6	0,1	0,3	0,5	Multiple	0,1	1,7	58
U	0,6	0,1	0,4	0,5	0,05	0,05	1,5	74

В составе листьев тополя черного (Populus nigra L.) соблюдается геохимическая закономерность (законы Кларка – Вернадского и Оддо – Гаркинса) распределения всех 28 химических элементов. С помощью коэффициента вариации можно увидеть, насколько обширно относительное рассеивание содержаний химических элементов в выборках в сравнении к среднему. Так, для первичной оценки геохимического и экологического состояния региона мы рассмотрели разброс минимальных и максимальных значений относительно среднего. В таблице 1 можно увидеть, что из 28 элементов только 5 элементов, таких как: кальций (18 %), стронций (34%), барий (41%), лантан (47%), церий (47%), имеют минимальный показатель коэффициента вариации, то есть подчиняются закону нормального распределения. Есть и элементы, близкие к нормальному распределению: Na, Sc, Fe, Co, Zn, Rb, Sm, Eu, Yb, Lu, Hf и Th. Химические элементы, которые подчинены нормальному закону распределения, вероятнее всего, носят природный характер. Такие элементы, как: Cr, Ag, Cs, Nd, Tb, U, имеют коэффициент вариации больше 70%, среди всех особо на себя обращают внимание элементы, у которых коэффициент вариации больше 100%: As, Br, Sb, Ta и Au. Особенно выделяется мышьяк, у которого самый высокий показатель коэффициента вариации – 427 %. Элементам, имеющим логнормальное распределение, присущ техногенный источник поступления.

Данные таблицы 1 (среднее содержание, стандартная ошибка, минимум и максимум) отражены на рисунке 1.

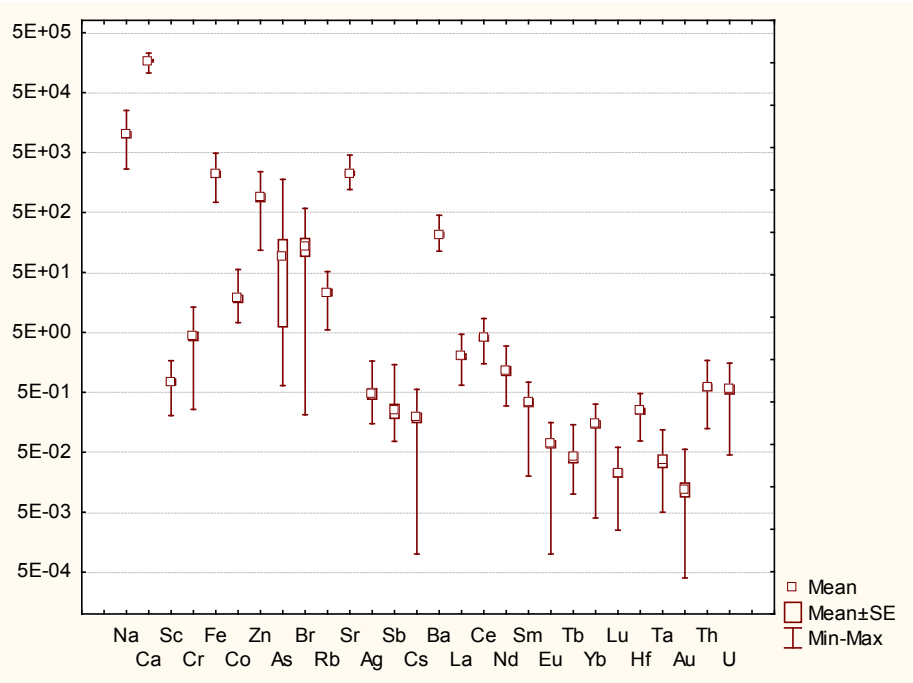


Рисунок 1 – Интервал разброса и среднее содержание химических элементов в листьях тополя черного (Populus nigra L.) Северного Казахстана

На рисунке 2 представлены результаты кластерного анализа элементного состава листьев тополя черного (Populus nigra L.) Северного Казахстана, которые позволили нам выделить несколько групп значимых ассоциаций элементов:

– золото-рубидий
– цезий-бром
– тантал-цинк
– уран-кобальт
– стронций-кальций
– церий-торий-лантан
– неодим-хром
– лютеций-иттербий-европий-гафний-железо-скандий
– самарий-барий
– тербий-серебро.

Возможно, значительная связь между редкоземельными элементами и торием отражает

влияние россыпных месторождений редких земель, которые ассоциированы с титан-циркониевыми песками. К таким относится ильменит-циркон-рутиловое месторождение Обуховское, расположенное в Северо-Казахстанской области. А также следует отметить связь редких и редкоземельных металлов с железом. Это связано с тем, что исследуемая территория находится в полиметальной Кокшетауской рудной провинции.

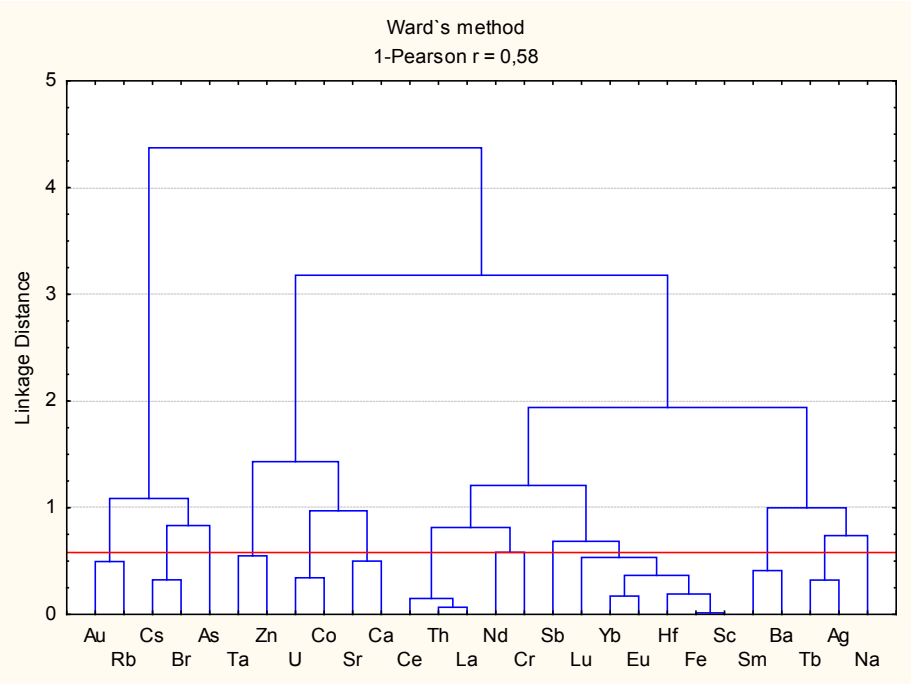


Рисунок 2 – Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра химических элементов в листьях тополя черного (Populus nigra L.), произрастающего на территории Северного Казахстана

Региональную геохимическую специфику региона отражает рассчитанный для каждой области относительно среднего по выборке коэффициент концентрации ($К_к$). В Северо-Казахстанской области накапливаются следующие элементы: Tb, Th, Eu, Ag, La, Ba, Nd, Sm, Hf, Ce, Yb, Fe, Sc, Sr, Ca, Zn, Cr, Na, Co, Lu, Ta, Au, U, а в Акмолинской области: As, Au, Br, Rb, Sb, Cs, Co, Cr, U, Na, Ca, Zn, Sr, Lu. Геохимический ряд Акмолинской и Северо-Казахстанской областей показал, что специфичными элементами для двух областей являются: золото, кобальт, хром, уран, натрий, кальций, цинк, стронций и лютеций.

Столь обширное накопление элементов в Акмолинской и Северо-Казахстанской областях объясняется нахождением обеих территорий в крупной Северо-Казахстанской урановорудной провинции (СКУРП), которая располагается на окраине Казахского щита и богата урановыми месторождениями гидротермального типа. Также и многие золоторудные месторождения образовались за счет гидротермальных процессов, таковым является и крупное месторождение Васильковское, локализованное в Акмолинской области. Золоторудный объект отрабатывается открытым способом. Рудные минералы месторождения: арсенопирит, пирит, халькопирит, висмут самородный, висмутин, молибденит и другие. Арсенопирит (FeAsS) – главный рудный минерал золоторудного района, содержащий основную массу золота. Высокое концентрирование мышьяка и золота в листьях тополя черного (Populus nigra L.) в Акмолинской области, возможно, является влиянием месторождения Васильковское.

Концентрирование редких и редкоземельных элементов в Северо-Казахстанской области в исследуемом компоненте экосистемы тесно связано с нахождением территории в крупной урановорудной провинции, которой характерны данные элементы.

Северо-Казахстанская область – **$Tb_{1,25}$> $Th_{1,18}$> $Eu_{1,14}$> $Ag_{1,14}$> $La_{1,13}$> $Ba_{1,13}$> $Nd_{1,08}$ =$Sm_{1,08}$ =$Hf_{1,08}$> $Ce_{1,07}$> $Yb_{1,06}$ =$Fe_{1,06}$> $Sc_{1,05}$> $Sr_{1,04}$> $Ca_{1,03}$> $Zn_{1,02}$> $Cr_{1,01}$> Na_1= Co_1= Lu_1= Ta_1= Au_1= U_1>** $Cs_{0,89}$> $Rb_{0,84}$> $Sb_{0,84}$> $Br_{0,73}$> $As_{0,04}$

Акмолинская область – **$As_{2,9}$> Au_2> $Br_{1,6}$> $Rb_{1,3}$> $Sb_{1,28}$> $Cs_{0,79}$> $Co_{1,2}$> $Cr_{1,07}$> $U_{1,07}$> Na_1= Ca_1= Zn_1= Sr_1= Lu_1>** $Sc_{0,88}$> $Fe_{0,87}$> $Ce_{0,85}$> $Nd_{0,83}$= $Hf_{0,83}$> $Yb_{0,8}$> $Sm_{0,79}$> $Ta_{0,75}$= $Ba_{0,75}$> $La_{0,73}$> $Eu_{0,71}$> $Ag_{0,7}$> $Th_{0,63}$> $Tb_{0,5}$

Элементы, имеющие коэффициент концентрации выше единицы, выделены жирным шрифтом, это говорит о том, что данные элементы накапливаются в листьях тополя черного (Populus nigra L.) в исследуемых регионах.

С целью выявления геохимической специализации исследуемой территории мы провели нормирование к литературным источникам [22-24] и построили геохимические ряды:

Кк – **Sr_{56}> $As_{30,3}$> $Zn_{19,4}$> $Au_{17,4}$> Ag_{10}> Ca_9> Ba_6> $Br_{5,3}$>** $Co_{0,8}$= $Sb_{0,8}$ > $Na_{0,6}$> $U_{0,3}$> $Rb_{0,2}$= $La_{0,2}$> $Ce_{0,13}$> $Fe_{0,1}$= $Hf_{0,1}$= $Sc_{0,1}$> $Cr_{0,09}$> $Nd_{0,08}$ > $Th_{0,07}$= $Yb_{0,07}$> $Tb_{0,06}$> $Lu_{0,05}$> $Cs_{0,03}$> $Ta_{0,02}$

К(растит.) Алексеенко, 2000 б – **As_{303} > Hf_{48}> $Sr_{75,28}$ > Ta_8> $Sc_{7,8}$> $Ca_{5,6}$> Sb_4> $Ba_{2,13}$ > $Co_{1,2}$= $U_{1,2}$ = $Th_{1,2}$> Zn_1= Br_1>** $Cs_{0,09}$> $Ag_{0,5}$> $Na_{0,4}$> $Rb_{0,23}$> $Fe_{0,2}$> $Ce_{0,04}$> $Cr_{0,02}$= $La_{0,02}$> $Au_{0,012}$> $Nd_{0,01}$> $Sm_{0,003}$> $Yb_{0,001}$> $Eu_{0,0007}$> $Tb_{0,0004}$> $Lu_{0,0002}$

К(растит.)

К(растит.) Ткалич, 1969 – **As_{303} > $Sr_{75,28}$ > Ta_8> $Hf_{4,8}$> $Ca_{5,6}$> Sb_4> $Ba_{2,13}$ > $Co_{1,2}$= $U_{1,2}$= $Th_{1,2}$> Zn_1= Br_1>** $Cs_{0,09}$> $Ag_{0,5}$> $Na_{0,4}$> $Rb_{0,23}$> $Fe_{0,2}$> $Ce_{0,04}$> $Cr_{0,02}$= $La_{0,02}$> $Au_{0,012}$> $Nd_{0,01}$> $Sm_{0,003}$> $Yb_{0,001}$> $Eu_{0,0007}$> $Tb_{0,0004}$> $Lu_{0,0002}$

К(растит.) Маркерт, 1992 – **As_{909}> Th_{120}> Co_{91}> $Na_{66,2}$> U_{60}> $Sr_{45,2}$> Ta_{40}> Sc_{35}> $Br_{34,6}$> $Zn_{17,8}$> Ca_{17}> $Fe_{14,5}$> Au_{12}> La_{10}> $Eu_{8,75}$> $Sm_{8,5}$> Ce_8> $Lu_{7,7}$> $Yb_{7,5}$> Nd_6> $Ba_{5,3}$> Tb_5> $Hf_{4,8}$> $Cr_{2,9}$> $Ag_{2,5}$> Sb_2>** $Cs_{0,95}$> $Rb_{0,5}$

Показатель для ноосферы использовали в качестве значений кларка (Кк) [25]. Геохимические ряды показали высокое концентрирование стронция и мышьяка на изучаемой территории. Особенно отличаются данные Б. Маркерта. Все элементы, кроме цезия и рубидия, показали Кк больше единицы. Вероятнее всего, показатели данного автора приведены для европейского региона, которому не характерны столь высокие концентрации изучаемых элементов. Специфичными элементами для Северного Казахстана относительно нормирования к литературным источникам являются следующие элементы: стронций, мышьяк, цинк, кальций, барий и бром. Наличие данных элементов связано с уникальными полиметальными особенностями геологического строения территории.

Выводы

По результатам анализа химических элементов в листьях тополя черного (Populus nigra L.) на территории Северного Казахстана можно сделать следующие выводы:

Содержание изученных элементов в золе листьев исследуемого региона подчиняется нормальному и логнормальному закону распределения.

Кластерный анализ выявил десять значимых ассоциаций элементов: золото-рубидий, цезий-бром, тантал-цинк, уран-кобальт, стронций-кальций, церий-торий-лантан, Неодим-хром, лютеций-иттербий-европий-гафний-железо-скандий, самарий-барий, тербий-серебро.

Выявлено, что для Акмолинской и Северо-Казахстанской областей Северного Казахстана специфичными элементами являются: хром, уран, стронций, золото, кобальт, кальций, натрий, лютеций и цинк.

Относительно нормирования к литературным источникам специфичными для изучаемого региона являются следующие элементы: цинк, стронций, кальций, бром, мышьяк, барий.

Исходя из вышеизложенного материала, можно сделать вывод о том, что на содержание химических элементов в листьях тополя черного (Populus nigra L.) на территории Северного Казахстана влияет в большей степени природный и в меньшей степени техногенный фактор.

Конфликт интересов

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Литература

1 John Rieuwerts. The Elements of Environmental Pollution. – Abingdon, UK: Routledge, 2015.

2 Рихванов Л.П, Юсупов Д.В, Барановская Н.В, Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России. – 2015. – № 6. – С. 58–63.

3 Ялалтдинова А.Р., Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Влияние выбросов промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска на формирование элементного состава листьев тополя // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 2. – С. 108–113.

4 Есенжолова А. Ж., Панин М.С. Биоиндикационная способность листьев древесных и кустарниковых насаждений для оценки загрязнения среды тяжелыми металлами в зоне действия металлургического комплекса // Экология и промышленность России. – 2013. – №7. – С. 49–53.

5 Асылбекова Г.Е., Шаймарданова Б.Х., Корогод Н.П., Барановская Н.В., Беляновская А.И., Абикеева Ж. Е. Анализ содержание цинка в золе листьев Populus nigra L. на территории Павлодарской области (Республика Казахстан) // Вестник ЕНУ. – 2015. – №4. – С. 260-265.

6 Каракаева Л. С. О содержании аскорбиновой кислоты и тяжёлых металлов в видах рода Populus L. различных зон Оренбуржья / Л. С. Каракаева, Ю. А. Докучаева, А. А. Машкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 226–229.

7 Ramon S. Santos, Francis A.C.R.A. Sanches, Roberta G. Leitão, Catarine C.G. Leitão, Davi F. Oliveira, Marcelino J. Anjos, Joaquim T. Assis. Multielemental analysis in Nerium Oleander L. leaves as a way of assessing the levels of urban air pollution by heavy metals // Applied Radiation and Isotopes. – 2019. – Vol. 152. – P. 18-24. https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.06.020

8 Tamar Gorena, Ximena Fadic, Francisco Cereceda-Balic. Cupressus macrocarpa leaves for biomonitoring the environmental impact of an industrial complex: The case of Puchuncaví-Ventanas in Chile // Chemosphere. – 2020. –Vol. 260. – P. 127521. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127521

9 Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Павлова Л.М., Радомская В.И. О проявленности природно-техногенных факторов по соотношению содержания тория и урана в листьях тополя на урбанизированных территориях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы V Международной конференции. – Томск, 2016. – С. 729-733.

10 Francisco L.F. Silva, Gerlan O. Nascimento, Gisele S. Lopes, Wladiana O. Matos, Rodrigo L. Cunha, Marcelo R.Malta, Gilberto Rodrigues Liska, Robert W. Owen, M. Teresa S. Trevisan. The concentration of polyphenolic compounds and trace elements in the Coffea arabica leaves: Potential chemometric pattern recognition of coffee leaf rust resistance // Food Research International. – 2020. – Vol. 134, – P. 109221. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109221

11 Katarina M Rajković, Marijana Vasić, Milica Drobac, Jelena Mutić, Sanja Jeremić, Valentina Simić, Jovan Stanković. Optimization of extraction yield and chemical characterization of optimal extract from Juglans nigra L. leaves // Chemical Engineering Research and Design. – 2020. – Vol. 157. – P. 25-33. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.03.002

12 Junjie Zhang, Xuehong Wei, Weidong Dai, Zhi Lin. Study of enrichment difference of 64 elements among white tea subtypes and tea leaves of different maturity using inductively coupled plasma mass spectrometry // Food Research International. – 2019. – Vol. 126. – P. 108655. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108655

13 Andrew Turner, Chor Chi Chan, Murray T. Brown. Application of field-portable-XRF for the determination of trace elements in deciduous leaves from a mine-impacted region // Chemosphere. – 2018. – Vol. 209. – P. 928-934. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.110

14 Saša Đurović, Branimir Pavlić, a Saša Šorgić, Saša Popov, Saša Savić, Mirjana Petronijević, Marija Radojković, Aleksandra Cvetanović, Zoran Zeković. Chemical composition of stinging nettle leaves obtained by different analytical approaches // Journal of Functional Foods. – 2017. – Vol. 32. – P. 18-26. https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.02.019

15 Isidora Deljanin, Davor Antanasijević, Anđelika Bjelajac, Mira Aničić Urošević, Miroslav Nikolić, Aleksandra Perić-Grujić, Mirjana Ristić. Chemometrics in biomonitoring: Distribution and correlation of trace elements in tree leaves // Science of The Total Environment. – 2016. – Vol. 545–546. – P. 361-371.

16 G. Assylbekova Estimation of Chemical Composition of the Ashes from Black Poplar Populus nigra L. Leaves in the Urban Ecosystem of Pavlodar // World Applied Sciences Joumal – 2013. – Vol. 21. – P. 1309-1315. https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.21.9.2925

17 D.V. Yusupov, N.V.Baranovskaya, Yu.V. Robertus, V.V. Radomskaya, L.M. Pavlova,A.F. Sudyko, L.P.Rikhvanov. Rare earth elements in poplar leaves as indicators of geological environment and technogenesis // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – Vol. 27. – P. 27111–27123. https://doi.org/10.1007/s11356-020-09090-8

18 A.Yalaltdinova, J. Kim, N. Baranovskaya, L. Rikhvanov. Populus nigra L. as a bioindicator of atmospheric trace element pollution and potential toxic impacts on human and ecosystem // Ecological Indicators. – 2018. –Vol. 95. – P. 974–983.

19 Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, А.Ф. Судыко, Н.В. Барановская, Л.А. Дорохова. Радиоактивные элементы (торий, уран) в листьях тополя на урбанизированных территориях и их индикаторная роль // Разведка и охрана недр. – 2019. – № 2. – С.61–68.

20 Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, Ю.В. Робертус, В.И. Радомская, Л.М. Павлова, Л.А. Дорохова, А.Ф. Судыко. Бром в листьях тополя урбанизированных территорий: природные и антропогенные источники поступления // Известия Томского политехнического университета. – 2021. – Т. 332. – № 1. – С. 76-87.

21 ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2002. – 31 с.

22 Алексеенко В. А. Экологическая геохимия: Учебник / В. А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000б. – С. 627.

23 Markert B. Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting / B. Markert // Water, soil and air pollution. – 1992. – Vol. 64. – P. 533–538.

24 Ткалич С. М. Некоторые общие закономерности содержания химических элементов в золе растений. Биогеохимические поиски рудных месторождений / С. М. Ткалич. – Улан-Уде: Изд-во СО АН СССР, 1969. – С. 179.

25 Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 86–95.

References

1 John Rieuwerts. The Elements of Environmental Pollution. Abingdon, UK: Routledge, 2015.

2 Rikhvanov L.P, Yusupov D.V, Baranovskaya N.V, Yalaltdinova A.R. "Elementnyy sostav listvy topolya kak biogeokhimicheskiy indikator promyshlennoy spetsializatsii urbasistem [Elemental composition of the poplar foliage as a biogeochemical indicator of industrial specialization of urban systems]". Ekologiya i promyshlennost' Rossii. Vol. 6 (2015): 58–63.

3 Yalaltdinova A.R., Baranovskaya N.V., Rikhvanov L.P. "Vliyaniye vybrosov promyshlennykh predpriyatiy g. Ust' – Kamenogorska na formirovaniye elementnogo sostava list'yev topolya [Ust' – Kamenogorsk industrial emission effect on poplar leaves element composition formation]".Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Vol. 2 (2014): 108–113.

4 Yesenzholova A. ZH., Panin M.S. "Bioindikatsionnaya sposobnost' list'yev drevesnykh i kustarnikovykh nasazhdeniy dlya otsenki zagryazneniya sredy tyazhelymi metallami v zone deystviya metallurgicheskogo kompleksa [Bioindication ability of leaves of tree and shrub plantations for assessing environmental pollution by heavy metals in the area of action of the metallurgical complex]". Ekologiya i promyshlennost' Rossii. Vol. 7 (2013): 49–53.

5 Asylbekova G.Y., Shaymardanova B.K., Korogod N.P., Baranovskaya N.V., Belyanovskaya A.I., Abikeyeva Zh. Y. "Analiz soderzhaniye tsinka v zole list'yev Populus nigra L. na territorii Pavlodarskoy oblasti (Respublika Kazakhstan) [Analysis of zinc content in ash of Populus nigra L. leaves on the territory of Pavlodar region]". Vestnik ENU. Vol. 4(2015): 260-265.

6 Karakayeva L. S. "O soderzhanii askorbinovoy kisloty i tyazholykh metallov v vidakh roda Populus L. razlichnykh zon Orenburzh'ya" / L. S. Karakayeva, YU. A. Dokuchayeva, A. A. Mashkova. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [On the content of ascorbic acid and heavy metals in the species of the genus Populus L. from different zones of the Orenburg region]". Vol. 3 (2013): 226–229.

7 Ramon S.Santos, Francis A.C.R.A. Sanches, Roberta G.Leitão, Catarine C.G.Leitão, Davi F.Oliveira, Marcelino J.Anjos, Joaquim T.Assis. "Multielemental analysis in Nerium Oleander L. leaves as a way of assessing the levels of urban air pollution by heavy metals". Applied Radiation and Isotopes. Vol. 152 (2019): 18-24. https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.06.020

8 Tamar Gorena, Ximena Fadic, Francisco Cereceda-Balic. "Cupressus macrocarpa leaves for biomonitoring the environmental impact of an industrial complex: The case of Puchuncaví-Ventanas in Chile". Chemosphere. Vol. 260 (2020): 127521. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127521

9 Yusupov D.V., Rikhvanov L.P., Baranovskaya N.V., Pavlova L.M., Radomskaya V.I. "O proyavlennosti prirodno – tekhnogennykh faktorov po sootnosheniyu soderzhaniya toriya i urana v list'yakh topolya na urbanizirovannykh territoriyakh [About manifestation of natural and technogenic factors based on the ratio of thorium and uranus content in poplar leaves in the urbanized areas]". Radioaktivnost' i radioaktivnyye elementy v srede obitaniya cheloveka: materialy V Mezhdunarodnoy konferentsii. Томск (2016): 729-733.

10 Francisco L.F.Silva, Gerlan O.Nascimento, Gisele S.Lopes, Wladiana O.Matos, Rodrigo L.Cunha, Marcelo R.Malta, Gilberto Rodrigues Liska, Robert W.Owen, M. Teresa S.Trevisan. "The concentration of polyphenolic compounds and trace elements in the Coffea arabica leaves: Potential chemometric pattern recognition of coffee leaf rust resistance". Food Research International. Vol. 134 (2020): 109221. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109221

11 Katarina M Rajković, Marijana Vasić, Milica Drobac, Jelena Mutić, Sanja Jeremić, Valentina Simić, Jovan Stanković. "Optimization of extraction yield and chemical characterization of optimal extract from Juglans nigra L. leaves". Chemical Engineering Research and Design. Vol. 157 (2020): 25-33. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.03.002

12 Junjie Zhang, Xuehong Wei, Weidong Dai, Zhi Lin. "Study of enrichment difference of 64 elements among white tea subtypes and tea leaves of different maturity using inductively coupled plasma mass spectrometry". Food Research International. Vol. 126 (2019): 108655. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108655

13 Andrew Turner, Chor Chi Chan, Murray T.Brown. "Application of field-portable-XRF for the determination of trace elements in deciduous leaves from a mine-impacted region". Chemosphere. Vol. 209 (2018): 928-934. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.110

14 Saša Đurović, Branimir Pavlić, a Saša Šorgić, Saša Popov, Saša Savić, Mirjana Petronijević, Marija Radojković, Aleksandra Cvetanović, Zoran Zeković. "Chemical composition of stinging nettle leaves obtained by different analytical approaches". Journal of Functional Foods. Vol. 32 (2017): 18-26. https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.02.019

15 Isidora Deljanin, Davor Antanasijević, Anđelika Bjelajac, Mira Aničić Urošević, Miroslav Nikolić, Aleksandra Perić-Grujić, Mirjana Ristić. "Chemometrics in biomonitoring: Distribution and correlation of trace elements in tree leaves". Science of The Total Environment. Vol. 545–546 (2016): 361-371.

16 G. Assylbekova. "Estimation of Chemical Composition of the Ashes from Black Poplar Populus nigra L. Leaves in the Urban Ecosystem of Pavlodar". World Applied Sciences Joumal. Vol. 21(2013): 1309-1315. https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.21.9.2925

17 D.V. Yusupov, N.V.Baranovskaya, Yu.V. Robertus, V.V. Radomskaya, L.M. Pavlova,A.F. Sudyko, L.P.Rikhvanov. "Rare earth elements in poplar leaves as indicators of geological environment and technogenesis" Environmental Science and Pollution Research. Vol. 27(2020): 27111–27123. https://doi.org/10.1007/s11356-020-09090-8

18 A.Yalaltdinova, J. Kim, N. Baranovskaya, L. Rikhvanov. "Populus nigra L. as a bioindicator of atmospheric trace element pollution and potential toxic impacts on human and ecosystem". Ecological Indicators. Vol. 95 (2018): 974–983.

19 Yusupov D.V., Rikhvanov L.P., Sudyko A.F., Baranovskaya N.V., Dorokhova L.A. “Radioaktivnyye elementy (toriy, uran) v list’yakh topolya na urbanizirovannykh territoriyakh i ikh indikatornaya rol’[Radioactive elements (thorium, uranium) in the poplar leaves on urban areas and their indicator role]”. Razvedka i okhrana nedr. Vol. 2 (2019): 61–68.

20 Yusupov D.V., Rikhvanov L.P., Baranovskaya N.V., Robertus YU.V., Radomskaya V.I., Pavlova L.M., Dorokhova L.A. , Sudyko A.F. “Brom v list’yakh topolya urbanizirovannykh territoriy: prirodnyye i antropogennyye istochniki postupleniya [Bromine in poplar leaves of urbanized areas: natural and anthropogenic sources of input]”. Izvestiya Tomskogo politekhniche-skogo universiteta. Vol. 332 (2021): 76-87.

21 GOST 26929–94. “Syr’ye i produkty pishchevyye. Podgotovka prob. Mineralizatsiya dlya opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov [Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization to determine the content of toxic elements]”. M.: IPK “Izdatel’stvo standartov”, 2002.

22 Alekseyenko V. A. “Ekologicheskaya geokhimiya [Ecological geochemistry]”: Uchebnik / Alekseyenko V. A.. M.: Logos, 2000b.

23 Markert B. “Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting”. B. Markert. Water, soil and air pollution. Vol. 64 (1992): 533–538.

24 Tkalich S. M. “Nekotoryye obshchiye zakonomernosti soderzhaniya khimicheskikh elementov v zole rasteniy. Biogeokhimicheskiye poiski rudnykh mestorozhdeniy [Some general regularities of the content of chemical elements in plant ash. Biogeochemical prospecting of ore deposits]”. Tkalich S. M. Ulan–Ude: Izd-vo SO AN SSSR, 1969.

25 Glazovskiy N.F. “Tekhnogennyye potoki veshchestva v biosfere. Dobycha poleznykh iskopayemykh i geokhimiya prirodnykh ekosistem [Technogenic flows of matter in the biosphere // Mining and geochemistry of natural ecosystems.]”. M.: Nauka, 1982.

IRSTI 34.35.01 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.02

A.T. Khussainov[1], K.M. Shulembayeva[1]*, A.V. Sindireva[2], A. Zandybay[3], A.A. Kakabayev[1]

[1]Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kazakhstan, Kokshetau
[2]Tyumen State University, Russia, Tyumen
[3] Eurasian National University named after N. Gumilyov, Kazakhstan, Nur-Sultan
*e-mail: sh.zhibek@mail.ru

DYNAMICS OF HYDROCHEMICAL INDICATORS AND WATER QUALITY OF LAKE MALOE CHABACHYE

Pollution and drainage of surface waters is a global and national environmental problem. This article presents the results of the dynamics of hydrophysical, hydrochemical indicators and water quality in Lake Maloe Chabachye of the State National Natural Park "Burabay" by seasons for 2016-2020. The dynamics of the content of biogenic elements and heavy metals; degree and chemistry of salinity, as well as pollution index and water quality class have been studied. The research results have showed that in term of water smell, color, pH, content of dissolved oxygen, biochemical oxygen demand and general iron, the water in the lake corresponds to the maximum permitted concentration.The chemical oxygen demand, mineralization degree, the content of ammonium ions, fluorides, chlorides, sulfates, manganese, copper and zinc exceeds the maximum permitted concentration. Seasonal dynamics analysis showed darkening of water color in spring. Dissolved oxygen content in winter and spring exceeded the norm by 2.8 and 2.4 times; in summer and autumn – 2 and 2.1 times. Chemical oxygen demand in winter and summer periods exceeded the norm by 6.6 and 6.7 times; in spring and autumn – by 4.9 and 4.4 times. There was a decrease in fluoride content in spring and autumn. In winter and summer the water was salty; in spring and autumn it was brackish. Dangerous water pollution with copper cations was evaluated in spring and autumn. An excess of zinc content was noted in September. According to the pollution index (1.1-1.2), the water in the lake corresponds to the 3rd class of pollution. According to the Unified Quality Classification, the water in the lake belongs to the 4thclass (in terms of biochemical and chemical oxygen demand, the content of copper, manganese, zinc and iron –the 1stclass; ammonium –the 2ndclass; sulfates –the 4thclass; magnesium, mineralization, fluorides and chlorides –the 5thclass of pollution).

Key words: lake, hydrophysics, hydrochemics, mineralization, pollution.

А.Т. Хусаинов[1], К.М. Шулембаева[1*], А.В. Синдирева[2], А. Зандыбай[3], А.А. Какабаев[1]

[1]Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Қазақстан, Көкшетау қ.
[2]Тюмень мемлекеттік университеті, Ресей, Тюмень қ.
[3]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
*e-mail: sh.zhibek@mail.ru

Кіші Шабақты көлінің гидрохимиялық көрсеткіштері мен су сапасының динамикасы

Жер үсті суларының ластануы мен құрғауы – жаһандық және ұлттық экологиялық мәселе. Бұл мақалада «Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің Кіші Шабақты көлінің гидрофизикалық, гидрохимиялық қасиеттері мен су сапасының бес жылдық (2016-2020 жж.) динамикасының зерттеу нәтижелері көрсетілген. Биогенді элементтер мен ауыр металдар құрамының динамикасы; тұздылық дәрежесі мен химиясы, сондай-ақ ластану индексі мен су сапа класы зерттелді. Зерттеу нәтижелері судың иісі, түсі, pH, еріген оттегінің құрамы, оттегі мен темірдің биохимиялық шығыны бойынша көлдегі судың шекті рұқсат етілген мөлшеріне сәйкес келетінін көрсетті. Оттегінің химиялық шығыны, минералдану дәрежесі, аммоний иондарының, фторидтердің, хлоридтердің, сульфаттардың, марганецтің, мыс пен мырыштың мөлшері рұқсат етілген шекті мөлшерінен асты.

Зерттеу жылдарында көктем мезгілдерінде судың түсі қоңырлау болғаны анықталды. Қыс және көктемде суда еріген оттегінің мөлшері норманы 2,8 және 2,4 есеге арттырды; жазда және күзде – 2 және 2,1 есе. Химиялық оттегі шығыны қысқы және жазғы уақытта нормадан 6,6 және 6,7 есе асып түсті; көктем мен күзде – 4,9 және 4,4 есеге. Көктем мен күзде фтор мөлшерінің төмендеуі байқалды; қысы мен жазында су тұзды, көктем мен күзде тұзды болды.

© 2021 Al-Farabi Kazakh National University

Судың мыс катиондарымен қауіпті ластануы көктем мен күзде байқалды. Қыркүйек айында мырыш мөлшерінің жоғарылауы байқалды. Ластану индексі бойынша (1.1-1.2) көлдегі су ластанудың 3 класына сәйкес келеді. Бірыңғай сапа жіктемесі бойынша көлдегі су 4-сыныпқа жатады (биохимиялық және химиялық оттегінің шығымы бойынша, құрамында мыс, марганец, мырыш және темірдің мөлшері – 1-класс; аммоний – 2-класс; сульфаттар – 4-класс; магний, минерализация, фтор мен хлоридтер – ластанудың 5 класына дейін).

Түйін сөздер: көл, гидрофизика, гидрохимия, минералдану, ластану.

А.Т. Хусаинов[1], К.М. Шулембаева[1*], А.В. Синдирева[2], А. Зандыбай[3], А.А. Какабаев[1]

[1]Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, Казахстан, г. Кокшетау
[2]Тюменский государственный университет, Россия, г. Тюмень
[3]Евразийский Национальный университет имени Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан
*e-mail: sh.zhibek@mail.ru

Динамика гидрохимических свойств и качества воды в озере Малое Чабачье

Загрязнение и иссушение поверхностных вод являются глобальной и национальной экологической проблемой. В данной статье приводятся результаты исследования динамики гидрофизических, гидрохимических свойств и качества воды в озере Малое Чабачье Государственного национального природного парка «Бурабай» по сезонам за 2016-2020 годы. Изучены динамика содержания биогенных элементов, тяжелых металлов; степени химизма засоления, а также индекса загрязнения и класса качества воды. Результаты исследования показали, что по запаху, цвету, pH, содержанию растворенного кислорода, биохимическому потреблению кислорода и железа вода в озере соответствует предельно допустимой концентрации. По химическому потреблению кислорода, степени минерализации, содержанию ионов аммония, фторидов, хлоридов, сульфатов, марганца, меди и цинка – превышает предельно допустимые концентрации. За годы исследования установлено потемнение цвета воды в весеннее время. Содержание растворенного кислорода в воде зимой и весной превышало норму в 2,8 и 2,4 раза; летом и осенью – в 2 и 2,1 раза. Химическое потребление кислорода в зимний и летний периоды превышало норму в 6,6 и 6,7 раза; весной и осенью – в 4,9 и 4,4 раза. Отмечалось снижение содержания фторидов весной и осенью. Зимой и летом вода была соленой, весной и осенью – солоноватой. Опасное загрязнение воды катионами меди наблюдалось весной и осенью. Отмечено превышение содержания цинка в сентябре месяце. По индексу загрязнения (1,1-1,2) вода в озере соответствует 3 классу загрязнения. Согласно Единой классификации качества, вода в озере относится к 4 классу (по биохимическому и химическому потреблению кислорода, содержанию меди, марганца, цинка и железа – 1 классу; аммония – 2 классу; сульфатов – 4 классу; магния, минерализации, фторидов и хлоридов – к 5 классу загрязнения).

Ключевые слова: озеро, гидрофизика, гидрохимия, минерализация, загрязнение.

Introduction

The global environmental problems also include pollution and dehydration of surface waters, which poses a threat to the environment [1, 2]. In particular, it causes the problem of providing the population with high-quality water for drinking, recreational and household needs. This problem is both global and national; it exists even in economically developed countries [3]. Among the post-Soviet states, Kazakhstan belongs to the republic with the lowest water supply. According to official data, the water deficit in Kazakhstan by 2030 will be 40% of the demand [4].

In connection with the global manifestation of water shortage and pollution, the problem of rational use, protection and restoration of lake resources is of particular importance. The lakes of Northern Kazakhstan are not only an important part of the hydrological system of the region, but also a source of fresh water, recreation areas, as well as a habitat for waterfowl and fish [5, 6].

One of the most important indicators of water quality is the hydrochemical composition of surface waters, which determines their geochemical background, natural and climatic conditions and anthropogenic sources of pollution [7].The anthropogenic impact on surface watercourses is manifested mainly in changes in the hydrological regime, flow volume and dynamics of hydrochemical properties. The ingress of pollutants into lakes causes changes in the salt composition, an increase in the content of suspended solids of organic and inorganic nature in the water, which disrupt the natural processes of self-purification of the lake, impairing the vital activity of aquatic organisms [8].

The ecological state of the State National Natural Park "Burabay" (hereinafter – the SNNP "Burabay") lakes have been studied by many authors [9, 10, 11]. According to N.V. Myakishev and Z.M. Zhumangalievathe park lakes by the degree of toxic pollution are attributed to the third class of satisfactory purity with the capacity of "slightly polluted waters". Moreover, the authors note that the quality of water in lakes varies from "polluted" to "highly polluted" [12]. In the studies of A.T. Khusainov, S.K. Memeshov, Sh.N. Durmekbayeva and others according to the pollution index, the studied lake is also assigned to the 3rd class "moderately polluted" [13].

In our studies, the hydrophysical and hydrochemical indicators of the lake are considered in dynamics over the years and seasons, differing in meteorological conditions.

The purpose of the research. To study the dynamics of hydrophysical, hydrochemical indicators and water quality in Lake Maloe Chabachye of the State National Natural Park "Burabay" for five years – 2016-2020 by seasons.

Lake Maloe Chabachye is located in the north of the Akmola region, in Burabay region within the SNNP "Burabay" [14]. The largest lakes of the SNNP are Lake Borovoe, Bolshoye Chabachye, Shuchye and Maloye Chabachye (Figure 1).

Figure 1 – Satellite image of the SNNP «Burabay» lakes https://yandex.kz/maps

Materials and research methods

The object of the study is Lake Maloe Chabachye.

The subject of research is the dynamics of hydrophysical, hydrochemicalindicators, pollution index and water quality class by years and seasons.

Lake Maloe Chabachye is located near the village of Akylbay, Burabay region, with the geographic coordinates of the lake 53 ° 04'40 north latitude and 70 ° 08'20 east longitude. The lake is 13.6 km long and 3.9 km wide. The catchment area is 16.8 km2, the maximum depth is 15.5 m, the average depth is 4.68 m, the water volume is 0.0799 km3 [15].

Water sampling was carried out monthly. The following hydrophysical indicators were determined: the smell of water – organoleptic method according

to GOST 3351-7; color – by visual determination according to GOST 31868-2012; turbidity – by photometric method according to GOST 3351-74 p.5 [16, 17].

Hydrochemical indicators were determined in accordance with GOST 26449. Ph of the medium was determined by electrometric method. Carbon dioxide, potassium, sodium, nitrates – by potentiometric titration. Dissolved oxygen, dry residue mineralization, permanganate oxidizability, hydrocarbonates, carbonates, chlorides was determined by titrometric method. Sulfates, calcium, magnesium, total hardness – complexometric method; chromium (III) was determined by photocolorimetric method, nitrites according to M 01 – 46 – 2013 was determined by fluorimetric method. General iron, zinc, lead, cadmium, copper, cobalt, manganese, molybdenum, nickel, chromium, silver, strontium, beryllium was determined by the method of flameless atomic absorption spectrometry using the MGA – 915 spectrometer [18].

The index of water pollution belongs to the category of indicators most often used to assess the quality of water bodies [19].

The index of water pollution was calculated using the formula:

$$IWP = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{n} \frac{Ci}{MPCi},$$

where: C_i – component concentration; n is the number of indicators used to calculate the index; $\mathbf{MPC}_i$ – the established value of the water body standard.

To calculate the water pollution index, the following indicators were used: pH, biochemical oxygen demand (BOD_5), and dissolved oxygen content.

The quality of surface waters was assessed according to the "Unified system of classification of water quality" (hereinafter – the Unified Classification) and according to the "General classification of water bodies by the degree of pollution".

The studies used data from the observational network of the National Hydrometeorological Service (RSE "Kazhydromet"). The results of scientific research of physical and chemical indicators for 2016-2020 are analyzed in seasonal and interannual dynamics.

Research results and discussion

The lake is undrained. The water is clear, the water surface is open, the shore of the lake is pebbly in places, smoothly turning into a sandy beach. The southern part is mostly rocky. The main anthropogenic sources of impact are the village of Akylbay and tourists. Tables 1 and 2 present data on organoleptic and biogenic indicators of Lake Maloe Chabachye for 2016-2020 and their seasonal dynamics.

Water temperature in the lake for 2016 -2020 ranged from 0 to 23.2 ° C, the average annual water temperature averaged 7.3-10 ° C. There was no smell of water. The color of the water ranged from 5 to 35 degrees, averaging 10-16 degrees, which does not exceed the norm (MPC = 0-20 degrees). In 2018 – 2020, there was an increase in the color of the water up to 35 degrees in the spring period, the offset of the ingress of silt fractions with water melts into the water (Table 1).

In 2016-2018, the pH of the water extract in the lake was alkaline (8.76-8.96), and in 2019-2020 it was slightly alkaline (7.76-8.55), but did not exceed the MPC – 6-9. The positive processes include the activation of redox reactions due to the high oxygen content in the water.Thus, the supply of water with dissolved oxygen was high – 9.2-9.8 mg / l, higher than the MPC by 2.3-2.4 times (MPC is not less than 4 mg / l); biochemical oxygen consumption in water was 1.1-1.3 mgO_2 / l, which is 2.7-2.3 times lower than the MPC (MPC – 3.0 mg / l). The high oxygen content promotes the activation of oxidative reactions in water: the amount of oxygen consumed during the chemical oxidation of organic and inorganic substances contained in water averaged 89.72 mgO2 / l, which exceeds the MPC by 5.9 times (MPC is not less than 15). The decrease in the quality of water in the lake is facilitated by the high content of water-soluble salts, ammonium and fluorine ions. The degree of mineralization reached 3.4-4.8 mg / l, the content of ammonium ions – 0.48-1.23 mg / l and fluorides – 10.78-12.50 mg / l, which is higher than the MPC, respectively, in 3.4-4.8 times (MPC-1 mg / l), 0.24-0.62 times (MPC-0.5 mg / l) and 8.09-9.38 times (MPC-0.75 mg / l). The general iron content exceeded the MPC by 0.015 times (MPC-0.1 mg / l).

Seasonal changes of hydrophysical and hydrochemical parameters were studied by Matta G., Srivastaya S., Pandey R.R, Saini K.K, 2017. The authors indicate that higher pH values were recorded in summer seasons than in winter and rainy seasons, which is associated with the influx of wastewater. In Lake Maloe Chabachye, the source of wastewater is septic tanks of residential buildings, most of which are not sealed, so they enter water bodies through groundwater [20].

Table 1 – Organoleptic, generalized and biogenic elements of MaloeChabache (2016-2020)

Index	Years					MPC	Actual value
	2016	2017	2018	2019	2020		
Temperature, °C	0-21,5* 8,3**	0-22,2 8,64	0-23,2 7,72	0-21,6 7,32	0-21,5 9,98	not normal-ized	0-21,99 8,41
Smell, points	0	0	0	0	0	-/2	0
Color, degree	5-30 13	5-25 10,41	5-35 15,62	5-35 15,62	5-25 10,41	-/20	5-30 13,01
pH value	8,84-9,2 8,96	8,78-9,07 8,94	8,31-8,90 8,76	7,54-8,92 7,76	7,72-8.89 8,55	6-9	8,23-9 8,65
Dissolvedoxy-gen, mg/ L	7,75-11,57 9,84	6,55-11,54 9,46	7,18-12,05 9,85	7,34-13,10 9,54	7,24-12.07 9,21	not less than 4	7,21-12.07 9,58
BOD_5, mg O_2/ L	0,66-2,12 1,19	0,50-2,78 1,23	0,16-2,81 1,07	0,42-3,95 1,09	0,60-4,71 1,30	3,0	0,47-3,27 1,18
COD, mg/L	32,7-159,8 89,72	32,7-159,8 89,72	32,7-159,8 89,72	38,4-201,6 117,5	27-118 86,1	15,0	32,7-159,8 89,72
Mineraliza-tion, mg/L	2143-5253 3665	2143-5253 3665	2143-5253 3665	3963-5352 4811	324-5154 3400	1000	2143-5253 4105
Ammonium salts, mg/L (NH_4)	0.55-1.75 0,48	0.65-2.95 1,23	0,55-1,8 0,69	0,59-2,17 0,8	0,59-2,17 0,8	0,5	0,59-2,17 0,8
Fluoride, mg/L	5,33-12,9 11,13	8,78-13 10,78	11,1-15,68 12,50	9,45-13,4 11,54	8,67-13,5 10,80	0,75	8,67-13,7 11,35
Common iron,mg/L	0,14-0,16 0,15	0,14-0,16 0,15	0,14-0,16 0,15	0,14-0,16 0,15	0,14-0,16 0,15	0,1	0,14-0,16 0,15

* numerator shows ranges of fluctuations of the indicators from minimum to maximum during the year;
** denominator is the average ofthe indicator values over 12 months.

Kumar, 2011; Singh, 2014 noted that the pH of the water system is an important indicator of water quality and the degree of pollution of catchments [21, 22].

According to Srivastava, 2011; Singh, 2012 the effect of wastewater discharge into a reservoir is largely determined by the oxygen balance of the system. Inorganic reducing agents such as H_2S, ammonia, nitrite, ferrous iron, and some oxidants reduce the content of dissolved oxygen in water [23, 24]. Dissolved oxygen data are important for determining water quality criteria in an aquatic system [25].

Dissolved oxygen levels decreased during the summer season compared to the winter months due to higher temperatures. The low BOD content is associated with a higher productivity of algae, as well as with increased oxygen solubility at low temperatures, while the maximum BOD is associated with the rapid use of oxygen at higher temperatures [26].

Matta G., Srivastaya S., Pandey R.R., Saini K.K., 2017 note that wastewater discharge is the cause of high BOD and COD [20].

In our studies, the smell of water did not change over the seasons. The color of the water in the lake during the winter-summer-autumn periods did not exceed the norm of 0-20 degrees and varied within the range of 8-16.7 degrees. Darkening of the water was noted only in the spring season, where the color was 23.1 degrees, which is 1.2 times higher than the MPC. These changes are associated with the melting of ice, which contains suspended solids. The pH of the water extract in the lake in spring and autumn was slightly alkaline (8.0-8.5), in winter and summer it was alkaline (8.7). The content of dissolved oxygen in water in winter and spring increased to 11.0 and 9.6 mg / l, which is 2.8 and 2.4 times higher than the MPC; in summer and autumn, it decreased to 8.0 and 8.5 mg / l, which is 2 and 2.1 times higher than the MPC. The biochemical oxygen consumption ranged within 0.7-1.7 mgO2 / l, which corresponds to the

MPC-3.0 standards. Chemical oxygen consumption in winter and summer periods exceeded MPC by 6.6 and 6.7 times; in spring and autumn, this indicator was significantly lower, higher than the MPC by 4.9 and 4.4 times. The content of ammonium and total iron did not change significantly over the seasons. There was a decrease in fluoride content in the spring to 8.46 and in the fall to 7.94 mg / l (Table 2).

Table 2 – Seasonaldynamics of the content of organoleptic, generalized and biogenic elements of Maloe Chabachye for 2016-2020

Index	Seasonal value (Minimum – Maximum)				MPC	Notes
	Winter XI-III	Spring IV-V	Summer VI-VIII	Autumn IX-X		
Temperature, °C	0,16-1	2,5-5,87	18,3-20,5	10,7-15,6	-/-	
Smell, points	0	0	0	0	-/2	
Color degree	8	23,12	16,66	10	-/20	more
pH value	8,63-8,91 8,75	7,99-8,97 8,54	8,32-9,06 8,75	4,46-9,06 8,01	6-9	not more
Dissolvedoxy-gen, mg/L	10,60-11,56 10,95	7,98-10,63 9,55	7,33-8,81 8,04	5,32-9,71 8,48	not less than 4	
BOD_5, mg O_2//L	0,76-1,13 0,75	0,98-2,8 1,71	0,86-1,59 1,28	0,41-2,07 1,16	3,0	not more
COD, mg O_2/L^3	50,72-148,52 99,62	57,5-89,05 73,27	87,84-113 100,42	54,15-76,7 65,42	15,0	more
Mineralization mg/L	5018	3159	4772	3850	1000	more
Ammonium salts, mg/L	0,58-5,05 2,24	0,75-5,15 2,0	0,4-4,89 2,49	0,33-4,8 1,98	0,5	more
Fluoride, mg/L	9,38-12,70 11,45	3,54-13,39 8,5	7,95-12,23 10,57	4,32-11,55 9,48	0,75	more
Common iron,mg/L	0,13	0,15	0,16	0,14	0,1	more

According to the degree of mineralization in winter and summer, the water was salty (5-4.8 mg/l), in spring and autumn it decreased to brackish – 3.2-3.8 mg / l. A decrease in the degree of salinity in spring is associated with the desalination of the lake by flood waters, and in autumn – by rainfall (Table 3).

The ion content in water mainly determines the quality of the water. An important hydrochemical indicator of surface waters is mineralization, including the content of magnesium ions, sulfates, chlorides and carbohydrates, which determine the ionic composition of water. Chlorine ions are found in natural waters in the form of sodium chloride, magnesium chloride, calcium chloride and, in rare cases, potassium chloride. Mineralization is increased by an increase in chlorine ions. As a result of the death of living organisms, most of the sulfate ends up in water, domestic and agricultural wastewater. Magnesium enters water bodies during weathering and washing out of mineral deposits. Magnesium is often released into water from industrial effluents. [27].

The seasonal dynamics of the anionic-cationic composition and total salinity of water in Lake Maloe Chabachye for the period under study is shown in Figure 2. The concentration of chlorides in winter and summer exceeded the MPC by 6.5-6.05 times, in spring and autumn by 5.36-6 times (MPC-300 mg / l), the amount of sulfates exceeded MPC by 10.9-12.8 times (MPC-100 mg / l) and did not change significantly over the seasons. The magnesium content exceeded the MPC by 8.8-10.1 times (MPC-40.0 mg / l).

Table 3 – SeasonalchangesinthetotalsalinityofwaterinMaloeChabachye2019-2020 (mg/L)

Year	Seasonal			
	Winter XI-III	Spring IV-V	Summer VI-VIII	Autumn IX-X
2019	5044	3963	4770	4714
2020	4991	2355	4774	2985
Average	5018	3159	4772	3850

Figure 3 shows the average monthly changes in the content of heavy metals – Mn2 +, Cu2 +, Zn2 + in Lake Maloe Chabachye on average for 2016-2020. The manganese content in water exceeded the MPC by 3-6.5 times (MPC-0.01 mg / l). Sharp hazardous water pollution with copper cations was observed in spring (March, April, May) and autumn (November), when its concentration exceeded the MPC by hundreds of times. An excess of the zinc content in September was noted by 7.3 times.

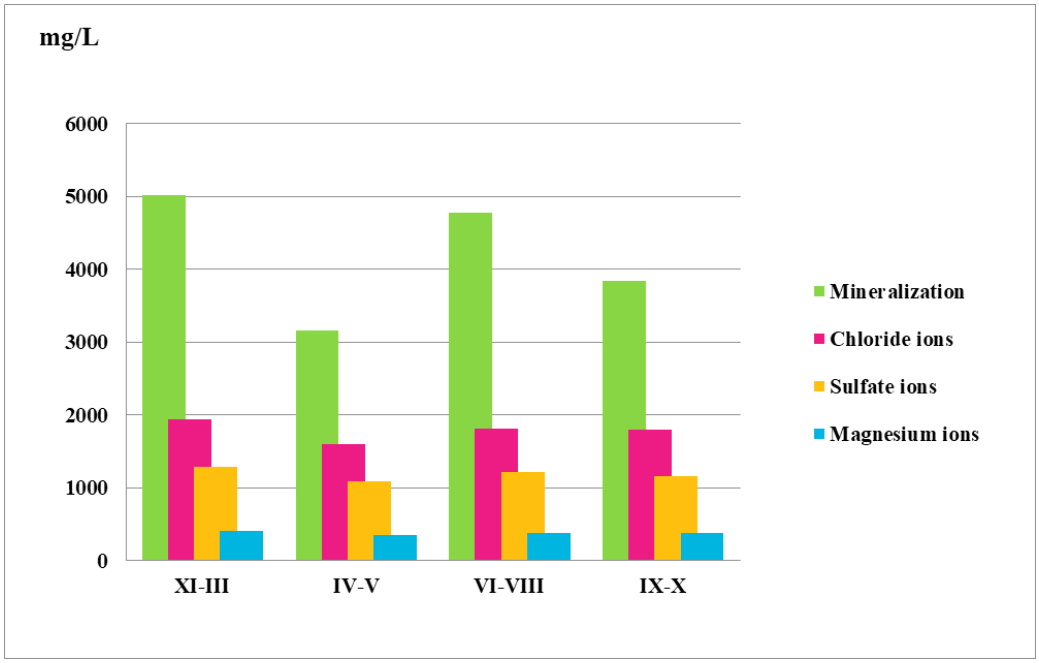


Figure 2 – Seasonal dynamics of the content of macroions in the water of Lake Maloe Chabachye (average for 2016-2020)

Our analyzes showed that over the years of research, the index of pollutants was 1.1-1.2, which corresponds to the 3rd class of pollution, mainly due to the low content of soluble and biochemical absorbed oxygen (table 4).

According to the Unified System of Classification of Water Quality, the water in Lake Maloe Chabachye, on average over five years, in terms of pH (8.6) refers to the 4th class of pollution, in terms of BOD content (1.18 mg O_2 / L), COD (89, 7 mg / l). By the content of the following indicators like copper (0.14 mg / l), manganese (0.05 mg / l), zinc (0.03 mg / l) and general iron (0.03 mg / l) – to the 1stclass; ammonium (0.8 mg / l) – class 2, sulfates (1185 mg / l) –th the 4thclass; magnesium (379 mg / l), total mineralization (4199 mg / l), fluorides (11.35 mg / l) and chlorides (1792 mg / l) – to the 5th class of pollution. In general, the lake belongs to the 4th class of water quality.

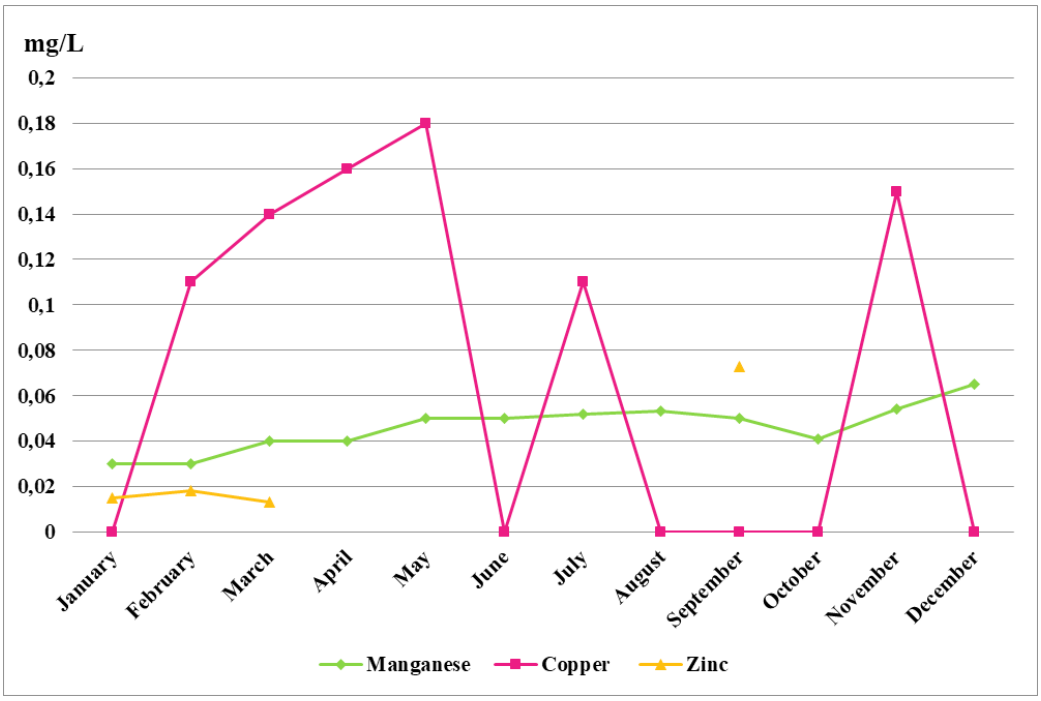


Figure 3 – Dynamics of the content of heavy metals in Lake Maloe Chabachye by months (average for 2016-2020)

Table 4 – The index of water pollution in Lake Maloe Chabache 2016-2020

Years	*Winter XI-III*	*Spring IV-V*	*Summer VI-VIII*	*Autumn IX-X*	*IWP*	*Class*
2016	1,6	1,56	1,44	1,5	1,53	3
2017	1,57	1,49	1,5	1,39	1,49	3
2018	1,55	1,58	1,36	1,57	1,51	3
2019	1,6	1,55	1,39	1,57	1,53	3
2020	1,57	1,44	1,35	1,41	1,45	3
Average	1,58	1,52	1,4	1,49	1,50	3

In accordance with the characteristics of the 4th class of water use, the water in Lake Maloe Chabachye is suitable only for irrigation and industrial water use, including hydropower, mining, hydrotransport. For the purpose of recreation, this lake is not recommended [28]. This is a big problem, since the lake is located in a specially protected natural area.

The high content of copper, zinc, sulfates, fluorides, total iron, magnesium, total mineralization, chlorides should be attributed to natural sources of pollution. Apparently, this is due to the high content of these elements in the soil. And the excess content of ammonium and suspended solids should be attributed to anthropogenic sources of pollution, which is explained by the presence of a livestock farm in the village of Akylbay.

Conclusion

The study results of the dynamics of the hydrophysical and hydrochemical indicators of Lake Maloe Chabachye in 2016-2020 by seasons showed that the hydrophysical indicators do not exceed the norms. The smell was not detected, the color of the water did not exceed the MPC in the winter-summer-autumn periods was within 8-16.7 degrees, darkening of the water was noted in the spring season, where the color was 23.1 degrees, which is 1.2 times higher than the MPC.

The pH of the water extract in the lake was alkaline (8.76-8.96) and slightly alkaline (7.76-8.55), but did not exceed the MPC. The content of dissolved oxygen was high – 9.2-9.8 mg / l, 2.3-2.4 times higher than the MPC; biochemical oxygen demand in water was 1.1-1.3 mg / l, which is 2.7-2.3 times lower than the MPC. The chemical oxygen demand averaged 89.72 mg / l, which exceeds the MPC by 5.9 times. The degree of mineralization reached 3.4-4.8 g / l, the content of ammonium ions – 0.48-1.23 mg / l and fluorides – 10.78-12.50 mg / l, which is higher than the MPC, respectively, in 3.4-4.8 times, 0.24-0.62 times and 8.09-9.38 times. The iron content was within the MPC. The concentration of chlorides in winter and summer exceeded the MPC by 6.5-6.05 times, in spring and autumn by 5.36-6 times, the amount of sulfates exceeded the MPC by 10.9-12.8 times and did not change significantly over the seasons. The magnesium content exceeded the MPC by 8.8-10.1 times.

By the heavy metals, the manganese content in water exceeded the MPC by 3-6.5 times. Dangerous water pollution with copper cations was observed in spring (March, April, May) and autumn (November), when its concentration exceeded the MPC by hundreds of times. The zinc content in the water in winter did not exceed the MPC, but an excess of the zinc content in September by 7.3 times was noted.

The index of pollutants in the water was 1.1-1.2, which corresponds to the 3rd class of pollution, mainly due to the low content of soluble and biological absorbed oxygen.

According to the Unified System of Classification of Water Quality, the water in Lake Maloe Chabachye, on average over five years, in terms of pH (8.6) refers to the 4th class of pollution, in terms of BOD content (1.18 mg O_2 / L), COD (89, 7 mg / l). By the content of the following indicators like copper (0.14 mg / l), manganese (0.05 mg / l), zinc (0.03 mg / l) and general iron (0.03 mg / l) – to the 1stclass; ammonium (0.8 mg / l) – class 2, sulfates (1185 mg / l) –th the 4thclass; magnesium (379 mg / l), total mineralization (4199 mg / l), fluorides (11.35 mg / l) and chlorides (1792 mg / l) – to the 5th class of pollution. In general, the lake belongs to the 4th class of water quality.

In accordance with the characteristics of the 4th class of water use, the water in Lake Maloe Chabachye is suitable only for irrigation and industrial water use, including hydropower, mining, hydrotransport. An excess of the content of copper, zinc, total iron, magnesium, total mineralization, chlorides, sulfates, fluorides, ammonium and suspended solids have been established.

Conflict of interest

All authors are familiar with the text of the article and declare that they have no conflict of interests.

References

1 De Baat M.L., R. Van der Oost, G.H. Van der Lee, N. Wieringa, T. Hamers, P.F.M. Verdonschot, P. De Voogt, and M.H.S. Kraak. 2020. "Advancements in Effect-Based Surface Water Quality Assessment." Water Research 183 (September): 116017. https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116017

2 Bernhardt Emily S, Emma J Rosi, and Mark O Gessner. "Synthetic Chemicals as Agents of Global Change." Frontiers in Ecology and the Environment 15 (2) 2017: 84–90. https://doi.org/10.1002/fee.1450.

3 Thotagamuwa H.T.B.N., Weerasinghe V.P.A.. "Surface Water Quality Assessment for the Management of Hydrological Regimes: Kalu Oya and Mudun Ela Catchment in Sri Lanka." Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management 15 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215153220303858): 100402. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100402. 2021.

4 "Strategiya 'Kazahstan 2030' i ee ekonomicheskij prioritet ['Kazakhstan 2030' strategy and its economic priority], 1997. Elbasylibrary.gov.kz. October 23, 1997. https://elbasylibrary.gov.kz/ru/content/strategiya-kazahstan-2030-i-ee-ekonomicheskiy-prioritet.

5 Kolomin YU.M. Ozera Severo-Kazahstanskoj oblasti: spravochnoe posobie [Lakes of the North Kazakhstan region: a reference guide]. Petropavlovsk: Kazakhstan, 2004.

6 Jashenko R, E Maltseva, and V Ilina. "The Conservation of Ecosystem and Biological Diversity in Alakol Biosphere Reserve (East Kazakhstan)." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 298 (August): 012022. 2019. https://doi.org/10.1088/1755-1315/298/1/012022.

7 Bhateria, Rachna, and Disha Jain. "Water Quality Assessment of Lake Water: A Review." Sustainable Water Resources Management 2 (2) 2016: 161–73. https://doi.org/10.1007/s40899-015-0014-7.

8 Shikhova K. Zh., Lukpanova S.B. Anaerobnaya ochistka stochnyh vod v reaktorah novogo pokoleniya. Ekologicheskie problem regiona I puti ih razresheniya [Anaerobic water wastetreatment in new generation reactors. Ecological problems of the region and ways to resolve them]. Materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Omsk. 2018. p. 252-255.

9 Maikanov, Balgabay S., Laura T. Auteleyeva, Gulzhikhan T. Ismagulova, Jan Wiśniewski, Zbigniew Bełkot, and Krzysztof Anusz. "Quality and Safety of Agricultural Products in the Shuchinsk-Burabay Resort Zone. Fish." Medycyna Weterynaryjna 76 (10) 2020: 6462–2020. https://doi.org/10.21521/mw.6462.

10 Krupa, Elena, Sophia Romanova, Galym Berkinbaev, Natalya Yakovleva, and Erlan Sadvakasov. "Zooplankton as Indicator of the Ecological State of Protected Aquatic Ecosystems (Lake Borovoe, Burabay National Nature Park, Northern Kazakhstan)." Water 12 (9) 2020: 2580. https://doi.org/10.3390/w12092580.

11 Ramazanova, Makhabbat, Mihai Bulai, Adrian Ursu, Bartolomé Tortella, and Anuarbek Kakabayev. "Effects of Tourism Development on Surface Area of Main Lakes of Shchuchinsk-Burabay Resort Area, Kazakhstan." European Journal of Tourism Research 21 (March) 2019: 69–86. https://ejtr.vumk.eu/index.php/about/article/view/359/363.

12 Myakisheva N.V., Zhumangalieva Z.M. Sovremennoe sostoyanie antropogenno-nagruzhennyh presnovodnyh ozer Kazahstana [The current state of anthropogenically loaded freshwater lakes in Kazakhstan]. Uch.zap. RSHU, no. 34 (2014): 63-70.

13 Khussainov A.T. Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie Gosudarstvennogo nacional'nogo prirodnogo parka «Burabaj», mery po ego uluchsheniyu. [The current ecological state of the State National Natural Park «Burabay», measures for its improvement] /A.T. Khussainov, S.K. Memeshov, Sh.N. Durmekbayeva, S.K. Makhanova and others: Monograph. Kokshetau, 2019. 318 p.

14 Ozera Severnogo Kazahstana [Lakes of Northern Kazakhstan] collection of articles / все авторы // Academy of Sciences of the Kazakh SSR. Department ofGeography. 1960, 239 p.

15 Resursy poverhnostnyh vod rajonov osvoeniya celinnyhi zalezhnyh zemel'. Vyp. 3: Kokchetavskaya oblast' Kazahskoj SSR. [Surface water resources of virgin and fallow lands development areas. Issue 3: Kokchetav region of the Kazakh SSR]. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House, 1959: P.421-422.

16 Ovchinnikov L.N., Prikladnaya geohimiya [Applied Geochemistry]. Moscow: Nedra, 1990.

17 Davydov L.K. Obshchayagidrologiya [General hydrology] / L.K. Davydov, A.A. Dmitrieva, N.G. Konkina Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973.

18 Kurmanbaeva A.S., Khusainov A.T. and Zhumay E. Ekologicheskoe sostoyanie ozera «Burabaj» gosudarstvennogo nacional'nogo prirodnogo parka «Burabaj» [Ecological state of the lake «Burabay» of the State national natural park «Burabay»]. Scientific and technical journal «Science News of Kazakhstan», 2019, - issue No. 3 (141) - P. 202.

19 Vremennye metodicheskie ukazaniya po kompleksnoj ocenke kachestva poverhnostnyh I morskihvod po gidrohimicheskim pokazatelyam, vvedeny v dejstvieukazaniemGoskomgidrometa [Temporary guidelines for a comprehensive assessment of the quality of surface and sea waters by hydrochemical indicators, put into effect by the instruction of the State Committee for Hydromet] No. 250-1163 dated 09.22.86.

20 Matta, Gagan, Sachin Srivastava, R. R. Pandey, and K. K. Saini. "Assessment of Physicochemical Characteristics of Ganga Canal Water Quality in Uttarakhand." Environment, Development and Sustainability 19 (2) 2015: 419–31. https://doi.org/10.1007/s10668-015-9735-x.

21 Rajawat, Ajay Kumar, and Praveen Kumar. "Physico-chemical aspects of Yamuna river at Gokul Barrage, Mathura (UP) India." FLORA and FAUNA 23 (2) 2017. https://doi.org/10.33451/florafauna.v23i2pp359-362.

22 Singh, Preety. 2014. "Studies on Seasonal Variations in Physico-Chemical Parameters of the River Gomti (U.P.) India." International Journal of Advanced Research 2 (2): 82–86. https://www.journalijar.com/uploads/453_IJAR-2494.pdf.

23 Srivastava, P. K., S. Mukherjee, M. Gupta, and S. K. Singh. "Characterizing Monsoonal Variation on Water Quality Index of River Mahi in India Using Geographical Information System." Water Quality, Exposure and Health 2 (3-4) 2011: 193–203. https://doi.org/10.1007/s12403-011-0038-7.

24 Kumar Gangwar, Ravi, Puneet Khare, Jaspal Singh, and A Singh. "Assessment of Physico-Chemical Properties of Water: River Ramganga at Bareilly, U.P." https://www.jocpr.com/articles/assessment-of-physicochemical-properties-of-waterriver-ramganga-at-bareilly-up.pdf. 2012.

25 Ravindra, Khaiwal, Ameena, Meenakshi, Monika, Rani, and Anubha Kaushik. "Seasonal Variations in Physico-Chemical Characteristics of River Yamuna in Haryana and Its Ecological Best-Designated Use." Journal of Environmental Monitoring 5 (3) 2003: 419. https://doi.org/10.1039/b301723k.

26 Venkatesharaju, K, P Ravikumar, RK Somashekar, and KL Prakash. "Physico-Chemical and Bacteriological Investigation on the River Cauvery of Kollegal Stretch in Karnataka." Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology 6 (1) 1970: 50–59. https://doi.org/10.3126/kuset.v6i1.3310.

27 Stroganov N.S., Buzinova N.S. Gidrohimiya [Hydrochemistry]. Moscow: Moscow State University, 1969.

28 Edinaya sistema klassifikacii kachestva vody v vodnyhob»ektah [Unified system of classification of water quality in water bodies]. - Approved by order of the Chairman of the Committee on Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated November 9, 2016 No. 151.

ҒТАМР 34.35.33; 87.53.18 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.03

Н.А. Әбдімүтәліп, А. Талғатқызы*, Ә.К. Құрбаниязов

Қожа Ахмет Ясауи атындаҚы ХалыҚаралыҚ ҚазаҚ-тҚрік университеті,
ҚазаҚстан, ТҚркістан Қ.
*e-mail: a_altungul@mail.ru

АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ БИОЖҮЙЕ КОМПОНЕНТТЕРІ ДЕГРАДАЦИЯСЫНЫҢ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОФИЗИКАЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада теңіз деңгейінің құлдырауы мен Арал өңірінің биожүйе компоненттеріне байланысты туындаған экологиялық проблемаларды шешу жөніндегі практикалық іс-шаралардың нәтижелері және оларды әзірлеу тәсілдері қарастырылды. Арал өңіріндегі биожүйе компоненттерінің дерадацияға ұшырау мәселелерін шешу жөніндегі бұрын жоспарланған және анықталған жаңа экологиялық проблемалар мен оларды шешуге арналған практикалық іс-шараларға әдеби шолу толығымен жүргізілді. Зерттеу әдістемесі теңіздің гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық күйінің өзгеруіне, сонымен қатар ландшафттардың анықтамалық аймақтарын зерттеуге және кейіннен ғарыштық суреттердің нәтижелерімен салыстыруға арналған далалық зерттеулерді қамтыды. Ғылыми зерттеуде бактерио-, фито- және зоопланктонның горизонтальды және вертикальды таралу сипатын зерттеу, Chl-a және феопигменттер концентрациясын өлшеу, фито- және зоопланктонның таксономиялық құрамын анықтау арқылы олардың Арал теңізінің прогрессивті тұздануы аясындағы қазіргі жағдайының сипаттамасы қарастырылды. Ғылыми зерттеу жұмысының жаңалығы 2010 – 2020 жылдардағы проблеманың даму кезеңін сипаттайтын жаңа материалдарды, орындалған ғылыми зерттеулерді жүзеге асыру салдары алғаш рет анықталынды. Ғылыми зерттеу нәтижелері гидролог, биолог, эколог мамандар үшін Арал аймағының әртүрлі ландшафтық өңірлеріндегі зерттеулер мен ғылыми-практикалық жұмыстарды тұжырымдауда, осы процестің болашақтағы тенденциясына экологиялық болжамдар жасауда қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: Арал теңізі, фитопланктон, Chl-a, экологиялық дағдарыс, Арал деградациясы, биожүйе компоненттері, географиялық болжам, ландшафт.

N.A. Abdimutalip, A. Talgatkyzy*, A.K. Kurbaniyazov

International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi,
Kazakhstan, Turkestan
*e-mail: a_altungul@mail.ru

Study of physiological and biophysical processes of degradation of components of the Aral Sea biosystem

The article considers the results of practical measures to solve environmental problems arising from the fall in sea level and the components of the Aral Sea biosystem, and approaches to their development. A complete literature review of previously planned and identified new environmental problems and practical measures to address the degradation of components of the Aral Sea biosystem is carried out. The research methodology included field studies on changes in the hydrophysical, hydrochemical and hydrobiological state of the landscape, as well as the study of the reference zones of the landscapes and subsequent comparisons with the results of satellite images. The scientific study examines the characteristics of their current state against the background of progressive salinization of the Aral Sea by studying the nature of the horizontal and vertical distribution of bacterio-, phyto- and zooplankton, measuring the concentrations of Chl-a and pheopigments,and determining the taxonomic composition of phyto-and zooplankton. The novelty of the research work for the first time, the consequences of the implementation of new materials, performed scientific research, characterizing the period of development of the problem in 2010-2020, are determined. The results of scientific research can be used for specialists-hydrologists, biologists, ecologists in the formulation of research and scientific and practical work in various landscape zones of the island region, in the preparation of environmental forecasts for the future development of this process.

© 2021 Al-Farabi Kazakh National University

Key words: Aral Sea, phytoplankton, Chl-a, ecological crisis, island degradation, biosystem components, geographical forecast, landscape.

Н.А. Абдимуталип, А. Талгаткызы*, А.К. Курбаниязов
Международный казахско-турецкий университет
имени Ходжи Ахмеда Ясави, Казахстан, г. Туркестан
*e-mail: a_altungul@mail.ru

Исследование физиологических и биофизических процессов деградации компонентов биосистемы Аральского моря

В статье рассмотрены результаты практических мероприятий по решению экологических проблем, возникающих в связи с падением уровня моря и компонентами биосистемы Приаралья, и подходы к их разработке. Полностью проведен литературный обзор ранее запланированных и выявленных новых экологических проблем и практических мероприятий по решению проблем деградации компонентов биосистемы Приаралья. Методика исследования включала в себя полевые исследования, посвященные изменению гидрофизического, гидрохимического и гидробиологического состояния ландшафта, а также изучению эталонных зон ландшафтов и последующим сравнениям с результатами космических снимков. В научном исследовании рассмотрена характеристика их современного состояния на фоне прогрессивного засоления Аральского моря путем изучения характера горизонтального и вертикального распределения бактерио-, фито- и зоопланктона, измерения концентраций Chl-a и феопигментов, определения таксономического состава фито- и зоопланктона. Новизна научно-исследовательской работы: впервые определены последствия реализации новых материалов, выполненных научных исследований, характеризующих период развития проблемы в 2010-2020 годах. Результаты научных исследований могут быть использованы для специалистов-гидрологов, биологов, экологов при формулировании исследований и научно-практических работ в различных ландшафтных зонах островного региона, при составлении экологических прогнозов на будущее развитие этого процесса.

Ключевые слова: Аральское море, фитопланктон, Chl-a, экологический кризис, деградация острова, компоненты биосистемы, географический прогноз, ландшафт.

Кіріспе

Арал теңізінің құрғауы 1961 жылы басталды, ал тікелей өлшеудің соңғы деректері бойынша (2010 ж. қыркүйек) қазіргі кезде жер бетінен деңгейдің жалпы төмендеуі 26,7 м құрайды. Тұзданудың максималды және орташа мәндері шамадан жоғары артып, теңіздің құрғауы оның гидрофизикалық режимі мен химиялық күйінің түбегейлі өзгеруіне алып келді және оның биологиялық бірлестіктерін түбегейлі қайта құруға мәжбүр етті.

Кеңес Одағы кезінде Арал теңізі елдегі ең жақсы зерттелген теңіздердің бірі болды. Теңіздің физикалық, химиялық және биологиялық күйі жүйелі зерттеу мен бақылаудың негізгі тақырыбы болды. Зерттеу кемелерінің ғылыми саяхаттары жүйелі түрде жүргізіліп отырды, олардың саны әр жылдары өзгеріп отыратын, бірақ жұмыс істеп тұрған 11 теңіз жағалауы мен арал метеорологиялық станцияларында үздіксіз гидрометеорологиялық өлшеулер жүргізілді. Мұз режимін әуеден барлау және басқа да бақылаулар жүргізілді. Осы зерттеулердің нәтижесінде жүздеген мақалалар мен бірқатар кітаптар жарық көрді, олардың кейбіреулері мысалы, [Л.К. Блинов «Арал теңізінің химиясы» (1956) немесе И.В. Рубанов «Арал теңізінің геологиясы» (1987)] Арал теңізінің қазіргі заманғы мамандары үшін «жұмыс үстелінде» қалады [1].

З.К. Ермахановтың және т.б. деректері бойынша ұзақ үзілістен кейін, Сырдария өзенінің ағыны Кіші Арал теңізіне түсе бастады. Осының нәтижесінде сағалық аймақта тұзсыздандырылған аймақ пайда болды, онда көл жүйелері мен Сырдария өзенінен байырғы кәсіпшілік ихтиофауна пайда бола бастады [2].

Соңғы онжылдықтарда Арал теңізі мен оның айналасындағы аумақтар мәселесі кең қоғамдық бұқараның, ғылыми және ұлттық экономикалық ұйымдардың назарын аударды. Арал өңірі экологиялық апат аймағына айналды. Арал теңізінің өзі 50-ші жылдардан бастап бұрын-соңды болмаған антропикалық әсерге ұшырады. Мұнда кең ауқымды акклиматизация жұмыстары жүргізілді, ғаламдар су қоймасындағы трофикалық байланыстарды түбегейлі өзгертті және тарихи қалыптасқан экожүйеде қайтымсыз өзгерістер тудырды. Су қоймасы кіші және үлкен теңіздерге жеке гидрологиялық-гидрохимиялық

режимдермен бөлінді, фауналардың құрамында айырмашылықтар пайда болды [3].

20 ғасырдың бірінші жартысында Арал теңізінде көптеген құнды балықтар мен пелагиялық планктонофагтардың болмауы қажетті формаларды енгізу арқылы оңай түзетілді. Алайда, бекіре тұқымдас балықтардың, муллет пен салаканың енгізілуінің жеткілікті биологиялық негіздемесінсіз және ең бастысы паразиттердің олармен бірге әкелінуі және ілеспе тіршілік иелерін: атерин, гобидің 7 түрі, ине-балық және асшаяндар бірқатар жағымсыз салдарға алып келді, бұл толық анықталмаған және зерттелмеген. 60-жылдардың басынан бастап, теңіздің күтілетін тұздануы қарсаңында Арал фаунасының мақсатты қалыптасуы басталды, ол 1986 жылға дейін үзілістермен жалғасты. Арал теңізіне омыртқасыздардың 16 түрі және балықтардың 22 түрі мақсатты түрде немесе кездейсоқ енгізілді, зоопланктон, зообентос және ихтиофаунада акклиматизанттар басым бола бастады [3-4].

Су тұздылығы жануарлар үшін қоршаған ортаның маңызды абиотикалық факторларының бірі болып табылады. Бұл белгілі бір су қоймасының фаунасының көрінісін анықтайтын еріген тұздардың құрамы мен мөлшері. Арал теңізінде байқалған су тұздылығының біртіндеп артуы және фауналардың өзгеруі жалпы биологиялық маңызы бар мәселелерді шешу үшін бай материал болып табылады: мысалы, континентальды сулардағы тұщы су мен теңіз фаунасы арасындағы шекараның орналасуы, фенотиптік өзгергіштікті толық көлемде жүзеге асыру мүмкіндігі, түрлердің үстемдік заңдылықтары және мекендейтін жерлердегі өзгеріп жатқан организмдердің саны мен биомассасының ауытқуы, биоценоздардың сабақтастығы, түрлердің шектеулі жиынтығы жағдайындағы трофикалық қатынастар [4-5].

Сонымен, жаңа мыңжылдықтың басында тез өзгеретін теңіздің физикалық, химиялық және биологиялық жүйелерінің көптеген сипаттамалары нашар зерттелді, ал кейбіреулері ғылыми қауымдастыққа іс жүзінде белгісіз болды. Бір жағынан, осы уақытқа дейін Арал теңізінің экологиялық дағдарысы қоршаған ортаға антропогендік қауіптің нышаны ретінде бүкіл әлемге танымал болды, бұқаралық ақпарат құралдары тарапынан қызығушылық үнемі артып отырды. Екінші жағынан, теңіздің нақты күйі туралы нақты білім деңгейі көп жағдайда мүлдем жеткіліксіз болды [6].

Жұмыстың мақсаты жоғарыда айтылғандарға байланысты, акклиматизацияның Арал теңізінің экожүйесіне ұзақ мерзімді әсерін талдау және регрессия кезеңінде оның биожүйе компоненттерін зерттеу болып табылады.

Мақсатқа қол жеткізу үшін келесідей міндеттер қойылған:

Арал теңізінің биожүйе компоненттері деградациясын анықтау;

Биожүйе компоненттері деградациясының физиологиялық ерекшеліктерін айқындау;

Биожүйе компоненттері деградациясының биофизикалық үдерістерін зерттеу;

Әдістемелік бөлім

Гидрогеология құрамына кіретін зерттеулердің түрлері, көлемдері, жүйелілігі мен әдістемесі зерттелетін ауданның геологиялық-гидрогеологиялық жағдайларын және зерттеу алдында қойылған негізгі және қосымша міндеттерді табысты шешуді ескере отырып негізделуі және орындалуы тиіс. Олар бұрын жүргізілген геологиялық, морфологиялық, гидрологиялық, биологиялық бақылауларды жинауды қамтиды. Әр түрлі жердегі көзбен шолып бақылау кезінде негізгі бөлінбейтін жұмыс түрлерінің бірі болып табылатын карталанған аумақты маршруттық зерттеу процесінде жүргізіледі [7-8].

Зерттеу әдістемесі ландшафттардың анықтамалық аймақтарын зерттеуге және кейіннен ғарыштық суреттердің нәтижелерімен салыстыруға арналған далалық зерттеулерді қамтыды. Жобаларды орындау кезеңінде теңіздің кеуіп қалған түбіне және іргелес аумаққа экспедиция ұйымдастырылды. Координаттарда 12-ден астам сынақ учаскелері сипатталған, 11-ден астам топырақ учаскелері салынған [9].

Далалық зерттеулердің құрамы мен әдістері:

– Гидрогеология: жер асты суларының деңгейі және олардың минералдануы;

– Топырағы: генетикалық сипаттамасы, механикалық құрамы, қарашірік, карбонаттар, гипс, тұздану, тұз құрамы, топырақ түрі;

– Өсімдіктер: құрамы, жағдайы, проекциялық жабыны;

– Экология: ландшафттардың тұрақтылығы, тәуекелділігі;

– Спутниктік суреттер бойынша жіктеу [10].

Арал теңізінің биожүйе компоненттері деградациясының физиологиялық және биофизикалық үдерістерін зерттеу жұмысы үрмелі қайықтар көмегімен жүргізілді. Осы экспедицияда бактериопланктон, Chl-a және фитопланктон және зоопланктонның тік таралуына зерттеу жүргізілді.

Мысалы фитопигменттерді анықтау әдісі: Батометрден 500 мл су пластикалық бөтелкелерге алынып, зертханаға тасымалдау үшін термостат контейнеріне орналастырылады. Жағалауда сынамалар GF/ F шыны талшық сүзгілері арқылы 0,3 атомнан аспайтын вакуумда дереу сүзілді. Экстракция 90% ацетонда 20 ° С температурада қараңғы жерде 14-16 сағ ішінде жүргізілді [11]. Сығындылардың флуоресценциясы қышқылданғанға дейін және одан кейін 10% HCl екі тамшысымен Trilogy Turner Designs флюорометрінде өлшенді. Құрылғы таза хлорофилл көмегімен алдын ала калибрленген. Хлорофиллдің «а» концентрациясы мен феопигменттерді экстракорпоральды флюорометрия үшін [Стрикленд, Парсонс] [12] формуласы бойынша есептеді:

$$\text{Chl-a} = k*(Fb - Fa)*(V_{экстр} / V_{воды})$$

$$\text{Фитопигмент} = k*(R*Fb - Fa)*(V_{экстр} / V_{воды})$$

k – құрылғының калибрлеу коэффициенті;

Fb, Fa – сәйкесінше қышқылданғанға дейінгі және кейінгі зерттелетін ерітіндінің флуоресценциясы;

R – қышқылдандыру коэффициенті;

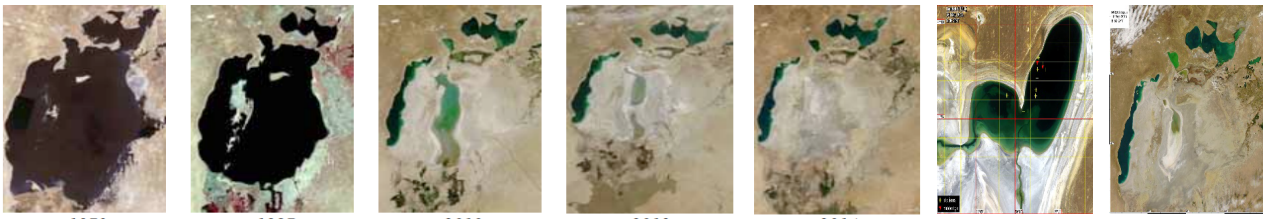
$V_{экстр}$ – асетон экстрактының көлемі;

$V_{воды}$ – су сынамасының көлемі.

Негізгі табиғи компоненттердің – рельефтің, топырақтың, өсімдіктердің өзара байланысын міндетті түрде ескере отырып, зерттелетін аумақ бойынша тақырыптық карталар мен далалық зерттеулерді талдау негізінде табиғи-аумақтық кешендердің ландшафттарының негізгі түрлері анықталды [13].

Нәтижелер және оларды талқылау

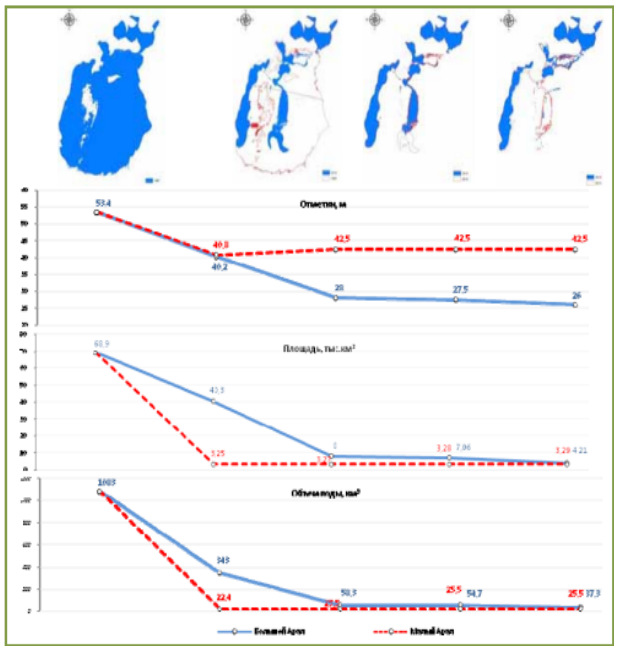
Атап өтілгендей, Арал теңізінің құрғауына антропогендік кезең морфометриялық, физикалық, химиялық, биологиялық және басқа параметрлердің айтарлықтай өзгеруіне ғана емес, сонымен қатар жағалау аймағындағы инфрақұрылымның бұзылуына (метеорологиялық станциялар мен деңгейлік өлшегіштердің көп бөлігін қоса алғанда) әкелді. Ландшафттың гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық жағдайының өзгеруін спутниктік мәліметтер базасын қолдану арқылы және ғарыштық суреттерді салыстыру нәтижесі негізінде толықтырылды (1-сурет).



1-сурет – Арал теңізінің зерттеулерінің спутниктік көріністері

Алайда, Арал экожүйесінің жалғасып келе жатқан өзгерістеріне және су қоймаларының бір-бірінен берік бөлінуіне байланысты біздің зерттеулеріміздің географиясы кеңейтіліп, 2016 жылға дейін Арал теңізінің шекарасында орналасқан 3 негізгі су қоймасын қамтыды. Арал теңізінің әртүрлі бөліктерінде бір маусым шеңберінде спутник бақылауларды тиісті ұйымдастыру олардың арасында сапалы және сандық салыстыруды неғұрлым дәл жүргізуге мүмкіндік береді. Мысалы, Арал теңізінің әртүрлі бөліктеріндегі TPM ұзақ мерзімді өзгергіштігін бақылау үшін MSSST деректер массивтерін (Multi-Channel Sea Surface Ttemperature) және/немесе Pathfinder жобасының деректерін (1985 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейін Мұхит бетінің температурасы туралы жоғары сапалы Ғаламдық мәліметтер базасын шығаруға бағытталған NOAA/NASA бірлескен жобасы) пайдалануға болады (2-сурет).

Арал теңізінің құрғаған түбінің аумағын зерттеу кезінде спутниктік суреттердің екі түрі қолданылды – IRS LISS және Landsat – суреттерді GTZ сатып алынды. Суреттерде ерекшеленетін объектілердің ең аз мөлшерімен сипатталатын мәліметтердің кеңістіктік (геометриялық) ажыратымдылығы IRS үшін 23,5 м, ал Landsat спутнигі үшін сәйкесінше 28 м құрайды.



2-сурет – Сынама алынған нүктелерінің температуралық өзгерістері

Құрлықтағы өсімдіктердің жай-күйін өлшеу үшін спутниктерден екі немесе одан да көп спектрлі жолақтарда біріктірілген сигналға негізделген бірнеше вегетациялық индекстер жасалды.

Жоғарыда айтылғандай, бүгінгі күнге дейін Арал теңізіндегі судың көлемі өткен ғасырдың ортасымен салыстырғанда 10 еседен астамға азайды. Теңіз көлемі азайған сайын оның минералдануы 1960 жылы 10 г / кг-нан 2002 жылы 82 г / кг-ға дейін өсті [14] және 2010 жылы 114 г / кг-ға жетті. Берілген шамалар батыс бассейнінің беткі қабатын білдіреді, ал шығыс бассейнінде тұздылықтың артуы одан да маңызды болып отыр.

Бұл кезде Арал экожүйесінде күрт өзгерістер болды [14-15], автохтонды түрлердің көпшілігінің жойылуымен және биоалуантүрліліктің айтарлықтай төмендеуі байқалды. Мысалы, минералданудың күрт өсу кезеңінде 1971 жылдан 2002 жылға дейін фитопланктон түрлерінің саны 375-тен 139 түрге, ал зоопланктон 42-ден 4 түрге дейін азайды [16].

Түрлердің алуан түрлілігіндегі үлкен шығындарға қарамастан, Арал теңізінің қазіргі экожүйесін өліп бара жатқан деп атауға болмайды. Пелагиялық аймақта өте жоғары тұздылыққа бейімделген ерекше, бірақ өміршең биологиялық қауымдастықтар тіршілік етеді және белсенді жұмыс істейді [17]. Осы түрлердің бірі – пелагиялық гилл табанды шаян *Artemia parthenogepetica*, гипергалин су қоймаларының типтік тұрғыны. Үлкен Аралда Артемия тек 2000 жылы пайда болды, сол кезде тұздылығы 63 г/кг-ға дейін өсті, ал 2002 жылы оның биомассасы 0,3 г/м-ге тең болды, бұл зоопланктонның жалпы массасының 99% құрады [18]. Артемия түрлері бүкіл әлемде кеңінен таралған және барлық жерде фундаменталды ғылыми зерттеулердің объектісі ретінде (экологиялық, генетикалық, эволюциялық, палеонтологиялық) және коммерциялық мақсаттарда қарқынды түрде зерттеледі, өйткені ұйықтап жатқан артемия жұмыртқалары (кисталары) коммерциялық маңызы зор және аквариумда қолданылады. Жақында Арал теңізінде тұзды асшаяндарды дамыту осы түрдің жұмыртқаларын демалуға кәсіптік балық аулау мүмкіндігі тұрғысынан кейбір шетелдік компаниялардың қызығушылығын тудырды [19].

Жоғарыда бірнеше рет көрсетілген Үлкен Аралды экспедициялық бақылау бағдарламасы кезінде, гидрофизикалық және гидрохимиялық жағдайлардың күрт өзгеруі жағдайында Арал теңізінің биологиялық қайта құрылымдау бағытын, түр құрамының өзгеруін, пелагиялық жүйенің сандық және өндірістік сипаттамаларын бағалау бойынша зерттеулер жүргізілді.

Бұл мәселені шешу үшін келесі жұмыстар жүргізілді:

1) бактерио-, фито- және зоопланктонның горизонтальды және вертикальды таралу сипатын зерттеу [20];

2) Chl-a және феопигменттер концентрациясын өлшеу;

3) фито- және зоопланктонның таксономиялық құрамын анықтау;

4) *Artemia* parthegenetica-да жұмыртқалардың қоректену және өну жылдамдығын эксперименттік зерттеу [21].

Жазғы – күзгі маусым кезеңінде Үлкен Аралдың батыс алабында балдырлардың 56 түрі кездесті (1-кесте), оның 28 түрі диатомдар *(Bacillariophyta),* жасыл балдырлардың түрлері *(Chlorophyta),* 2 түрі криптофиттер *(Cpuntoфuma),* динофиттер *(Dinophyta),* алтын *(Chrysophyta)* және эвглена *(Euglenophyta)* балдырлары, көкжасыл *(Suanophyta)* балдырлардың 5 түрі, флагеллаттардың 2 түрі *(Flagellata)* [22] және празинофиттердің *(Prasinophyta)* балдырлардың 1 түрі. Жасыл балдырлар, *Chlamidomonas sp.,* маусым айында және *Oosustis* субмаринасы, тамызында және қыркүйегінде, зерттеу кезеңінде олардың саны басым болды (1-кесте). Маусымда фитопланктонда диатомдар да басым болды,

олардың көптігі жалпы санының 5%-дан аспады. Батыс бассейндегі түрлердің ең көп саны (37 түрі) маусым айларында табылды. Тамыз және қыркүйек айларында сәйкесінше 20 және 33 түр кездескен [23].

Хлорофиллдің тік таралу сипаты фитопланктонның термоклин қабатындағы максималды концентрациясы бойынша таралуына сәйкес келді, ол маусымда 9, тамызда 5,3, қыркүйекте 7,5 мкг Chl / л болды. Сыртқы жағынан Chl-a концентрациясы 1-2 мкг құрады. Chl-a жоғарылауы төменгі қабатта жиі байқалды. Су бағанына арналған Chl-a орташа концентрациясы маусымда 4,9 мкг / л құрады және тамыз бен қыркүйек айларымен салыстырғанда айтарлықтай жоғары болды (сәйкесінше 3,2 және 3,6).

211 г / кг тұздылығы бар шығыс бассейнінде 14 диатом түрі табылды, олардың ішінде басым түрлері *Halamphora coffeaeformis*[24], ал *Fragilaria brevistriata, Halamphora holsatica, Nitzschia amphibia* және *Navicula spp.* барлығы балдырлардың жалпы санының 40%-дан астамын құрады (1-кесте). Жасыл балдырлар – фитопланктонның құрылымы көптеген споралармен ұсынылған.

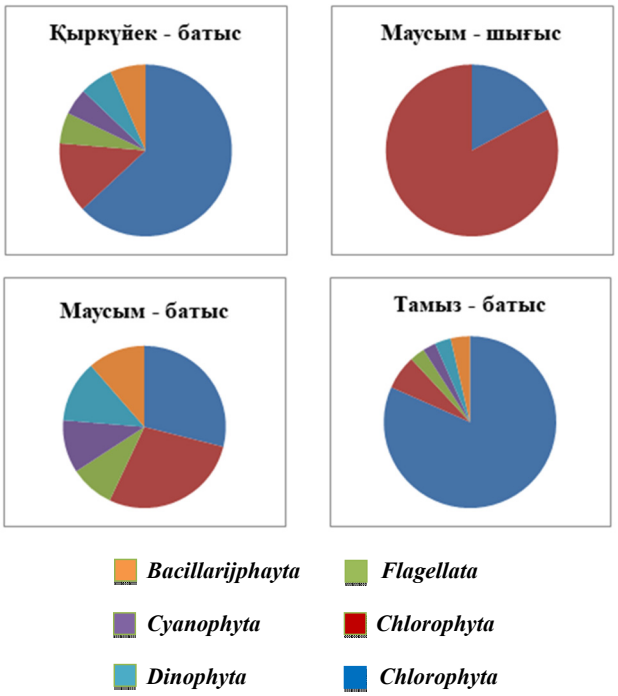
2008-2010 жылдардағы Ұлы Арал теңізінің фитопланктон қауымдастығының құрылымындағы өзгерістер 1-суретте көрсетілген. Фитопланктонның құрылымы мен молдығындағы үлкен айырмашылықтар батыс және шығыс алаптары арасында байқалды. 2008 жылғы маусымда шығыс бассейніндегі жалпы фитопланктон популяциясы 0,9 х 106 жасуша / л, ал жалпы биомасса 93 мкг C / л құрады, ал батыс алабында бұл көрсеткіштер 2,4 х 10 ° жасушалар / л және 538 жетті мкг C / L сәйкесінше. Шығыс алабында фитопланктон негізінен диатомдардан тұрды, ал олардың көптігінің 20%-ы жасыл балдырлардың споралары болды. Батыс бассейнінде жасыл және диатомдар басым болатын барлық фитопланктон топтары 2008 жылдың жазында ұсынылды (1-суретті қараңыз). Тамыз және қыркүйек айларында балдырлардың саны (9,2 х 10 ° жасушалар / л және 8,5 х 105 жасушалар / л) маусымға қарағанда шамамен 4 есе көп болды, ал биомасса айтарлықтай төмен болды, ол тамызда 352 жасушалар мен қыркүйекте 213 мкг C/ L құрады. Бұл жаздың екінші жартысында фитопланктон құрамының өзгеруіне байланысты болды; ол ұсақ балдыр жасушаларының, негізінен хлорофиталардың абсолютті үстемдігімен сипатталды (3-сурет). Батыс бассейнінің тұздылығы 2008-2010 жж. 104-тен 117 г / кг-ға дейін өсті, фитопланктон қауымдастығының түр құрылымында байқалған жыларалық өзгерістер, ең алдымен, жыл мезгілдерінің сабақтастығына байланысты болды [25].

1-кесте – Үлкен Арал теңізінің жазғы-күзгі маусымындағы фитопланктон құрамы

Түрлер	Шығыс басссейн	Батыс бассейн		
	маусым	маусым	тамыз	қыркүйек
Cyanophyta				
Aphanotece clathrata West and West	-	-	-	+
Gomphosphaeria lacustris Chodat	-	-	-	+
Microcystis pulverea (Wood) Forti et. Elenk.	-	-	-	+
Synechococcus aeruginosus Nag.	-	+	+	+
S. elongatus Nag.	-	M	+	M
Cryptophyta				
Chroomonas sp.	-	+	+	+
Rhodomonas salina (Wisl.)Hill et Wetherbee	-	M	+	+
Euglenophyta				
cf. Euglenophytaa	-	-	+	-
Trachelomonas cf. verrucosa Stokes	-	-	+	-

Кестенің жалғасы

Түрлер	Шығыс басссейн	Батыс бассейн		
	маусым	маусым	тамыз	қыркүйек
Dinophyta				
Gymnodinium sp.1	-	+	-	+
Gymnodinium sp.2	-	+	+	+
М – басым түрлер (жалпы санының 5-15%) «+» – жалпы санының <5% құрайтын түрлер «-» – сынамада кездеспеген түрлер				



3-сурет – Үлкен Арал теңізінің жазғы-күзгі маусымындағы фитопланктон құрамы

Хлорофиллдің тік таралу сипаты фитопланктонның термоклин қабатындағы максималды концентрациясы бойынша таралуына сәйкес келді, ол маусымда 9, тамызда 5,3, қыркүйекте 7,5 мкг Chl / л болды. Сыртқы жағынан Chl-a концентрациясы 1-2 мкг құрады. Chl-a жоғарылауы төменгі қабатта жиі байқалды. Су бағанына арналған Chl-a орташа концентрациясы маусымда 4,9 мкг / л құрады және тамыз бен қыркүйек айларымен салыстырғанда айтарлықтай жоғары болды (сәйкесінше 3,2 және 3,6).

Үлкен Арал теңізінің фитопланктон қауымдастығының құрылымындағы өзгерістер 1-суретте көрсетілген. Фитопланктонның құрылымы мен молдығындағы үлкен айырмашылықтар батыс және шығыс алаптары арасында байқалды. Маусымда шығыс бассейніндегі жалпы фитопланктон популяциясы 0,9 х 106 кл/л, ал жалпы биомасса 93 мкг С/л құрады, ал батыс алабында сәйкесінше бұл мәндер 2,4 х 100 кл/л және 538 мкг мкг С/л-ға жетті. Шығыс алабында фитопланктон негізінен диатомдардан тұрды, ал олардың көпшілігінің 20%-ы жасыл балдырлардың споралары болды. Батыс алабында жасыл және диатомды балдырлар басым болатын барлық фитопланктон топтары жазда болды (1-сурет). Тамыз және қыркүйек айларында балдырлардың саны (9,2 х 10^6 кл/л және 8,5 х 10^6 кл/л) маусымға қарағанда шамамен 4 есе көп болды, ал биомасса айтарлықтай төмен болды, тамызда 352, қыркүйекте 213 мкг С/л құрады.

Қорытынды

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында Арал өңірінің биожүйе компоненттері деградациясының физиологиялық және биофизикалық үдерістеріне байланысты туындаған экологиялық проблемаларды шешу жөніндегі іс-шараларды әзірлеу тәсілдері қарастырылды. Ғылыми зерттеу жұмысы бұрын жүргізілген геологиялық, морфологиялық, гидрологиялық, биологиялық бақылауларды жинауды қамтыды. Зерттеуде Үлкен Арал теңізінің төменгі биожүйе қауымдастығының кеш қайта тұздану кезеңінде қалай құрылымдалғаны және өзгергені қарастырылды.

Арал теңізінің тұздылығына байланысты биожүйе компоненттерінің деградацияға ұшырау процесінің негізгі 3 кезеңін атап көрсетуге болады:

– 1971-1976 жылдары, тұздылығы 12–14 г / л-ден асқанда, тұщы су шыққан тұзды су түрлері жоғалып кетті;

– 1986-1989 жылдары, тұздылығы 23–25 г / л-ден асқанда, Каспийден шыққан тұзды-су түрлері жойылды;

– 1990 жылдардың аяғында 2000 жылдардың басында. Үлкен Аралдан, оның тұздылығы 80-100 г / л-ден асқанда, теңіздің шығу тегі жоғалады.

1989 жылы кебу нәтижесінде Арал теңізі екі бөлікке бөлінді: солтүстігінде Кіші Арал және оңтүстігінде Үлкен Арал.

Биожүйе компоненттерінің жағдайы үш негізгі себеп бойынша зерттелді:

– Макрофиттердің біртіндеп ыдырауы аясында топ бентикалық экожүйелердің өнімділігі үшін негіз болды, сондықтан оның құрамын және әртүрлілігін талдау қажет болды.

– Микрофиттердің галотолеранттылығы бұрын сипатталғаннан өзгеше болуы мүмкін. Оның шектерін анықтау соңғы уақыттағы палеоэкологиялық және палеоклиматтық қайта құруда үлкен көмек.

– Прогрессивті тұздану аясында Арал теңізіне жаңа субстраттарда ценоздардың пайда болуы қызықты табиғи тәжірибе болды.

– Экологиялық зерттеу жұмысының пайдасы тек су айдынының техникалық көрсеткіштерінің жақсаруы ғана емес, өңірдегі биологиялық ресурстардың молаюында (балық қоры, өсімдік жамылғысы, жануарлар әлемі, құстардың саны көбеюі).

«Кіші Аралды қалпына келтіру» сияқты қоршаған ортаны қалпына келтірудің ауқымды жобалары мұқият мониторинг жүргізуді қажет етеді. Ғылыми зерттеу нәтижелері гидролог, биолог, эколог мамандар үшін күтілген жұмыс нәтижесін алу үшін ғана емес, кері байланыс беруге, жаңа тәжірибелермен алмасуға, сонымен қатар осындай зерттеулерді басқа жерлерде де сәтті өткізуге көмектеседі.

Әдебиеттер

1 Alzhanova, A.A., Baineeva, P.T., Seidakhmetov, M.K., Raimbekov, Zh.S., Syzdykbayeva, B.U. Water resources of transboundary rivers of the Republic of Kazakhstan: Management principles, methods and mechanism // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. – 2018. – Vol. 41, – P. 87-91.

2 Dzhamantikov, Kh.D., Toktamysov, A.M., Narenova, S.M., Aldanazar, D.N., Tapalova, A.S. The use of chelated microfertilizers applied for rice on saline soils of the Kazakhstan Aral Sea region // Ecology, Environment and Conservation. – 2018. – Vol. 24. – P. 484-488.

3 Ibragimova, R.A., Sharipov, S.M., Abdunazarov, U.K., Mirakmalov, M.T., Ibraimova, A.A. Aral physical and geographic district, Uzbekistan and Kazakhstan // Asia Life Sciences. – 2019. – Vol. 1. – P. 227-235.

4 Karimova, B.Z., Alimbekova, S.K., Mukhatova, A.D. Ecological problems in mass media in Kazakhstan // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Vol. 10. – №6. – P. 1422-1427.

5 Khojiyev, A., Khaydarov, T., Rajabov, N., Pulatov, J. Optimal solution leaching rates with a deficit of irrigation water // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. -Vol – 883. – 012091

6 Krutov, A., Bazarov, D., Norkulov, B., Obidov, B., Nazarov, B. Experience of employment of computational models for water quality modelling // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol – 97. -05030

7 P. Micklin The Future Aral sea: hope and despair // Environmental Earth Science. – 2016. – Vol – 75, – № 9. – P. 1-15.

8 Panichkin, V., Sagin, J., Miroshnichenko, O., Yerikuly, Z., Livinskiy, Y. Assessment and forecasting of the subsurface drain of the Aral Sea, Central Asia // International Journal of Environmental Studies. – 2017.- Vol-74, – №2.- P.1-15.

9 Ravshan, O., Ra'no, R., Usmon, A., Risbek, S., Azizkhon, K. The aral tragedy and its threats to regional life, issues of cooperation in solving the aral problem // International Journal of Scientific and Technology Research. – 2020.- Vol – 9, – №4. – P.2277-8616.

10 Sun, F., Ma, R. Hydrologic changes of Aral Sea: A reveal by the combination of radar altimeter data and optical images // Annals of GIS. – 2019. – Vol – 25, – №3. – p. 247-261.

11 Tokbergenova, A., Kiyassova, L., Kairova, S. Sustainable development agriculture in the republic of Kazakhstan // Polish Journal of Environmental Studies. – 2018. – Vol -27,- №5. – с. 1923-1933.

12 Wheeler W. Mitigating disaster: The aral sea and (post-)soviet property // Global Environment. – 2018.- Vol-11, – №2.- P. 346-376

13 Zhang, Y.F., Li, Y.P., Huang, G.H., Ma, Y. A copula-based stochastic fractional programming method for optimizing water-food-energy nexus system under uncertainty in the Aral Sea basin // Journal of Cleaner Production. – 2021.- Vol-292.-126037

14 Zhurabekova, G., Balmagambetova, A., Bianchi, S., Bekmukhambetov, Y., Macchiarelli, G. The toxicity of lindane in the female reproductive system: A review on the aral sea // EuroMediterranean Biomedical Journal. – 2018. -Vol – 13,- №24. p. 104-108.

15 Abdimutalip, N.A., Toychibekova, G.B., Kurbanyazov, A.K. Study of the bio containers of optimal composition to improve the growth and development of plants // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences. – 2019 – Vol – 2, – №50. – p. 94-98

16 Kurbaniyazov, A.K. Research of transformation of biogenous elements in water ecosystems of the southern AralSea area // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences. – 2019. – Vol. 3, №51, p. 33-36.

17 Беленко В.В. Биологическое разнообразие как основа устойчивого развития природных экосистем // Естественные и технические науки. – 2017. – Vol-1. – С. 14-17.

18 Бахмацкая А.И. Анализ экологической безопасности процессов хлорирования воды // Экология промышленного производства. – 2016. – Vol. 2. – С. 52-56.

19 Плотников И.С. Многолетние изменения фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря. – СПб.: ЗИН РАН, 2016. – С. 168.

20 Крейг Р. Битти, Нил А. Кокс и Мирьям И. Кьюзи Методические рекомендации. – Гланд, Швейцария: МСОП, 2018. – Vol-1. – С. 42.

21 Леонова Н. Потому что без воды… // В мире науки. – 2016. – Vol. 8. – С. 28-33.

22 Липка О.Н. Адаптация к изменениям климата для сохранения // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2016. – Vol. 1. – P. 56-40.

23 Османова Г.О. Биоморфология особей и эколого-демографическая характеристика ценопопуляций // Известия РАН. Серия биологическая. – 2016. – Vol. 5. – P. 544–550.

24 Пономарева Л.С. О порядке составления и актуализации перечня // Использование и охрана. – 2016. – Vol.2. – P. 17-21.

25 Хомидов Я.Я. Экологические проблемы Аральского моря: легенды и решения // Молодой ученый. – 2016.- Vol – 9, – № 113. – p. 450-453.

References

1 Abdimutalip, N.A., Toychibekova, G.B., Kurbanyazov, A.K. « Study of the bio containers of optimal composition to improve the growth and development of plants» News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan 2, no.50, (2019): 94-98

2 Alzhanova, A.A., Baineeva, P.T., Seidakhmetov, M.K., Raimbekov, Zh.S., Syzdykbayeva, B.U.. «Water resources of transboundary rivers of the Republic of Kazakhstan: Management principles, methods and mechanism.» Journal of Mechanical Engineering Research and Developments 41, no. 2, (2018): 87-91.

3 Dzhamantikov, Kh.D., Toktamysov, A.M., Narenova, S.M., Aldanazar, D.N., Tapalova, A.S. «The use of chelated microfertilizers applied for rice on saline soils of the Kazakhstan Aral Sea region.» Ecology, Environment and Conservation 24, no. 1, (2018): 484-488.

4 Ibragimova, R.A., Sharipov, S.M., Abdunazarov, U.K., Mirakmalov, M.T., Ibraimova, A.A.. «Aral physical and geographic district, Uzbekistan and Kazakhstan.» Asia Life Sciences, no.1, (2019): 227-235.

5 Karimova, B.Z., Alimbekova, S.K., Mukhatova, A.D. «Ecological problems in mass media in Kazakhstan.» Journal of Pharmaceutical Sciences and Research 10, no. 6, (2018): 1422-1427.

6 Khojiyev, A., Khaydarov, T., Rajabov, N., Pulatov, J.. «Optimal solution leaching rates with a deficit of irrigation water.» IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, no. 883, (2020): 012091

7 Krutov, A., Bazarov, D., Norkulov, B., Obidov, B., Nazarov, B. «Experience of employment of computational models for water quality modelling.» E3S Web of Conferences, no. 97, (2019): 05030

8 Micklin. P., «The Future Aral sea: hope and despair.» Environmental Earth Science 75, no. 9, (2016): 1-15.

9 Panichkin, V., Sagin, J., Miroshnichenko, O., Yerikuly, Z., Livinskiy, Y. «Assessment and forecasting of the subsurface drain of the Aral Sea, Central Asia.» International Journal of Environmental Studies 74, no. 2, (2017): 1-15

10 Ravshan, O., Ra'no, R., Usmon, A., Risbek, S., Azizkhon, K. «The aral tragedy and its threats to regional life, issues of cooperation in solving the aral problem.» International Journal of Scientific and Technology Research 9, no. 4, (2020): 2277-8616

11 Sun, F., Ma, R. «Hydrologic changes of Aral Sea: A reveal by the combination of radar altimeter data and optical images.» Annals of GIS 25, no. 3, (2019): 247-261.

12 Tokbergenova, A., Kiyassova, L., Kairova, S. «Sustainable development agriculture in the republic of Kazakhstan.» Polish Journal of Environmental Studies 27, no. 5, (2018): 1923-1933.

13 Wheeler, W. «Mitigating disaster: The aral sea and (post-)soviet property.» Global Environment 11, no.2, (2018):346-376

14 Zhang, Y.F., Li, Y.P., Huang, G.H., Ma, Y. «A copula-based stochastic fractional programming method for optimizing water-food-energy nexus system under uncertainty in the Aral Sea basin.» Journal of Cleaner Production 292, (2021):126037

15 Zhurabekova, G., Balmagambetova, A., Bianchi, S., Bekmukhambetov, Y., Macchiarelli, G. «The toxicity of lindane in the female reproductive system: A review on the aral sea.» EuroMediterranean Biomedical Journal 13, no. 24, (2018): 104-108.

16 Kurbaniyazov, A.K. « Research of transformation of biogenous elements in water ecosystems of the southern Aral Sea area» News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan 3, no.51, (2019): 33-36

17 Belenko, V. "Biolagi raznobrazaie kak osnova ustoivogo razvitie prirodnih ecosystem." Estestvennoe I tehnicheskie nauki 1 (2017): 14-17.

18 Bahmackaya, A. "Analiz ekologicheskoi bezopasnosti procecov hlorirovaniya vody" Ekologia promyshlennogo proizvjdstva, no. 2, (2016): 52-56.

19 Plotnikov, A. «Mnogoletnye izmenenie fauny svobodojivyshih vodnyh bezpozonochnyh Aralskovo morya». SANK-PETERBURG: ZIN RAN, 2016

20 Kreig, R. Bitti, Nil, A. Koks i Maryam, I. Metodicheskxye rekomendatsyi. Gland, Switzerland:MSOP, 2018

21 Leonov, O. «Potomy shto bez vody…» V mire nauky. no.8, (2016): 28-33.

22 Lipka, O. « Adaptaciya k izmenenie klimata dlya sohranenie» Ispolzovaniye i ohrana prirodnih resyrsov v Rasii, no. 1, (2016): 56-40.

23 Osmanova, G. «Biomarfologiya osobey i ekologo-drmograficheskaya harakteristika cenopopylyaciy» Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya, no. 5, (2016): 544–550.

24 Ponomarieva, L. ' O poryadke sostsvlenie i aktyalizaciya perechnya» Ispol'zovanie i ohrana, no. 2, (2016): 17-21.

25 Homidov, Ya. Ekologicheskie problemy Aralskovo morya: legendy i resheniya. Molodoi uchenyi 9, no.113 , (2016): 450-453.

2-бөлім

ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҰРҒЫНДАР ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Section 2

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH

Раздел 2

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

FTAMP 87.15.15 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.04

Г.Ж. Кенжетаев[1], С. Сырлыбекқызы[1*], Л.С. Тайжанова[1], И.И. Кирвель[2], Ж.Қ. Алтыбаева[1]

[1]Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Қазақстан, Ақтау қ.
[2]Помор Академиясы, Польша, Слупск қ.
*e-mail: Samal_86a@mail.ru

«CASPI BITUM» ЗАУЫТЫНЫҢ БУЛАНУ ТОҒАНЫНДАҒЫ БИОГЕНДІ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ҚҰРАМЫН БАҒАЛАУ

Мақалада «Caspi Bitum» зауытының өндірістік қызметі нәтижесінде пайда болатын ағынды сулардың экологиялық мониторингінің нәтижелері келтірілді. Кәсіпорынға тиесілі булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамына, таралуына, динамикасына талдау жүргізілді. Биогенді элементтердің су алаңдарына өндірістік жолмен түсіп, су айдынының химиялық құрамы мен сапалық қасиеттерін өзгертіп қана қоймай, жағажайлардың тұздануына алып келуі бүгінгі таңда өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Себебі, су қоймалар суындағы биогенді элементтердің динамикасын бақылай отырып оның құрамын талдау, су айдынының жалпы көрінісі туралы сипаттама беруде негіз бола алады. Жүргізілген зерттеу жұмыстары да осы мақсатты ниет етті. Зерттеу үшін талдауға материал ретінде 2018 жылдың күз мезгілімен 2019 жылдың жаз мезгілі аралығында «Caspi Bitum» зауытының булану тоғанындағы далалық зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында жиналған су сынамаларының өңдеу нәтижелері алынды. Сынамалар алдын ала белгіленген координаталар бойынша судың беткі қабатынан жинақталынып, зертханалық талдамаға жіберілді. Сынамаларды өңдеуде келесі биогенді элементтер талқыланды: аммоний азоты, фосфаттар, нитриттер, нитраттар және фенол. Сондай-ақ нормативтік құжаттар бойынша осы заттардың мөлшері қарастырылып, ШРК деңгейімен салыстыру жүргізілді. Сынамаларды гидрохимиялық талдау фотометриялық және иондық хроматография әдістермен жүзеге асырылды. Су құрамындағы биогенді элементтер бойынша мағлұмат судағы экожүйенің жалпы жағдайы мен ластануын нормалау мен бақылауда қолданылады.

Түйін сөздер: ағынды сулар, биогенді элемент, тазарту, булану тоғаны, мұнай өнімдері.

G.Zh. Kenzhetaev[1], S. Syrlybekkyzy[1]*, L.S. Taizhanova[1], I.I. Kirvel[2], Zh.K. Altybaeva[1]

[1]Yessenov University, Kazakhstan, Aktau
[2]Academy of Pomor, Poland, Slupsk
*e-mail: Samal_86a@mail.ru

Assessment of the content of biogenic elements in the evaporation pond of the "Caspi Bitum" plant

The article presents the results of environmental monitoring of wastewater generated as a result of the production activities of the» Caspi Bitum « plant. The analysis of the content, distribution, and dynamics of biogenic elements in the evaporation pond belonging to the enterprise is carried out. Today, one of the most pressing problems is the industrial ingress of biogenic elements to water fields, which leads not only to changes in the chemical composition and quality properties of the reservoir, but also to salinization of beaches. Analysis of its composition, tracking the dynamics of biogenic elements in the pond water allows you to describe the overall state of the reservoir. This study was conducted for this purpose. The work is based on materials collected during field research on the evaporation pond of the «Caspi Bitum» plant from autumn 2018 and summer 2019. Samples are collected from the water surface at pre-set coordinates and sent for laboratory analysis. Chemical analyses of water samples were performed for the following parameters: ammonium nitrogen, phosphates, nitrites, nitrates and phenol. Also, the amount of these substances was reviewed and compared with the level of MPC according to regulatory documents. Hydrochemical analysis of samples was performed using photometric and ion chromatography methods. Data on biogenic elements in water allows predicting changes in the quality of water environments and is used in the regulation and control of the overall state and pollution of ecosystems in water.

Key words: waste water, biogenic element, purification, evaporation pond, petroleum products.

 © 2021 Al-Farabi Kazakh National University

Г.Ж. Кенжетаев[1], С. Сырлыбекқызы[1]*, Л.С. Тайжанова[1],
И.И. Кирвель[2] , Ж.К. Алтыбаева[1]
[1]Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Казахстан, г. Актау
[2]Академия Помор, Польша, г. Слупск
*e-mail: Samal_86a@mail.ru

Оценка содержания биогенных элементов в пруде-испарителе завода «Caspi Bitum»

В статье приведены результаты проведения экологического мониторинга сточных вод, образующихся в результате производственной деятельности завода «Caspi Bitum». Произведен анализ состава, распределения, динамики биогенных элементов пруда испарения предприятия. Одним из актуальных проблем являются поступающие в водные испарители производства биогенные элементы, изменяющие не только химический состав и качественные свойства водоема, но и приводящие к засолению данных объектов. Подобный анализ состава биогенных элементов в производственной сточной воде позволит произвести наблюдение и послужит основой определения картины динамики их изменений, что и является основной целью проведенного исследования. Материалом исследования явились результаты обработки проб воды, отобранных в ходе проведения полевых исследований пруда испарения завода «Caspi Bitum» в период с осени 2018 года по лето 2019 года. Пробы отобраны с поверхности воды по установленным координатам и направлены на лабораторный анализ. Основой обработки проб биогенных элементов явились азот аммония, фосфаты, нитриты, нитраты, сульфаты, хлорид и фенол. Согласно нормативным документам произведено соответствие с уровнем ПДК данных веществ. Гидрохимический анализ проб осуществлялся методами фотометрической и ионной хроматографии. При нормировании и контроле состояния и загрязнения водной экосистемы используются данные по содержанию в воде биогенных элементов.

Ключевые слова: сточные воды, биогенный элемент, очистка, пруд испарения, нефтепродукты.

Кіріспе

Адамзаттың ақыл-ойының, өрісінің дамуы қоршаған ортаға кері әсерін тигізіп қана қоймай, геоэкологиялық процестердің күрт жандана түсуіне себепші болып отыр. Табиғи тепе-теңдіктегі техногендік ауытқулар уақыт өте келе жинақталу қасиетіне ие болып, инженерлік-геоэкологиялық жағдайлардың орнығып, қайта құрылуына негіз болды. Нықтап орныққан геоэкологиялық процестердің кері әсерлері табиғи ортаның, жер асты және жер үсті суларының, топырақтың химиялық ластануына алып келді.

Теріс геоэкологиялық процестердің дамуының ең үлкен себептерінің бірі – табиғи ортаның, әсіресе жер үсті және жер асты сулары мен топырақтың химиялық ластануы. Осындай негізгі ластаушылардың көшбасшыларының біріне мұнай өңдеу зауыттары жатады.

Мұнай өңдеу зауыттарында, әсіресе битум өндіру зауыттарында ағынды сулардың құрамындағы негізгі уытты және қауіпті ластаушының көзі болып мұнай өнімдері табылады. Ағынды сулардың құрамы әртүрлі және олардың құрамы мұнайдың сапасымен және оны өңдеу технологиясымен, сондай-ақ оларды тазарту дәрежесімен анықталады [1,2].

«Caspi Bitum» зауыты негізгі өнімін өндіруде Қаражанбас кен орнында өндірілетін, күкіртті (массасы 1,06%) және суы жоғары құрамды, сондай-ақ құм түріндегі механикалық қоспалары бар мұнайды пайдаланады. Өндіріс процесінде майды сусыздандыру және тұзсыздандыру кезінде, электрлік тұзсыздандыру қондырғыларында судың қатты ластануы орын алады [3]. Соның нәтижесінде суда қиын тотығатын органикалық қосылыстар пайда болады. Сондай-ақ, технологиялық регламентке сәйкес кәсіпорынның ағынды суларында ерекше әсер ететін әртүрлі органикалық және бейорганикалық химиялық қосылыстар бар. Ағынды суларды одан әрі микрофильтрлермен және көміртегі сүзгілерімен тазалайды. Қалыпты тазартылған ағынды су сорғы станциясының тазартылған ағынды суларының қабылдау камерасына түседі және қысым кәріз коллекторы арқылы булану тоғанына жіберіледі [4,5]. Жұмыстың мақсаты: Құрамында мұнай қалдықтары мен тұздардың сарқыны бар ағынды су (мейлінше тазартылған) жіберілген булану тоғанындағы суды экологиялық-гигиеналық бағалау үшін ластану дәрежесін зерттеу.

Зерттеу объектісінің сипаттамасы. Зерттеу объектісі ретінде «Caspi Bitum» ЖШС зауы-

тының ағынды суларын жіберетін булану тоғаны таңдалды.

Булану тоғаны зауыт алаңынан оңтүстік-шығысқа қарай 5 км қашықтықта, санитарлық-қорғау аймағы шегінде жергілікті жердің табиғи төмендеуінен пайда болған ойыста орналасқан (1-сурет). Тоғанның ауданы солтүстіктен оңтүстікке қарай орташа ені 400 м болатын 1000 м қашықтыққа созылған.

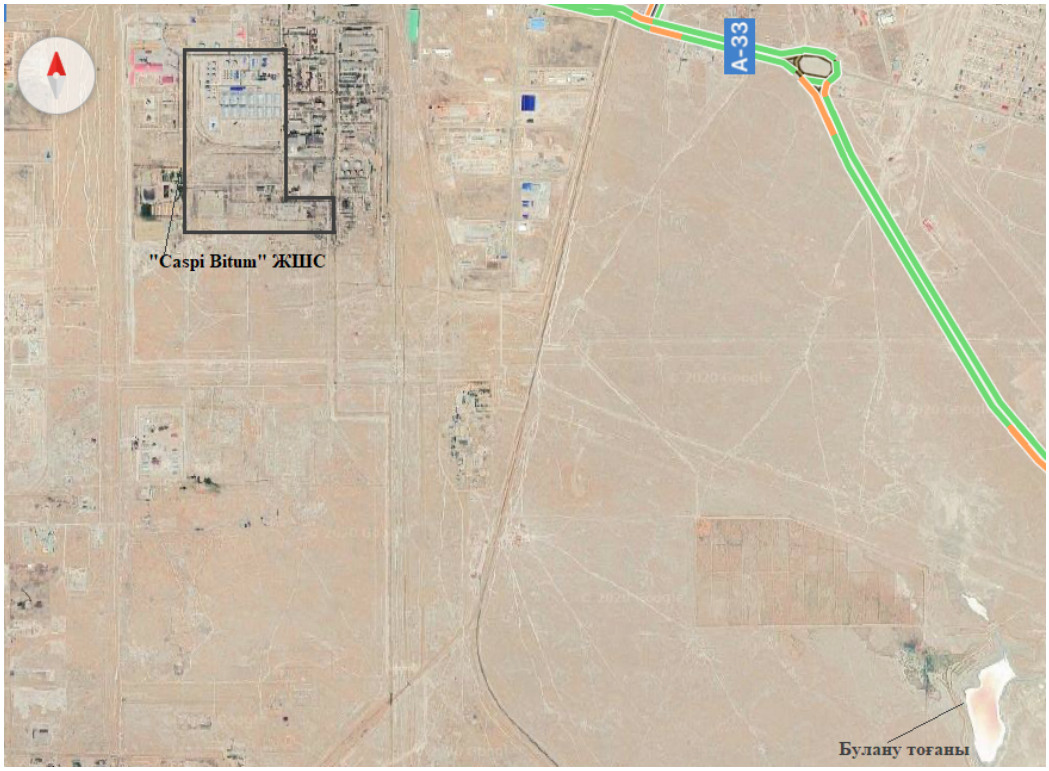
Тоғанның түбі хазар сазды қабығынан тұрады. Тоғанның оңтүстік-батысында қалыңдығы 7 м-ге дейін жететін құм массиві жатыр, тоғандағы әкті саздардан және әктастардан салынған су бөлу баурайы солтүстік және солтүстік-шығыста жайғасқан. Қалыпты тазартылған ағынды суларды тоғанға тасымалдау диаметрі 500 мм асбоцементті құбыр бойынша жүргізіледі, тоғанға суды жіберу орнындағы құбырдың басы бутобетонды болып табылады.

Суды тазарту жүйесі зауытта былай жүзеге асады: зауыттағы барлық ағынды сулар алдымен тазарту қондырғысына айдалады. Негізгі коллекторден тазаланған су орташаландыру тоғанына жіберіліп, одан әрі сұрыптау елегінен өткізіледі. Содан соң механикалық қоспалар (тұнба, құм) мен мұнай өнімдерін жою мақсатында сорғы арқылы CPI (ішкі коагуляциялық тілім) айдалады.

Мұнай өнімдерінен, тұнба және қоспалардан тазартылған су, коагулянт және полимер берілетін араластыру реакциялық резервуарына түседі. Реагенттерді араластырғаннан кейін су өздігінен ағатын флотациялық қондырғыға жіберіледі, онда рециркуляция сорғыларының көмегімен сіңірілген ауамен қанықтырылады.

Ауамен сіңірілген қаныққан су аралық резервуарға келіп түседі, содан кейін сорғыштармен жаңғақ қабығы бар тік автоматты сүзгілерге беріледі. Сүзгіш элемент ретінде жаңғақ-пекан-қара грек жаңғағы қоспасы алынады.

Автоматты сүзгіштегі сүзілген су ұяшықты сүзгіште толық тазартудан өтеді және тазартылған ағынды су резервуарына жіберіледі. Тазартылған су сорғыштар арқылы орташаланған тоғанға айдалып, одан әрі суларды толық тазалау және булану тоғанына орналастыру бойынша ақылы қызмет көрсету шартына сәйкес «Маңғыстау индустриалді паркі» ЖШС жіберіледі.



1-сурет – Битум зауыты мен булану тоғаны орналасқан ауданның карта-схемасы (Google Earth бағдарламасының көмегімен орындалған)

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу материалдары 2018 жылдың күз мезгілімен 2019 жылдың жаз мезгіліндегі булану тоғанының жай-күйін далалық зерттеу кезінде алынды. Сынамалар алу үшін тоған маңынын үш нүкте белгіленіп алынды (2-сурет):

1-нүкте – тоғанның солтүстік-батыс бөлігіндегі Н1 нүктесі (судың бастау алу нүктесі);

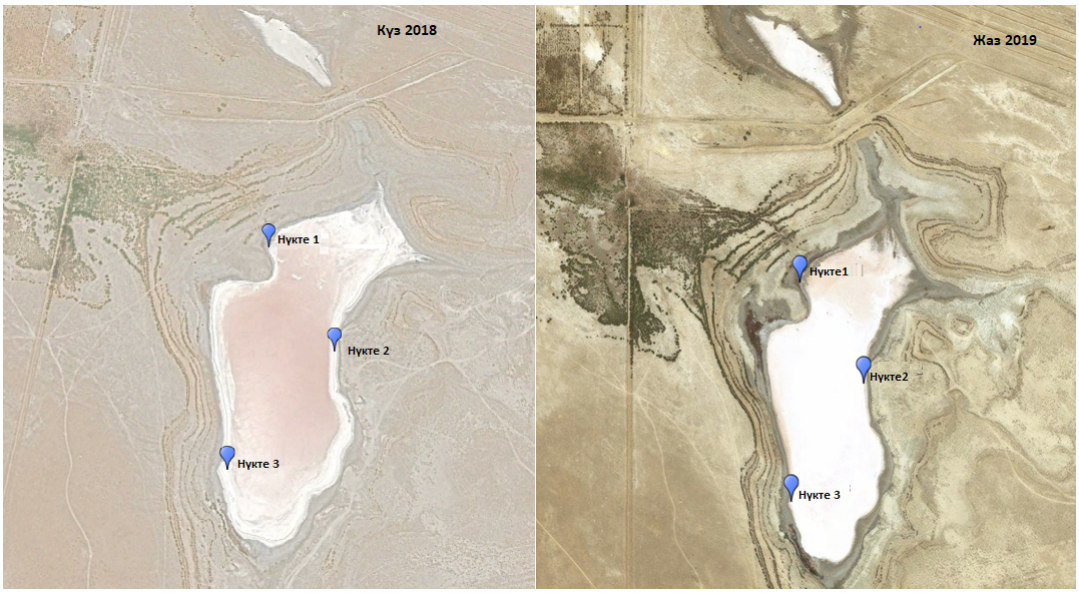
2-нүкте – тоғанның шығыс бөлігінде Н2 нүктесі;

3-нүкте – оңтүстік-батыстағы құмды массивте Н3 нүктесі (құм массиві).

Әрбір нүктеде маңай жағдайы көзбен шолынып, сынамалар алынды.

Су сынамаларын іріктеу МЕМСТ Р51592-2000 сәйкес жүргізілді. Ағынды су сынамаларын сақтау МЕМСТ 17.1.5.01-80 талаптарына сәйкес жүргізілді.

Талдауға келесі көрсеткіштер негіз болды: Аммоний-ион (NH_4^+), Нитрат-ион (NO_3^-), Нитрит-ион (NO_2^-), Фосфат-ион (PO_4^{3-}), Фенол C_6H_5OH.



2-сурет – Сынама алынған нүктелердің орналасу орны

Бақылауға негіз болған биогенді элементтердің құрамын анықтау үшін су сынамалары беткі қабаттан 1,5 л көлемді Никсиннің пластикалық батометрлеріне алынды. Талдау жүргізгенге дейін сынамалар 7°С төмен температурада сақталды және сақталу мерзімі 12 сағаттан артпады. Сынамаларға талдау сүзілмеген күйде жүргізілді.

Іріктелген су сынамаларының химиялық талдауы өлшеулерді жүргізудің бекітілген әдістемелеріне сәйкес Ақтау қаласындағы «Тандем Эко» ЖШС аккредиттелген сынақ зертханасында орындалды.

Фотометриялық әдістер (аспап – КФК-2МП, Ресей) аскорбин қышқылын қалпына келтіру арқылы (фосфор қосылыстары үшін), азот қосылыстарының концентрациясын анықтау үшін Неслер реактивін (аммоний үшін), Грис реактивін (нитриттер үшін), салицил қышқылын (нитраттар үшін) қолдана отырып анықталды. Фенолдардың құрамын талдау AGILENT 6890 (АҚШ) масс-селективті детекторы бар газды хроматографты пайдалана отырып жүргізілді [6,7].

Зерттеу нәтижелері мен талдауларды статистикалық, графикалық өңдеу «MS Excel» бағдарламалар пакетін пайдалана отырып орындалды.

Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) әдістері. ГАЖ (Google Earth, SAS Planet) тобының бағдарламалары битум зауыты мен зерттелетін ағынды сулардың тоғанының орналастыру ауданының карта-сызбасын, сынама алу нүктелерін құру үшін пайдаланылды. Карта-схеманы редакциялау CorelDraw 11 және Paint (Windows XP) графикалық бағдарламаларының көмегімен орындалды.

Зерттеу нәтижелері, талқылау және ұсыныстар

Булану тоғанының қоршаған ортаға әсер ету деңгейін бағалаудың негізгі принципі судағы биогенді элементтердің талдау жүргізілу мезетіндегі көрсеткіштерінің шамасын нормативтік [8,9] мәндермен (ШРК) салыстырудан тұрады. Зертханалық талдау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Биогендер – белгілі бір биологиялық функцияларды орындау үшін организмдердің құрамына кіретін элементтер. Биогенді элементтердің ең уыттысы – нитриттер, содан кейін аммоний иондары және одан әрі тірі организмдерге шамалы әсер ететін нитраттар [10,11].

Булану тоғанындағы биогендердің құрамы бойынша деректер 1-кестеде көрсетілген, ШРК деңгейінен асатын мөлшерлер қарамен белгіленген.

1-кесте – Булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамы

Көрсеткіш	ШРК*	Булану тоғанынан су сынамаларын алу нүктелерінің нөмірі					
		1		**2**		**3**	
		Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019
Аммоний-ион NH_4^+	2,5	**3,25**±0,05	2,47±0,03	**3,88**±0,06	2,29±0,04	**4,69**±0,05	**2,73±0,05**
Нитрат-ион NO_3^-	45,0	**47,8±0,04**	**46,2**±0,05	42,7±0,03	41,5±0,06	39,5±0,03	42,6±0,05
Нитрит-ион NO_2^-	3,3	**3,85**±0,03	**3,89**±0,05	2,17±0,06	2,58±0,04	2,70±0,06	**4,81**±0,03
Фосфат-ион PO_4^{3-}	3,5	0,81±0,03	1,73±0,05	1,96±0,06	2,17±0,04	2,05±0,06	2,48±0,04
Фенол C_6H_5OH	0,05	0,041±0,05	0,063±0,03	0,018±0,03	0,026±0,03	0,033±0,03	0,039±0,03

Аммоний-ион (NH_4^+). Аммоний иондарының концентрациясы, 2018-2019 ж. белгіленген нүктелерден алынған сынамалар талдауының нәтижесі бойынша ауытқушылық онша байқалмайды. 1 нүктеде, 2018 жылдың күзінде аммоний иондарының құрамы 3,25 мг/дм^3 (ШРК мөлшерінен 1,3 есе артық) құраса, 2019 жылдың жазында сарапқа алынған кезеңдер аралығындағы ең төменгі көрсеткіш 2,47 мг/дм^3 (ШРК мөлшерінен аспайтын) мәніне ие болды. 2018 жылдың күз мезгілінде аталмыш шама деңгейінің ШРК деңгейінен асып кетуі булану тоғанына ағызылатын тәуліктік су мөлшерінің булану тоғанының ШРТ жобасында белгіленген мөлшерден кем жіберілгенімен түсіндіріледі.

NH_4^+ ең жоғары концентрациясы (мәні 4,69 мг / дм^3 (1,86 ШРК)) 2018 жылдың күзінде, булану тоғанының батысында 3-ші нүктеде (құм массиві), сондай-ақ тоғанның 2-ші нүктесінде (оңтүстік-шығысында) ШРК мәнінен 1,55 есе асатын мән (3,88 мг/дм^3) тіркелді. Аммоний иондарының концентрациясының жоғарылауы, әдетте, күзгі-қысқы кезеңде байқалады. Бұл тоғандағы су организмдерінің өліміне тікелей байланысты [12].

Жазғы көрсеткіштердегі 2-ші және 3-ші нүктелердің мәні 2,29 мг / дм^3 (0,98 ШРК) және 2,73 мг/дм^3 (1,1 ШРК) дейін төмендеді. Сонымен бірге, 2-ші нүктеде NH_4^+ нормасынан асып кету байқалмайды, 3-ші нүктеде ауытқу шамалы ғана. Жазда аммоний иондарының концентрациясы төмендеуі фотосинтез кезінде өсімдіктердің NH_4^+-ті қарқынды түрде сіңіруімен түсіндіріледі [13,14]. Аммоний иондарының булану тоғанында зерттелінген нүктелерде аз болуы, жалпы органикалық ластанудың аздығын көрсетеді.

Зерттеуге алынған үш нүктеде де күз мезгілінде аммоний иондарының жоғарылауы су ағзаларының тіршілігінің тоқтатылуымен түсіндіріледі. Аммоний нитрификация процесінің ең төменгі сатысы болғандықтан және жазда жинақталған организмдердің ыдырауы – аммоний иондары құрамының осы мезгілде өршуіне себепкер болды. Әсіресе, ағзалар топтап жинақталған аймақтарында көрсеткіштердің жоғары болуы осы қағидатқа сәйкес [15].

Жылдың жылы мезгілдерінде аммоний иондарының концентрациясының төмендеуі фотосинтез кезінде өсімдіктердің қарқынды бұл заттарды сіңіруі нәтижесінде пайда болады [16,17].

Нитрат ионы (NO_3^-). Нитраттар – құрамында азоты бар қоректік заттардың тотығуының соңғы өнімі. Нитраттар нитриттерден нитрификация

процесі нәтижесінде пайда болады. Уыттылығы жағынан нитриттер нитраттардан басымырақ келеді. Нитраттар барлық су қоймаларында кездесетін элемент. Судың нитраттармен ластануының көзі – өнеркәсіптік ағындар мен жауын-шашындар. Көбіне нитраттардың жоғары деңгейі өзендерде, тоғандарда және таяз ұңғымаларда байқалады. Олардың деңгейі – су көзінің сипатына, тоғандардың органикалық заттармен ластануына және басқа факторларға байланысты өзгереді [18].

Тоған суындағы 1-ші нүктеде нитрат иондарының мөлшері (су шығуы) 2018 жылдың күзінде 47,8 мг / дм^3 (1,1 ШРК), ал 2019 жылдың жазында шамалы төмендеп 46,2 мг / дм^3 (1,02 ШРК) құрады. Нитрат ионының зерттелінген жылдар ішінде ШРК-нің мәнінен артуы шамалы, бірақ 2018 жылдың күзінде 1-ші нүктеде 2-ші және 3-ші нүктелермен салыстырғанда NO_3^- концентрациясы ең жоғары болып табылады.

Нитраттардың жоғары мөлшері, әдетте биологиялық тазартудан кейін станциядан келетін суда анықталынған. Сондықтан ағынды суларды төгу аймағында, яғни 1-ші нүктеде NO_3^- мөлшері ең жоғары болды. 2-ші және 3-ші нүктелер үшін ион нитратының концентрациясы 2018 жылдың күзінде 42,7 мг/дм^3 және 39,5 мг/дм^3 шегінде тіркелді, бұл көрсеткіш ШРК мәнінен аз.

2-ші және 3-ші нүктелерде жазғы кезеңге көрсеткіштер рұқсат етілген, яғни қолайлы деңгейде болды. Нитраттар түріндегі азот – өсімдіктердің өсуі мен дамуына қажетті қоректік элементтер [19]. Булану тоғанындағы нитраттың төмен мөлшері оның эвтрофикациялануына әкелмейді.

Нитрит ионы NO_2^- технологиялық қажеттіліктерге су дайындауда ингибитор ретінде жол битумын өндіруде қолданылады [20]. Тоған суындағы нитриттердің ең жоғары концентрациясы 3-ші нүктеде (құм массиві) тіркелді. Су үлгілерін талдау нәтижелері бойынша, 2019 жылдың жазында нитрит иондарының концентрациясы 4,81 мг/дм^3 мәніне ие болып, максималды концентрация шегіне 1,46 есе жоғары болды. Бірақ, осы 3-ші нүктеде 2018 жылдың күзгі көрсеткішінде 2,11 мг/дм^3-ге мөлшерге аз болып, 2,7 мг/дм^3 (0,8 ШРК) құрады. 2019 жылдың жазында 3-ші нүктедегі нитриттің бұл көрсеткіші, су сынамаларының басқа нүктелеріндегі олардың концентрациясымен салыстырғанда ең жоғары болды. Бұл мезгілде нитриттердің ең жоғары концентрацияға ие болуы, әдетте, жаз кезеңінің соңында, фитопланктонның белсенді болуымен түсіндіріледі. Күзде нитрит иондарының мөлшері сәйкесінше төмендейді.

Ағынды сулардың төгілу аймағы болып табылатын бастапқы 1-ші нүктеде NO_2^- мәні 2018 жылдың күзінде және 2019 жылдың жазында бірдей – 3,85 мг/дм^3 (1,16 ШРК) және 3,89 мг/дм^3 (1,18 ШРК) мәнді құрады. Тоғанның оңтүстік-шығыс бөлігіндегі 2-ші нүктеде нитриттің мәні төмендеу болды.

Суда нитрит азотының болуы және оның деңгейінің жоғарылауы микроорганизмдердің тіршілік әрекеті нәтижесінде органикалық заттардың ыдырауының тотығу процестерін сипаттайды және ластанудың көрсеткіші болып табылады. Нитрит азотының ШРК мөлшерінен жоғары болуы жақында органикалық ластану, сонымен қатар органикалық заттардың минералдану процестерінің болғандығын сипаттайды [21,22]. Органикалық заттар мұнайдың құрамындағы көрсеткіштер болып табылады. Бірнеше кезеңдік тазалаудан өткен судың құрамында биологиялық төзімді, қиын тотығатын органикалық өнімдердің сақталып қалуы тазарту жұмыстарының қажетті деңгейде жүргізілмеуінің куәсі. Бұған дәлел – 1-ші нүктеде (судың бастау алу нүктесінде) NO_2^- мәнінің екі кезеңде де жоғары болуы.

Фосфат ионы PO_4^{3-}**.** Фосфат иондарының негізгі көзі фосфат жуғыш заттары бар ағынды сулар екендігі белгілі. Фосфаттар сонымен бірге адам мен жануарлар тіршілігінің соңғы өнімдері араласқан ағынды сулардан шығады [23]. Су үлгілерін талдау нәтижелері бойынша, күзде тоған суындағы фосфат иондарының мөлшері ШРК-дан аспайтындығы анықталды.

1-ші нүктеде, 2018 жылдың күзінде PO_4^{3-} мәні 0,81 мг/дм^3 (0,23 ШРК) құраса, 2019 жылдың жазында 1,73 мг/дм^3 (0,49 ШРК) дейін өсті, бұл рұқсат етілген нормадан төмен көрсеткіш. Фосфат иондарының салыстырмалы түрде жоғары мөлшері 3-ші нүктеде тіркелді (құм массиві). Бірақ 2-ші нүктеде де көрсеткіштер ШРК-дан төмен болды. Сонымен, 2018 жылдың жазында, 3-ші нүктеде PO_4^{3-} мәні 2,05 мг/дм^3 (0,59 ШРК) мәніне ие болса, 2019 жылдың жазында индикатор 2,48 мг/дм^3 (0,7 ШРК) дейін өсті. Фосфат мөлшері неғұрлым жоғары 3-ші нүктеде тіркелді. Булану тоғанына фосфат иондарының көзі, негізінен, құмды топырақтан шөгінділермен шайылатын жануарлардың кеуіп қалған тезектері арқылы келеді.

Фосфаттар түріндегі фосфор өсімдіктің қоректік заттарына жатады. Сонымен қатар

өсімдіктер үшін «қор» ретінде нитраттар мен фосфаттар ерекше рөл атқарады. Су өсімдіктері (балдырлар) бойындағы барлық азот немесе фосфор қорын толық пайдаланғанша өседі. Ағынды сулардағы азоттың немесе фосфордың жоғары мөлшері балдырлардың тез өсуіне ықпал етеді және булану тоғанының гүлденуіне әкеледі.

Зерттеу жүргізілген уақыт аралығында фосфат иондары ШРК деңгейінен төмен көрсеткіштерді көрсетті. Зерттелген судағы фосфаттың мөлшері фотосинтез процестерінің қарқындылығына және органикалық заттардың биохимиялық тотығуына тікелей байланысты. Тоғанда фосфат иондарының бар болуы, басқа да зерттелінген биогенді элементтер тектес, судағы ағзалардың тіршілігін тоқтатқаннан соң ыдырауынан орын алды [24].

Фенол **C_6H_5OH.** Карбол қышқылы – көптеген өнеркәсіптердің ағынды суларының құрамында кездесетін ластаушылардың бірі, әсіресе мұнай өңдеу өндірістерінде белең етек жайған [25]. Антисептикалық және көбіктенетін қасиеттерге ие және өзіне тән жағымсыз иісі бар. Су үлгілерінің талдауы бойынша 1-ші нүктеде фенолдың мөлшері 2018 жылдың күзінде 0,041 мг/дм^3 (0,82 ШРК) мәнін құрады. Сонымен бірге, 2019 жылдың жазында фенолдың концентрациясы 0,06 мг/дм^3 көрсеткішіне жетіп, 1,26 есе ШРК-дан асып түсті. Тоғанның оңтүстік-шығысында, яғни 2-ші нүктеде, көрсеткіш ең төменгі мәнді көрсетті. 2018 жылдың күзінде талдау нәтижесі бойынша фенолдың мөлшері 0,018 мг/дм^3 (0,36 ШРК), 0,008 мг/дм^3 дейін өсті.

2018 жылдың күзінде 3-ші нүктеде фенол мөлшері 0,033 мг/дм^3 (0,66 ШРК) және 2019 жылдың жазында 0,039 мг/дм^3 (0,78 ШРК) құрады. Ағынды судағы фенолдың төмен мөлшері, оның тоғанға түсуін болдырмау жөніндегі зауыттың техникалық шешімімен түсіндіріледі.

Сонымен, «Caspi Bitum» ЖШС зауытының су тазалайтын жергілікті қондырғыларында тазартылған суды сумен жабдықтаудың айналым жүйесіне қайтару арқылы фенол бөлу қарастырылған.

Фенол құрамды ағынды суларды Маңғыстау облысының ыстық климатын ескере отырып, салқындатқыш түріндегі жабық жылу алмастырғыш аппаратурада қолдану жоспарлануда.

Қорытынды

«Caspi Bitum» зауытының ағынды су булану тоғанының жағдайы биогенді элементтер құрамы бойынша зерттеліп, талқыланды. Аммоний-ион (NH_4^+), Нитрат-ион (NO_3^-), Нитрит-ион (NO_2^-), Фосфат-ион (PO_4^{3-}), Фенол C_6H_5OH көрсеткіштері негізінде су сынамаларына талдау жүргізілді. Фосфат және фенол қосылыстарынан өзгелері, кем дегенде бір мезгіл болса да ШРК-нан артық шама көрсетті. Бұл дегеніміз – зауыттың суды тазарту жүйесін қайта қарау керек деген тұжырымдаманы алға тартты.

Өйткені, су объектілеріне түсетін зиянды заттар су экожүйесін түбегейлі өзгертеді. Сонымен қатар, ағызынды су құрамында тұздардың болуы булану тоғанындағы жағажайдың тұздануына алып келеді. Бұл болмас үшін белгіленген регламентке сәйкес ағынды суларға химиялық талдау жүргізу және ағынды суларды тазалау, оларды дұрыс ағызу бойынша шаралар қабылдау қажет.

Ағынды суларды ағызуды реттеу, оларды тазалау және дұрыс бөлу – табиғи әртүрлілікті сақтаудың кепілі болып табылады.

Әдебиеттер

1 Grzegorz, B., Andrzej, P., Marian, K. New Procedures for Control of Industrial Effluents Treatment Processes // Ind. Eng. Chem. Res. – 2014. – Vol. 53. – P. 1503−1514. DOI: 10.1021/ie402126d

2 Long, M, Jilili, A., Yaoming, L., Salamat, A., Shuyong, M. Hydrochemical Characteristics and Water Quality Assessment for the Upper Reaches of Syr Darya River in Aral Sea Basin // Central Asia. Water. – 2019. – Vol. 11. – No 9. – P. 1893-1895. doi:10.3390/w11091893

3 Meera, D., Sanalkumar, M.G., Sherly, P. Study on hydrochemical parameters of different aquatic ecosystems in an industrial area in Southern India. Science chronicle // An international peer reviewed multidisciplinary science journal. – 2017. – Vol. 6. – No 1. – P. 68-77.

4 Kenzhetayev, G.J., Syrlybekkyzy, S., Taizhanova, L.S. Wastewater evaporator pond assessment of Caspi Bitum LLP // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2020. – Vol 6. – P. 88-95.

5 Szyperek, U. The effect of catchment area management on biogenic element concentrations in the water of small ponds // Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2010. – Vol 39. – No 3. – P. 47-54. DOI: https://doi.org/10.2478/v10009-010-0038-0

6 Муравьев, А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. Крисмас, Санкт Петербург, Россия. 2004.

7 Другов, Ю.С., Родин, А.А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство. Лаборатория знаний. – Москва, Россия. 2015.

8 «Су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға, суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарына және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидалары (Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 16 наурыздағы № 209 бұйрығы).

9 Xiao, Y., Zhang, T., Wang, L., Liang, D., Xu, X. Analytical and experimental study on dissolved pollutant wash-off over impervious surfaces // Hydrological processes. – 2017. – Vol 31. – No 25. – P. 4520-4529. https://doi.org/10.1002/hyp.11372

10 Yan'an, C., Dong, L., Yuhai, L., Huiping, Z., Jie, Zh. Autotrophic nitrogen removal process in a potable water treatment biofilter that simultaneously removes Mn and NH4+-N // Bioresource Technology. – 2014. – Vol 172. – P. 226-231. DOI:10.1016/J.BIORTECH.2014.09.027

11 Коваленко, И.В., Филатов, Б.Н. Мониторинговые исследования влияния пруда-испарителя на качество подземных вод // Теоретическая и прикладная экология. – 2015. – Vol 3. – P. 77-80.

12 Hassimi, A.H., Mohd, H.M., Nur, I.I. A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources // Journal of Water Process Engineering. – 2020. – Vol. 33. – P. 1010-1015. doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101035

13 Ollivon, D., Garban, B., Blanchard, M., Teil, M., Carru, J., Chesterikoff, C., Chevreuil, M. Vertical distribution and fate of trace metals and persistent organic pollutants in sediments of the Seine and Marne Rivers (France) // Water Air Soil Pollut. – 2002. – Vol. 134. – P. 57-79. DOI:10.1023/A:1014194532128

14 Fedonenko, O., Ananieva, T., Sharamok, T., Marenkov, O. Environmental Characteristics by Eco-Sanitary and Toxic Criteria of the Cooling Pond of Zaporizhzhya Nuclear Power Plant (Ukraine) // International Letters of Natural Sciences. – 2018. – Vol. 70. – P. 1-10. DOI: https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.70.1

15 Kumar, M., Padhy, P.K. Environmental Perspectives of Pond Ecosystems: Global Issues, Services and Indian Scenarios // Curr World Environ. – 2015. – Vol 10, No 3. – P. 848-867. DOI: http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.3.16

16 Pietruszyński, Ł., Cieśliński, R. Circulation patterns of biogenic ions in Young Glacial areas // Environ Monit Assess. – 2021. – Vol. 193. – P. 19-21. DOI: 10.1007/s10661-020-08799-w

17 Matthew, Q., Morison, M. L., Macrae, R. M., Petrone, L. F. Capturing temporal and spatial variability in the chemistry of shallow permafrost ponds // Biogeosciences. – 2017. – Vol. 14. – P. 5471-5485. DOI: 10.5194/bg-2017-142

18 Qian, Zh., Shengli, W., Muhammad, Y., Shuixian, W., Zhongren, N., Jianmin, M., Depeng, W. Hydrochemical characteristics and water quality assessment of surface water in the northeast Tibetan Plateau of China // Water Science & Technology: Water Supply. – 2018. – Vol. 18, No. 5. – P. 1757-1768. https://doi.org/10.2166/ws.2017.237

19 Yunjun, Y., Baoxin, H., Taicheng, A. Long-term ecosystem change in jiaozhou bay and its catchment: the dpsir Approach // Geography, Environment, Sustainability. – 2011. – Vol 4, No 4. – P. 57-75. DOI: 10.24057/2071-9388-2011-4-4-57-75

20 Васильев, А.В. Экологический мониторинг и очистка сточных вод в районе северного промышленного узла г. Тольятти // Экология и промышленность России. – 2019. – Vol. 23, No 6. – P. 34-37.

21 Xiao, Y., Zhang, T., Wang, L., Liang, D., Xu, X. Analytical and experimental study on dissolved pollutant wash-off over impervious surfaces // Hydrological processes. – 2017. – Vol 31. – P. 4520-4529. https://doi.org/10.1002/hyp.11372

22 Megersa, O. D., Willibald, L., Julius, M. N. Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region // Journal of Hydrology: Regional Studies. – 2015. – No 3. – P. 444–456. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.02.007

23 Баландина, А.Г., Хангильдин, Р.И., Ибрагимов, И.Г., Мартяшева, В.А. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния // Башкирский химический журнал. – 2015. – Vol. 22. – No 1. – P. 115-126.

24 Elias, D., Elias, M., Carmen, D., Laura, S. Hydrodynamic numerical modelling of the water level decline in four temporary ponds of the Doñana National Park (SW Spain) // Journal of Arid Environments. – 2017. – Vol. 147. – P. 90-102. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.09.004

25 Aljuboury, D.A., Palaniandy, P., Abdul Aziz, H.B., Feroz, S. Treatment of petroleum wastewater by conventional and new technologies – A review // Global Nest Journal. – 2017. – Vol. 19. – No. 3. – P. 439-452. DOI:10.30955/gnj.002239

References

1 Grzegorz, B., Andrzej, P., Marian, K. New Procedures for Control of Industrial Effluents Treatment Processes. Ind. Eng. Chem. Res. 53 (2014): 1503-1514. 10.1021/ie402126d.

2 Long, M., Jilili, A., Yaoming, L., Salamat, A., Shuyong, M. Hydrochemical Characteristics and Water Quality Assessment for the Upper Reaches of Syr Darya River in Aral Sea Basin. Central Asia. Water. 11 (2019): 1893-1895. 10.3390/w11091893.

3 Meera, D., Sanalkumar, M. G., Sherly, P. Study on hydrochemical parameters of different aquatic ecosystems in an industrial area in Southern India. Science chronicle – An international peer reviewed multidisciplinary science journal. 6(1) (2017): 68-77.

4 Kenzhetayev, G.J., Syrlybekkyzy, S., Taizhanova, L.S. Wastewater evaporator pond assessment of Caspi Bitum LLP. Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 6 (2020): 88-95.

5 Szyperek U. The effect of catchment area management on biogenic element concentrations in the water of small ponds. Oceanological and Hydrobiological Studies. 39 (2010): 47-54. https://doi.org/10.2478/v10009-010-0038-0

6 Muraviev, A. G. “Rukovodstvo po opredeleniyu pokazateley kachestva vody polevymi metodami” [Guidelines for determining water quality indicators using field methods]. Krismas, Saint Petersburg, Russia, (2004).

7 Drugov, Yu.S., Rodin, A.A. “Analiz zagryaznennoy vody: prakticheskoe rukovodstvo” [Analysis of polluted water: a practical guide]. Laboratoriya znaniy, Moscow, Russia, (2015).

8 SanPiN «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya khozyaystvenno-pit’yevykh tseley, khozyaystvenno-pit’yevomu vodosnabzheniyu i mestam kul’turno-bytovogo vodopol’zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob’’ektov» (utverzhdeny prikazom Ministra natsional’noy ekonomiki Respubliki Kazakhstan 16 marta 2015 goda № 209).

9 Xiao, Y., Zhang, T., Wang, L., Liang, D., Xu, X. Analytical and experimental study on dissolved pollutant wash-off over impervious surfaces. Hydrological processes. 31 (2017): 4520-4529. https://doi.org/10.1002/hyp.11372.

10 Yan’an, C., Dong, L., Yuhai, L., Huiping, Z,, Jie, Zh. Autotrophic nitrogen removal process in a potable water treatment biofilter that simultaneously removes Mn and NH4+-N. Bioresource Technology. 172 (2014): 226-231. 10.1016/J.BIORTECH.2014.09.027.

11 Kovalenko, I. V., Filatov, B. N. “Monitoringovye issledovaniya vliyaniya pruda-isparitelya na kachestvo podzemnykh vod” □Monitoring studies of the influence of the evaporation pond on the quality of underground water□ Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya, no 3 (2015): 77-80.

12 Hassimi, AH., Mohd, H. M.., Nur, I. I. A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources. Journal of Water Process Engineering. 33 (2020): 1010-1015 doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101035.

13 Ollivon, D., Garban, B., Blanchard, M., Teil, M., Carru, J., Chesterikoff, C., Chevreuil, M. Vertical distribution and fate of trace metals and persistent organic pollutants in sediments of the Seine and Marne Rivers (France). Water Air Soil Pollut. 134 (2002): 57-79. 10.1023/A:1014194532128.

14 Fedonenko, O., Ananieva, T., Sharamok, T., Marenkov, O. Environmental Characteristics by Eco-Sanitary and Toxic Criteria of the Cooling Pond of Zaporizhzhya Nuclear Power Plant (Ukraine). International Letters of Natural Sciences. 70 (2018): 1-10. https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.70.1.

15 Kumar, M., Padhy, P. K. Environmental Perspectives of Pond Ecosystems: Global Issues, Services and Indian Scenarios. Curr World Environ. 10(3) (2015): 848-867. http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.3.16.

16 Pietruszyński, Ł., Cieśliński, R. Circulation patterns of biogenic ions in Young Glacial areas. Environ Monit Assess. 193 (2021): 19-21. 10.1007/s10661-020-08799-w.

17 Matthew, Q., Morison, M. L., Macrae, R. M., Petrone, L. F. Capturing temporal and spatial variability in the chemistry of shallow permafrost ponds. Biogeosciences. 14 (2017): 5471–5485. 10.5194/bg-2017-142

18 Qian, Zh., Shengli, W., Muhammad, Y., Shuixian, W., Zhongren, N., Jianmin, M. Hydrochemical characteristics and water quality assessment of surface water in the northeast Tibetan Plateau of China. Water Science & Technology: Water Supply. 18 (5) (2018): 1757-1768. https://doi.org/10.2166/ws.2017.237.

19 Yunjun, Y., Baoxin, H., Taicheng, A. Long-term ecosystem change in jiaozhou bay and its catchment: the dpsir Approach. Geography. Environment, Sustainability. 4 (2011): 57-75. 10.24057/2071-9388-2011-4-4-57-75.

20 Vasil’ev, A. V. “Ekologicheskiy monitoring i ochistka stochnykh vod v rayone severnogo promyshlennogo uzla g. Tol’yatti. Ekologiya i promyshlennost’ Rossii” □Environmental monitoring and wastewater treatment in the area of the Northern industrial hub of Togliatti□. Ecology and industry of Russia, no 23 (2019): 34–37.

21 Xiao, Y., Zhang, T., Wang, L., Liang, D., Xu, X. Analytical and experimental study on dissolved pollutant wash-off over impervious surfaces. Hydrological processes. 31 (2017): 4520-4529. https://doi.org/10.1002/hyp.11372.

22 Megersa, O. D., Willibald, L., Julius, M. N. Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region. Journal of Hydrology: Regional Studies. 3: (2015) 444–456. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.02.007.

23 Balandina, A. G., Hangildin, R. I., Ibragimov, I. G., Martyasheva, V. A. Analiz vozdeystviya predpriyatiy neftekhimicheskogo kompleksa na gidrosferu i puti minimizatsii ikh negativnogo vliyaniya. Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal □Analysis of the impact of petrochemical enterprises on the hydrosphere and ways to minimize their negative impact□. Bashkir chemical journal, 22 (2015): 115-126

24 Elias, D., Elias, M., Carmen, D., Laura, S. Hydrodynamic numerical modelling of the water level decline in four temporary ponds of the Doñana National Park (SW Spain). Journal of Arid Environments. 147 (2017): 90-102. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.09.004.

25 Aljuboury, D.A., Palaniandy, P., Abdul Aziz, H.B., Feroz, S. Treatment of petroleum wastewater by conventional and new technologies – A review. Global Nest Journal. 19(3) (2017): 439-452. 10.30955/gnj.002239.

ҒТАМР 87.12.09; 87.12.15 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.05

Ж. Рахымжан[1], Ж.Б. Текебаева[2*], Р.Р. Бейсенова[1]

[1] Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
[2]«Микроорганизмдердің республикалық коллекциясы» РМК, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
*e-mail: j.tekebaeva@mail.ru

ГАЛОФИТТІ АҚСОРА (SUAEDA SALSA PALL.) ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ӨНУІНЕ ӘР ТҮРЛІ ТҰЗДАРДЫҢ ӘСЕРІ

Эугалофитті Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымына әсер етуші тұздар мен топырақ сығындысы ерітіндісінің стресстік әсері зерттелінді. Эугалофитті Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымдарын тұздар (Na_2SO_4 және NaCl) мен топырақ сығындысы ерітінділерінің әр түрлі концентрациясында (0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,8; 3,6г/100 мл) өңдеу. Өңделгеннен кейінгі өсіп шыққан эугалофитті Ақсора өскіндерінің тұздар (Na_2SO_4 және NaCl) мен топырақ сығындысы ерітінділері арасындағы байланысын бақылау. Сонымен бірге әр түрлі тұздар мен топырақ сығындысы ерітінділерінің ұқсамаған концентрациясында өсіп шыққан өскіндердің өну көрсеткіштеріне сипаттама беру. Эугалофитті Ақсора тұқымдарының өну көрсеткіштеріне негізделе отырып, тұқымның Na_2SO_4 және NaCl тұздарының ұқсамаған концентрациясы мен топырақ сығындысы ерітіндісінде болған төзімділігін анықтау. Ақсора тұқымдарының тұзды стресске төзу қабілетін зерттеу. Эксперимент нәтижелері көрсеткендей, Ақсора өскіндерінің әртүрлі тұздар (Na_2SO_4 және NaCl) және топырақ сығындысы ерітінділеріндегі өсу көрсеткіштерінің түрліше болғандығы анықталды. Тұқымның өну көрсеткішіне, Ақсора тұқымдарының Na_2SO_4 және NaCl тұздар мен топырақ ерітіндісінің әр түрлі концентрациясының стресстеріне әр түрлі жауап беретіндігіне негізделе отырып, Ақсора тұқымының стресстік әсерін төмендегі байланыс бойынша NaCl > топырақ сығындысы > Na_2SO_4 көрсетуге болады. Ақсораның тұз стрессіне төзімділігіне байланысты тұзданған сор және сортаң жерлерге қатты бейім екендігі анықталды.

Түйін сөздер: тұзды топырақ, галофитті өсімдіктер, Ақсора.

Zh. Rakhymzhan[1], Zh.B. Tekebayeva[2*], R.R. Beisenova[1]

[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan
[2]RSE "Republican Collection of Microorganisms", Kazakhstan, Nur-Sultan
*e-mail: j.tekebaeva@mail.ru

Effect of different salts on the seed germination of halophyte Aksora (Suaeda Salsa Pall.)

The stress effects of a solution of salts and soil extract on the seeds of euhalophyte Aksora (Suaeda salsa Pall.) were studied. Treatment of euhalophyte *Suaeda salsa* Pall. seeds of salts (Na_2SO_4 and NaCl) and soil extract solutions in different concentrations (0; 0.6; 1.2; 1.8; 2.8; 3.6 g / 100 ml). Monitoring of the relationship between salts (Na_2SO_4 and NaCl) and soil extract solutions of grown Aksora seedlings after treatment. Additionally, provide the description of the germination of seedlings grown at different concentrations of solutions of different salts and soil extracts. Determination of endurance of seeds to different concentrations of Na_2SO_4 and NaCl salts and soil extract solution, based on the germination of Axora seeds. Study of the endurance of Axora seeds to salt stress. The experimental results showed that the growth rate of Aksora seedlings in different salts (Na_2SO_4 and NaCl) and soil extracts is expected to be different. Based on the germination rate of seeds and Aksora seeds respond differently to stresses of different concentrations of Na_2SO_4 and NaCl salts and soil solution, the stress effect of Aksora seeds can be expressed by the following relationship NaCl > soil extract > Na_2SO_4. Due to the endurance of Aksora to salt stress, it was found that it is very prone to saline and saline soils.

Key words: Saline soils, halophytes, Aksora (Suaeda).

© 2021 Al-Farabi Kazakh National University

Ж. Рахымжан[1], Ж.Б. Текебаева[2*], Р.Р. Бейсенова[1]
[1]«Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, г. Нур-Султан
[2]РГП «Республиканская коллекция микроорганизмов», Казахстан, г. Нур-Султан
*e-mail: j.tekebaeva@mail.ru

Действие различных солей на прорастание семян галофитов на примере Сведа солончаковая (Suaeda salsa Pall.)

Изучено стрессовое воздействие растворов солей и почвенных экстрактов на семена эугалофит Сведа солончаковая (*Suaeda salsa* Pall.). Семена эугалофит Сведа солончаковая (Suaeda salsa Pall.) были обработаны различными концентрациями солей (Na_2SO_4 и NaCl) и растворами почвенных экстрактов (0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,8; 3,6 г / 100 мл). Проведен мониторинг взаимосвязи проросших побегов Сведы после обработки солями (Na_2SO_4 и NaCl) и растворами почвенных экстрактов. Дана характеристика показателей всхожести проросших побегов при сходных концентрациях различных солей и растворов почвенных экстрактов. Определена устойчивость семян к разным концентрациям солей Na_2SO_4 и NaCl и растворам почвенных экстрактов на основе показателей прорастания семян Сведы. Изучена способность семян Сведа солончаковая противостоять солевому стрессу. Результаты эксперимента показали, что темпы роста проростков Сведа солончаковая в растворах солей (Na_2SO_4 и NaCl) и растворах почвенных экстрактов были разными. Основываясь на показателе всхожести семян и на том, что семена Сведы по-разному реагируют на стрессовое воздействие различных концентраций солей (Na_2SO_4 и NaCl) и почвенных растворов, установлена следующая взаимосвязь влияния солевого стресса на прорастание семян: NaCl > почвенный экстракт > Na_2SO_4. Установлено, что Сведа солончаковая адаптирована к засоленным солонцам и солонцам из-за устойчивости к солевому стрессу.

Ключевые слова: засоленные почвы, галофиты, Сведа солончаковая.

Кіріспе

Топырақтың тұзданyы жер сілкінісі немесе ауқымды су тасқыны сияқты алапат зиянын тигізбеуі мүмкін, бірақ бұл қоршаған ортаға өте қауіпті. Құрғақ және суармалы жерлерде егіннің өнімділігі мен ауылшаруашылық өндірісіне кері әсерін тудыруы мүмкін, бұл жер мен суды басқарудың нашарлығынан және ауылшаруашылық алқаптарының шеткі құрғақ жерлерге кеңеюінен туындауы мүмкін.

Тұздан зардап шегіп отырған елдердің жер көлеміне қатысты статистика авторлардың пікірі бойынша әр түрлі, бірақ жалпы статистикаға сүйенсек дүние жүзі бойынша шамамен 1 миллиард гектарға жуық екендігі белгілі, бұл шамамен құрлық жер көлемінің 7% құрайды. Немесе шамамен Венесуэланың жер көлемінің 10 есесіне, Франциядан 20 есе үлкен [1].

Тұздану – ең маңызды абиотикалық стресстердің бірі және ол өсімдіктердің тамыр жүйелерінде тұздардың көптеп жиналуы салдарынан олардың өсуін тежейді және өсімдіктердің өнімділігін шектейді. Егер булану нәтижесінде пайда болған тұздың жоғары бағыттағы қозғалысы гравитациялық қозғалыстан төмен болса, онда тамыр аймағында тұз жиналады. Топырақтағы тұздардың концентрациясы дақылдың төзімділік шегінен асып кетсе, оның өсуіне кедергі келтіреді [2].

Топырақтағы немесе судағы тұздылық мөлшері өсімдіктердің өсуін едәуір шектейтін стресстердің бірі болып табылады. Бүкіл әлемде өңделген жерлердің 20%-дан астамы тұздың жиналуынан зардап шексе, бұл көрсеткіш 2050 жылға қарай 50% дейін өсетіндігі адамзатты алаңдатады. Тұздылық тұқымның өнуін нашарлатады, өсімдіктердің дамуын тежейді және дақылдардың өнімділігін төмендетеді [3]. Нәтижесінде, азық-түлік өнімдері мен жем-шөптердің тұрақтылығына деген көзқарас галофитті өсімдіктерге деген қызығушылықты арттырды.

Галофиттер – бұл басқа өсімдіктер түрлерінің 99%-ын өлтіретін тұз концентрациясына төзімді болатын өсімдіктер. Галофиттер жүздеген жылдар бойы танылғанымен, алайда олардың анықтамасы бірдей болып келді. Табиғи ортада кездесетін жағдайларға ұқсас жағдайларда өмірлік циклін кем дегенде 200 мМ NaCl тұзды концентрацияда жалғастыру қабілетіне ие өсімдік түрлері. Тіршілік циклі туралы анықтамаға негізделе отырып галофиттерді, тұзды жағдайда өмір сүрмейтін өсімдіктерден бөлуге мүмкіндік берді [4, 5].

Галофиттердің 5000-6000 түрлері бар, олар барлық ангиоспермдердің шамамен 2% құрайды [6, 7]. Тұз концентрациясы ≥200 мМ NaCl ортада тіршілік етуге және көбеюге қабілетті өсімдіктерді галофиттер деп атайды, галофиттер саны әлемдік флораны шамамен 1%-на

дейін азайтты. Галофитті түрлердің ішінде аз ғана бөлігі (500 түрден азы) теңіз суының тұздылығына төзімді, галофиттердің көпшілігі тұздың төмен концентрациясына ғана төзімді бола алады. Ауылшаруашылық жүйесіндегі тұзданған топырақтың тұздылығы теңіз суының жартысына тең болуы мүмкін, сондықтан кейбір галофиттер тұзға төзімді дақылдар ретінде қолданылуы мүмкін. Галофиттердің тұзды топырақта қалай төзетіндігін жақсы түсіну, өсімдік селекционерлері мен молекулалық биологтарға кәдімгі дақылдық өсімдіктердің тұзға төзімділігін арттыруға көмектеседі [8].

Галофиттер табиғи түрде дамитын өсімдіктерге жатады, олар жер үсті өсімдіктер түрлерінің 2% құрайды. Қазіргі таңда галофиттер коммерциялық мақсатта кеңінен қолданылуда, соның ішінде тамақ және жем-шөптердің көзі ретінде, сонымен қатар адам үшін хош иісті, косметикалық және тағамдық қосылыстар үшін зерттелуде [9, 10].

Галофиттер жоғары тұз концентрациясында өсіп-дами алатын, гүлдейтін, тұзды стресске бейімділігі жоғары, өзінің физиологиялық иілгіштігін экологиялық зардаппен, әсіресе, тұздылықтың артуымен күресе алатын өсімдіктер тобы. Сонымен қатар, галофиттер өз ұлпаларына көп мөлшерде тұз жинап, топырақтағы тұздың мөлшерін азайтатын маңызды функциялық қасиетке ие.

Эугалофитті Ақсора – бұл *Маревые (Chenopodiaceae)* тұқымдасына жататын галофиттердің туыстары Ақсорадан басқа, оның бірнеше түрлері белгілі, мысалы *S. acuminata, S.aegyptiaca, S.arcuata, S.argentinensis, S.australis, S.baccifera.* Бұл өсімдіктердің көптеген түрлері тұзды немесе сілтілі топырақта жақсы өседі, мысалы, жағалаудағы тұзды жазықтар мен шөгінді сулы-батпақты жерлер. Олар тұз көп жиналған жерлерде өсуге бейімделген (галофильді өсімдіктер). Эугалофитті Ақсора *(Suaeda salsa Pall)* 500 мМ-ге дейін тұздылыққа төзімді екендігі дәлелденген. Сонымен бірге ол шөлейт жерлерді, тұзды теңіздерді және теңіз жағалауларын қалпына келтіруде маңызды кілт болып саналады [6, 11].

Эугалофитті Ақсора әдетте *(Suaeda salsa Pall)* жеуге болатын және жеуге болмайтын мақсаттар үшін қолданылады. Өсімдік сабағының ұшындағы бөліктері салаттарға жұмсалады немесе тұздалған сусындарға, сірке суына өңделеді. Екінші жағынан, бұл өсімдіктерден пайдаланып сабын жасау және соданың (натрий карбонаты) көзі ретінде пайдалану бұл бірнеше ғасырлар бойы кең таралған тәжірибе болып саналды [12].

Ақсораның кейбір түрлері (мысалы, *S. salsa*) био отын өндірісі, мал бордақылау және тұз бен май алу үшін коммерциялық ауқымда өсіріледі. Жақында жүргізілген зерттеулер Ақсораның кейбір түрлерінің мырыш пен мыстың био-индикаторлары ретінде қолдануға болатындығын көрсетті. Сонымен қатар, Ақсора өсімдігі тұқымының емдік және тағамдық қасиеттері оған деген қызығушылықтың артуына ықпал етті [13, 14].

Бұл өсімдіктердің пайдалану көлемі кең болғанымен алайда галофиттерді мәдени өсімдіктер ретінде пайдалану кедергілерге байланысты әлі де шектеліп отыр, олардың қатарына топырақты қопсыту және тұқымның біркелкі емес өнуі жатады. Шын мәнінде, галофиттердің кейбір түрлері кемелді бұта кезінде тұзға төзімді болғанымен, бірақ тұқымның өнуі кезінде тұздылыққа төзімді экотипті кері реакцияға ұшырайды [15].

Ал Қазақстандағы сор және сортаң жерлерде өсімдіктерді өсіру ең алғаш рет 1948-1950 жылдары басталды. Орталық Азияда галофиттер ресурстарын бағалауда және индикациялық қасиеттерін анықтауда Н.И. Ақжігіттованың жетекшілігімен көптеген зерттеулер жүргізілді. Осы зерттеулердің нәтижесінде Орталық Азияның тұзды топырақты жерлерінде галофиттердің 34 туысқа жататын 700-ге жуық түрлері белгілі болды, оның 30%-ын эндемикті өсімдіктер құрады [16].

Әдетте тұқымның өнгіштігі таза суда жоғары болады және тұздылық жоғарылаған сайын өнгіштігі төмендейді, бірақ кейбір түрлерде, аз мөлшерде тұз концентрациясы тұқымның өнуін ынталандыруы мүмкін. Көбінесе, жаңбырлы кезеңдерден кейін топырақтың тұздылық деңгейі төмендеген кезде тұқымның өнгіштігі жоғары болады және тұздың өсімдік тұқымын стресстеу қаупі азаяды [17, 18].

Эугалофитті өсімдіктер көбінесе тұзды-батпақты жерлердің, батпақтардың, теңіз жағалауларының және балшықтардың шеттерінде кездеседі. Ақсора *(Suaeda salsa Pall)* өсімдігі *Salicornia europea* сияқты 500 mM-ге дейін тұздылыққа шыдай алатындығы зерттелген [19]. Шөлейт жерлерді, тұзды топырақтарды және теңіз жағалауларын қалпына келтіруде орасан зор үлес қосатындығы зерттелген [20].

Галофиттерді зерттеудің негізгі мақсаты – топырақ тұздануы жиі кездесетін, сор және сортаң жерлерде өсетін галофиттерді ауыл

шаруашылығында маңызды жем, азық-түлік, майлы, дәрілік ресурстар ретіндегі потенциалдарын бағалау болып табылады. Көптеген мәдени дақылдар тұзды стресс барысында өздерінің өсу, даму және көбеюінің генетикалық потенциалдарын толығымен көрсете алмайды және тұзды стресстің қарқындылығы жоғарылаған сайын олар өздерінің экономикалық құндылықтарын да жоғалтады.

Сондықтан осы зерттеу жұмысының мақсаты Ақсора *(Suaeda salsa Pall)* тұқымдарының әр түрлі тұздар мен топырақ ерітіндісі әсер ету кезіндегі өсу көрсеткіштерін бағалау. Тұзға төзімділікті анықтау үшін неғұрлым қолайлы элементтерді және олардың өнімділігі мен сенімділігін арттыру. Әр түрлі индекстер арқылы Ақсора тұқымының өнгіштігін бағалау бойынша зерттеулер жүргізілді. Эксперимент нәтижесіне сүйене отырып, Қазақстанның кейбір сор және сортаң жерлері мен тұзды көлдер маңына нағыз галофитті өсімдік түрі болған Ақсораны өсіру ұсынылады.

Зерттеу нысандары мен әдістері

Сынақ материалдары 2019 жылдың қыркүйек айының соңында Павлодар облысы Маралды көлі маңындағы тұзды топырақтан жиналған толық және жетілген Ақсора өсімдігінің тұқымдарына эксперимент Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті «Қоршаған ортаны қорғауды басқару және инжиниринг» кафедрасының зертханасында жасалынды.

Жарықтың түсуі 12 сағ/күн, температура 25°C (күндіз)/15°C (түн), салыстырмалы ылғалдылығы 75%-80% болуы бақыланып отырылады. Сынақ жасалынатын негізгі тұздар: NaCl, Na_2SO_4 және Павлодар облысы Маралды көлі маңынан алынған топырақ сығындысы (алынған 10 грамм топырақ сынамасындағы негізгі элементтердің үлесі Cl – 0,679%, K – 3,375%, Ca – 2,326%, Fe – 8,819%. Стресстік әсер етуші тұздардың концентрациясы: 0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,8; 3,6 г/100 мл.

Эксперимент жасау үшін таңдап алынған өсімдік тұқымдары 10% сутегі тотығымен (H_2O_2) 10 минут зарарсыздандырылады, 10 минуттан соң тұқымдар дистилденген сумен бірнеше рет шайып тасталынады. Тазартылған тұқымдар сүзгі қағазда кептіріледі. Бұл тұқымдардың бактериялар мен саңырауқұлақтардың әсерінен шіріп кетудің алдын алу үшін жасалынады.

Әрқайсысы Петри табақшасына екі қабат сүзгі қағазы салынады (диаметрі 10 см), сосын сүзгі қағаздың үстіне залалсызданған өсімдік тұқымынан 25 дана салып, 6 мл дайындалған ерітінділер құйылады және парафинмен Петри табақшасының айналасы оралынады. Әр түрлі ерітінділерді дайындауда дистильденген су пайдаланылып, әр эксперимент 4 реттен қайталанылады. Өсірілген тұқымдардың санын күнделікті бақылап, жазып отыру міндетті (тұқым қабықшасынан өскін 2 мм өсіп шыққаннан бастап) [21]. Жалпы эксперимент барысы 10 күнді құрайды.

Зерттеу нәтижелері

Ақсора (*Suaeda Salsa* Pall.) тұқымының NaCl ерітіндісінің әр түрлі концентрациясындағы (г/100 мл) өнгіштік көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері 1-суретте көрсетілген.

1-суреттегі Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) өсімдігінің тұқымдарының өнгіштік көрсеткіштері анықталған нәтижелерге негізделгенде, 10 тәулік ішінде бақылаумен (0 г/100 мл) салыстырғанда, NaCl тұзының 1,2 г/100 мл концентрациясында тұқымдар 100% бүршік жарғандығы анықталды.

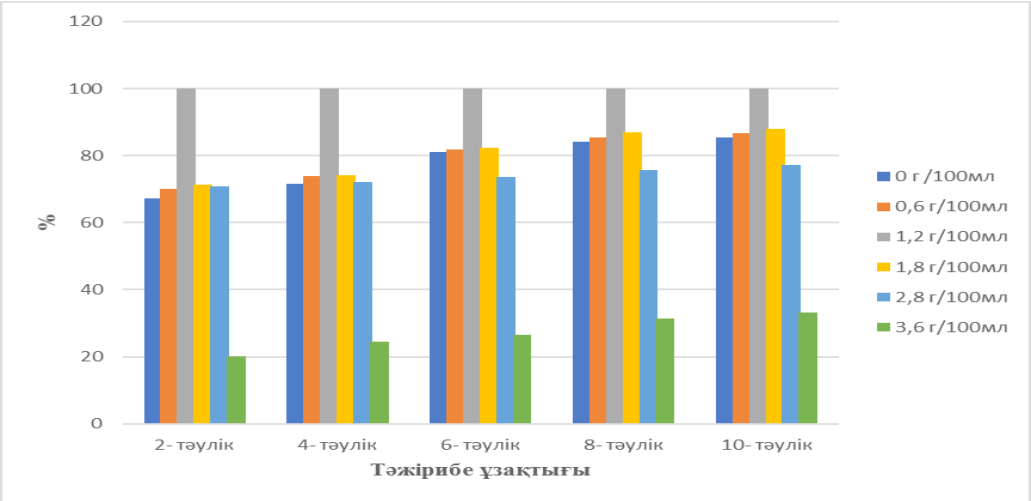
Ал 1,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,43±0,05% ($p<0,01$) біртіндеп жоғарылап 10-тәулікте 87,88±0,07% ($p<0,05$) жеткен. 2,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 70,81±0,03%($p<0,01$) басталып 6-тәулікте 73,55±0,05% ($p<0,01$), 10-тәулікте 77,15±0,07% ($p<0,01$) өнгіштігін көрсеткен.

Ал 3,6 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 20,11±0,03% ($p<0,01$) біртіндеп жоғарылап, 6-тәулікте 26,67±0,05% ($p<0,001$) жеткен. 10-тәулікте бұл көрсеткіш 33,19±0,05% ($p<0,01$) жеткен.

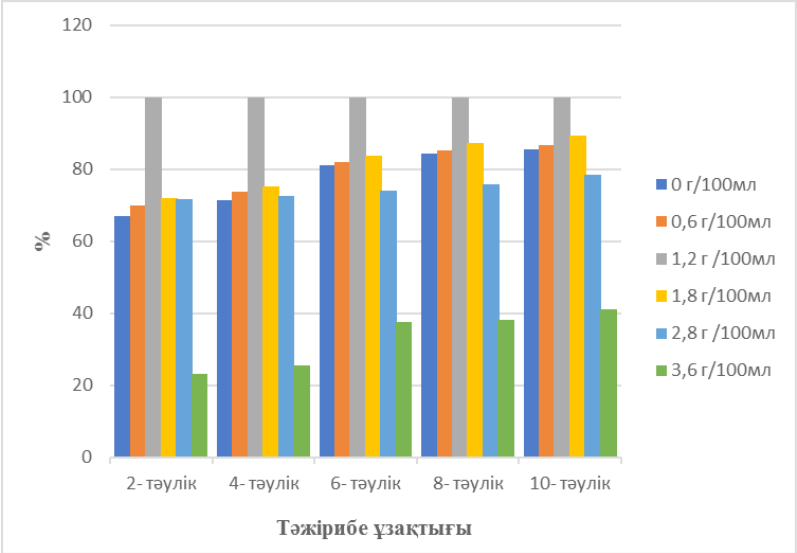
Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) өсімдігі нағыз галофитті өсімдікке жатады, ал біздің тәжірибелерімізде NaCl тұзының 1,2 г/100 мл концентрациясында оның тұқымдарының өнгіштік көрсеткіші 100% екені анықталды. Ақсора өсімдігі тұқымдарының өнуіне ең тиімді NaCl тұзының концентрациясы 1,2 – 2,8 г/100 мл болатындығы анықталды.

Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының тұзды топырақ ерітіндісінің әр түрлі концентрациясындағы (г/100 мл) өнгіштік көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері 2-суретте көрсетілген.

2-суреттегі Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) өсімдігінің тұқымдарының өнгіштік көрсеткіштері анықталған нәтижелерге негізделгенде, 10 тәулік ішіндегі бақылаумен (0 г/100 мл) салыстырғанда, тұзды топырақ ерітіндісінің 1,2 г/100 мл концентрациясында тұқымдар 100% бүршік жарғандығы анықталды.



1-сурет – Павлодар облысы Маралды көлі маңындағы Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының NaCl ерітіндісіндегі өнгіштік көрсеткіші (%)



2-сурет – Павлодар облысы Маралды көлі маңындағы Ақсора (Suaeda salsa Pall.) тұқымының топырақ сығындысы ерітіндісіндегі өнгіштік көрсеткіші (%)

Ал 1,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,93±0,05% ($p<0,01$) біртіндеп жоғарылап, 10-тәулікте 89,27±0,09% ($p<0,05$) жеткен. 2,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,81±0,03%($p<0,01$) басталып, 6-тәуліктен 74,95±0,05% ($p<0,01$) 10-тәулікте 78,35±0,07% ($p<0,01$) өнгіштігін көрсеткен.

Ал 3,6 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 23,14±0,02% ($p<0,01$) біртіндеп жоғарылап, 6-тәулікте 37,61±0,07% ($p<0,001$) жеткен. 10-тәулікте бұл көрсеткіш 41,13±0,03% ($p<0,01$) жеткен.

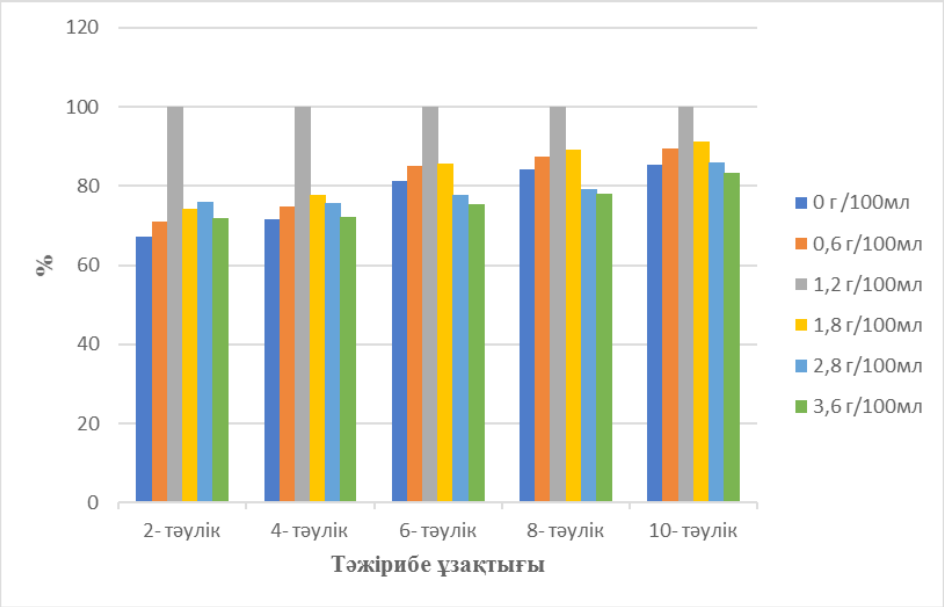
Ақсора (S*uaeda salsa* Pall.) өсімдігінің топырақ сығындысы ерітіндісінің 1,2 г/100 мл концентрациясында оның тұқымдарының өнгіштік көрсеткіші 100% екені анықталды. Ақсора өсімдігі тұқымдарының топырақ сығындысының концентрациясы 1,2-2,8 г/100 мл болған жағдайда өнгіштік көрсеткішінің жоғары болатындығы байқалған.

Павлодар облысы Маралды көлі маңындағы Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының Na_2SO_4 тұзының әр түрлі концентрациясындағы (г/100 мл) өнгіштік көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері 3-суретте көрсетілген.

3-суреттегі Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) өсімдігінің тұқымдарының өнгіштік көрсеткіштері анықталған нәтижелерге негізделгенде, 10 тәулік

ішінде бақылаумен (0 г/100 мл) салыстырғанда, Na_2SO_4 тұзының 1,2 г/100 мл концентрациясында тұқымдар 100% бүршік жарғандығы анықталды.

Ал 1,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 74,53±0,07% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап 10-тәулікте 95,27±0,09% (p<0,05) жеткен. 2,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 76,14±0,05%(p<0,01) басталып 6-тәуліктен 79,95±0,05% (p<0,01), 10-тәулікте 85,93±0,05% (p<0,01) өнгіштігін көрсеткен.



3-сурет – Павлодар облысы Маралды көлі маңындағы Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының Na_2SO_4 ерітіндісіндегі өнгіштік көрсеткіші (%)

Ал 3,6 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,93±0,05% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 6-тәулікте 75,35±0,07% (p<0,01) жеткен. 10-тәулікте бұл көрсеткіш 83,27±0,05% (p<0,01) жеткен.

Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) өсімдігінің Na_2SO_4 тұзының 1,2 г/100 мл концентрациясында оның тұқымдарының өнгіштік көрсеткіші 100% екені анықталды. Ақсора өсімдігі тұқымдарының Na_2SO_4 тұзының концентрациясы 1,2 – 3,6 г/100 мл болған жағдайда өнгіштік көрсеткішінің жоғары болатындығы байқалған.

Павлодар облысы Маралды көлі маңындағы Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының NaCl, Na_2SO_4 тұзының және тұзды топырақ ерітіндісінің әр түрлі концентрациясындағы (1,8 г/100 мл, 2,8 г/100 мл, 3,6 г/100 мл) өнгіштік көрсеткіштерінің салыстырмалы нәтижелері 4-суретте көрсетілген.

4-суретте Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) өсімдігі тұқымдарының NaCl, Na_2SO_4 тұзының және тұзды топырақ ерітіндісінің әр түрлі концентрациясындағы (1,8 г/100 мл, 2,8 г/100 мл, 3,6 г/100 мл) өнгіштік көрсеткіштерінің салыстырмалы нәтижелеріне негізделгенде, 10 тәулік ішінде айтарлықтай айырмашылықтарды байқауға болады.

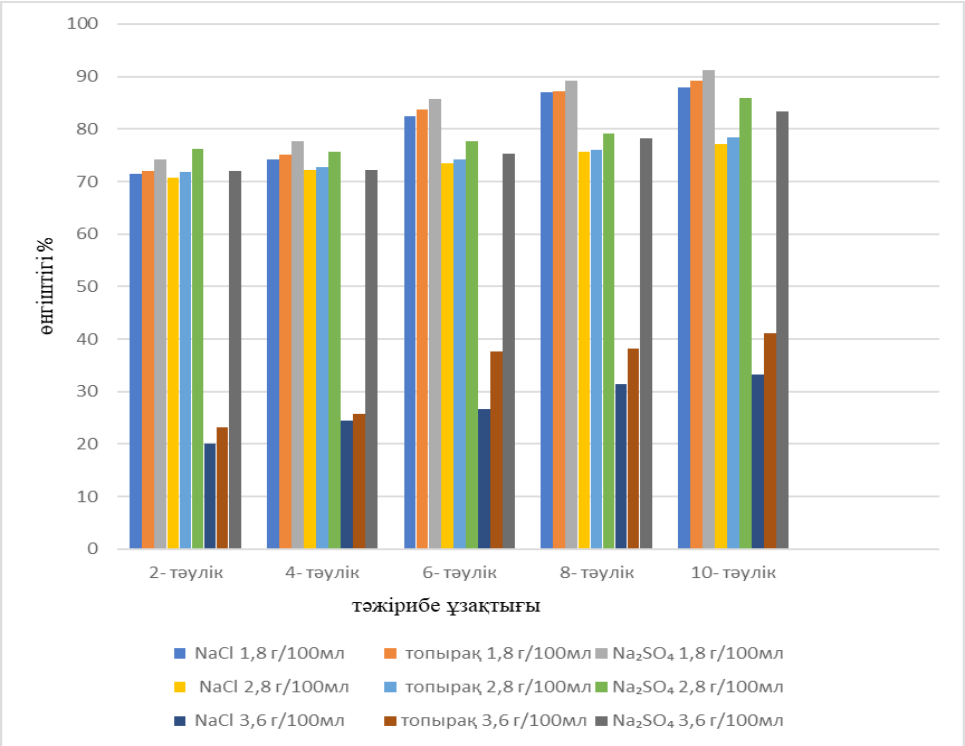
NaCl тұзының 1,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,43±0,05% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 10-тәулікте 87,88±0,07% (p<0,05) жеткен.

Топырақ сығындысы ерітіндісіндегі 1,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,93±0,05% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 10-тәулікте 89,27±0,09% (p<0,05) жеткен.

Na_2SO_4 тұзының 1,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 74,53±0,07% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 10-тәулікте 95,27±0,09% (p<0,05) жеткен.

NaCl тұзының 2,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 70,81±0,03% (p<0,01) басталып, 6-тәуліктен 73,55±0,05% (p<0,01), 10-тәулікте 77,15±0,07% (p<0,01) өнгіштігін көрсеткен.

Топырақ сығындысы ерітіндісіндегі 2,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,81±0,03% (p<0,01) басталып, 6-тәуліктен 74,95±0,05% (p<0,01), 10-тәулікте 78,35±0,07% (p<0,01) өнгіштігін көрсеткен.



4-сурет – Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының NaCl, Na_2SO_4 тұздары мен тұзды топырақ ерітіндісіндегі өнгіштік көрсеткіштері (%)

Na_2SO_4 тұзының 2,8 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 76,14±0,05%(p<0,01) басталып, 6-тәуліктен 79,95±0,05% (p<0,01), 10-тәулікте 85,93±0,05% (p<0,01) өнгіштігін көрсеткен.

NaCl тұзының 3,6 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 20,11±0,03% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 6-тәулікте 26,67±0,05% (p<0,001) жеткен. 10-тәулікте бұл көрсеткіш 33,19±0,05% (p<0,01) жеткен.

Топырақ сығындысы ерітіндісіндегі 3,6 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 23,14±0,02% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 6-тәулікте 37,61±0,07% (p<0,001) жеткен. 10- тәулікте бұл көрсеткіш 41,13±0,03% (p<0,01) жеткен.

Na_2SO_4 тұзының 3,6 г/100 мл концентрациясында 2-тәулікте 71,93±0,05% (p<0,01) біртіндеп жоғарылап, 6-тәулікте 75,35±0,07% (p<0,01) жеткен. 10-тәулікте бұл көрсеткіш 83,27±0,05% (p<0,01) жеткен.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей топырақ ерітіндісінің 1,2 г/100 мл концентрациясында тұқымның өнуі синергетикалық эффект байқатқан. Осыған ұқсас жұмыстар Қытай халық республикасы Хе бей провинциясы, Бин хай ауданы, Хай синг округіндегі тұздысілтілі жерлеріндегі өсетін *Puccinellia tenuiflora* [22], *Clover*, *Suaeda salsa* [23, 24], *Puccinellia tenuiflora* [25], *Salicornia salina* [26, 27] галофитті өсімдіктерге жасалынған.

Ақсора өсімдігі тұқымдарының NaCl, Na_2SO_4 тұздары және тұзды топырақ ерітіндісінің бірдей концентрациясындағы өнгіштік пайызын салыстырғанда айтарлықтай айырмашылықтар байқалған. 2-тәулікте NaCl, тұзды топырақ ерітіндісі, Na_2SO_4 тұзының 2,8 г/100 мл концентрациясында өнгіштік пайызы жеке-жеке 70,81±0,03, 71,81±0,03, 76,14±0,05 болғандығы анықталған. 10-тәулікте 77,15±0,07, 78,35±0,07, 85,93±0,05 болған.

2-тәулікте NaCl, тұзды топырақ ерітіндісі, Na_2SO_4 тұзының 3,6 г/100 мл концентрациясында өнгіштік пайызы жеке-жеке 20,11±0,03, 23,14±0,02, 71,93±0,05 болған. 10-тәулікте 33,19±0,05, 41,13±0,03, 83,27±0,05 болғандығы анықталған.

Жоғарыдағы нәтижеге негізделе отырып, Ақсора тұқымының 10 тәуліктегі 2,8 г/100 мл концентрациясындағы Na_2SO_4 тұзының өнгіштік көрсеткішінің ең жоғары болғандығы белгілі. 2-орында топырақ сығындысының өнгіштігі болса, ең төмен көрсеткіш байқатқан ол NaCl тұзының концентрациясы. Ақсора өсімдігінің тұздар мен топырақ ерітіндісінің 3,6 г/100 мл концентрациясындағы өнгіштік көрсеткішінің

нәтижелері ретімен Na_2SO_4 >топырақ сығындысы > NaCl болғандығы анықталған.

Қорытынды

Барлық тұздар эугалофитті Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымдарының өнуін айтарлықтай тежейді. Әр түрлі тұзды ерітінділердегі тұқым өнгіштігінің тежелуі NaCl > топырақ экстракты ерітіндісі > Na_2SO_4 болды. Тұзды ерітінділердің тұқымның өнуін тежеуінің негізгі себебі осмотикалық әсер екендігі дәлелденді. Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымдарының өнгіштігі әртүрлі тұз концентрациясында ұқсамаған дәрежеде тежелетіні және тұз концентрациясының жоғарылауына байланысты тежелу дәрежесінің де біртіндеп өсетіндігі анықталды.

Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымдары әр түрлі тұз концентрацияларының стресстік әсер ету кезінде ингибирленеді, сонымен қатар әр түрлі тұздардың ингибирлену дәрежесі әртүрлі болатындығы анықталды. Ингибиция деңгейі тұз концентрациясының жоғарылауына сәйкес жоғарылайды, бірақ әр түрлі тұздың ингибирлеу дәрежесі әртүрлі болып, Na_2SO_4 ең төмен ингибиторлық әсерге ие болғандығы байқалады.

Зерттеу жұмысының нәтижесінде Ақсора тұқымдардың NaCl тұзының стрессіне ең көп жауап беретіндігі анықталды. Сонымен бірге, тұқымдарды әртүрлі тұздардың (NaCl, Na_2SO_4) жоғары концентрацияларымен өңдеу арқылы тұқымның өнуіне ең тиімді тұздың концентрациясы 1,2 г/100 мл екендігі анықталды.

Осы мақсатта Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) сортаң жерлерді тек қана Павлодар облысында ғана емес, Қазақстанның сортаң территорияларының көп бөлігінде қолдануға ұсыныс беруге болады. Ең тиімді деп саналған бұл галофитті өсімдікті тұзды топырақтан экстракциялау мақсатында вегетативті периодының соңында жинап алып, оны мал азығы ретінде қолдану ұсынылады. Өйткені галофиттердің шіруі үрдісінде жер сортаңдығы артатыны белгілі. Сонымен қатар, Ақсора (*Suaeda salsa* Pall.) тұқымының тұзды стресске белсенді жауап қайтаруына негізделе отырып, тұздылығы жоғары өзен жағалаулары мен сор, сортаңды-батпақты жерлерде өсіру арқылы тұзданған жерлерді оңалтуда пайдалану ұсынылады.

Әдебиеттер

1 Ghassemi F., Jakeman A.J., Nix H.A. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies // The Australian National University, Wallingford, Oxon, UK: CAB International. – 1995.

2 Parida A.K., Das A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2005. – Vol. 60. – P. 324-349.

3 Shabala S. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops // Annals of Botany. – 2013. – Vol. 112. – P. 1209-1221.

4 Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance // Ann. Rev. Plant. Biol. – 2008. – Vol. 59. – P. 651-681.

5 Zhu J.K. Plant salt tolerance // Trends Plant Sci. – 2001. – Vol. 6. – P. 66-71.

6 Flowers T.J., Colmer T.D. Salinity tolerance in halophytes // New Phytol. – 2008. – Vol. 179. – P. 945-963.

7 Stepien P., Johnson G.N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte Arabidopsis and the halophyte Thellungiella: role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink // Plant Physiol. – 2009. – Vol. 149. – P. 1154-1165.

8 Takemura T., Hanagata N., Sugihara K., Baba S., Karube I., Dubinsky Z. Physiological and biochemical responses to salt stress in the mangrove Bruguiera gymnorrhiza // Aquat. Bot. – 2000. – Vol. 68. – P. 15-28.

9 Apel K., Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction // Ann. Rev. Plant Biol. – 2004. – Vol. 55. – P. 373-399.

10 Zhang H., Han B., Wang T., Chen S.X., Li H.Y., Zhang Y.H., Dai S.J. Mechanisms of plant salt response: insights from proteomics // J. Proteome Res. – 2012. – Vol. 11. – P. 49-67.

11 Le Houe´rou, H. N. Salt-tolerant plants for the arid regions of the Meterranean isoclimatic Zone // Towards the national use of high salinity tolerant plants. – 1993. – Vol. 1. – P. 403-422.

12 Glenn E.P., Brown J.J. Salt tolerance and crop potential of halophytes // Critical Reviews in Plant Sciences. – 1999. – Vol.18. – P. 227-255.

13 Singh D., Buhmann A.K., Flowers T.J., Seal C.E., Papenbrock J. Salicornia as a crop plant in temperate regions: Selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions // AoB Plants. – 2014. – Vol. 6. – P.1-20.

14 Song S.H., Lee C., Lee S., Park J.M., Lee H.J., Bai D.H., Yoon S.S., Choi J.B., Park Y.S. Analysis of microflora profile in Korean traditional Nuruk // J. Microbiol. Biotechnol. – 2013. – Vol. 23. – P. 40-46.

15 Smillie C. Salicornia spp. as a biomonitor of Cu and Zn in salt marsh sediments // Ecol. Indic. – 2015. – Vol. 56. – P. 70-78.

16 Қалиұлы Б. Өсімдік атауларының орысша-қазақша сөздігі. – Алматы: ЖШС «KazBookTrade», 2017. – 104 б.

17 Qu X.X., Huang Z.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Effect to temperature, light salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread halophyte shrub Halocnemum strobilaceum // Ann. Bot. – 2008. – Vol. 101. – P. 293-299.

18 Huang Z., Zhang X., Zheng G., Gutterman Y. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of Haloxylon ammodendron // J. Arid Environ. – 2003. – Vol. 55. – P. 453-464.

19 Yamamoto K., Oguri S., Chiba S., Momonoki Y.S. Molecular cloning of acetylcholinesterase gene from Salicornia europaea L. // Plant Signal. Behav. – 2009. – Vol. 4. – P. 361-366.

20 Calone R., Sanoubar R., Noli E. and Barbanti L. Assessing Salicornia europaea Tolerance to Salinity at Seed Germination Stage // Agriculture. – 2020. – Vol. 10 (29). – P. 1-11.

21 Muhammad Z., Hussain F. Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of seven wheat genotypes // Pakistan J. Bot. – 2012. – Vol. 44. – P. 1845-1850.

22 Huchzermeyer B., Flowers T. Putting halophytes to work – genetics,biochemistry and physiology // Functional Plant Biol. – 2013. – Vol. 40. – P. 5-8.

23 Glenn E.P., Anday T., Chaturvedi R., et al. Three halophytes for salinewater agriculture: an oilseed, a forage and a grain crop // Environmental and Experimental Botan. – 2013. – Vol. 92. – P. 110-121.

24 Song J., Shi G.W., Gao B., Fan H., Wang B.S. Waterlogging and salinity effects on two Suaeda salsa populations // Physiologia Plantarum. – 2011. – Vol. 141. – P. 343-351.

25 Song J., Feng G., Tian C.Y. Strategies for adaptation of Suaeda physophora, Haloxylon ammodendron and Haloxylon persicum to a saline environment during seed – germination stage // Annals of Botan. – 2005. – Vol. 96 (3). – P. 399-405.

26 Yan Sh., Shen Y., Ren J., Baker D.A. The mechanism of the influence of salinity on the germination of Puccinellia tenuiflora // J. Acta Grasslanda. – 1994. – Vol. 2 (2). – P. 12-19.

27 Khan M.A., Sheith K.H. Effects of different levels of salinity on seed germination and growth of Capsicum alluum // J. Biologia. – 1996. – Vol. 22. – P. 15-16.

References

1 Apel K., Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Ann. Rev. Plant Biol., vol. 55, (2004), pp. 373 – 399.

2 Calone R., Sanoubar R., Noli E. and Barbanti L. Assessing Salicornia europaea Tolerance to Salinity at Seed Germination Stage. Agriculture, vol. 10 (29), (2020), pp. 1–11.

3 Flowers T.J., Colmer T.D. Salinity tolerance in halophytes. New Phytol., vol. 179, (2008), pp. 945 – 963.

4 Ghassemi F., Jakeman A.J., and Nix H.A. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies // The Australian National University, Wallingford, Oxon, UK: CAB International, (1995).

5 Glenn E.P., Brown J.J. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Critical Reviews in Plant Sciences, vol.18, (1999), pp. 227 – 255.

6 Glenn E.P., Anday T., Chaturvedi R., et al. Three halophytes for salinewater agriculture: an oilseed, a forage and a grain crop. Environmental and Experimental Botan., vol. 92, (2013), pp. 110 – 121.

7 Huang Z., Zhang X., Zheng G. and Gutterman Y. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of Haloxylon ammodendron. J. Arid Environ., vol. 55, (2003), pp. 453 – 464.

8 Huchzermeyer B., Flowers T. Putting halophytes to work – genetics, biochemistry and physiology. Functional Plant Biol., vol. 40, (2013), pp. 5 – 8.

9 Khan M.A., Sheith K.H. Effects of different levels of salinity on seed germination and growth of Capsicum alluum. J. Biologia, vol. 22, (1996), pp. 15 – 16.

10 Kaliuly B. Osimdik ataularynyn oryssha-kazaksha sozdigi [Russian-Kazakh dictionary of plant names]. Almaty: ZhShS «KazVookTgade», 2017 (in Kazakh)

11 Le Houe´rou H.N. Salt-tolerant plants for the arid regions of the Meterranean isoclimatic Zone. Towards the national use of high salinity tolerant plants, vol. 1, (1993), pp. 403 – 422.

12 Muhammad Z., Hussain F. Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of seven wheat genotypes. Pakistan J. Bot., vol. 44, (2012), pp. 1845 – 1850.

13 Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. Ann. Rev. Plant. Biol., vol. 59, (2008), pp. 651 – 681.

14 Parida A.K., Das A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicol. Environ. Saf., vol. 60, (2005), pp. 324 – 349.

15 Qu X.X., Huang Z.Y., Baskin J.M., and Baskin C.C. Effect to temperature, light salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread halophyte shrub Halocnemum strobilaceum. Ann. Bot., vol. 101, (2008), pp. 293 – 299.

16 Shabala S. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. Annals of Botany, vol. 112, (2013), pp. 1209 – 1221.

17 Singh D., Buhmann A.K., Flowers T.J., Seal C.E., and Papenbrock J. Salicornia as a crop plant in temperate regions: Selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. AoB Plants, vol. 6, (2014), pp. 1 – 20.

18 Smillie C. Salicornia spp. as a biomonitor of Cu and Zn in salt marsh sediments. Ecol. Indic., vol. 56, (2015), pp. 70 – 78.

19 Song J., Feng G. and Tian C.Y. Strategies for adaptation of Suaeda physophora, Haloxylon ammodendron and Haloxylon persicum to a saline environment during seed – germination stage. Annals of Botan., vol. 96 (3), (2005), pp. 399 – 405.

20 Song J., Shi G.W., Gao B., Fan H. and Wang B.S. Waterlogging and salinity effects on two Suaeda salsa populations. Physiologia Plantarum, vol. 141, (2011), pp. 343 – 351.

21 Song S.H., Lee C., Lee S., Park J.M., Lee H.J., Bai D.H., Yoon S.S., Choi J.B. and Park Y.S. Analysis of microflora profile in Korean traditional Nuruk. J. Microbiol. Biotechnol., vol. 23, (2013), pp. 40 – 46.

22 Stepien P., Johnson G.N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte Arabidopsis and the halophyte Thellungiella: role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. Plant Physiol., vol. 149, (2009), pp. 1154 – 1165.

23 Takemura T., Hanagata N., Sugihara K., Baba S., Karube I. and Dubinsky Z. Physiological and biochemical responses to salt stress in the mangrove, Bruguiera gymnorrhiza. Aquat. Bot., vol. 68, (2000), pp. 15 – 28.

24 Yan Sh., Shen Y., Ren J. and Baker D.A. The mechanism of the influence of salinity on the germination of Puccinellia tenuiflora. J. Acta Grasslanda, vol. 2 (2), (1994), pp. 12 – 19

25 Yamamoto K., Oguri S., Chiba S., Momonoki Y.S. Molecular cloning of acetylcholinesterase gene from Salicornia europaea L. Plant Signal. Behav., vol. 4, (2009), pp. 361 – 366.

26 Zhang H., Han B., Wang T., Chen S.X., Li H.Y., Zhang Y.H. and Dai S.J. Mechanisms of plant salt response: insights from proteomics. J. Proteome Res., vol. 11, (2012), pp. 49 – 67.

27 Zhu J.K. Plant salt tolerance. Trends Plant Sci., vol. 6, (2001), pp. 66 – 71.

3-бөлім

БИОЛОГИЯЛЫҚ АЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Section 3

ACTUAL PROBLEMS OF BIODIVERSITY CONSERVATION

Раздел 3

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

МРНТИ 68.35.31 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.06

С.В. Дидоренко[1*], Г.К. Кабылбекова[2],
А.Ж. Сайкенова[1], Р.Ж. Касенов[1]

[1]ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия
и растениеводства», Казахстан, г. Алматы
[2]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан
*e-mail: svetl_did@mail.ru

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ СОИ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Соя как высокобелковая и масличная культура признана стратегически важной в мировом рейтинге сельскохозяйственных культур. Мировое производство соевых бобов находится в постоянном динамическом развитии. Увеличение посевных площадей под этой культурой происходит во всех странах, включая Казахстан. Средняя урожайность сои по Казахстану составляет 21,5 ц/га. Рост урожайности культуры обуславливается не только созданием новых высокоурожайных сортов, но и применением современных агротехнологических подходов, обработкой семян и вегетирующих растений стимуляторами роста. В работе приведены результаты исследований влияния обработки семян сортов сои разных групп спелости азотфиксирующим препаратом Histick и микроэлементами Co, Mo. Предпосевная обработка семян выявила сортовую отзывчивость на применение стимуляторов. На урожайность ультраскороспелого сорта Ивушка ни один препарат не оказал положительного влияния. Урожайность скороспелого сорта Бірлік КВ достоверно увеличилась на 2,1 ц/га при совместной обработке семян азотфиксирующим препаратом Histick и микроэлементами Mo + Co. У среднепозднего сорта Жансая и позднеспелого сорта Ласточка достоверная прибавка урожайности отмечена только при обработке семян азотфиксирующим препаратом Histick на 1,6 и 2,1 ц/га соответственно.

Ключевые слова: соя, микроэлементы, признаки продуктивности, урожайность.

S.V. Didorenko[1*], G.K. Kabylbekova[2],
A.Zh. Saikenova[1], R.Zh. Kassenov[1]

[1]LLP «Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing»,
Kazakhstan, Almaty
[2]L.N. Gumilev Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan
*e-mail:svetl_did@mail.ru

Yield of soybean varieties of different ripeness groups depending on pre-sowing seed treatment

Soybeans as a high-protein and oilseed crop are recognized as strategically important in the world ranking of agricultural crops. Global soya bean production is in constant dynamic development. An increase in the area under this crop is occurring in all countries, including Kazakhstan. The average yield of soybeans in Kazakhstan is 21.5 c / ha. The increase in crop yields is due not only to the development of new high-yielding varieties, but also to the application of modern agro-technological approaches and the treatment of seeds and vegetative plants with growth stimulants. The paper presents the results of research on the effect of treatment of soybean seeds of different ripeness groups with a nitrogen-fixing preparation Histick and trace elements – Co, Mo. Seed pre-treatment revealed varietal responsiveness to the application of stimulants. None of the preparations had a positive effect on the yield of the ultra-ripe variety Ivushka. The yield of the early maturing variety Birlik KV increased significantly by 2.1 c/ha when seeds were co-treated with the nitrogen-fixing preparation Histick and trace elements Mo + Co. In the mid-late variety Zhansaya and the late-ripening variety Lastochka a significant increase in yield was noted only when the seeds were treated with nitrogen-fixing agent Histick by 1.6 and 2.1 c/ha, respectively.

Key words: soybean, micronutrients, productivity traits, yield.

 © 2021 Al-Farabi Kazakh National University

С.В. Дидоренко[1*], Г.К. Кабылбекова[2],
А.Ж. Сайкенова[1], Р.Ж. Касенов[1]
[1]«Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Қазақстан, Алматы қ.
[2]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
*e-mail: svetl_did@mail.ru

Тұқымдарды алдын ала өңдеуге байланысты әр түрлі пісетін топтардағы Қытай бұршақ сорттарының өнімділігі

Қытай бұршағы жоғары ақуызды және майлы дақыл ретінде ауыл шаруашылығы дақылдарының әлемдік рейтингінде стратегиялық маңызды деп танылды. Қытай бұршағының әлемдік өндірісі тұрақты динамикалық дамуда. Бұл дақылдың егіс алқаптарының ұлғаюы Қазақстанды қоса алғанда, барлық елдерде орын алуда. Қазақстан бойынша қытай бұршағының орташа өнімділігі 21,5 ц/га құрайды. Дақылдардың өнімділігінің өсуі жаңа жоғары өнімді сорттарды құрумен ғана емес, сонымен қатар заманауи агротехнологиялық тәсілдерді қолданумен, тұқымдар мен вегетативті өсімдіктерді өсу стимуляторларымен өңдеумен де байланысты болады. Зерттеу жұмысында әр түрлі пісетін топтардағы қытай бұршақ сорттарының тұқымдарын Histick азотты бекітетін препаратымен және Co, Mo микроэлементтермен өңдегендегі зерттеу нәтижелері келтірілген. Тұқымдарды егу алдындағы өңдеу стимуляторларды қолданғанда әр түрлі әсер етті. Ивушка ультра тез пісетін сортының өнімділігіне бірде-бір препарат оң әсер еткен жоқ. Бірлік КВ ерте пісетін сортының өнімділігі Histick азот бекітетін препаратымен және Mo+Co микроэлементтерімен тұқымдарды бірлесіп өңдеу кезінде 2,1 ц/га-ға ұлғайды. Орта кеш пісетін Жансая және кеш пісетін «Ласточка» сорттарында тұқымды азотты 1,6 және 2,1 ц/га-ға Histick өңдегенде ғана өнімділіктің айтарлықтай артқаны байқалды.

Түйін сөздер: қытай бұршағы, микроэлементтер, өнімділік белгілері, өнімділік.

Введение

Вопросы плодородия почвы, а также проблема биологического азота были и остаются актуальными в условиях ухудшающейся экологической обстановки, отсутствия научно-обоснованных севооборотов и недостаточной обеспеченности сельского хозяйства минеральными азотными удобрениями.

Расширение посевных площадей под зернобобовыми культурами может оказать положительный эффект в направлении улучшения почвенного плодородия.

Наиболее стратегически важной культурой среди всех зернобобовых культур является соя, способная фиксировать до 100 кг/га азота из воздуха и аккумулировать его благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями [1, 2]. В Казахстане наблюдается положительная тенденция в увеличении посевных площадей под соей. Так, согласно статистическим данным, в 2020 году под соей было занято 127,7 тыс. га, средняя урожайность составила 20,8 ц/га. До 95 % посевных площадей сосредоточено на поливных землях юго-востока Казахстана, урожайность на которых в среднем достигает 24,8 ц/га [3].

Увеличение урожайности культуры может быть достигнуто двумя путями. Первое – это селекционно-генетическое улучшение, второе – применение новых агротехнологических приемов, в том числе микроэлементов и стимуляторов роста.

Мировой опыт показывает, что проводились эксперименты по изучению воздействия биостимуляторов, которые показали значительное влияние на все параметры роста и урожайности сои [4]. Усиления роли азотфиксирующих бактерий можно добиться предпосевной инокуляцией семян активными штаммами, а также проведением обработки семян микроэлементами, усиливающими процессы азотофиксации [5, 6].

Фермент нитрогенеза, который участвует в процессе азотофиксации, в своем составе содержит молибден. Соя прекрасно реагирует на внесение удобрений с содержанием молибдена. На ранних этапах развития растения молибден может способствовать нарастанию корневой системы, ускорять и стимулировать развитие активности клубеньковых бактерий. Традиционно его применяют для предпосевной обработки семян (на 1 ц семян сои – 30-50 г молибденово-кислого аммония – 50% Mo). При внекорневой подкормке в период бутонизации – начала цветения норма внесения составляет до 200 г/га [7].

Японскими учеными было изучено влияние обработки семян сои соединениями молибдена на укоренение энергии прорастания в условиях затопления. По результатам исследований установлено, что увеличение количества всходов было особенно заметно при обработке се-

мян триоксидом молибдена [8]. Проводились исследования по изучению влияния обработки солями молибдена и вольфрама на ряде сельскохозяйственных культур. В совокупности эти результаты предполагают, что соединения вольфрама, а также соединения молибдена улучшают приживаемость проростков в условиях затопления [9].

Кобальт непосредственно участвует в процессах усвоения азота из воздуха, поскольку концентрируется в самих клубеньках, способствуя размножению клубеньковых бактерий. Кобальт повышает содержание леггемоглобина в клубеньках, концентрация которого определяет интенсивность их дыхания. При наличии кобальта процесс фиксации азота проходит более активно. Он используется при внекорневой подкормке и внесении непосредственно в грунт [10].

Имеется опыт исследования по недостатку и токсичности цинка и его взаимодействию с другими питательными веществами в корнях, листьях и семенах сои. Было обнаружено, что цинк (Zn) значительно влияет на все основные питательные вещества [11]. W. Sadok, T.R. Sinclair (2017) и W. Weisany с соавторами (2016) изучали влияние обработки семян сои цинком на скорость транспирации в зависимости от генотипа, а также влияние применения цинка на рост, абсорбцию и распределение питательных минеральных веществ в условиях солевого стресса у сои [12, 13]. Высоких урожаев сои можно добиться при совместной листовой подкормке Zn + Fe [14].

Исследования Khaitov B. (2018) по влиянию инокуляции Rhizobium и применения магния установили формирование множества клубеньков, увеличение биомассы и урожайности побегов сои, увеличение корневой системы, а также содержания питательных веществ в семенах [15].

Зарубежными учеными изучалось влияние совместных инокуляций микробным инокулянтам, эндофитными актиномицетам и штаммами Bradyrhizobium japonicum на клубенькообразование, интенсивность азотфиксации, накопление азота в период роста сои, урожайность и массу семян различных сортов сои [16, 17, 18, 19, 20, 21]. Joshua G. с соавторами изучали антарктические ризобактерии. В опытах был продемонстрирован большой потенциал ризосферных микроорганизмов, выделенных из экстремальных условий окружающей среды. Обработка антарктическими ризобактериями оказала влияние на архитектурные особенности корней [22].

Работы по применению препаратов молибдена и кобальта проводились в Казахстане в 60-х годах прошлого столетия под руководством Ю.Г. Карягина [23], однако нынешнее разнообразие отечественных сортов требует дополнительного изучения сортовой отзывчивости на различные агрохимические приемы.

Цель исследования. Определить сортовую отзывчивость сои при использовании солей кобальта и молибдена в сочетании с азотфиксирующим препаратом.

Материалы и методы исследований

Место проведения опыта. Погодно-климатические условия года. Исследования проведены в 2020 году на полевых стационарах отдела зернобобовых культур ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства». Опытные участки расположены в Алматинской области, на высоте 740 метров над уровнем моря, географическое расположение – 43°15′ с. ш., 76°54′ в. д. Почвенный покров представлен светло-каштановыми и суглинистыми почвами. В течение 20 лет на данном опытном участке соя не высевалась, предшественник – озимая пшеница.

По данным метеостанции ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», погодные условия 2020 года в районе проведения исследований существенно отличались от среднемноголетних значений. Температурный фон с мая по сентябрь был выше среднемноголетних показателей на 0,3-3,8 ^{0}C (таблица 1). Значительные превышения температуры были отмечены в апреле, мае, августе и сентябре.

Превышение среднемноголетних показателей осадков в апреле в 3 раза благоприятно отразилось на влагозарядке и последующих всходах. Май, июнь, июль, сентябрь характеризовались уровнем осадков, сравнимым со среднемноголетними показателями осадков. Недостаточное увлажнение было отмечено в августе месяце. Количество осадков от посева до уборки составило от 164,2 мм для ультраскороспелого сорта до 212,8 мм для позднеспелого сорта.

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха и осадки в период вегетации, 2020 год

Месяц	Температура, ^{0}C			Осадки, мм		
	фактическая	средне-многолетняя	отклонение	фактические	средне-многолетняя	отклонение
Апрель	+14,2	+ 10,4	+3,8	146,7	56,5	+90,2
Май	+18,8	+16,4	+2,4	73,5	61,6	+11,9
Июнь	+22,0	+21,2	+1,2	42,6	53,9	-10,8
Июль	+24,4	+24,1	+0,3	31,8	26,6	+5,2
Август	+24,0	+22,1	+2,1	43,7	21,3	+22,5
Сентябрь	+18,7	+16,0	+2,7	20,8	15,9	+15,9

Материалы исследований

В исследованиях использованы сорта сои четырех групп спелости.

Сорт сои Ласточка – относится к группе позднеспелых (III группы спелости), вегетационный период в Алматинской области – 130-135 суток. Урожайность зерна на поливе – 35-40 ц/га, содержание белка в зерне – 39%, содержание масла – 19%. Допущен к использованию в Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях.

Сорт сои Жансая – относится к группе среднепоздних (II группа спелости), вегетационный период в Алматинской области – 120-125 суток. Урожайность зерна – 39-45 ц/га, содержание белка в зерне – 40-41%, содержание масла – 19%. допущен к производству по Алматинской области.

Сорт сои Бірлік КВ – относится к группе скороспелых (0 группа спелости), вегетационный период в ВКО – 100-110 суток. Урожайность зерна 23-25 ц/га, содержание белка в зерне – 40,7 %, содержание масла – 22,3 %. Допущен к использованию в Восточно-Казахстанской области.

Сорт сои Ивушка – относится к группе ультраскороспелых (00 группа спелости), вегетационный период – 90-95 суток. Урожайность зерна – 20-22 ц/га, содержание белка в зерне – 42,1 %, содержание масла – 22,3 %. Не полегает. Допущен к использованию в Костанайской, Павлодарской, Акмолинской областях.

Оригинатором сортов является ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» [24].

Методы исследований

За неделю до посева семена сои обрабатывались раствором аммония молибденовокислым 4 водным из расчета 40 г на 100 кг семян и кобальт (II) сернокислым 7 водным из расчета 4 г на 100 кг семян. В день посева семена обработаны препаратом, содержащим азотфиксирующие бактерии «Histick» из расчета 400 г на 100 кг семян.

Эксперимент заложен по схеме: контроль – без обработки; 1 опыт – обработка семян препаратом Histick; 2 опыт – обработка семян Mo+Co; 3 опыт – обработка семян Histick+Mo + Co.

Посев осуществлен 25 апреля. Учетная делянка – 25 м^2, норма высева семян – 500 тыс. шт./га, междурядье – 30 см, глубина заделки семян – 4 см. Посев рендомизированный в четырехкратной повторности.

Проведение всех агротехнологических мероприятий по подготовке к посеву, уходу за посевами (полив, рыхление междурядий, уничтожение сорной растительности) осуществлены по общепринятым методикам и рекомендациям для зоны проведения исследований [25]. Закладка опытов, уборка и учет урожая проведены по методам, описанным в методике полевого опыта Доспехова Б.А. [26]. Структурный анализ проведен по методике ВИР [27].

Самотечные вегетационные поливы на поливном участке осуществлялись трижды – 20 июня, 13 июля и 10 августа с поливной нормой 1200 (м^3/га).

Статистическая обработка результатов экспериментов для обеспечения достоверности данных выполнена в программной среде R (https://

cran.r-project.org/) с открытым исходным кодом, а также в программе Windows Excel.

Результаты исследований

Изучение сортов сои четырех групп спелости при различных видах обработки семян не выявило отличий в прохождении основных фаз развития. Все сорта как на контроле, так и при обработках созрели в пределах своей группы. Вегетационный период сорта Ивушка составил 95 дней, сорта Бірлік КВ – 107 дней, Жансая – 125 дней и Ласточка – 137 дней.

Высота растения является значимым показателем в формировании габитуса растения. Для зоны проведения исследований наиболее оптимальная высота растения составляет 80-100 см, так как растения с меньшей высотой уступают по продуктивности, а с более высокой – склонны к полеганию. Исследования выявили, что обработка препаратом Histick увеличила высоту среднепозднего и позднеспелого сортов на 8,1-10,0 см (таблица 2, рисунок 1-а,б). У скороспелого сорта Бірлік КВ высота растения увеличилась благодаря обработке семян Histik+ Mo, Co и Mo, Co на 6,8-9,1 см соответственно (таблица 2, рисунок 1-в).

Высота прикрепления нижних бобов как один из показателей технологичности сорта не имел значительного варьирования по видам обработок, и в большей степени являлся сортовой характеристикой. Самым высоким прикреплением нижних бобов характеризовался сорт Бірлік КВ с показателями 13,7-20,7 см.

Виды обработок также не повлияли на показатель количества боковых ветвей. Среди изучаемых сортов наибольшим показателем характеризуется ультраскороспелый сорт сои Ивушка с показателем 2,2-3,2 шт, наименьшим – среденепоздний сорт Жансая – 0,0-0,5 шт.

Обработка семян солями Mo, Co существенно увеличила количество продуктивных узлов у сортов Бірлік КВ и Жансая на 2,8 и 5,5 штук соответственно. Однако наибольшая прибавка по признаку количество бобов с растения по сравнению с контролем была отмечена у сортов Ласточка и Жансая при обработке семян препаратом Histik и составила 11,1 и 13,7 штук соответственно. Также этот препарат оказал положительное влияние по этим сортам на показатель масса семян с растения. Прибавка по сравнению с контролем составила 3,3 и 2,7 г соответственно.

Увеличение массы 1000 семян по сортам Ласточка, Жансая и Бірлік КВ было отмечено при обработке семян препаратом Histik, а по сорту Ивушка – солями Mo,Co.

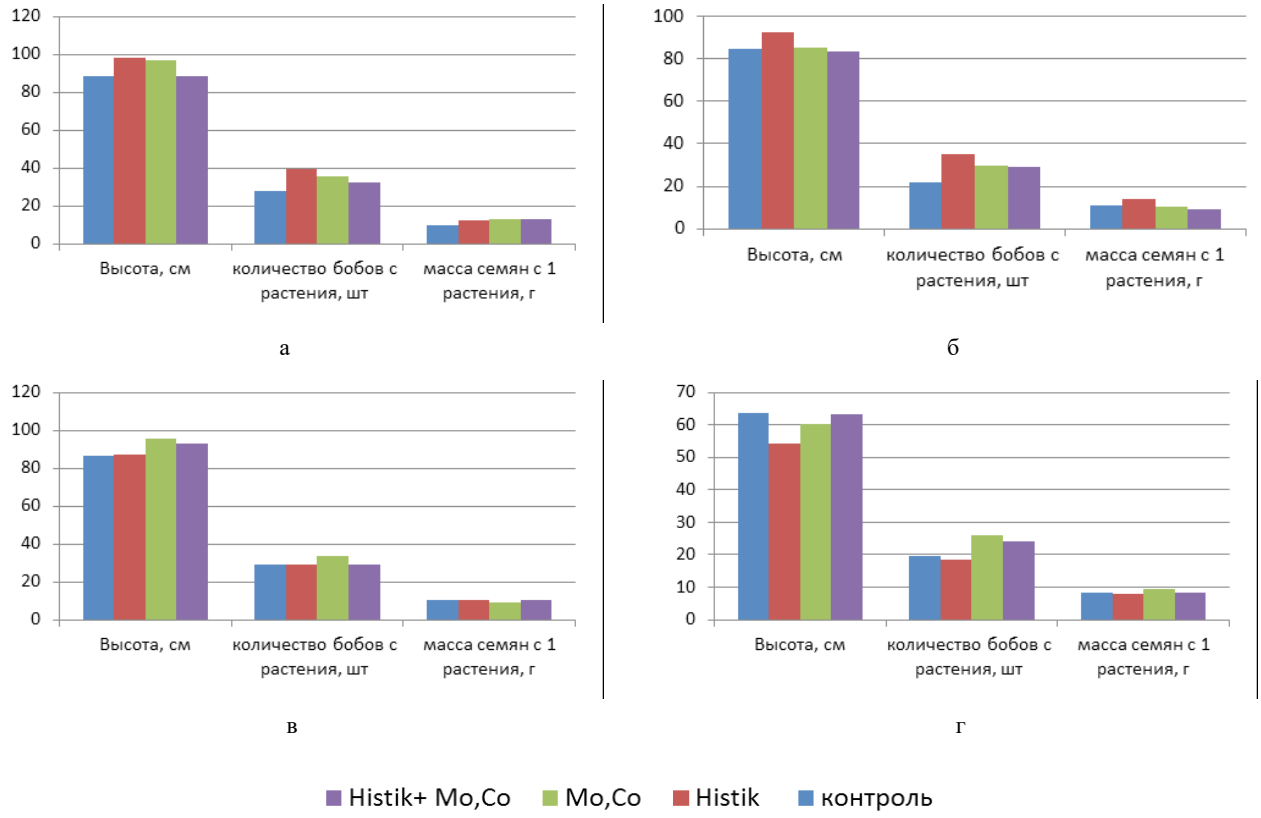
Таблица 2 – Показатели элементов продуктивности сортов сои при различных видах обработки

Сорт	Высота, см	Высота прикрепления нижних бобов, см	Количество боковых ветвей, шт.	Количество продуктивных узлов, шт.	Количество бобов с растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г.	Масса 1000 семян, г.
Ивушка (ОО)							
Контроль	63,6±7,5	5,8±2,2	3,2±0,2	13,4±2,1	19,8±10,2	8,3±10,7	170,0± 4,1
Histik	54,4±4,6	6,0±3,5	3,0±0,6	12,0±1,8	18,5±5,6	7,8± 9,8	172,0± 20,0
Mo,Co	60,4±9,2	6,4±2,6	2,2±0,4	13,0±1,6	26,0±8,8	9,5± 15,9	202,3± 39,8
Histik+ Mo,Co	63,4±8,8	9,2±2,1	3,4±0,6	11,0±2,3	24,2±9,2	8,5± 18,2	185,3± 10,5
Бірлік КВ (О)							
Контроль	86,2±7,4	13,7±3,2	1,7±0,6	14,7±2,3	29,2±7,0	10,3±1,1	181,8±8,8
Histik	87,4±8,4	19,7±4,6	1,8±0,6	15,4±2,2	29,0±4,9	10,3±1,3	200,3±34,9
Mo,Co	95,3±11,2	19,1±1,7	1,7±0,7	17,5±3,1	33,4±8,6	9,4±2,2	180,0±11,0
Histik+ Mo,Co	93,0±6,5	20,7±1,5	1,8±0,3	14,8±1,3	29,0±2,8	10,4±1,6	177,0±7,1
Жансая (II)							
Контроль	84,7±6,2	7,8±2,8	0,0±0,0	10,5±1,1	21,6±7,9	11,2±3,3	180,5±39,7
Histik	92,8±2,9	6,7±1,7	0,4±0,7	13,8±2,8	35,3±8,1	13,9±4,4	192,0±13,7
Mo,Co	85,3±5,2	7,2±1,41	0,2±0,2	16,0±7,7	29,7±7,2	10,3±4,9	182,5±15,7
Histik+ Mo,Co	83,8±13,3	5,6±2,0	0,5±0,3	13,7±2,1	29,2±6,8	9,2±2,3	174,8±24,2

Продолжение таблицы

Сорт	Высота, см	Высота прикрепления нижних бобов, см	Количество боковых ветвей, шт.	Количество продуктивных узлов, шт.	Количество бобов с растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г.	Масса 1000 семян, г.
Ласточка (III)							
Контроль	88,3±6,6	5,2±0,8	0,7±0,4	10,2±1,1	28,1±6,9	9,9±3,3	193,8±56,9
Histik	98,3±12,8	4,8±1,3	1,0±0,6	13,4±2,9	39,2±12,6	13,2±4,7	211,0±35,7
Mo,Co	96,6±13,1	6,2±1,9	1,5±0,5	12,1±2,4	35,3±12,4	12,1±4,0	188,5±39,8
Histik+ Mo,Co	88,2±7,0	5,4±0,9	1,1±0,5	11,1±0,5	32,3±2,9	12,7±2,6	183,0±10,4

По ультраскороспелому сорту Ивушка различные виды обработок не внесли существенных изменений в большинство параметров. Высота, количество боковых ветвей, количество продуктивных узлов, масса семян с растения остались на уровне контроля (таблица 2, рисунок 1-г).



а – Ласточка (III), б – Жансая (II), в – Бірлік КВ (О), г – Ивушка (ОО)

Рисунок 1 – Элементы структуры урожая сортов сои разных групп спелости в зависимости от предпосевной обработки семян

Предпосевная обработка семян выявила сортовую отзывчивость на применение стимуляторов. На урожайность ультраскороспелого сорта Ивушка ни один препарат не оказал положительного влияния. Урожайность скороспелого сорта Бірлік КВ достоверно увеличилась на 2,1 ц/га при совместной обработке семян азотфиксирующим препаратом Histick и микроэлемен-

тами Mo, Co. У среднепозднего сорта Жансая и позднеспелого сорта Ласточка достоверная прибавка урожайности отмечена только при обработке семян азотфиксирующим препаратом Histick на 1,6 и 2,1 ц/га соответственно (таблица 3, рисунок 2).

Таблица 3 – Урожайность и качественные характеристики сортов сои при различных видах обработки

Сорт	Урожайность, ц/га	Содержание белка, %	Содержание жира, %	Суммарное содержание белка и жира%
Ивушка (ОО)				
Контроль	16,5±2,2	47,4±0,3	19,0±0,2	66,4±0,2
Histik	14,6±1,7	47,0±0,3	19,1±0,2	66,0±0,2
Mo,Co	16,3±4,2	47,2±0,5	19,1±0,1	66,3±0,3
Histik+ Mo,Co	16,7±2,8	47,7±0,3	20,2±0,3	66,8±0,3
НСР	*1,77*			
Бірлік КВ (О)				
Контроль	34,1±2,9	43,3±0,1	21,2±0,2	64,4±0,1
Histik	32,5±3,0	43,4±0,2	21,1±0,2	64,4±0,2
Mo,Co	30,0±5,1	43,0±0,2	21,1±0,1	64,2±0,1
Histik+ Mo,Co	36,2±3,6	43,1±0,3	21,2±0,2	64,2±0,2
НСР	*2,12*			
Жансая (II)				
Контроль	60,7±8,7	40,7±0,4	22,0±0,4	62,7±0,4
Histik	62,3±9,0	40,1±0,6	22,0±0,3	62,1±0,5
Mo,Co	57,3±4,9	40,8±0,6	21,9±0,4	62,7±0,4
Histik+ Mo,Co	53,5±7,2	40,5±0,9	21,9±0,6	62,3±0,6
НСР	*1,55*			
Ласточка (III)				
Контроль	47,6±4,0	39,9±0,5	21,1±0,5	61,1±0,5
Histik	49,7±5,1	40,4±0,5	21,2±0,7	61,6±0,5
Mo,Co	48,7±1,2	40,1±0,5	21,0±0,7	61,1±0,6
Histik+ Mo,Co	47,8±3,7	39,8±0,5	20,9±0,2	60,8±0,5
НСР	*1,99*			

Содержание белка в семенах имеет отрицательную корреляцию с урожайностью и вегетационным периодом. Количество белка по сортам составило: у ультраскороспелого сорта Ивушка – 47,0-47,7%, у скороспелого Бірлік КВ – 43,0-43,4%, у среднепозднего Жансая – 40,1-40,8% у позднеспелого Ласточка – 39,8-40,4%. Диапазон содержания масла менее варьировал и находился в пределах 19,0-22,0%. Различные виды обработок не оказали положительного влияния на качественный состав семян.

В результате эксперимента установлена сортовая отзывчивость на применение предпосевной обработки.

Обсуждение результатов исследований

Внутрисортовая специфичность в отношении отзывчивости на применение разных штаммов ризобактерий была описана в работах В.К. Даценко, и др. (1995) [28]. Наши исследования подтверждают внутрисортовую специфичность не только в отношении восприимчивости к Rhizobium japonicum, но и к обработкам семян солями Mo и Co.

Низкая отзывчивость скороспелых сортов может быть обусловлена коротким периодом цветение-налив бобов (35-40 дней). Именно этот период является определяющим в формирова-

нии урожайности. У среднеспелых и позднеспелых сортов период цветение-налив бобов более чем в 2 раза длиннее, чем у скороспелых сортов и составляет 70-80 дней. Более длительное воздействие стимулирующего фактора на растение приводит к более высоким показателям продуктивности. Самым отзывчивым сортом в отношении предпосевной обработки семян оказался среднеспелый сорт Жансая. Данный сорт является самым долгоцветущим из изученных сортов. Период цветения данного сорта длится 60 дней со второй декады июня по вторую декаду августа.

Основные процессы, приводящие к повышению урожайности, проходят на первых стадиях в корневой системе, при формировании активных клубеньков с участием солей Mo и Co. Литературные источники подтверждают тот факт, что на ранних этапах развития растения молибден может способствовать нарастанию корневой системы, ускорять и стимулировать развитие активности клубеньковых бактерий [7]. Кобальт, в свою очередь, повышает содержание леггемоглобина в клубеньках, содержание которого определяет интенсивность их дыхания. При наличии кобальта процесс фиксации азота проходит более активно.

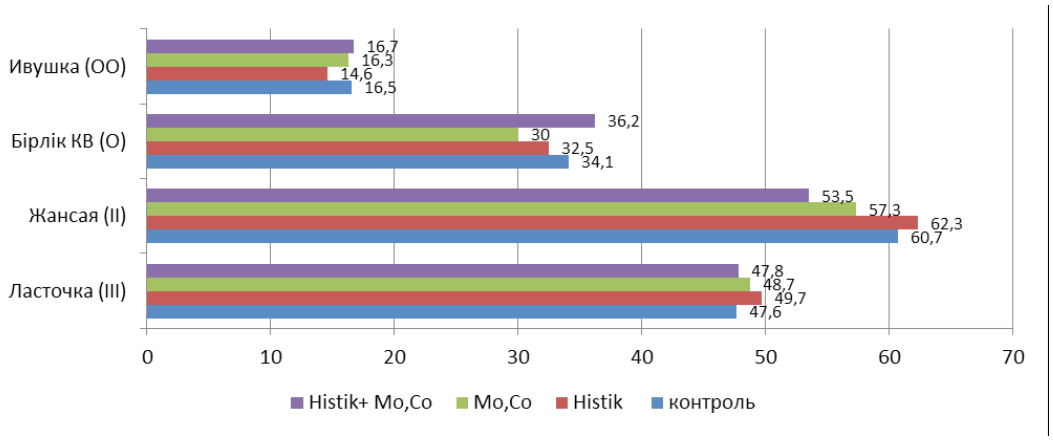


Рисунок 2 – Урожайность сортов сои разных групп спелости в зависимости от предпосевной обработки семян

На более поздних этапах развития растения вклад в формирование урожайности вносит листовая поверхность, которая участвует в процессах фотосинтеза и дыхания. У скороспелых сортов высота растения, количество узлов на растении, а, следовательно, и количество листьев уступает среднеспелым и позднеспелым сортам. Площадь листовой поверхности скороспелых сортов сои гораздо ниже площади листовой поверхности позднеспелых сортов. Это может быть еще одним фактором низкой отзывчивости скороспелых сортов на обработку семян солями Mo и Co.

Скороспелые сорта, кроме низкорослости, отличаются менее развитой корневой системой. Вследствие меньшего количества боковых корней, меньшего формирования системы клубеньков, применение микроэлементов менее эффективно, чем на высокорослых среднеспелых сортах.

Заключение

Предпосевная обработка семян выявила сортовую отзывчивость на применение стимуляторов. На урожайность ультраскороспелого сорта Ивушка ни один препарат не оказал положительного влияния. Урожайность скороспелого сорта Бірлік КВ достоверно увеличилась на 2,1 ц/га при совместной обработке семян азотфиксирующим препаратом Histick и микроэлементами Mo, Co. У среднепозднего сорта Жансая и позднеспелого сорта Ласточка достоверная прибавка урожайности отмечена только при обработке семян азотфиксирующим препаратом Histick на 1,6 и 2,1 ц/га соответственно. Исследования не выявили влияния различных обработок на качественный состав семян (белок и масло).

Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования МСХ РК по бюджетной

программе 267, BR10764991 «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов масличных и крупяных культур на основе достижений биотехнологии, генетики, физиологии, биохимии растений для устойчивого их производства в различных почвенно-климатических зонах Казахстана».

Литература

1 Завалин А.А., Сколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. – М.: РАН, 2019. – 252 с.

2 Онищук О.П., Воробьев Н.И., Проворов Н.А. Нодуляционная способность клубеньковых бактерий: генетический контроль и адаптивное значение: (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 127-135.

3 Электронный ресурс Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, URL https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5. 22.04.2021.

4 Tandon Sh., Dubey A. Effects of Biozyme (Ascophyllum nodosum) Biostimulant on Growth and Development of Soybean // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2015. – Vol. 46. – P. 845-858.

5 Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Влияние препаратов клубеньковых бактерий и комплексного микробного удобрения (КМУ) на симбиотическую азотфиксацию и урожайность гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – №1. – С. 23-27.

6 Волобуева О.Г., Мирошникова М.П., Наумкина Т.С. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на эффективность бобово-ризобиального симбиоза фасоли // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 3. – С. 56-62.

7 Чумак А., Довгаюк-Семенюк М. Молибден и соя: возможности и проблемы // Пропозиция. – 2017. – № 2. – С. 60-62.

8 Yoshitaka H. Improvement of Soybean Seedling Establishment under a Flooded Condition by Seed Coating with Molybdenum Compounds // Plant Production Science. – 2015. – Vol. 18. – P. 161-165.

9 Yoshitaka H. Comparison of the effects of seed coating with tungsten and molybdenum compounds on seedling establishment rates of rice, wheat, barley, and soybean under flooded conditions // Plant Production Science. – 2017. – Vol. 20. – P. 406-411.

10 Важные микроэлементы для сои. https //nanit.ua/ materials/753 -vazhnye- mikroelementy-dlya-soi. 22.06.2021.

11 Pawlowski M.L., Helfenstein J., Frossard E., Hartman G. L. Boron and zinc deficiencies and toxicities and their interactions with other nutrients in soybean roots, leaves, and seeds. – 2019. – Vol. 42. – P. 634-649.

12 Sadok W., Sinclair T.R. Zinc treatment results in transpiration rate decreases that vary among soybean genotypes // Journal of Plant Nutrition. – 2017. – Vol. 35. – P. 1866-1877.

13 Weisany W., Sohrabi Y., Heidari G., Siosemardeh A., Badakhshan H. Effects of Zinc Application on Growth, Absorption and Distribution of Mineral Nutrients Under Salinity Stress in Soybean (Glycine Max L.) // Journal of Plant Nutrition. – 2016. – Vol. 37. – P. 2255-2269.

14 Cenk B.S, Necmi I. Foliar Applied Zinc and Iron Effects on Yield and Yield Components of Soybean: Determination by PCA Analysis // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2020. – Vol. 52. – P. 212-221.

15 Khaitov B. Effects of Rhizobium inoculation and magnesium application on growth and nodulation of soybean (Glycine max L.) // Journal of Plant Nutrition. – 2018. – Vol. 41. – P. 2057-2068.

16 Greenfield P.L. The influence of method of inoculation and certain herbicides on nodulation and seed yield of soybeans // South African Journal of Plant and Soil. – 2017. – Vol. 8. – P. 1866-1877.

17 Htwe A.Z., Moh S.M., Moe K., Yamakawa T. Effects of co-inoculation of Bradyrhizobium elkanii BLY3-8 and Streptomyces griseoflavus P4 on Rj4 soybean varieties // Soil Science and Plant Nutrition. – 2018. – Vol. 64. – P. 449-454.

18 Lyu X., Xia X., Wang C., Ma C., Dong Sh., Gong Zh. Effects of changes in applied nitrogen concentrations on nodulation, nitrogen fixation and nitrogen accumulation during the soybean growth period // Soil Science and Plant Nutrition. – 2019. – Vol. 65. – P. 479-489.

19 Sogut T. Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (Glycine max) cultivars better than fertilizer // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. – 2016. – Vol. 34. – P. 115-120.

20 Jaybhay S.A., Taware S.P., Varghese Ph. Microbial inoculation of Rhizobium and phosphate-solubilizing bacteria along with inorganic fertilizers for sustainable yield of soybean // Journal of Plant Nutrition. – 2017. – Vol. 40. – P. 2209-2216.

21 Soe K.M., Bhromsiri A., Karladee D., Yamakawa T. Effects of endophytic actinomycetes and Bradyrhizobium japonicum strains on growth, nodulation, nitrogen fixation and seed weight of different soybean varieties // Soil Science and Plant Nutrition . – 2012. – Vol. 58. – P. 319-3251.

22 Joshua G., Jennifer E., Manuel G., Amélie C.M. Impact of an antarctic rhizobacterium on root traits and productivity of soybean (Glycine max L.) // Journal of Plant Nutrition. – 2021. – Vol. 44. – P. 1-8.

23 Карягин Ю.Г. Соя. – Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 127 с.

24 Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. – Астана, 2019. – 117 с.

25 Кудайбергенов М.С., Дидоренко С.В. Технология возделывания сои на орошаемых землях юго-востока Казахстана. – Алматы: Асыл кітап, 2014. – 24 с.

26 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.

27 Вишнякова М.А., Буравцева Т.В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение: Метод. указ. – СПб.: ВИР, 2010. – 141 с.

28 Даценко В.К., Марьюшкин В.Ф., Курочкина Л.Л. Внутрисортовой отбор у сои по азотфиксирующей активности // 9 бах. Колок. По азотфиксации, посвященный памяти чл.-корр. РАН В.Л. Кретовича: тез. докл. – М.: Пущино, 1995. – С. 12.

References

1 Zavalin, A.A., Skolov, O.A., Shmyreva, N.Ya. Jekologija azotfiksacii. M.: RAN, 2019.

2 Onishhuk, O.P., Vorob'ev,N.I., Provorov, N.A. "Noduljacionnaja sposobnost' kluben'kovyh bakterij: geneticheskij kontrol' i adaptivnoe znachenie: (obzor) [Nodulation capacity of nodule bacteria: genetic control and adaptive significance: (review)]." Prikladnaja biohimija i mikrobiologija 53, no 2 (2017): 127-135 – (in Russian)

3 Jelektronnyj resurs Bjuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam Respubliki Kazahstan, URL https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5, 22.04.2021.

4 Tandon, Sh., Dubey, A. «Effects of Biozyme (Ascophyllum nodosum) Biostimulant on Growth and Development of Soybean». Communications in Soil Science and Plant Analysis, no 7 (2015): 845-858.

5 Gur'ev, G.P., Vasil'chikov, A.G. "Vlijanie preparatov kluben'kovyh bakterij i kompleksnogo mikrobnogo udobrenija (KMU) na simbioticheskuju azotfiksaciju i urozhajnost' goroha [Effect of nodule bacteria preparations and complex microbial fertilizer (CMF) on symbiotic nitrogen fixation and pea yield]." Zernobobovye i krupjanye kul'tury no 1 (2017): 23-27 – (in Russian)

6 Volobueva, O.G., Miroshnikova, M.P., Naumkina, T.S. "Vlijanie biopreparatov i reguljatorov rosta na jeffektivnost' bobovo-rizobial'nogo simbioza fasoli [Effect of biopreparations and growth regulators on the efficiency of bean-rhizobium symbiosis]." Zernobobovye i krupjanye kul'tury no 3 (2016): 56-62 – (in Russian)

7 Chumak, A., Dovgajuk-Semenjuk, M. "Molibden i soja: vozmozhnosti i problemy [Molybdenum and soybean: opportunities and problems]." Propozicija no 2 (2017): 60-62 – (in Russian)

8 Yoshitaka, H. «Improvement of Soybean Seedling Establishment under a Flooded Condition by Seed Coating with Molybdenum Compounds». Plant Production Science, no 2 (2015):161-165.

9 Yoshitaka, H. «Comparison of the effects of seed coating with tungsten and molybdenum compounds on seedling establishment rates of rice, wheat, barley, and soybean under flooded conditions». Plant Production Science, no 4 (2017): 406-411.

10 Vazhnye mikrojelementy dlja soi. https //nanit.ua/ materials/753 -vazhnye- mikroelementy-dlya-soi. 22.06.2021.

11 Pawlowski, M.L., Helfenstein, J., Frossard, E., Hartman, G. L. «Boron and zinc deficiencies and toxicities and their interactions with other nutrients in soybean roots, leaves, and seeds». Journal of Plant Nutrition, no 6 (2019): 634-649.

12 Sadok, W., Sinclair, T.R. «Zinc treatment results in transpiration rate decreases that vary among soybean genotypes». Journal of Plant Nutrition, no 12 (2017): 1866-1877.

13 Weisany, W., Sohrabi, Y., Heidari, G., Siosemardeh, A., Badakhshan, H. « Effects of Zinc Application on Growth, Absorption and Distribution of Mineral Nutrients Under Salinity Stress in Soybean (Glycine Max L.)». Journal of Plant Nutrition, no 14 (2016): 2255-2269.

14 Cenk, B.S, Necmi, I. «Foliar Applied Zinc and Iron Effects on Yield and Yield Components of Soybean: Determination by PCA Analysis». Communications in Soil Science and Plant Analysis, no 3 (2020): 212-221.

15 Khaitov, B. «Effects of Rhizobium inoculation and magnesium application on growth and nodulation of soybean (Glycine max L.)». Journal of Plant Nutrition, no 16 (2018): 2057-2068.

16 Greenfield, P.L. «The influence of method of inoculation and certain herbicides on nodulation and seed yield of soybeans». South African Journal of Plant and Soil, no 3 (2017): 1866-1877.

17 Htwe, A.Z., Moh, S.M., Moe, K., Yamakawa, T. «Effects of co-inoculation of Bradyrhizobium elkanii BLY3-8 and Streptomyces griseoflavus P4 on Rj4 soybean varieties». Soil Science and Plant Nutrition, no 4 (2018): 449-454.

18 Lyu, X., Xia, X., Wang, C., Ma, C., Dong, Sh., Gong, Zh. «Effects of changes in applied nitrogen concentrations on nodulation, nitrogen fixation and nitrogen accumulation during the soybean growth period». Soil Science and Plant Nutrition, no 5 (2019): 479-489.

19 Sogut, T. «Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (Glycine max) cultivars better than fertiliser». New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, no 2 (2016): 115-120.

20 Jaybhay, S.A., Taware, S.P., Varghese, Ph. «Microbial inoculation of Rhizobium and phosphate-solubilizing bacteria along with inorganic fertilizers for sustainable yield of soybean». Journal of Plant Nutrition, no 15 (2017): 2209-2216.

21 Soe, K.M., Bhromsiri, A., Karladee, D., Yamakawa, T. «Effects of endophytic actinomycetes and Bradyrhizobium japonicum strains on growth, nodulation, nitrogen fixation and seed weight of different soybean varieties». Soil Science and Plant Nutrition, no 3 (2012): 319-3251.

22 Joshua, G., Jennifer, E., Manuel, G., Amélie, C.M. «Impact of an antarctic rhizobacterium on root traits and productivity of soybean (Glycine max L.)». Journal of Plant Nutrition, no 10 (2021): 1-8.

23 Karjagin, Ju.G. Soja. Alma-Ata: Kajnar, 1978.

24 Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, rekomenduemyh k ispol'zovaniju v Respublike Kazahstan. Astana, 2019.

25 Kudajbergenov, M.S., Didorenko, S.V. Tehnologija vozdelyvanija soi na oroshaemyh zemljah jugo-vostoka Kazahstana. Almaty: Asyl kitap, 2014.

26 Dospehov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Kniga po trebovaniju, 2012.

27 Vishnjakova, M.A., Buravceva,T.V. i dr. Kollekcija mirovyh geneticheskih resursov zernovyh bobovyh kul'tur VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie. Metod. ukaz. SpB.: VIR, 2010.

28 Dacenko, V.K., Mar'jushkin, V.F., Kurochkina, L.L. "Vnutrisortovoj otbor u soi po azotfiksirujushhej aktivnosti [Intra-varietal selection in soybeans for nitrogen-fixing activity]." 9 bah. Kolok. Po azotfiksacii, posvjashhennyj pamjati chlen-kor.RAN V.L. Kretovicha: tez.dokl. (1995): 12 – (in Russian)

IRSTI 34.01.05 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.07

G.A. Sadyrova[1*], T.A. Bazarbayeva[1],
D.K. Bayzhigitov[2], A.A. Omargazieva[1]

[1]Kazakh National UniversityAl-Farabi, Kazakhstan, Almaty
[2]Kazakh National Pedagogical University Abay, Kazakhstan, Almaty
*e-mail: gulbanu-s@mail.ru

BIODIVERSITY OF FLORA IN PARKS OF ALMATY CITY

The article provides an analysis of the biodiversity of flora in 13 parks in the city of Almaty. According to the results of many years of floristic research, the flora of the parks of the city of Almaty is represented by 360 species of vascular plants belonging to 201 genus and 70 families. Central Park of Culture and Leisure 201 species; park "28 guardsmen Panfilov's men" 111 species; Kok-Tobe park 110 species; park "The First President of the Republic of Kazakhstan" 124 species; "Friendship" park 73 species; park "Yuzhny" 98 species; park "Gulder" 76 species; Gandhi park 97 species, Seifulina park 74 species, Children's park Shvernik 76 species, Family park 142 species, Zheltoksan park 58 species. In terms of species composition, the flora of Almaty parks is dominated by the department Magnoliophyta, which accounts for 98.4% and 1.6% belongs to Pinophyta, Polypodiophyta, Lycopodiophyta, and Equisetophyta. The analysis of the flora of the parks showed that about 35 species of trees and shrubs were common for all parks, boulevards and squares. In the flora of all parks, the percentage of local aboriginal species is very low (1-3%). Perennial grasses (46.1%) and trees and shrubs (54.0%) play the main role in the spectrum of life forms of the parks flora. For the general flora of the parks of the city of Almaty, the prevalence of xeromesophytes and mesophytes is expressed.

Key words: parks, city, flora, Almaty, green spaces.

Г.А. Садырова[1*], Т.А. Базарбаева[1],
Д.К. Байжігітов[2], А.А. Омарғазиева[1]

[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
[2]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
*e-mail: gulbanu-s@mail.ru

Алматы қаласы саябақтарының флорасының биоалуантүрлілігі

Мақалада Алматы қаласындағы 13 парктің флорасының биоалуантүрлілігіне талдау жасалады. Көп жылдық флористикалық зерттеулердің нәтижелері бойынша Алматы қаласындағы саябақтардың флорасы 201 және 70 тұқымдастыққа жататын тамырлы өсімдіктердің 360 түрінен тұрады. Орталық мәдениет және демалыс саябағы – 201 түр; "28 гвардияшыл-панфиловшылар" саябағы – 111 түр; "Көк-Төбе" саябағы – 110 түр; "Қазақстан Республикасының Тұңғыш Президенті" саябағы – 124 түр; "Дружба" паркі – 73 түр; "Южный" паркі – 98 түр; "Гүлдер" паркі – 76 түр; "Ганди" саябағы – 97, "Сейфуллин" саябағы – 74, "Детский" саябағы – 76, "Family" саябағы – 142, "желтоқсан" саябағы – 58. Түр құрамы бойынша Алматы саябақтарының флорасында Magnoliophyta бөлімі басым, оның үлесіне 98,4% тиесілі және 1,6% Pinophyta, Polypodiophyta, Lycopodiophyta және Equisetophyta жатады. Саябақтардың флорасын талдау ағаш-бұта өсімдіктерінің 35-ке жуық түрі барлық саябақтарға, бульварлар мен алаңдарға ортақ екенін көрсетті. Барлық саябақтардың флорасында жергілікті байырғы түрлердің пайызы өте төмен пайызды құрайды (1-3%). Саябақтар флорасының тіршілік формаларының спектрінде көпжылдық шөптер (46,1%) және ағаш-бұта түрлері (54,0%) басты рөл атқарады. Алматы қаласы саябақтарының жалпы флорасы үшін ксеромезофиттер мен мезофиттердің басым болуы байқалады.

Түйін сөздер: саябақтар, қала, флора, Алматы, жасыл желектер.

 © 2021 Al-Farabi Kazakh National University

Г.А. Садырова[1]*, Т.А. Базарбаева[1],
Д.К. Байжигитов[2], А.А. Омаргазиева[1]
[1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
[2]Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы
*e-mail: gulbanu-s@mail.ru

Биоразнообразие флоры парков города Алматы

В статье приводится анализ биоразнообразия флоры 13 парков города Алматы. По результатам многолетних флористических исследований, флора парков города Алматы представлена 360 видами сосудистых растений, относящихся к 201 роду и 70 семействам. Центральный парк культуры и отдыха – 201 вид; Парк «28 гвардейцев-панфиловцев» – 111 видов; Парк «Кок-Тобе» – 110 видов; Парк «Первого Президента Республики Казахстан» – 124 вида; парк «Дружба» – 73 вида; парк «Южный» – 98 видов; парк «Гулдер» – 76 видов; парк «Ганди» – 97 видов, парк «Сейфулина» – 74 вида, парк «Детский» – 76 видов, парк «Family» – 142 вида, парк Желтоксан – 58 видов. По видовому составу, во флоре парков Алматы доминирует отдел Magnoliophyta, на долю которого приходится 98,4 %, и 1,6 % относится к Pinophyta, Polypodiophyta, Lycopodiophyta, и Equisetophyta. Анализ флоры парков показал, что около 35 видов древесно-кустарниковых растений оказались общими для всех парков, бульваров и скверов. Во флоре всех парков процент местных аборигенных видов составляет очень низкий процент (1-3%). В спектре жизненных форм флоры парков главную роль играют многолетние травы (46,1%) и древесно-кустарниковые виды (54,0%). Для общей флоры парков города Алматы выражено преобладание ксеромезофитов и мезофитов.

Ключевые слова: парки, город, флора, Алматы, зеленые насаждения.

Introduction

Currently, urbanization is one of the main trends in human development. The increase in population, the growth in the number of cities and territories that they occupy, have taken on a global scale. Today, up to 60% of the population lives in the cities of the world. The city has a huge impact on the natural environment and all its components, changing the climate, relief, hydrological regime, soil cover, flora and fauna. In large cities, under the influence of various anthropogenic factors, there is a change in the natural conditions of the environment, species composition and their ratio. One of the most important problems of our time is the study and conservation of biological diversity, which is under constant anthropogenic impact. City parks play an important role in the conservation of biodiversity of vegetation, especially for local rare species, including those with a disturbed conservation status. [1]. City parks, like the entire green area of the city, are of artificial origin, are man-made transformed territories and belong to active recreation parks. The problem of the state of parks and the development of park zones, which are decisive for the ecological problem in cities, is urgent today. Many works are devoted to this problem [2-7]. It is the city parks of culture and recreation of the city of Almaty that are most popular among the townspeople and guests of the southern capital. They occupy a prominent place among cultural and educational institutions they are multifunctional complexes [8].

Until now, there have been no large summaries on the flora and vegetation of the parks of the city of Almaty. On the territory of the city of Almaty today, there are 13 parks that were created in different periods: the Central Park of Culture and Leisure, the park of 28 Panfilov guardsmen of the 19th century, modern city parks of the 20th and 21st centuries. Intensified urban planning and expansion of urban areas in the middle of the 20th century, both in Kazakhstan as a whole and in Almaty, led to the emergence of new forms of landscaping urban park areas.

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

The aim of the study was to study the floristic diversity of city parks in Almaty.

Materials and methods

To study the urbanized flora of the parks of Almaty, the generally accepted classical and traditional methods of botanical and floristic research were used. The studies were carried out between 2015 and 2019. The collection and processing of herbarium material was carried out according to the generally accepted method of A.K. Skvortsov [9]. In the process of identifying the herbarium, multivolume summaries were used as sources: "Flora of Kazakhstan" [10], "Trees and Shrubs of Kazakhstan" [11], "Plants of Central Asia" [12], "Key to Plants of Central Asia" [13], " Illustrated guide to plants of Kazakhstan" [14] and others. To clarify the specific and generic names, the latest reports by S.K. Cherepanov [15], S.A. Abdulina [16]. The types of life forms were carried out according to the classifications of K. Raunkier and I.G. Serebryakov [17]. We have identified the types of habitats of the studied plant species according to the classifications developed by E.P. Lavrenko, A.I. Tolmachev, R.V. Kamelin, V.P. Goloskokov [18,19,20,21]. We covered all parks in eight districts of Almaty city by route research (Figure 1). To carry out floristic research, the generally accepted traditional methods were used. Herbarium material was collected during the entire growing season, the same places were visited repeatedly for the most complete collection of herbarium samples. To carry out a systematic, ecological, geographical analysis, the morphological-geographical method was used.

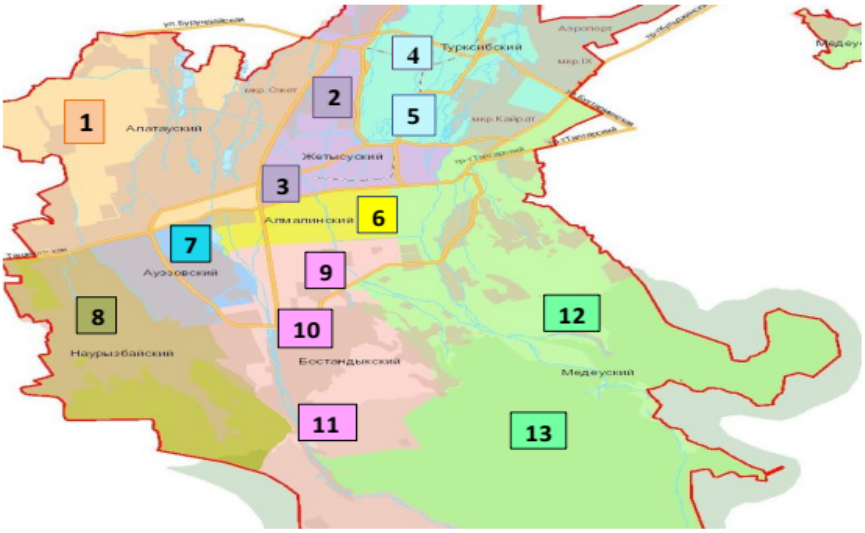


Figure 1 – Scheme of the distribution of parks by districts of Almaty

1. Park "Halyk". 2. Park "Gulder". 3. Park "Zheltoksan". 4. Park "Saken Seifulin". 5. Children's park Shvernik. 6. Park "Mahatma Gandhi". 7. Park "Family". 8. Park "Alibi". 9. Park "Yuzhny". 10. Park of the "First President". 11. Park "Friendship". 12. Park "Central Culture and Leisure". 13. Park "28 Panfilov guardsmen"

Results and Discussion

Currently, the territory of Almaty is divided into 8 districts: Almaly, Turksib, Bostandyk, Medeu, Alatau, Nauryzbay, Auezov and Zhetysu. Today, over 8000 hectares of the urban area are occupied by gardens and parks, squares and boulevards [22]. Below is a list of parks in Almaty.

As can be seen from Table 1, the analysis of the number of parks in seven districts of Almaty showed their uneven distribution across districts.

So, the first place in terms of the number of parks is occupied by Bostandyk and Medeu districts, which have 3 parks each, which is 21.4%. The second place in terms of the number of parks is occupied by Zhetysu and Almaly districts, which have 2 parks each, which is 14.2%. And, one park (1; 7.1%) has Auezov, Turksib and Alatau districts (Fig. 2).

Taxonomic analysis

We have investigated 13 parks of the city of Almaty, where 360 species of vascular plants belonging to 201 genera and 70 families were found.

Table 1 – List of parks in Almaty

Districts	Name and location of parks	Area, hectare
Almaly	Park «Mahatma Gandhi»	7,6
Total: parks 1		
Auezov	Park «Family»	18,0
Всего: парков 1		
Zhetysu	Recreation park «Gulder»	13,3
	Park «Zheltoksan»	55,0
Total: parks 2		
Alatau	Park «Halyk»	3,0
Total: parks 1		
Medeu	Park «28 Panfilov Guardsmen»	18,0
	Park «Central Culture and Leisure»	47,0
	Park «Kok-Tobe»	12,0
Total: parks 3		
Bostandyk	Park «Yuzhny»	16,2
	Park «The First President of the Republic of Kazakhstan»	70,0
	Park «Friendship»	1,7
Total: parks 3		
Turksib	Park them. «Saken Seifullin»	8,7
	Children's Park named after «Shvernik»	2,84
Total: parks 2		
Total: 13 parks		

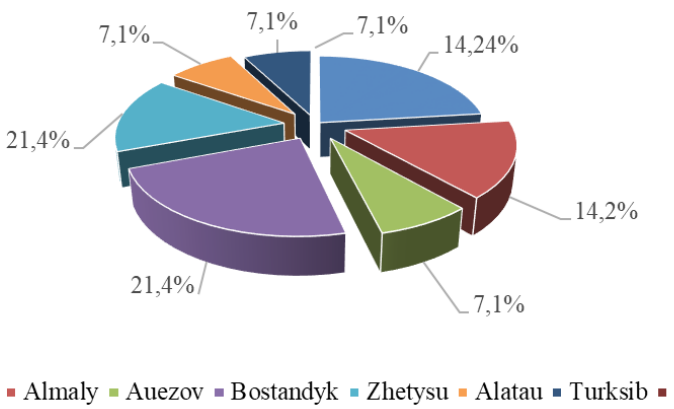


Figure 2 – Percentage of parks in seven districts of Almaty

Table 2 – The total number of families, genera and species in the parks of Almaty

Parks	Number of families	Number of genera	Number of species
Central Park of Culture and Leisure	52	139	201
Kok-Tobe	36	88	110
28 Panfilov Guardsmen	39	82	111
Southern	33	36	98

Продолжение таблицы

Parks	Number of families	Number of genera	Number of species
Friendship	28	62	73
Park of the First President of the RK	39	87	124
Gulder	31	58	76
M. Gandhi	35	82	97
S. Seifullin	28	53	74
Children's park Shvernik	28	59	76
Family	46	99	142
Zheltoksan	46	89	103

Analysis of the taxonomic structure of the flora of the parks in Almaty showed the absence of lycopods in the flora of the parks, and a relatively low representation of vascular spore horsetails ferns *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. The basis of the flora of the parks in Almaty is Magnoliophyta (angiosperms), which accounts for 91.8% and only a small number of species belong to Pinophyta (gymnosperms) 31 species or 7.8% and a very insignificant percentage to Polypodiophyta (ferns) 1 species or 0, 25%. The Liliopsida (monocotyledonous) is represented by 4 families (5.4% of the total number of families), 25 genera (12.3%) and 31 species (7.8%), Magnoliopsida (dicotyledonous) 65 families (91.7%) , 168 genera (82.3%) and 330 species or 84.0% (Fig. 3).

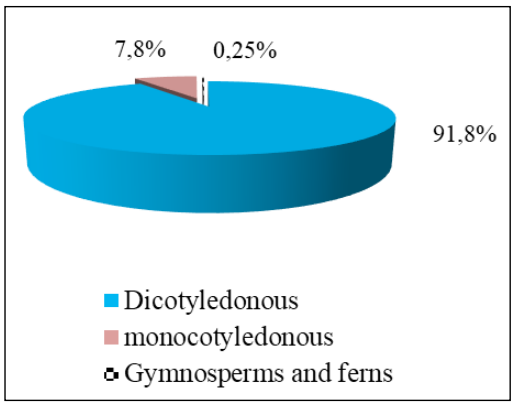


Figure 3 – The general composition of the flora of parks in Almaty

Among gymnosperms of woody and shrub plants found in the parks of Almaty, the following species are widely represented: *Picea schrenkiana, Picea obovate, Abies sibirica, Pinus sylvestris, Larix sibirica, Juniperus sabina, Juniperus communis, Juniperus turkestanica* and *Juniperus sibirica* which are indigenous, that is, local species of natural flora of Kazakhstan, and the remaining 26 (6.5%) species are represented by cultivated plants: *Pinus pallasiana, Pinus nigra, Pinus mugo, Picea glauca, Picea punpens, Thuja occidentalis, Juniperus scopulorum, Juniperus virginiana, Pseudotsuga menziesii, Larix gmelinii* and other.

Analysis of the largest families of urbanized flora of parks in Almaty allowed us to identify 21 leading families (by the largest number of species), where we included only tree and shrub species in the introduced flora of parks, and herbaceous plants were included in the aboriginal flora, in addition to tree and shrub species (Table 3).

The types of trees and shrubs that are leading in terms of the number of genera from families are widespread in the park construction of Almaty. *Rosaceae* (42; 16,9%), *Asteraceae* (20; 7,8%), *Poaceae* (18; 7,0%), *Pinaceae* (15; 5,9%), *Fabaceae* (12; 4,7%), *Aceraceae* (12; 4,7%), *Cupressaceae* (8; 3,1%), *Salicaceae* (8; 3,1%), *Oleaceae* (8; 3,1%), *Brassicaceae* (7; 2,7%), *Caprifoliaceae* (5; 1,9%), *Ranunculaceae* (5; 1,9%), *Ulmaceae* (4; 1,5%), *Berberidaceae* (4; 1,5%), *Malvaceae* (4;1,5%). The first five families account for 62.2% of the total number of plant species (Table 4). As shown by the analysis of the flora of the parks in Almaty, about 35 species of woody and shrub plants were common for all parks in the city. The percentage of local native species in the flora of all parks in Almaty is a very low percentage, only 1-3%. Introduced species prevail in all parks of the city: *Berberis vulgaris, Cotinus coggygria, Syringa vulgaris, Fraxinus excelsior, Fraxinus lanceolata, Caragana arborescens, Crataegus sanguinea, Sambucus racemosa, Pinus sylvestris, Juniperus virginiana, Acer negundo, Catalpa bignonioides, Aesculus hippocastanum, Salix matsudana, Picea abies, Picea pungens, Quercus robur, Rhus glabra, Larix sibirica* and other species.

Table 3 – The number of species in the leading families of the flora of Almaty

№	Introduced flora	Aboriginal (local) flora		
	Families	Number of species	Families	Number of species
1	Rosaceae	42	Asteraceae	25
2	Pinaceae	15	Rosaceae	19
3	Salicaceae	11	Brassicaceae	11
4	Caprifoliaceae	10	Pinaceae	5
5	Fabaceae	7	Polygonaceae	5
6	Aceraceae	7	Cupressaceae	4
7	Oleaceae	7	Scrophulariaceae	4
8	Cornaceae	4	Chenopodiaceae	3
9	Berberidaceae	4	Betulaceae	3
10	Hydrangeaceae	4	Salicaceae	2
11	Juglandaceae	3	Plantaginaceae	2
12	Bignoniaceae	3	Tamaricaceae	2
13	Anacardiaceae	3	Ulmaceae	2
14	Grossulaceae	3	Grossulaceae	2
15	Vitaceae	3	Malvaceae	2
16	Viburnaceae	3	Aceraceae	2
17	Sambucaceae	2	Fabaceae	2
19	Tiliaceae	2		
20	Ulmaceae	2		
21	Rutaceae	2		
Total:		**137**		**97**

Table 4 – Quantitative ratios of the leading families in the parks of the city of Almaty

Parks	Families					
	Number of species in percent %					
	Rosaceae	*Asteraceae*	*Poaceae*	*Pinaceae*	*Fabaceae*	Total:
Central Park of Culture and Rest	14,7	7,3	9,3	6,4	5,9	43,6
Kok-Tobe	7,3	13,7	13,7	4,5	4,5	50,0
28 Panfilov Guardsmen	9,0	6,3	17,1	6,3	4,5	43,2
Southern Friendship	12,2	13,2	20,4	4,0	3,0	52,8
park of the First President of the RK	15,8	8,7	15,0	4,7	3,9	49,9
Gulder	16,0	8,8	15,2	4,9	4,8	49,4
	10,3	10,3	16,4	5,1	4,1	39,6
M. Gandhi	9,2	7,2	15,8	4,9	3,9	41,0
S. Seifullin	6,6	6,6	16,6	5,3	4,0	39,1
Children's park Shvernik	6,6	6,5	16,3	5,3	4,1	38,8
Family	12,6	6,3	12,6	3,5	5,6	40,6
Zheltoksan	5,2	7,1	10,5	0,2	1,8	24,8

Analysis of the herbaceous flora of the city parks showed a large percentage of synanthropic flora among perennial and annual plants. The predominant synanthropic species are weeds and ruderal plants such as *Taraxacum officinale, Cichorium intybus, Vicia cracca, Polygonum aviculare, Berteroa incana* and other species. In all parks, the following species are marked: *Amaranthus retroflexus, Hyoscyamus pusillus, Cirsium arvense, Xanthium strumarium, Abutilon theophrasti, Urticacannabina, Arctium lappa, Chenopodium album, Taraxacum officinale, Plantago major, Plantago lanceolata, Capsella bursa-pastoris, Consolida revalis, Urtica urens, Onopordum acanthium* and other species.

The analysis of the largest genera of the urbanized flora of the parks of Almaty showed that, in terms of the number of species, the largest genera were: *Crataegus, Spiraea* and *Veronica,* which contain 11 species each. In second place is the genus *Acer* with 10 species. In third place are *Juniperus* and *Populus* with 9 species, followed by the genus *Picea* and *Pinus* with 7 species each. The genera *Rosa, Syringa* each have six species, the genera *Fraxinus* and *Artemisia* each contain 5 species, and four species each have the genera *Ulmus, Salix, Juglans, Malus, Prunus*, *Ribes, Berberis*. These nineteen genera contain 125 species (32.1%). Fifteen genera: *Cerasus, Pyrus, Elaeagnus, Sorbus, Padus, Cerasus, Vitis, Viburnum, Lonicera, Cotoneaster, Centaurea, Poa, Taraxacum, Potentilla, Prunus* contain 3 species each.

Biomorphological analysis

Biomorphological analysis of the flora of the parks in Almaty showed that the life forms in our studies were based on the life forms systems of I.G. Serebryakov and K. Raunkier [17]. Analysis of life forms according to I.G. Serebryakov showed that herbaceous plants dominate in the urban flora of Almaty parks 179 (46.1%) (polycarpics and monocarpics) (Fig. 4). The leading position is occupied by the group of herbaceous polycarpics 110 species or 27.2%, among which the group of long-rhizomed plants dominates 18.4% (*Bromopsis inermis, Dactilys glomerata, Festuca pratens*). Monocarpics species are represented by 71 species (18.0%).

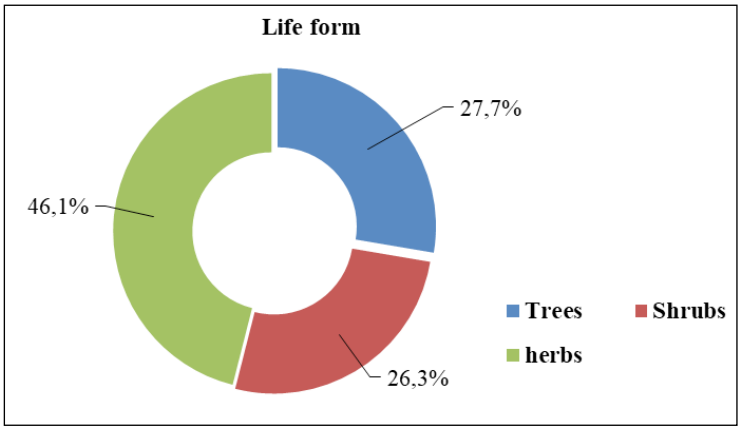


Figure 4 – Correlation of life forms of flora of parks in Almaty

Geographic analysis

The selection of the types of areas by us was based on the analysis of the modern distribution of species. The spectrum of the geographical elements of the urban flora of the parks of the city of Almaty shows the predominance of species with wide ranges. In this spectrum, the leading position is occupied by the species of the Holarctic, Palearctic, North American, cosmopolitan, East Asian, Eurasian, European, Mediterranean and Central Asian mountain groups. As shown by the geographical analysis of the urban flora of the parks of the city of Almaty, the types of the Holarctic (58; 14.1%), The Palearctic (77; 18.4%) and Cosmopolitan groups (31; 8.0%) are represented mainly by herbaceous plants, which include most of the weed species: *Ambrosia artemisiofolia, Tribulus terrestris, Conium maculatum, Veronica anagalloides, Sisymbrium loeselii, Xanthium strumarium, Descurainia Sophia, Datura stramonium, Stellaria media, Urtica dioica* and other species. Of the tree species, the Holarctic

group includes: *Populus alba, Betula pendula, Ulmus pumila, Gleditsia triacanthos, Quercus robur, Aesculus hippocastanum, Juniperus communis*. From shrubs: *Physocarpus opulifolius, Sambucus nigra, Sambucus racemosa, Rhamnus cathartica, Viburnum opulus, Pentaphylloides fruticosa, Juniperus sabina* and other species. The North American group is represented in the urban flora of the parks of Almaty in the plantings of parks, boulevards and squares. They make up a significant number 46 species or 11.6% of the total. North American species in the urban flora of Almaty are represented by tree and shrub species. Of these, the most widespread and found everywhere: *Picea glauca, Picea pungens, Picea engelmannii, Thuja occidentalis, Acer negundo, Juniperus virginiana, Acacia albida, Acer saccharinum, Fraxinus lanceolata, Crataegus macracantha, Crataegus submollis, Gymnocladus dioicus, Catalpa speciosa, Juglans nigra, Rhus glabra, Populus balsamifera, Fraxinus pennsylvanica.* Среди кустарников встречаются: *Amorpha fruticosa, Aronia melanocarpa, Vitis quinquefolia, Rhus glabra, Mahonia aquifoliu*m and other. The East Asian group is represented by 42 species (10.6%). This includes mainly arboreal and shrub species that grow in East Asia (China, Japan, Korea, Mongolia). These include: *Ailanthus altissima, Acer ginnala, Weigela florida, Cerasus tomentosa, Lecpedeza bicolor, Spiraea nipponica, Rosa rugosa, Juglans mandshurica, Salix Matsudana, Morus nigra* and other. The Eurasian group is represented by 24 species or 6.1%. These include: *Clematis orientalis, Acer mono, Acer platanoides, Acer tataricum, Ceratocephalus orthoceras, Salix purpurea, Populus nigra, Populus italica, Rubrum rubrum, Pyrus communis, Sorbus sibirica, Trifolium repens, Rosa spinosissima, Potentilla erecta, Trifolium repens, Vicia tenuifolia, Hippophae rhamnoides, Glechoma hederacea* and other. The European group is represented by 22 species or 5.6%. This includes European-Western Asian species (3; 0.76%). *Tilia platyphyllos, Crataegus monogina, Pyrus pyraster, Amygdalis nana, Spiraea billardii, Ficaria verna, Daphna mezereum, Betula pubescens, Ulmus pumila, Brassica elongate, Acer pseudoplatanus, Hedera helix, Asperugo procumbens, Cirsium arvense* and other. Mountain Central Asian (21; 5.3%) and Central Asian (1; 0.25%) groups are represented by 22 species or 5.6% *Aquilegia atrovinosa, Berberis sphaerocarpa, Corydalis schanginii, Populus diversifolia, Rosa foetida, Potentilla pedata, Euonymus semenovii, Populus tremula, Populus diversifolia, Eremostachys speciose, Fraxinus sogdiana, Juniperus semiglobosa, Juniperus excelsa, Euonymus semenovii, Veronica persica, Rochelia leiocarpa, Taraxacum monochlamydeum, Acer semenovii* and other. The Mediterranean group is represented by 23 species (5.8%). *Platanus orientalis, Brassica campestris, Cardaria draba, Lepidium ruderale, Lavatera thuringiaca, Abutilon theophrasti, Agrimonia asiatica, Geranium rectum, Impatiens brachycentra, Veronica cardiocarpa, Rubia tinctorum, Fraxinus rotundifolia* and other. Tianshan group (12; 3.0%). This includes the Tien Shan-Pamiro-Alai species – *Juniperus turkestanica, Juglans regia, Viola acutifolia, Euphorbia lamprocarpa, Crataegus songarica, Sorbus tianschanica, Mentha interrupta, Malus niedzwetzkyana, Juniperus turkestanica, Taraxacum multiscaposum, Veronica cardiocarpa* etc. The Turano-Iranian group is represented by 4 species (1,0%) *Tamarix laxa, Elaeagnus iliensis, Elaeagnus oxycarpa, Papaver pavonium.* The European-Caucasian group is represented by only 8 species or 2.0% *Corylus avellana, Ulmus glabra, Crataegus orientalis, Crataegus pentagyna, Lotus corniculatus, Daphna mezereum, Euonymus europaea, Pyrus elaeagrifolia*. The Caucasian-Crimean group includes only 2 species or 0.50% *Amelachier ovalis* and *Pinus pallasiana*. Euro-Siberian-Kazakh group. Only 6 species or 1.5% *Caragana arborescens, Rubus idaeus, Euphorbia virgata, Humulus lupulus, Cannabis sativa, Cuscuta europaea* and others. Siberian (5; 1.2%) and Siberian-Far Eastern (2; 0.50%) species are represented by only 7 species or 1.7%. These include: *Larix sibirica, Larix gmelinii, Abies sibirica, Pinus sibirica, Berberis thunbergii, Crataegus maximowiczii, Picea obovata*. The Pannonian-Kazakh group is represented by only 2 species *Atrhaxis frutescens* and *Gagea bulbifera*. Altai-Caucasian species *Lonicera xylosteum*. Atlas species *Cedrus atlantica*.

Conclusion

For the first time for the city of Almaty, we carried out a complete inventory of the flora of the park zone of the city of Almaty. As a result of our research, a list of higher vascular plants found and growing in parks, boulevards, squares, groves of the city of Almaty was compiled. We examined 13 parks in Almaty, where during the inventory it was revealed that the total number of species in all parks is 360 species belonging to 201 genus and 70 families: Central Park of Culture and Rest 201 species; park “28 Panfilov guardsmen” 111 species; Kok-Tobe park 110 species; park “The First President of the Republic of Kazakhstan” 124 species; “Friendship” park 73 species; park

"Yuzhny" 98 species; park "Gulder" 76 species; Gandhi park 97 species; Seifulina park 74 species; Children's park Shvernik 76 species; Family park 142 species; Zheltoksan park 58 species. The species of tree and shrub vegetation are widespread in the park construction of Almaty, which are leading in terms of the number of genera from the families *Rosaceae* (43; 16.9%), *Asteraceae* (20; 7.8%), *Poaceae* (18; 7.0%), *Pinaceae* (15; 5.9%), *Fabaceae* (12; 4.7%), *Aceraceae* (12; 4.7%), *Cupressaceae* (8; 3.1%), *Salicaceae* (8; 3.1%) , *Oleaceae* (8; 3.1%), *Brassicaceae* (7; 2.7%), *Caprifoliaceae* (5; 1.9%), *Ranunculaceae* (5; 1.9%), *Ulmaceae* (4; 1.5%) , *Berberidaceae* (4; 1.5%), *Malvaceae* (4; 1.5%). The first five families account for 62.2% of the total number of plant species. Perennial grasses (46.1%) and trees and shrubs (54.0%) play the main role in the spectrum of life forms of the parks flora. For the general flora of the parks of the city of Almaty, the predominance of xeromesophytes and mesophytes is expressed.

References

1 Kin Chung Tam, Timothy C. Bonebrake. "Butterfly diversity, habitat and vegetation usage in Hong Kong urban parks." Urban Ecosystems, 19 (2016): 721-733.

2 Javier A. Figueroa, Sergio A. Castro, Margarita Reyes, Sebastian Teillier. "Urban park area and age determine the richness of native and exotic plants in parks of a Latin American city: Santiago as a case study." Urban Ecosystems, 21 (2018): 645–655.

3 Figueroa J.A, Teillier S, Guerrero N, Ray C, Rivano S, Saavedra D, Castro S.A. "Vascular flora in public space of Santiago, Chile." Gayana Bot, 73 (2016): 85–103.

4 Fischer L.K, Rodorff V, von der Lippe M, Kowarik I. "Drivers of biodiversity patterns in parks of a growing South American megacity" Urban Ecosyst, 19 (2016): 1231–1249.

5 Simon Chollet, Charlotte Brabant, Samson Tessier, Vincent Jung. "Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence." Landscape and Urban Planning, 180 (2018): 121-124.

6 Kowarik I. "Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation." Environmental Pollution, 159 (2011): 1974-1983.

7 Li W, Ouyang Z, Meng X, Wang X. "Plant species composition in relation to green cover configuration and function of urban parks in Beijing". Ecol Res, 21 (2006): 221–237.

8 "Parks of culture and recreation" Gen. Household. Building. Technics http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-49/18.htm.

9 Skvortsov, A. "Gerbariy [Herbarium]." Moscow, (1977): 199.

10 "Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]." Alma-Ata, no 10 (1956 – 1966).

11 "Derev'ya i kustarniki Kazakhstana [Trees and shrubs of Kazakhstan]." Alma-Ata, no 1-2 (1965-1966).

12 "Rasteniya Tsentral'noy Azii //pod red. V.I. Grubova [Plants of Central Asia //ed. IN AND. Grubova]." M.:L, no 10 (1963 – 1989).

13 "Opredelitel' rasteniy Sredney Azii [Keys to the plants of Central Asia]." Tashkent: FAN, no 10 (1968-1993).

14 "Illyustrirovannyy opredelitel' rasteniy Kazakhstana [Illustrated guide to plants of Kazakhstan]." Alma-Ata, no 2 (1962 – 1975).

15 Cherepanov, S. "Sosudistyye rasteniya SSSR [Vascular plants of the USSR]." Leningrad, (1981): 509.

16 Abdulina, S. "Sosudistyye rasteniya Kazakhstana [Checklist of vascular plants of Kazakhstan]." Almaty, (1999).

17 Serebryakov, I. "Ekologicheskaya morfologiya rasteniy [Ecological morphology of plants]." Moscow, (1962): 378.

18 Lavrenko, E., "Arealy nekotorykh tsentral'noaziatskikh i severoturanskikh vidov pustynnykh rasteniy i vopros o botaniko-geograficheskoy granitse mezhdu Sredney Aziyey i Tsentral'noy Aziyey [Areas of some Central Asian and North Turanian species of desert plants and the question of the botanical-geographical border between Central Asia and Central Asia]." Botanical Journal 48, no 12 (1963): 1741 – 1761.

19 Tolmachev, A. "Vvedeniye v geografiyu rasteniy [An introduction to plant geography]." Leningrad, (1974): 244.

20 Kamelin, R. "Flora Syrdar'inskogo Karatau // Materialy k floristicheskomu rayonirovaniyu Sredney Azii [Flora of the Syrdarya Karatau // Materials for floristic zoning of Central Asia]." Leningrad, (1990): 145.

21 Goloskokov,V. "Flora i rastitel'nost' vysokogornykh poyasov Zailiyskogo Alatau [Flora and vegetation of the high mountain belts of the Zailiyskiy Alatau]." Alma-Ata, (1949): 203.

22 "Akimat of Almaty city" Information for the public. 2021.

23 http://almaty.gov.kz/page.php?page_id=3239&lang=1

IRSTI 34.27.23; 34.27.51 https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v69.i4.08

A.D. Usmanova*, L.V. Ignatova, A.A. Omirbekova, Y.V. Brazhnikova, D.R. Egamberdieva, R.K. Sydykbekova, T.B. Sabyrzhan

Al-Farabi Kazakh National University (MES RK), Kazakhstan, Almaty
*e-mail: Aizhamalduszhanovna@mai.ru

DIVERSITY OF ENDOPHYTIC MICROORGANISMS OF PLANTS OF KAZAKHSTAN AND THEIR BIOLOGICAL FEATURES

The article presents data on the isolation of endophytic microorganisms from 7 medicinal plants (Achillea millefolium, Artemisia laciniata, Xanthium strumarium, Medicago sativa, Cloverus officinalis and Salvia deserta) at the territory of Almaty region. The genus determination of bacteria and actinobacteria was carried out by studying the morphological, physiological and biochemical properties. From various medicinal plants, 94 different bacterial isolates were isolated. It was shown that the maximum number of endophytic bacteria was isolated from plants of Fabaceae family. Differences in the distribution of bacteria, actinobacteria, microscopic fungi and yeasts in the composition of plants belonging to different families and species were revealed.

Among the isolated isolates, 27 were classified as Gram-negative, 30 as non-spore-forming gram-positive, 19 as actinobacteria, and 16 as Gram – positive spore – forming bacteria of the genus Bacillus.

It is shown that the endophytic microbiota is mainly distributed in the underground part of plants, in the root. This pattern is typical for bacteria, actinobacteria, and microscopic fungi. The largest number of endophytic bacteria was isolated from plants of the species Medicago sativa of the Semirechenskaya local variety (331.8 ± 5.4 x10^4 CFU per 1 g of plant tissue), as well as in Cloverus officinalis with similar results.

To activate the natural potential of microorganisms, it is important to choose the right nutrient medium that can support the sustainable growth and development of endophytes, without creating favorable conditions for the life of competing microorganisms. Cultivation was carried out under aerobic conditions. Regardless of the taxonomic group of endophytes, it is necessary to use special nutrient media for their isolation and cultivation.

Key words: medicinal plants, endophytic microorganisms, antagonistic and growth-stimulating activity, bacteria, nutrient media.

А.Д. Усманова*, Л.В. Игнатова, А.А. Өмірбекова, Е.В. Бражникова, Д.Р. Егамбердиева, Р.К. Сыдықбекова, Т.Б. Сабыржан

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
*e-mail: Aizhamalduszhanovna@mai.ru

Қазақстан өсімдіктерінің эндофиттік микроорганизмдерінің алуантүрлілігі және олардың биологиялық ерекшеліктері

Мақалада Алматы облысының аумағында 7 дәрілік өсімдіктерден эндофитті дақылдардың бөлінуі туралы мәліметтер келтірілген (Achillea millefolium, Artemisia laciniata Xanthium strumarium, Medicago sativa, Cloverus officinalis, Salvia deserta). Бактериялар мен актинобактерияларды морфологиялық, физиологиялық және биохимиялық қасиеттерін зерттеу бойынша анықтау жүргізілді. Әр түрлі дәрілік өсімдіктерден 94 түрлі бактериялық изоляттар бөлінді. Зерттеулер нәтижесінде өсімдіктерден бөлінетін эндофиттік бактериялардың ең көп саны Fabaceae (бұршақ тұқымдастарының) өкілдеріне тән екендігі көрсетілді. Әр түрлі отбасылар мен түрлерге жататын өсімдіктер құрамындағы бактериялардың, актинобактериялардың, микроскопиялық саңырауқұлақтар мен ашытқылардың таралуында айырмашылықтар анықталды.

Бөлінген изоляттардың ішінде 27-сі грам-теріс, 30 – спора түзбейтін грам-оң, 19-актинобактериялар, 16-Bacillus тұқымының грам-оң спора түзетін бактериялары анықталды.

Негізгі эндофиттік микробиотаның өсімдіктердің жер асты бөлігінде, тамырда таралғаны көрсетілген. Бұл үлгі бактерияларға, актинобактерияларға және микроскопиялық саңырауқұлақтарға тән. Эндофитті бактериялардың ең көп саны Medicago sativa (жоңышқа) түрлерінің

© 2021 Al-Farabi Kazakh National University

өсімдіктерінен, жергілікті Жетісу сортынан (331,8 ± 5,4x10⁴ КОЕ/г өсімдік тінінен 104), сондай-ақ осындай нәтижелері бар Melilotus officinalis (дәрілік жоңышқа) бөлінді.

Микроорганизмдердің табиғи әлеуетін белсендіру үшін бәсекелес микроорганизмдердің өмір сүруіне қолайлы жағдай жасамай, эндофиттердің тұрақты өсуі мен дамуын сақтай алатын дұрыс қоректік ортаны таңдау керек. Өсіру аэробты жағдайда жүргізілді. Эндофиттердің таксономиялық тобына қарамастан, оларды бөліп алу және дақылдау үшін табиғи қоректік орталарды пайдалану қажет.

Түйін сөздер: дәрілік өсімдіктер, эндофитті микрорганизмдер, антагонистік және өсуді ынталандырушы белсенділік, бактериялар, қоректік орта.

А.Д. Усманова*, Л.В. Игнатова, А.А. Өмірбекова,
Е.В. Бражникова, Д.Р. Егамбердиева, Р.К. Сыдықбекова, Т.Б. Сабыржан
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы,
*e-mail: Aizhamalduszhanovna@mai.ru

Разнообразие эндофитных микроорганизмов растений Казахстана и их биологические особенности

В статье представлены данные о выделении эндофитных культур из 7 лекарственных растений (Achillea millefolium, Artemisia laciniata Xanthium strumarium, Medicago sativa, Cloverus officinalis, Salvia deserta) на территории Алматинской области. Определение бактерий и актинобактерий до рода проводили, изучая морфологические, физиологические и биохимические свойства. Из различных лекарственных растений было выделено 94 бактериальных изолята. В результате исследований было показано, что максимальная численность эндофитных бактерий, выделяемых из растений, характерна для представителей семейства Fabaceae (Бобовые). Выявлены различия в распределении бактерий, актинобактерий, микроскопических грибов и дрожжей в составе растений, принадлежащих к различным семействам и видам.

Среди выделенных изолятов 27 отнесены к грамотрицательным, 30 – неспорообразующим грамположительным, 19 – актинобактериям, 16 – к грамположительным спорообразующим бактериям рода Bacillus.

Показано, что в основном эндофитная микробиота распространена в подземной части растений, в корне. Данная закономерность характерна для бактерий, актинобактерий и микроскопических грибов. Наибольшее число эндофитных бактерий было выделено из растений видов Medicago sativa (люцерна) сорт Семиреченская местная (331,8 ± 5,4x10⁴ КОЕ/г на 1 г растительной ткани), а также в Melilotus *officinalis* (донник лекарственный) со сходными результатами.

Для активизации природного потенциала микроорганизмов важно правильно подобрать питательную среду, способную поддерживать устойчивый рост и развитие эндофитов, не создавая при этом благоприятных условий для жизни конкурирующих микроорганизмов. Культивирование проводилось в аэробных условиях. Независимо от таксономической группы эндофитов для их выделения и культивирования необходимо использовать естественные питательные среды.

Ключевые слова: лекарственные растения, эндофитные микроорганизмы, антагонистическая и ростстимулирующая активности, бактерий, питательные среды.

Introduction

Endophytes are microorganisms (bacteria, fungi, protists) that are able to penetrate into the internal tissues of plants and spend at least part of their life cycle in this environment [1]. In recent decades, much attention has been paid to the study of the role of endophytic microorganisms in plant life. An analysis of the literature data available to date shows that most endophytes are classified as commensals with as yet unknown functions in relation to their hosts, and a smaller part of them are classified as commensals – as having a positive (mutualism) or negative (antagonism) effect on the life of plants [2]. The study of endophytic microorganisms that positively affect the growth and development of plants, the mechanisms of the growth-stimulating effect, as well as the antagonistic action of endophytes against pathogens, will allow us to develop safe biological products for regulating the growth of cultivated plants and effective biocontrol of phytopathogens [3], [4].

The use of these bacteria is an attractive alternative to chemical fertilizers, which allows to reduce environmental pollution, since they are isolated from their natural habitat, namely from plants [5]. However, the effectiveness of endophytic bacteria depends on the type of plant, the conditions of their cultivation and many other factors. The ability of bacteria to stimulate plant growth is related

to their three main properties: the production of phytohormones that regulate plant growth; increase under their influence the availability of nutrients for plants, as well as the availability of water; protection of plants from diseases. These properties can be manifested in different types of endophytic microorganisms or combined in the same species. At the same time, the study of the interaction of these properties can contribute to a more complete understanding of the mechanism of their action on plants. The relevance of the search for effective natural compounds for the creation of new medicines is primarily due to the rapidly growing rates of antibiotic resistance of microorganisms, pathogens of various infectious diseases of humans.

The aim of this work was to isolate endophytic microflora from plants of various families growing in the foothill and sub-mountain plains of the Trans-Ili Alatau; to study their prevalence in plant organs; and to assess the antimicrobial and growth-stimulating potential of endophytic microorganisms isolated from medicinal plants.

Materials and methods

The objects of the study are bacteria isolated from medicinal plants of different families: 1. Asteraceae family – species of *Achillea millefolium* (Common Yarrow), *Artemisia lercheana* (White sagebrush), *Xanthium strumarium* (Common xanthium); 2. Fabaceae family: species *Medicago sativa* (alfalfa) variety Semirechenskaya, *Cloverus officinalis* (clover); 3. Lamiaceae family – species *Salvia deserta* (Desert sage).

Plants were collected out in the period from May to August 2020 in the foothill and sub-mountain plains of the Trans-Ili Alatau. Plants were identified using generally accepted manuals [6-8].

The plant shoots were cut at the base, placed in craft bags, and before processing, the samples were stored in the refrigerator at a temperature of +5°C. The analysis was carried out within 7 days after collection.

Research methods

Isolation of endophytic bacteria. Quantitative accounting of endophytic bacteria to determine their occurrence in plants was carried out by the method of seeding on MPA. Selection of the optimal nutrient medium for isolation and cultivation of endophytic bacteria, the following standard nutrient media were used: MPA, MPA/Saburo, starch ammonia agar (KAA) and Chapek medium with glucose. The accounting of the grown colonies was carried out on the 3rd – 10th day. The grown colonies were divided into macromorphological types and the number of colonies of each type was calculated [9-10].

Isolation of microorganisms from the roots. The superficially sterilized roots were placed on an agarized culture medium. First, the surface sterilization of the seeds was carried out by keeping them in 50% sulfuric acid for 20 minutes and then washing them with sterile water [11]. Then the treatment with a 5% solution of sodium hypochlorite was added to the aging in sulfuric acid, which gave better results. Several empirical variants of the soaking time were tested. The final method of surface sterilization was as follows: the material was kept for 40 minutes. in 50% H2SO4, then washed twice with sterile water, then 30 minutes they were kept in a solution of sodium hypochlorite and again washed twice with sterile water.

If the seeds are not washed thoroughly enough, sulfuric acid and sodium hypochlorite can react, a possible product of such a reaction is chlorine.

After placing the sterilized roots on a nutrient medium in Petri dishes, they were incubated at room temperature (from +18 to +25°C) for 4 weeks.

Isolation of microorganisms from leaves, stems, fruits and inflorescences.

For surface sterilization of leaves and other delicate plant organs, there are various recommendations: exposure in 4% copper sulfate for 10 minutes; exposure in 2% solution of potassium permanganate (KMp04) for 2 minutes; exposure in a solution of sodium hypochlorite, for 15 minutes. [12].

After using any of the sterilizing agents, the samples were washed in sterile water. This was followed by incubation on a nutrient medium under the same conditions as when isolated from the roots.

Determination of the amount of phytohormone IAA. The amount of IAA produced by microorganisms was determined by colorimetric method using Salkovsky's reagent. 1 ml of the supernatant (filtrate) was mixed with 2 ml of Salkovsky's reagent (1 ml of 0.5 M $FeCl_3$ in 50 ml of 35% $HClO_4$). The color development time was 30-40 minutes. The optical density of the colored samples was measured on a spectrophotometer at a wavelength of 540 nm. The control was an uninoculated medium with the addition of a reagent. The concentration of IAA was determined according to a calibration schedule constructed in the concentration range of the substance 10-8 – 10-2 g/l. The concentration of IAA was expressed in mcg / ml.

Isolation of antimicrobial metabolites and study of their antagonistic activity. The cultivation of mi-

croorganisms was carried out in a liquid nutrient medium on a rocker at 240 rpm. At the end of the incubation period, the biologically active metabolites were extracted with acetone (1:1). After centrifugation, the resulting metabolites were dissolved using DMSO (100%). The antagonistic activity of the obtained metabolites was studied by the well method in relation to the phytopathogen *Fusarium graminearum.* Flukonosol was used as a positive control, and 10% DMSO solution was used as a negative control [13-15].

Results and their discussion

Study of the abundance and qualitative composition of the endophytic microflora of plants of different families

Collected in the Almaty region medicinal plants were analyzed within 5 days after collection.

It is known that endophytic microorganisms are distributed unevenly in plant organs and tissues [16, 17]. The main mechanism for the formation of endophytic microflora is infection of plants through breaks in the epidermis that occur during the growth of lateral roots [16]. Therefore, the richest microflora is found in the roots, from which microorganisms migrate (mainly through conducting vessels) to the aboveground organs.

In this regard, the number of endophytic microorganisms inhabiting plant roots on media that are universal for each of the isolated groups of microorganisms was initially studied: bacteria – MPA medium; actinobacteria – starch-casein medium; microscopic fungi – Chapeka medium; yeast – Saburo medium.

It was shown that the most frequently isolated groups of microorganisms were bacteria. The number of actinobacteria, microscopic fungi, and yeast was significantly lower. Thus, the number of bacteria reached 331.8 ± 5.4x10^4 CFU/g of plant tissue. The number of actinobacteria, microscopic fungi, and yeasts is 289.7±6.2x10^3 CFU/g, 145.9±5.9x10^3 CFU/g, and 79.8±4.4x10^3 CFU/g of plant tissue.

While in the work of Hassan G. O. O., the results of isolation of endophytic microorganisms of medicinal plants growing in the Republic of Tatarstan showed that the most frequently isolated groups of microorganisms were actinobacteria. Endophytic microorganisms preferentially colonized plant roots. The exceptions were the plants common marigold, sagebrush bittersweet and chicory vulgaris, which, according to the number of endophytic microorganisms, dominated in the leaves. In general, the main number of endophytic microorganisms in the work of Hassan G. O. O. it is found in the roots (38.24%) and the smallest amount – in the leaves (29.41%) of the studied plants. The results on the quantitative correlation of endophytic actinobacteria in different plant organs confirm the data obtained by other authors when studying the endophytic microflora of plants in Thailand [18], China [19], and India [20].

The distribution of endophytic microorganisms among plant families was also uneven. The infection mainly affected representatives of the *Asteraceae* and *Fabaceae* families. The largest number of endophytes was characteristic of the *Fabaceae* family

The number of bacteria isolated from plants of this family ranged from 267.7± 3.4 to 331.8 ± 5.4x10^4 CFU/g of plant tissue. The number of endophytic bacteria isolated from the roots of various medicinal plants was determined (Figure 1).

There was a difference in the distribution of endophytes within plant families. Among the Asteraceae family), the most heavily infected plants were *Achillea millefolium* and *Artemisia laciniata*. The number of bacteria among these plant species was 181.6 ± 5.2 and 203.4±3.1x10^4 CFU/g of plant tissue, respectively.

Determination of the prevalence of endophytic microorganisms in the tissues and organs of various plant species

Despite the fact that the richest endophytic microflora is detected in the roots of plants, from which microorganisms migrate to the aboveground organs, the study of stems and leaves is of great interest for the study of endophytes. It is known that aboveground organs have their own foci of infection: for example, microorganisms can enter plants through the stomata, becoming part of the microflora of leaves and stems [16].

In this regard, to determine the prevalence of endophytic bacteria in the tissues and organs of various plants, along with the previously studied roots, the results of infection of stems, leaves, as well as inflorescences and fruits were analyzed.

The average number of bacteria in plant stems ranged from 1.1 ± 0.01 to 5.2 ± 0.03x10^4 CFU/g of plant tissue. Thus, the maximum number of bacteria isolated from plants of the *Fabaceae* family was found on these media and ranged from 5.3± 0.05 to 18.1± 1.6x10^4 CFU/g. The highest content of endophytic bacteria 18.1± 1.6x10^4 CFU/g of plant tissue was found in plants of *Medicago sativa* of the Semirechenskaya variety. The results of the studies

showed that endophytic bacteria are found in the leaves of plants of various families, the number of which reaches 17.1 ± 3.1 thousand CFU/g of plant tissue. The maximum number of endophytic bacteria was observed in plants of the species *Cloverus officinalis* (Figure 2).

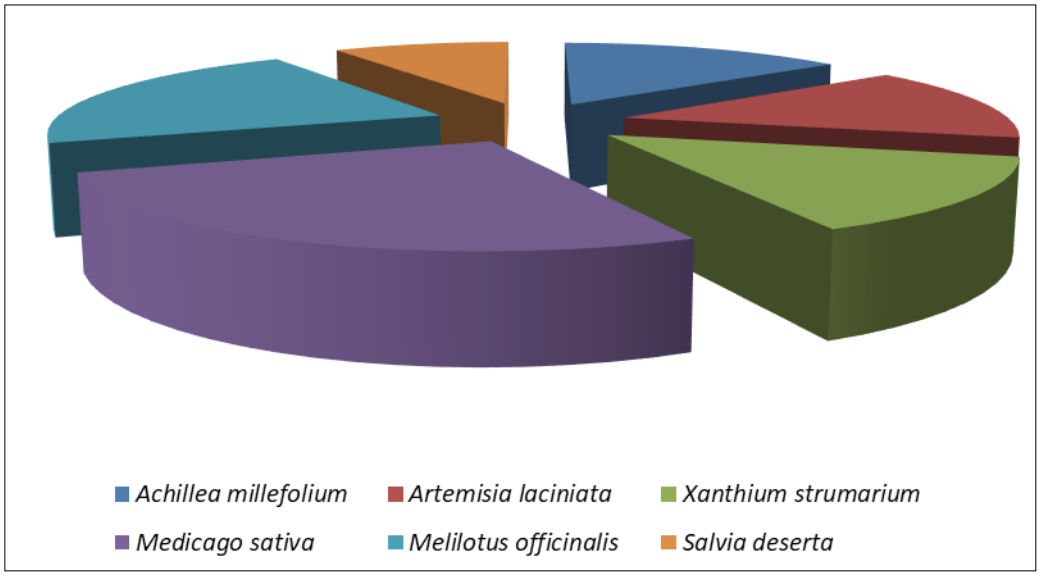


Figure 1 – The number of endophytic bacteria isolated from the roots of plants belonging to different families

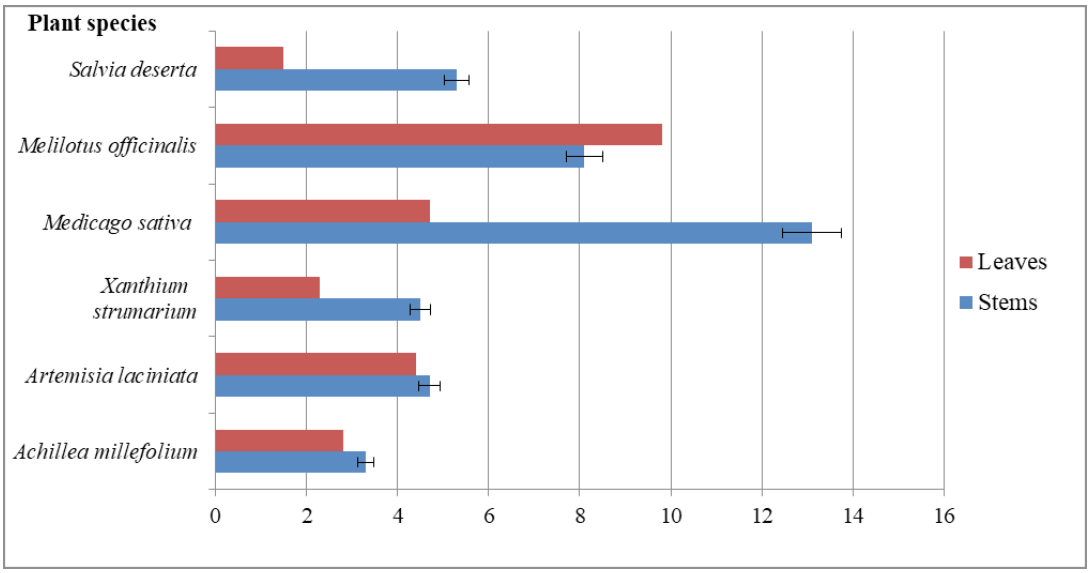


Figure 2 – The number of endophytic bacteria in the stem and leaves of plants (thousand CFU per 1 g of plant mass)

Similar results were obtained in the study of medicinal plants, such as *Ferula sinkiangensis*, *Glycyrrhiza uralensis, Ferula songorica* and *Thimus roseus* Schipcz, growing in the arid lands of Xinjiang (China), by a group of researchers Zulpiya Musa, Jinbiao Ma, Dilfuza Egamberdieva. It was found that the average number of bacteria in plant stems ranged from 2.3 ± 0.01 to 5.7 ± 0.07x10^4 CFU/g of plant tissue. Also, a relatively high indicator in relation to the occurrence of bacteria in the stems

was shown in the leaves of plants, the number of which reaches 26.1 ± 1.1 x10^4 CFU/g of plant tissue. The maximum number of endophytic bacteria was observed on plants of the species *Thymus roseus* Schipcz.

Also endophytic bacteria were isolated from the fruits and inflorescences. In addition, it can be noted that the number of endophytic bacteria in the stem and leaves is one or two orders of magnitude lower than in the roots.

Study of BAS of microorganisms with growth-stimulating and antagonistic activities

Detection and quantitative evaluation of phytohormones of the auxin group was carried out by the colorimetric method using Salkovsky reagent.

The evaluation of the results showed that some bacterial strains produce IAA quite actively on the medium with L-tryptophan. Of the 94 studied bacteria, 15 strains (16%) showed a positive reaction to the production of IAA. According to the concentration of IAA in the culture fluid, the bacteria were divided into groups: active producers (more than 10 mg/ml) – 6 strains, weakly active (6-3 mg/ml) – 9 strains, inactive (2 mg/ml) – 83 strains (Table 1).

Analyzing the presented results, it can be noted that the most intense IAA is produced by strain *Bacillus sp.A5* (19.1±1.5 mcg/ml), *Pseudomonas sp.* A7 (15.1±1.4 mcg/ml), *Bacillus sp. C7* and *Agromyces sp*. C3 on average (11.2±1.4 mcg/ml), *B. bassiana* T15 (14.5±0.5), but the most active producer of auxins is strain *Bacillus sp. R4*, in which the total level of production reached 28.7 ± 2.1 mcg/ml. The relevant data are presented in table 1.

Table 1 – Detection of phytohormone IAA produced by microbial strains

Strain name	The amount of IAA, mcg/ml
Low-level producers (less than 10 mcg IAA, mcg/ml)	
Bacillus sp. A1	3,1±0,15
Bacillus sp. A8	4,2±0,21
Bacillus sp. C2	4,1 ±0,2
Bacillus sp. C9	3,0±0,2
Pseudomonas sp. L5	4,1±0,21
Pseudomonas sp. Z2	4,2±0,11
Pseudomonas sp. L4	4,2±0,15
Pseudomonas sp. L2	4,1±0,16
Bacillus sp. P4	6,0 ± 0,15
B. bassiana T7	4,2±0,1
Penicilliumsp EF3	5,7±0,2
*Penicillium sp.*P1	7,6±0,2
High-level producers (more than 10 mcg IAA, mcg/ml)	
Bacillus sp. C7	11,2±1,4
Agromyces sp. C3	10,1±1,1
Bacillus sp. R4	28,7±2,1
Bacillussp.R5	13,1±*1,4*
Pseudomonas sp. A7	15,1±*1,4*
Bacillus sp.A5	19,1±1,5
B. bassiana T15	14,5±0,5
Trichoderma sp. D1	11,4±0,3

Antagonistic activity

After a 5-day fermentation of the microorganisms, the biologically active metabolites were extracted and their antagonistic activity was verified by the well method in relation to Fusariumgraminearum. Fluconazole was a positive control, and 10% DMSO solution was a negative control.

It was found that the biomass and supernatants of some bacterial strains showed different degrees of antagonistic activity (Table 2).

Table 2 – Antagonistic ability of cell-bound and extracellular metabolites of bacterial strains

Strain name	Growth suppression zones, mm	
	Biomass	Supernatant
Bacillus sp. A1		5,1±0,9
Bacillus sp. C9	15,2±1,3	20,2±1,1
Bacillussp. C7		28,1±1,9
*Pseudomonas sp.*Z2	-	10,3±0,9
Agromyces sp. C3	-	30,1±1,2
*Bacillus sp.*R4	-	11,2±1,1
*Bacillus sp.*R5	-	8,5±0,9
*Pseudomonas sp.*L4	10,2±1,1	27,1±1,8

Thus, the largest growth inhibition zones are characteristic of strains C9, C7, C3 and L4 and ranged from 20.2±1.1 mm to 30.1±1.2 mm. Minor growth retardation zones showed the biomass of C9 and L4 strains, which was in the range of 10.2±1.1 mm and 15.2±1.3 mm.

Conclusion

As a result of research, it was shown that in the territory of the Almaty region, endophytic microorganisms are present in various plants. It was found that the maximum number of endophytic bacteria isolated from plants is characteristic of representatives of the *Fabaceae* family. Differences in the distribution of bacteria, actinobacteria, microscopic fungi and yeasts in the composition of plants belonging to different families and species were revealed.

Using the methods of isolation of endophytic microorganisms, 94 endophytes were isolated from different plants, their organs and tissues. The distribution by taxonomic group was as follows: 54 bacteria, 15 actinobacteria, 12 microscopic fungi, and 11 yeasts.

It is shown that the endophytic microbiota is mainly distributed in the underground part of plants, in the root. This pattern is typical for bacteria, actinobacteria, and microscopic fungi. The largest number of endophytic microorganisms was isolated from plants of the species *Medicago sativa* variety Semirechenskaya (331.8 ± 5.4x10^4 CFU/g of plant tissue), as well as medicinal clover (Medicinal clover) with similar results.

To activate the natural potential of microorganisms, it is important to choose the right nutrient medium that can support the sustainable growth and development of endophytes, without creating favorable conditions for the life of competing microorganisms. Cultivation was carried out under aerobic conditions. Regardless of the taxonomic group of endophytes, it is necessary to use special nutrient media for their isolation and cultivation.

Analyzing the presented results, it can be noted that the most intense IAA is produced by strain A5 (19.1±1.5 mcg/ml), A7 (15.1±1.4 mcg/ml), C7 and C3 on average (11.2±1.4 mcg/ml), B. bassiana (T15 14.5±0.5), but the most active producer of auxins is strain R4, in which the total level of production reached 28.7 ± 2.1 mcg/ml.

When studying the ability of microorganisms to biocontrol phytopathogens – F. graminearum, F. solani, Phytophtora infestans, it was shown that the inhibition index was in the range from 1.0 to 3.6. The determination of the antagonistic activity of cell-bound and extracellular metabolites of cultures revealed the greatest antagonistic activity

of exometabolites, the zone of suppression of the growth of phytopathogens by active cultures was from 37.0±2.2 to 64.32±2.25 mm.

The selected cultures of microorganisms with growth-stimulating and antagonistic activities are recommended for use in further model experiments to study their effect on immunity and stress resistance, as well as on growth stimulation and crop structure of agricultural crops.

This work was supported by the research grant from the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan: AP09261262 Biotechnology of microbial composition's creating to stimulate growth and increase the adaptive potential of agricultural plants.

References

1 Hardoim P., Overbeek L., Berg G. "The Hidden World within Plants: Ecological and Evolutionary Considerations for Defining Functioning of Microbial Endophytes." Microbiol Mol Biol Rev 79, no 3 (2015): 293–320.

2 Hallmann J., Quadt-Hallmann A., Mahaffee W. "Bacterial endophytes in agricultural crops" Canadian Journal of Microbiology 43, no 10 (1997): 895–914.

3 Maksimov I., Veselova S., Nuzhnaya T. "Stimuliruyushchie rost rastenij bakterii v regulyacii ustojchivosti rastenij k stressovym faktoram [Plant growth-stimulating bacteria in the regulation of plant resistance to stress factors]." Fiziologiya rastenij 62, no 6 (2015): 763–775 (In Russian)

4 Chebotar' V., Shcherbakov A., Shcherbakova E. "Endofitnye bakterii kak perspektivnyj biotekhnologicheskij resurs i ih raznoobrazie [Endophytic bacteria as perspective biotechnological resource and its diversity]." Sel'skohozyajstvennaya biologiya 50, no 5 (2015): 648–654. (In Russian)

5 Kudoyarova G., Kurdish I., Melent'ev A. "Obrazovanie fitogormonov pochvennymi i rizosfernymi bakteriyami kak faktor stimulyacii rosta rastenij [Formation of phytohormones by soil and rhizosphere bacteria as a factor of plant growth stimulation]." Izvestiya Ufimskogo nauchnogo centra RAN, no 3-4 (2011): 5-16 (In Russian)

6 Bajtenov M. Flora Kazahstana [Flora of Kazakhstan]. Almaty: Gylym, 2001. (In Russian)

7 Nesterova S., Z. Inelova Flora pustyn' Ile-Balhashskogo regiona [Flora of the deserts of the Ile-Balkhash region]. Almaty: Qazaq universiteti, 2012. (In Russian)

8 Netrusov A. Praktikum po mikrobiologii [Microbiology Workshop]. Moskva: Akademiya, 2005. (In Russian)

9 Zvyagincev D. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moskva: MGU, 1991. (In Russian)

10 Latch C.M., Potter L.R., and Tyler B.F. "Incidence of endophytes in seeds from collections of Lolium and Festuca species." Ann. Appl. Biol. 111 (1987): 59–64.

11 Zenova G. Pochvennye aktinomicety [Soil actinomycetes]. Moskva: MGU, 1992. (In Russian)

12 Blagoveshchenskaya E. "Endofitnye griby zlakov [Endophytic fungi of cereals]", dis. kand. biol. nauk, 2006, 138. (In Russian)

13 Freitas T., Furtado N., Bastos J., Said S. "Active substances against trypomastigote forms of Trypanosoma cruzi and microorganisms are produced in sequence by Talaromyces flavus." Microbiological Research 157 (2002): 201–206.

14 Chanda S., Rakholiya K., Parekh J. "Indian medicinal herb: Antimicrobial efficacy of Mesua ferrea L. seed extracted in different solvents against infection causing pathogenic strains." Journal of acute disease 2 (2013): 277–281.

15 Manikkam R., Venugopal G., Subramaniam B.,Ramasamy B., Kumar V. "Bioactive potential of actinomycetes from less explored ecosystems against Mycobacterium tuberculosis and other nonmycobacterial pathogens." International Scholarly Research Notices" 2014 (2014): 1-9.

16 Tihonovich I., Provorov N. "Sel'skohozyajstvennaya mikrobiologiya kak osnova ekologicheski ustojchivogo agroproizvodstva: fundamental'nye i prikladnye aspekty [Agrucultural microbiology as basis of environmentally stable agroproduction: fundamental and applied aspects]." Sel'skohozyajstvennaya biologiya 3 (2011): 3-9. (In Russian)

17 Kvasnikov E., I. Shchelokova. Drozhzhi. Biologiya. Puti ispol'zovaniya [Yeasts. Biology. Ways of application]. Kiev: Nauk. dumka, 1991. (In Russian)

18 Taechowisan, T. "Isolation of endophytic actinomycetes from selected plants and their antifungal activity." World Journal of Microbiology and Biotechnology 19 (2003): 381–385.

19 Qin S., Chen H., Klenk H. "Glycomyces scopariae sp. nov. and Glycomyces mayteni sp. nov., isolated from two medicinal plants in China." Int J Syst Evol Microbiol. 59 (2009): 1023–1027.

20 Gohain A. Gogoi A. Debnath R. "Antimicrobial biosynthetic potential and genetic diversity of endophytic actinomycetes associated with medicinal plants". FEMS Microbiology Letters 362, no 19 (2015): fnv158.

МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім
Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері

Section 1
Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protectiony

Раздел 1
Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды

Байкенова Г.Е., Барановская Н.В., Какабаев А.А., Берсимбаев Р.И., Зандыбай А., Байкенов Н.А.
Содержание химических элементов в золе листьев тополя черного (Populus Nigra L.) на территории Северного Казахстана 4

Khussainov A.T., Shulembayeva K.M., Sindireva A.V., Zandybay A., Kakabayev A.A.
Dynamics of hydrochemical indicators and water quality of lake Maloe Chabachye.....13

Әбдімүтәліп Н.А., Талғатқызы А., Құрбаниязов Ә.К.
Арал теңізінің биожүйе компоненттері деградациясының физиологиялық және биофизикалық үдерістерін зерттеу.....23

2-бөлім
Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау

Section 2
Assessment of environmental pollution on biota and health

Раздел 2
Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения

Кенжетаев Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Тайжанова Л.С., Кирвель И.И., Алтыбаева Ж.Қ.
«Caspi Bitum» зауытының булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамын бағалау 34

Рахымжан Ж., Текебаева Ж.Б., Бейсенова Р.Р.
Галофитті Ақсора *(Suaeda salsa Pall.)* тұқымдарының өнуіне әр түрлі тұздардың әсері.....43

3-бөлім
Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері

Section 3
Actual problems of biodiversity conservation

Раздел 3
Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия

Дидоренко С.В., Кабылбекова Г.К., Сайкенова А.Ж., Касенов Р.Ж.
Урожайность сортов сои разных групп спелости в зависимости от предпосевной обработки семян 54

Sadyrova G.A., Bazarbayeva T.A., Bayzhigitov D.K., Omargazieva A.A.
Biodiversity of flora in parks of Almaty city 54

Usmanova A.D., Ignatova L.V., Omirbekova A.A., Brazhnikova Y.V., Egamberdieva D.R., Sydykbekova R.K., Sabyrzhan T.B.
Diversity of endophytic microorganisms of plants of Kazakhstan and their biological features 73