

**Journal
of the Institute of Botany
and Phytointroduction**



**№ 3
2026**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ
ТАБИҒИ РЕСУРСТАР МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР ДҮНИЕСІ КОМИТЕТІ
КОМИТЕТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЖИВОТНОГО МИРА

«БОТАНИКА ЖӘНЕ ФИТОИНТРОДУКЦИЯ ИНСТИТУТЫ» ШЖҚ РМК
РГП НА ПХВ «ИНСТИТУТ БОТАНИКИ И ФИТОИНТРОДУКЦИИ»

SPIRAEANTHUS

Выпуск № 3

АЛМАТЫ, 2026

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ
ТАБИҒИ РЕСУРСТАР МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР ДҮНИЕСІ КОМИТЕТІ
КОМИТЕТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЖИВОТНОГО МИРА

«БОТАНИКА ЖӘНЕ ФИТОИНТРОДУКЦИЯ ИНСТИТУТЫ» ШЖҚ РМК
РГП НА ПХВ «ИНСТИТУТ БОТАНИКИ И ФИТОИНТРОДУКЦИИ»

SPIRAEANTHUS

Выпуск № 3

Основан в 2025 году. Периодичность - 4 раза в год
ISSN 3079-6245 (online)

Главный редактор
Ситпаева Г.Т.

Редакционная коллегия:

Рахимова Е.В. (заместитель главного редактора)

Есжанова А.С. (ответственный секретарь)

Сатеков Е.Я. (технический секретарь)

Фризен Н.В. (Германия), **Юаньмин Чжан** (Китай), **Барина С.С.** (Израиль),

Кацки З. (Польша), **Шмаков А.И.** (Россия), **Спиридович Е.В.** (Беларусь),

Масловский О.М. (Беларусь), **Дорофеев В.И.** (Россия), **Шабашова Т.Г.** (Беларусь),

Ходжиматов О.К. (Узбекистан), **Паутова И.А.** (Россия), **Лазьков Г.А.** (Кыргызстан),

Гемеджиева Н.Г., **Димеева Л.А.**, **Үсен Қ.**, **Нурашов С.Б.**

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан. Свидетельство о регистрации № KZ22VPY00111668 от 07.02.2025 г.

Сайт журнала: <https://journal.soil.kz>

В журнале публикуются оригинальные научные статьи, обзоры и краткие сообщения на казахском, русском и английском языках, посвященные систематике и филогении растений, изучению фиторазнообразия, геоботанике, флоре высших и низших растений, морфологии и анатомии растений, интродукции, современным методам исследования растений.

Адрес редакции: 050060, Алматы, ул.Тимирязева 36 Д

СОДЕРЖАНИЕ

1.	К юбилею генерального директора РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК д.б.н. Ситпаевой Г.Т.	5
2.	Р.С. Ахметов, Д. А. Досманбетов, Ж.С. Дукенов, Ж.К. Ракымбеков, Е.М. Каспакбаев, А.Н. Бектурганов, М.А. Уашев ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. САТПАЕВ ОБЛАСТИ УЛЫТАУ	18
3.	Б.К. Билибаева СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ РЕДКОГО ВИДА <i>ZABELIA CORIMBOSA</i> (REGEL ET SCHMALH.) MAKINO В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КИРГИЗСКОГО АЛАТАУ	25
4.	С. Үсен, Б.Б. Осмонали СЕМЕЙСТВО AMARANTHACEAE ВО ФЛОРЕ БЕТПАКДАЛЫ (КАЗАХСТАН)	34
5.	Е. Oktan, N. Atar THE DIRECTORATE GENERAL OF NATURE CONSERVATION AND NATIONAL PARKS IN TÜRKIYE: INSTITUTIONAL STRUCTURE, PROTECTED AREA DESIGNATIONS, AND MANAGEMENT EFFECTIVENESS	40
6.	О.В. Чижик ПРОТЕОМИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕМ. <i>ERICACEAE</i>)	54
7.	А.В. Дубынин, А.А. Иващенко «ТЮЛЬПАН ТАЛИЕВА» В КАЗАХСТАНЕ: ИСТОРИЯ НАЗВАНИЙ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ	63
8.	С.Б. Нурашов, Э.С. Саметова, А.К. Джиенбеков, Г.Б. Джумаханова ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДОРОСЛЯХ В СЛАБО ТЕКУЩИХ УЧАСТКАХ РЕКИ КАРА-КЕНГИР	78
9.	С.Б. Рахметов, Ю.А. Рахметова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ТРЕТЬЕЙ РОТАЦИИ	70
10.	Е. Oktan, F. Yümsel, Ö. Özkan CARBON SINK POTENTIAL OF GREEN BELT AFFORESTATION	88
11.	И.Г. Отрадных, И.А. Съедина, Б.Б. Арынов, М.Т. Мәсімжан НОВЫЕ МЕСТА ОБИТАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ЦЕПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ <i>RIBES JANCZEWSKII</i> POJARK. И <i>VERONICA ALATAVICA</i> PEROV НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «КӨЛЬСАЙ КӨЛДЕРІ»	99
12.	В.А. Масалова, И.В. Бабай РОМАНТИК ОТ БИОЛОГИИ: К 80-ЛЕТИЮ ВАЛЕНТИНЫ АНДРЕЕВНЫ САМОЙЛОВОЙ	104

АЛТЫ ОНЖЫЛДЫҚ - АЛТЫ БЕЛЕС: БОТАНИКА ИНСТИТУТЫНЫҢ ЖАҢА ТАРИХЫ

С.Б. Нұрашов

Э.С. Саметова

ҚР ЭТРМ ОШЖДК «Ботаника және фитоинтродукция институты»,

Алматы қ, Қазақстан

e-mail: nurashs@mail.ru

ҚР ЭТРМ ОШЖДК «Ботаника және фитоинтродукция институты» мен ондағы Алматы ботаникалық бағы еліміздің өсімдіктер дүниесін ғылыми зерттеу, сирек кездесетін және эндемик түрлерін сақтау, қорғау толықтыру, елді мекендерді көгалдандыру бағытында жұмыс істеп келе жатқан 95 жылдық тарихы бар маңызды мекеме.

Қазіргі күнде Ботаника институты құрамында Алматы Бас ботаникалық бағы, Астана ботаникалық бағы, Жезқазған ботаникалық бағы, Іле ботаникалық бағы (Бақанас ауылы) бар.

Әрбір ірі істің тарихында сол істің дамуы мен қалыптасуына өмірін арнаған тұлғалар болады. Алматыдағы Бас ботаникалық бақ - Қазақстанның бірегей табиғи әрі ғылыми нысандарының бірі. Ал оның бүгінгі келбеті мен даму тарихының елеулі бөлігі 2008 жылдан бері мекемені басқарып келе жатқан бас директор Г.Т. Ситпаеваның есімімен тығыз байланысты.

Г.Т. Ситпаева еңбек жолын Қостанай педагогикалық институтын 1989 жылы бітіріп Ботаника кафедрасында Г.Т. зертханашы, оқытушы, зертхана меңгерушісі болып бастады. 1995 - 1998 жылдары Ботаника институтының күндізгі аспирантурасында оқыды. 1998 жылы «Торғай аңғарының флорасын талдау» тақырыбында кандидаттық, 2010 жылы «Еділ – Қазақстан дала провинциясының дәнді дақылдары (жүйелі құрамы, экологиясы, географиясы)» тақырыбында докторлық диссертациясын сәтті қорғап шықты. 2013 жылы Қазақ ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясына академик болып сайланды. 2008 жылдан бастап Ботаника және фитоинтродукция институтының директоры. Көптеген ғылыми техникалық бағдарламалардың жетекшісі болды. 230 ғылыми мақала, 2 ҚР патенті, 10 авторлық куәлік, 20 монография, әдістемелік құралдың авторы. 5 PhD докторанттың ғылыми жетекшісі болды.

60 жылдық мерейтой - бұл тек өмір жолына көз жүгіртіп, өткенді саралайтын кезең емес, сонымен қатар ұзақ жылдар бойы атқарылған еңбектің нәтижесін бағалайтын маңызды белес. Бас ботаникалық баққа басшылық жасаған осы жылдар ішінде мекеме ауқымды өзгерістер мен жаңғыру кезеңінен өтті. Ғылыми бағыттар кеңейіп, халықаралық байланыстар нығайды, бақтың еліміздегі ғылыми және табиғатты қорғау саласындағы маңызы артты.

Табиғи мұраны сақтаудан - жаңа даму кезеңіне

Осы кезеңдегі ең маңызды оқиғалардың бірі - Алматыдағы Бас ботаникалық бақ аумағында жүргізілген ауқымды реконструкция жұмыстары. «Болат Өтемұратов қорымен» бірге Ботаникалық бақты қайта құру жобасы дайындалып, іске асырылды.

Алдында тұрған басты міндет - бақтың бірегей табиғи және ғылыми мұрасын сақтай отырып, заманауи ғылымға, білім беруге, табиғатты қорғауға және қоғамның қажеттіліктеріне жауап беретін жаңа инфрақұрылым қалыптастыру еді.

Жаңғырту жұмыстары бақтың сыртқы келбетімен ғана шектелген жоқ. Ғылыми инфрақұрылым жетілдіріліп, зерттеу жұмыстарына жаңа мүмкіндіктер жасалды, материалдық-техникалық база нығайтылды.

Ботаникалық бақ аумағын ерекше қорғалатын табиғи аумақтар (ЕҚТА) жүйесіне енгізу де маңызды қадамдардың бірі болды. Бұл шешім бірегей өсімдіктер қорын сақтауға және Ботаникалық бақтың табиғи әрі ғылыми мұра ретінде мемлекеттік маңызын айқындауға мүмкіндік берді.

Бүгінде Ботаникалық бақ - жай ғана демалыс орны емес. Ол - ірі ғылыми орталық, өсімдіктердің табиғи қоры, экологиялық ағарту алаңы және Қазақстанның биологиялық алуантүрлілігін сақтауда маңызды рөл атқаратын мекеме.

Ғылым - болашаққа бағытталған қызмет

Мекеме дамуының негізгі бағыттарының бірі - ғылыми әлеуетті арттыру болды.

Осы жылдар ішінде заманауи зертханалар құрылып, тұқым шаруашылығы, генетика және молекулалық биология бағыттары дамыды. Бұл өсімдіктер қорын сақтау, олардың генетикалық алуантүрлілігін зерттеу, сондай-ақ өсімдік ресурстарын тиімді пайдалану мәселелері бойынша ғылыми зерттеулердің мүмкіндігін кеңейтті.

Қазақстанның өсімдік ресурстарын сақтау және көбейту жұмыстарының маңызы ерекше. Климаттың өзгеруі, антропогендік әсердің күшеюі және табиғи мекен ету ортасының қысқаруы жағдайында өсімдіктердің алуан түрлілігін сақтау — стратегиялық маңызы бар міндет.

Бас ботаникалық бақ біртіндеп іргелі зерттеулерді елдің нақты практикалық міндеттерімен ұштастыратын маңызды ғылыми алаңға айналды.

Алматыдан - Астанаға және Қазақстан өңірлеріне

2018 жылы Г.Т. Ситпаеваның төрағалық етуімен жаңа ботаникалық бақты дамыту бойынша халықаралық ғылыми кеңес құрылып, Қазақстанның елордасы Астана қаласында Бас ботаникалық бақтың филиалының құрылуы маңызды кезең болды.

Елордада жаңа ботаникалық бақтың пайда болуы еліміздің солтүстік өңіріндегі ботаника ғылымын, өсімдіктерді интродукциялау жұмыстарын және экологиялық ағартуды дамытуға жаңа мүмкіндік берді.

Сонымен қатар Бас ботаникалық бақтың қызметі Алматы қаласының шеңберімен шектелмей, еліміздің өңірлерін қамтыды.

Мамандар Қазақстанның әртүрлі аймақтарын көгалдандыруға ұсынылатын өсімдіктердің тізімін қалыптастыру бойынша ауқымды жұмыстар жүргізді.

Бұл бағыттың практикалық маңызы зор. Қазақстан табиғи-климаттық жағдайы алуан түрлі мемлекет болғандықтан, еліміздің оңтүстігінен солтүстігіне дейінгі аймақтарға жергілікті жағдайға бейімделген, төзімді өсімдіктерді таңдау - қалалық ортаны абаттандырудың маңызды шарттарының бірі.

Өсімдіктер дүниесін қорғау және заңнаманы жетілдіру

Өсімдіктер дүниесін қорғау және пайдалану саласындағы нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру де осы кезеңдегі маңызды бағыттардың бірі болды.

2020 жылы Г.Т. Ситпаеваның қатысуымен «Өсімдіктер дүниесі туралы» заңның қабылдануы еліміздің өсімдік ресурстарын қорғауға және оларды тиімді пайдалануға жүйелі көзқарас қалыптастырудағы маңызды қадам болды.

2026-2035 жылдарға арналған биологиялық әртүрлілікті сақтау және тұрақты пайдалану Тұжырымдамасын әзірлеуші.

Бұл үдерісте бірегей өсімдіктер коллекциялары мен ғылыми әлеуеті бар ботаникалық ғылыми мекемелердің сараптамалық маңызы ерекше.

Ботаникалық бақта жинақталған ғылыми білім биоалуантүрлілікті сақтау, елді мекендерді көгалдандыру, өсімдіктерді жерсіндіру, көбейту және сақтау сияқты практикалық бағыттарда өз жалғасын табуда.

Халықаралық деңгейдегі ынтымақтастық

Бас ботаникалық бақтың халықаралық байланыстары да жылдар өте келе айтарлықтай кеңейді.

Шетелдік ботаникалық бақтармен және ғылыми мекемелермен кәсіби байланыстар орнатылып, ғылыми тәжірибе алмасу, бірлескен жұмыстар жүргізу және өсімдік материалдарымен алмасу бағыттары дамыды.

Мұндай халықаралық ынтымақтастық қазақстандық мамандарға әлемдік ботаника ғылымының заманауи жетістіктерімен танысуға мүмкіндік беріп қана қоймай, Қазақстанның бірегей өсімдіктер дүниесін халықаралық ғылыми қауымдастыққа таныстыруға жол ашты.

Өйткені өсімдіктердің биологиялық алуантүрлілігін сақтау - бір ғана мемлекеттің емес, бүкіл адамзаттың ортақ міндеті.

Мемлекет назарындағы Ботаникалық бақ

Бас ботаникалық бақтың мемлекеттік маңызын айқындайтын маңызды көрсеткіштердің бірі - еліміздің жоғары басшылығы тарапынан көрсетілген ерекше назар.

Осы жылдар ішінде Ботаникалық баққа Қазақстан Республикасының Президенті Қ. К. Тоқаев арнайы келіп, оның дамуымен және атқарылып жатқан жұмыстармен танысты.

Мұндай жоғары деңгейдегі назар Ботаникалық бақтың тек Алматы қаласы үшін ғана емес, бүкіл Қазақстан үшін маңызды ғылыми, табиғи және экологиялық нысан екенін көрсетеді.

Бүгінде қоршаған ортаның қауіпсіздігі, биологиялық алуантүрлілікті сақтау, қалаларды көгалдандыру және өсімдіктердің климаттың өзгеруіне бейімделуі мәселелері барған сайын өзекті бола түсуде.

60 жыл - жаңа белестердің бастауы

Алпыс жыл - өмір жолын саралап, өткенге есеп беретін маңызды кезең. Алайда ғылым мен табиғатты қорғауға, бірегей мекеменің дамуына өмірін арнаған адам үшін бұл - жаңа белестерге бастайтын кезекті кезең.

2008 жылдан бері Г.Т. Ситпаеваның басқаруымен Бас ботаникалық бақ үлкен даму жолынан өтті. Оның ішінде бақ аумағын реконструкциялау және инфрақұрылымды жаңарту, ерекше қорғалатын табиғи аумақ мәртебесін нығайту, заманауи зертханалық базаны дамыту, Астанада филиал ашу, халықаралық байланыстарды кеңейту, өсімдіктер дүниесі саласындағы мемлекеттік саясатты қалыптастыруға атсалысу және Қазақстан өңірлерін көгалдандыруға арналған өсімдіктер тізімін әзірлеу сияқты маңызды жұмыстар жүзеге асырылды.

Әрбір жетістіктің артында үлкен ғылыми ұжымның, мамандардың және жылдар бойы жүргізілген тынымсыз еңбектің тұрғаны сөзсіз. Дегенмен осы өзгерістердің жүзеге асуында Ботаникалық бақты жай ғана өсімдіктер коллекциясы орналасқан аумақ ретінде емес, ғылым, табиғатты қорғау, білім беру және қоғам үшін маңызды заманауи орталық ретінде көре білетін басшылықтың еңбегі ерекше.

Бүгінде Алматыдағы Бас ботаникалық бақ өз дамуын жалғастыруда. Өсімдіктер коллекциясы толықтырылып, ғылыми зерттеулер жүргізілуде, халықаралық байланыстар кеңеюде. Ал бақтың өзі - ғылым мен табиғат, білім мен тарих тоғысатын бірегей мекен болып қала береді.

60 жылдық мерейтой - жылдар бойғы қажырлы еңбекке, өз ісіне деген адалдыққа және Қазақстанның ботаника ғылымының дамуына қосылған үлеске ризашылық білдіретін тамаша мүмкіндік.

Мерейтойдың ең үлкен сыйы - өмірінің талай жылын арнаған ісінің өсімдік секілді тамыр жайып, жылдан-жылға гүлденіп, жаңа ұрпаққа қызмет етіп келе жатқанын көру.

Ботаника институты мен Бас ботаникалық бақтың тарихы - табиғатты сақтау тарихы ғана емес, ол ғылымға, туған жерге және болашаққа деген жауапкершіліктің тарихы.

Институтымыздың дамуына өлшеусіз үлес қосып, ұжымды бір мақсатқа жұмылдыра білген көреген басшымыз мерейтой иесі – Гүлнар Тоқбергенқызын Ботаника және фитоинтродукция институтының ұжымы атынан туған күнімен құттықтап, мықты денсаулық, отбасыңызға бақ – береке, сарқылмас қуат тілейіз. Бастамаларыңыз әрқашан сәтті болып, кәсіби биіктерді бағындыра беріңіз. Еңбегіңіздің жемісін көріңіз!

ОТ ПЕРВЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ К НАУЧНОМУ ПАРТНЕРСТВУ: КАЗАХСТАНСКО-КИТАЙСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Г.Т. СИТПАЕВОЙ

К 60-летию Гульнары Токбергеновны Ситпаевой

Л.А. Димеева

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,
г. Алматы, Казахстан e-mail: lad.geobotany@gmail.com

Одним из важных направлений международной деятельности Института ботаники и фитоинтродукции стало многолетнее научное сотрудничество с китайскими коллегами, прежде всего с Синьцзянским институтом экологии и географии Академии наук КНР. Начавшись в 2009 году с первых рабочих встреч и совместных полевых исследований, оно постепенно переросло в устойчивое научное партнерство, охватывающее изучение аридных экосистем, биоразнообразия, охрану растительного мира и современные подходы к цифровизации научных коллекций. Значительную роль в становлении и развитии этого сотрудничества сыграла Гульнара Токбергеновна Ситпаева.

Впервые делегация Синьцзянского института экологии и географии АН КНР посетила Институт ботаники и фитоинтродукции в 2009 году. В этот период Академия наук Китая выполняла Национальную программу по изменению климата, и коллеги из Урумчи были заинтересованы в участии казахстанских ученых в исследованиях аридных территорий Центральной Азии.

В июне того же года мы вместе с Гульнаррой Токбергеновной были приглашены в Урумчи для обсуждения направлений и задач будущих совместных исследований. Первоначально предполагалось участие нашего Института в качестве одного из направлений уже существующего проекта с коллегами из Института почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова. Однако Гульнара Токбергеновна выступила за самостоятельное ботаническое направление сотрудничества. В результате был подписан трехлетний «Договор Китайско-Казахстанского совместного сотрудничества профильных (зональных) исследований по изменению климата и его влияния на экосистемы аридных территорий Центральной Азии».

Первое знакомство с научной инфраструктурой китайских коллег включало посещение пустынного стационара Фукан (Fukang National Field Scientific Observation and Research Station for Desert Ecosystems) и Турфанского ботанического сада (Turpan Desert Botanical Garden), расположенного на отметке около 95 м ниже уровня моря.

Уже осенью 2009 года состоялась первая совместная экспедиция, а в 2010 и 2011 годах полевые исследования с учеными Синьцзянского института продолжились в Чу-Илийских горах и песках Таукум. Постепенно рабочие контакты стали регулярными: китайские коллеги приезжали в Алматы, сотрудники нашего Института участвовали в рабочих встречах и научных мероприятиях в Китае.



В Синьцзянском Институте экологии и географии, июнь 2009 г. (на фото директор Института проф. Чен Ши (Chen Xi) и зам. директора д-р Джалили Абудувайли Jilili Abuduwaili)



В Турфанском ботаническом саду

Важным этапом стала поездка в Урумчи в 2012 году для участия в Симпозиуме по исследованию биоразнообразия в Центральной Азии. Форум объединил ученых Китая, Казахстана, России, США, Узбекистана, Таджикистана и других стран. Значительное внимание на нем уделялось проблеме инвазионных видов. Именно тогда стало очевидно, насколько актуально это направление и для Казахстана. В дальнейшем изучение чужеродных видов стало неотъемлемой частью исследований при кадастровой оценке растительного мира. Одним из практических результатов этой работы стало издание «Черной книги Алматинской области»; аналогичная работа проводится и для области Улытау.



Участники Симпозиума по исследованию биоразнообразия в Центральной Азии,
г. Урумчи, июнь 2012 г.



На экскурсиях в горах и пустыне

Новый этап сотрудничества был связан с расширением международных контактов в области изучения и сохранения растительного разнообразия. В сентябре 2018 года мы приняли участие в рабочей встрече по разнообразию растительности и охране природы стран Шелкового пути, проходившей в Куньминском ботаническом саду в провинции Юньнань. В ней участвовали представители Китая, Казахстана, России, Таджикистана, Армении, Индии, Иордании, Непала, Мьянмы, Пакистана и Вьетнама.

Такие поездки запоминались не только научными дискуссиями. После встречи мы посетили знаменитый Каменный лес (Stone Forest) — уникальный природный комплекс под открытым небом, познакомились с традициями провинции Юньнань и, конечно, попробовали настоящий пуэр. А возвращение домой едва не превратилось в отдельное приключение: во время незапланированной остановки в Чунцине именно внимательность Гульнары Токбергеновны и ее удивительная способность замечать детали помогли нам вовремя сесть в последний автобус, перевозивший пассажиров нашего рейса из отеля в аэропорт. Уже в Урумчи, имея всего два часа до вылета в Алматы, мы успели встретиться с нашим многолетним коллегой и другом профессором Юаньмином Чжаном (Yuanming Zhang), который в настоящее время возглавляет Синьцзянский институт экологии и географии. Эта короткая встреча стала еще одним подтверждением того, что за годы совместной работы профессиональные контакты переросли в прочные научные и человеческие связи.



Главный корпус Куньминского ботанического сада



Ландшафт «Каменного леса»

Значимым событием стало участие в крупнейшем форуме по Глобальной стратегии сохранения растений, проходившем 28–30 октября 2019 года в Дуцзяньяне, провинция Сычуань. Его основной целью было подведение итогов выполнения 16 глобальных целевых задач Стратегии на период до 2020 года и обсуждение дальнейших направлений сохранения мировой флоры.

Организаторами форума выступили Китайская ассоциация охраны дикорастущих растений (CWPCA) совместно с Глобальным партнерством по сохранению растений (GPPC), Международным советом ботанических садов (BGCI) и Комитетом по биоразнообразию Академии наук Китая. Итогом встречи стала Дуцзяньяньская декларация (Dujiangyan Declaration), подчеркивающая ключевую роль растений в поддержании жизни на Земле, противодействии изменениям климата и обеспечении устойчивого развития. На этом международном форуме Гульнара Токбергеновна представила результаты выполнения задач Глобальной стратегии сохранения растений в Казахстане.

После возвращения в Казахстан работа в этом направлении получила продолжение: была подана заявка на вступление в Международный совет ботанических садов (Botanic Gardens Conservation International), и в 2023 году Институт стал членом этой международной организации.



Доклад на секции по ботаническим садам



С Питером Вайз Джексон (Peter Wyse Jackson) – председателем Глобального партнерства по сохранению растений и президентом Ботанического сада Миссури

Особенно значимым для дальнейшего развития казахстанско-китайского сотрудничества стал 2025 год. Институт ботаники и фитоинтродукции был приглашен к участию в III Международной конференции по сохранению биоразнообразия и устойчивому использованию в аридных землях, проходившей в августе в Кашгаре (Каши), Синьцзян. Главным организатором и инициатором конференции выступил Синьцзянский институт экологии и географии.

Этому событию предшествовало подписание между двумя институтами Соглашения о сотрудничестве и вступлении в Альянс по сохранению биоразнообразия аридных территорий (ВСАА). На конференции Институт ботаники и фитоинтродукции официально вошел в состав Альянса, а Гульнаре Токбергеновне был вручен соответствующий международный сертификат. Участники конференции также приняли рабочую резолюцию, ориентированную на реализацию применительно к уязвимым аридным регионам глобальной цели «30 × 30» Куньминско-Монреальской глобальной рамочной программы в области биоразнообразия.



Подписание Соглашения (5 марта 2023 г.)



Участники конференции (г. Кашгар, Синьцзян, август 2025 г.)



Вручение Международных сертификатов Альянса (BCAA)

Одним из конкретных результатов этой поездки стали рабочие встречи с руководством Синьцзянского института и подписание «Соглашения о сотрудничестве в области оцифровки гербарных образцов и создании платформы для обмена информацией о биоразнообразии в аридных районах Азии». Тем самым сотрудничество, начавшееся с совместных экспедиций и исследований аридных экосистем, вышло на новый уровень, связанный с цифровизацией научных коллекций и международным обменом данными о биоразнообразии.

Сегодня, оглядываясь на более чем пятнадцатилетнюю историю этих отношений, особенно хорошо видно, как отдельные рабочие встречи, экспедиции и конференции постепенно складывались в устойчивое научное партнерство. Во многом этому способствовали инициативность Гульнары Токбергеновны, ее открытость новым направлениям исследований, умение выстраивать профессиональные отношения и сохранять их на протяжении многих лет.

Особенно важно, что сегодня казахстанско-китайское сотрудничество продолжается уже с участием молодых ученых, которые принимают эстафету сложившихся научных связей. Наверное, именно это и является одним из наиболее значимых результатов многолетней деятельности Гульнары Токбергеновны: созданные ею профессиональные контакты не остались отдельными эпизодами, а стали основой для новых совместных исследований, проектов и человеческих отношений.

В год 60-летнего юбилея Гульнары Токбергеновны хочется пожелать ей новых научных идей, интересных встреч и проектов, дальнейшего развития международного сотрудничества и, конечно, еще многих путешествий, из которых рождаются не только яркие воспоминания, но и новые страницы большой совместной научной работы.

ГОДЫ ЛИШЬ СВЯЗУЮЩАЯ НИТЬ....

(К юбилею Гульнары Токбергеновны Ситпаевой)

Н.Г. Гемеджиева

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,
г. Алматы, Республика Казахстан
e-mail: ngemed58@mail.ru

19 сентября 2026 года Гульнару Токбергеновну Ситпаеву со славным юбилеем поздравил дружный и большой коллектив Института ботаники и фитоинтродукции, который она успешно возглавляет на протяжении 18 лет – с 2008 года!

Мне хочется поделиться фрагментами воспоминаний о том времени, когда Гульнара Токбергеновна только появилась в нашей лаборатории растительных ресурсов. В 1998 году, сразу после защиты кандидатской диссертации, она продолжила здесь свою трудовую деятельность в качестве научного сотрудника, а всего через год была удостоена Государственной стипендии для молодых и талантливых ученых.

С приходом Гульнары – молодого, перспективного кандидата наук в лаборатории стали заметно ярче проявляться ее флористические интересы. В нашем старом одноэтажном домике на территории Главного ботанического сада, в котором мы трудились до 2007 года, появились деревянный стеллаж и первые гербарные коллекции видов р. *Artemisia* L., систематизированные по датам и районам сбора. Собственный флорист в штате стал для нас огромной поддержкой: Гульнара всегда с готовностью помогала коллегам в определении видов, сборе и оформлении гербария.

Рабочий кабинет Гульнары, всегда заставленный книгами, постепенно преобразился. На полках, шкафах и подоконниках заметно прибавилось комнатных растений – комната превратилась в настоящую мини-оранжерею, радовавшую всех обитателей своим бурным ростом и цветением.

И самое главное – к Гульнаре потянулся поток коллег и молодых сотрудников, которым еще предстояло защитить диссертации. Приезжали не только специалисты из нашего института, но и ученые из других городов Казахстана. Она всегда оставалась в центре молодежных событий, поддерживала коллег ценным советом, профессиональной консультацией и личным участием.

Гульнара с энтузиазмом окунулась в общественную жизнь лаборатории и начала активно участвовать в экспедициях, параллельно осваивая ресурсоведческие методы. Будучи одним из исполнителей программы: «Международное сотрудничество в области сельскохозяйственных исследований» по проекту: «Изучение растений в Казахстане и сбор генетических ресурсов пшеницы и ячменя с целью улучшения селекции культур» Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы (CIMMYT Mexico), она самостоятельно проводила также ресурсные исследования по бюджетной тематике института.

Гульнара уверенно бралась за любое новое дело, самостоятельно решала возникающие вопросы и всегда двигалась только вперед!

В 2002–2007 гг. мы вместе с Гульнарой были исполнителями проекта МНТЦ К-790 р: «Выявление и идентификация природных продуктов флоры Казахстана для агробиологических целей». Мы делили будни полевых исследований, и Гульнара профессионально определяла и уточняла видовую принадлежность собранных растений. В этот же период коллектив лаборатории выполнял фундаментальные научные программы: «Современное состояние растительных ресурсов Джунгарского Алатау и Алакульской впадины» (2000–2002), «Современное состояние растительных ресурсов хребтов Западный Тарбагатай, Саур, Манрак и их рациональное использование» (2003–2005), а также хоздоговорных проектов по определению запасов колючелистника качимовидного и цистанхе солончаковой, в которых также активно и успешно участвовала Гульнара Ситпаева.

Лаборатория растительных ресурсов стала стартовой площадкой для научного и профессионального взлета многих сотрудников, которые позже продолжили свой путь в образовательной, педагогической и иной сфере, успешно реализуя накопленный в наших стенах опыт. Продолжив с 2005 г. работу в должности Ученого секретаря института, в 2008 году Гульнара возглавила институт, генеральным директором которого она является по настоящее время, встречая этот знаменательный юбилей весомыми и убедительными достижениями.

Мне посчастливилось работать с Гульнарой Токбергеновной не только в стенах родной лаборатории и в рамках международных программ. Я стала свидетелем и участником масштабных проектов и научно-технических программ, реализованных под ее руководством. На моих глазах

происходил ее профессиональный рост, превращение в уверенного, целеустремленного, успешного ученого и мудрого организатора науки. Сегодня она является разработчиком и координатором множества государственных и международных проектов, инициатором создания трех новых лабораторий и перспективных научных направлений.

И все эти годы Гульнара Токбергеновна успешно совмещает колоссальную административную работу с академической деятельностью. Руководство ведущим республиканским научным центром фундаментальной науки о растениях требует огромной ответственности за настоящее и будущее коллектива. Несмотря на это, она продолжает выезжать в экспедиции и научные командировки, готовит новые научные кадры, заботится о преемственности поколений и привлекает в институт перспективную молодежь. Для всех нас она остается внимательным, отзывчивым, неравнодушным, позитивным и харизматичным руководителем, и вместе с тем – красивой, элегантной и стильной женщиной. Кстати, за всю историю существования института, который в 2027 году будет отмечать 95-летний юбилей, женщин-руководителей было трое: к.б.н. З.В. Кубанская (1958–1960 гг.), д.б.н. Г.К. Бижанова (2005–2007 гг.) и вот уже 18 лет – доктор биологических наук, академик КазНАЕН Гульнара Токбергеновна Ситпаева.

Программа Круглого стола: «Развитие ботанической науки Казахстана», посвященного юбилею нашего генерального директора, емко и логично отразила ключевые результаты ее 18-летнего лидерства, вдохновения и преданного служения науке. Темы представленных докладов говорят сами за себя:

- банк семян – основа сохранения растительного генофонда;
- биоцентр – от идеи к результату;
- создание и развитие Астанинского ботанического сада;
- образование и экопросвещение через любовь к Главному ботаническому саду.

Ареал позитивного влияния научной деятельности Гульнары Токбергеновны давно вышел за пределы нашей страны. Благодаря ее оптимизму, умелому руководству и дальновидности институт динамично развивается, укрепляя свои позиции в международном научном сообществе. Преданность избранному делу, активная жизненная позиция, масштабная научная и общественная деятельность в сочетании с шармом и женским обаянием вызывают глубокое уважение и восхищение!

Мы от всей души желаем Гульнаре Токбергеновне крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, творческого вдохновения, достижения всех поставленных целей, надежного окружения, счастья, благополучия и долгих лет активной, насыщенной жизни!

Годы – не богатство, не утрата, годы лишь связующая нить для того, кто может улыбаться, и надеяться, и верить, и любить!

ПУТЬ ОТ УВЛЕЧЁННОСТИ К БОЛЬШОМУ ЛИДЕРСТВУ

Г.М. Кудабоева

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,
г. Алматы, Казахстан e-mail: kgm_anita@mail.ru

В канун дня рождения Гульнары Токбергеновны от всей души хочется поздравить её с юбилейной датой! В такие даты всегда хочется оглянуться назад, вспомнить начало профессионального пути, первые шаги в науке, рабочие и жизненные ситуации, в которых уже тогда ярко проявлялись характер, личностные качества и тот большой организаторский талант, который впоследствии стал одной из отличительных черт Гульнары Токбергеновны.

Наше первое знакомство с Гульнарой Токбергеновной состоялось ещё в годы её обучения в аспирантуре – в 1995–1998 годах. В то время она работала в лаборатории флоры, и именно здесь проходил важный этап её научного и профессионального становления.

Результатом этих лет стала успешная защита кандидатской диссертации Ситпаевой Г.Т. на тему «Анализ флоры Тургайского прогиба» по специальности 03.00.05 — Ботаника, выполненной под руководством выдающегося ботаника М.С. Байтенова.

Для многих из нас те годы остались в памяти как совершенно особый, светлый период. Мы все были учениками Муслима Смаиловича и работали как одна большая, дружная семья.

Особенно хочется вспомнить ту неповторимую атмосферу, которая царила в лаборатории. У Муслима Смаиловича был свой, удивительно мудрый подход к подготовке молодых учёных. Он никогда не ограничивал работу аспиранта только рамками его диссертационной темы. С первых дней молодой исследователь вовлекался в обсуждение общих научных вопросов, учился спорить, анализировать результаты коллег и видеть проблему шире собственного исследования.

Постоянные научные беседы, экспедиционные выезды, обсуждения и доверительное общение за чашкой чая стали неотъемлемой частью нашей общей жизни. Именно в такой открытой и ежедневной совместной работе, наверное, и передавался от старших коллег к молодым тот бесценный опыт, который невозможно получить только из книг.

А молодые специалисты, в свою очередь, приносили в коллектив энергию, инициативу, свежий взгляд и смелые идеи. Так формировалась та самая преемственность поколений, которую мы сегодня особенно ценим. Мне кажется, что именно эта байтеновская школа стала прочным фундаментом профессионального пути Гульнары Токбергеновны.

Уже тогда, будучи аспиранткой, она заметно выделялась своим отношением к делу. Гульнара Токбергеновна всегда была ответственным человеком: к любой порученной работе относилась серьёзно, не проходила мимо сложных вопросов и стремилась разобраться в них до конца. Если она бралась за задачу, мы знали: дело обязательно будет доведено до конца.

При этом она умела гармонично работать в коллективе, искренне уважала коллег и одновременно сохраняла внутреннюю самостоятельность в принятии решений. Думаю, именно в те годы начали складываться качества, которые впоследствии помогли ей стать сильным, авторитетным и уважаемым руководителем: ответственность, целеустремлённость, решительность и вместе с тем внимание к людям.

Оглядываясь сегодня на пройденный путь, понимаешь, сколько всего произошло с тех пор. Жизнь не раз испытывала Гульнару Токбергеновну на прочность, и каждый новый этап требовал принятия порой очень непростых, а иногда и кардинальных решений.

Особенно ярко её лидерские качества проявились в годы работы директором Института. Наверное, именно в сложных и неожиданных ситуациях лучше всего раскрывается характер человека – его выдержка, способность не растеряться, взять на себя ответственность и найти решение.

Гульнара Токбергеновна была именно таким руководителем. Она не стремилась обходить трудности стороной, а бралась за них, объединяла людей и вместе с коллективом искала выход.

Особенно хорошо это проявилось в ситуации, когда стало известно, что Республику Казахстан на международной специализированной выставке EXPO-2016 в Анталье «Цветы и дети» будет представлять Институт ботаники и фитоинтродукции. До открытия выставки оставалось всего несколько месяцев, а сделать предстояло очень многое.

Нужно было разработать общую концепцию павильона Казахстана, определить содержание экспозиции, собрать необходимые материалы, подготовить их к выставке, решить вопросы доставки и размещения – и всё это в максимально сжатые сроки.

Гульнара Токбергеновна сумела объединить вокруг этой работы сотрудников Института и ботанические сады республики. Каждый был подключён к общему делу, а из множества отдельных задач постепенно стала складываться единая экспозиция Казахстана.

Ежедневные рабочие совещания, чёткое распределение обязанностей, определение сроков, постоянный контроль и оперативное решение возникающих вопросов позволили организовать работу коллектива слаженно и эффективно.

И только теперь, спустя десять лет, по-настоящему понимаешь, какая огромная ответственность тогда лежала на руководителе.

Результат этой работы оказался достойным: павильон Казахстана занял 3-е место среди 54 стран, а сама экспозиция была отмечена как одна из наиболее информативных. Для нашего Института это было не просто участие в международной выставке. Это была возможность достойно представить научный и профессиональный потенциал казахстанской ботаники.

Таких сложных ситуаций в профессиональной жизни Гульнары Токбергеновны было немало. Но, пожалуй, одним из самых важных результатов её деятельности стало формирование команды единомышленников – людей, которые умеют доверять друг другу, поддерживать коллег в трудные моменты и вместе искать выход из непростых ситуаций.

Особого внимания заслуживает ещё одна сторона её деятельности – отношение к становлению молодых специалистов. Какие бы программы ни выполнялись в Институте, одной из приоритетных задач для неё всегда оставалось привлечение молодых исследователей к научной работе.

Мне кажется, здесь сказался и её собственный профессиональный опыт. Она сама начинала свой путь молодым исследователем и хорошо знает, насколько важны первые годы профессионального становления. Поэтому к молодым коллегам Гульнара Токбергеновна всегда относится не формально, а с пониманием и заинтересованностью.

Для неё забота о молодых специалистах – не просто одна из должностных задач. Это забота о будущем Института, сохранении научных традиций и преемственности поколений.

Поздравляя Вас с юбилеем, хочется пожелать крепкого здоровья, благополучия и новых сил для реализации всех намеченных планов.

МРНТИ 34.31.01

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-18-24

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. САТПАЕВ ОБЛАСТИ УЛЫТАУ

Р.С. Ахметов*, Д. А. Досманбетов, Ж.С. Дуkenov, Ж.К. Рахымбеков, Е.М. Каспакбаев, А.Н.
Бектурганов, М.А. Уашев

Алматинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного
хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», г. Алматы, Республика Казахстан
e-mail: los-almaty@mail.ru

Аннотация: в условиях аридного климата Улытауской области озеленение промышленных городов имеет ключевое значение для экологического баланса и качества городской среды. Цель исследования – анализ таксономического состава и количественного распределения древесно-кустарниковых пород в озеленении г. Сатпаев. В 2025 году проведена инвентаризация зелёных насаждений методом сплошного пересчёта. Всего учтён 51 737 экземпляр, относящийся к 71 виду. Установлено абсолютное доминирование вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* Jacq.) – 54,46% (28 175 шт.), что создаёт риски утраты насаждений при болезнях или вредителях. Второстепенные доминанты: клён американский (*Acer negundo* L.) (10,04%), тополь итальянский (*Populus italica* (Du Roi) Moench) (4,34%), ясень высокий (*Fraxinus excelsior* L.) (4,12%), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) (3,09%). Восемь ведущих пород составляют около 83% всех насаждений, что свидетельствует о низком таксономическом разнообразии основной массы озеленения. Для повышения устойчивости зелёного фонда рекомендовано увеличение доли местных засухоустойчивых видов и обогащение видового состава.

Ключевые слова: инвентаризация зелёных насаждений, древесно-кустарниковые породы, количество, процент.

Введение

В Казахстане принята Концепция перехода на устойчивое развитие и разработан экологический Кодекс правовых норм в сфере экологизации. В связи с этим радикально изменяется отношение к зеленому строительству. Озеленение является не только неотъемлемой частью градостроительства, но и важнейшим средообразующим компонентом урбгеосистемы и ее устойчивого развития.[1]

Повышение материального и культурного уровня жизни населения находит отражение и в вопросах благоустройства города, где зеленые насаждения играют важную роль в формировании в них нормальных условий проживания, соответствующего ландшафтного и эстетического облика. [2].

Зеленым насаждениям в регулировании микроклимата города принадлежит не менее важная роль, чем собственно городской застройке. Деревья и кустарники обеспечивают значительное снижение скорости ветра, дают высокую степень затенения территории, тонизируют воздух и повышает его влажность, выделяют кислород и биоциды, поглощают окислы азота, серы, углерода и осаживают пыль, а также оказывают благоприятное воздействие на людей. В этой связи зеленые насаждения города должны быть взяты на учет, и содержаться надлежащим образом. Для этого, в первую очередь, необходимо проведение инвентаризационных работ, целью которой является определение состава, структуры и современного состояния зеленых насаждений, создания банка данных и карт-схем их размещения. Поэтому данная работа необходима для улучшения состояния созданных насаждений, их декоративных и функциональных качеств. [3]

Проблема озеленения городов в аридных и континентальных районах Казахстана, к которым относится Улытауская область, является одной из ключевых в сохранении экологического баланса и улучшении качества городской среды. Город Сатпаев, как крупный промышленный центр региона, испытывает повышенную техногенную нагрузку, что требует

детального изучения структуры и состояния его зеленых насаждений для оптимизации озеленительной политики.

Согласно Правил создания, содержания и защиты зеленых насаждений области Ылытау. Решение маслихата области Ылытау от 06.10.2023 № 66 используются следующие понятия:

- лесопатологическое обследование зеленых насаждений – специальное обследование на наличие вредителей (насекомых), выявление наличия признаков и очагов болезней, признаков поражения грибковыми заболеваниями (паразитами) стволов, корневой системы и кроны. Если насаждения поражены болезнями более чем на 50 (пятидесяти) %, то они подлежат обязательной вырубке;

- инвентаризация зеленых насаждений (подеревный пересчет) – комплекс мероприятий по учету объектов озеленения с подробным описанием количественных и качественных характеристик, а также графическое отображение каждого элемента озеленения на плановой основе.

Проведение работ по инвентаризации и лесопатологическое обследование зеленых насаждений г. Сатпаев проводилась силами специалистов ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана» в 2025 году на всей территории города Сатпаев (Рисунок 1).

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступили зеленые насаждения в границах города. Учет количества деревьев и кустарников проводился методом сплошного пересчета с распределением по породам. Доля каждой породы рассчитывалась относительно общего числа учтенных растений.



а



б

Рисунок 1 – Инвентаризация зеленых насаждений г. Сатпаев (область Ылытау)

Всего на территории г. Сатпаев было инвентаризировано 51 737 экземпляров, относящихся к 71 виду и разновидности из различных родов и семейств. Доля каждой породы рассчитывалась относительно общего числа учтенных растений. (Таблица 1).

Таблица 1 - Наименование древесно-кустарниковых пород и их количество произрастающих на территории г. Сатпаев

№ п/п	Наименование породы	Количество, шт./пог.м.	% от общего количества
1	2	3	4
Древесно-кустарниковые породы			
1	<i>Armeniaca</i> Абрикос (сортовой)	292	0,564

№ п/п	Наименование породы	Количество, шт./пог.м.	% от общего количества
1	2	3	4
2	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach Айва японская	1	0,002
3	<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A. Chev. Акация белая	5	0,010
4	<i>Caragana arborescens</i> Lam. (Карагана древовидная) Акация желтая	1431	2,766
5	<i>Berberis vulgaris</i> L. Барбарис обыкновенный	4	0,008
6	<i>Betula pendula</i> Roth Береза повислая	279	0,539
7	<i>Betula pubescens</i> Ehrh. Береза пушистая	47	0,091
8	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco Плоскоцветочник восточный	5	0,010
9	<i>Ligustrum vulgare</i> L. Бирючина обыкновенная	74	0,143
10	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall. Боярышник кроваво-красный	223	0,431
11	<i>Sambucus nigra</i> L. Бузина черная	2	0,004
12	<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Loisel. Вишня войлочная	2	0,004
13	<i>Cerasus vulgaris</i> Mill. Вишня обыкновенная	758	1,465
14	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq. Вяз мелколистный	28175	54,458
15	<i>Ulmus glabra</i> Huds. Вяз голый	1531	2,959
16	<i>Pyrus communis</i> L. Груша обыкновенная	6	0,012
17	<i>Quercus robur</i> L. Дуб черешчатый	7	0,014
18	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst. Ель европейская	9	0,017
19	<i>Picea pungens</i> Engelm. Ель колючая	66	0,128
20	<i>Picea pungens f. glauca</i> (Regel) Beissn. Ель колючая (форма голубая)	186	0,360
21	<i>Picea obovata</i> Ledeb. Ель сибирская	119	0,230
22	<i>Picea schrenkiana</i> Fisch. & C.A. Мей. Ель Шренка (Тянь-Шанская)	65	0,126

1	2	3	4
23	<i>Lonicera tatarica</i> L. Жимолость татарская	37	0,072
24	<i>Rhamnus cathartica</i> L. Жостер слабительный	2	0,004
25	<i>Salix</i> sp. Ива	684	1,322
26	<i>Salix</i> sp. Ива	1	0,002
27	<i>Salix viminalis</i> L. Ива прутовидная	28	0,054
28	<i>Amelanchier ovalis</i> Medik. Ирга овальная	33	0,064
29	<i>Viburnum opulus</i> L. Калина обыкновенная	10	0,019
30	<i>Catalpa bignonioides</i> Walter Катальпа бигнониевидная	47	0,091
31	<i>Aesculus hippocastanum</i> L. Конский каштан обыкновенный	1	0,002
32	<i>Acer campestre</i> L. Клен полевой	6	0,012
33	<i>Acer ginnala</i> Maxim. ex Rupr. Клён гиннала	5	0,010
34	<i>Acer tataricum</i> L. Клен татарский	10	0,019
35	<i>Acer negundo</i> L. Клен американский	5196	10,043
36	<i>Grossularia uva-crispa</i> (L.) Mill. Крыжовник обыкновенный	2	0,004
37	<i>Tilia cordata</i> Mill. Липа сердцевидная	5	0,010
38	<i>Larix sibirica</i> Ledeb. Лиственница сибирская	14	0,027
39	<i>Elaeagnus commutata</i> Bernh. ex Rydb. Лох смешиваемый	1110	2,145
40	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. Лох узколистный	46	0,089
41	<i>Juniperus communis</i> L. Можжевельник обыкновенный	66	0,128
42	<i>Hippophae rhamnoides</i> L. Облепиха крушиновидная	19	0,037
43	<i>Populus tremula</i> L. Осина обыкновенная (Тополь дрожащий)	19	0,037
44	<i>Physocarpus</i> Пузыреплодник	4	0,008
45	<i>Sorbus aucuparia</i> L. Рябина обыкновенная	5	0,010

1	2	3	4
46	<i>Syringa vulgaris</i> L. Сирень обыкновенная	1597	3,087
47	<i>Prunus domestica</i> L. Слива домашняя	129	0,249
48	<i>Ribes aureum</i> Pursh Смородина золотистая	285	0,551
49	<i>Ribes rubrum</i> L. Смородина красная	137	0,265
50	<i>Ribes nigrum</i> L. Смородина черная	90	0,174
51	<i>Pinus sylvestris</i> L. Сосна обыкновенная	495	0,957
52	<i>Pinus sibirica</i> Du Tour Сосна сибирская	5	0,010
53	<i>Spiraea media</i> Schmidt Спирея средняя	1	0,002
54	<i>Rhus typhina</i> L. Сумах пушистый	2	0,004
55	<i>Tamarix</i> Гребенщик	905	1,749
56	<i>Populus balsamifera</i> L. Тополь бальзамический	8	0,015
57	<i>Populus alba</i> L. Тополь белый	516	0,997
58	<i>Populus italica</i> (Du Roi) Moench Тополь итальянский	2247	4,343
59	<i>Populus nigra</i> L. Тополь черный	1179	2,279
60	<i>Thuja occidentalis</i> L. Туя западная	66	0,128
61	<i>Thuja occidentalis</i> 'Columna' Туя западная 'колоновидная'	30	0,058
62	<i>Padus avium</i> Mill. Черемуха обыкновенная	22	0,043
63	<i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss Чингиль серебристый	1	0,002
64	<i>Philadelphus</i> Чубушник (жасмин)	2	0,004
65	<i>Morus alba</i> L. Шелковица белая	14	0,027
66	<i>Morus nigra</i> L. Шелковица черная	2	0,004
67	<i>Rosa</i> sp. Шиповник	511	0,988
68	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh. Яблоня домашняя	108	0,209
69	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh. Яблоня ягодная	329	0,636

1	2	3	4
70	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall Ясень пенсильванский	290	0,561
71	<i>Fraxinus excelsior</i> L. Ясень высокий	2129	4,115
Итого:		51737	100

Анализ данных, представленных в таблице 1, позволяет охарактеризовать современное состояние зеленого фонда города Сатпаев. Общее количество учтенных деревьев и кустарников на его территории составляет 51 737 экземпляров, при этом видовой состав включает 71 вид древесно-кустарниковых пород. Столь широкий спектр растений свидетельствует о значительном биоразнообразии и, вероятно, о целенаправленной политике озеленения, проводимой на протяжении длительного времени.

Вместе с тем видовое распределение насаждений отличается крайней неравномерностью и выраженной монодоминантностью. Более половины всех зеленых насаждений (54,46%) представлено единственным видом – вязом мелколистным (*Ulmus parvifolia*), численность которого достигает 28 175 экземпляров. Подобная структура создает серьезные риски для устойчивости городского озеленения: в случае вспышки специфических заболеваний (например, голландской болезни вязов) или массового размножения вредителей, таких как ильмовый листоед, может быть утрачена значительная часть древостоя.

Основной костяк насаждений, помимо вяза, формируют еще несколько видов. Клен американский (*Acer negundo*) насчитывает 5 196 шт. (10,04%), тополь итальянский (*Populus italica*) – 2 247 шт. (4,34%), ясень высокий (*Fraxinus excelsior*) – 2 129 шт. (4,12%), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*) – 1 597 шт. (3,09%), акация желтая (*Caragana arborescens*) – 1 431 шт. (2,77%), тополь черный (*Populus nigra*) – 1 179 шт. (2,28%) и лох серебристый (*Elaeagnus commutata*) – 1 110 шт. (2,15%). В совокупности эти восемь видов вместе с вязом мелколистным составляют около 83% всех насаждений, что указывает на достаточно низкое таксономическое разнообразие в основной массе озеленительных посадок, несмотря на общее число представленных видов.

Обращает на себя внимание значительное присутствие плодовых культур. Так, вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris*) насчитывает 758 шт., Яблоня ягодная (*Malus baccata*) – 329 шт., абрикос сортовой (*Armeniaca*) – 292 шт., смородина золотистая (*Ribes aureum*) – 285 шт., слива домашняя (*Prunus domestica*) – 129 шт., смородина красная (*Ribes rubrum*) – 137 шт., смородина черная – 90 шт. Данный факт может свидетельствовать как о наличии частных придомовых садов и садоводческих товариществ, так и о целенаправленном использовании плодово-ягодных пород в общественном озеленении.

Хвойные породы, напротив, представлены в значительно меньшем количестве, что в целом характерно для городских насаждений степной и полупустынной зоны. Наибольшую численность среди них имеет сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) – 495 шт., тогда как ель колючая голубая (*Picea pungens* f. *Glauca*) насчитывает 186 шт., ель сибирская (*Picea obovata*) – 119 шт., туя западная (*Thuja occidentalis*) и можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) – по 66 шт., ель Шренка – 65 шт. Несмотря на незначительную долю, хвойные породы выполняют важную декоративную функцию, особенно в зимний период, и обогащают общий видовой состав.

Ряд видов представлен единичными экземплярами (от 1 до 10 шт.), среди которых айва японская (*Chaenomeles japonica*), бузина черная (*Sambucus nigra*), Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*), Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), чингиль серебристый (*Halimodendron halodendron*) и другие. Подобные растения, скорее всего, выполняют роль экзотических акцентов в парковых зонах, скверах или ботанических коллекциях и не оказывают существенного влияния на общую структуру насаждений.

Заключение

Зеленый фонд города Сатпаев характеризуется высоким уровнем видового богатства (71 вид), однако при этом наблюдается крайне неравномерное количественное распределение пород с абсолютным доминированием вяза мелколистного, что создает потенциальную уязвимость к биологическим угрозам. Наряду с этим значительная доля плодово-ягодных и декоративных кустарников разнообразит структурную организацию насаждений, а низкая доля хвойных пород является типичной для климатических условий региона. Для повышения устойчивости и снижения рисков, связанных с монодоминантностью, будущие программы озеленения должны предусматривать увеличение доли других адаптированных видов и дальнейшее обогащение таксономического разнообразия.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан «Об охране окружающей среды». – Алматы: Экоспутник – 1997.- 1-6 с.
2. Концепция научного обеспечения и формирования инновационной системы агропромышленного комплекса Республики Казахстан, 2005 -19-20 с.
3. Виноградов В. Н. Проблемы охраны природы и рационального использования природных ресурсов // Лесное хозяйство. – М. – 1984, № 1.- 40-42 с.

MPHTI: 34.29.35

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-25-33

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ РЕДКОГО ВИДА *ZABELIA CORIMBOSA* (REGEL ET SCHMALH.) MAKINO В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КИРГИЗСКОГО АЛАТАУ

Б.К. Билибаева

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,

г. Алматы, Республика Казахстан

e-mail: botik_86@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты комплексного полевого исследования пространственного распределения, эколого-ценотических особенностей и вертикального высотного диапазона произрастания редкого реликтового представителя флоры Казахстана – кустарника *Zabelia corymbosa* (Regel et Schmalh.) Makino. Основное внимание в рамках исследовательской работы уделено глубокому изучению современных локальных популяций данного исчезающего эндемичного и реликтового вида в географических пределах западной части хребта Киргизский Алатау, который представляет собой важнейший ботанический регион и очаг биоразнообразия в Центральной Азии. Установлены новые местонахождения вида в ущельях Арасай, Бактеген, Ойранды и Жаланащай. Уточнены границы распространения вида в Казахстанской части ареала, особенности его экологической приуроченности и высотный диапазон произрастания в ущельях: Ойранды, Карақыстақ, Мерке и Жаланащай. Анализ подтверждает приуроченность вида к каменистым субстратам и позволяет разработать рекомендации по охране данного исчезающего эндемика Южного Казахстана. Данные исследования вносят существенный вклад в понимание биогеографии Тянь-Шаня и динамики реликтовых видов, указывая на строгую экологическую избирательность *Zabelia corymbosa* к условиям высокогорья. Детальное описание сопутствующих видов и структуры ценопопуляций критически важно для актуализации кадастров растительного мира. Практическая значимость работы заключается в научном обосновании мер по сохранению уязвимых экосистем и расширению охраняемых территорий.

Ключевые слова: *Zabelia corymbosa*, Киргизский Алатау, редкие виды, Красная книга, Тянь-Шань, реликт.

ҚЫРҒЫЗ АЛАТАУЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНДЕГІ СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН *ZABELIA CORIMBOSA* (REGEL ET SCHMALH.) ТҮРІНІҢ ҚАЗІРГІ ТАРАЛУЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚБЕЙІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан флорасының сирек кездесетін реликті өкілі – *Zabelia corymbosa* (Regel et Schmalh.) Makino бұтасының кеңістіктік таралуын, экологтық-ценоздық ерекшеліктерін және өсуінің тік биіктік диапазонын кешенді далалық зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеу жұмысы аясында негізгі назар Орталық Азиядағы аса маңызды ботаникалық аймақ және биоалуантүрлілік ошағы болып табылатын Қырғыз Алатауы жотасының батыс бөлігінің географиялық шекараларында осы жойылып бара жатқан эндемиктік және реликтік түрдің қазіргі жергілікті популяцияларын терең зерттеуге аударылған. Түрдің Арасай, Бактеген, Ойранды және Жаланащай шатқалдарындағы жаңа мекендеу орындары анықталды. Түрдің ареалдың қазақстандық бөлігіндегі таралу шекаралары, оның экологиялық бейімділігінің ерекшеліктері және Ойранды, Қарақыстақ, Меркі және Жаланащай шатқалдарындағы өсуінің биіктік диапазоны нақтыланды. Талдау түрдің тасты субстраттарға бейімділігін растайды және Оңтүстік Қазақстанның осы жойылып бара жатқан эндемигін қорғау бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді. Бұл зерттеулер *Zabelia corymbosa* түрінің биік таулы жағдайларға қатаң экологиялық таңдамалылығын көрсете отырып, Тянь-Шань биогеографиясын және реликті түрлердің динамикасын түсінуге елеулі үлес қосады. Ілеспе түрлер мен ценопопуляциялар құрылымының егжей-тегжейлі сипаттамасы өсімдіктер әлемінің кадастрларын өзектендіру үшін өте маңызды. Жұмыстың практикалық маңыздылығы осал экожүйелерді сақтау және қорғалатын аумақтарды кеңейту жөніндегі шараларды ғылыми негіздеуде жатыр.

Түйін сөздер: *Zabelia corymbosa*, Қырғыз Алатауы, сирек кездесетін түрлер, Қызыл кітап, Тянь-Шань, реликт.

CURRENT DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL ADAPTATION OF THE RARE SPECIES *ZABELIA CORIMBOSA* (REGEL ET SCHMALH.) IN THE KAZAKHSTAN SECTION OF THE KYRGIZ ALATAU

Abstract. This paper presents the results of a comprehensive field study of the spatial distribution, ecological and community characteristics, and vertical altitudinal range of a rare relict species of Kazakhstan's flora—the shrub *Zabelia corymbosa* (Regel et Schmalh.) Makino. The research focused primarily on an in-depth study of the current local populations of this endangered endemic and relict species within the western part of the Kyrgyz Alatau Range, which constitutes a major botanical region and a biodiversity hotspot in Central Asia. New locations of the species have been identified in the Arasay, Baktegen, Oirandy, and Zhalanashsay gorges. The boundaries of the species' distribution in the Kazakhstani part of its range, the characteristics of its ecological association, and its altitudinal range in the Oirandy, Karakystak, Merke, and Zhalanashsay. The analysis confirms the species' association with rocky substrates and allows for the development of recommendations for the conservation of this endangered endemic species of Southern Kazakhstan. The findings of this study make a significant contribution to our understanding of the biogeography of the Tien Shan and the dynamics of relict species, highlighting the strict ecological selectivity of *Zabelia corymbosa* toward high-altitude conditions. A detailed description of associated species and the structure of plant communities is critical for updating flora inventories. The practical significance of this work lies in providing a scientific basis for measures to conserve vulnerable ecosystems and expand protected areas.

Keywords: *Zabelia corymbosa*, Kyrgyz Alatau, rare species, Red List, Tien Shan, relict.

Целью исследования являлось изучение современного распространения, экологической приуроченности и особенностей растительных сообществ с участием *Zabelia corymbosa* в Казахстанской части Киргизского Алатау.

Введение. Согласно ботанико-географическому районированию Казахстана, Киргизский (Кыргызский) Алатау относится к Сахаро-Гобийской пустынной области, Ирано-туранской подобласти, Джунгаро-северотяньшаньской провинции, Киргизской горной подпровинции [1].

Сохранение редких и исчезающих видов растений является одной из приоритетных задач современной ботаники и природоохранной деятельности. Особое значение имеют реликтовые виды, сохранившиеся с предыдущих геологических эпох и являющиеся индикаторами устойчивости природных экосистем.

Одним из таких объектов является *Zabelia corymbosa* (Regel et Schmalh.) Makino – Забелия щитковидная из семейства Caprifoliaceae Juss. – этот вид относится к числу редких реликтовых кустарников флоры Казахстана и включена в Красную книгу Казахской ССР, в Красную книгу Республики Казахстан (статус – III категория) [2, 3]. Она также включена в Красную книгу Жамбылской области [4] и в Красный список Международного союза охраны природы (МСОП) [5]. *Zabelia corymbosa* – является эндемичным растением Тянь-Шаня и Памиро-Алая.

Казахстанская часть хребта Киргизского Алатау служит для *Zabelia corymbosa* северной границей ее распространения, где популяции вида испытывают значительный антропогенный прессинг. В условиях усиливающегося антропогенного воздействия на природные экосистемы региона актуальным становится изучение современного состояния популяций вида, уточнение его ареала и разработка мер по сохранению.

Объектом исследования являлся редкий реликтовый кустарник *Zabelia corymbosa* (рисунок 1) – медленно растущий сильноветвистый кустарник, теплолюбивый, высотой 3-4 м, обитающий на щебнистых склонах различной экспозиции среди арчевников и ореховых лесов в подпоясе настоящих (1000–1500 м) и луговых степей (1500–1900 м) степного пояса. По данным Б.А. Винтерголлера изучаемый вид растет по каменистым и скалистым склонам на высоте 1300-2000 метров над уровнем моря [6].

Установлено, что *Zabelia corymbosa* является эндемиком Тянь-Шаня и встречается только на территории Казахстана и Кыргызстана. В Казахстане ранее вид был известен из ущелий Каинды, Чалсу, Талдыбулак, Каракыстак и Мерке, где отмечены рощицы, занимающие площадь около 50 га [7, 8]. Анализ гербарных коллекций и результаты экспедиционных выездов позволили существенно дополнить сведения о географии вида.

Материалы и методы. Описание растительных сообществ с участием изучаемого объекта производилось с использованием традиционных методов полевых геоботанических исследований [9, 10].

В процессе исследований и обработки, полученного материала использовались классические ботанические (маршрутно-рекогносцировочный; эколого-систематический; эколого-географический) методы. Сбор гербария осуществлялся по методике Скворцова А.К. [11].

Для идентификации собранного материала были использованы следующие фундаментальные флористические сводки: «Флора СССР» [12], «Флора Казахстана» [13], «Флора Киргизской ССР» [14], «Определитель растений Средней Азии» [15].

При обосновании охраны редких и исчезающих видов использованы: «Красная книга Казахской ССР», «Красная книга Казахстана» [3], «Красная книга Жамбылской области» [4], «Красная книга Киргизской ССР» [16].



Рисунок 1 – *Zabelia corymbosa*

Результаты и обсуждения. В ходе проведённых исследований на территории Жамбылской области (Меркенского и Луговского района) впервые обнаружены новые местонахождения вида в ущельях Арасай, Бактеген, Ойранды и Жаланашсай, что существенно расширяет сведения о распространении вида в северной части его ареала. Также были обследованы ущелья Каракыстак, Мерке, Каинды.

Исследование экологической приуроченности показало, что высотный диапазон произрастания *Zabelia corymbosa* в западной части Киргизского Алатау шире, чем предполагалось ранее, и колеблется в пределах от 1100 до 2500 метров над уровнем моря. При этом оптимальными условиями, где вид доминирует и формирует плотные заросли, является высотный интервал 1450–1750 метров над уровнем моря.

Вид приурочен преимущественно к сухим каменистым и щебнистым склонам различной экспозиции в условиях горностепного и лугово-степного поясов. Наиболее часто растения встречаются на хорошо дренированных субстратах с низкой мощностью почвенного горизонта.

Что касается экспозиционной приуроченности, *Zabelia corymbosa* демонстрирует высокую пластичность по отношению к пространственной ориентации склонов. Она зафиксирована на северо-западных склонах ущелья Ойранды, южных каменистых склонах ущелья Каракыстак, западных щебнистых участках ущелья Мерке и северо-восточных склонах ущелья Жаланашсай (таблица 1).

Таблица 1 – Экспозиционная приуроченность изучаемого вида на склонах разной пространственной ориентации

Ущелье Ойранды	Ущелье Каракыстак	Ущелье Мерке	Ущелье Жаланапсай
Северо-западный склон	Южный склон	Западный склон	Северо-восточный склон
1460-1682 м над ур. моря	1100-1190 м над ур. моря	1120-2500 м над ур. моря	1390-1756 м над ур. моря

Высотное распределение популяций *Zabelia corymbosa* в исследованных ущельях Киргизского Алатау охватывает общий диапазон от 1090 до 2500 метров над уровнем моря. Наибольшая экологическая пластичность и самый широкий вертикальный градиент (амплитуда 1410 м) отмечены в ущелье Мерке, тогда как в ущелье Каракыстак популяция локализована в узком низкогорном поясе.

Вертикальная зональность является ключевым фактором, определяющим границы распространения и структуру растительных сообществ в горных экосистемах. В ходе исследований на территории Киргизского Алатау были зафиксированы точные высотные параметры произрастания популяций *Zabelia corymbosa* в четырех ключевых ущельях: Ойранды, Каракыстак, Мерке и Жаланапсай. Полученные данные свидетельствуют о значительной вариативности экологических ниш вида в зависимости от орографических и микроклиматических особенностей конкретных локаций.

Для систематизации данных и выявления общих закономерностей был проведен анализ распределения точек фиксации *Zabelia corymbosa* (таблица 2).

Таблица 2 – Морфометрические показатели высотных диапазонов *Zabelia corymbosa*

№ п/п	Ущелье	Минимальная высота (м н. у. м.)	Максимальная высота (м н. у. м.)	Вертикальная амплитуда (м)	Количество зафиксированных точек
1.	Каракыстак	1100	1190	90	8
2.	Мерке	1090	2500	1410	13
3.	Жаланапсай	1390	1756	366	9
4.	Ойранды	1460	1682	222	13

В ущелье Каракыстак популяция характеризуется наиболее узким, локализованным типом распределения. Все зарегистрированные точки (1100, 1120, 1130, 1140, 1144, 1150, 1180 и 1190 м н.у.м.) сосредоточены в пределах предгорной зоны с амплитудой всего 90 метров. Это может указывать на жесткую приуроченность вида к конкретному экологическому ценозу или на наличие геоморфологических барьеров, ограничивающих продвижение вверх по склону (рисунок 2).



Рисунок 2 – Высотный диапазон в ущелье Каракыстак

Популяция в ущелье Мерке демонстрирует максимальный адаптивный потенциал и занимает самый широкий вертикальный диапазон. Вид встречается от низкогорий (1090, 1120, 1140, 1193 м) через среднегорный пояс (1350, 1385, 1490, 1500, 1640, 1661, 1684 м) вплоть до высокогорных ландшафтов на отметках 2200 и 2500 м н.у.м. Столь выраженная непрерывность и протяженность свидетельствуют о высокой экологической валентности *Zabelia corymbosa* в данном районе (рисунок 3).

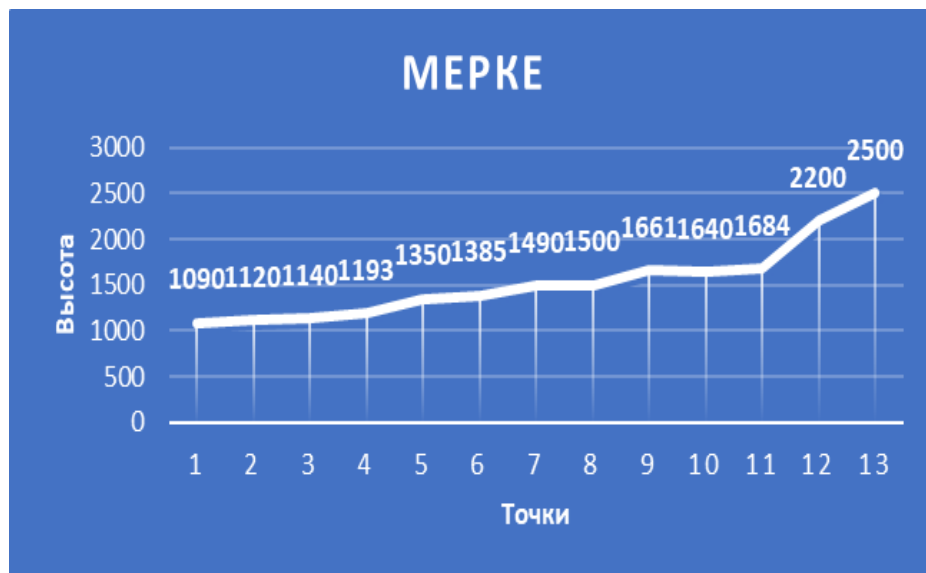


Рисунок 3 – Высотный диапазон в ущелье Мерке

В ущелье Жаланапсай – здесь вид стабильно осваивает средний горный пояс в интервале от 1390 до 1756 м н.у.м. Основное ядро популяции зафиксировано на высотах 1597–1666 м (1597, 1600, 1615, 1620, 1666 м), с единичными выходами на нижнюю (1390, 1470 м) и верхнюю (1718, 1756 м) границы своего локального ареала (рисунок 4).



Рисунок 4 – Высотный диапазон в ущелье Жаланащай

Для ущелья Ойранды характерно компактное среднегорное распределение в границах высот 1460–1682 м н.у.м. Примечательно, что плотность регистраций возрастает в узком интервале 1522–1584 м (1522, 1543, 1545, 1556, 1577, 1584 м) и на верхнем пределе 1630–1682 м (1630, 1635, 1672, 1677, 1682 м). Это указывает на оптимальные микроклиматические условия для произрастания кустарника в данных высотных слоях (рисунок 5).



Рисунок 5 – Высотный диапазон в ущелье Ойранды

Анализ вертикальной дифференциации показал, что *Zabelia corymbosa* в Киргизском Алатау обладает широкой ценотической амплитудой. Минимальная граница произрастания зафиксирована на отметке 1090 м (ущелье Мерке), а абсолютный максимум достигает 2500 м (ущелье Мерке). Выявленные различия в границах и плотности распределения популяций обусловлены местными условиями экспозиции склонов, увлажнения и субстрата, что подтверждает статус вида как пластичного компонента горных фитоценозов региона.

В вертикальной структуре ландшафтов Киргизского Алатау четко выделяются три основных высотных пояса, в пределах которых проводились исследования: Низкогорье – от

800 до 1200 м н.у.м. Среднегорье – от 1200 до 2300 м н.у.м. Высокогорье – от 2300 до 4000 м н.у.м. (рисунок 6).

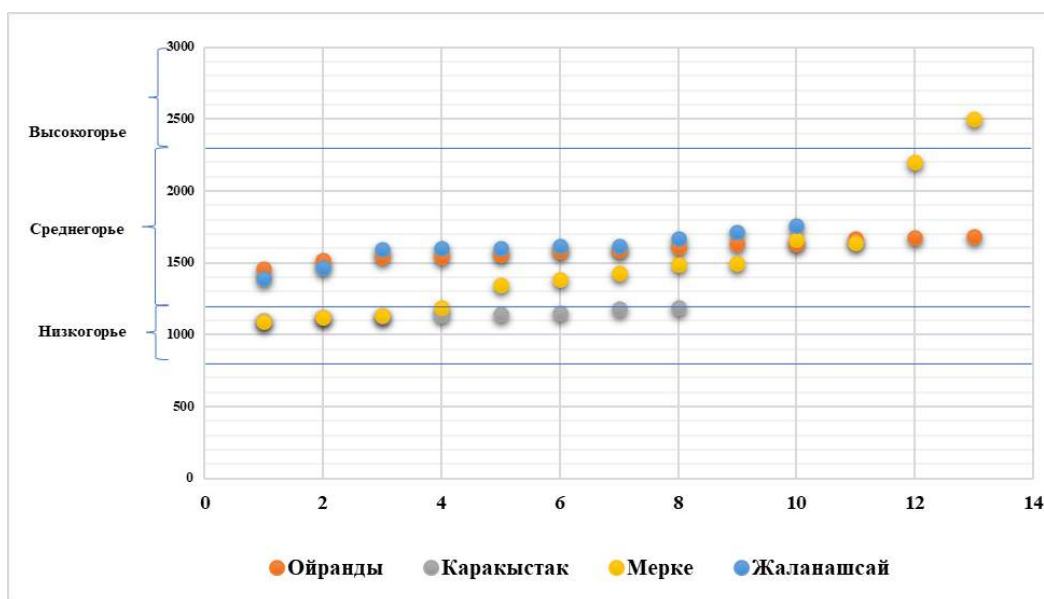


Рисунок 6 – Высотное распределение точек фиксации *Zabelia corymbosa* в исследованных ущельях Киргизского Алатау

Распределение точек фиксации *Zabelia corymbosa* по ущельям в рамках этой классификации наглядно продемонстрировано на рисунке. Статистический анализ распределения находок по геоморфологическим поясам подтверждает, что основная часть локальных популяций приурочена к среднегорным участкам, которые характеризуются оптимальным для данного вида сочетанием гидротермических условий. В то же время, присутствие вида на границах низкогорий и высокогорий свидетельствует о его высокой экологической пластичности на северном пределе своего ареала.

Изучаемый вид демонстрирует широкую экологическую пластичность, осваивая все три высотных пояса Киргизского Алатау, однако основной массив всех популяций сосредоточен именно в среднегорном поясе.

Анализ распределения популяций по ущельям показывает, что локальная популяция в ущелье Каракыстак имеет ярко выраженный стенотопный характер и полностью приурочена к низкогорному поясу. Все зафиксированные точки находятся в интервале 1100–1190 м н.у.м. Это единственное ущелье, где популяция не выходит за пределы низкогорий, что может быть связано с локальными микроклиматическими барьерами или особенностями рельефа.

Популяция ущелья Мерке уникальна тем, что охватывает все три ландшафтных пояса, демонстрируя абсолютный максимум адаптивных возможностей вида. Низкогорье: в интервале 1090–1193 м зафиксировано 4 точки, где кустарник граничит с низкогорными экосистемами ущелья Каракыстак. Среднегорье: в основном поясе оптимального произрастания (1200–2300 м) сосредоточено 7 точек в диапазоне от 1350 до 1684 м н.у.м. На рисунке 6 видно, что в этом интервале точки Мерке идут параллельно популяциям других ущелий. Высокогорье: выше границы 2300 м н.у.м. отмечены две изолированные экстремальные точки – на высоте 2500 м. Это единственные находки *Zabelia corymbosa* в условиях высокогорья среди всех исследованных ущелий.

Популяции двух ущелий Ойранды и Жаланащай демонстрируют схожую экологическую приуроченность, развиваясь исключительно в границах среднегорного пояса. Ущелье Ойранды все зафиксированные точки лежат в границах 1460–1682 м н.у.м. В ущелье Жаланащай занимает диапазон 1390–1756 м н.у.м.

Таким образом среднегорье (1200–2300 м) является главным экологическим резерватом для *Zabelia corymbosa*. Сюда относится абсолютное большинство (83 %) всех зафиксированных точек в ущельях Ойранды, Жаланащай и Мерке. Способность вида спускаться до 1090 м (Мерке, Каракыстак) и подниматься до 2500 м (Мерке) подтверждает суждение о высокой пластичности кустарника. Подобный широкий вертикальный вынос свидетельствует об устойчивости фитоценологических связей вида на северной границе его распространения в Киргизском Алатау.

В фитоценологическом отношении сообщества с участием *Zabelia corymbosa* в предгорной и степной зонах Киргизского Алатау представлены богато разнотравно-злаково-типчаковыми степями. *Zabelia corymbosa* произрастает в составе полидоминантных кустарниковых ценозов остепненного типа. Ее постоянными сопутствующими видами выступают *Spiraea hypericifolia* L., *Rosa spinosissima* L., *Rosa platyacantha* Schrenk, а также виды рода *Lonicera*. В более высоких поясах вид заходит под полог арчевых редколесий из *Juniperus semiglobosa* Regel и *J. seravschanica* Kom.

А также в сообществах с доминированием и участием изучаемого вида были отмечены и другие редкие, а также реликтовые виды. Так, среди древесно-кустарниковых редких видов флоры Казахстана нами и другими ботаниками в фитоценозах с доминированием и участием *Zabelia corymbosa* были зафиксированы *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. и *Celtis caucasica* Willd. В этой связи следует еще раз отметить характерно значительное обилие других кустарников (*Spiraea hypericifolia*, *Rosa platyacantha*, *Lonicera microphylla* Willd. ex Schult., *L. tatarica* L.). Что касается травянистых редких видов, произрастающих в зарослях забелии щитколвидной, то это в основном представители остепненного травостоя – *Tulipa zenaidae* Vved., *Paeonia intermedia* C.A. Mey., *Crocus alatavicus* Regel & Semenov, *Iridodictyum kolpakowskianum* (Regel) Rodion. и др.

Обсуждение: Полученные в ходе комплексных полевых исследований (2016–2022 гг.) данные о распространении и эколого-ценотической приуроченности *Zabelia corymbosa* существенно меняют и расширяют локальные представления о пространственной структуре ареала этого редкого реликтового вида на его северном пределе в Казахстанской части Киргизского Алатау. Утверждения ранних исследователей (в частности, Б.А. Винтерголлера) ограничивали высотный диапазон произрастания *Zabelia corymbosa* интервалом 1300–2000 м н.у.м., либо узкими рамками 1000–1900 м н.у.м. Установленный в нашем исследовании фактический высотный градиент – от 1090 до 2500 м н.у.м. – демонстрирует значительно более высокую экологическую валентность и адаптивный потенциал вида, чем считалось ранее.

Заключение

Основным научным результатом работы стало обнаружение новых местонахождений вида в западной части Киргизского Алатау. Популяции кустарника впервые зафиксированы в ущельях Арасай, Бактеген, Ойранды и Жаланащай, что существенно расширяет и уточняет границы его распространения в Казахстанской части ареала. В ходе анализа экологических параметров установлено, что общий вертикальный диапазон произрастания *Zabelia corymbosa* в регионе шире, чем предполагалось ранее, и составляет от 1090 до 2500 метров над уровнем моря. Выявлена высокая экологическая пластичность вида по отношению к пространственной ориентации и экспозиции склонов. Статистический анализ показал, что главным экологическим резерватом кустарника является среднегорный пояс (1200–2300 метров над уровнем моря), где локализовано 83% всех зафиксированных точек и вид формирует плотные заросли. В фитоценологическом отношении сообщества с участием *Zabelia corymbosa* представлены богато разнотравно-злаково-типчаковыми степями и полидоминантными кустарниковыми ценозами остепненного типа на сухих, хорошо дренированных каменисто-щебнистых субстратах. Постоянными сопутствующими видами выступают кустарники родов *Spiraea*, *Rosa* и *Lonicera*, а в более высоких поясах – арчевые редколесья. Установлено, что в зарослях забелии щитковидной произрастают и другие редкие реликтовые представители флоры Казахстана: древесно-кустарниковые виды *Malus*

sieversii и *Celtis caucasica*, а также травянистые эфемероиды *Tulipa zenaidae*, *Crocus alatavicus* и *Iridodictyum kolpakowskianum*. Полученные данные служат научной основой основой для мониторинга популяций и разработки мер по сохранению биоразнообразия горных экосистем Тянь-Шаня.

Настоящая публикация отражает основные научные результаты и выводы, полученные автором в процессе выполнения выпускной квалификационной работы магистра.

Благодарности: Автор выражает особую благодарность коллегам из РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК за содействие в проведении исследований и ценные консультации при подготовке данной работы.

Финансирование: Материалом для работы послужили данные полевых геоботанических и флористических исследований, выполненных в период с 2016 по 2022 годы в рамках государственных и международных научных проектов: грантового проекта 2106/ГФ4 «Выявление корреляции видового состава флоры Киргизского Алатау в зависимости от антропогенной нагрузки» (2015-2017) и Международной программы с Кореей «Флора Тянь-Шаня. Зеленый путь Центральной Азии» (Ключевые ботанические территории Киргизского Алатау) (2020-2022).

Список литературы

- 1 Рачковская Е. И., Сафронова И. Н., Волкова Е. А. Принципы и основные единицы районирования // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны). – СПб., 2003. – С. 192–195.
- 2 Красная книга Казахской ССР. – Алма-Ата: Наука, 1981. – Ч. 2. – 264 с.
- 3 Красная книга Казахстана. Т.2. Растения. – Астана, 2014. – 452 с.
- 4 Красная книга Жамбылской области. Редкие и исчезающие виды растений. – Алматы. – 2007. – 94с.
- 5 Красный список Международного союза охраны природы (МСОП). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iucnredlist.org/> (дата обращения 22.07.2026).
- 6 Винтерголлер Б. А. Редкие растения Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 199 с.
- 7 Винтерголлер Б. А. Реликты вокруг нас. – Алма-Ата: Кайнар, 1984. – 54 с.
- 8 Нелина Н. В., Кудабоева Г. М., Веселова П. В. Редкие виды Киргизского Алатау: современное состояние // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2018.
- 9 Полевая геоботаника. -М.- Л.: Наука, 1959-1976. В 5 томах. –Т. 1-5.
- 10 Быков Б.А. Геоботаника. - Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.
- 11 Скворцов А. К. Гербарий: Пособие по методике и технике. / Отв. ред. проф. Прилипко Л. И. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
- 12 Флора СССР. – Москва: Ленинград: Изд-во АН СССР, 1934-1965. – Т. 1-30.
- 13 Флора Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956-1966. – Т. 1-9.
- 14 Флора Киргизской ССР. – Фрунзе: Илим, 1950-1965. – Т. 1-30.
- 15 Определитель растений Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1968-1967. – Т. 1-9.
- 16 Красная книга Киргизской ССР. – Фрунзе: Кыргызстан, 1985. – 136 с.

МРНТИ 34.29.35

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-34-39

СЕМЕЙСТВО AMARANTHACEAE ВО ФЛОРЕ БЕТПАКДАЛЫ (КАЗАХСТАН)

С. Үсен^{1,2*}, Б.Б. Осмонали¹¹РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,

г. Алматы, Республика Казахстан

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

*e-mail: ussen.s@outlook.com

Аннотация: Бетпақдала является одним из крупнейших пустынных регионов Казахстана и важным центром формирования аридной флоры Центральной Азии. Особое место в растительном покрове региона занимает семейство Amaranthaceae, представители которого доминируют в сообществах глинистых, каменистых и засоленных пустынь. Целью исследования являлся анализ таксономического состава, экологической структуры и особенностей распространения представителей семейства Amaranthaceae во флоре Бетпақдалы. В основу работы положены материалы полевых исследований, гербарные коллекции и литературные источники. Установлено, что семейство представлено 43 видами из 17 родов, среди которых наибольшим разнообразием отличаются роды *Salsola*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Anabasis* и *Arthrophytum*. Экологический анализ показал преобладание галофитов и ксерофитов, что обусловлено сочетанием аридного климата, высокой засоленности, карбонатности и гипсоносности почв. Выявлено присутствие узкоареальных видов, включая *Arthrophytum betpakdalense*, *A. balchaschense* и *Kalidium juniperinum*, подчеркивающих значение Бетпақдалы как одного из центров сохранения специализированной пустынной флоры Казахстана. Полученные результаты расширяют представления о структуре семейства Amaranthaceae и могут служить основой для дальнейших флористических, экологических и природоохранных исследований.

Ключевые слова: Бетпақ-Дала, Amaranthaceae, пустынная флора, биоразнообразие, галофиты, ксерофиты, экология растений.

БЕТПАҚДАЛА (ҚАЗАҚСТАН) ФЛОРАСЫНДАҒЫ AMARANTHACEAE ТҰҚЫМДАСЫ

Аңдатпа. Бетпақдала – Қазақстанның ірі шөлді аймақтарының бірі және Орталық Азияның аридтік флорасы қалыптасуының маңызды орталығы. Аймақтың өсімдік жамылғысында Amaranthaceae (Алаботалар) тұқымдасы ерекше орын алады, оның өкілдері сазды, тасты және сортаңды шөлдердің қауымдастықтарында басымдық танытады. Зерттеудің мақсаты — Бетпақдала флорасындағы Amaranthaceae тұқымдасы өкілдерінің таксономиялық құрамын, экологиялық құрылымын және таралу ерекшеліктерін талдау болды. Жұмыстың негізіне далалық зерттеулердің материалдары, гербарийлік коллекциялар мен әдеби дереккөздер алынды. Тұқымдастың 17 туысқа жататын 43 түрден тұратыны анықталды, олардың ішінде *Salsola*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Anabasis* және *Arthrophytum* туыстары ең жоғары әртүрлілікпен ерекшеленеді. Экологиялық талдау галофиттер мен ксерофиттердің басым екенін көрсетті, бұл аридтік климаттың, топырақтың жоғары сортаңдылығының, карбонаттылығының және гипстілігінің үйлесімімен байланысты. Қазақстанның мамандандырылған шөл флорасын сақтау орталықтарының бірі ретінде Бетпақдаланың маңыздылығын көрсететін тарыс ареалды түрлердің, соның ішінде *Arthrophytum betpakdalense*, *A. balchaschense* және *Kalidium juniperinum* түрлерінің бар екені анықталды. Алынған нәтижелер Amaranthaceae тұқымдасының құрылымы туралы түсінікті кеңейтеді және алдағы флористік, экологиялық және табиғат қорғау зерттеулері үшін негіз бола алады.

Түйін сөздер: Бетпақдала, Amaranthaceae, шөл флорасы, биоәртүрлілік, галофиттер, ксерофиттер, өсімдіктер экологиясы.

THE FAMILY AMARANTHACEAE IN THE FLORA OF BETPAKDALA (KAZAKHSTAN)

Abstract. Betpakdala is one of the largest desert regions in Kazakhstan and a crucial center for the formation of the Central Asian arid flora. A special place in the regional vegetation cover belongs to the family Amaranthaceae, whose representatives dominate communities in clay, stony, and saline deserts. The study aimed to analyze the taxonomic composition, ecological structure, and distribution patterns of the Amaranthaceae family within the flora of Betpakdala. The work is based on field research data, herbarium collections, and literature sources. It was established that the family is represented by 43 species from 17 genera, with the genera *Salsola*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Anabasis*, and *Arthrophytum* exhibiting the highest diversity. Ecological analysis demonstrated a predominance of halophytes and xerophytes, driven by the combination of an arid climate and highly saline, carbonated, and gypsiferous soils. The

presence of narrow-range species was revealed, including *Arthrophytum betpakdalense*, *A. balchaschense*, and *Kalidium juniperinum*, emphasizing the significance of Betpakdala as one of the conservation centers for Kazakhstan's specialized desert flora. The obtained results expand current understanding of the Amaranthaceae family structure and can serve as a foundation for further floristic, ecological, and environmental conservation research.

Keywords: Betpakdala, Amaranthaceae, desert flora, biodiversity, halophytes, xerophytes, plant ecology.

Введение. Современная флора Бетпакдалы сформировалась в результате длительного взаимодействия природно-климатических, геоморфологических и историко-биогеографических процессов. В отличие от большинства пустынных территорий Центральной Азии, где преобладают молодые аккумулятивные равнины, Бетпакдала представляет собой древнее платообразное поднятие, сложенное преимущественно палеозойскими породами и перекрытое маломощными элювиально-делювиальными отложениями. Такая геологическая основа обусловила формирование своеобразного комплекса почв и растительных сообществ, значительно отличающихся от соседних регионов.

Характерной особенностью флоры является преобладание многолетних полукустарников и кустарничков, адаптированных к продолжительным периодам засухи и значительным сезонным колебаниям температуры. Большинство доминирующих видов обладает глубоко проникающей корневой системой, редуцированными листьями, интенсивным развитием фотосинтезирующих побегов и выраженными механизмами водосбережения. Эти признаки являются результатом длительной эволюционной адаптации к условиям резко континентального климата.

Флористический состав региона отличается высокой долей видов, приуроченных к плотным каменистым, гипсоносным и карбонатным почвам. Напротив, представители песчаных пустынь встречаются значительно реже и ограничиваются лишь отдельными участками аккумулятивного происхождения. Подобная закономерность подтверждает тесную связь современной флоры с древними поверхностями выравнивания, сформировавшимися задолго до возникновения современных песчаных массивов (рис. 1).



Рисунок 1 – Растительные ландшафты пустыни Бетпакдала

В пределах Бетпакдалы отчетливо выделяются несколько экологических комплексов, различающихся по видовому составу, доминирующим жизненным формам и условиям местообитания. Наиболее широко распространены сообщества каменистых пустынь, где ведущую роль играют представители родов *Arthrophytum*, *Anabasis*, *Nanophyton*, *Salsola*, *Haloxylon* и *Atraphaxis*. На гипсоносных равнинах увеличивается участие специализированных гипсофитов, тогда как на засоленных понижениях возрастает доля галофитных растений. Подобная пространственная мозаичность способствует поддержанию высокого флористического разнообразия даже в пределах относительно однородных ландшафтов.

Следует отметить, что распределение растений определяется не столько климатическими условиями, сколько особенностями геологического строения территории. Даже при сходном количестве атмосферных осадков состав растительности существенно изменяется в зависимости от мощности рыхлых отложений, содержания карбонатов, гипса, степени засоленности и характера материнских пород. Поэтому современная структура флоры отражает длительное совместное влияние климатических и геологических факторов.

Материалы и методы

Полевые исследования выполнялись маршрутно-рекогносцировочным методом с охватом основных типов местообитаний, характерных для Бетпак-Далы, включая каменистые, щебнистые, глинистые, гипсоносные и засоленные участки. Во время обследований проводились геоботанические описания растительных сообществ, регистрация видового состава, определение координат местонахождений с использованием GPS-навигации, а также фотофиксация местообитаний и диагностических признаков растений.

Сбор гербарного материала осуществлялся в соответствии с общепринятыми ботаническими методиками. Определение видов проводили с использованием региональных определителей флоры, современных таксономических сводок и международных номенклатурных баз данных (*Plants of the World Online (POWO)* и *World Flora Online (WFO)*). Номенклатура видов приведена в соответствии с современными международными стандартами.

Экологическая характеристика каждого вида определялась на основании собственных полевых наблюдений, литературных данных и анализа условий местообитаний. Все виды были распределены по основным экологическим группам (ксерофиты, галофиты, ксерогалофиты, гипсофиты и рудеральные виды), что позволило оценить экологическую структуру семейства *Amaranthaceae* в пределах Бетпакдалы.

Результаты исследования и их обсуждение

Наиболее характерной особенностью флоры Бетпакдалы является исключительно высокое разнообразие представителей семейства *Amaranthaceae* (ранее *Chenopodiaceae*), являющихся доминирующим компонентом растительного покрова каменистых, глинистых и засоленных пустынь. В пределах исследуемой территории зарегистрировано не менее 45 видов, относящихся к 17 родам, включая *Arthrophytum*, *Anabasis*, *Salsola*, *Suaeda*, *Kalidium*, *Haloxylon*, *Climacoptera*, *Nanophyton*, *Petrosimonia*, *Halocnemum*, *Halogeton*, *Halimocnemis*, *Bassia*, *Krascheninnikovia*, *Camphorosma*, *Atriplex* и *Salicornia*. Подобная концентрация таксонов значительно превосходит большинство других флористических комплексов Казахстана и отражает длительную историю формирования пустынной растительности региона (Табл.1).

Высокое видовое богатство представителей *Amaranthaceae* обусловлено прежде всего своеобразием природных условий Бетпакдалы. Территория характеризуется сочетанием древних денудационных равнин, останцовых возвышенностей, щебнистых плато и обширных участков гипсоносных и карбонатных почв. В сочетании с резко континентальным климатом, крайне низким количеством атмосферных осадков, высокой

испаряемостью и широким распространением засоленных субстратов эти условия создают оптимальную среду для развития ксерофитных и галофитных представителей семейства.

Таблица 1 – Представители семейства *Amaranthaceae* во флоре Бетпакдалы

№	Вид	Экологическая группа	Типичные местообитания в Бетпакдале
1	2	3	4
1	<i>Climacoptera obtusifolia</i> (Schrenk) Botsch.	Ксерогалофит	Засоленные глинистые равнины
2	<i>Atriplex cana</i> C.A.Mey.	Галофит	Солонцеватые и карбонатные почвы
3	<i>Arthrophytum balchaschense</i> (Iljin) Botsch.	Гипсофит-ксерофит	Каменистые и гипсоносные плато
4	<i>Arthrophytum betpakdalense</i> Korovin & Mironov	Гипсофит-ксерофит (эндемик)	Гипсоносные щебнистые равнины
5	<i>Arthrophytum subulifolium</i> Schrenk	Гипсофит-ксерофит (эндемик)	Гипсоносные щебнистые равнины
6	<i>Arthrophytum korovinii</i> Botsch	Гипсофит-ксерофит (эндемик)	Гипсоносные щебнистые равнины
7	<i>Anabasis salsa</i> (C.A.Mey.) Benth. ex Volkens	Галофит	Солонцы и солончаки
8	<i>Anabasis truncata</i> (Schrenk) Bunge	Ксерофит	Щебнистые и карбонатные почвы
9	<i>Iljinia regelii</i> (Bunge) Korovin	Ксерофит	Каменистые пустыни
10	<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin	Ксерофит	Песчаные и супесчаные пустыни
11	<i>Pyankovia brachiata</i> (Pall.) Akhani & Roalson	Галофит	Засоленные участки
12	<i>Salsola affinis</i> C.A.Mey. ex Schrenk	Ксерофит	Каменистые равнины
13	<i>Salsola nitraria</i> Pall.	Галофит	Солончаки
14	<i>Salsola tragus</i> L.	Рудеральный ксерофит	Нарушенные местообитания
15	<i>Salsola leptoclada</i> Gand.	Ксерофит	Щебнистые пустыни
16	<i>Salsola orientalis</i> S.G.Gmel.	Ксерофит	Глинистые пустыни
17	<i>Salsola arbuscula</i> Pall.	Ксерофит	Каменистые склоны
18	<i>Salsola arbusculiformis</i> Drobow	Ксерофит	Щебнистые равнины
19	<i>Petrosimonia brachiata</i> (Pall.) Bunge	Галофит	Солончаки
20	<i>Kalidium caspicum</i> (L.) Ung.-Sternb.	Облигатный галофит	Солончаки
21	<i>Kalidium foliatum</i> (Pall.) Moq.	Облигатный галофит	Солончаки
22	<i>Kalidium juniperinum</i> Sukhor. & Lomon.	Облигатный галофит	Засоленные понижения
23	<i>Salicornia europaea</i> L.	Облигатный галофит	Влажные солончаки

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
24	<i>Salicornia perennans</i> Willd.	Облигатный галофит	Солончаки
25	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.Bieb.	Облигатный галофит	Сильнозасоленные почвы
26	<i>Halogeton glomeratus</i> (M.Bieb.) C.A.Mey.	Галофит	Засоленные глинистые почвы
27	<i>Nanophyton erinaceum</i> (Pall.) Bunge	Ксерофит-гипсофит	Каменистые плато
28	<i>Halimocnemis villosa</i> Kar. & Kir.	Ксерогалофит	Солонцеватые пустыни
29	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst.	Ксерофит	Щебнистые степи и пустыни
30	<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck	Ксерофит	Каменистые и щебнистые почвы
31	<i>Atriplex sagittata</i> Borkh.	Рудеральный галофит	Нарушенные засоленные местообитания
32	<i>Atriplex sphaeromorpha</i> Iljin	Галофит	Солонцеватые равнины
33	<i>Chenopodium rubrum</i> L.	Галофит	Влажные засоленные участки
34	<i>Ceratocarpus utriculosus</i> Bluket ex Krylov	Ксерофит	Глинистые пустыни
35	<i>Girgensohnia oppositiflora</i> (Pall.) Fenzl	Ксерофит	Песчано-глинистые пустыни
36	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Рудеральный вид	Нарушенные местообитания
37	<i>Suaeda physophora</i> Pall.	Облигатный галофит	Солончаки
38	<i>Suaeda linifolia</i> Pall.	Галофит	Засоленные почвы
39	<i>Suaeda altissima</i> (L.) Pall.	Облигатный галофит	Солончаки
40	<i>Suaeda salsa</i> (L.) Pall.	Облигатный галофит	Солончаки
41	<i>Suaeda acuminata</i> (C.A.Mey.) Moq.	Галофит	Солонцеватые равнины
42	<i>Suaeda lehmannii</i> (Bunge) Kapralov, Akhani & Roalson	Галофит	Засоленные пустыни
43	<i>Suaeda prostrata</i> Pall.	Галофит	Солончаки
44	<i>Salsola foliosa</i> (L.) Schrad.	Ксерофит	Каменистые и глинистые пустыни
45	<i>Camphorosma lessingii</i> Litv.	Ксерогалофит	Солонцеватые степи и пустыни

Особенно показательным является присутствие большого числа видов, тесно связанных с засоленными местообитаниями. Представители родов *Kalidium*, *Salicornia*, *Suaeda*, *Halocnemum*, *Petrosimonia* и *Halogeton* преимущественно приурочены к солончакам и солонцеватым почвам различной степени минерализации. Их распространение свидетельствует о длительном существовании процессов соленакопления, определявших эволюцию растительного покрова региона.

Не менее важной особенностью является высокая представленность ксерофитных полукустарников, формирующих основу растительности щебнистых пустынь. Ведущую роль среди них играют виды родов *Arthrophytum*, *Anabasis*, *Nanophyton*, *Bassia*, *Krascheninnikovia*

и *Haloxylon*. Эти растения отличаются выраженной экологической специализацией, высокой засухоустойчивостью и способностью произрастать на бедных карбонатных и гипсоносных субстратах, где конкуренция со стороны других жизненных форм минимальна.

Особый интерес представляет присутствие нескольких узкоареальных видов, включая *Arthrophytum betpakdalense*, *Arthrophytum balchaschense*, *Kalidium juniperinum* и *Atriplex sphaeromorpha*. Их распространение ограничено преимущественно северными пустынями Казахстана, что позволяет рассматривать Бетпакдалу как один из современных центров сохранения и эволюции специализированной пустынной флоры. Концентрация подобных таксонов указывает на длительную геологическую стабильность территории и ее значение как рефугиума древних аридных растений.

Следует отметить, что состав *Amaranthaceae* отражает практически весь спектр экологических условий, существующих в пределах Бетпакдалы. Здесь одновременно представлены типичные гипсофиты, кальцефиты, галофиты, псаммофиты и ксерофиты, занимающие различные экологические ниши. Подобное разнообразие свидетельствует о высокой ландшафтной неоднородности региона и значительном разнообразии местообитаний, сформировавшихся в результате сложной геологической истории территории.

Выводы

Таким образом, современное разнообразие представителей семейства *Amaranthaceae* в Бетпакдале является следствием совместного действия нескольких факторов: древнего возраста ландшафтов, широкого распространения карбонатных и гипсоносных пород, высокой степени засоления почв, резко континентального климата и продолжительной изоляции северных пустынных экосистем. Именно сочетание этих условий обеспечило сохранение большого числа специализированных видов и сделало Бетпакдалу одним из важнейших центров разнообразия пустынной флоры Центральной Азии.

ЛИТЕРАТУРА

- Коровин Е. П. Пустыня Бетпак-Дала (Центральный Казахстан) // Очерки по истории развития растительности Средней Азии. Вып. 20, № 4. 1935. С. 183–218.
- Коровин Е. П. Бетпак-Дала как особый тип пустыни. Ташкент : Изд-во Среднеазиатского государственного университета, 1935. 20 с. (Труды Среднеазиатского государственного университета. Сер. VIII-b. Ботаника. Результаты Бетпак-Далинской экспедиции. Вып. 12).
- Коровин Е. П. Эфемеры в растительном покрове восточной Бетпак-Дала. Ташкент : Изд-во Среднеазиатского государственного университета, 1935. 15 с. (Результаты Бетпак-Далинской экспедиции Среднеазиатского государственного университета. Т. 24, вып. 7).
- Коровин Е. П., Миронов Б. А. Обзор рода *Arthrophytum* Schrenk и его положение в системе. Ташкент : Изд-во Среднеазиатского государственного университета, 1935. 23 с. (Труды Среднеазиатского государственного университета. Сер. VIII-b. Ботаника. Результаты Бетпак-Далинской экспедиции. Вып. 15).
- Закржевский Б. С., Коровин Е. П. Экологические особенности главнейших растений Бетпак-Дала. Ташкент : Изд-во Среднеазиатского государственного университета, 1935. 74 с. (Труды Среднеазиатского государственного университета. Сер. VIII-b. Ботаника. Результаты Бетпак-Далинской экспедиции. Вып. 23, вып. 6).
- Усен С. и др. Особенности сложения видовой состава фитоценозов северотуранских пустынь с участием представителей *Suaeda* Forssk // Ботаника и ботаники в меняющемся мире. – 2023. – С. 168.
- Осмонали Б.Б., Веселова П.В., Кудабаяева Г.М. Современный видовой состав сем. *Chenopodiaceae* Vent. (*Amaranthaceae* Juss.) флоры пустынной части долины р. Сырдарья / Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии // 2021. Т. 20, №. 1. С. 336–340.

УДК 502.4:502.131.1(560)

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-40-53

THE DIRECTORATE GENERAL OF NATURE CONSERVATION AND NATIONAL PARKS IN TÜRKIYE: INSTITUTIONAL STRUCTURE, PROTECTED AREA DESIGNATIONS, AND MANAGEMENT EFFECTIVENESS

E. Oktan^{1*} N. Atar²¹ Karadeniz Technical University Faculty of Forestry, Türkiye² Artvin Çoruh University Faculty of Forestry, Türkiye

* Correspondence: oktan@ktu.edu.tr

Abstract: The General Directorate of Nature Conservation and National Parks (DKMP) of Türkiye was reclassified by Presidential Decree No. 175 (Official Gazette, 28 December 2024) from a central ministerial unit to an affiliated public entity with legal personality and a special budget under the Ministry of Agriculture and Forestry. This structured review examines (i) the historical development and current organizational structure of DKMP; (ii) the legal framework of the seven national protected area (PA) designations administered by DKMP, their distinction from international designations (Ramsar Sites) and conservation-planning tools (Key Biodiversity Areas, KBAs), and their indicative correspondence with IUCN management categories; and (iii) management effectiveness challenges identified in the literature. The review draws on 36 sources, including 20 peer-reviewed journal articles, together with legislation, official statistics and international guidance. At a common reporting date (end of 2023), the seven DKMP-administered designations comprised 646 sites with a gross area of 3.21 million hectares; because protection statuses overlap, gross areas cannot be summed to estimate coverage. Official overlap-corrected figures for all national designations indicate that approximately 7.8% of Türkiye's land area and 6.0% of its marine area were protected in 2023, well below Target 3 (30x30) of the Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework (KM-GBF). Governance complexity, overlapping legal mandates, the absence of site-level IUCN category assignment, weak ecological connectivity and the lack of systematic management effectiveness evaluation are the primary structural problems identified. Recommendations address site-level IUCN assessment, KBA-informed gap analysis, representativeness and connectivity, management effectiveness evaluation, transparent PA statistics and inter-agency coordination.

Keywords: DKMP; protected areas; national parks; IUCN management categories; Key Biodiversity Areas; KM-GBF Target 3; nature conservation; Türkiye.

ТҮРКИЯНЫҢ ТАБИҒАТТЫ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ҰЛТТЫҚ ПАРКТЕР БАС БАСҚАРМАСЫ: ИНСТИТУТТЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ, ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ САНАТТАРФ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа: Түркияның Табиғатты қорғау және ұлттық парктер бас басқармасы (DKMP) Президенттің № 175 Жарлығымен (Ресми газет, 2024 жылғы 28 желтоқсан) министрліктің орталық бөлімшесінен Ауыл және орман шаруашылығы министрлігіне қарасты заңды тұлға мәртебесі бар және арнайы бюджеті бар ведомстволық бағынысты мемлекеттік мекеме болып қайта құрылды. Бұл құрылымдық шолуда келесі мәселелер қарастырылады: (i) DKMP-нің тарихи дамуы мен қазіргі ұйымдық құрылымы; (ii) DKMP құзыретіне кіретін қорғалатын табиғи аумақтардың (ҚТА) жеті ұлттық санатының құқықтық негіздері, олардың халықаралық санаттардан (Рамсар сулы-батпақты алқаптары) және табиғатты қорғауды жоспарлау құралдарынан (Негізгі биоәртүрлілік аумақтары, НБА) айырмашылығы, сондай-ақ олардың ХТҚО (IUCN) басқару санаттарына болжамды сәйкестігі; және (iii) әдебиеттерде анықталған басқару тиімділігінің өзекті мәселелері. Шолу 36 дереккөзге, соның ішінде 20 рецензияланған журнал мақаласына, сондай-ақ заңнамаға, ресми статистикаға және халықаралық нұсқаулықтарға негізделген. Бірыңғай есептілік күніне сәйкес (2023 жылдың соңы), DKMP басқаруындағы жеті санат жалпы (брутто) ауданы 3,21 миллион гектарды құрайтын 646 нысанды қамтыды; қорғау мәртебелерінің өзара қабаттасуына байланысты жалпы қамтуды бағалау үшін бұл аудандарды жай ғана қосуға болмайды. Барлық ұлттық санаттар бойынша қабаттасуларды ескере отырып түзетілген ресми деректер 2023 жылы Түркияның құрлықтық аумағының шамамен 7,8%-ы және теңіз акваториясының 6,0%-ы қорғауға алынғанын көрсетеді, бұл Куньмин-Монреаль жаһандық биоәртүрлілік бағдарламасының (KM-GBF) 3-ші Мақсатынан (30x30) айтарлықтай төмен. Басқарудың күрделілігі, заңды өкілеттіктердің бір-бірін қайталауы, жекелеген нысандар деңгейінде ХТҚО санаттарының берілмеуі, экологиялық байланыстың әлсіздігі және басқару тиімділігін жүйелі бағалаудың жоқтығы анықталған негізгі құрылымдық мәселелер болып табылады. Ұсыныстар жекелеген ҚТА деңгейінде ХТҚО әдістемесі бойынша бағалау жүргізуге, НБА деректері негізінде олқылықтарды талдауға, аумақтардың өкілділігі мен байланыстылығына, басқару тиімділігін бағалауға, ҚТА бойынша ашық статистикаға және ведомствоаралық үйлестіруді жақсартуға бағытталған.

Түйін сөздер: DKMP; қорғалатын табиғи аумақтар; ұлттық парктер; ХТҚО басқару санаттары; Негізгі биоәртүрлілік аумақтары; КМ-GBF 3-ші Мақсаты; табиғатты қорғау; Түркия.

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ ТУРЦИИ: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА, КАТЕГОРИИ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: Главное управление охраны природы и национальных парков (DKMP) Турции указом Президента № 175 (Официальный вестник, 28 декабря 2024 года) было преобразовано из центрального подразделения министерства в подведомственное государственное учреждение со статусом юридического лица и специальным бюджетом при Министерстве сельского и лесного хозяйства. В данном структурированном обзоре рассматриваются: (i) историческое развитие и текущая организационная структура DKMP; (ii) правовая база семи национальных категорий охраняемых природных территорий (ОПТ), находящихся в ведении DKMP, их отличие от международных категорий (Рамсарские угодья) и инструментов планирования охраны природы (Ключевые орнитологические/биоразнообразные территории, КБТ), а также их ориентировочное соответствие категориям управления МСОП; и (iii) проблемы эффективности управления, выявленные в литературе. Обзор опирается на 36 источников, включая 20 рецензируемых журнальных статей, а также законодательство, официальную статистику и международные руководства. На единую отчетную дату (конец 2023 года) семь категорий под управлением DKMP включали 646 объектов общей (брутто) площадью 3,21 миллиона гектаров; из-за наложения охранных статусов эти площади нельзя суммировать для оценки общего охвата. Официальные данные, скорректированные с учетом наложений, для всех национальных категорий показывают, что в 2023 году под охраной находилось примерно 7,8% сухопутной территории Турции и 6,0% её морской акватории, что значительно ниже Цели 3 (30x30) Куньминско-Монреальской глобальной рамочной программы в области биоразнообразия (КМ-GBF). Сложность управления, дублирование законных полномочий, отсутствие присвоенных категорий МСОП на уровне конкретных объектов, слабая экологическая связность и отсутствие систематической оценки эффективности управления являются основными выявленными структурными проблемами. Рекомендации касаются оценки по методологии МСОП на уровне отдельных ОПТ, анализа пробелов на основе данных о КБТ, репрезентативности и связности территорий, оценки эффективности управления, прозрачной статистики ОПТ и межведомственной координации.

Ключевые слова: DKMP; охраняемые природные территории; национальные парки; категории управления МСОП; Ключевые биоразнообразные территории; Цель 3 КМ-GBF; охрана природы; Турция.

1. Introduction

Protected areas (PAs) are the primary tool for in situ biodiversity conservation. The International Union for Conservation of Nature (IUCN) defines a protected area as “a clearly defined geographical space, recognized, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long-term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values” [19]. National PA systems are evaluated against this definition. IUCN management categories (Ia–VI) are assigned according to the primary management objectives of each individual site, not according to the name or legal designation under which the site is established [19,31].

Türkiye falls almost entirely within three of the 34 global biodiversity hotspots recognized at the time of Şekercioğlu et al.’s review: the Caucasus, Irano-Anatolian, and Mediterranean [2]. Of the more than 9,000 native vascular plant species then known (the true number probably approaching 10,000), at least 3,022 (33%) are endemic, and the fauna has been estimated at about 80,000 species [2]. Despite this biological wealth, Şekercioğlu et al. [2] documented a conservation crisis driven by unchecked urbanization, dam construction, wetland drainage, poaching, and excessive irrigation. Kaya and Raynal [1] had earlier identified biogeographic representation gaps in Türkiye’s PA network, noting the intersection of biodiversity and forestry management.

Türkiye’s PA system is administered mainly by DKMP, restructured in December 2024 as an affiliated public entity by Presidential Decree No. 175 (Official Gazette No. 32766, 28 December 2024) [34]. The legal framework rests on National Parks Law No. 2873 (1983), Land Hunting Law No. 4915 (2003), and Environment Law No. 2872 (1983), supplemented by international obligations under the Ramsar (in force for Türkiye since 1994), Bern (ratified 1984), and CITES (acceded 1996) conventions, and the Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework (КМ-GBF, December 2022) [22]. Further area-based designations, notably Special Environmental

Protection Areas (ÖÇK) and natural sites, are administered by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change [30].

Several studies have identified governance complexity as a central obstacle to effective PA management in Türkiye. Atmış and Çil [3] placed Türkiye within the Pan-European sustainable forest management framework; Elvan and Birben [10,11] demonstrated progressive but incomplete alignment with international conservation conventions; Çalışkan et al. [6,7] examined the tension between economic pressures and ecological sustainability in forestry governance. Eken et al. [4] identified 303 globally important Key Biodiversity Areas (KBAs) covering about 26% of the country and found water-development projects (dams, irrigation and drainage) to be the main threat to them. KBAs are identified with a standardized scientific method [32] and do not, by themselves, confer any legal protection.

This article makes five contributions to the literature: (1) it provides an early synthesis of DKMP's 2024 reorganization in the academic literature; (2) it distinguishes national legal PA designations from international designations and conservation-planning tools, and assesses the indicative correspondence of each national designation with IUCN management categories; (3) it reconciles the PA statistics in circulation by stating their scope, reporting date and treatment of overlapping designations; (4) it integrates ecosystem-service, governance, and conservation-effectiveness findings from 36 sources; and (5) it proposes evidence-based policy recommendations within the KM-GBF Target 3 framework that extend beyond area coverage.

2. Materials and Methods

2.1. Review Design and Literature Search

This study is a structured narrative review. It does not follow a systematic-review protocol (e.g., PRISMA) and does not claim exhaustive retrieval of the literature. Literature was searched in Web of Science Core Collection, Scopus, and Google Scholar using the query (“DKMP” OR “nature conservation” OR “national park” OR “protected area”) AND (“Turkey” OR “Türkiye”), limited to publications from 2015 to 2026; the searches were last updated in April 2026. The search was supplemented with backward and forward citation tracking of key anchor papers (Şekercioğlu et al., 2011 [2]; Kaya & Raynal, 2001 [1]; Elvan & Birben, 2021 [10,11]) and with targeted retrieval of legislation, official statistics and international guidance documents from DKMP, the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, IUCN and the CBD. Retrieved records were screened by title and abstract and then in full text. Sources were included if they (i) were peer-reviewed journal articles, official reports or statistics, legislation, or international guidance documents; (ii) directly addressed PA governance, legal frameworks, ecosystem services, or biodiversity conservation in Türkiye, or provided international standards applied in the analysis (IUCN categories, KBA standard, KM-GBF); and (iii) were available in English or Turkish. Sources were excluded if they dealt with a single species or site without a governance or PA-system dimension, or if the full text was not accessible. Pre-2015 works were retained only where they remain the primary source for a topic. The final corpus comprises 36 sources: 20 peer-reviewed journal articles, 9 books, guidelines or international reports, and 7 legislative instruments or official statistical sources.

2.2. Data Sources

Quantitative PA statistics (number of sites and area by designation) were taken from the DKMP Nature Conservation Status Report 2023 [30], the most recent official source that reports, for one reporting date, both designation-level statistics and an overlap-corrected (“single-surface”) total in which areas holding more than one protection status are counted only once. All statistics in Table 1 therefore refer to the end of 2023. Sites designated after that date (e.g., national parks proclaimed in 2025 and the two marine national parks proclaimed in August 2026 [36]) are mentioned in the text but are not added to the 2023 totals. Coverage percentages are expressed relative to the land area (77,997,582 ha) and marine area (46,200,000 ha) used in [30]; terrestrial and marine percentages are reported separately and are never summed, because they refer to different reference areas. Gross areas (the arithmetic sum of designation areas) are used only to describe the size of individual designations, not to express coverage, because a single site may

simultaneously hold several national and international statuses. The World Database on Protected Areas (WDPA, 2025) and the Environmental Indicators Database of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change [23] were used for cross-checking. Correspondence with IUCN categories was assessed against the IUCN guidelines [19,31] and the FAO guidelines for establishing protected areas in Türkiye [20]. Organizational structure information was extracted from Presidential Decree No. 175 (Official Gazette No. 32766, 28 December 2024) [34].

2.3. Conceptual Distinctions

Four kinds of concepts are kept separate throughout this review. (1) National legal PA designations are categories created by domestic legislation that establish a legally binding protection regime (e.g., national park, nature reserve, wildlife development area). (2) International designations are listings under international agreements, such as Ramsar Sites under the Ramsar Convention; they create reporting and wise-use obligations, but protection on the ground depends on the underlying national designation(s), and a Ramsar Site is neither a national legal category nor an IUCN management category. (3) Conservation-planning tools, such as Key Biodiversity Areas (KBAs), identify sites of particular importance for biodiversity using standardized scientific criteria [32]; they have no legal status of their own and can be safeguarded through various measures, including PA designation, other effective area-based conservation measures (OECMs), spatial planning and environmental impact assessment. (4) IUCN management categories (Ia–VI) describe the primary management objective of an individual site and should be assigned site by site following the IUCN assignment procedure [19,31]; they cannot be inferred from the legal designation alone. Accordingly, the correspondence between national designations and IUCN categories is expressed here as the closest likely (indicative) correspondence, not as equivalence.

2.4. Scope and Limitations

This is a structured review article; no new primary field data were collected, and no spatial overlay (GIS) analysis was performed by the authors: overlap-corrected figures are taken from the official source [30], and statistics for sites designated after 2023 are not overlap-corrected. Because record counts at each screening stage were not logged, the selection procedure cannot be reported as a PRISMA flow diagram, and database and language restrictions may have led to relevant studies being missed. The analysis focuses on terrestrial PAs. Marine and coastal PA governance, while referenced, is not evaluated in depth. Some older foundational references (e.g., Kaya & Raynal, 2001 [1]; Ekim et al., 2000 [18]) were retained for historical context where no more recent equivalent exists.

3. Results

3.1. Institutional History and the 2024 Reorganization

3.1.1. Historical Evolution

DKMP's institutional roots go back to 5 February 1958, when Yozgat Çamlığı was proclaimed Türkiye's first national park and a national parks unit was established within the General Directorate of Forestry. Over the following six decades, the unit moved through several ministerial homes: it became the General Directorate of National Parks and Hunting (1968), was downgraded to a departmental unit under the Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs (1982–1991), and then went through successive re-elevations under the Ministries of Forestry, Environment and Forest, and Forest and Water Affairs, before settling within the current Ministry of Agriculture and Forestry [28]. Atmış and Çil [3] noted that this administrative instability weakened both institutional memory and budget continuity in forestry and PA management.

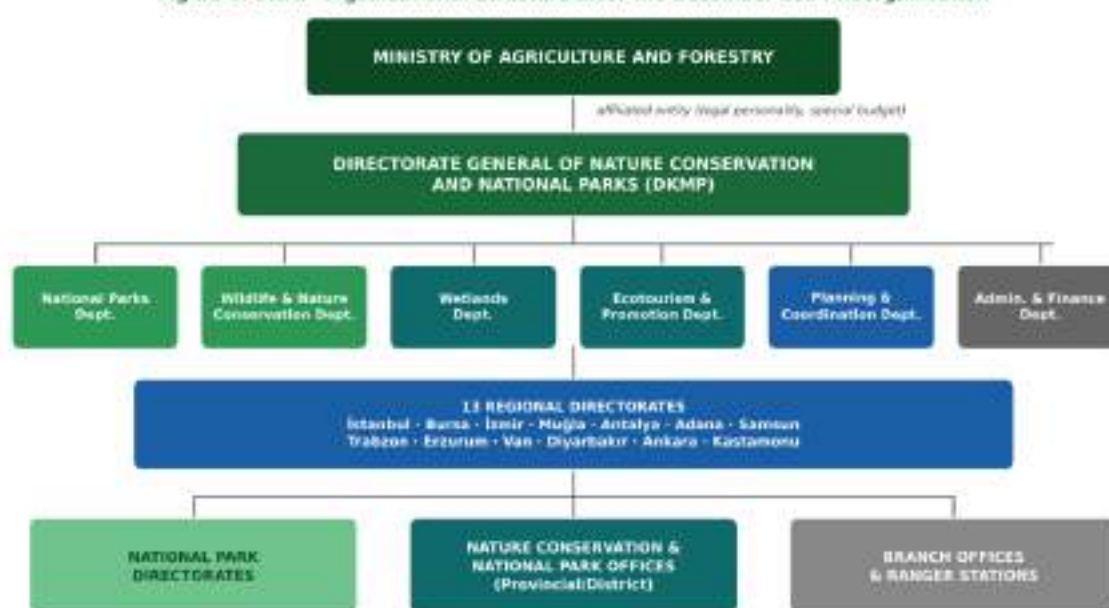
Çalışkan et al. [6,7] provide relevant context: their analyses of Türkiye's forest governance document how legislative changes since 2003 incrementally reconfigured the balance between conservation and resource extraction within public forests, shaping DKMP's operational mandate in the process.

3.1.2. December 2024 Reorganization

Presidential Decree No. 175 (dated 27 December 2024; Official Gazette No. 32766, 28 December 2024) [34] reclassified DKMP from a central ministerial service unit to “an affiliated

public entity with legal personality and a special budget” under the Ministry of Agriculture and Forestry (Figure 1). The special-budget status was formalized when DKMP was added to Schedule (II) of Public Financial Management and Control Law No. 5018 by a law published in the Official Gazette on 14 July 2025, and the Constitutional Court rejected an annulment action against the relevant provisions of Decree No. 175 on 3 June 2025 (E.2025/49, K.2025/120). National Parks Law No. 2873 was subsequently amended by Law No. 7576 (Official Gazette, 19 March 2026) [35], which revised the rules on planning, permits for private persons and entities, and sanctions in areas under the Law, and created the post of hunting and nature protection officer. Together, these instruments give DKMP autonomous budget authority, the capacity to enter contracts independently, and greater flexibility in personnel management. New or reinforced internal units include a Wildlife and Nature Conservation Department with an explicit veterinary medicine mandate and a dedicated Wetlands Department, which responds to a long-standing governance problem identified by Elvan and Birben [10]: placing wetland management under an agriculture-dominated ministry created institutional conflicts of interest that hampered Ramsar implementation.

Figure 1. DKMP Organisational Structure after the December 2024 Reorganisation



Source: Presidential Decree No. 175 (Official Gazette No. 32766, 26 Dec 2024) [34]; DKMP (2024) [28].

Figure 1. Organizational structure of the DKMP Directorate General following the December 2024 Presidential Decree. Source: Presidential Decree No. 175 [34]; DKMP [28].

3.2. Protected Area Designations: Legal Framework and Indicative IUCN

Correspondence

3.2.1. National Legal Framework

Türkiye's PA legal architecture under DKMP rests on three primary instruments: (1) National Parks Law No. 2873 (1983; most recently amended by Law No. 7576 in 2026 [35]), which defines (Article 2) and regulates national parks, nature parks, nature monuments, and nature reserves; (2) Land Hunting Law No. 4915 (2003), which establishes Wildlife Development Areas (YHGS); and (3) Environment Law No. 2872 (1983), which governs wetland protection together with the Wetlands Conservation Regulation (2014), under which nationally and locally important wetlands are recognized (Table 1). Other national designations fall outside DKMP: Special Environmental Protection Areas (ÖÇK; Environment Law No. 2872) and natural sites (Law No. 2863 on the Conservation of Cultural and Natural Property) are administered by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, while protection forests, gene-conservation forests and similar categories under Forest Law No. 6831 are administered by the General Directorate of Forestry (OGM) [30]. International obligations arise from the Ramsar Convention [10], the Bern Convention

[11], CITES [26], and the KM-GBF [22]. Table 1 separates national legal designations administered by DKMP (Panel A), international designations (Panel B) and national designations administered by other agencies (Panel C), all at a common reporting date (end of 2023); Figure 2 shows the distribution of the DKMP-administered designations by number of sites and area.

Elvan, Birben and Ünal [11] found, using a four-point scoring chart, that the compliance of Türkiye's wildlife legislation with the Bern Convention rose from 17% to 74% between accession (1984) and 2019; their analysis of 47 Council of State decisions (1984–2019) showed that decisions explicitly citing the Convention more often produced positive ecological outcomes (87.5% versus 66%). Elvan and Birben [10] assessed Ramsar Convention effectiveness against Turkish legislation and judicial decisions, finding measurable progress in legislation while noting that local community consultation remains systematically inadequate. Velioglu and Elvan [15] provide a historical analysis of wildlife legislation across Ottoman and Republican legislative periods, documenting the continuity in Türkiye's conservation law tradition. Elvan, Arslangündoğdu and Birben [12] examined the legal framework for conserving migratory birds within the wetland network and identified several international legal compliance gaps.

Table 1. Türkiye's protected area designations at a common reporting date (end of 2023): legal basis, number of sites, gross area and closest likely IUCN management category.

Designation	Legal basis	Number of sites	Gross area (ha)	Closest likely IUCN category (indicative) ^a
Panel A. National legal designations administered by DKMP				
National Park	Law No. 2873, Art. 2(a)	48	909,158	II
Nature Park	Law No. 2873, Art. 2(b)	266	108,036	V (site-dependent)
Nature Monument	Law No. 2873, Art. 2(c)	110	8,356	III
Nature Reserve (TKA)	Law No. 2873, Art. 2(d)	31	46,453	Ia (Ib possible)
Wildlife Development Area (YHGS)	Law No. 4915	85	1,165,448	IV or VI only where extractive uses are excluded; otherwise not assignable ^b
Nationally important wetland	Law No. 2872; Wetlands Conservation Regulation (2014)	59	869,697	Site-dependent (IV or V)
Locally important wetland	Law No. 2872; Wetlands Conservation Regulation (2014)	47	107,021	Site-dependent (IV or V)
Subtotal, Panel A (gross) ^c	—	646	3,214,169	—
Panel B. International designation (overlaps with Panels A and C; not additive)				
Ramsar Site	Ramsar Convention (in force for Türkiye since 1994)	14	184,487	Not applicable (international designation)
Panel C. National designations administered by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change				
Special Environmental Protection Area (ÖÇK)	Law No. 2872, Art. 9	19	3,832,960	Site-dependent (mostly V or VI, or not assignable)
Natural site (Doğal Sit)	Law No. 2863	3,962	2,854,906	Site-dependent (by protection grade)
Overlap-corrected (single-surface) total of all national designations, including OGM forest protection categories ^d: 8,815,169 ha, of which land 6,060,270 ha (7.77% of land area) and sea 2,754,899 ha (5.96% of marine area).				

^a Indicative only: IUCN categories must be assigned site by site according to primary management objectives [19,31]; see Table 2. ^b Mining has been permitted in YHGS since Law No. 5995 (2010) [2]; sites where extractive uses occur must first be shown to meet the IUCN protected-area definition. ^c Gross areas are arithmetic sums that include overlaps between designations; they must not be used to estimate coverage. ^d Includes Panels A–C, Ramsar Sites and OGM categories (protection forests, urban forests, gene-conservation forests, seed stands and seed orchards), with overlaps removed by the Ministry of Agriculture and Forestry; percentages refer to a land area of 77,997,582 ha and a marine area of 46,200,000 ha. Source: DKMP Nature Conservation Status Report 2023 [30].

Figure 2. DKMP-Administered Protected Area Designations by Category (end of 2022)

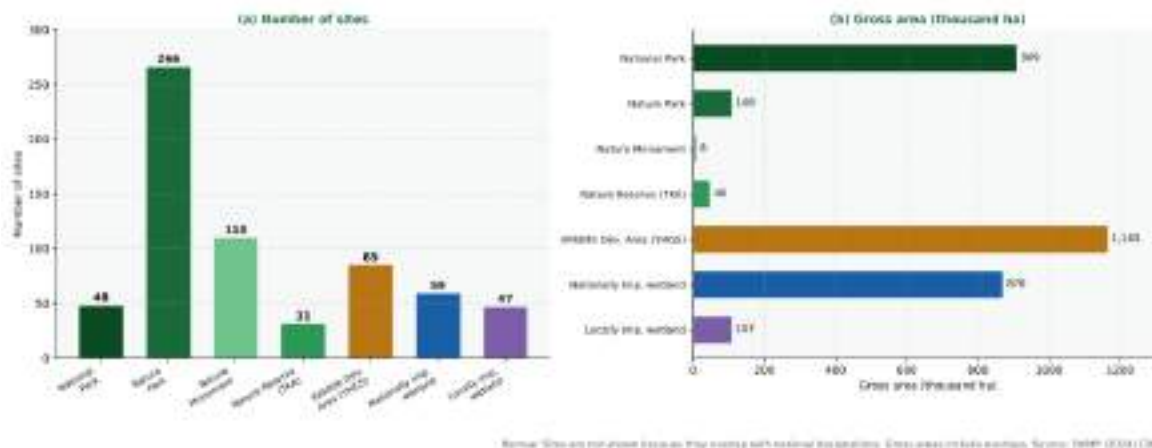


Figure 2. DKMP-administered protected area designations (Table 1, Panel A): distribution by category in terms of (a) number of sites and (b) gross area (thousand ha), end of 2023. Ramsar Sites are not shown because they overlap with national designations. Source: DKMP [30].

3.2.2. National Park (closest to IUCN Category II)

National Parks (Milli Park) are Türkiye's highest-profile PA designation. Law No. 2873, Article 2(a), defines them as natural and cultural areas of national and international rarity with outstanding scientific, aesthetic, and recreational value; establishment requires a Presidential Decision. The network grew from a single site in 1958 to 48 sites covering 909,158 ha by the end of 2023 [30]. Later proclamations raised the number to 50 by May 2025, when Geben Valley (Kahramanmaraş) was proclaimed, and to 52 in August 2026, when Türkiye's first two marine national parks, Fethiye–Kaş (2,170,603 ha) and North Aegean (174,214 ha), were proclaimed [36]; these post-2023 sites are not included in the 2023 statistics in Table 1.

The legal objectives of national parks correspond most closely to IUCN Category II, although no site-level category assignment has been published. Şekercioğlu et al. [2] described many of Türkiye’s PAs as practically “paper parks”, generally surrounded by agriculture and human settlements and isolated from one another. Kaya and Raynal [1] identified biogeographic representation gaps: semi-arid steppe and inner Anatolian grassland biomes are substantially under-represented. Elvan et al. [17] found that Türkiye’s forest-fire legislation only partially meets FAO criteria, which has implications for fire-prone national parks; Sarı et al. [24] mapped high fire danger across the Antalya region, where several PAs are located. Vatandaşlar et al. [8] compared sustainability language in Turkish and US public forest management plans and found that biodiversity and ecosystem-service considerations appear in Turkish plans but are inconsistently applied.

3.2.3. Nature Park (closest to IUCN Category V)

Nature Parks, defined in Law No. 2873, Article 2(b), as areas with outstanding plant cover, wildlife, and geomorphological features permitting recreational activities including hunting, fishing, water sports, and camping, form the most numerous category, with 266 sites covering 108,036 ha at the end of 2023 [30]. Their management objectives correspond most closely to IUCN Category V (Protected Landscape/Seascape), which allows more human use than Category II; sites with intensive recreational infrastructure require case-by-case assessment of whether they meet the IUCN protected-area definition. Elvan, Yıldırım and Birben [27] studied the governance of Istanbul's nine Belgrad Forest nature parks and found that public participation in planning was procedurally inadequate, with affected communities systematically excluded from key decision-making steps.

3.2.4. Nature Reserve (closest to IUCN Category Ia)

Law No. 2873, Article 2(d), defines Nature Reserves as areas requiring absolute protection, restricted exclusively to scientific and educational use, that contain rare, threatened, or disappearing

ecosystems and species. With only 31 sites covering 46,453 ha [30], this is Türkiye's most strictly protected category, and its legal objectives are closest to IUCN Category Ia. Şekercioğlu et al. [2] note that their small size and isolation limit landscape-scale ecological processes. Başak et al. [14], in their national-scale review of ecosystem services studies in Türkiye, found that Nature Reserves appear rarely in ecosystem-service assessments, reflecting both restricted access and scarce baseline monitoring data.

3.2.5. Nature Monument (closest to IUCN Category III)

Nature Monuments (Law No. 2873, Article 2(c)) are natural formations of scientific value produced by natural phenomena. The 110 sites designated by the end of 2023 covered only 8,356 ha [30], and their objectives correspond most closely to IUCN Category III (Natural Monument or Feature). Their ecological function is limited by small size. Spatial overlap between a Nature Monument and a KBA does not by itself mean that the monument designation protects the species and ecosystems for which the KBA was identified [32].

3.2.6. Wildlife Development Area (IUCN correspondence conditional)

Wildlife Development Areas, established under Law No. 4915 (2003), aim to improve habitat quality for wildlife by creating conditions for sheltering, feeding, and reproduction. With 85 sites and 1,165,448 ha [30], YHGS are the largest DKMP-administered category by area. Their habitat- and species-management objectives correspond most closely to IUCN Category IV, or to Category VI where sustainable use of natural resources is a primary objective. However, Law No. 5995 (2010), which amended Mining Law No. 3213, opened Wildlife Development Areas to mining, and Law No. 6094 (29 December 2010) allowed hydroelectric plants in protected areas [2]. Where such extractive uses are permitted and take place, it must first be established whether the site still meets the IUCN definition of a protected area, i.e., whether nature conservation remains its primary objective, before any category is assigned [19,31]; sites that fail this test should not be reported as protected areas in any IUCN category. Category VI does not resolve the problem, because it is reserved for low-level, non-industrial resource use compatible with nature conservation [19]. This regulatory erosion, an example of the policy-implementation gap examined by Çalışkan et al. [6,7], remains a major concern. Mäkelä et al. [16] provide a relevant international benchmark, showing at national scale in Finland that forest management choices generate substantial trade-offs between carbon sequestration and biodiversity, trade-offs relevant to multi-use management of YHGS in Türkiye.

3.2.7. Wetlands (national designation) and Ramsar Sites (international designation)

The Ramsar Convention has been in force for Türkiye since 1994, and 14 Wetlands of International Importance covering 184,487 ha have been designated [30]. Ramsar listing is an international designation, not a national legal category or an IUCN management category: the protection regime of each Ramsar Site derives from the Wetlands Conservation Regulation and from any other national designation covering the site. Ramsar Sites therefore overlap with national designations and are not added to national totals (Table 1, Panel B). Under domestic law, 59 nationally and 47 locally important wetlands were recognized at the end of 2023 [30]. Elvan and Birben [10] found that Ramsar Convention influence on Turkish legislation is measurable but that community participation remains a persistent deficit. Elvan, Arslangündoğdu and Birben [12] identified gaps in the integration of the Ramsar, Bonn, and EU Birds Directive frameworks for conserving migratory water birds. Tulukcu Yıldızbaş et al. [13] found Turkish legislation to be about 71% compatible with the Bucharest Convention on the protection of the Black Sea against pollution, but noted that the Convention has had virtually no influence on court decisions, a finding relevant to the governance of coastal wetlands.

3.3. Historical Expansion of the Protected Area Network

The PA network has expanded considerably since 2000, driven mainly by YHGS proclamations and the growth of Nature Parks (Figure 3). Eken et al. [4] identified 303 globally important KBAs covering about 26% of Türkiye; quantifying how much of this KBA area lies within legally designated PAs, and under which management regimes, requires a spatial overlay of KBA boundaries with overlap-corrected PA boundaries, which has not yet been published. Kaya

and Raynal [1] and Ekim et al. [18] remain the foundational baseline references for understanding what was present before the expansion began.

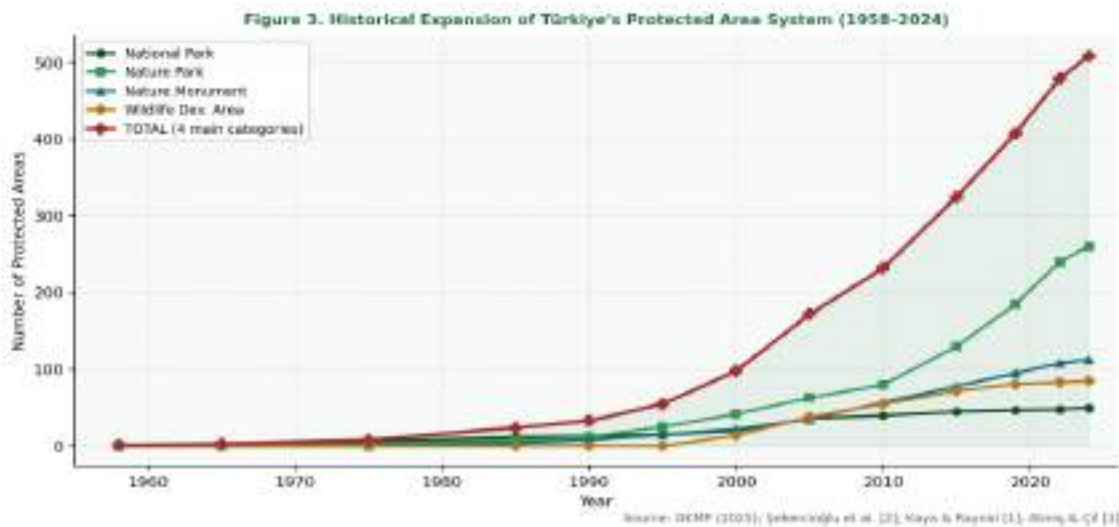


Figure 3. Historical expansion of Türkiye's protected area network, 1958–2024. Source: DKMP (2025); Şekercioğlu et al. [2]; Kaya & Raynal [1]; Atmış & Çil [3].

3.4. Indicative Correspondence with IUCN Management Categories

IUCN categories are defined by the primary management objectives of individual sites rather than by the legal designation under which a site is established [19,31]. A national designation can therefore indicate only the category to which its sites are likely to correspond; actual assignment requires site-level assessment of management objectives, zoning and permitted uses, with the primary objective applying to at least three-quarters of the site area [19]. Table 2 summarizes the closest likely correspondence for each national designation and the conditions under which it would hold. Correspondence is most straightforward for nature reserves (Ia), nature monuments (III) and national parks (II), and most problematic for YHGS, whose legal framework permits mining, and for multi-purpose designations such as ÖÇK and lower-grade natural sites, whose management objectives vary widely between sites. Atmış (as cited in Elvan & Birben [11]) attributed IUCN misalignment to overlapping protection statuses and governance fragmentation. FAO [20] notes that Türkiye's multiplicity of designations, while domestically coherent, creates ambiguity in international reporting to the WDPA.

Table 2. Indicative correspondence between national protected area designations in Türkiye and IUCN management categories, and the conditions under which the correspondence would hold.

Designation	Closest likely IUCN category	Conditions / caveats for site-level assignment
Nature Reserve (TKA)	Ia (Ib for large sites of wilderness character)	Access restricted to science and education; effective enforcement of the absolute-protection regime.
National Park	II	Ecosystem protection as primary objective over $\geq 75\%$ of the area; recreation and visitor infrastructure confined to zones; no extractive use.
Nature Monument	III	Management focused on the specific natural feature; small size limits wider ecological function.
Nature Park	V (III or VI for some sites)	Depends on the intensity of recreational, hunting and infrastructure use; sites where recreation is the primary objective may not meet the IUCN protected-area definition.
Wildlife Development Area (YHGS)	IV; VI only for low-level, non-industrial resource use	Only where mining (Law No. 5995, 2010) and hydropower (Law No. 6094, 2010) are excluded or demonstrably absent; otherwise the IUCN protected-area definition must be tested first and the site may not qualify.
Nationally / locally important wetland	IV or V (site-dependent)	Absolute-protection zones may correspond to IV; buffer and ecological-impact zones permitting agriculture and settlement do not meet category IV objectives.
Special Environmental	V or VI, or not assignable	Large multi-purpose planning areas that include settlements

Protection Area (ÖÇK)		and tourism; assignment requires zoning-level assessment.
Natural site (Doğal Sit)	Site-dependent	Varies with the protection grade under the natural-site regulation; lower grades permitting controlled development are unlikely to qualify.
Ramsar Site	Not applicable	International designation; category, if any, follows the underlying national designation(s).
Key Biodiversity Area	Not applicable	Scientific site-identification standard [32]; no legal status; may be safeguarded by PA designation, OECM recognition or planning instruments.

Source: authors' assessment based on IUCN [19], Stolton et al. [31], FAO [20], IUCN [32] and the legal provisions cited in Section 3.2.

3.5. Regional Distribution of Protected Areas

Protected areas are distributed unevenly across Türkiye's seven geographic regions. At the end of 2023, the 48 national parks were distributed as follows: Black Sea 10, Central Anatolia 9, Mediterranean 8, Aegean 6, Marmara 6, Eastern Anatolia 6 and Southeastern Anatolia 3 (Figure 4). Six of the 48 are national historic parks designated mainly for their cultural and historical values (two each in Central and Eastern Anatolia and one each in the Aegean and Black Sea regions); parks designated for natural values are therefore fewest in Southeastern Anatolia (3) and Eastern Anatolia (4). Inner Anatolian steppe ecosystems, among the most biodiversity-rich yet least forested landscapes, appear to be among the least protected [1,4]. Durkaya et al. [9] found that socio-economic conflicts between forest villages and PA administration are sharpest where PA boundaries overlap with traditional resource-use areas, particularly in the Black Sea and Eastern Anatolia regions.

Figure 4. Distribution of Türkiye's 48 National Parks by Geographic Region (end of 2023)

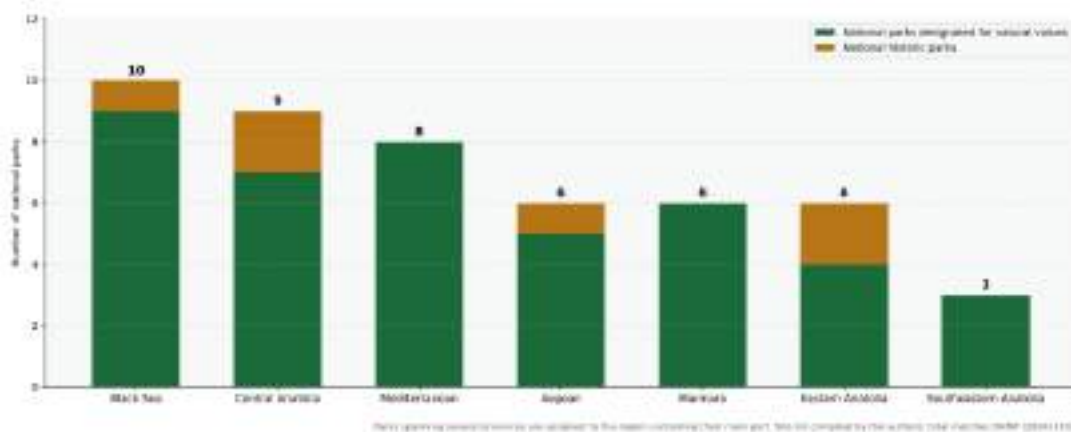


Figure 4. Distribution of Türkiye's 48 national parks by geographic region at the end of 2023, distinguishing national historic parks. Parks spanning several provinces are assigned to the region containing their main part. Data compiled by the authors; total number of sites from DKMP [30].

Source: site list compiled by the authors; total number of sites from DKMP [30].

3.6. International Benchmarking and KM-GBF Context

Figure 5 compares Türkiye's terrestrial PA coverage with comparable European nations and the KM-GBF Target 3 [22]. On an overlap-corrected basis and including all national designations, about 7.8% of Türkiye's land area and 6.0% of its marine area were protected at the end of 2023 [30]. The two figures are reported separately because Target 3 applies the 30% goal separately to terrestrial and inland water areas and to marine and coastal areas [22], and because the percentages refer to different reference areas. Reaching 30% on land would require roughly 22 additional percentage points. The two marine national parks proclaimed in 2026 (about 2.34 million ha) [36] will raise marine coverage substantially, but their contribution should be quantified once overlap-corrected statistics are published. Coverage is, moreover, only one element of Target 3, which also requires PA systems to be ecologically representative, well connected and effectively and equitably managed (Section 4.2). OECD [21] Environmental Performance Reviews confirm that Türkiye's conservation spending per protected hectare is substantially lower than European peers. Çalışkan et al. [6,7] show through a governance analysis that extractive-industry interests and agricultural

expansion exert sustained pressure on PA boundaries even when those boundaries are legally defined.

Figure 5. Terrestrial Protected Area Coverage: Türkiye vs. Selected Countries and the KM-GBF Target

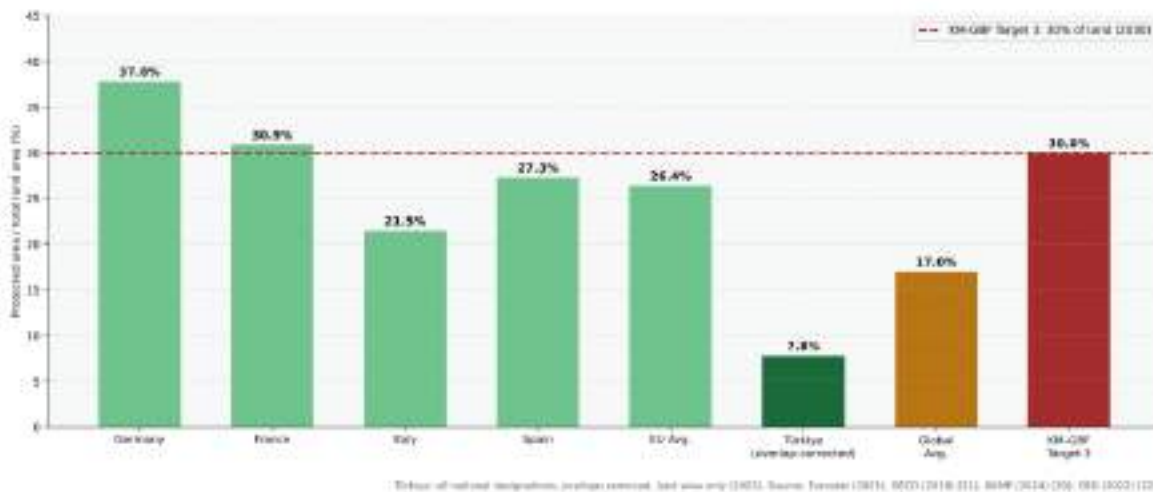


Figure 5. Terrestrial protected area coverage (%) for selected countries, Türkiye (7.8%, overlap-corrected, 2023), the global average, and the KM-GBF Target 3 (30%). Source: Eurostat (2023); OECD (2019) [21]; DKMP [30]; CBD/KM-GBF (2022) [22].

4. Discussion

4.1. Governance Architecture: Reform Potential and Structural Risks

The December 2024 reclassification of DKMP as an autonomous affiliated entity is a potentially significant governance change. Financial autonomy may enable more strategic multi-year planning and reduce the budget volatility that Atmış and Çil [3] identified as a recurrent obstacle to sustainable forestry and PA management. That autonomy also carries risks: without robust parliamentary oversight, an autonomous DKMP could be more exposed to ad hoc political directives, a concern consistent with Çalışkan et al.'s [7] finding that amendments to Türkiye's forestry laws have systematically shifted resource allocation towards extraction. Whether the reorganization delivers genuine scientific decision-making authority and adequate staffing will determine its practical effect.

The inter-agency coordination problem identified by Elvan and Birben [10,11] and Tulukcu Yıldızbaş et al. [13] is not resolved by the 2024 decree. DKMP (including its Wetlands Department), the General Directorate of Forestry (OGM), and the General Directorate for the Protection of Natural Assets of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change (responsible for ÖÇK and natural sites) hold overlapping jurisdictions, and the same area often carries statuses administered by different agencies; the difference between the gross (10.4 million ha) and overlap-corrected (8.8 million ha) totals of all national designations in 2023 indicates the scale of this overlap [30]. A formal binding inter-agency coordination protocol covering wetlands, coastal PAs, and KBA-adjacent forest lands is needed, comparable to the existing OGM-DKMP protocol on forested PAs, together with a single, annually updated national PA register reporting both gross and overlap-corrected statistics.

4.2. IUCN Alignment and KM-GBF Target 3: Beyond Area Coverage

KM-GBF Target 3 calls for at least 30% of terrestrial and inland water areas and of marine and coastal areas to be effectively conserved and managed by 2030 through ecologically representative, well-connected and equitably governed systems of protected areas and OECMs, with particular emphasis on areas of importance for biodiversity [22]. Progress cannot therefore be judged by area coverage alone. For Türkiye, four further dimensions are equally important: (i) ecological representativeness, since steppe, semi-arid and inland-water ecosystems appear under-represented relative to forest and coastal ecosystems [1,4]; (ii) connectivity, since PAs are largely isolated within agricultural and urban landscapes [2] and ecological corridors have no dedicated legal

instrument; (iii) management effectiveness, since no periodic, nationally standardized evaluation of PA management effectiveness has been published, so it is not known how many designated sites achieve their objectives [33]; and (iv) the actual contribution of sites to biodiversity conservation, which requires biodiversity monitoring linked to site management.

Within this framework, the KBA dataset of Eken et al. [4] is best used as a scientific basis for identifying priorities for the expansion and improvement of the PA network, not as a ready-made list of sites to which a uniform legal status should be assigned. A national KBA gap analysis, overlaying the 303 globally important KBAs with overlap-corrected PA boundaries, would show which KBAs are unprotected, partially protected, or protected under regimes that do not address the species and ecosystems for which they were identified. The appropriate response may then differ from site to site: designation of a new PA, improved management or rezoning of an existing PA, recognition as an OECM, or safeguards through spatial planning and environmental impact assessment. Priority should go to KBAs in under-represented ecosystems, such as the inner Anatolian steppe and semi-arid eastern zones, and to KBAs that would improve connectivity between existing PAs.

For YHGS sites where mining is permitted under Law No. 5995 (2010), which amended Mining Law No. 3213 [2], two options are consistent with IUCN guidance: excluding extractive uses so that nature conservation remains the primary objective, or, where this is not possible, ceasing to report the affected areas as protected areas. Reclassification to Category VI is not a solution for industrial extraction, because Category VI is restricted to low-level, non-industrial resource use compatible with nature conservation [19]. The IUCN 30x30 implementation guide [25] suggests that OECM (Other Effective Area-based Conservation Measure) frameworks could complement formal PA expansion by recognising community-managed forests and traditional protection zones not currently counted in Türkiye's PA statistics; OGM categories such as protection forests and gene-conservation forests are candidates for OECM assessment, provided their long-term biodiversity outcomes can be demonstrated.

4.3. Ecosystem Services Integration

Başak et al. [14] found that ecosystem service studies in Türkiye are spatially concentrated in rural and peri-urban landscapes, leaving large functional gaps in systematic assessments of carbon, water, and biodiversity services within PAs. Mäkelä et al. [16], in their national-scale study in Finland, demonstrated that open multi-objective planning tools are necessary to simultaneously optimize forest management in terms of carbon sequestration and biodiversity targets. However, such tools are not included in the protected area management plan templates in Türkiye. Vatandaşlar et al. [8] reached a similar conclusion comparing sustainability language in US and Turkish public forest management plans: Turkish plans increasingly mention sustainability, but quantified biodiversity or carbon targets are rare and monitoring obligations are poorly specified.

4.4. Biodiversity Threats and Wildlife Legislation

The threat profile documented by Şekercioğlu et al. [2] remains largely unresolved: dam construction, irrigation projects, coastal urbanization, and land conversion continue to fragment PA networks. Elvan et al. [17] found that Türkiye's forest fire legislation achieves only partial compliance with FAO criteria, a gap of particular concern for PAs in high-fire-risk Mediterranean zones. Velioğlu and Elvan [15] traced wildlife protection legislation from the 1937 Hunting Law through the current Law No. 4915 and identified persistent gaps in species-level protection standards. Durkaya et al. [9] and Atmış et al. [5] argue that effective forest and PA governance requires not only legal compliance but genuine participation and socio-economic inclusion of forest-dependent communities, a dimension that conservation science increasingly treats as inseparable from ecological effectiveness.

5. Conclusions

This review synthesizes the institutional history, legal framework, and management effectiveness challenges of the DKMP, drawing on 36 sources, including 20 peer-reviewed journal articles. The December 2024 reorganization grants DKMP operational and financial autonomy that, if properly used, could address longstanding coordination and budget constraints. The structural

problems documented in the literature, however, cannot be resolved by institutional reclassification alone: overlapping legal mandates and protection statuses, the absence of site-level IUCN category assignment, weak ecological connectivity, the lack of systematic management effectiveness evaluation, inadequate ecosystem-service integration, and a large gap between current overlap-corrected coverage (7.8% of land and 6.0% of sea in 2023) and KM-GBF Target 3 all require targeted policy action.

Six recommendations follow from this synthesis: (1) assign IUCN management categories site by site, following the IUCN assignment procedure [19,31], and report the results to the WDPA; areas in which extractive uses are incompatible with conservation as the primary objective should not be reported as protected areas; (2) adopt a standardized management effectiveness evaluation, such as the IUCN METT (Management Effectiveness Tracking Tool) within the IUCN-WCPA framework [33], as a mandatory periodic requirement for all PA designations; (3) use the KBA dataset of Eken et al. [4] as the basis of a national gap analysis to prioritize the expansion and improvement of the PA network, with responses tailored to each site (PA designation, improved management, OECM recognition or planning safeguards) and priority given to under-represented steppe and eastern Anatolian ecosystems and to connectivity; (4) publish annual national PA statistics with a common reporting date that distinguish national designations, international designations and gross versus overlap-corrected areas, with terrestrial and marine coverage reported separately; (5) establish a legally binding inter-agency coordination framework between DKMP, OGM, and the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, drawing on the convention-effectiveness analyses of Elvan and Birben [10,11]; and (6) integrate quantified ecosystem-service targets, particularly for carbon sequestration, biodiversity, and water regulation, into PA management plan templates, drawing on the methodological frameworks of Başak et al. [14] and Mäkelä et al. [16]. These steps would bring Türkiye's conservation governance into line with its KM-GBF obligations and with the scientific consensus on effective protected area management.

Acknowledgment

This article was presented as a paper at the ALATAUMEC 2026 congress in Kazakhstan.

References

1. Kaya, Z.; Raynal, D.J. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biol. Conserv.* 2001, 97, 131–141. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00069-0)
2. Şekercioglu, Ç.H.; Anderson, S.; Akçay, E.; Bilgin, R.; Can, Ö.E.; Semiz, G.; Tavşanoğlu, Ç.; Yokeş, M.B.; Soyumert, A.; İpekdağ, K.; et al. Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biol. Conserv.* 2011, 144, 2752–2769. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.06.025>
3. Atmış, E.; Çil, A. Sustainable Forestry in Turkey. *J. Sustain. For.* 2013, 32, 354–364. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.767210>
4. Eken, G.; İsfendiyaroğlu, S.; Yeniçurt, C.; Erkol, I.L.; Karataş, A.; Ataol, M. Identifying key biodiversity areas in Turkey: A multi-taxon approach. *Int. J. Biodiv. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.* 2016, 12, 181–190. <https://doi.org/10.1080/21513732.2016.1182949>
5. Atmış, E.; Özden, S.; Lise, W. Public participation in forestry in Turkey. *Ecol. Econ.* 2007, 62, 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.005>
6. Çalışkan, H.; Birben, U.; Özden, S. Forest management in Türkiye: Economic pressures, legal frameworks, and ecological consequences. *Int. Environ. Agreem.* 2025, 25, 21–39. <https://doi.org/10.1007/s10784-024-09657-7>
7. Çalışkan, H.; Birben, U.; Özden, S. Shifting priorities: How amendments in forestry law impact resource management, the case of Türkiye. *Environ. Manag.* 2026, 76, 13. <https://doi.org/10.1007/s00267-025-02308-w>
8. Vatandaşlar, C.; Bettinger, P.; Gutierrez Garzon, A.R.; Merry, K.; Boston, K.; Lee, T.; Uzu, J. Sustainability language in forest management plans: A comparative analysis for public forests of the US and Turkey. *Forests* 2023, 14, 447. <https://doi.org/10.3390/f14030447>
9. Durkaya, B.; Kaptan, S.; Durkaya, A. Socio-economic and cultural sources of conflict between forest villagers and forest: A case study from Black Sea Region, Türkiye. *Crime Law Soc. Change* 2020, 74, 155–173. <https://doi.org/10.1007/s10611-020-09893-1>
10. Elvan, O.D.; Birben, Ü. Analysis of the Ramsar Convention's effectiveness on the Turkish legislation and judicial decisions. *Wetlands* 2021, 41, 35. <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01435-4>
11. Elvan, O.D.; Birben, Ü.; Ünal, H.E. The effectiveness of the Bern Convention on wildlife legislation and judicial decisions in Turkey. *Int. Environ. Agreem.* 2021, 21, 305–321. <https://doi.org/10.1007/s10784-020-09498-0>

12. Elvan, O.D.; Arslangündoğdu, Z.; Birben, Ü. Conserving migratory birds of Turkey: Role of the international legal framework. *Environ. Monit. Assess.* 2022, 194, 320. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09971-0>
13. Tulukcu Yıldızbaş, N.; Birben, Ü.; Elvan, O.D.; Bilgin Yüce, M. An analysis of the Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution (the Bucharest Convention) from the perspective of Turkish contract law. *Int. Environ. Agreem.* 2023, 23, 485–502. <https://doi.org/10.1007/s10784-023-09621-x>
14. Başak, E.; Çetin, N.İ.; Vatandaşlar, C.; Pamukçu-Albers, P.; Karabulut, A.A.; Demirbas Çağlayan, S.; Besen, T.; Erpul, G.; Balkiz, Ö.; Avioglu Çokkalışkan, B.; et al. Ecosystem services studies in Turkey: A national-scale review. *Sci. Total Environ.* 2022, 844, 157068. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157068>
15. Velioğlu, N.; Elvan, O.D. Protection of wildlife: Analysis of legislative periods in Turkey. *J. Environ. Nat. Stud.* 2021, 3, 168–181. <https://doi.org/10.53472/jenas.958973>
16. Mäkelä, A.; Minunno, F.; Kujala, H.; Kosenius, A.-K.; Heikkinen, R.K.; Junttila, V.; Peltoniemi, M.; Forsius, M. Effect of forest management choices on carbon sequestration and biodiversity at national scale. *Ambio* 2023, 52, 1939–1953. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01899-0>
17. Elvan, O.D.; Birben, Ü.; Ozkan, U.Y.; Turker, Y.O. Forest fire and law: An analysis of Turkish forest fire legislation based on FAO criteria. *Fire Ecol.* 2021, 17, 12. <https://doi.org/10.1186/s42408-021-00102-7>
18. Ekim, A.; Koyuncu, M.; Vural, M.; Duman, H.; Aydın, Z.; Adıgüzel, N. *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı* (Red Data Book of Turkish Plants). Türkiye Tabiatını Koruma Derneği: Ankara, Türkiye, 2000.
19. Dudley, N. (Ed.) *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*; IUCN: Gland, Switzerland, 2008. ISBN 978-2-8317-1086-0.
20. FAO. *Guidelines for Establishing Protected Areas: Republic of Turkey*; Food and Agriculture Organization: Rome, Italy, 2014.
21. OECD. *OECD Environmental Performance Reviews: Turkey 2019*; OECD Publishing: Paris, France, 2019. <https://doi.org/10.1787/9789264309753-en>
22. CBD. *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*; CBD COP15 Decision 15/4: Montreal, Canada, 2022. <https://www.cbd.int/gbf>
23. Ministry of Environment, Urbanisation and Climate Change. *Environmental Indicators Database: Protected Areas*; Republic of Türkiye: Ankara, Türkiye, 2025. Available online: <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr>
24. Sarı, F.; Topaloğlu, R.H.; Demirel, T. Exploring forest fire dynamics: Fire danger mapping in Antalya Region, Türkiye. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2024, 13, 74. <https://doi.org/10.3390/ijgi13030074>
25. WWF; IUCN WCPA. *30x30: A Guide to Inclusive, Equitable and Effective Implementation of Target 3 of the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*; WWF: Gland, Switzerland, 2023.
26. Uyar, Ç.; Elvan, O.D. Legal analysis of the CITES convention in terms of Turkish administrative and judicial processes. *Int. Environ. Agreem.* 2024, 24, 515–538. <https://doi.org/10.1007/s10784-024-09650-0>
27. Elvan, O.D.; Yıldırım, H.T.; Birben, Ü. Public participation in decision-making processes in the planning for nature parks: The case of Istanbul's Belgrad Forest. *Environ. Monit. Assess.* 2021, 193, 511. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09291-9>
28. DKMP. *Reorganisation Announcement: Genel Müdürlüğümüz Bağlı Kuruluş Olarak Yoluna Devam Edecek*; Ministry of Agriculture and Forestry: Ankara, Türkiye, 2024. Available online: <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP>
29. OGM—General Directorate of Forestry. *Ormancılık İstatistikleri* (Forestry Statistics) 2024; Ministry of Agriculture and Forestry: Ankara, Türkiye, 2024. Available online: <https://www.ogm.gov.tr>
30. DKMP. *Tabiat Koruma Durum Raporu 2023* (Nature Conservation Status Report 2023); General Directorate of Nature Conservation and National Parks, Ministry of Agriculture and Forestry: Ankara, Türkiye, 2024. Available online: https://tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Tabiat%20Koruma%20Durum%20Raporu/TKDR_EN_2023.pdf
31. Stolton, S.; Shadie, P.; Dudley, N. *IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types*; Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21; IUCN: Gland, Switzerland, 2013.
32. IUCN. *A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0*; IUCN: Gland, Switzerland, 2016.
33. Hockings, M.; Stolton, S.; Leverington, F.; Dudley, N.; Courrau, J. *Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing Management Effectiveness of Protected Areas*, 2nd ed.; IUCN: Gland, Switzerland, 2006.
34. Republic of Türkiye. *Presidential Decree No. 175* (Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi No. 175), dated 27 December 2024. *Official Gazette (Resmî Gazete)* No. 32766, 28 December 2024.
35. Republic of Türkiye. *Law No. 7576 Amending the National Parks Law, Certain Other Laws and Decree-Law No. 375*. *Official Gazette (Resmî Gazete)*, 19 March 2026.
36. DKMP. *Ülkemizin İlk Deniz Milli Parkları Fethiye-Kaş ve Kuzey Ege Oldu* (Türkiye's first marine national parks: Fethiye-Kaş and North Aegean); Ministry of Agriculture and Forestry: Ankara, Türkiye, 17 August 2026. Available online: <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Haber/442>

МРНТИ 31.27.21

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-54-62

ПРОТЕОМИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕМ. *ERICACEAE*)

О.В. Чижик

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад Национальной
академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь
e-mail chizhikolga17@gmail.com, cchizhik@cbg.org.by

Аннотация. В статье приведены результаты целевых протеомных исследований в области изучения и сохранения биологического разнообразия растений на примере таксонов сем. *Ericaceae* (*Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium corymbosum*) и использования полученных данных в прикладных разработках, включая таксономию и биотехнологию. Представлена характеристика протеома растений в зависимости от видовой и сортовой принадлежности, а также при культивировании *in vitro* и в каллусных культурах. Впервые получены данные по протеомному составу растений сем. *Ericaceae*, культивируемых в условиях *in vivo* и *in vitro*, а также протеомной характеристике каллусов, инициированных из разных эксплантов. Методом 2D-электрофореза установлена видо- и сортоспецифичность продуктов экспрессированного генома. Определены белки, претендующие на роль маркеров видовой и сортовой принадлежности исследованных таксонов. В составе протеомов листовой ткани *in vivo* растений обнаружены низкомолекулярные белки (преимущественно, защитные PR-белки), отсутствующие на протеомных картах клонированных растений. Получены каллусы, инициированные из листовой и стеблевой ткани растений брусники с высоким содержанием БАВ и проведен протеомный анализ перспективных каллусных линий. Выявлены биохимические маркеры, отражающие общие закономерности развития растений и каллусных культур.

Ключевые слова: протеом, белки-маркеры, каллус, протеомные карты, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium corymbosum*

ӨСІМДІКТЕРДІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӘРТҮРЛІЛІГІН САҚТАУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ САЛАСЫНДАҒЫ ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ ПРОТЕОМИКА (*ERICACEAE* ТҰҚЫМДАСЫ МЫСАЛЫНДА)

Аңдатпа. Мақалада *Ericaceae* (*Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium corymbosum*) тұқымдасы таксондарының мысалында өсімдіктердің биологиялық әртүрлілігін зерттеу және сақтау саласындағы мақсатты протеомдық зерттеулердің нәтижелері, сондай-ақ алынған деректерді қолданбалы әзірлемелерде, соның ішінде таксономия мен биотехнологияда пайдалану мүмкіндіктері келтірілген. Өсімдіктер протеомының түрлік және сорттық ерекшеліктеріне байланысты, сонымен қатар *in vitro* жағдайында және каллус дақылдарында өсіру кезіндегі сипаттамасы ұсынылған. Алғаш рет *in vivo* және *in vitro* жағдайларында өсірілетін *Ericaceae* тұқымдасы өсімдіктерінің протеомдық құрамы бойынша, сондай-ақ әртүрлі экспланттардан индукцияланған каллустардың протеомдық сипаттамасы туралы деректер алынды. 2D-электрофорез әдісімен экспрессияланған геном өнімдерінің түрлік және сорттық ерекшелігі анықталды. Зерттелген таксондардың түрлік және сорттық тиістілігінің маркерлері рөліне үміткер ақуыздар айқындалды. *In vivo* өсімдіктерінің жапырақ ұлпасы протеомдарының құрамында клондалған өсімдіктердің протеомдық карталарында жоқ төмен молекулалық ақуыздар (негізінен, қорғаныш PR-ақуыздары) табылды. БИЗ (биологиялық белсенді заттар) мөлшері жоғары брусника өсімдіктерінің жапырақ және сабақ ұлпаларынан индукцияланған каллустар алынды және перспективалы каллус желілеріне протеомдық талдау жасалды. Өсімдіктер мен каллус дақылдары дамуының жалпы заңдылықтарын көрсететін биохимиялық маркерлер анықталды.

Түйін сөздер: протеом, маркерлік ақуыздар, каллус, протеомдық карталар, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium corymbosum*.

PROTEOMICS IN SCIENTIFIC RESEARCH ON THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF PLANT BIOLOGICAL DIVERSITY: A CASE STUDY OF THE *ERICACEAE* FAMILY

Abstract. The article presents the results of targeted proteomic research focused on the study and conservation of plant biodiversity, using taxa of the *Ericaceae* family (*Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium corymbosum*) as a model. The application of the obtained data in taxonomy and biotechnology is demonstrated. Furthermore, the characteristics of the

plant proteome are analyzed in relation to species and cultivars, as well as during *in vitro* cultivation and in callus cultures.

For the first time, data on the proteomic composition of plant species of the Ericaceae family cultivated under *in vivo* and *in vitro* conditions were obtained, as well as the proteomic characterization of calli initiated from various explants. The species- and variety-specificity of the expressed genome products was established using 2D-electrophoresis. Proteins acting as potential markers for the species and variety identity of the studied taxa were identified. Low-molecular-weight proteins (predominantly protective PR-proteins), which are absent on the proteomic maps of cloned plants, were detected within the proteomes of leaf tissues of *in vivo* plants. Calli initiated from the leaf and stem tissues of lingonberry plants with a high content of bioactive substances (BAS) were obtained and a proteomic analysis of promising callus lines was performed. Biochemical markers reflecting general regularities of plants and callus cultures development were revealed.

Keywords: proteome, marker proteins, callus, proteome maps, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium corymbosum*

Введение

В настоящее время при изучении биологических сообществ и объектов используют методологии и технологии новых научных дисциплин: геномики, транскриптомики, протеомики, метаболомики. Все эти направления взаимосвязаны, дополняют друг друга и способствуют формированию наиболее полной картины всех процессов, происходящих в растениях по схеме: ДНК–РНК–белки–метаболиты–общее функционирование генотипа.

Применение протеомики в науках о растениях остается крайне малоизученным, хотя она и обладает исключительными перспективами и потенциалом в новых междисциплинарных областях исследований. Актуальные примеры использования протеомики в науках о растениях включают биотехнологии, климатическую устойчивость, системы сельскохозяйственного производства и здравоохранение [1].

Протеомика растений, наряду с другими «омиксными» биотехнологиями, стала необходимой в различных сферах классических наук – ботаники, физиологии, биохимии, биотехнологии, тканевой и клеточной биологии. Протеом, как совокупность индивидуальных белков и их комплексов с разнопрофильной функцией и активностью в клетках живых организмов, в отличие от генома, который является статическим по своей природе, обладает широкими динамическими возможностями. Он постоянно меняется, реагируя на экзо- и эндогенные факторы, поддерживая необходимое физиологическое состояние клеток и их развитие [2]. При этом отдельные белки и группы белков протеома могут демонстрировать качественную и количественную стабильность, что позволяет использовать их в качестве маркеров при оценке биологического разнообразия растений, морфологических и физиологических характеристик процессов развития. Белки, как маркеры, являются источниками информации при изучении эволюции растений, фенологических различий, при ведении селекционных работ и др.

Изложенные подходы в использовании протеомики растений явились стратегическими в научных исследованиях ученых Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».

Разработки по изучению протеома растений на первом этапе были направлены на решение следующих задач:

- выявление белков-маркеров таксономической принадлежности растений и паспортизации видов и сортов растений сем. *Ericaceae*;
- определение белков-маркеров физиологического состояния растений сем *Ericaceae*, культивируемых *in vivo* и *in vitro* и каллусных культур.

Исследования протеомов ботанических объектов, включая коллекционные фонды, являются актуальными, так как позволяют получить новую важную информацию о процессах жизнедеятельности и продуктивности растительного организма, возможностей целевого регулирования этих процессов, включая селекцию растений. Прикладной задачей в области биологии растений является инвентаризация (идентификация и каталогизация) белков конкретного таксона, построение белковых атласов клеток и тканей, идентификация маркерных белков.

Объекты и методы исследования. Объектом исследований явилась листовая ткань растений сем. *Ericaceae* – брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* Ait.) и голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси, а также каллусные культуры, инициированные из различных типов эксплантов.

В протеомике для достижения оптимальных результатов исследований процедура пробоподготовки имеет решающее значение. Особенно это касается растительных тканей, которые содержат высокий уровень мешающих анализу соединений, таких как полисахариды, липиды, фенольные соединения, протеазы, а также широкий спектр вторичных метаболитов [3].

Получение качественного образца для протеомных исследований усложняет и то обстоятельство, что многим растительным тканям свойственно низкое содержание белка на фоне высоких концентраций сопутствующих соединений.

В связи с вышеизложенным, ключевым фактором в получении качественных и воспроизводимых данных является получение исходных образцов для протеомных исследований.

Общую фракцию клеточных белков растительной ткани проводили на основе методик, разработанных Amme et al. [4] и Vincent et al. [5]. Фракции белков очищали от примесей, мешающих изофокусированию (соли, детергенты и др.), с помощью набора реагентов «2-D Clean-Up Kit» (производство GE Healthcare, США). Процедуру очистки повторяли дважды.

Для изоэлектрофокусирования (ИЭФ) общей фракции клеточных белков использовали иммобилизованные сухие стрипы ReadyStrip™ IPG с иммобилизованным градиентом pH (Bio-Rad, США). ИЭФ проводили на автоматической станции Protean i12 IEF Cell (Bio-Rad, США). После ИЭФ IPG-стрипы уравнивали с буферными системами для вертикального электрофореза белков в денатурирующих условиях в щелочной системе по методу Laemmli [6] (2-ое направление 2D-электрофореза). Электрофорез проводили на готовых гелях Criterion TGX Precast Midi Protein Gel (Bio-Rad Laboratories, США). Гели окрашивали флуоресцентным красителем Oriole Fluorescent Gel Stain (Bio-Rad Laboratories, США) и фотографировали, используя систему VersaDoc (Bio-Rad, США). Анализ протеомных карт проводили с помощью специализированного программного обеспечения PDQuest 2-D Analysis Software. Определение Mm исследуемых белков проводили, используя базу данных UniProt. Все эксперименты проводили в 3-хкратной повторности. Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием компьютерной программы Statistica 7.0, изменения считали достоверными при $p < 0,05$.

При 2D-электрофорезе с изоэлектрофокусированием в качестве 1-го направления, экспериментально определенные молекулярные массы большинства белков совпадают с теоретически рассчитанными. Однако в некоторых случаях один и тот же белок имеет фактическую молекулярную массу больше теоретической, поскольку во время проведения ИЭФ молекулы белка могут образовывать агрегаты.

При подсчете числа функционально различных белков на полученных электрофореграммах, необходимы поправки на изоформы, пост-трансляционные модификации, РНК-редактирование и протеолиз белков, поскольку именно вследствие этих процессов некоторые белки на 2D-электрофореграммах формируют «шлейф» или «бусы» из белковых пятен (с различными значениями pI, но с одинаковой молекулярной массой). Наличие цепочки пятен на электрофореграммах могут быть результатом карбамилирования в ходе приготовления образца из-за содержания в буфере мочевины. К тому же возможны потери отдельных белков при выделении и очистке образцов от примесей. Указанное необходимо учитывать при определении общего числа функционально различных белков [7]. Следует отметить, что обнаруженное в ходе анализа 2D-электрофореграмм число белковых зон могло быть занижено, так как ряд минорных белков перекрывается доминирующими белками или находится ниже порога чувствительности к красителю. Визуализация этих

белков впоследствии может быть осуществлена посредством проведения 2D-электрофореза в более узком диапазоне pI.

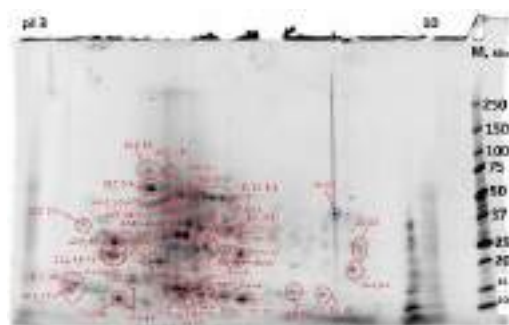
Результаты и обсуждение

Брусника обыкновенная (Vaccinium vitis idaea Ait.)

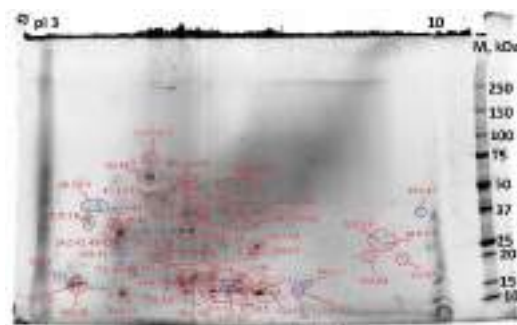
В видовом многообразии представителей семейства *Ericaceae* брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* Ait.) занимает особое место как источник биологически ценных соединений с высоким уровнем антиоксидантной активности и асептических свойств. Культура брусники имеет перспективу расширения плантационного выращивания, для чего необходимо создание новых сортов на основе использования молекулярно-генетических подходов, включая протеомные.

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси впервые получены протеомные карты таксонов брусники обыкновенной, характеризующихся высоким содержанием БАВ.

На протеомных картах общего пула белков листовой ткани наблюдали группы белков, а также дифференциально экспрессирующиеся отдельные белки, характерные для вида *Vaccinium vitis-idaea* и претендующие на роль маркерных белков этого вида. В результате скрининга протеомов сортов брусники также были выявлены белки, которые могут претендовать на роль белков-маркеров сортовой принадлежности на основе уровня их экспрессии у данного сорта (рисунок 1, таблица 1).



а - *Vaccinium vitis idaea* minus



б – сорт Мазовия (Mazovia)

Рисунок 1 – Протеомный профиль общего пула белков листовой ткани растений *Vaccinium vitis-idaea*

Таковыми сортовыми маркерами у брусники сорта Мазовия (Mazovia) могут являться белки, представленные в таблице 1.

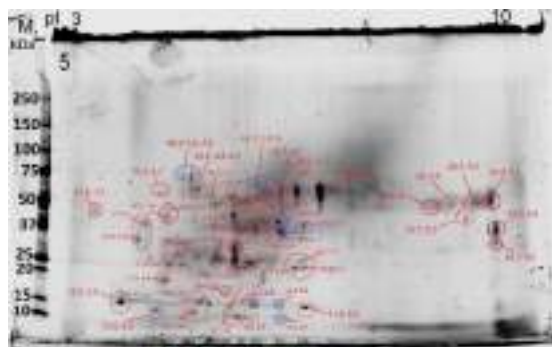
Таблица 1 – Белки, дифференциально экспрессирующиеся в листовой ткани брусники обыкновенной сорта Mazovia

	М m, kDa	р I	Белок	Ге н
	3 8,0	3 ,8– 4,0	Flavonol synthase (EC 1.14.11.23)	<i>FL</i> <i>S</i>
	3 5,9	9 ,7	NADH-ubiquinone oxidoreductase chain 1 (EC 7.1.1.2)	<i>nad</i> <i>1</i>
	3 1,8	3 ,8	Maturase K (Fragment)	<i>mat</i> <i>K</i>
	2 0,8	4 ,4	NADH-quinone oxidoreductase subunit I (EC 7.1.1.-) (NADH dehydrogenase I subunit I) (NDH-1 subunit I)	<i>ndh</i> <i>I nuoI</i>
	1	3	Ribosomal protein L16	<i>rpl</i>

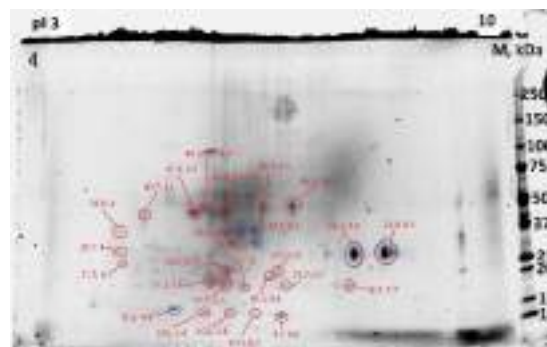
	6,0	,3		16
	1	6	Succinate dehydrogenase subunit 4	<i>sdh</i>
	5,4	,4		4
	1	7	Ribosomal protein L14	<i>rpl</i>
	4,5	,7		14
	1	6	NADH-quinone oxidoreductase subunit A (EC 7.1.1.-) (NADH dehydrogenase I subunit A) (NDH-1 subunit A) (NUO1)	<i>ndh</i> <i>C nuoA</i>
	3,9	,3		
	1	7	Ribosomal protein S18	<i>rps</i>
	2,9	,5		18

Еще одной задачей биологии растений является получение новых данных о явлениях, происходящих при дедифференциации специализированных тканей растений.

Для этого были получены каллусы, инициированные из листовой и стеблевой ткани растений брусники с высоким содержанием БАВ и проведен протеомный анализ перспективных каллусных линий. Протеомные карты исходного объекта и инициированных из него каллусов представлены на рисунке 2.



а – листовая ткань



б – каллус

Рисунок 2 – Протеомные профили общего пула белков *Vaccinium vitis-idaea*, сорт Коралл (Koralle);

На протеомной карте листового каллуса брусники *Vaccinium vitis-idaea* subsp. *minus* методом 2D-электрофореза нами были обнаружены четыре изоформы основных белков, лежащих в диапазоне pI 8,7–9,5 с Mm 46,6; 48,0; 48,5 и 50,5 kDa, предположительно, ферменты фотосинтеза и антоцианин – 5 - ароматическая ацилтрансфераза, претендующие на роль маркерных для листового каллуса брусники. На протеомной карте стеблевого каллуса отмечен основной белок с Mm 47,3 kDa, pI 9,4, характеризующийся сильной экспрессией – потенциальный маркер каллуса стеблевого происхождения.

При сравнительном протеомном анализе общего пула белков каллусных культур брусники обыкновенной разных таксонов было обнаружено, что каллусы, инициированные из определенного типа ткани (лист, стебель), содержат белки, характерные для того же типа ткани, из которой был получен каллус, что позволило определить белки, претендующие на роль потенциальных маркеров происхождения каллуса.

Голубика высокая (*Vaccinium corymbosum* L.)

Следует отметить, что *до настоящего времени детального изучения протеомного статуса растений голубики высокой практически не проводилось*. Исследования общего протеома голубики высокой методом 2D-электрофореза с использованием автоматической станции Protean i12 IEF Cell (Bio-Rad, США) были выполнены впервые.

На основе проведенных исследований были составлены протеомные карты *in vivo* и *in vitro* растений четырех сортов голубики высокой [8].

По нашим оценкам, общий протеом листовой ткани растений данного вида насчитывает около 350 белков. Однако следует учитывать, что количество последних может быть занижено, поскольку часть белков в процессе анализа подвергается протеолизу, а при проведении ИЭФ их молекулы способны агрегироваться, что может несколько изменять количество фракций, величину молекулярной массы и значение изоэлектрической точки pI. Поэтому для определения общего количества функционально различающихся белков в наблюдаемом спектре пятен вносили поправку на изоформы, продукты протеолиза и возможные потери, обусловленные посттрансляционными модификациями [9].

Установлено, что, независимо от генотипа, основная масса белков на протеомных картах голубики *in vivo* и *in vitro* находится в области молекулярных масс (Mm) от 10 до 80 kDa и диапазоне pI 3,5–7,5. При этом белковые профили листовой ткани всех исследуемых образцов характеризовались высокой степенью идентичности, подтверждаемой присутствием в них сходных групп белков, являющихся, на наш взгляд, характерными для данного вида вересковых.

На представленных на рисунке 3 протеомных картах растений голубики *in vivo* и *in vitro* отчетливо детектируются 9 сходных по молекулярным массам белковых зон (обозначены красным маркером), представляющих собой изоформы, различающиеся значениями pI, а также отдельные белки (обозначены синим маркером).

Сходные для всех образцов белковые зоны находились в диапазоне Mm 12–60 kDa и pI 3–5 и характеризовались следующими параметрами: 1) Mm 57,7–60,0 kDa, pI 5,2–5,5; 2) Mm 49,5–50,0 kDa, pI 5,2–5,5; 3) Mm 49,5–50,0 kDa, pI 5,2–5,5; 4) Mm 38,2–40,0 kDa, pI 4,1–6,4; 5) Mm 23,6 kDa, pI 4,4–4,6; 6) Mm 19,3–23,5 kDa pI 4,1–7,2; 7) Mm 21,1–29,8 kDa, pI 3,4–3,7; 8) Mm 11,9–15,5 kDa, pI 3,0–3,5; 9) Mm 12,2–12,6 kDa, pI 7,0–7,9 [8, 10].

Дифференциально экспрессирующиеся, сходные для всех образцов голубики кислые белки имели следующие характеристики: Mm 73,1 kDa, pI 3,9; Mm 57,7 kDa, pI 4,0; Mm 45,5 kDa, pI 4,0. Предположительно, это ферменты гидроксилазы и факторы транскрипции. Данные белки могут претендовать на роль белков-маркеров вида *Vaccinium corymbosum* L. [8, 10].

Для выявления белков-маркеров сортовой принадлежности и функционального состояния растений голубики высокой, произрастающих в условиях открытого грунта (*in vivo* и *in vitro*), нами проведен сравнительный анализ протеомных карт каждого сорта.

На электрофореграммах общего протеома голубики сорта Weymouth, представленных на рисунке 3, были обнаружены дифференциально экспрессирующиеся белки, которые можно рассматривать в качестве белков-маркеров сортовой принадлежности, а также функционального состояния растений.

Так, в образцах листовой ткани *in vivo* растений голубики высокой сорта Weymouth выявлены три полипептида – низкомолекулярные основные белки с Mm 8,9 kDa, pI 9,2 (Transcription factor T); Mm 8,8 kDa, pI 8,0 (Flavonoid 3'-hydroxylase (фрагмент)); Mm 34,7 kDa, pI 9,4 (Cyclin-dependent kinase B1), которые не экспрессируются у *in vitro* растений того же сорта. Также на протеомной карте голубики сорта Weymouth *in vivo* были обнаружены два основных белка с Mm 14,3 kDa, pI 9,5 (Dehydrin), Mm 25,4 kDa, pI 8,9 (Glutathione S-transferase), хорошо детектируемые у исходных *in vivo* растений, но с крайне слабой экспрессией у *in vitro* образцов.

У растений голубики сорта Bluecrop *in vivo* (рис. 3) зафиксированы три низкомолекулярных основных белка с Mm 23 kDa, pI 9; 34 kDa, pI 9; 36 kDa, pI 9 (Transcription factor, фрагменты), отсутствующих на электрофореграмме *in vitro* растений [10].

Идентификация дифференциально экспрессирующихся белков проведена путем сравнения экспериментально рассчитанных молекулярных масс с данными, содержащимися базе UniProt (<https://www.uniprot.org/>).

Дальнейшая идентификация белков на полученных протеомных картах будет продолжена при проведении масс-спектрометрического анализа.

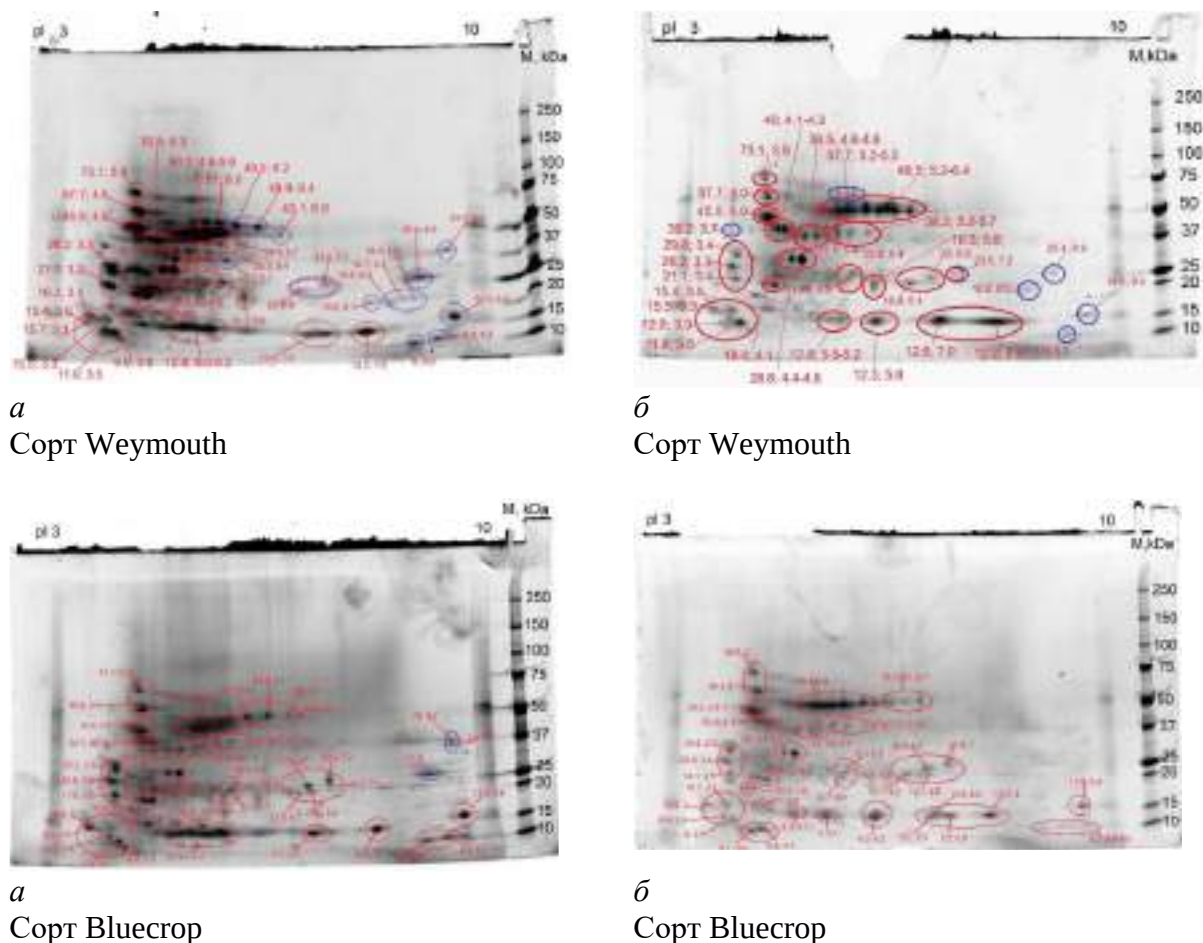


Рисунок 3 – Электрофореграммы *Vaccinium corymbosum* L., сорта Weymouth и Bluecrop (*a* – *in vivo*, *б* – *in vitro*)

Результаты сравнительного протеомного анализа общего пула белков листовой ткани четырех сортов голубики высокой *in vivo* и растений, полученных методом микрклонального размножения *in vitro*, показали высокую степень идентичности белковых профилей, что подтверждает стабильность и сортосоответствие исследуемых образцов. Вместе с тем, были выделены и зоны с дифференциально экспрессирующимися белками, которые могут претендовать на роль **маркеров сортовой принадлежности голубики**.

Выявленные различия в экспрессии групп белков, являющихся, в основном, субъединицами окислительно-восстановительных ферментов и факторами транскрипции, могут быть обусловлены эпигенетическими воздействиями, влияющими на экспрессию определенных генов. В составе протеомов листовой ткани *in vivo* растений обнаружены дифференциально экспрессирующиеся низкомолекулярные белки (преимущественно защитные PR-белки и белки (субъединицы) патогенов), отсутствующие на протеомных картах клонированных растений.

Заключение. Представлены данные по протеомному составу растений сем. Ericaceae, культивируемых в условиях *in vivo* и *in vitro*, а также протеомной характеристике каллусов, инициированных из разных эксплантов. Методом 2D-электрофореза выделены зоны с дифференциально экспрессирующимися белками, которые претендуют на роль маркеров видовой и сортовой принадлежности голубики высокорослой. Выявлены видовые и сортовые различия в экспрессии групп белков, являющихся субъединицами окислительно-восстановительных ферментов и факторами транскрипции, влияющими на экспрессию отдельных генов. В составе протеомов листовой ткани *in vivo* растений обнаружены

низкомолекулярные белки (преимущественно, защитные PR-белки), отсутствующие на протеомных картах клонированных растений.

Полученные данные найдут применение в прикладных разработках, включая таксономию и биотехнологию, селекцию, а также в образовательных программах ВУЗов.

Благодарности

Автор выражает благодарность академику Решетникову В.Н, за помощь в планировании экспериментов и поддержку, м.н.с. Кардаш Е.Б. за помощь в проведении экспериментальных работ.

Список литературы

1. Geddes-McAlister J., Uhrig R. G. The plant proteome delivers from discovery to innovation // *Trends in Plant Science*. 2025. Vol. 30, Iss. 8. P. 837–845. DOI: 10.1016/j.tplants.2025.03.003.
2. Чижи́к, О. В. Протеомика растений / О. В. Чижи́к; Национальная академия наук Беларуси, Центральный ботанический сад. – Минск: Беларуская навука, 2025. – 119 с., ISBN: 978-985-08-3310-
3. Pasquali G. Metabolic engineering of cell cultures versus whole plant complexity in production of bioactive monoterpene indole alkaloids: recent progress related to old dilemma // *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2006. Vol. 101, No. 4. P. 287–296. DOI: 10.1263/jbb.101.287.
4. Amme S. A proteome approach defines protective functions of tobacco leaf trichomes // *Proteomics*. – 2005. – Vol. 5, No 10. P. 2508–2518., ISBN: 978-985-08-3310-5.
5. Vincent D., Wheatley M.D., Kramer G.R. Optimization of protein isolation and solubilization for ripe grapes // *Electrophoresis*. – 2006. – No 27. P.1853– 1865., <https://doi.org/10.1002/elps.200500698>.
6. Laemmli, U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // *Nature*. – 1970. – Vol. 227, No 5259. P. 680–685., <https://doi.org/10.1038/227680a0>.
7. Talei D., Valdiani A., Abdullah M. P. Impact of protein diversification on morphometric behavior of *Andrographis paniculata* Nees // *Plant Systematics and Evolution*. 2014. Vol. 300, Iss. 5. P. 1003–1010. DOI: 10.1007/s00606-013-0938-z.
8. Чижи́к, О. В. Голубика высокая (*Vaccinium corymbosum* L.): протеомные и молекулярно-генетические исследования / О. В. Чижи́к, А. Н. Юхимук, В. Н. Решетников // *Известия Национальной академии наук Беларуси*. – Минск, 2022. – Т. 67, № 2. – С. 147–157., <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2022-67-2-147-157>.
9. Frumin, L. L. The isoelectric focusing problem analytic solution / L. L. Frumin, G. V. Zilberstein, S. E. Peltek // *Jurnal of Biochemical and Biophysical Methods*. – 2000. – Vol. 45 (2). – P. 205–209., [https://doi.org/10.1016/S0165-022X\(00\)00118-4](https://doi.org/10.1016/S0165-022X(00)00118-4).
10. Физиолого-биохимические основы применения микроклонального способа размножения голубики высокорослой для получения оздоровленного посадочного материала / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, О. В. Чижи́к [и др.]. – Минск: Беларус. навука. – 2022. – 138 с., ISBN: 978-985-08-2831-6.

References

1. Geddes-McAlister, J., & Uhrig, R. G. (2025). The plant proteome delivers from discovery to innovation. *Trends in Plant Science*, 30(8), 837–845. doi.org
2. Chizhik O.V. (2025) *Proteomika rastenii* [Plant proteomics]. National Academy of Sciences of Belarus, Central Botanical Garden. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 119 p. (In Russ.), ISBN: 978-985-08-3310-5.
3. Pasquali, G. (2006). Metabolic engineering of cell cultures versus whole plant complexity in production of bioactive monoterpene indole alkaloids: recent progress related to old dilemma. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(4), 287–296. doi.org
4. Amme S. (2005) A proteome approach defines protective functions of tobacco leaf trichomes. *Proteomics*, vol. 5, no. 10, pp. 2508–2518, ISBN: 978-985-08-3310-5.
5. Vincent D., Wheatley M.D., Cramer G.R. (2006) Optimization of protein extraction and solubilization for mature grape berry clusters. *Electrophoresis*, no. 27, pp. 1853–1865, <https://doi.org/10.1002/elps.200500698>.
6. Laemmli U.K. (1970) Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, vol. 227, no. 5259, pp. 680–685, <https://doi.org/10.1038/227680a0>.
7. Talei, D., Valdiani, A., & Abdullah, M. P. (2014). Impact of protein diversification on morphometric behavior of *Andrographis paniculata* Nees. *Plant Systematics and Evolution*, 300(5), 1003–1010. doi.org
8. Chizhik O.V., Yukhimuk A.N., Reshetnikov V.N. (2022) Golubika vysokaya (*Vaccinium corymbosum* L.): proteomnye i molekulyarno-geneticheskie issledovaniya [Highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.): proteomic and molecular genetic studies]. *Izvestiya Natsionalnoi akademii nauk Belarusi* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus], Minsk, vol. 67, no. 2, pp. 147–157. (In Russ.), <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2022-67-2-147-157>.

9. Frumin L.L., Zilberstein G.V., Peltek S.E. (2000) The isoelectric focusing problem analytic solution. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, vol. 45, no. 2, pp. 205–209, [https://doi.org/10.1016/S0165-022X\(00\)00118-4](https://doi.org/10.1016/S0165-022X(00)00118-4).
10. Rupasova Zh.A., Reshetnikov V.N., Chizhik O.V. et al. (2022) *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy primeneniya mikroklonalnogo sposoba razmnozheniya golubiki vysokorosloi dlya polucheniya ozdorovlennogo posadochnogo materiala* [Physiological and biochemical bases of application of microclonal propagation method of highbush blueberry to obtain healthy planting material]. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 138 p. (In Russ.), ISBN: 978-985-08-2831-6.

Сведения об авторе. Чижик Ольга Владимировна, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук (PhD), доцент

chizhik@cbg.org.by, chizhikolga17@gmail.com

+375 (29) 684-84-73

SPIN-код автора: 9181-3511 ПИНЦ;

ORCID ID: O.V. Chizhik 0009-0008-0781-0897

МРНТИ 34.29.25

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-63-69

«ТЮЛЬПАН ТАЛИЕВА» В КАЗАХСТАНЕ: ИСТОРИЯ НАЗВАНИЙ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

А.В. Дубынин*¹, А.А. Иващенко²¹РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК²РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК

г. Алматы Қазақстан,

*e-mail: adubynin@gmail.com

Аннотация. В отечественной ботанической литературе название «тюльпан Талиева» применялось к белоцветковым тюльпанам Казахстана, однако с этим названием связаны две независимые номенклатурные истории. Цель работы – восстановить последовательность употребления названий *Tulipa talievii* Vved. и *T. talijevii* Klokov & Zoz и разграничить историю названий и вопрос о таксономическом положении соответствующих растений. Сопоставлены первичные и справочные источники 1935–1987 гг., современные базы IPNI и POWO, региональные ревизии, а также цитометрические и филогеномные данные. Показано, что А. И. Введенский упоминал *T. talievii* как предполагавшееся название северной расы *T. buhseana*, но как самостоятельный таксон его не принял; валидная публикация имени среди рассмотренных источников не выявлена. Название *T. talijevii* Klokov & Zoz было независимо опубликовано *pro synonymo* в восточноевропейском комплексе *T. biebersteiniana*–*T. sylvestris*. Показано, что закрепление *T. talievii* за казахстанскими растениями связано не с самостоятельным номенклатурным актом Введенского, а с последующим применением этого имени к конкретному материалу, начиная с работы З. П. Бочанцевой, и его дальнейшим воспроизведением в справочной литературе. Морфологические и молекулярные данные не дают оснований признавать «тюльпан Талиева» самостоятельным таксоном; это название целесообразно сохранять как неформальное обозначение казахстанского морфотипа *T. buhseana* в составе комплекса *T. biflora* s.l.

Ключевые слова: *Tulipa talievii*, *Tulipa talijevii*, *Tulipa buhseana*, *Tulipa biflora*, номенклатура.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ «ТАЛИЕВ ҚЫЗҒАЛДАҒЫ»: АТАУЛАР ТАРИХЫ ЖӘНЕ ТАКСОНОМИЯЛЫҚ ТҮСІНДІРМЕСІ

Андатпа. Отандық ботаникалық әдебиетте «Талиев қызғалдағы» атауы Қазақстанның ақ гүлді қызғалдақтарына қолданылып келген, алайда бұл атауға байланысты бір-бірінен тәуелсіз екі номенклатуралық тарих бар. Зерттеудің мақсаты – *Tulipa talievii* Vved. және *T. talijevii* Klokov & Zoz атауларының қолданылу ретін қалпына келтіріп, атаулардың тарихын оларға сәйкес өсімдіктердің таксономиялық орны туралы мәселеден ажырату. 1935–1987 жылдардағы бастапқы және анықтамалық дереккөздер, IPNI және POWO заманауи дерекқорлары, өңірлік таксономиялық ревизиялар, сондай-ақ цитометриялық және филогеномдық деректер салыстырылды. А. И. Введенский *T. talievii* атауын *T. buhseana*-ның солтүстік расасына беру көзделген атау ретінде ғана атап, оны дербес таксон ретінде қабылдамағаны көрсетілді; қарастырылған дереккөздерден бұл атаудың номенклатуралық тұрғыдан жарамды жариялануы анықталған жоқ. *T. talijevii* Klokov & Zoz атауы бұдан тәуелсіз түрде Шығыс Еуропадағы *T. biebersteiniana*–*T. sylvestris* кешенінде *pro synonymo* ретінде жарияланған. Қазақстандық өсімдіктерге *T. talievii* атауының орнығуы Введенскийдің дербес номенклатуралық актісімен емес, бұл атаудың кейіннен нақты өсімдік материалына қолданылуымен байланысты екені анықталды; мұндай қолданыс З. П. Бочанцеваның еңбегінен басталып, кейін анықтамалық әдебиетте тұрақты түрде қайталанып отырған. Морфологиялық және молекулалық деректер «Талиев қызғалдағын» дербес таксон ретінде тануға негіз бермейді; бұл атауды *T. biflora* s.l. кешеніне кіретін *T. buhseana*-ның қазақстандық морфотипінің бейресми атауы ретінде сақтаған орынды.

Негізгі сөздер: *Tulipa talievii*, *Tulipa talijevii*, *Tulipa buhseana*, *Tulipa biflora*, номенклатура.

‘TALIEV’S TULIP’ IN KAZAKHSTAN: HISTORY OF NAMES AND TAXONOMIC INTERPRETATION

Abstract. In the botanical literature of the former USSR, the name “Taliev’s tulip” became attached to white-flowered tulips from Kazakhstan, although it conflated two independent nomenclatural histories. This paper reconstructs the sequence of use of *Tulipa talievii* Vved. and *T. talijevii* Klokov & Zoz and separates the history of the names from the taxonomic interpretation of the plants concerned. Primary and reference works published between 1935 and 1987, IPNI and POWO records, recent regional revisions, and cytometric and phylogenomic evidence were compared. Vvedensky mentioned *T. talievii* only as a name he had considered for a northern race of *T. buhseana* and

did not accept a separate taxon under that name; no valid publication has been located in the sources examined. *T. talievii* Klokov & Zoz was independently published *pro synonymo* in the East European *T. biebersteiniana*–*T. sylvestris* complex. The association of *T. talievii* with Kazakhstan plants was consolidated mainly through later literature, beginning with Botschantzeva. Morphological and molecular evidence does not support recognition of “Taliev’s tulip” as a distinct taxon. The name is best retained informally for a Kazakhstan morphotype of *T. buhseana* within the *T. biflora* s.l. complex.

Keywords: *Tulipa talievii*, *Tulipa talijevii*, *Tulipa buhseana*, *Tulipa biflora*, nomenclature.

Сокращения и обозначения: IPNI – International Plant Names Index; POWO – Plants of the World Online; ITS – internal transcribed spacer, внутренний транскрибируемый спейсер ядерной рибосомной ДНК; 2C – содержание ядерной ДНК в диплоидном соматическом ядре.

Введение. Комплекс *Tulipa biflora* Pall. s.l. остается одной из наиболее трудных групп рода *Tulipa* в Центральной Азии. В глобальных сводках *T. buhseana* Boiss. обычно включают в широкое понимание *T. biflora* [1–3], тогда как в современных обработках флоры Узбекистана и Казахстана его сохраняют в видовом ранге [4, 5]. В зависимости от принятой таксономической схемы один и тот же материал может получать различное видовое имя. Для «тюльпана Талиева» к этой таксономической неопределенности добавляется номенклатурно-библиографическая проблема, связанная с историей двух сходных эпитетов.

Сходные формы имен *talievii* и *talijevii* возникли независимо, в разных географических и таксономических контекстах, но позднее были сближены в литературе. В результате название, первоначально лишь предполагавшееся для северной расы *T. buhseana*, стало восприниматься как принятое видовое название казахстанских растений, тогда как сходное по написанию *T. talijevi* Klokov & Zoz относилось к иной группе тюльпанов. Поэтому историю названий необходимо рассматривать отдельно от вопроса о таксономическом статусе растений, с которыми они были связаны.

Цель работы – реконструировать номенклатурно-библиографическую историю «тюльпана Талиева», выяснить происхождение и соотношение названий *T. talievii* и *T. talijevi*, проследить формирование традиции применения *T. talievii* к казахстанскому материалу и уточнить современную таксономическую интерпретацию соответствующих растений.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное сопоставление первичных и справочных источников. Для каждого употребления имени учитывались дата, форма эпитета, авторство, таксономический контекст, географическая привязка и статус, придававшийся соответствующим растениям. Особое внимание уделялось тому, содержал ли источник самостоятельное описание или диагностическое решение либо лишь воспроизводил ранее встречавшееся имя. Основу анализа составили протолог *T. buhseana* [6], обработки А. И. Введенского [7] и П. П. Полякова [8], монография З. П. Бочанцевой [9], издание А. А. Иващенко и О. В. Белялова [10], работа И. Г. Зоз и М. В. Клокова [11], сведения IPNI [12], POWO [3] и позднейшие справочные обработки [13, 14].

Современная интерпретация сопоставлялась с региональными и глобальными ревизиями [1–5], номенклатурной обработкой инфрародовых категорий *Tulipa* [15], цитометрическими и филогеномными данными [1, 16, 17]. Номенклатурная история и биологическая обособленность рассматривались раздельно: позднейшее воспроизведение имени не принималось как доказательство его первоначальной валидной публикации, а сходство написания эпитетов – как свидетельство их тождества. Молекулярные данные использовались лишь для проверки современного таксономического содержания сложившейся литературной концепции, а не для ретроспективного переосмысления намерений авторов ранних работ.

Результаты и обсуждение

Номенклатурная история названий *Tulipa talievii* и *T. talijevi*. *Tulipa buhseana* была описана Э. Буасье в 1859 г. по сбору Ф. А. Buhse из окрестностей Йезда в Иране [6]. А. И. Введенский [7], обсуждая этот вид во «Флоре СССР», сообщил, что ранее предполагал выделить его северную расу под названием *T. talievii* (в первоисточнике эпитет в названии

указан с большой буквы – *T. Talievii*). Одним из предполагаемых отличий он считал опушение тычиночных нитей выше плотного бородчатого основания: у северных растений оно обычно было выражено, тогда как у типичных растений *T. buhseana* нити выше основания оставались голыми. Однако сам А. И. Введенский отметил исключения у южных растений и с осторожностью отнесся к предполагаемому значению положения бутонов и отцветших цветков. В итоговой обработке самостоятельного статуса северной расе он не придал.

В обработке А. И. Введенского *T. talievii* представлен не как оформленный таксон с собственной диагностикой, а как название предполагавшегося, но не принятого выделения внутри *T. buhseana*. Валидная публикация этого имени среди рассмотренных источников не выявлена; позднейшее указание авторства А. И. Введенского этого положения не меняет. Во «Флоре Казахстана» П. П. Поляков [8], признавая *T. buhseana*, ни *T. talievii*, ни отдельную северную расу не упомянул. Это не исключает иного употребления имени специалистами, но показывает, что к концу 1950-х гг. оно не вошло в одну из основных флористических сводок Казахстана. Казахская печатная традиция его употребления прослеживается прежде всего от более поздней обработки З. П. Бочанцевой [9].

В 1936 г. И. Г. Зоз и М. В. Клоков [11] употребили сходное по написанию имя *T. talijevi* в работе, посвященной восточноевропейскому комплексу *T. biebersteiniana* s. ampl. Авторы прямо указывали, что этот тюльпан на востоке замещает *T. silvestris* L. s.l., тем самым рассматривая его в круге *T. sylvestris*–*T. biebersteiniana*. Название было приведено *pro synonymo*, без самостоятельного описания или диагноза таксона. В IPNI оно учтено как *Tulipa talijevi* Klokov & Zoz [12], тогда как в последующей литературе встречается также написание *talievii*. Это название не связано с белоцветковыми тюльпанами аридной зоны Казахстана; его сходство с *talievii* Введенского ограничивается написанием эпитета и не свидетельствует о номенклатурной преемственности. В POWO *T. talievii* Klokov & Zoz рассматривается как синоним *T. sylvestris* subsp. *australis* (Link) Pamp. [3].

Важным этапом стала монография З. П. Бочанцевой [9]. Под именем *Tulipa talievii* Vved. она описала растения, полученные в 1949 г. от В. П. Бочанцева из окрестностей станции Чокпар на Туркестано-Сибирской железной дороге. Это наиболее ранний надежно датированный казахстанский материал, для которого прослежено такое употребление имени. Подробное описание З. П. Бочанцевой связало имя с конкретным морфологическим типом и географическим происхождением. Однако отдельного номенклатурного акта А. И. Введенского она не приводила; поэтому ее трактовку следует рассматривать как последующее применение имени к конкретному материалу, а не как свидетельство его первоначального номенклатурного статуса.

В последующих справочных изданиях *T. talievii* Vved. использовали З. М. Силина [13] и В. М. Кудрявцева [14]. В результате в справочной традиции это сочетание стало воспроизводиться как установленное видовое имя, хотя самостоятельная валидная публикация под авторством Введенского не указывалась. Для номенклатурно-исторического анализа следует различать приписываемое позднейшими авторами авторство имени и факт его валидного опубликования. Таким образом, закрепление *T. talievii* в отечественной ботанической литературе не прослеживается до самостоятельного исходного номенклатурного акта. Оно сформировалось в результате последовательного применения имени к казахстанскому материалу и его последующего воспроизведения в справочных изданиях. Основные этапы формирования этой традиции суммированы в таблице 1.

Таблица 1 – Основные этапы формирования употребления названия «тюльпан Талиева» в литературе

Год	Источник	Приведенное название	Значение для истории названия
1859	Е. Boissier [6]	<i>T. buhseana</i>	Описание вида из Ирана; исходная концепция, с которой позднее связывали северную расу.

1935	А. И. Введенский [7]	<i>T. Talievii</i>	Предполагавшееся название северной расы <i>T. buhseana</i> ; самостоятельный таксон не принят.
1936	И. Г. Зоз, М. В. Клоков [11]	<i>T. Talijevi</i>	Независимое имя в комплексе <i>T. biebersteiniana</i> – <i>T. sylvestris</i> ; опубликовано <i>pro synonymo</i> .
1958	П. П. Поляков [8]	<i>T. buhseana</i>	Вид признан во «Флоре Казахстана»; <i>T. talievii</i> не упомянуто.
1962	З. П. Бочанцева [9]	<i>T. talievii</i> Vved.	Имя применено к растениям из Чокпара и снабжено подробным описанием.
1977	З. М. Силина [13]	<i>T. talievii</i> Vved.	Продолжение употребления в справочной литературе.
1987	В. М. Кудрявцева [14]	<i>T. talievii</i> Vved.	Закрепление той же трактовки в позднем советском справочнике.

Морфологическое содержание и современная таксономическая интерпретация. У З. П. Бочанцевой [9] растения из Чокпара характеризовались узкими сизовато-зелеными листьями, превышавшими цветки, 1–3 широко раскрывающимися цветками, кремовыми листочками околоцветника с желтым пятном у основания и густо волосистыми изнутри оболочками луковицы. Тычиночные нити имели плотное кольцо волосков у основания и более редкое опушение выше, что соответствует признаку, отмеченному А. И. Введенским для северной расы. В последующей литературе это описание во многом определило морфологическое содержание понятия «тюльпан Талиева». В современном казахстанском материале, однако, варьируют внутреннее опушение оболочек луковицы, опушение тычиночных нитей, положение листьев и окраска наружных листочков околоцветника; отмечены, в частности, слабо опушенные и полностью голые тычиночные нити [5]. Таким образом, описание З. П. Бочанцевой надежно закрепило за чокпарским морфологическим типом название *T. talievii*, но отсутствие устойчивого комплекса диагностических признаков не дает оснований для признания его самостоятельным видом.

В глобальных обработках *T. buhseana* включается в широкое понимание *T. biflora* [1–3], тогда как современные ревизии флор Узбекистана и Казахстана сохраняют *T. buhseana* как самостоятельный вид [4, 5]. В ITS-анализе казахстанской ревизии исследованные образцы *T. buhseana* и *T. biflora* попали в разные клады, но авторы одновременно подчеркнули изменчивость *T. buhseana* и необходимость дополнительного материала [5]. Видовой статус *T. buhseana* в региональных обработках следует рассматривать как рабочую таксономическую гипотезу, требующую дальнейшей проверки.

Два диплоидных образца из “Kabchagal, Kazakhstan”, поступившие под именем *T. talievii*, В. J. M. Zonneveld [1] отнес к *T. biflora*; значения 2С составили 56,3 и 57,6 pg. В пластовой филогении В. Wilson с соавторами [16] комплекс *T. biflora* оказался полифилетичным, а формальная секция *Biflores*, номенклатурно рассмотренная ранее J. F. Veldkamp и В. J. M. Zonneveld [15], – немонофилетичной. Эти результаты свидетельствуют прежде всего о сложной структуре группы и не поддерживают выделение «тюльпана Талиева» в самостоятельную линию. Поскольку пластовая история может расходиться с ядерной вследствие интрогрессии, захвата пластид или неполной сортировки линий, окончательная оценка границ *T. buhseana* требует популяционных ядерных данных и сопоставимого ваучеризованного материала [17].

Чокпарский и капчагайский материалы. Для истории употребления имени особенно важны два документированных комплекса материалов. Первый – чокпарский материал 1949 г., описанный З. П. Бочанцевой [9] и впервые связавший имя с растениями известного происхождения. Второй относится к Капчагаю: Zonneveld [1] исследовал два образца из “Kabchagal”, поступившие как *T. talievii*. Независимая документальная линия ведет к материалу Vladimir Kolbintsev 82, поступившему в Kew в 2013 г. как “Kazakhstan: Kapchagai”. Живая коллекция K:LCD-2013-1298*1 связана с ваучером K001612280, использованным Wilson с соавторами [16] под рабочим обозначением “australis taliievi” (М.

Fay, T. Freeth, личные сообщения, 2026). Эта цепочка связывает позднее употребление исторического имени с конкретным ваучированным материалом и молекулярными данными, но не определяет его таксономический ранг. Чокпарский и капчагайский материалы не следует считать одной популяционной линией: имеющиеся сведения показывают лишь, что одно и то же историческое имя применялось к казахстанским растениям разного происхождения. В последующей литературе *T. talievii* использовалось, таким образом, как определительное имя для материала разного происхождения.

Полевая фотография *T. buhseana*, сделанная В. Колбинцевым 9 апреля 2022 г. у Капчагайского водохранилища, документирует сходный белоцветковый морфотип (рис. 1), однако не позволяет отождествить эту популяцию с коллекционным образцом Kew.



Рисунок 1 – *Tulipa buhseana* Boiss. на мелкощебнистом склоне западной экспозиции, юго-западные предгорья Джунгарского Алатау, правый борт каньона р. Или близ Капчагайского водохранилища, Алматинская область, Казахстан, 9 апреля 2022 г. Фото В. Колбинцева. Источник: Plantarium, изображение 727450.

Заключение и выводы. Номенклатурно-библиографическая история «тюльпана Талиева» не представляет собой единой линии. Она складывается из двух независимых номенклатурных сюжетов и позднейшей традиции применения имени к казахстанским растениям. *T. talievii*, упомянутое А. И. Введенским для предполагавшейся северной расы *T. buhseana*, не было принято им как самостоятельный таксон; валидная публикация этого имени среди рассмотренных источников не выявлена. *T. talievi* Klokov & Zoz возникло независимо и относится к восточноевропейскому комплексу *T. sylvestris*–*T. biebersteiniana*. Современное историко-таксономическое понятие «тюльпан Талиева» сформировалось позднее – прежде всего после применения З. П. Бочанцевой сочетания *T. talievii* Vved. к

чокпарскому материалу и последующего воспроизведения этого имени в справочной литературе.

Морфологические, цитометрические и филогенетические данные не дают оснований выделять «тюльпан Талиева» в самостоятельный вид. Чокпарский и капчагайский материал согласуется с изменчивостью *T. buhseana* в региональном понимании, тогда как при широкой концепции этот таксон входит в *T. biflora* s.l. Границы вида *T. buhseana* остаются открытыми и требуют популяционного исследования; их уточнение не меняет установленной здесь истории имени *T. talievii*. До выяснения границ этого таксона целесообразно сохранять «тюльпан Талиева» как неформальное название документированного казахстанского морфотипа, не придавая ему формального таксономического статуса, не подтвержденного рассмотренными источниками.

Благодарности. Авторы искренне благодарны Майклу Фею (Michael F. Fay) и Томасу Фрису (Thomas Freeth) из Королевских ботанических садов Кью (Royal Botanic Gardens, Kew) за сведения о происхождении и учете коллекционного материала; Владимиру Колбинцеву – за возможность публикации полевой фотографии; Александру Алехину (Ботанический сад Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина) – за помощь в поиске редкой литературы. Авторы также благодарят двух анонимных рецензентов за внимательное прочтение рукописи, ценные замечания и предложения, позволившие уточнить и улучшить текст статьи.

Источник финансирования. Статья подготовлена без специального финансирования в рамках экспертной работы казахстанских ботаников в составе Группы специалистов по диким тюльпанам Комиссии по выживанию видов МСОП (IUCN SSC Wild Tulip Specialist Group).

Список литературы

1. Zonneveld B.J.M. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae) // Plant Systematics and Evolution. 2009. Vol. 281. P. 217–245. <https://doi.org/10.1007/s00606-009-0203-7>.
2. Christenhusz M.J.M., Govaerts R., David J.C., Hall T., Borland K., Roberts P.S., Tuomisto A., Buerki S., Chase M.W., Fay M.F. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae) // Botanical Journal of the Linnean Society. 2013. Vol. 172. P. 280–328. <https://doi.org/10.1111/boj.12061>.
3. Plants of the World Online (POWO). *Tulipa buhseana* Boiss.; *Tulipa biflora* Pall.; *Tulipa talievii* Klokov & Zoz; *Tulipa sylvestris* subsp. *australis* (Link) Pamp. Royal Botanic Gardens, Kew. 2026. Дата обращения: август 2026 г.
4. Tojibaev K.Sh., Dekhkonov D., Ergashov I., Sun H., Deng T., Yusupov Z. The synopsis of the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Uzbekistan // Phytotaxa. 2022. Vol. 573, No. 2. P. 163–214. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.573.2.2>.
5. Kubentayev S.A., Baasanmunkh S., Alibekov D.T., Tojibaev K.Sh., Nyamangerel N., Ivashchenko A.A., Tsegmed Z., Epiktetov V.G., Sitpayeva G.T., Izbastina K.S., Idrissova Z.T., Mukhtubayeva S.K., Abubakirova N.B., Gil H.-Y., Choi H.J. Revisiting the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Kazakhstan, the country with the richest tulip diversity worldwide // PhytoKeys. 2024. Vol. 250. P. 95–163. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.250.136736>.
6. Boissier E. Diagnoses plantarum orientalium novarum. Ser. 2. Vol. 4. 1859. P. 98.
7. Введенский А.И. *Tulipa* L. // Флора СССР / ред. В.Л. Комаров. Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Т. 4. С. 320–364.
8. Поляков П.П. Род *Tulipa* L. – Тюльпан // Флора Казахстана / ред. Н.В. Павлов. Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1958. Т. 2. С. 199–217.
9. Бочанцева З.П. Тюльпаны: морфология, цитология и биология. Ташкент: Изд-во Академии наук Узбекской ССР, 1962. 408 с.
10. Иващенко А.А., Белялов О.В. Казахстан – родина тюльпанов. Алматы: Атамұра, 2019. ISBN 978-601-331-512-6.
11. Zoz I.G., Klokov M.V. Notes on the Ukrainian *Tulipa biebersteiniana* s. ampl.: preliminary communication // Trudy Nauchno-issledovatel'skogo Instituta Botaniki Khar'kovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. 1936. Vol. 1. P. 61–74.
12. International Plant Names Index (IPNI). *Tulipa talievi* Klokov & Zoz. Royal Botanic Gardens, Kew; Harvard University Herbaria & Libraries; Australian National Herbarium. 2026. Дата обращения: август 2026 г.
13. Силина З.М. Род *Tulipa* L. – Тюльпаны // Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР: класс однодольных. Т. 2: Лилейные–имбирные / ред. Н.А. Аврорин. Л.: Наука, 1977. С. 221–317.
14. Кудрявцева В.М. Тюльпаны: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Минск: Полымя, 1987. 240 с.
15. Veldkamp J.F., Zonneveld B.J.M. The infrageneric nomenclature of *Tulipa* (Liliaceae) // Plant Systematics and Evolution. 2012. Vol. 298. P. 87–92. <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0525-0>.

16. Wilson B., Christenhusz M.J.M., Walker-Hale N., Beshko N., Boboev M., Clubbe C., Dekhkonov D., Dolotbakov A., Firat M., Freeth T., de Groot S., Hajdari A., Lazkov G.A., Sultangaziev O., Tojibaev K.S., Zonneveld B.J.M., Shalpykov K.T., Brockington S.F. Phylogenomic insights into the genus *Tulipa* (Liliaceae): taxonomy, evolution, and biogeography // *American Journal of Botany*. 2026. Vol. 113, No. 8. e70232. <https://doi.org/10.1002/ajb2.70232>.
17. Wilson B. *Tulipa: the taxonomy and evolutionary history of the genus and its impact on conservation priorities in Central Asia*: PhD thesis. Cambridge: University of Cambridge, 2022. <https://doi.org/10.17863/CAM.94432>.

References

1. Zonneveld B.J.M. (2009) The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae). *Plant Systematics and Evolution*, vol. 281, pp. 217–245. <https://doi.org/10.1007/s00606-009-0203-7>.
2. Christenhusz M.J.M., Govaerts R., David J.C., Hall T., Borland K., Roberts P.S., Tuomisto A., Buerki S., Chase M.W., Fay M.F. (2013) Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 172, pp. 280–328. <https://doi.org/10.1111/boj.12061>.
3. Plants of the World Online (POWO) (2026) *Tulipa buhseana* Boiss.; *Tulipa biflora* Pall.; *Tulipa talijevii* Klokov & Zoz; *Tulipa sylvestris* subsp. *australis* (Link) Pamp. Royal Botanic Gardens, Kew. Accessed August 2026.
4. Tojibaev K.Sh., Dekhkonov D., Ergashov I., Sun H., Deng T., Yusupov Z. (2022) The synopsis of the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Uzbekistan. *Phytotaxa*, vol. 573, no. 2, pp. 163–214. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.573.2.2>.
5. Kubentayev S.A., Baasanmunkh S., Alibekov D.T., Tojibaev K.Sh., Nyamangerel N., Ivashchenko A.A., Tsegmed Z., Epiktetov V.G., Sitpayeva G.T., Izbastina K.S., Idrissova Z.T., Mukhtubayeva S.K., Abubakirova N.B., Gil H.-Y., Choi H.J. (2024) Revisiting the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Kazakhstan, the country with the richest tulip diversity worldwide. *PhytoKeys*, vol. 250, pp. 95–163. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.250.136736>.
6. Boissier E. (1859) *Diagnoses plantarum orientalium novarum*, ser. 2, vol. 4, p. 98.
7. Vvedensky A.I. (1935) *Tulipa* L. In: Komarov V.L. (ed.), *Flora SSSR* [Flora of the USSR], vol. 4. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Leningrad, pp. 320–364. [In Russian].
8. Polyakov P.P. (1958) Rod *Tulipa* L. – Tyul'pan [Genus *Tulipa* L. – Tulip]. In: Pavlov N.V. (ed.), *Flora Kazakhstana*. Vol. 2 [Flora of Kazakhstan. Vol. 2]. Izdatel'stvo Akademii Nauk Kazakhskoi SSR, Alma-Ata, pp. 199–217. [In Russian].
9. Botschantzeva Z.P. (1962) *Tyul'pany: morfologiya, tsitologiya i biologiya* [Tulips: morphology, cytology and biology]. Izdatel'stvo Akademii Nauk Uzbekskoi SSR, Tashkent. 408 pp. [In Russian].
10. Ivashchenko A.A., Belyalov O.V. (2019) *Kazakhstan – rodina tyul'panov* [Kazakhstan is the birthplace of tulips]. Atamura, Almaty. ISBN 978-601-331-512-6. [In Russian].
11. Zoz I.G., Klokov M.V. (1936) Notes on the Ukrainian *Tulipa biebersteiniana* s. ampl.: preliminary communication. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo Instituta Botaniki Khar'kovskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, vol. 1, pp. 61–74.
12. International Plant Names Index (IPNI) (2026) *Tulipa talijevi* Klokov & Zoz. Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. Accessed August 2026.
13. Silina Z.M. (1977) Rod *Tulipa* L. – Tyul'pany [Genus *Tulipa* L. – Tulips]. In: Avrorin N.A. (ed.), *Dekorativnye travyanistyye rasteniya dlya otkrytogo grunta SSSR: klass odnodol'nykh. Vol. 2: Lileinye–imbirnye* [Ornamental herbaceous plants for open ground in the USSR: monocotyledons. Vol. 2]. Nauka, Leningrad, pp. 221–317. [In Russian].
14. Kudryavtseva V.M. (1987) *Tyul'pany: spravochnoe posobie* [Tulips: reference handbook]. 2nd ed., revised and expanded. Polymya, Minsk. 240 pp. [In Russian].
15. Veldkamp J.F., Zonneveld B.J.M. (2012) The infrageneric nomenclature of *Tulipa* (Liliaceae). *Plant Systematics and Evolution*, vol. 298, pp. 87–92. <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0525-0>.
16. Wilson B., Christenhusz M.J.M., Walker-Hale N., Beshko N., Boboev M., Clubbe C., Dekhkonov D., Dolotbakov A., Firat M., Freeth T., de Groot S., Hajdari A., Lazkov G.A., Sultangaziev O., Tojibaev K.S., Zonneveld B.J.M., Shalpykov K.T., Brockington S.F. (2026) Phylogenomic insights into the genus *Tulipa* (Liliaceae): taxonomy, evolution, and biogeography. *American Journal of Botany*, vol. 113, no. 8, e70232. <https://doi.org/10.1002/ajb2.70232>.
17. Wilson B. (2022) *Tulipa: the taxonomy and evolutionary history of the genus and its impact on conservation priorities in Central Asia*. PhD thesis, University of Cambridge, Cambridge. <https://doi.org/10.17863/CAM.94432>.

МРНТИ 68.47.15

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-70-77

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ТРЕТЬЕЙ РОТАЦИИ

С.Б. Рахметов*¹, Ю.А. Рахметова²

¹РГУ «Государственный лесной природный резерват «Семей орманы»», Комитет лесного хозяйства и животного мира, Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, Казахстан, г. Семей

²НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», Казахстан, г. Кокшетау

*e-mail: eco_semey@mail.ru

Сокращения и обозначения: ФАР – фотосинтетически активная радиация; Na-КМЦ – натрий-карбоксиметилцеллюлоза.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью увеличения объёмов качественного посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для лесовосстановления в ленточных борах Прииртышья. Целью работы являлась оценка возможности получения стандартных сеянцев с закрытой корневой системой при проведении третьей ротации с использованием биостимуляторов и интерполимерных комплексов на основе хитозана и натрий-карбоксиметилцеллюлозы. Исследования проводили с 2021 года на базе Комплекса лесного питомника и лесосеменной станции Канонерского филиала РГУ «ГЛПР «Семей орманы». Оценивали посевные качества семян, сроки появления всходов, высоту сеянцев, развитие корневой системы и выход стандартного посадочного материала. Лабораторная всхожесть семян составила 95 %. В первой ротации массовые всходы при использовании интерполимерных комплексов появлялись на 4–5-е сутки против 7-х суток в контроле; средняя высота сеянцев составляла 8,7–10,6 см, а доля стандартного материала достигала 83 %. Во второй ротации средняя высота достигала 9,4 см, выход товарного материала — до 70 %. В третьей ротации высота сеянцев не превышала 3 см, стандартный посадочный материал получен не был, а корневой ком не сформировался. Полученные результаты указывают на существенное влияние условий выращивания на эффективность биополимерных препаратов. Практическая ценность работы заключается в обосновании необходимости оптимизации сроков третьей ротации и микроклимата теплиц. Для окончательной количественной оценки причин неудачи третьей ротации необходимы дополнительные инструментальные данные о температуре, освещённости, влажности и водно-воздушном режиме субстрата.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., закрытая корневая система, третья ротация, интерполимерный комплекс, лесной питомник.

ТИІМДІ ТАМЫР ЖҮЙЕСІ ЖАБЫҚ КӘДІМГІ ҚАРАҒАЙ КӨШЕТТЕРІН ҮШІНШІ РОТАЦИЯДА ӨСІРУ КЕЗІНДЕ ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК КЕШЕНДЕРДІ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ

Андапта. Зерттеудің өзектілігі Ертіс маңы таспалы қарағайлы ормандарын қалпына келтіру үшін кәдімгі қарағайдың (*Pinus sylvestris* L.) сапалы отырғызу материалын өндіру көлемін арттыру қажеттілігімен байланысты. Жұмыстың мақсаты хитозан мен натрий карбоксиметилцеллюлозасы негізіндегі биостимуляторлар мен интерполимерлік кешендерді пайдалана отырып, тамыр жүйесі жабық көшеттерді үшінші ротацияда стандартты сапаға дейін өсіру мүмкіндігін бағалау болды. Зерттеулер 2021 жылдан бастап «Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты Канонер филиалының орман питомнигі және орман тұқым станциясы кешенінде жүргізілді. Тұқымдардың себу сапасы, өскіндердің пайда болу мерзімі, көшеттердің биіктігі, тамыр жүйесінің дамуы және стандартты отырғызу материалының шығымы бағаланды. Тұқымдардың зертханалық өнгіштігі 95 % болды. Бірінші ротацияда интерполимерлік кешендерді қолданғанда жаппай өскіндер 4–5 тәулікте, бақылауда 7 тәулікте пайда болды; көшеттердің орташа биіктігі 8,7–10,6 см, стандартты материалдың үлесі 83 %-ға дейін жетті. Екінші ротацияда орташа биіктік 9,4 см-ге, тауарлық материалдың шығымы 70 %-ға дейін жетті. Үшінші ротацияда көшеттердің биіктігі 3 см-ден аспады, стандартты отырғызу материалы алынбады және тамыр түйіршігі қалыптаспаған. Нәтижелер биополимерлік препараттардың тиімділігі өсіру жағдайларына айтарлықтай тәуелді екенін көрсетті. Практикалық маңызы үшінші ротация мерзімдерін және жылыжай микроклиматын ынталандыру қажеттілігін негіздеуде. Үшінші ротацияның сәтсіздік себептерін түпкілікті сандық бағалау үшін температура, жарықтану, ылғалдылық және субстраттың су-ауа режимі бойынша қосымша аспаптық деректер қажет.

Түйін сөздер: *Pinus sylvestris* L., жабық тамыр жүйесі, үшінші ротация, интерполимерлік кешен, орман питомнигі.

EFFICIENCY OF INTERPOLYMER COMPLEXES IN GROWING SCOTS PINE SEEDLINGS DURING THE THIRD ROTATION

Abstract. The study addresses the need to increase the production of high-quality Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) planting stock for forest restoration in the Irtysh ribbon pine forests. The aim was to assess whether standard containerized seedlings could be produced during a third growing rotation using biostimulants and interpolymer complexes based on chitosan and sodium carboxymethylcellulose. The study has been conducted since 2021 at the Forest Nursery and Forest Seed Station Complex of the Kanonersky branch of the State Forest Natural Reserve «Semey Ormany». Seed quality, emergence timing, seedling height, root development and the yield of standard planting stock were assessed. Laboratory germination reached 95%. During the first rotation, mass emergence occurred on days 4–5 in the interpolymer treatments compared with day 7 in the control; mean seedling height was 8.7–10.6 cm and the proportion of standard planting stock reached 83%. During the second rotation, mean height reached 9.4 cm and the yield of marketable planting stock was up to 70%. During the third rotation, seedling height did not exceed 3 cm, no standard planting stock was obtained, and the root plug failed to form. The results indicate that the effectiveness of biopolymer treatments depends substantially on nursery growing conditions. The practical significance of the study is related to optimizing the timing of the third rotation and greenhouse microclimate. Definitive quantitative attribution of the third-rotation failure to specific environmental factors requires additional instrumental measurements of temperature, light, substrate moisture and water–air conditions.

Key words: *Pinus sylvestris* L., containerized seedlings, third rotation, interpolymer complex, forest nursery.

Введение

Ленточные боры Прииртышья относятся к уникальным лесным экосистемам Казахстана и имеют важное природоохранное и экологическое значение. Их сохранение и восстановление требуют стабильного производства качественного посадочного материала, в том числе сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Для лесных питомников важны не только генетические характеристики исходного материала, но и условия, в которых выращиваются сеянцы: температура, фотопериод, освещённость и режим увлажнения способны существенно влиять на рост и фенологическое развитие растений [1–3].

В Канонерском филиале РГУ «ГЛПР «Семей орманы» функционирует комплекс лесного питомника и лесосеменной станции, оснащённый оборудованием для выращивания до 3,6 млн сеянцев с закрытой корневой системой в год. Стандартная технология предусматривает две ротации в течение одного вегетационного периода. Увеличение потребности в посадочном материале обуславливает интерес к возможности организации третьей ротации.

Одним из направлений интенсификации выращивания посадочного материала является применение биополимеров и интерполимерных комплексов. Хитозан рассматривается как биостимулятор и средство повышения устойчивости растений; однако его действие на древесные растения может зависеть от концентрации, условий применения и стадии развития. Для сосны обыкновенной показано как положительное влияние отдельных препаратов хитозана на рост, так и вариабельность эффекта в зависимости от условий выращивания [4, 5].

Для интерполимерного комплекса хитозана и натрий-карбоксиметилцеллюлозы также показано положительное влияние на водоудерживающие свойства почвы и отдельные показатели прорастания и роста сосны обыкновенной [6]. Вместе с тем современные исследования контейнерного выращивания подчёркивают необходимость учитывать совокупное влияние среды питомника, а не только действие стимуляторов [2, 7]. Для сосны обыкновенной фотопериод и температурный режим связаны с ритмом роста и прекращением вегетации [3].

Таким образом, научная проблема настоящей работы заключается в оценке пределов эффективности биополимерных препаратов при попытке получить стандартный посадочный материал в третьей ротации в условиях ограниченного вегетационного периода. Объектом исследования являлись семена и сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой. Цель исследования — оценить эффективность применения интерполимерных комплексов и

биостимуляторов при выращивании семян третьей ротации и определить факторы, ограничивающие получение стандартного посадочного материала. Рабочая гипотеза состояла в том, что применение биополимерных препаратов способно улучшить рост семян, но их эффект ограничен при неблагоприятном температурно-световом режиме.

2. Материалы и методы исследования

Исследования проводили с 2021 года на базе Комплекса лесного питомника и лесосеменной станции Канонерского филиала РГУ «ГЛПР «Семей орманы». Объектом исследования являлись семена и сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), используемые для производства посадочного материала с закрытой корневой системой.

Перед посевом проводили лабораторную оценку посевных качеств семян в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов. Для профилактики грибных заболеваний семена обрабатывали раствором перманганата калия, после чего проводили предпосевную обработку биологически активными препаратами и интерполимерными комплексами.

Интерполимерные комплексы готовили на основе хитозана и натрий-карбоксиметилцеллюлозы, а также альгината натрия и геллана. Полимерные растворы готовили в концентрации 0,01 моль/л с последующим перемешиванием в течение 24 ч. В производственных условиях семена высевали вручную в кассеты с торфяным субстратом. После посева кассеты размещали в теплице.

В ходе наблюдений оценивали сроки появления массовых всходов, рост сеянцев, формирование корневой системы и выход стандартного посадочного материала. Для характеристики роста использовали высоту сеянцев; дополнительно оценивали формирование корневого кома и соответствие полученного материала требованиям к стандартному посадочному материалу.

Для повышения воспроизводимости исследования при последующих опытах рекомендуется фиксировать и включать в протокол: число семян и растений в каждом варианте, число повторностей, состав и концентрацию каждого препарата, сроки начала и окончания каждой ротации, температуру воздуха и субстрата, продолжительность естественного светового дня, интенсивность ФАР, влажность субстрата и параметры полива. В исходных материалах эти количественные параметры представлены не полностью, поэтому они не вводятся в настоящую редакцию как новые экспериментальные данные.

Полученные данные анализировали с использованием общепринятых методов биометрического анализа. В связи с отсутствием в исходной рукописи сведений о размере выборки, повторности и конкретном статистическом критерии статистическую значимость различий в настоящей редакции не заявляют. Для окончательной журнальной версии рекомендуется дополнить раздел точным описанием статистического анализа.



Рисунок 1 – Исследование семян сосны обыкновенной в лабораторных условиях

3. Результаты и обсуждение

3.1. Результаты исследования

Лабораторная оценка показала высокое качество исследуемых семян: лабораторная всхожесть составила 95 %, что соответствовало первому классу качества. Таким образом, исходное качество семенного материала не являлось очевидным ограничивающим фактором получения всходов.

В первой ротации массовые всходы при использовании интерполимерных комплексов появлялись на 4–5-е сутки, тогда как в контрольном варианте — на 7-е сутки. Средняя высота сеянцев составляла 8,7–10,6 см против 6,4 см в контроле. Доля стандартного посадочного материала достигала 83 %.

Во второй ротации также отмечалось положительное влияние отдельных вариантов обработки. Средняя высота сеянцев достигала 9,4 см, а выход товарного посадочного материала — до 70 %.

Третья ротация характеризовалась резким снижением темпов роста. Несмотря на применение различных стимуляторов роста и органоминеральных препаратов, высота сеянцев не превышала 3 см, стандартный посадочный материал получен не был. Корневая система развивалась недостаточно, а торфяной ком не сформировался, вследствие чего выращенный материал был признан нестандартным.

Полученные данные показывают, что положительный эффект отдельных вариантов обработки, выявленный в первой и второй ротациях, не сохранялся при переходе к третьей ротации. Поэтому эффективность интерполимерных комплексов следует рассматривать не как самостоятельный фактор, а как компонент технологии, результат которого зависит от условий выращивания.



Рисунок 2 – Подготовка и обработка семян перед посевом

3.2. Обсуждение результатов

Полученные результаты согласуются с современными представлениями о высокой зависимости роста лесных культур от условий питомника. Исследование питомниковых условий для сосны обыкновенной показало, что температура и фотопериод способны существенно влиять на рост и фенологические признаки уже на ранних стадиях развития [2]. Для сосны обыкновенной ранее также установлено взаимодействие фотопериода и накопленного температурного времени с прекращением роста сеянцев [3]. Поэтому снижение продолжительности светового дня и температуры в конце вегетационного периода может рассматриваться как вероятный фактор ограничения третьей ротации.

Вместе с тем имеющиеся в настоящем исследовании данные не позволяют количественно разделить вклад каждого из этих факторов. В рукописи отсутствуют инструментальные измерения температуры воздуха и субстрата, интенсивности ФАР и фактической продолжительности светового периода в период третьей ротации. Поэтому вывод следует формулировать как вероятное объяснение наблюдаемого эффекта, а не как экспериментально доказанную единственную причину.

Результаты по хитозану также соответствуют данным литературы о вариабельности действия этого биополимера на древесные растения. В условиях лесного питомника применение хитозана у сосны обыкновенной сопровождалось улучшением ряда ростовых показателей, однако эффект зависел от способа применения [4]. Более позднее исследование также показало, что влияние хитозана на сосну может существенно меняться в зависимости от условий эксперимента и стадии выращивания [5]. Это подтверждает необходимость оценивать действие препарата в комплексе с технологическими параметрами питомника.

Для комплекса хитозан–натрий-карбоксиметилцеллюлоза опубликованы данные о повышении влагоудерживающей способности почвы и улучшении ряда показателей прорастания и роста сосны обыкновенной [6]. Эти результаты поддерживают перспективность использования интерполимерных комплексов, но одновременно показывают, что механизм их действия может быть связан с изменением водного режима субстрата. В настоящем исследовании фактическая влажность и водно-воздушные характеристики торфяного субстрата не измерялись, поэтому утверждение о развитии гипоксии как установленной причине слабого корнеобразования следует считать гипотезой, требующей проверки.

Особый интерес представляет современная практика многоротационного выращивания контейнерных сеянцев сосны. Исследование второй ротации показало, что применение стимуляторов роста может улучшать отдельные показатели, однако многоротационная технология должна учитывать продолжительность вегетационного периода и готовность посадочного материала к дальнейшему использованию [7]. Полученные в настоящей работе результаты третьей ротации дополняют эти наблюдения, указывая на необходимость более строгого контроля условий выращивания при сокращённом времени на формирование стандартного сеянца.

Таким образом, основной практический вывод заключается не в отказе от интерполимерных комплексов, а в необходимости сочетать их применение с управлением микроклиматом. Перспективными технологическими мерами являются дополнительное освещение и поддержание оптимального температурного режима в теплице, а также мониторинг влажности и аэрации субстрата. Для подтверждения эффективности такой модернизации необходимо проведение контролируемого опыта с вариантами различного светового и температурного режима.



Рисунок 3 – Посев семян сосны обыкновенной в кассеты с торфяным субстратом

Заключение, выводы

Проведённое исследование показало высокое исходное качество семян сосны обыкновенной: лабораторная всхожесть составила 95 %. В первой и второй ротациях отдельные варианты применения интерполимерных комплексов и биостимуляторов сопровождались более быстрым появлением всходов, увеличением высоты сеянцев и повышением выхода стандартного или товарного посадочного материала.

В третьей ротации положительный эффект обработок оказался недостаточным для формирования стандартных сеянцев. Высота растений не превышала 3 см, корневая система развивалась слабо, а торфяной ком не сформировался. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение биополимерных препаратов само по себе не компенсирует неблагоприятные условия выращивания.

Наиболее вероятными ограничивающими факторами третьей ротации являются сокращение продолжительности естественного освещения и снижение температурного режима в конце вегетационного периода. Однако из-за отсутствия инструментальных измерений этих параметров в исходной серии наблюдений их вклад не может быть количественно установлен.

Для практического внедрения третьей ротации рекомендуется модернизация тепличного комплекса с контролируемым досвечиванием и дополнительным обогревом, а также мониторинг влажности и водно-воздушного режима субстрата. Перспективным направлением дальнейших исследований является сравнительное испытание вариантов с различными режимами освещения и температуры при одновременной оптимизации схем применения интерполимерных комплексов.

Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании технологий выращивания посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках Казахстана и других регионов с резко континентальным климатом.

Благодарности

Авторы благодарят сотрудников Комплекса лесного питомника и лесосеменной станции Канонерского филиала РГУ «ГЛПР «Семей орманы» за содействие в проведении производственных наблюдений

Список литературы

1. Zhumadina S., Chlachula J., Zhaglovskaya-Faurat A., Czerniawska J., Satybaldieva G., Nurbayeva N., Mapitov N., Myrzagaliyeva A., Boribay E. Environmental dynamics of the ribbon-like pine forests in the parklands of North Kazakhstan. *Forests*. 2022. Vol. 13. No. 1. Art. 2. DOI: 10.3390/f13010002.
2. Perry A., Beaton J.K., Stockan J.A., Iason G.R., Cottrell J.E., Cavers S. Tree nursery environments and their effect on early trait variation. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 2025. Vol. 99. No. 4. Art. Cpaf011. DOI: 10.1093/forestry/cpaf011.
3. Partanen J., Beuker E. Effects of photoperiod and thermal time on the growth rhythm of *Pinus sylvestris* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1999. Vol. 14. No. 6. P. 487–497. DOI: 10.1080/02827589908540813.
4. Aleksandrowicz-Trzcińska M., Bogusiewicz A., Szkop M., Drozdowski S. Effect of chitosan on disease control and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in a forest nursery. *Forests*. 2015. Vol. 6. No. 9. P. 3165–3176. DOI: 10.3390/f6093165.
5. Chitosan exhibits variable effects on pine (*Pinus sylvestris* L.) and alder (*Alnus glutinosa* L.) growth and secondary metabolism. *iForest – Biogeosciences and Forestry*. 2024. Vol. 17. No. 4. P. 236–244. DOI: 10.3832/for4404-017.
6. Berikbol N., Klivenko A., Markin V., Orazzhanova L., Yelemessova G., Kassymova Z. Development of interpolyelectrolyte complex based on chitosan and carboxymethylcellulose for stabilizing sandy soil and stimulating vegetation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Polymers*. 2024. Vol. 16. No. 16. Art. 2373. DOI: 10.3390/polym16162373.
7. Копосова Е.А., Чернобровкина Н.П., Нелаева К.Г., Робонен Е.В., Егорова А.В. Стимуляторы роста для контейнерных семян *Pinus sylvestris* L. второй ротации. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2026. № 2. С. 88–100. DOI: 10.37482/0536-1036-2026-2-88-100.
8. Maji P.K. Eco-friendly chitosan carboxymethyl cellulose composite for enhanced delivery of nitrogen, phosphorus, and potassium in sustainable agricultural systems. *ACS Materials Letters*. 2026. Vol. 8. No. 7. P. 1855–1863. DOI: 10.1021/acsmaterialslett.6c00100.

References

1. Zhumadina S., Chlachula J., Zhaglovskaya-Faurat A., Czerniawska J., Satybaldieva G., Nurbayeva N., Mapitov N., Myrzagaliyeva A., Boribay E. (2022) Environmental dynamics of the ribbon-like pine forests in the parklands of North Kazakhstan. *Forests*, vol. 13, no. 1, art. 2. DOI: 10.3390/f13010002.
2. Perry A., Beaton J.K., Stockan J.A., Iason G.R., Cottrell J.E., Cavers S. (2025) Tree nursery environments and their effect on early trait variation. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, vol. 99, no. 4, art. Cpaf011. DOI: 10.1093/forestry/cpaf011.
3. Partanen J., Beuker E. (1999) Effects of photoperiod and thermal time on the growth rhythm of *Pinus sylvestris* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 14, no. 6, pp. 487–497. DOI: 10.1080/02827589908540813.
4. Aleksandrowicz-Trzcińska M., Bogusiewicz A., Szkop M., Drozdowski S. (2015) Effect of chitosan on disease control and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in a forest nursery. *Forests*, vol. 6, no. 9, pp. 3165–3176. DOI: 10.3390/f6093165.
5. (2024) Chitosan exhibits variable effects on pine (*Pinus sylvestris* L.) and alder (*Alnus glutinosa* L.) growth and secondary metabolism. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, vol. 17, no. 4, pp. 236–244. DOI: 10.3832/for4404-017.

6. Berikbol N., Klivenko A., Markin V., Orazzhanova L., Yelemessova G., Kassymova Z. (2024) Development of interpolyelectrolyte complex based on chitosan and carboxymethylcellulose for stabilizing sandy soil and stimulating vegetation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Polymers*, vol. 16, no. 16, art. 2373. DOI: 10.3390/polym16162373.
7. Kuposova E.A., Chernobrovkina N.P., Nelaeva K.G., Robonen E.V., Egorova A.V. (2026) Growth stimulants for containerized *Pinus sylvestris* L. seedlings of the second rotation. *Lesnoy Zhurnal*, no. 2, pp. 88–100. DOI: 10.37482/0536-1036-2026-2-88-100.
8. Maji P.K. (2026) Eco-friendly chitosan carboxymethyl cellulose composite for enhanced delivery of nitrogen, phosphorus, and potassium in sustainable agricultural systems. *ACS Materials Letters*, vol. 8, no. 7, pp. 1855–1863. DOI: 10.1021/acsmaterialslett.6c00100.

УДК 582.26 (282.2) 574.3

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-78-87

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДОРΟΣЛЯХ В СЛАБО ТЕКУЩИХ УЧАСТКАХ РЕКИ КАРА-КЕНГИР

С.Б.Нурашов¹, Э.С. Саметова¹, А.К.Джиенбеков¹, Г.Б. Джумаханова^{1,2}¹РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК² Казахский национальный университет им. аль-Фараби Казахстан, г. Алматы
г. Алматы Қазақстан, e-mail: satnurashov@mail.ru

Аннотация: В данной статье обсуждаются первые результаты альгологических исследований реки Кара-Кенгир Улытауской области. Исследование проводилось на участке реки, богатом высшей водной растительностью. Во время обработки проб выявлено 135 видов водорослей, относящихся к 5 отделам: Bacillariophyta – 98, Cyanobacteria – 6, Chlorophyta – 12, Charophyta – 16, Euglenozoa – 3. Были выделены наиболее разнообразные по числу видов роды и часто встречающиеся виды водорослей. Из диатомовых *Gomphonema* Ehr. - 9, *Navicula* Bory - 7, *Ulnaria* Compère - 5, *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. - 5, *Nitzschia* Hass. - 5, *Epithemia* Bréb. - 5, из харофитовых водорослей *Cosmarium* Corda -10, из зеленых водорослей *Scenedesmus* Meyen - (4 вида) роды отличаются обилием видов. Большинство обнаруженных видов относятся к широко распространенным космополитным видам. Из общего числа видов к редким относятся виды: *Mastogloia grevillei* W. Sm., *Gomphonema augur* Ehr., *Haslea spicula* (Hickie) Bukhtiyarova, *Amphipleura pellucida* Kütz., *Coelastrum microporum* Nägeli и *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory. Поскольку эти речные водоросли изучаются впервые, все виды, идентифицированные в реке, являются новыми видами для водоемов Улытауской области.

Ключевые слова: Река Кара-кенгир, альгологическое исследование, альгофлора, водоросли, редкие виды, доминирующие виды.

ҚАРА-КЕҢГІР ӨЗЕНІНІҢ АҒЫСЫ ЖӘЙ УЧАСКЕЛЕРІНДЕГІ БАЛДЫРЛАРДЫҢ ТІЗІМІ

Аннотация: Бұл мақалада Ұлытау облысының Қара-Кеңгір өзенінің альгологиялық зерттеулерінің нәтижелері талқыланады. Зерттеу өзеннің жоғары сатылы су өсімдіктеріне бай, жәй ағысты бөлімінде жүргізілді. Сынамаларды өңдеу кезінде 5 бөлімге жататын балдырлардың 135 түрі анықталды: Bacillariophyta – 98, Cyanobacteria – 6, Chlorophyta – 12, Charophyta – 16, Euglenozoa-3. Балдырлар санының көптігімен ерекшеленетін туыстар және жиі кездесетін түрлер анықталды. Диатомды балдырлардан: *Gomphonema* Ehr. - 9, *Navicula* Bory - 7, *Ulnaria* Compère - 5, *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. - 5, *Nitzschia* Hass. - 5, *Epithemia* Bréb. - 5, хара балдырларының ішінен *Cosmarium* Corda -10, жасыл балдырлардан *Scenedesmus* Meyen – (4 түр) туыстары түрлерінің көптігімен ерекшеленеді. Табылған түрлердің көпшілігі кең таралған космополит түрлерге жатады. Жалпы түрлер арасынан сирек кездесетін түрлерге: *Mastogloia grevillei* W. Sm., *Gomphonema augur* Ehr., *Haslea spicula* (Hickie) Bukhtiyarova, *Amphipleura pellucida* Kütz., *Coelastrum microporum* Nägeli және *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory түрлерін жатқызуға болады. Бұл өзен балдырлары алғаш рет зерттеліп отырғандықтан, өзенде анықталған барлық түрлер Ұлытау облысының су айдындары үшін жаңа түрлер болып табылады.

Түйін сөздер: Қара-Кеңгір өзені, алгологиялық зерттеулер, алгофлора, балдырлар, сирек кездесетін түрлер, басым түрлер.

LIST OF ALGAE IN THE SLOW-FLOWING SECTIONS OF THE KARA-KENGIR RIVER

Abstract: This article discusses the results of algal studies of the Kara-Kengir River in the Ulytau Region. The study was conducted on a section of the river rich in higher aquatic vegetation. During the processing of samples, 135 species of algae belonging to 5 divisions were identified: Bacillariophyta – 98, Cyanobacteria – 1, Chlorophyta – 12, Charophyta – 16, Euglenozoa – 3. The most diverse genera in terms of abundance and the most frequently occurring species of algae were identified. Among diatoms: *Gomphonema* Ehr. – 9, *Navicula* Bory – 1, *Ulnaria* Compère – 5, *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. – 5, *Nitzschia* Hass. – 5, *Epithemia* Bréb. – 5; among charophytes: *Cosmarium* Corda – 10; among green algae: *Scenedesmus* Meyen (4 species). The genera are distinguished by the abundance of species. Most of the detected species belong to widely distributed cosmopolitan species. Among the total number of species, the following are considered rare: *Mastogloia grevillei* W. Sm., *Gomphonema augur* Ehr., *Haslea spicula* (Hickie) Bukhtiyarova, *Amphipleura pellucida* Kütz., *Coelastrum microporum* Nägeli, and *Pandorina morum* (O. F. Müller)

Bory. Since these river algae are being studied for the first time, all the species identified in the river are new species for the water bodies of the Ulytau Region.

Keywords: Kara-Kengir River, algal study, algal flora, algae, rare species, dominant species.

Введение. Кара-Кенгир – река в Улытауском районе Улытауской области Казахстана, правый приток реки Сарысу. Берёт начало из родника в семи километрах к востоку от озера Баракколь, впадает в реку Сарысу у зимовья Сургиты, 55 км на юге от г. Жезказган. Длина – 295 км, площадь водосбора – 18400 км². Ширина долины – 0,1-0,5 км, ширина поймы – 0,1-0,3 км, ширина русла – 10 - 30 м (наибольшая – 70-80 м). Питание реки дождевое и снеговое. Летом разбивается на плёсы. Основными притоками Кара-Кенгира являются реки Сары-Кенгир, Жыланды, Жезды. В 1952 году вблизи г. Жезказгана на реке было сооружено Кенгирское водохранилище.

С 2024-2026 гг. при выполнении научно-технической программы: BR23591088 «Создание кадастра растений Улытауской области как реализация задач Закона РК «О растительном мире» для устойчивого использования ботанических ресурсов региона» нами впервые проведено исследования видового состава водорослей реки Кара-Кенгир, на северном берегу вблизи мавзолея Жошы хана. Летом река разделяется на отдельные плёсы, что создаёт благоприятные условия для укоренения водных растений. На этих стоячих и слабо текущих участках было встречено много видов высших водных растений: заросли тростника, рогоза, также растут клубнекамыш, ежеголовник, роголистник, уруть и разные виды рдеста. На некоторых местах встречаются ряски, создающие плотные покровы на поверхности воды и обрастания зеленых нитчатых водорослей.

Цель настоящей работы – провести инвентаризацию и составить сводный список видового состава водорослей, а также анализ таксономической структуры альгофлоры реки.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили пробы, собранные летом 2025-2026 гг. Для дальнейшего изучения собранного материала фиксировали в 4%-ном растворе нейтрального формальдегида. При проведении исследований на точках отбора проб измерялась температура воды, определялась прозрачность и pH. Сбор и обработка материалов проводились по общепринятым в альгологии методам исследований [1, 2], идентификация их проведена с использованием отечественных и зарубежных определителей, монографии [3-13].

Список видового состава водорослей, приведенный в настоящей работе составлен с учётом современных таксономических преобразований и в соответствии с порядком, принятом на сайте глобальной базы данных о водорослях AlgaeBase.

Результаты и обсуждение. В результате наших исследований составлен список видов водорослей, обнаруженных, в стоячих и слабо текущих участках реки Кара-Кенгир, насчитывающей 135 видов и внутривидовых таксонов из 5 отделов, 10 классов, 27 порядков, 44 семейств и 72 родов. Распределение по отделам, как по числу таксонов, так и в процентном отношении, оказалось следующим: *Bacillariophyta* (диатомовые) – 72,59% от общего числа видов, далее: *Cyanobacteria* или *Cyanoprokaryota* (синезеленые) – 4,45%, *Chlorophyta* (зеленые) – 8,89%, *Charophyta* (харовые) – 11,85%, *Euglenophyta* (эвгленовые) – 2,22%. (Табл. 1).

Таблица 1 – Таксономический состав водорослей реки Кара-кенгир Улытауской области

№	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид и внутривидовой таксон	% от общего числа
1	<i>Cyanobacteria</i>	1	5	6	6	6	4,45
2	<i>Chlorophyta</i>	3	5	8	8	12	8,89
3	<i>Charophyta</i>	2	4	5	7	16	11,85
4	<i>Bacillariophyta</i>	3	11	23	48	98	72,59

	(Heterokontophyta)						
5	Euglenophyta (Euglenozoa)	1	1	2	3	3	2,22
	Всего:	10	27	44	72	135	100

На долю диатомовых водорослей приходится более половины списка определенных видов (72,59 %). Преобладание диатомовых – характерный признак большинства равнинных и горных рек Казахстана, это было отмечено в наших работах по водоемам Алматинской области и в Западных регионах Казахстана (Нурашов и др. 2024; Джиенбеков и др. 2024). Видовыми богатствами отличаются роды: *Gomphonema* Ehr. – 9, *Navicula* Bory – 7, *Ulnaria* Compère – 5, *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. – 5, *Nitzschia* Hass. – 5, *Epithemia* Bréb. – 5 видов и *Fragilaria* Lyngb. – 4, *Cocconeis* Ehr. – 4, *Cymatopleura* W. Sm. – 4 вида (Рис. - 1).



Рисунок – 1 Соотношение отделов водорослей реки Кара-Кенгир

Синезеленые водоросли немногочисленны 4,45%, из них часто встречаются виды: *Merismopedia glauca* (Ehr.) Kütz., *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg., *Gomphosphaeria aponina* Kütz.

Из харовых водорослей многочисленными по видовым отношений оказались род *Cosmarium* Corda – 10 видов. *Chara vulgaris* Linnaeus – обнаружен среди высших водных растений. В обрастаниях нитчатых водорослей выявлены *Spirogyra neglecta* (Hass.) Kutz., *Mougeotia calcarea* (Cleve) Wittrock, а также *Oedogonium varians* Wittr. et Lund из зеленых.

Из зеленых водорослей часто встретили *Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) E.Hegewald, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Breb. Крупные виды *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kütz., *Ulva intestinalis* Linnaeus образуют небольшие заросли, в которых можно обнаружить много разных водорослей-обрастателей.

Эвгленовые водоросли представлены всего тремя видами, из трех родов: *Euglena matvienkoi* Porova, *Phacus orbicularis* Hübner, *Trachelomonas bulla* Stein.

Все виды обнаруженных в исследуемой реке водорослей являются новыми для водоемов Улытауской области. Проанализировав частоту встречаемости, мы выделили несколько редких видов водорослей. Наибольшее число редких видов относится к отделу диатомовых (Bacillariophyta), такие, как: *Mastogloia grevillei* W. Sm., *Gomphonema augur* Ehr., *Haslea spicula* (Hickie) Bukhtiyarova, *Amphipleura pellucida* Kütz.

Редкими по встречаемости также можно выделить виды зеленых водорослей *Coelastrum microporum* Nägeli и *Pandorina morum* (O.F.Müller) Bory, где были благоприятные условия для их развития - стоячие воды и участки реки повышенной загрязненности.

Охрана редких видов водорослей означает, что в первую очередь надо охранять их местообитания от антропогенных нагрузок и изменения физико-химического состава воды, а также от поступающих органических веществ.

Заключение, выводы. В результате альгологических исследований в реке Кара-Кенгир Улытауской области выявлено впервые 135 видов водорослей, принадлежащих к 72 родам, 44 семействам, 27 порядкам, 10 классам и 5 отделам. По числу видов преобладают Bacillariophyta – 98 (72,59% общего состава), Cyanobacteria – 6 (4,45%), Chlorophyta – 12 (8,89%), Charophyta – 16 (11,85%), Euglenozoa – 3 (2,22%). Выделены редкие виды водорослей из общего таксономического списка.

Источник финансирования. Работа проведена в рамках грантового финансирования на 2024-2026 гг. № BR23591088 «Создание Кадастра растений Улытауской области как реализация задач Закона РК "О растительном мире" для устойчивого использования ботанических ресурсов региона».

Список литературы:

- 1 Голлербах М. М., Полянский В. И. Пресноводные водоросли и их изучение // Определитель пресноводных водорослей СССР. — М. : Наука, 1951. — Вып. 1. — 178 с.
- 2 Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. Водоросли : справочник. — Киев: Наукова думка, 1989. — 608 с.
- 3 Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. — М. : Наука, 1953. — Вып. 2. — 650 с.
- 4 Рундина Л. А. Зигнемовые водоросли России (Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales). — СПб.: Наука, 1988. — 351 с.
- 5 Попова Т. Г. Эвгленовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. — М. : Советская наука, 1955. — Вып. 7. — 282 с.
- 6 Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова В. С. и др. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. — М. : Наука, 1951. — Вып. 4. — 620 с.
- 7 Hindak F. Colour Atlas of Cyanophytes. — Bratislava : VEDA, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, 2008. — 256 p.
- 8 Krammer K., Lange-Bertalot H. Naviculaceae // Bacillariophyceae. — Jena : Gustav Fischer Verlag, 1986. — Т. 1. — 876 S.
- 9 Паламарь-Мордвинцева Г. М. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2) // Определитель пресноводных водорослей СССР. — Л. : Наука, 1982. — Вып. 11, ч. 2. — 620 с.
- 10 Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. — Киев: Наукова думка, 1990. — 208 с.
- 11 Баринаева С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив, 2006. — 498 с.
- 12 Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. — М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. — 367 с.
- 13 Куликовский М. С., Глушенко Д. М., Генкал С. И., Кузнецова И. В. Определитель диатомовых водорослей России. — Ярославль : Фипигрань, 2016. — 804 с.
- 14 Нурашов С.Б., Саметова Э.С., Джиенбеков А.К., Джумаханова Г.Б., Токен А. Флора водорослей Алматинской области. Вестник ОшГУ. Химия, Биологи, География. №1(2)2024, с. - 140-142
- 15 Джиенбеков А.К., Нурашов С.Б., Саметова Э.С., Джумаханова Г.Б., Токен А. Первые данные о водорослях реки Эмба (Жем) Актыбинская область, Каахстан. МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ИДЕИ Н.В. ПАВЛОВА ГЛАЗАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ БОТАНИКОВ» с. 143-145.

References

- 1 Gollerbach M. M., Polyanskii V. I. Presnovodnye vodorosli i ikh izuchenie // Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. — M. : Nauka, 1951. — Vyp. 1. — 178 s.
- 2 Vasser S. P., Kondrat'eva N. V., Masyuk N. P. i dr. Vodorosli : spravochnik. — Kiev : Naukova dumka, 1989. — 608 s.
- 3 Gollerbach M. M., Kosinskaya E. K., Polyanskii V. I. Sinezelenye vodorosli // Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. — M. : Nauka, 1953. — Vyp. 2. — 650 s.
- 4 Rundina L. A. Zignemovy vodorosli Rossii (Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales). — Sankt-Peterburg : Nauka, 1988. — 351 s.
- 5 Popova T. G. Evglenovy vodorosli // Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. — M. : Sovetskaya Nauka, 1955. — Vyp. 7. — 282 s.
- 6 Zabelina M. M., Kiselev I. A., Proshkina-Lavrenko A. I., Sheshukova V. S. i dr. Diatomovy vodorosli // Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. — M. : Nauka, 1951. — Vyp. 4. — 620 s.
- 7 Hindak F. Colour Atlas of Cyanophytes. — Bratislava : VEDA, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, 2008. — 256 p.

- 8 Krammer K., Lange-Bertalot H. Naviculaceae // Bacillariophyceae. — Jena : Gustav Fischer Verlag, 1986. — T. 1. — 876 S.
- 9 Palamar'-Mordvintseva G. M. Zelenye vodorosli. Klass Kon'yugaty. Poryadok Desmidiyeve (2) // Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. — L. : Nauka, 1982. — Vyp. 11, ch. 2. — 620 s.
- 10 Tsarenko P. M. Kratkii opredelitel' khlorokkovykh vodoroslei Ukrainskoi SSR. — Kiev : Naukova dumka, 1990. — 208 s.
- 11 Barinova S. S., Medvedova L. A., Anisimova O. V. Bioraznoobrazie vodoroslei-indikatorov okruzhayushchei sredy. — Tel'-Aviv, 2006. — 498 s.
- 12 Vodorosli, vyzyvayushchie «tsvetenie» vodoemov Severo-Zapada Rossii. — M. : Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006. — 367 s.
- 13 Kulikovskii M. S., Glushchenko D. M., Genkal S. I., Kuznetsova I. V. Opredelitel' diatomovykh vodoroslei Rossii. — Yaroslavl' : Fipigran', 2016. — 804 s.

Список видового состава водорослей реки Кара-Кенгир

Cyanobacteria

Класс Cyanophyceae

Порядок Chroococcales

Сем. Microcystaceae

Род Merismopedia

1. *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing

Порядок Chroococcales

Сем. Chroococcaceae

Род Chroococcus

2. *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli

Сем. Gomphosphaeriaceae

Род Gomphosphaeria Kützing

3. *Gomphosphaeria aponina* Kützing

Порядок Gomontiellales

Сем. Cyanothecaceae

Род Cyanothece Komarek

4. *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komarek

Порядок Nostocales

Сем. Aphanizomenonaceae

Род Trichormus (Ralfs ex Bornet et Flahault) Komárek & Anagnostidis

5. *Trichormus variabilis* (Ralfs ex Bornet et Flahault) Komárek & Anagnostidis = (*Anabaena variabilis* Kütz.).

Порядок Oscillatoriales

Сем. Oscillatoriaceae

Род Oscillatoria Vaucher ex Gomont

6. *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont**Chlorophyta**

Класс Chlorophyceae

Порядок Sphaeropleales

Сем. Hydrodictyaceae

Род Pseudopediastrum E.Hegewald

7. *Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) E.Hegewald = (*Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.).

Сем. Scenedesmaceae

Род Coelastrum Nägeli

8. *Coelastrum microporum* Nägeli

Сем. Scenedesmaceae

Род Scenedesmus Meyen

9. *Scenedesmus ellipticus* Corda.10. *Scenedesmus obtusus* Meyen11. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Breb.12. *Scenedesmus quadricauda* var. *ellipticus* West & G.S.West

Порядок Oedogoniales

Сем. Oedogoniaceae

Род Oedogonium Link

13. *Oedogonium crispum* Wittrock ex Hirn14. *Oedogonium varians* Wittr. et Lund.

Порядок Chlamydomonadales

Сем. Volvocaceae

Род Pandorina Bory

15. *Pandorina morum* (O.F.Müller) Bory

Класс Trebouxiophyceae

Порядок Chlorellales

Сем. Chlorellaceae

Род Chlorella Beijerinck

16. *Chlorella vulgaris* Beijerinck

Класс Ulvophyceae

Порядок Cladophorales

Сем. Cladophoraceae

Род Cladophora Kützing

17. *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing

Порядок Ulvales

Сем. Ulvaceae

Род *Ulva* Linnaeus

18. *Ulva intestinalis* Linnaeus = (*Enteromorpha intestinalis* (L.) Link.).

Charophyta

Класс *Zygnematophyceae*

Порядок *Zygnematales*

Сем. *Zygnemataceae*

Род *Mougeotia* Ag.

19. *Mougeotia calcarea* (Cleve) Wittrock

Порядок *Spirogyrales*

Сем. *Spirogyraceae*

Род *Spirogyra* Link

20. *Spirogyra decimina* (Mull.) Kutzing

21. *Spirogyra neglecta* (Hass.) Kutzing

Порядок *Desmidiaceae*

Сем. *Desmidiaceae*

Род *Cosmarium* Corda

22. *Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs

23. *Cosmarium granatum* Brébisson ex Ralfs

24. *Cosmarium subgranatum* (Nordstedt) Lütkenmüller

25. *Cosmarium impressulum* Elfving

26. *Cosmarium meneghinii* Brébisson ex Ralfs

27. *Cosmarium obtusatum* (Schmidle) Schmidle

28. *Cosmarium punctulatum* Brébisson

29. *Cosmarium reniforme* (Ralfs) Archer

30. *Cosmarium subprotumidum* Nordstedt = (*Cosmarium granatum* var. *subgranatum* Nordst.).

31. *Cosmarium venustum* (Brébisson) W. Archer

Род *Cosmoastrum* Pal.-Mordv.

32. *Cosmoastrum punctulatum* (Breb.) Pal.-Mordv.

Сем. *Closteriaceae*

Род *Closterium* Nitzsch ex Ralfs

33. *Closterium moniliferum* Ehr. ex Ralfs

Класс *Charophyceae*

Порядок *Charales*

Сем. *Characeae*

Род *Chara* L.

34. *Chara vulgaris* Linnaeus = (*Chara vulgaris* L. emend. Wallr.)

Heterokontophyta

Класс *Mediophyceae*

Порядок *Stephanodiscales*

Сем. *Stephanodiscaceae*

Род *Cyclostephanos* Round

35. *Cyclostephanos dubius* (Hustedt) Round = (*Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hustedt)

Род *Cyclotella* (Kutzing) Brébisson

36. *Cyclotella comta* (Ehr.) Kützing

Род *Stephanocyclus* Skabitshevsky

37. *Stephanocyclus meneghinianus* (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek

Класс *Coscinodiscophyceae*

Порядок *Melosirales*

Сем. *Melosiraceae*

Род *Melosira* Agardh

38. *Melosira varians* Agardh

Класс *Bacillariophyceae*

Порядок *Fragilariales*

Сем. *Fragilariaceae*

Род *Fragilaria* Lyngbye

39. *Fragilaria capucina* Desmazières

40. *Fragilaria crotonensis* Kitton

41. *Fragilaria intermedia* Grunow

42. *Fragilaria rumpens* (Kützing) G.W.F. Carlson = (*Synedra rumpens* Kütz.)

Род *Hannea* Patrick in Patrick & Reimer

43. *Hannea arcus* (Ehrenberg) Patrick = (*Ceratoneis arcus* (Ehr.) Kütz.)

Сем. *Staurosiraceae*

Род *Staurosira* Ehrenberg

44. *Staurosira construens* Ehrenberg = (*Fragilaria construens* (Ehr.) Grun.)

Порядок *Licmophorales*

Сем. *Ulnariaceae*

Род *Ulnaria* Compère

45. *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal

46. *Ulnaria biceps* (Kützing) Compère = (*Synedra ulna* var. *biceps* (Kütz.) Schonf.)

47. *Ulnaria capitata* (Ehrenberg) Compère = (*Synedra capitata* Kütz.)

48. *Ulnaria ulna* (Nitzsch.) Compère = (*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg)

49. *Ulnaria ulna* var. *spathulifera* (Grunow) Aboal = (*Synedra ulna* var. *spathulifera* (Grunow) Van Heurck)

Род *Tabularia* (Kützing) D.M. Williams & Round

50. *Tabularia tabulata* (C.Agardh) Snoeijs = (*Synedra tabulata* (Ag.) Kütz.)

Порядок *Mastogloiales*

Сем. *Mastogloiaceae*

Род *Mastogloia* Thwaites ex W. Smith

51. *Mastogloia baltica* Grunow

52. *Mastogloia danseyi* (Thwaites) Thwaites ex W.Smith

53. *Mastogloia elliptica* (Ag.) Cl.

54. *Mastogloia grevillei* W. Smith

55. *Mastogloia smithii* Thwaites

56. *Mastogloia smithii* var. *amphicephala* Grunow

Порядок *Cymbellales*

Сем. *Anomoeoneidaceae*

Род *Anomoeoneis* Pfitzer

57. *Anomoeoneis sphaerophora* Pfitzer

Сем. *Cymbellaceae*

Род *Cymbella* Agardh

58. *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve

59. *Cymbella lanceolata* Agardh

60. *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck

Род *Cymboplectura* Krammer

61. *Cymboplectura amphicephala* (Nägeli ex Kützing) Krammer = (*Cymbella amphicephala* Nageli)

62. *Cymboplectura angustata* (W.Smith) Krammer = (*Cymbella angustata* (W. Sm.) Cl.)

Род *Afrocybella* Krammer

63. *Afrocybella gracilis* (Hustedt ex Simonsen) Krammer = (*Cymbella gracilis* (Rabenh.) Cl.)

Род *Encyonema* Kützing

64. *Encyonema leibleinii* (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig, & M.Menezes = (*Cymbella prostrata* (Berk.) Cl.)

65. *Encyonema ventricosum* (C.Agardh) Grunow = (*Cymbella ventricosa* Kützing)

Род *Paraplaconeis* Kulikovskiy, Lange-Bertalot

66. *Paraplaconeis placentula* (Ehr.) Kulikovskiy & Lange-Bertalot = (*Navicula placentula* (Ehr.) Grun.)

Сем. *Gomphonemataceae*

Род *Gomphonema* Ehrenberg

67. *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg

68. *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst

69. *Gomphonema augur* Ehrenberg

70. *Gomphonema brebissonii* Kützing = (*Gomphonema acuminatum* Ehr. var. *brebissonii* (Kütz.) Cl.)

71. *Gomphonema capitatum* Ehrenberg = (*Gomphonema constrictum* var. *capitatum* Ehr.) Cl.)

72. *Gomphonema constrictum* Ehrenberg

73. *Gomphonema gracile* Ehrenberg

74. *Gomphonema italicum* Kützing

75. *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing

Род *Gomphonella* Rabenhorst

76. *Gomphonella olivacea* (Hornemann) Rabenhorst

Сем. *Rhoicospheniaceae*

Род *Rhoicosphenia* Grunow

77. *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot = (*Rhoicosphenia curvata* (Kützing) Grunow):

Порядок *Achnanthales*

Сем. *Cocconeidaceae*

Род *Cocconeis* Ehrenberg

78. *Cocconeis pediculus* Ehrenberg

79. *Cocconeis placentula* Ehrenberg

80. *Cocconeis euglypta* Ehrenberg
 81. *Cocconeis lineata* Ehrenberg = (*Cocconeis placentula* Ehr. var. *lineata* (Ehr.) Cl.)
 Порядок *Naviculales*
 Сем. *Amphipleuraceae*
 Род *Amphipleura* Kützing
 82. *Amphipleura pellucida* Kützing
 Сем. *Neidiaceae*
 Род *Neidium* Pfitzer
 83. *Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer
 84. *Neidium dubium* (Ehrenberg) Cleve
 85. *Neidium dubium* f. *constrictum* Hustedt
 Сем. *Pinnulariaceae*
 Род *Pinnularia* Ehrenberg
 86. *Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst
 87. *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg
 Сем. *Diploneidaceae*
 Род *Diploneis* (Ehrenberg) P.T. Cleve
 88. *Diploneis smithii* (Brébisson) Cleve
 Сем. *Cosmioneidaceae*
 Род *Cosmioneis* D.G. Mann & Stickle
 89. *Cosmioneis lundstroemii* (Cleve) D.G. Mann
 Сем. *Stauroneidaceae*
 Род *Craticula* Grunow
 90. *Craticula cuspidata* (Kützing) D.G. Mann
 Род *Prestauroneis* Bruder & Medlin
 91. *Prestauroneis protracta* (Grunow) Kulikovskiy & Glushchenko = (*Navicula protracta* (Grun.) Cl.)
 Сем. *Naviculaceae*
 Род *Caloneis* P.T. Cleve
 92. *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve
 Род *Placoneis* Mereschkowsky
 93. *Placoneis elginensis* (W. Gregory) E.J. Cox = (*Navicula anglica* Ralfs.)
 94. *Placoneis exigua* (W. Gregory) Mereschkowsky = *Navicula exigua* (Greg.) Grunow
 Род *Navicula* Bory
 95. *Navicula peregrina* (Ehrenberg) Kützing
 96. *Navicula peregrina* var. *lanceolata* Skvortzov
 97. *Navicula oblonga* Kützing
 98. *Navicula radiosa* Kützing
 99. *Navicula rhynchocephala* Kützing
 100. *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory = (*Navicula gracilis* Ehr.)
 101. *Navicula slesvicensis* Grunow = (*Navicula viridula* Kütz. var. *slesvicensis* (Grun) Cl.)
 Род *Haslea* Simonsen
 102. *Haslea spicula* (Hickie) Bukhtiyarova = (*Navicula spicula* (Hickie) Cl.)
 Сем. *Pleurosigmataceae*
 Род *Pleurosigma* W. Smith
 103. *Pleurosigma elongatum* W. Smith
 Род *Gyrosigma* Hassall
 104. *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst
 105. *Gyrosigma strigilis* (W. Smith) J.W. Griffin & Henfrey
 Порядок *Thalassiophysales*
 Сем. *Catenulaceae*
 Род *Amphora* Ehrenberg
 106. *Amphora ovalis* Kützing
 Порядок *Bacillariales*
 Сем. *Bacillariaceae*
 Род *Bacillaria* J.F. Gmelin in Linnaeus
 107. *Bacillaria paxillifera* (O.F. Müller) T. Marsson
 Род *Hantzschia* Grunow
 108. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow
 Род *Nitzschia* Hassall
 109. *Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith
 110. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
 111. *Nitzschia reversa* Length

112. *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith
 113. *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith
 Род *Tryblionella* W. Smith
 114. *Tryblionella angustata* W. Smith
 115. *Tryblionella hantzschiana* Grunow = (*Nitzschia tryblionella* Hatzsch.)
 116. *Tryblionella hungarica* (Grunow) Frenguelli = (*Nitzschia hungarica* Grunow)
 117. *Tryblionella levidensis* W.Smith = (*Nitzschia tryblionella* Hatzsch. var. *levidensis* (W. Sm.) Grun)
 Род *Cylindrotheca* Rabenhorst
 118. *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin = (*Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Sm.)
 Порядок *Rhopalodiales*
 Сем. *Rhopalodiaceae*
 Род *Epithemia* Brébisson
 119. *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson = (*Epithemia zebra* (Ehr.) Kutz.)
 120. *Epithemia adnata* var. *saxonica* (Kützing) R.M.Patrick
 121. *Epithemia gibba* (Ehrenberg) Kützing = (*Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Mull.)
 122. *Epithemia sores* Kützing
 123. *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing
 Род *Rhopalodia* O.Müller
 124. *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Mull.
 125. *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O.Müller
 Порядок *Surirellales*
 Сем. *Entomoneidaceae*
 Род *Entomoneis* Ehrenberg
 126. *Entomoneis alata* Ehrenberg = (*Amphiprora alata* (Ehr.) Kutz.)
 127. *Entomoneis paludosa* (W.Smith) Reimer = (*Amphiprora paludosa* W. Sm.)
 Сем. *Surirellaceae*
 Род *Surirella* Turpin
 128. *Surirella brebissonii* Krammer et Lange-Bertalot
 Род *Cymatopleura* W. Smith
 129. *Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith
 130. *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith
 131. *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith var. *nobilis* (Hantzsch) Husted
 132. *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith var. *hibernica* ((Brébisson) W. Smith) Husted
Euglenozoa
 Класс *Euglenophyceae*
 Порядок *Euglenales*
 Сем. *Euglenaceae*
 Род *Euglena* Ehrenberg
 133. *Euglena matvienkoi* Popova
 Сем. *Phacaceae*
 Род *Phacus* Dujardin
 134. *Phacus orbicularis* Hübner
 Род *Trachelomonas* Ehrenberg
 135. *Trachelomonas bulla* Stein

MPHTI 68.47.03

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-88-98

CARBON SINK POTENTIAL OF GREEN BELT AFFORESTATION

E. Oktan^{1*}, F. Yümsel¹, Ö. Özkan²¹Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Trabzon, Türkiye²Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Artvin, Türkiye

* Correspondence: oktan@ktu.edu.tr

Abstract. In the fight against climate change, forest ecosystems and green belt afforestation that draw down atmospheric carbon dioxide are vital carbon sinks. Beyond carbon storage, these practices deliver multifaceted ecosystem services such as erosion prevention, biodiversity conservation, and the improvement of air quality. This review examines the effects of green belt afforestation on carbon sinks in the light of the national and international literature. Applications worldwide — China's Three-North Shelterbelt, Africa's Great Green Wall, and schemes in Europe — demonstrate that substantial amounts of carbon are stored in biomass and soil. However, large-scale projects in arid and semi-arid regions, as in China, can adversely affect the hydrological balance by increasing water consumption. This makes it essential to strike a delicate balance between carbon capture and the management of water resources. Consequently, the success of green belt projects should not be measured solely by the number of seedlings planted. In future projects, carbon capacity, water balance, and biodiversity should be evaluated together, and ecosystem-based planning should be undertaken in the right place and with the right species.

Keywords: green belt afforestation, carbon sinks, carbon sequestration, climate change, sustainable forestry, ecosystem services.

ЖАСЫЛ БЕЛДЕУЛЕРДІ ОРМАНДЫ ӨСІРУДІҢ КӨМІРТЕГІН СІЦІРУ ӘЛЕУЕТІ

Андапта. Климаттың өзгеруімен күресуде атмосфералық көміртегі диоксидінің деңгейін төмендететін орман экожүйелері мен жасыл белдеулерді орманды өсіру тәжірибелері маңызды көміртегі қоры болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты ұлттық және халықаралық әдебиеттер негізінде жасыл белдеулерді орманды өсірудің көміртегі қорларына әсерін кешенді түрде бағалау болып табылады. Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы көміртегін тұту мен су ресурстарын басқару арасындағы теңгерімді анықтауда жатыр. Зерттеу әдістемесі дүниежүзіндегі ірі жобалардың — Қытайдың Үш Солтүстік қорғаныс белдеуінің, Африканың Ұлы Жасыл қабырғасының және Еуропадағы бағдарламалардың нәтижелерін талдауға негізделген. Негізгі нәтижелер көрсеткендей, бұл жобалар биомасса мен топырақта көміртегінің айтарлықтай мөлшерін жинақтауға мүмкіндік береді. Дегенмен, аридті және жартылай аридті аймақтардағы ауқымды орман өсіру су тұтынуды арттырып, гидрологиялық тепе-теңдікке кері әсерін тигізуі мүмкін. Жүргізілген зерттеудің құндылығы орман өсіру жобаларының сәттілігі тек отырғызылған көшеттердің санымен өлшенбеуі тиіс екендігін дәлелдеуінде. Тәжірибелік маңызы ретінде болашақ жобаларда көміртегі сыйымдылығы, су балансы және биоәртүрлілік бірге бағаланып, экожүйеге негізделген жоспарлау дұрыс орында және сәйкес ағаш түрлерімен жүргізілуі тиіс деген қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: жасыл белдеулерді орманды өсіру, көміртегі қорлары, көміртегі секвестрленуі, климаттың өзгеруі, тұрақты орман шаруашылығы, экожүйелік қызметтер.

ПОТЕНЦИАЛ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ПРИ СОЗДАНИИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЯСОВ

Аннотация. В борьбе с изменением климата лесные экосистемы и создание защитных лесных поясов (зеленых поясов), снижающие уровень атмосферного углекислого газа, играют роль важнейших стоков углерода. Целью данного исследования является комплексная оценка влияния лесоразведения в зеленых поясах на углеродные пулы в свете национальной и международной литературы. Научная и практическая значимость работы заключается в определении баланса между улавливанием углерода и управлением водными ресурсами. Методология исследования основана на аналитическом обзоре результатов крупнейших мировых проектов — Трех-Северного лесного пояса в Китае, Великой зеленой стены в Африке и экологических программ в Европе. Основные результаты показывают, что масштабные посадки позволяют аккумулировать значительные объемы углерода в биомассе и почве. Однако реализация таких проектов в аридных и полупустынных регионах может нарушить гидрологический баланс из-за повышенного водопотребления насаждений. Ценность проведенного исследования заключается в обосновании того, что успех зеленых поясов нельзя оценивать исключительно по количеству высаженных семян. Практическое значение итогов работы заключается в рекомендации внедрения принципов экосистемного планирования в будущих проектах лесоразведения, где углеродная

емкость, водный баланс и биоразнообразие должны оцениваться совместно, с подбором правильных видов деревьев для конкретных лесорастительных условий.

Ключевые слова: лесоразведение в зеленых поясах, стоки углерода, секвестрация углерода, изменение климата, устойчивое лесное хозяйство, экосистемные услуги.

1. Introduction

From the Industrial Revolution to the present day, the growing use of non-renewable energy, together with rapid population growth, industrialisation, urbanisation, and changes in land use, has led to a substantial rise in atmospheric greenhouse gas concentrations. The accumulation of greenhouse gases – particularly carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O) – affects the global climate system, driving increases in temperature, shifts in precipitation regimes, and a greater frequency of drought, flooding, and extreme weather events [14]. The fact that the global mean temperature has risen by approximately 1.1 °C relative to the pre-industrial period demonstrates that climate change is no longer a threat anticipated for the future but a global environmental problem whose effects are already being felt today [14]. As one of the most visible components of nature-based solutions in the fight against climate change, green belt afforestation plays an important role in offsetting anthropogenic emissions by creating carbon-sink areas on the urban fringe [14].

In combating climate change, capturing atmospheric carbon through natural processes is as important as reducing greenhouse gas emissions. In this context, carbon sinks are defined as mechanisms that absorb atmospheric carbon dioxide and store it in biomass, soil, oceans, and other natural systems [15]. Among carbon sinks, forest ecosystems occupy a prominent place owing to their large areal extent, high biomass productivity, and long-term carbon-storage capacity. Through photosynthesis, forests draw carbon from the atmosphere and store it in living biomass components such as the stem, branches, leaves, and roots, while also retaining it for long periods in dead organic matter and soil organic matter [12]. Forest ecosystems worldwide are reported to store approximately 662 billion tonnes of carbon, which constitutes a significant proportion of global carbon stocks [13] (Figure 1).

Distribution of the global forest carbon stock



Figure 1. *Distribution of the global forest carbon stock (approximately 662 Gt C) among soil organic matter, living biomass, and dead wood and litter. Source: FAO [13].*

The carbon-storage function of forests is not limited to existing carbon stocks; forests also contribute to the removal of significant amounts of carbon from the atmosphere each year. For this reason, afforestation, reforestation, and sustainable forest management are regarded as among the most effective nature-based solutions for mitigating climate change [2,8]. Indeed, a global assessment of natural climate solutions estimated that conservation, restoration, and improved land-management actions — of which forest pathways constitute the largest share — could provide a substantial fraction of the mitigation required to hold warming below 2 °C [25]. In recent years, particularly in regions experiencing rapid urbanisation, green-infrastructure systems and green belt applications have been regarded as important instruments in the fight against climate change.

Green belts are ecological systems composed of wooded areas, stands, recreation areas, walking areas, and other green spaces created around cities or in particular locations. Initially developed to prevent the unplanned sprawl of cities, green belt applications today fulfil numerous ecological, environmental, social, and economic functions [1]. These areas provide multifaceted contributions such as improving air quality, preventing erosion, conserving biodiversity, reducing noise pollution, and enhancing recreational opportunities [9].

One of the most important ecosystem services of green belt afforestation is carbon sequestration. Carbon sequestration refers to the process by which atmospheric carbon dioxide (CO₂) is captured by plants and soil and stored over the long term [16]. As the biomass that develops through afforestation increases, the amount of carbon stored increases proportionally. Fast-growing tree species can fix high amounts of carbon in a short time, whereas long-lived species contribute to the formation of larger carbon stocks over the long term [17].

Carbon storage does not occur only in the roots, stems, and branches of trees. Forest soils are also recognised as an effective carbon pool within the global carbon cycle. Soil organic carbon forms through the decomposition of plant residues and the accumulation of root biomass and can be stored for long periods [18]. The increase in the amount of organic matter entering the soil through afforestation contributes, over time, to an increase in soil carbon stocks. This demonstrates that, over the long term, green belt afforestation can store substantial amounts of carbon not only in biomass but also in the soil [19].

Studies conducted within the scope of urban forestry reveal that the carbon-sequestration capacity of urban trees and green spaces is considerable. While young stands can fix high amounts of carbon during their rapid-growth phase, older stands form larger carbon stocks [20]. In addition, various studies have shown that mixed-species stands have higher biomass productivity and carbon-storage potential than single-species stands [21]. Therefore, in green belt afforestation, not only the size of the area but also species diversity and sustainable forestry should be taken into account.

Studies carried out worldwide show that green belts are of strategic importance for carbon management. In particular, green belt afforestation applied in East Asian and European countries has been found to make important contributions to the protection and enhancement of carbon stocks [6]. Türkiye, owing to its different climatic zones and rich ecological conditions, has considerable potential for afforestation. The erosion-control, rehabilitation, and afforestation efforts undertaken in recent years contribute to increasing the country's carbon-storage capacity. Alongside general afforestation efforts, however, the number of studies that evaluate green belt afforestation specifically in terms of carbon storage and carbon sequestration is limited. Within the scope of combating climate change, revealing the carbon-sink functions of these areas and integrating them into management strategies is of great importance.

2. Green Belt Afforestation

Green belt afforestation refers to afforestation and planting activities established in a planned manner around sensitive ecosystems. It lies at the intersection of the disciplines of modern forestry and urban ecology and is regarded as an important component of sustainable land use. One of the most important functions of green belt afforestation is carbon sequestration — the storage of carbon dioxide by plants. During the growing season, trees store carbon in their roots, stems, branches, and leaves; for this reason, green belt afforestation is recognised as an important carbon-sink area. Its carbon-storage capacity is influenced by many factors, including species selection, climatic conditions, soil structure, the silvicultural interventions applied, and stand age. Whether a stand is mixed or single-species also affects its storage capacity. Mixed-species stands are reported to offer higher ecosystem resilience and carbon accumulation efficiency than monoculture plantations [7]; a recent global analysis of paired plantations likewise found that multispecies stands accumulate, on average, about 25% more aboveground biomass than monocultures [27]. Green belt afforestation is implemented for purposes such as storing carbon, preventing erosion, forming windbreaks, preventing air pollution, reducing noise, and creating recreation areas. One of the most important examples of green belt afforestation in the world is the Three-North Shelterbelt Programme in China.

3. Green Belt Afforestation in the World

Green belt afforestation is one of the important forestry activities applied worldwide to mitigate environmental problems; to combat drought, fire, and desertification; to control urban growth; to conserve biodiversity; and to increase carbon-sink areas. Particularly since the second half of the twentieth century, the pressures placed on natural areas as a result of rapidly increasing population, industrialisation, and urbanisation have led to the spread of green belt applications in many countries [9]. Today, green belts are considered not only an element of urban planning but also part of nature-based solutions in the fight against climate change [14].

In the modern forestry sense, the first applications of the green belt concept emerged in England. Various planning policies were developed, particularly after the Second World War, to prevent the unplanned growth of cities. Within this framework, the London Green Belt is regarded as one of the world's best-known green belt examples. It covers an area of more than approximately five hundred thousand hectares and comprises forests, agricultural land, pastures, and natural habitats [1]. Through this application, the undesirable spread of urbanisation has been limited, the continuity of natural areas has been protected, and recreation areas have been provided for city residents.

Alongside the well-known London Green Belt, the world's largest green belt afforestation effort is being carried out in China. This effort, the Three-North Shelterbelt Programme launched in 1978, is also popularly known as China's Green Great Wall. At its core lie the aims of preventing desertification, reducing sandstorms, protecting agricultural land, controlling erosion, and increasing carbon-storage capacity. According to data from the Chinese government, approximately 50 billion seedlings have been planted and millions of hectares afforested under the programme. Research has shown that substantial amounts of carbon have been stored and that vegetation cover has increased as a result of the programme [3]. At the same time, the project has become open to various criticisms. In particular, it has been argued that intensive afforestation in arid regions lowers groundwater levels and places pressure on the water balance [10,11]. China's Green Great Wall therefore demonstrates that the relationship between carbon storage and the conservation of water resources must be carefully evaluated.

South Korea is one of the countries with intensive urbanisation; nevertheless, it is among the countries that have successfully maintained green belt applications for many years. The green belt established around the capital, Seoul, in particular, was created to control urban sprawl. Research shows that these green belt areas make important contributions not only in terms of carbon-storage capacity but also in conserving biodiversity, improving air quality, and providing recreation services [6].

The most important green belt project on the African continent, the Great Green Wall, encompasses large-scale restoration and afforestation efforts carried out along the Sahel belt to the south of the Sahara Desert. Led by the African Union, the fundamental aims of this initiative are to prevent desertification, increase soil fertility, reduce poverty, increase carbon-storage capacity, and restore ecosystems. According to United Nations data, the project aims, upon completion, to restore millions of hectares of degraded land and to store significant amounts of carbon [22]. In the United States, large-scale protective green belt afforestation was carried out following the Dust Bowl disaster of the 1930s.

Türkiye, with its different climate types, topographic structure, and rich ecological diversity, is among the countries where afforestation has been practised for many years. Increasing urbanisation, industrialisation, the risk of desertification, and pressures on natural resources, particularly after the 1950s, have heightened the importance of green belt afforestation. Green belt afforestation efforts in Türkiye are prominent around large cities, and their fundamental aim is to protect natural resources and to provide healthier living spaces for urban populations. When green belt applications worldwide are considered, it is seen that, despite being established for different purposes, they offer certain common benefits: erosion control, prevention of desertification and air pollution, conservation of biodiversity, development of recreation areas, control of urbanisation, and the increase of carbon sinks.

4. Material and Method

This study was prepared to evaluate the effects of green belt afforestation on carbon sinks. Its material comprises scientific articles, theses, proceedings, technical reports, books, and institutional publications. Within the scope of the literature review, scientific sources were examined using the keywords carbon sequestration, carbon storage, carbon sinks, green belt, green belt afforestation, urban forestry, climate change, combating climate change, afforestation, and sustainable forestry.

On the basis of the data obtained from the literature review, the studies were evaluated under the headings of the green belt concept and its applications, carbon sinks and forestry, green belt afforestation worldwide, carbon sequestration and carbon storage, and the environmental effects of large-scale afforestation projects. In particular, the Three-North Shelterbelt Programme in China, the Great Green Wall project in Africa, and green belt afforestation projects in Europe were examined, and studies addressing the outcomes of these projects in terms of carbon storage, combating climate change, and ecosystem services — as well as the effects of large-scale afforestation on water balance, biodiversity, and ecological sustainability — were evaluated. The data obtained were analysed and the findings of the studies were interpreted comparatively.

5. Discussion

Green belt afforestation has become one of the most prominent nature-based solutions in the fight against climate change in recent years. Large-scale afforestation projects are implemented in many parts of the world to reduce the amount of atmospheric carbon dioxide through plants, to increase carbon-sink areas, to prevent erosion and desertification, and to restore degraded ecosystems to a functional state. In the face of rising carbon emissions at the global scale in particular, afforestation is often regarded as a rapid and effective solution. Green belt afforestation generally provides important benefits such as carbon sequestration, erosion control, combating desertification, conserving and supporting biodiversity, and improving air quality.

The long-term effects of intensive afforestation carried out in arid and semi-arid areas, in particular, have become an important subject of debate among scientists. At the centre of these debates lies the Three-North Shelterbelt Programme in China. Launched in 1978 and planned to continue until 2050, this project is regarded as one of the largest afforestation efforts in the world. According to data released by the Chinese government, tens of billions of seedlings have been planted under the programme, millions of hectares have been afforested, and significant progress has been made in combating desertification in the northern parts of the country [3]. The frequently cited statements that “more than 50 billion seedlings have been planted” are striking in demonstrating the scale of the project. When the positive aspects of the project are considered, important successes are evident, particularly in reducing sandstorms, controlling erosion, and increasing vegetation cover. Studies based on satellite imagery have shown that vegetation density has markedly increased in the northern regions of China [3]. Moreover, it is reported that a significant amount of carbon has been stored and carbon sequestration enhanced through the project, and the Three-North Shelterbelt is therefore presented by many international organisations as a successful afforestation initiative in the fight against climate change.

However, the project has not only been presented as a success but has also drawn criticism. Research over the past two decades, in particular, has drawn attention to the effects of large-scale afforestation on the water balance. At the heart of these criticisms lies the view that intensive afforestation in arid and semi-arid regions can disrupt the natural water cycle [11]. As is well known, trees consume water to sustain their growth, and fast-growing species in particular have high evapotranspiration rates. Because precipitation is scarce and limited in arid regions, an increase in the amount of water consumed by trees can reduce the recharge of groundwater reserves. Some studies conducted in northern China have shown that soil moisture has decreased and groundwater levels have fallen in afforested areas [10].

Studies carried out on the Loess Plateau, in particular, have revealed that although the increase in vegetation cover produced positive outcomes for carbon storage, water consumption at the catchment scale also increased. Feng et al. [10] reported that ecological restoration increased the ecosystem's carbon-storage capacity, while subsequent work by the same research group

demonstrated that the rising evapotranspiration associated with revegetation is bringing the Loess Plateau close to its sustainable water-resource limits, beyond which human water demand would be compromised [26]. This indicates that a balance must be struck between increasing carbon-storage capacity and conserving water resources. Jackson et al. [11], in a particularly striking assessment, stated that in some regions water is effectively traded for carbon.

Nevertheless, it would not be correct to adopt a one-sided approach when evaluating the water-balance criticisms in China, because a significant proportion of the regions in question faced serious problems of erosion, desertification, and land degradation before the project. It is generally known that, through afforestation, soil losses have been reduced, sand movement has been limited, and agricultural productivity has increased in some areas [3]. Therefore, when the project is evaluated in its overall scope, it can be regarded neither as a complete failure nor as a flawless application.

From a scientific standpoint, the real issue is not afforestation itself but where and with which species it is carried out. In their assessments, many researchers note that the characteristics of natural ecosystems were not sufficiently taken into account in China's early applications and that high water-consuming species were preferred in some regions [4]. In addition, it is known that monoculture plantations established over large areas reduce ecological resilience and provide limited benefit for biodiversity compared with mixed plantations. At this point, the new approach that has emerged in recent years is to proceed according to the principle of the right afforestation in the right place.

When this approach is considered, it is seen that, although green belt afforestation efforts worldwide share similar aims in terms of carbon-sink capacity, they produce different outcomes. The Three-North Shelterbelt Programme in China is a large-scale project covering millions of hectares and has achieved important gains in increasing carbon-storage capacity [3,5]. By contrast, although green belt afforestation in South Korea has been carried out over more limited areas, it has produced successful results in protecting existing carbon stocks, limiting land-use change, and sustaining ecosystem services around cities [6]. Green belts applied in European countries, meanwhile, are generally managed with a multi-purpose approach that, alongside carbon storage, includes conserving biodiversity, developing recreation services, and controlling urban sprawl [1].

When the studies in the literature are examined, it is seen that green belt afforestation increases carbon sequestration and enhances the storage of atmospheric carbon in biomass and soil. When evaluated in terms of water balance, green belt afforestation has both positive and negative effects. Afforestation reduces erosion, increases the water-holding capacity of the soil, and can support the infiltration of precipitation. However, intensive afforestation in arid and semi-arid regions in particular can increase evapotranspiration and thereby cause a decline in soil moisture and groundwater levels [10,11,26]. This shows that the success of green belt afforestation is determined not only by the amount of carbon stored but also by water balance, biodiversity, ecosystem sustainability, and the climatic and hydrological characteristics of the region.

Considerable differences exist among various green belt and urban green-space applications in terms of carbon-storage capacity. For China, Fang et al. [5] reported — on the basis of a fifty-year national forest inventory — that the carbon stock in the country's forest biomass was approximately 5.06 Pg C in 1949, declined to about 4.38 Pg C by the early 1980s, and subsequently rose to 4.75 Pg C by 1998, with planted forests sequestering roughly 0.45 Pg C since the mid-1970s and their mean carbon density increasing from 15.3 to 31.1 Mg C ha⁻¹ (Figure 2). It should be noted that these figures describe the trajectory of China's forests at the national scale rather than the Three-North Shelterbelt Programme alone; they nonetheless illustrate how a forest estate can shift from a net carbon source to a net sink as afforestation and regrowth proceed.

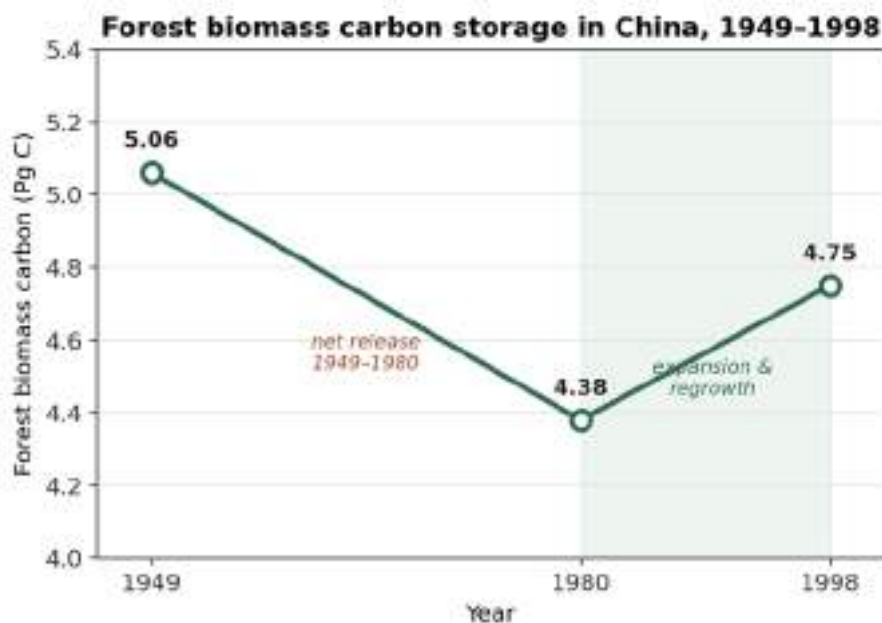


Figure 2. Trajectory of forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998: a net release until about 1980, followed by recovery driven by forest expansion and regrowth. Data: Fang et al. [5].

In South Korea, studies of urban green spaces have quantified carbon storage at both the stand and the city scale. In a study of an urban park in Daejeon, mean carbon storage was determined to be 15.3 t C ha^{-1} , reaching 21.4 t C ha^{-1} in some grid cells [23]. At the city scale, surface-soil carbon stocks (0–30 cm) in the urban green spaces of Seoul, Daegu, and Daejeon were determined to be 105.6 Gg C, 43.6 Gg C, and 26.4 Gg C, respectively [24] (Figure 3). These results show that green belts and urban green spaces are important carbon sinks.

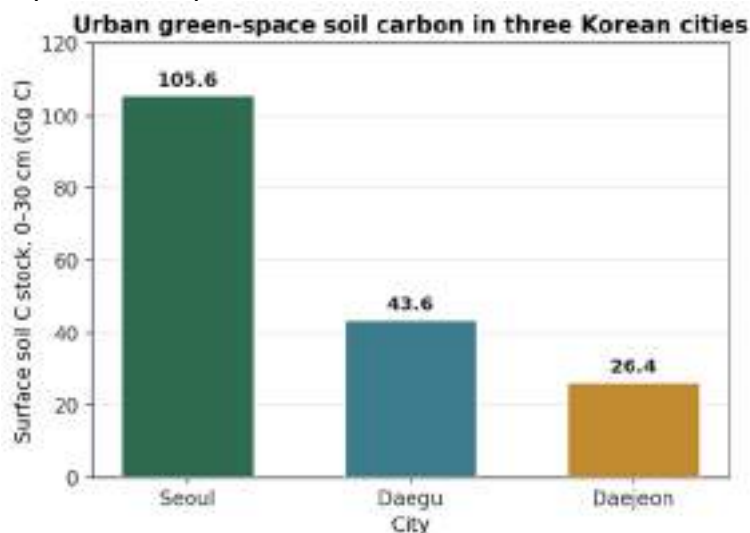


Figure 3. Surface-soil carbon stocks (0–30 cm) in the urban green spaces of three major South Korean cities. Data: Yoon et al. [24].

These differences arise from climatic conditions, soil properties, the species used, stand age, and management practices. Mixed-species stands, in particular, are reported to achieve higher biomass productivity and to store more carbon than monoculture plantations [7,21]. A recent global synthesis of matched single-species and multispecies plantations found that, on average, multispecies stands had about 5% greater tree height, about 7% greater diameter at breast height, and about 25% greater aboveground biomass than monocultures, mainly as a result of interspecific complementarity [27] (Figure 4). For this reason, rather than afforesting large areas solely with fast-

growing species, the establishment of mixed stands suited to ecological conditions is now recommended.

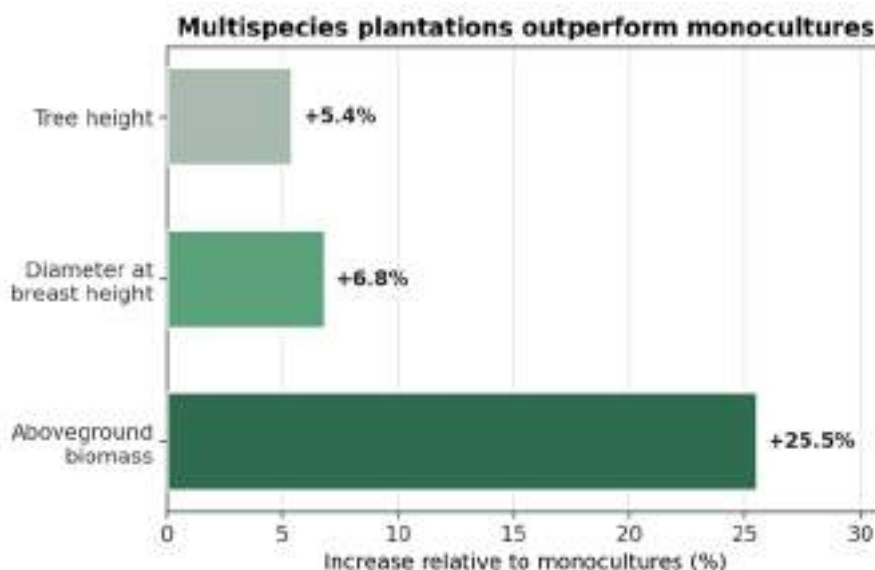


Figure 4. Mean increase in tree height, diameter at breast height, and aboveground biomass in multispecies plantations relative to monocultures, from a global synthesis of paired stands. Data: Feng et al. [27].

When the similarities among the studies are evaluated, all of them reveal that green belt afforestation makes important contributions to erosion control, carbon storage, the improvement of air quality, and the enhancement of ecosystem services. The main subject of debate, however, concerns the long-term environmental effects of large-scale afforestation. While some studies evaluate these projects as successful applications in the fight against climate change [3,5], others stress that the pressure on water resources — particularly in arid and semi-arid regions — must be taken into account [10,11,26]. The scale of the global mitigation that afforestation can realistically deliver is itself contested: although influential analyses have presented tree restoration as among the most effective climate solutions [2], subsequent commentary has cautioned that such estimates can be overstated when pre-existing vegetation and soil carbon, future environmental change, and the displacement of non-forest ecosystems are not fully accounted for [29]. For this reason, the contemporary scientific approach has shifted from planting the maximum number of seedlings toward an understanding of ecosystem-based planning.

When evaluated from Türkiye's perspective, the number of studies addressing the carbon-sink functions of green belt afforestation is seen to be quite limited. One of the principal reasons for this is that afforestation efforts in Türkiye have, over the long term, focused on erosion control, rehabilitation, and the improvement of degraded areas. Where forest carbon has been quantified, the focus has typically been on the dynamics of existing forest estates; for example, an inventory-based assessment of forest carbon pools in western Türkiye reported a measurable increase in stored carbon over recent decades in response to changes in forest structure and management [28]. In addition, the scarcity of long-term carbon-monitoring studies in green belt areas and the lack of regular data on biomass and soil carbon stocks constrain the research that could be undertaken on this subject. With the growing importance of combating climate change and carbon management in recent years, scientific studies aimed at increasing the carbon-storage potential of green belt afforestation should also be prioritised in Türkiye.

In conclusion, when the literature is evaluated as a whole, it is clear that green belt afforestation increases carbon-sink capacity; nevertheless, the success of these projects cannot be explained solely by the amount of carbon stored. A balance must be struck among carbon-storage objectives, water balance, biodiversity, and ecosystem sustainability. For this reason, in green belt afforestation to be applied in the future, it is of great importance to adopt an approach of afforesting in the right place, with the right species, and with an ecosystem-based planning mindset.

6. Conclusion and Recommendations

In this study, the effects of green belt afforestation on carbon sinks were evaluated by considering application examples from around the world and from Türkiye. The literature review revealed that green belt afforestation provides numerous benefits to the ecosystem, such as reducing atmospheric carbon dioxide, increasing carbon-storage capacity, preventing erosion and desertification, improving air quality, and supporting biodiversity. The growing importance of natural carbon sinks in the fight against climate change, in particular, has placed green belt afforestation in a strategic position within sustainable forestry.

In terms of carbon sequestration, green belt afforestation contributes to drawing atmospheric carbon and storing it in biomass and soil. For this reason, it is regarded as an important complementary tool for reducing greenhouse gas emissions and increasing carbon storage. In the light of the literature reviewed, the following recommendations can be made:

- In green belt afforestation, species suited to the region's climate, soil, and water conditions should be selected.
- In afforestation projects to be carried out in arid and semi-arid regions, the necessary analyses of water resources should be conducted and the possible effects on those resources assessed in advance.
- Mixed-species afforestation that protects and enhances biodiversity should be encouraged instead of monoculture plantations.
- Long-term monitoring studies aimed at increasing carbon-storage capacity should be expanded.
- Green belt projects should be planned not with a carbon-only focus but with an ecosystem-services approach, and the criteria of carbon storage, water balance, biodiversity, and ecological sustainability should be evaluated together.
- The green belts established around cities should be more effectively incorporated into climate-change adaptation strategies.

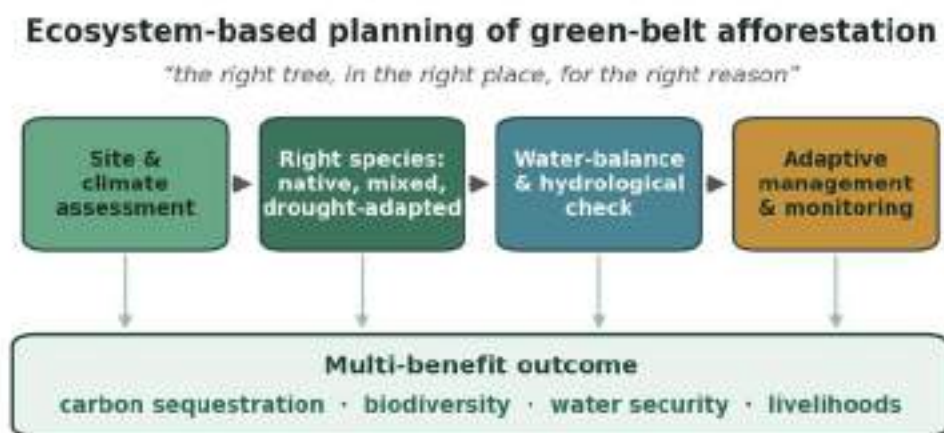


Figure 5. A conceptual framework for the ecosystem-based planning of green belt afforestation, in which site assessment, appropriate species selection, hydrological evaluation, and adaptive monitoring jointly deliver carbon, biodiversity, water, and livelihood benefits.

References

- [1] Amati, M. *Green Belts: A Twentieth-Century Planning Experiment*. Ashgate Publishing, 2008.
- [2] Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C. M., and Crowther, T. W. "The Global Tree Restoration Potential." *Science*, vol. 365, no. 6448, pp. 76–79, 2019.
- [3] Bryan, B. A., Gao, L., Ye, Y., Sun, X., Connor, J. D., Crossman, N. D., Stafford-Smith, M., Wu, J., He, C., Yu, D., Liu, Z., Li, A., Huang, Q., Ren, H., Deng, X., Zheng, H., Niu, J., Han, G., and Hou, X. "China's Response to a National Land-System Sustainability Emergency." *Nature*, vol. 559, no. 7713, pp. 193–204, 2018.
- [4] Cao, S. "Why Large-Scale Afforestation Efforts in China Have Failed to Solve the Desertification Problem." *Environmental Science & Technology*, vol. 42, no. 6, pp. 1826–1831, 2008.
- [5] Fang, J., Chen, A., Peng, C., Zhao, S., and Ci, L. "Changes in Forest Biomass Carbon Storage in China Between 1949 and 1998." *Science*, vol. 292, no. 5525, pp. 2320–2322, 2001.
- [6] Hwang, J., Choi, Y., Sung, H. C., Yoo, Y. J., Lim, N. O., Kim, Y., Shin, Y., Jeong, D., Sun, Z., and Jeon, S. W. "Evaluation of the Function of Suppressing Changes in Land Use and Carbon Storage in Green Belts." *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 187, Article 106600, 2022.
- [7] Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., and Wardle, D. A. "Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge." *Ecological Monographs*, vol. 75, no. 1, pp. 3–35, 2005.
- [8] Canadell, J. G., and Raupach, M. R. "Managing Forests for Climate Change Mitigation." *Science*, vol. 320, no. 5882, pp. 1456–1457, 2008.
- [9] Konijnendijk, C. C., Nilsson, K., Randrup, T. B., and Schipperijn, J. *Urban Forests and Trees*. Springer, 2006.
- [10] Feng, X., Fu, B., Lu, N., Zeng, Y., and Wu, B. "How Ecological Restoration Alters Ecosystem Services: An Analysis of Carbon Sequestration in China's Loess Plateau." *Scientific Reports*, vol. 3, Article 2846, 2013.
- [11] Jackson, R. B., Jobbágy, E. G., Avissar, R., Roy, S. B., Barrett, D. J., Cook, C. W., Farley, K. A., le Maitre, D. C., McCarl, B. A., and Murray, B. C. "Trading Water for Carbon with Biological Carbon Sequestration." *Science*, vol. 310, no. 5756, pp. 1944–1947, 2005.
- [12] Dixon, R. K., Solomon, A. M., Brown, S., Houghton, R. A., Trexler, M. C., and Wisniewski, J. "Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems." *Science*, vol. 263, no. 5144, pp. 185–190, 1994.
- [13] FAO. *Global Forest Resources Assessment 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2020.
- [14] IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 2023.
- [15] Lal, R. "Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security." *Science*, vol. 304, no. 5677, pp. 1623–1627, 2004.
- [16] Lal, R. "Carbon Sequestration." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 363, no. 1492, pp. 815–830, 2008.
- [17] Nowak, D. J., and Crane, D. E. "Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in the USA." *Environmental Pollution*, vol. 116, no. 3, pp. 381–389, 2002.
- [18] Jobbágy, E. G., and Jackson, R. B. "The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation." *Ecological Applications*, vol. 10, no. 2, pp. 423–436, 2000.
- [19] Paul, K. I., Polglase, P. J., Nyakuengama, J. G., and Khanna, P. K. "Change in Soil Carbon Following Afforestation." *Forest Ecology and Management*, vol. 168, no. 1–3, pp. 241–257, 2002.
- [20] Pregitzer, K. S., and Euskirchen, E. S. "Carbon Cycling and Storage in World Forests: Biome Patterns Related to Forest Age." *Global Change Biology*, vol. 10, no. 12, pp. 2052–2077, 2004.
- [21] Forrester, D. I., and Bauhus, J. "A Review of Processes Behind Diversity–Productivity Relationships in Forests." *Current Forestry Reports*, vol. 2, no. 1, pp. 45–61, 2016.
- [22] UNCCD. *Great Green Wall Initiative Progress Report*. United Nations Convention to Combat Desertification, 2023.
- [23] Kim, J., Kang, Y., Kim, D., Son, S., and Kim, E. J. "Carbon Storage and Sequestration Analysis by Urban Park Grid Using i-Tree Eco and Drone-Based Modeling." *Forests*, vol. 15, no. 4, Article 683, 2024.
- [24] Yoon, T. K., Seo, K. W., Park, G. S., Son, Y. M., and Son, Y. "Surface Soil Carbon Storage in Urban Green Spaces in Three Major South Korean Cities." *Forests*, vol. 7, no. 6, Article 115, 2016.
- [25] Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., et al. "Natural Climate Solutions." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 114, no. 44, pp. 11645–11650, 2017.
- [26] Feng, X., Fu, B., Piao, S., Wang, S., Ciais, P., Zeng, Z., Lü, Y., Zeng, Y., Li, Y., Jiang, X., and Wu, B. "Revegetation in China's Loess Plateau Is Approaching Sustainable Water Resource Limits." *Nature Climate Change*, vol. 6, no. 11, pp. 1019–1022, 2016.
- [27] Feng, Y., Schmid, B., Loreau, M., Forrester, D. I., Fei, S., Zhu, J., Tang, Z., Zhu, J., Hong, P., Ji, C., Shi, Y., Su, H., Xiong, X., Xiao, J., Wang, S., and Fang, J. "Multispecies Forest Plantations Outyield Monocultures Across a Broad Range of Conditions." *Science*, vol. 376, no. 6595, pp. 865–868, 2022.
- [28] Mumcu Kucuker, D. "Spatiotemporal Changes of Carbon Storage in Forest Carbon Pools of Western Turkey: 1972–2016." *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 192, no. 8, Article 555, 2020.

[29] Lewis, S. L., Mitchard, E. T. A., Prentice, C., Maslin, M., and Poulter, B. “Comment on ‘The Global Tree Restoration Potential’.” *Science*, vol. 366, no. 6463, Article eaaz0388, 2019.

УДК 581.522.4:577.

DOI: 10.71130/3079-6245-2026-8-3-99-103

НОВЫЕ МЕСТА ОБИТАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ЦЕПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ *RIBES JANCZEWSKII* POJARK. И *VERONICA ALATAVICA* POPOV НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «КӨЛЬСАЙ КӨЛДЕРІ»

И.Г.Отрадных¹, И.А.Съедина¹, Б.Б. Арынов², М.Т. Мәсімжан²¹Институт ботаники и фитоинтродукции КЛХЖМ МЭПР РК, Алматы, Казахстан²Государственный национальный природный парк «Көльсай Көлдері» Саты, Казахстан *

Аннотация. В статье указаны новые места произрастания 2-х редких видов *Veronica alataavica* Popov и *Ribes janczewskii* Pojark. на территории ГНПП «Көльсай Көлдері» и прилегающей к нему территории, расположенных на северном макросклоне хребта Кунгей Алатау. Популяции этих видов устойчивые, но не многочисленные и неполноценные, состоящие из 9 генеративных особей *Veronica alataavica* и 8 генеративных особей *Ribes janczewskii*. Основными лимитирующими и потенциально угрожающими факторами являются неконтролируемый выпас крупного рогатого скота, сенокосение до периода плодоношения и дорожно-строительные работы.

Ключевые слова: редкие виды, места обитания, ценопопуляция, фитоценоз, лимитирующие факторы.

Аннотация. Мақалада Күнгей Алатау жотасының солтүстік макробеткейінде орналасқан «Көльсай Көлдері» МҰТП аумағы мен оған іргелес жатқан аумақтағы сирек кездесетін 2 түрдің — *Veronica alataavica* Popov және *Ribes janczewskii* Pojark. жаңа өсу орындары көрсетілген. Бұл түрлердің популяциялары тұрақты, бірақ аз санды және толық мүшелі емес, олар *Veronica alataavica*-ның 9 генеративті дарасынан және *Ribes janczewskii*-нің 8 генеративті дарасынан тұрады. Негізгі лимитирлеуші және әлеуетті қауіп төндіретін факторларға ірі қара малдың бақылаусыз жайылымы, жеміс беру кезеңіне дейін шөп шабу және жол-құрылыс жұмыстары жатады.

Түйін сөздер: сирек кездесетін түрлер, өсу орындары, ценопопуляция, фитоценоз, лимитирлеуші факторлар.

Abstract. The article reports new growth locations of two rare species, *Veronica alataavica* Popov and *Ribes janczewskii* Pojark., within the "Kolsai Kolderi" State National Nature Park and its adjacent territory, situated on the northern macroslope of the Kungei Alatau Range. The populations of these species are stable but small and incomplete in age structure, consisting of 9 reproductive individuals of *Veronica alataavica* and 8 reproductive individuals of *Ribes janczewskii*. The primary limiting and potentially threatening factors are uncontrolled cattle grazing, hay mowing prior to the fruiting period, and road construction activities.

Keywords: rare species, habitats, coenopopulation, phytocoenosis, limiting factors.

Выявление новых мест обитания редких видов является важной задачей, решение которой позволит получить данные о состоянии популяций конкретного вида в разных частях ареала, а так же определить меры по сохранению численности особей с учетом степени проявления негативных факторов природного и антропогенного происхождения на саму популяцию и условия среды обитания.

Целью работы было выявление новых мест произрастания 2-х редких видов *Veronica alataavica* Popov и *Ribes janczewskii* Pojark. Изучение растительности проводилось маршрутно-рекогносцировочным методом, описание фитоценоза проводилось с использованием прибора навигации GPS для определения координат. Описания проводились с учетом методических указаний [1] (Корчагин, 1964). Исследования проводились в весенне-летний период 2026 года. Для уточнения таксономической принадлежности растений и пополнения гербарного фонда «Института ботаники и фитоинтродукции» с указанием новых мест произрастания, проводилась гербаризация образцов. Сбор и обработка гербарного материала осуществлялась по общепринятой методике, обобщенной А. К. Скворцовым [2] (1977). Определение видов проводилось с использованием существующих флористических сводок и определителей [3] (Флора Казахстана, 1956–1966; Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран: [4] <http://www.plantarium.ru/>). Номенклатура видов, родов и семейств приведена по сводкам С. К. Черепанова [5] (1995).

Описание места произрастания редкого вида *Veronica alata* Popov и характеристика состояния популяции. проводилось частично на территории Государственного национального природного парка «Көльсай Көлдері» (ГНПП) и сопредельные (прилегающие) территории. Прилегающая к ГНПП часть обследуемой территории относится к пастбищно-сенокосным угодьям частного фермерского хозяйства. Данный регион расположен на северном макросклоне восточной части Кунгей Алатау и его климат характеризуется как резко континентальный, с большой амплитудой суточных и годовых температур и преобладанием теплого периода над холодным. Распределение растительного покрова здесь носит резко выраженный поясный характер. В названия поясов Б. А. Быков [6] (1954) и И. И. Ролдугин [7] (1989) ввели доминирующие типы растительности: 1 – низогорные степи и кустарники 800–1500 м (до 1800 м), 2 – лесолуговой (1500 (1800) –2300 (2700 м), 3 – альпийский (2800–3000 м).



Рисунок 1. Карта местонахождений выявленных ценопопуляций ■ – смородина Янчевского, ■ – вероника алатавская

Veronica alata – вероника алатавская (сем. *Scrophulariaceae*) травянистый многолетник 30–50 см высотой, с мощным ветвистым корневищем. Вид занесен в Красную книгу Казахстана [8] как растение с сокращающейся численностью (2 категория) и входит в «Перечень эндемичных и реликтовых растений Казахстана» [9], является палеореликтом Тянь-Шаня. В гербарном фонде «Института ботаники и фитоинтродукции» г. Алматы для Кунгей Алатау имеются данные о местонахождении Вероники алатавской по сборам В. П. Голоскокова 1952 г. в среднем течении реки Чет-Мерке h 2100 м над ур. м. восточные отроги Кунгей Алатау. Ранее, нами в 2015 году на территории ГНПП «Көльсай Көлдері» была выявлена популяция этого вида в ущелье Кульсай на высоте 2276 м над ур. м. в кустарниково-разнотравном сообществе в количестве 5 генеративных особей [10] (2016). В 2026 г. в ущелье Қорғобы в лесолуговом поясе найдена ценопопуляция у основания пологого склона (уклон 20°) западной экспозиции на высоте 1810 м над ур. м. Рельеф склона неровный, с норами сурков и кочками от муравейников. Каменистость 30 %. Почвы высококарбонатные типичные, выщелоченный чернозем со значительным включением крупного щебня и камней. Напочвенный покров представлен опадом травянистых видов, в основном злаков, толщиной 2–3 см. Общее проективное покрытие 80%. Растительный покров в ирисово–злаково–разнотравном фитоценозе хорошо развит (рис 2. А). Антропогенная нарушенность умеренная, связана с пастбищной и сенокосной нагрузкой.



А

Б.

Рисунок 2. А. Цветущее растение *Veronica alata*, Б. Особи *Veronica alata* в ирисово–злаково-разнотравном фитоценозе.

Цепопуляция состоит из 9 генеративных особей, расположенных диффузно, на площади около 100 м². Описание проводилось в период начала цветения (рис. 2 Б.) (первая декада июля) и в период плодоношения (вторая декада сентября). Количество цветущих побегов в куртинах, в зависимости от размера и возраста, варьирует от 2 до 15 штук. Растения *Veronica alata* находились в стадии массового цветения. Древесная растительность представлена единичными кустарниками: *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Spiraea lasiocarpa* Kar. et Kir. Растительность имеет не ясно выраженную вертикальную структуру. Вехний ярус представлен кустарниками. Травянистый покров не четко двухярусный. Первый ярус представлен крупными злаками *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, *Dactylis glomerata* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski и полынями *Artemisia dracunculus* L., *A. santolinifolia* Turcz. ex Bess., *Nepeta pannonica* L., *Agropiron elongatiforme* L., *Phlomoides oreophila* (Kar. & Kir.) Adylov, Kamelin & Makhm., *Thalictrum minus* L. Второй ярус представлен видами *Allium platyspathum* Schrenk, *Allium caeruleum* Pall., *Allium kaschianum* Regel, *Galium boreale* L., *Galium verum* L., *Hypericum elegans* Steph. ex Willd., *Hypericum perforatum* L., *Achillea millefolium* L., *Origanum vulgare* L., *Erysimum* sp., *Veronica alata* Popov, *V. longifolia* L., *V. spicata* L., *Geranium pratense* L., *Medicago falcata* L., *Poa pratensis* L., *Carex* sp., *Lithospermum officinale* L., *Geum urbanum* L., *Bupleurum thianschanicum* Freyn, *Rhinanthus songaricus* (Sterneck) B. Fedtsch., *Erigeron pseudoseravschanicus* Botsch., *Dracocephalum integrifolium* Bunge, *Dracocephalum bipinnatum* Rupr., *Scorzonera transiliensis* Popov, *Tulipa* sp., *Delphinium iliense* Huth, *Erysimum hieracifolium* L., *Viola biflora* L., *Hedysarum songoricum* Bong, *Polygonum convolvulus* L. *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng. Процент участия в сообществе не более 10%. Синий и сиреневые цвета создают фоновый аспект цветущие в этот период виды вероники длиннолистной, в. колосистой, котовника, душицы и зопника. Крупные пятна ириса русского выделяются яркой зеленью листьев на общем фоне. Фактором риска исчезновения популяции, как и в случае популяции, расположенной выше озера Кульсай-2, является высокая рекреационная нагрузка, а для популяции в ущелье Қорғобы это интенсивный выпас скота и покос травы до плодоношения растений.

Ribes janczewskii Pojark. (сем. *Grossulaceae*) Смородина Янчевского – кустарник 100-150 см. высотой. Редкий вид 2 категории (виды, не подвергающиеся прямой угрозе исчезновения, но встречающиеся в специализированных местах обитания и ограниченных по площади, где они могут быстро исчезнуть) [11].

Популяция *Ribes janczewskii* Pojark. найдена в ущелье Талдыбулак в русле ручья межгорной долины. Большая часть популяции находится на территории пастбищных угодий и частично популяция заходит на территорию ГНПП. Особи разбросаны достаточно равномерно, в основном на левом берегу ручья на протяжении 900 м. Рельеф неровный, почвы сильно увлажненные луговые черноземы, богатые гумусом. Подстилающий слой образован речными отложениями. Популяция состоит из 8 разновозрастных генеративных особей: 3 крупных с количеством побегов 25-30 и 5 более молодых (10-15 побегов) кустов. Самый крупный экземпляр состоит из 3-х кустов – центрального материнского и 2-х более молодых дочерних клонов, сформировавшихся путем укоренения боковых побегов. Высота растений колеблется от 1,2 м – 1,8 м. Молодых вегетативных растений не найдено. Растительный покров кустарниково-разнотравно-кипрейного (рис. 3 А) фитоценоза, характерный для прибрежных территорий. Общее проективное покрытие 100%. Доминантами выступают кипрей и мята азиатская, которые с кустарниками создают фоновый аспект. Кустарники представлены видами: *Lonicera altmannii* Regel et. Schmalh. и *Ribes janczewskii* Pojark. Растительный покров не четко 3-х ярусный. Первый ярус (до 0,7 – 1,8 м) составляют кустарники и травянистые виды представлены: *Epilobium hirsutum* L., *Mentha asiatica* Boriss., *Aconitum leucostomum* Worosch., *Rumex tianschanicus* Losinsk., *Arctium tomentosum* Mill., *Iris sogdiana* Bunge, *Phlomis oreophila* (Kar. & Kir.) Adylov, Kamelin & Makhm. Второй ярус (0,3 - 0,7 м) состоит из: *Artemisia dracunculus* L., *A. vulgaris* L., *Equisetum arvense* L., *Geum rivale* L., *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, *Origanum vulgare* L., *Dactylis glomerata* L., *Alchemilla sibirica* Zamelis, *Plantago major* L., *Geranium pratense* L., *Ranunculus grandifolius* C.A. Mey., *Urtica dioica* L., *Hieracium* sp. Третий ярус *Veronica beccabunga* L., *Tussilago farfara* L., *Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv., *Aegopodium alpestre* Ledeb., *Trifolium pratense* L. Процент участия смородины Янчевского в сообществе составляет не более 5%. Общий травостой высокий и загущенный (рис 3 А.), что создает сложность обнаружения особей смородины. На момент описания во 2-й декаде августа большинство видов находились в фазе плодоношения. Плодоношение этого года слабое (рис. 3 Б.), что связано с погодно-климатическими условиями и возвратными заморозками весеннего периода. Кусты смородины находятся в нормальном, не угнетенном состоянии, без признаков повреждения, обгрызания и вытаптывания. Напочвенный слой плотный, состоит из опада и отмерших стеблей травянистых видов. Молодые вегетативные особи не обнаружены. по причине высокой плотности и высоты травостоя, которые препятствуют развитию молодых особей. Популяция стареющая, неполноценная, непрогрессирующая, с вегетативным самоподдержанием.

В результате исследований были выявлены новые места произрастания 2-х редких видов *Veronica alata* и *Ribes janczewskii*. Популяции этих видов устойчивые, но не многочисленные, состоящие из 9 генеративных особей *Veronica alata* и 8 разновозрастных генеративных особей *Ribes janczewskii*, доля участия в сообществах так же низкая. Основными лимитирующими и потенциально угрожающими факторами являются неконтролируемый выпас крупного рогатого скота, сенокошение до периода плодоношения и дорожно-строительные работы.

Список литературы

1. Корчагин А.А. Полевая геоботаника. Методическое руководство. – Изд-во: Академии Наук СССР, 1964. – Т. 3. – 531 с.
2. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
3. Флора Казахстана. Алма-Ата. Изд-во АН КазССР. Т. 1-9.1956-1966.
4. Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.plantarium.ru/> (27.09.2026).
5. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
6. Быков Б.А. О вертикальной поясности в связи с общим законом зональности. // Вестн. АН КазССР. – 1954. – № 8. – С. 46 – 49.

7. Ролдугин И.И. Еловые леса Северного Тянь-Шаня (флора, классификация и динамика). Алма-Ата, – 1989. – 306 с.
8. Абдулина С.А. *Veronica alata* Popov – Вероника алатавская // *Красная книга Казахстана*. Растения. – Астана, 2014. Т.2, Часть 1. – С. 259.
9. Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений. – Астана, 2006.
10. Отрадных И.Г., Съедина И.А., Уалиева Б.Б., Ахметов Х.А. Новые места произрастания и популяционные особенности редких видов растений на территории ГНПП «Көлсай Көлдери» // мат-лы республиканской научн. конф. «Сохранение биоразнообразия и рациональное использование биоресурсов». – Алматы, 2016. – С 87-91.
11. Исаев Е.Б. *Ribes janczewskii* Rojark. – Смородина Янчевского // *Красная книга Казахстана*. Растения. – Астана, 2014. Т.2, Часть 1. – С. 135.



А



Б

Рисунок 3. А. *Ribes janczewskii* в кустарниково-разнотравно-кипрейное сообществе. Б. Единичное плодоношение.

РОМАНТИК ОТ БИОЛОГИИ: К 80-ЛЕТИЮ ВАЛЕНТИНЫ АНДРЕЕВНЫ САМОЙЛОВОЙ

В.А. Масалова*, И.В. Бабай

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,
г. Алматы, Республика Казахстан
e-mail: velt_mas@mail.ru

В 2026 году наш коллектив отмечает двойной юбилей Валентины Андреевны Самойловой: её 80-летие и 50-летие преданного служения РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции». Уроженка Кизляра (Дагестан), свой трудовой путь на казахстанской земле она начала в 1964 году, а после окончания биологического факультета Казахского Государственного Университета им. С.М. Кирова (в настоящее время Казахский национальный университет им. аль-Фараби) навсегда связала судьбу с наукой о растениях.

В 1976 году молодая и перспективная выпускница Валентина Самойлова пришла работать в отдел растительных ресурсов Института ботаники. Свои первые шаги в науке она делала в исследовательской группе Валерии Юрьевны Авериной. С первых же лет трудовой деятельности Валентина Андреевна активно включилась в масштабные полевые выезды. Она участвовала в сложнейших ресурсоведческих и флористических исследованиях, охвативших Алтай, Киргизский Алатау и Боролдайтау. Знаковым этапом её ранней карьеры стала работа в составе уникальной советско-американской экспедиции, изучавшей флору Целиноградской (Акмолинской) области.



У.Х. Суюншалиева, В.А. Самойлова, Т.А. Коваленко

В 1984 году, после семи лет плодотворной работы, Валентина Андреевна перешла в отдел Гербария (ныне – лаборатория флоры высших растений), где трудилась в должности научного сотрудника до 2005 года. Этот период был ознаменован глубоким изучением горных экосистем и заповедных территорий Казахстана [1]. Особое место в её научной биографии занимает хребет Каратау: Валентина Андреевна составила подробнейшую флористическую картотеку, а также списки редких, исчезающих и эндемичных растений этого региона. Не менее масштабным стал её труд по изучению флоры хребта Каржантау. Проведя колоссальную работу по сбору и обработке полевого материала, а также критически проанализировав литературные данные и богатейшие коллекции Института ботаники, Московского Государственного Университета (г. Москва) и Ботанического Института им. В.Л. Комарова (г. Санкт-Петербург), В.А. Самойлова составила полный список сосудистых растений Каржантау, статья в соавторстве с М.К. Кукуновым «К изучению полезных растений хребта Каржантау» (1986) [2], в соавторстве с А.А. Иващенко тезисы в сборнике к

V Международному симпозиуму в г. Ташкент, Узбекистан «The spring Flora of the Karjantau range» (1998) [3] и статья «Дополнение к флоре хребта Каржантау» (2000) [4], статьи в сборниках материалов конференция «Пищевые растения хребта Каржантау» (2001) [5], «Проблемы и перспективы сохранения видового разнообразия семейства Крестоцветных – одного из ведущих во флоре хребта Каржантау» (2001) [6], «О распространении *Clypeola jonthlaspi* L. (Brassicaceae) в Казахстане» [7] «Семейство Губоцветных (Lamiaceae Lindl.) в Каржантау» (2002) [8], «Зонтичные хребта Каржантау» (2004) [9]. Ей удалось не просто описать виды, но и выявить группы полезных растений, а также точно определить запасы сырья наиболее ценных из них.

За годы научной деятельности Валентина Андреевна Самойлова опубликовала более 20 научных работ, посвященных полезным и эфирно-масличным растениям Казахстана: статьи в соавторстве «Перспективные эфиромасличные растения Юго-Восточного Казахстана» (1978) [10], «Эфиромасличные растения Казахстана и перспективы их использования» (1983) [11]. Работы по ресурсам лекарственных растений в соавторстве: «Запасы некоторых лекарственных растений Казахского Алтая» (1982) [12]; «Ресурсы лекарственных растений Восточного Казахстана» (1984) [13], «Распространение и запасы некоторых лекарственных растений Чимкентской области» (1985) [14], «Основные лекарственные и пищевые растения Западного Тянь-Шаня и их ресурсы» (1988) [15], «Об организации охраны редких видов растений Западного Тянь-Шаня» (1998) [16].

Ее вклад в сохранение природы и изучение биоразнообразия получил и международное признание: в 1994 году Валентина Андреевна стала победителем престижного конкурса по проблемам биоразнообразия и была награждена Дипломом Джорджа Сороса. Её имя навсегда вписано в фундаментальные труды отечественной ботаники, стала одним из соавторов второго издания «Красной книги Казахстана. Растения» (2014 г.) [17], принимала ключевое участие в создании монографии «Список сосудистых растений Казахстана» автора С.А. Абдулиной [18]. Вклад Валентины Андреевны в работу лабораторий растительных ресурсов, Гербария, флоры высших растений, интродукции и дендрологии – это образец истинного служения науке, который и сегодня вдохновляет молодых ученых Института.

С той же точностью и исследовательским азартом, с какими Валентина Андреевна подходила к научным экспериментам, в настоящее время она подходит и к выращиванию цветов. Посадить редкий сорт, найти к нему подход, заставить зацвести самое капризное растение или превратить партерный сад в произведение искусства – для неё это не просто труд, а естественное продолжение её созидательной натуры. Действительно, чтобы вырастить красивый цветок, нужны те же качества, что и для хорошего исследования: колоссальное терпение, внимание к деталям и умение верить в результат, даже когда вокруг только сухая земля. Этим терпением и оптимизмом Валентина Андреевна щедро делится со всеми нами. Выступает мудрым наставником для молодых специалистов, студентов университетов и колледжей, проходящих на практику, находит к каждому подход.

Уже около 20 лет этот скромный и ответственный человек неустанно курирует «Участок трав и цветов» в Главном ботаническом саду, где её коллекция насчитывает около 80 таксонов. На нем произрастают однолетние и многолетние цветочные растения: *Achillea millefolium* 'Rubra', *Aquilegia hybrida* hort., *Calendula officinalis* L., сорта *Chrysanthemum* × *hortorum* hort., *Coreopsis grandiflora* Hogg. ex Sweet, сорта *Crocus hybrida* hort., сорта *Dahlia* × *cultorum* Thorsrud & Reisaeter, *Echinacea purpurea* (L.) Moench., *Gaillardia* × *hybrida* hort., различные формы *Hemerocallis* × *hybrida* hort., раннецветущие луковичные *Muscari botryoides* (L.) Mill., сорта *Narcissus* × *hybridus* hort., *Tulipa greigii* Regel, *Tulipa kaufmanniana* Regel, *Tulipa hybrida* hort., красивые композиции из *Yucca filamentosa* L. и другие цветочно-декоративные культуры. Все это разнообразие каждое лето радует глаз сотрудников и посетителей Главного ботанического сада.

Подобно сказочной Дюймовочке, она всегда окружена растениями, которые чутко реагируют на её заботу обильным ростом. К ней всегда можно прийти не только за профессиональным советом, но и за отростком редкого цветка или консультацией, почему

засыхает любимый фикус. Из её кабинета никто не уходит с пустыми руками и грустными мыслями – её стараниями, зеленью и уютом наполнены все рабочие пространства.



При всей колоссальной занятости на работе Валентина Андреевна остается прекрасной мамой двоих детей, счастливой бабушкой и прабабушкой четырех внуков и правнуков, обладающей редким даром – творить прекрасное и украшать окружающую жизнь. Мало кто знает, что её терпение и тонкое чувство прекрасного воплощаются еще в одном увлечении: она создает великолепные вышитые картины и искусно украшает одежду. Этот удивительный человек обладает редким даром – одухотворять и делать красивым всё вокруг себя. Она всегда придет на помощь в трудную минуту и даст мудрый, надежный жизненный совет.

Дорогая Валентина Андреевна! Весь коллектив Института ботаники и фитоинтродукции от всей души поздравляет Вас с этим уникальным двойным юбилеем! Мы преклоняемся перед Вашим трудолюбием, оптимизмом и душевной щедростью. Желаем Вам крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, цветущего долголетия и семейного тепла. Пусть Ваша жизнь будет так же богата на радостные моменты, как и выращенные Вами растения, а каждый новый день приносит гармонию и уют! С юбилеем!

Литература

1. Личное дело В.А. Самойловой
2. Кукунов М.К., Самойлова В.А. К изучению полезных растений хребта Каржантау. // В сборнике «Рациональное использование растительных ресурсов Казахстана» – Алма-Ата: Наука, 1986. – С. 119-122.
3. Иващенко А.А., Самойлова В.А. The spring Flora of the Karjantau range // Тезисы докладов V Международного симпозиума. – Ташкент, 1998. – С. 147.
4. Иващенко А.А., Самойлова В.А. Дополнение к флоре хребта Каржантау // Известия МОН РК. Серия биологическая. № 5. – Алматы, 2000. – С. 9–13.
5. Самойлова В.А. Пищевые растения хребта Каржантау // Материалы конференции «Изучение растительного мира Казахстана и его охрана». – Алматы, 2001. – С. 197–202.
6. Самойлова В.А. Проблемы и перспективы сохранения видового разнообразия семейства Крестоцветных – одного из ведущих во флоре хребта Каржантау // Сборник «Биологическое разнообразие Западного Тянь-Шаня (Казахстанская часть). – Кокшетау, 2001. – С. 78–84.
7. Иващенко А.А., Самойлова В.А., Нелина Н.В. О распространении *Clypeola jonthlaspi* L. (Brassicaceae) в Казахстане // Материалы международной конференции посвященной 70-летию Института ботаники и фитоинтродукции: Итоги и перспективы развития ботанической науки в Казахстане. – Алматы, 2002. С. 64–66.

8. Самойлова В.А. Семейство Губоцветных (Lamiaceae Lindl.) в Каржантау // Материалы международной конференции посвященной 70-летию Института ботаники и фитоинтродукции: Итоги и перспективы развития ботанической науки в Казахстане. – Алматы, 2002. С. 119–122.
9. Самойлова В.А. Зонтичные хребта Каржантау // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. № 5 (245). – Алматы: НАН РК, 2004. – С. 70–77.
10. Демидовская Л.Ф., Аверина В.Ю., Егеубаева Р.А., Самойлова В.А. Перспективные эфиромасличные растения Юго-Восточного Казахстана // Тезисы докладов VI Делегатского съезда. – Л.: Наука, 1978. – С. 52–53.
11. Кукунов М.К., Аверина В.Ю., Гусак Л.Е., Егеубаева Р.А., Самойлова В.А. Эфиромасличные растения Казахстана и перспективы их использования. // Тезисы докладов 7-го Делегатского съезда ВБО. – Л.: Наука, 1983. – С. 197.
12. Кукунов М.К., Самойлова В.А. Запасы некоторых лекарственных растений Казахстанского Алтая. // Известия АН КазССР, серия биологическая. № 6. – Алма-Ата, 1982. – С. 83–84.
13. Кукунов М.К., Аталыкова Ф.М., Аверина В.Ю., Гусак Л.Е., Самойлова В.А. Ресурсы лекарственных растений Восточного Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 158 с.
14. Кукунов М.К., Аверина В.Ю., Гусак Л.Е., Самойлова В.А. Распространение и запасы некоторых лекарственных растений Чимкентской области. // Проблемы рационального использования лекарственно-технических растений. – Алма-Ата, 1985. – С. 107–112.
15. Аверина В.Ю., Кукунов М.К., Самойлова В.А. Основные лекарственные и пищевые растения Западного Тянь-Шаня и их ресурсы. // Ботанические исследования в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 75.
16. Нелина Н.В., Иващенко А.А., Самойлова В.А. Об организации охраны редких видов растений Западного Тянь-Шаня. // Тезисы докладов X Всесоюзного совещания по изучению флоры и растительных высокогорий, Российская АН, Сибирское отделение. – Новосибирск, 1998. – С. 207.
17. Красная книга Казахской ССР. Ч.2. Растения. – Астана, 2014. – 452 с.
18. Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. – Алматы, 1999. – 187 с.