

ISSN 0002 – 3221

АТАЙЫН ЧЫГАРЫЛЫШ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК
SPECIAL ISSUE

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

КАБАРЛАРЫ

№ 9

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БИШКЕК



2025

ilimbasma@mail.ru

**ИЗВЕСТИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ISSN 0002-3221

Редакционно-издательская коллегия:

член-корреспондент НАН КР К.Е.Абдрахматов (главный редактор)
академик НАН КР Ч.И Арабаев (зам. главного редактора)
член-корреспондент НАН КР Б. М. Худайбергенова (отв. секретарь)
академик Иса Акпер оглы Габиббейли (Азербайджан)
академик НАН КР А. А. Акматалиев
академик НАН КР А.А Асанканов
академик НАН КР А. А. Борубаев
член-корреспондент НАН КР Д.С. Джаилов
академик НАН КР М. С. Джуматаев
академик Г. Т. Ситпаева (Казахстан)
академик НАН КР Ш. Ж. Жоробекова
академик НАН КР А.Т. Жунушов
член-корреспондент А.А. Абдуллаев (Таджикистан)
академик Дархан Кадыралы уулу (Казахстан)
академик Ш.Ш. Сугдуллаев (Узбекистан)
член-корреспондент В.С. Паштецкий (Россия)

Журнал основан
в 1966 г.
Выходит 4 раза
в год

Журнал зарегистрирован
в Министерстве
юстиции КР
свидетельство
№1950

Журнал
входит в
систему РИНЦ
с 2016 г.

ИЦ «Илим»
НАН КР
г. Бишкек
пр. Чуй 265а

МАЗМУНУ СОДЕРЖАНИЕ

Турсунметов К.А., Тургунбаев Ф.Ю., Холбоев Ю. Хасан угли	
Аспекты самостоятельной подготовки и экстренной переподготовки студентов и учащихся по физике	
Физика боюнча студенттердин жана окуучулардын өз алдынча даярдануусунун жана шашылыш кайра даярдануусунун аспекти	
Aspects of independent study and emergency retraining of students and learners in physics.....	7
Кожоярова Н. Ж.	
Виды домов для защиты от селевых потоков для животноводов	
Малчылар үчүн селден сактоочу үйлөрдүн түрлөрү	
Types of houses for protection from mudflows for livestock breeders.....	12
Кудайбердиева Г.А., Сакбаева З.И., Нурдинов Ш. Ш.	
Влияние стимулятора роста хлореллы на урожайность гибридов кукурузы, выращиваемых в условиях Базар-Коргонского района	
Базар-Коргон районунун шартында өсүүчү стимулятор хлорелланын жүгөрү гибриддеринин түшүмүнө тийгизген таасири	
The influence of the growth stimulator chlorella on the yield of corn hybrids grown in the Bazar-Korgon region.....	17
Асилова З.А.	
Влияние угла склона на линейные размеры смещений прибортового массива в различных зонах	
Ар кандай зоналардагы прибор массивинин жылышууларынын сызыктуу өлчөмдөрүнө жантайыш бурчунун таасири	
Influence of slope angle on linear dimensions of instrument array displacements in various zones.....	22
Пономарев В.И., Нурманбаев М.Ж.	
Изменение нормы реакции популяции как основная причина увеличения численности и вспышек массового размножения насекомых – вредителей	
Популяциянын реакция нормасынын өзгөрүүсү зыянкеч курт-кумурскалардын санынын массалык көбөйүүсүнүн негизги себеби катары	
Change in the population reaction norm as the main cause of increased numbers and outbreaks of mass reproduction of insect pests.....	27
Имонкулов З.И., Иманкулова З.З., Досбаев А.Ж.	
Измерение солнечной радиации в южных районах Жалал-Абадской области	
Жалал-Абад областынын түштүк аймактарында күн энергиясын өлчөө	
Measurement of solar radiation in the southern areas of the ZHalal-Abad region.....	32
Досбаев А.Ж., Канетова Д.Э., Суйоркулов Н.О.	
Инновационная технология производства дорожного покрытия путем плавления природных каменных пород	
Табигый таш тектерин эритүү аркылуу жол каптамасын өндүрүүнүн инновациялык технологиясы	
Innovative technology for the production of road surfacing through the melting of natural rock materials.....	36

- Шамшиев Б.Н., Исмаилова Ж. А., Калыкова Ж. Б., Аккулов А. У., Мамасадык уулу А.**
 Исследование и совершенствование системы озеленения кампусов (территорий) высших учебных заведений города Ош
 Ош шаарынын жогорку окуу жайларынын кампустарын (аймагынын) жашылдандыруу системасын изилдөө жана жакшыртуу
 Research and improvement of the campus (ground) landscaping system of higher education institutions in Osh.....44
- Рахманов Г., Ахмаджанов Т., Туракулов Б. Исхакова С.**
 Кинетические характеристики гетерогенной реакции диссоциации молекул кодеина на окисленной поверхности вольфрама
 Вольфрамдын кычкылданган бетинде кодеин молекулаларынын диссоциациясынын гетерогендик реакциясынын кинетикалык мүнөздөмөлөрү
 Kinetic characteristics of heterogeneous dissociation reaction of codeine molecules on oxidized tungsten surface.....50
- Пернеев А.Н.**
 Математический метод определения времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков орехов видов рода *juglans l* и *carya* (кария), и его значение для ускоренной практической синтетической (f) селекции
 Жаңгак *juglans l* жана *carya* (кария) түрлөрүнүн эволюциялык бирге өнүгүүсүнүн дивергенция (ажырап кетүү) убактысын математикалык метод менен аныктоо жана анын практикалык синтетикалык (f) селекциянын тездетүүдөгү мааниси
 A mathematical method for determining the time of divergence of joint evolutionary paths of development of genetic ancestors of nuts of species of the genus *juglans l* and *carya* (*carya*), and its importance for accelerated practical synthetic (f) breeding.....58
- Супрун И.И., Степанов И.В., Токмаков С.В., Аль-Накиб Е.А., Лободина Е.В., Мамаджанов Д.К., Анатов Дж.М., Хохлов С.Ю.**
 Комплексный подход к изучению генофонда ореха грецкого на Юге России с использованием SSR-маркеров
 Россиянын Түштүгүндөгү грек жаңгагынын генофондун SSR-маркерлерин колдонуу менен комплекстүү изилдөө
 An integrated approach to studying the walnut gene pool in southern Russia using SSR-markers.....67
- Темирбаева С.Т.**
 Миндаль (*amygdalus communis*) на Юге Кыргызстана
 Кыргызстандын Түштүгүндөгү бадам (*Amygdalus communis*)
 Almond (*Amygdalus communis*) in the South of Kyrgyzstan.....77
- Кенжебаев С. К., Шабданов К. Ж., Розиев Т. Р., Кожошев О. С., Айдарбеков С. Ы.**
 Морфолого-биологические особенности груши коржинского и их значение для сохранения биоразнообразия
 Коржинскийдин алмурутунун морфологиялык-биологиялык өзгөчөлүктөрү жана алардын биологиялык ар түрдүүлүктү сактоодогу мааниси
 Morphological and biological characteristics of *pyrus korshinskyi* and their role for biodiversity conservation.....79
- Канетова Д.Э., Мадалиева З.Ж., Айдаралиева А.И.**
 Нейросетевые методы обработки спутниковых изображений для геоэкологического мониторинга и оценки природных рисков

Геоэкологиялык мониторинг жана табигый тобокелдиктерди баалоо үчүн спутниктик сүрөттөрдү нейротармак ыкмалары менен иштетүү

Neural network methods for processing satellite imagery for geo-environmental monitoring and natural hazard assessment.....85

Жунусов Н.С., Ахмедова Э.А., Апатаева Ж.Б., Бакирова Х.Ш.

Некоторые антропогенные факторы, влияющие на качество ресурсов лекарственных растений, и их влияние

Дары өсүмдүктөр ресурстарынын сапатына тийгизүүчү айрым антропогендик факторлор, алардын таасирлери

Some anthropogenic factors affecting the quality of medicinal plant resources and their impact.....90

Мамаджанов Д.К., Давлатов З.К.

Опыт выращивания плантаций из интродуцированных форм фисташки (*pistacia vera* l.) в предгорьях Юга Кыргызстана

Кыргызстандын түштүк тоо этектеринде интродукцияланган мисте (*pistacia vera* l.) формаларынан плантацияларды өстүрүү боюнча тажрыйба.

Experience in cultivating plantations from introduced forms of pistachio (*pistacia vera* l.) in the foothills of southern Kyrgyzstan.....94

Кулиев А.С. Ph.D, Акматакунова Б.Т., Нуркасымова Э.А., Усубалиева Н.

Происхождение реликтовых орехово-яблоневых лесов Кыргызстана и история кыргызского ореха в современном Арстанбапском регионе

Кыргызстандын реликттик жаңгак-алма токойлорунун келип чыгышы жана азыркы Арстанбап аймагындагы кыргыз жаңгагынын тарыхы

The origin of the relict walnut-apple forests of Kyrgyzstan and the history of the kyrgyz walnut in the present Arstanbap region.....101

Турдиев Т.Т., Маденова А.К., Дүйсенова К.К., Емешева К.Б., Туйгунов З.Т., Пернеев А.Н., Кабылбекова Б.Ж., Михайленко Н.В.

Разработка методов микроклонального размножения миндаля обыкновенного (*amygdalus communis* l.), отобранных в природных популяциях Казахстана и Кыргызстана

Кадимки бадамды (*amygdalus communis* l.) Казакстан менен Кыргызстандын табигый популяцияларынан тандалган формаларынын микроклондор аркылуу көбөйтүү ыкмасын иштеп чыгуу

Development of microclonal propagation methods for common almond (*amygdalus communis* l.) Selected from natural populations in Kazakhstan and Kyrgyzstan.....107

Турдиев Т.Т., Маденова А.К., Дүйсенова К.К., Емешева К.Б., Туйгунов З.Т., Пернеев А.Н., Кабылбекова Б.Ж., Михайленко Н.В., Байжуманова С.С.

Разработка протокола микроклонального размножения фисташки настоящей (*pistacia vera* l.)

Чыныгы мисте (*pistacia vera* l.) Микроклоналдык көбөйтүү протоколун иштеп чыгуу

Development of a protocol for microclonal propagation of *pistacia vera* l.....114

Эшанкулов Б.И., Кудайназарова Н.К., Пернеев А.Н., Холматова С.Курбонбой кызы

Результаты прививки экотипов фисташки, собранных из различных регионов Узбекистана

Өзбекстандын ар кайсы аймактарынан жыйналган фисташка экотиптерин прививкалоонун жыйынтыктары

Results of grafting pistachio ecotypes collected from various regions of Uzbekistan.....120

Нурманбаев М.Ж., Осмонкулов К.К., Мамадалиева Д.А., Коконова А.К..

Факторы деградации фисташковых лесов Южного Кыргызстана

Түштүк Кыргызстандын мисте токойлорунун деградация факторлору

Factors of degradation of pistachio forests in Southern Kyrgyzstan.....125

Эшанкулов Б.И., Хужаев О.Т., Пернеев А.Н., Холматова С.Курбонбой кызы

Фенология фисташковых деревьев в олтиарикском районе Ферганской области

(Республика Узбекистан)

Фергана облусунун олтиарик районундагы пистачка дарактарынын фенологиясы (Өзбек-
кистан Республикасы)

Phenology of pistachio trees in oltiariq district of Fergana region (Republic of Uzbekistan).....132

Апатаева Ж.Б.

Экологическое состояние города Жалал-Абад

Жалал-Абад шаарынын экологиялык абалы

Environmental conditions in ZHalal-Abad.....135

Турсунметов К.А., Рамазанов А.Х.

Экология и атомная энергия

Экология жана атомдук энергия

Ecology and atomic energy.....139

Масиркулов Э.И.Экономическая эффективность биометрической идентификации крупного рогатого скота
по специфическим узорам носового зеркалаИри мүйүздүү малды мурун күзгүсүнүн өзгөчө үлгүлөрү аркылуу биометрикалык иденти-
фикациялоонун экономикалык натыйжалуулугу

Economic efficiency of biometric identification of cattle by specific nasal planum patterns.....142

Кушнарченко С.В., Рымханова Н.К., Аралбаева М.М., Манапканова У.А., Ромаданова Н.В.

Разработка протокола криоконсервации апикальных меристем грецкого ореха

Жаңгактын апикалдык меристемаларын криоконсервациялоо протоколун иштеп чыгуу

Development of cryopreservation protocol for walnut shoot tips.....154

УДК: 37.091(378.011)

**АСПЕКТЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ЭКСТРЕННОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ**

Турсунметов К.А., Тургунбаев Ф.Ю., Холбоев Ю. Хасан угли

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

**ФИЗИКА БОЮНЧА СТУДЕНТТЕРДИН ЖАНА ОКУУЧУЛАРДЫН ӨЗ АЛДЫНЧА
ДАЯРДАНУУСУНУН ЖАНА ШАШЫЛЫШ КАЙРА ДАЯРДАНУУСУНУН АСПЕКТТЕРИ**

Турсунметов К.А., Тургунбаев Ф.Ю., Холбоев Ю. Хасан угли

Мирзо Улугбек атындагы Өзбекстан Улуттук университети

**ASPECTS OF INDEPENDENT STUDY AND EMERGENCY RETRAINING OF STUDENTS AND
LEARNERS IN PHYSICS**

Tursunmetov K.A., Turgunbaev F.Y., Kholboyev Y. Khasan ogli.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты самостоятельной подготовки, повторения и экстренной переподготовки студентов и учащихся курса физики, в частности физики полупроводников.

Указаны необходимые учебные материалы, учебники, электронные разработки и другие учебно-вспомогательные материалы, позволяющие самостоятельно и успешно освоить и повторить курс физики, в частности полупроводников, позволяющие успешной и грамотной деятельности по экологии и природопользованию.

Ключевые слова: экология, физические измерительные приборы, атмосфера, излучения, радиация, самостоятельная подготовка, экстренная переподготовка, справочники, глоссарий, опорный конспект, электронный учебник, анимационные материалы, учебники по физике, учебные плакаты, физика полупроводников, задачи по физике, виртуальные лабораторные работы, электронные тесты.

Аннотация. Макалада студенттер менен окуучулардын физика курсун, өзгөчө жарым өткөргүчтөр физикасын өз алдынча даярдануу, кайталоо жана шашылыш кайра даярдануу аспектилері каралат.

Физика курсун, айрыкча жарым өткөргүчтөрдү өз алдынча жана ийгиликтүү өздөштүрүүгө, кайталоого жардам берүүчү зарыл окуу материалдары, окуу китептери, электрондук иштеп чыгуулар жана башка окуу-колдоочу материалдар көрсөтүлгөн. Бул материалдар экология жана жаратылышты пайдалануу багытында ийгиликтүү жана сабаттуу иш жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: экология, физикалык өлчөө приборлору, атмосфера, нурлануулар, радиация, өз алдынча даярдануу, шашылыш кайра даярдануу, маалымдамалар, глоссарий, таяныч конспекти, электрондук окуу китеби, анимациялык материалдар, физика боюнча окуу китептери, окуу плакаттары, жарым өткөргүчтөр физикасы, физика боюнча тапшырмалар, виртуалдык лабораториялык иштер, электрондук тесттер.

Annotation. The article examines aspects of independent preparation, revision, and urgent re-training of students and learners in the physics course, particularly in semiconductor physics.

It identifies the necessary educational materials, textbooks, electronic resources, and other supplementary teaching aids that enable students to independently and successfully master and review

the physics course, especially semiconductor physics, thereby contributing to effective and competent work in the fields of ecology and environmental management.

Keywords: ecology, physical measuring instruments, atmosphere, radiation, radioactivity, independent study, emergency retraining, reference books, glossary, summary notes, electronic textbook, animated materials, physics textbooks, educational posters, semiconductor physics, physics problems, virtual laboratory work, electronic tests.

Введение.

Подготовка высоко квалифицированных специалистов для экологии и преродапользованию является актуальной проблемой сегодняшнего дня.

Так как, современный специалисты по экологии должны обладать не только знаниями по экологическим процессам, но и методикой и техникой воспользования измерительных приборов для оценки уровня экологической опасности. Также техника и приборы измерения физически параметров атмосферы, водных ресурсов, уровень радиации, интенсивность космических лучей, содержания кислорода, азота, фосфора, серы, биогенных катионов, физических параметров почвы и др. требуют у специалистов достаточной знании в основном по физике.

С другой стороны, измерительные приборы изготовлены в основном полупроводниковой техники. Поэтому в данной работе освещаются аспекты самостоятельной подготовки и экстренной переподготовки студентов и учащихся по физике по физике полупроводников.

Основная часть

Физика как сложная и трудная дисциплина, которая требуют много трудов, времени и старания при её изучения. Однако, в последние годы уменьшились часы, выделении для изучения этой дисциплины во всех учебных этапах образования. С другой стороны недостаточны литературы и материалы, а также источники для самостоятельного и экстренного изучения, и повторения материалов по физике.

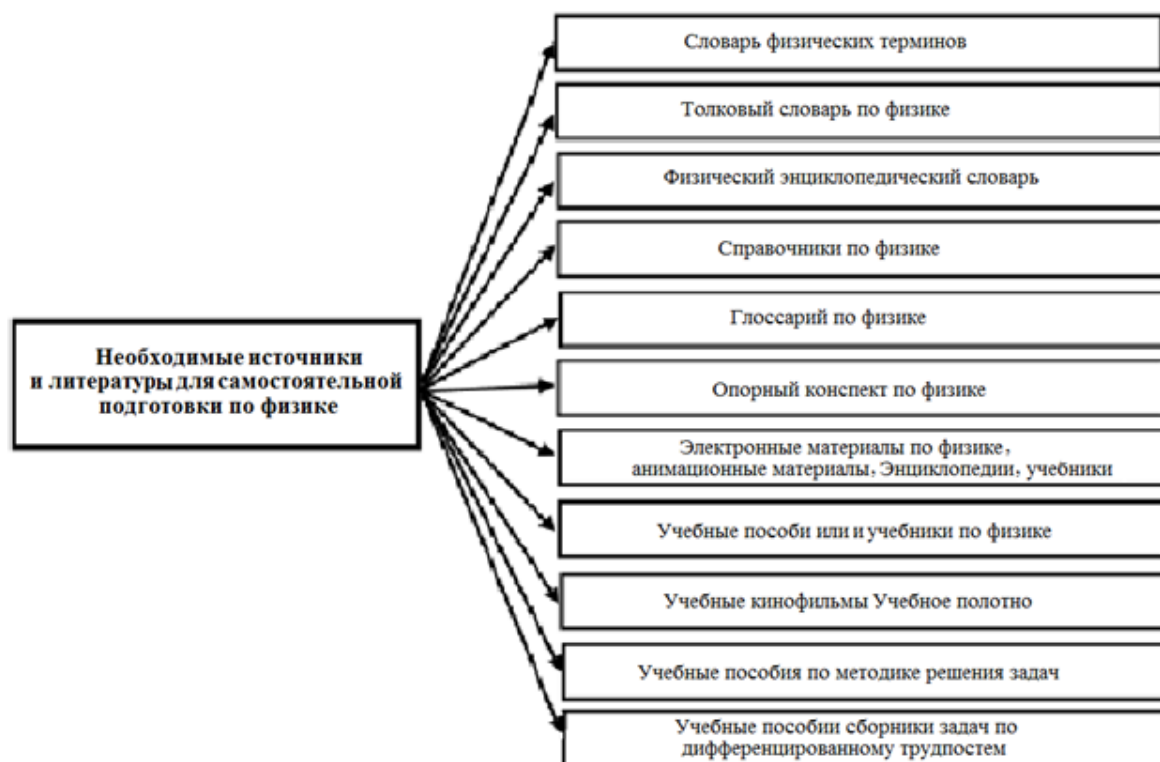


Рис. 1. Необходимые учебные и электронно-учебные материалы для самостоятельной подготовки по физике

Это проблема стала ещё более актуальной в связи с уровнем знания учащих и студентов во всех территориях государств бывшей СНГ. На наш взгляд для решения этой проблемы необходимы разработки и издания учебных материалов, приведенные в диаграмме.

Существующие источники, материалы по физике устарели с точки зрения современного достижения физики и с точки зрения современного учебного образования, а также отсутствуют они на различных языках обучения.

Для примера, если рассмотреть для узбекского языка образования, был издан словарь физических терминов составленный академиком Р. Бекжановым и др [1]. Однако, этот словарь не сохранился, не переиздан, отсутствуют другие новоизданные словари такого типа.

Толковый словарь по физике на узбекском языке разработан академиком П. Хабибуллаевым и др. в 1980 году с небольшим тиражом и воспользоваться этим в настоящее время почти невозможно связанные количеством малого тиража и в нем не решены полностью проблемы терминологии физических терминов на узбекском языке [2].

Следует отметить, что отсутствуют справочники и опорные конспекты по физике для студентов ВУЗов. Также почти не разработаны электронные учебники, анимационные материалы, виртуальные лабораторные работы для высших учебных заведений. Конечно отсутствуют учебные кинофильмы, учебные плакаты, учебные пособия по методики решения задачи.

В связи с этими нами разработаны справочники по механике и молекулярной физике [3,4]. Справочники отличаются от других известных справочников по физике следующими особенностями:

1. Тексты отражают определения физического явления, процесса или закономерности, согласно по учебной программе по физике и изложены на узбекском языке;
2. Приведены основные формулы, графики, чертежи данной физической тематики и относительно трудные формулы и закономерности изложены с выводами;
3. Приведены физический смысл физических величин и единицы их измерения в SI, SGS, технике.

4. Такой краткой, но полноценный справочник по физике позволяет повторить физику студентами и учащимся за короткий срок, а также самостоятельно переподготовиться.

По нашему мнению, из справочных материалов, это научно и методически грамотно составленные глоссарии по определенной дисциплине, которые являются содержательными и кратко изложенными материалами.

В последние годы, многие специалисты не различают глоссарий от толковых словарей и во многих литературах вместе глоссарий приводят толковые словари по данной дисциплине.

Термин «глосс» является греческим словом и означает доклад, язык, понятие. В древней Греции непонятные слова называли глоссом и написали на полях текстов.

В последнее время «глоссарий» принято, как комплекс толковых словарей обобщенных известных понятий и терминов с широким изложением и выяснением их смысл и содержания.

Этапы составления и разработки глоссария может быть следующим:

- цель глоссария, определение задачи;
- тип глоссария, выбор типа глоссария;
- определение правила составления и критерия глоссария;
- составление и разработка глоссария.

Глоссарий по физике может быть различной структуры и для примера представляет следующую структуру со следующими элементами:

- смысл терминов, законов, закономерностей, правил, их определений, смысл физических величин и физических понятий;
- перевод на языках употребляющих, изложить и характеризовать на языке учебников и студентов;
- краткая историческая справка о истории формирования термина, закона, закономерности и физических величины, единицы их измерения;
- задание;
- область использования и применения.

Как видно из выше изложенного, составление и разработка глоссарий по физике во

многом труднее, чем составления толкового словаря или справочника по физике [5].

Для примера приводим следующий пример по физике “Сегнетоэлектрики” [6,7].

Сегнетоэлектрики — это диэлектрики кристаллические, имеющие большую диэлектрическую проницаемость и имеющие способность спонтанной поляризации в определённых интервалах температур. Такие свойства были установлены впервые у кристаллический сегнетовой соли $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в 1920 году, затем у дигидрофосфата калия (KH_2PO_4) и BaTiO_3 (титаната бария).

При отсутствии внешнего поля, сегнетоэлектрики представляет собой совокупность доменных областей с различными направлениями поляризованности.

Сегнетоэлектрические свойства сильно зависят от температуры. Для каждого сегнетоэлектрика имеется определённая температура, выше которой они становятся обычным диэлектриком. Эта температура называется точкой Кюри (Пьер Кюри, 1859–1906). Превращение сегнетоэлектриков в обычные диэлектрики, происходящие в точки Кюри, является фазовым переходом II рода.

Диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектриков, следовательно вектор поляризованности P сложно зависит от напряженности E внешнего поля и график этой зависимости имеют вид гистерезиса. Поэтому графики зависимости P от E называют петлю диэлектрического гистерезиса (в сегнетоэлектриках).

Сегнетоэлектрики и их свойства изучены П. М. Кобеком (1897–1954), И. В. Курчатовым (1903–1960), а также Б. М. Вулом (1903–1985).

Сегнетоэлектрики широко применяются в качестве с большими значениями ϵ в конденсаторах, а также в качестве генератора и приемником ультразвуковых волн. Также из-за сильной зависимости ϵ от напряженности электрического поля E , сегнетоэлектрики используются в нелинейных конденсаторах (варикондах).

Одним из учебных материалов, позволяющих изучить повторить и самостоятельно изучать физику за короткое время – это опорные конспекты по физике. В опорных

конспектах материалы структурированы и дидактически укрупнены, и изложены суть и содержания темы в систематизированных и интегрированных формах. Поэтому нами разработаны, изданы и внедрены в учебный процесс учебные пособия по физике в виде опорных конспектов.

Следующий этап изучения физики – это решение задач по курсу или по разделу, позволяющие углубления и развития знаний. Занятия по решению задач повышает самостоятельность, индивидуального подхода к данной задаче. Поэтому, известный методист Ворошилов писал афоризм: «Изучение физики без решения задач, это учиться плавать без воды». Однако, учитывая разнородность знаний учащихся и студентов, а также недостаточного знания, умения и навыков по решению задач по физике и в частности по «Физике полупроводников», разработана адаптивная система с условием личностно-ориентированной системы обучения нами разработаны для среднего специального образования учебные пособия «Сборник задач по физике» и «Сборник задач и вопросов по физике полупроводников», в котором вопросы, тесты и задачи дифференцированы по четырем категориям трудности [10–12]. Такой подход к решению задач снимает психологический барьер учащихся и студентов к задачам. Также такая система позволяет дифференцированно оценить знания учащихся и студентов. Кроме этого, в этих учебных пособиях [10–12], а также в ряде методических работах [13, 14], разработаны методические указания по решению задач. Таким образом, организация самостоятельной работы студентов по физике, в частности по курсу «Физика полупроводников и диэлектриков», дают значительные результаты при использовании этих методов и методик.

Аспекты и возможности использования электронных разработок, в частности анимационных программ в научных - учебных разработках рассмотрены нами в [15]. На основе этих, разработан «Физика». Электронный контрольно-обучающий учебник [14], позволяющий самостоятельно изучать элементарный курс общей физики и самостоятельно контролировать и оценивать свои знания.

Также, по курсу «Физика полупроводников» рассмотрены и анализированы возмож-

ности разработки электронных материалов [6, 16, 17] и разработаны и внедрены в учебный процесс следующие:

- электронный учебник по физике полупроводников;
- физика полупроводниковых приборов [16];
- электронные учебные плакаты по физике полупроводников;
- виртуальные лабораторные работы по физике полупроводников [17];
- электронные тесты по физике полупроводников [6].

Заключение

Таким образом, можно утверждать, что разработанные учебные и электронные материалы позволяют учащимся и студентам изучить и повторить курс физики, в частности «Физика полупроводников» за короткий срок. Как показывают опыты, использование в учебном процессе этих разработок: учебников, электронных учебных материалов позволяет улучшить освоение физики, в частности физики полупроводников.

Литература

1. Бегжанов Р. Русско-узбекский словарь физических терминов. Ташкент. 1971,-178 с.
2. Хабидуллаев Л. Толковый словарь по физике. Ташкент, 2002. Издательство “Янги аср авлоди”. – 380 с.
3. Турсунметов К.А. и Холбоев Ю.Х. Справочник по механике. Учебно-методическое пособие. 2025. Ташкент. – 140 с.
4. Турсунметов К.А. и Тургунбоев Ф. Ю. Справочник по молекулярной физике. 2025. Ташкент. – 105 с.
5. Турсунметов К.А., Оплачко Т.М и др. Содержание глоссарий по физике и их аспекты. III Респуб. научно-практические конф. по современной физике. 2015. Қарши. ҚарДУ. - 2с.
6. Власов И., Турсунметов К.А., Валиев У.. Электронный учебник по физике полупроводников. Университет. -2008.-136с.
7. Физический энциклопедический словарь. М. Энциклопедия, 1984. – 704 с.
8. Оплачко Т.М и Турсунметов К.А.. Физика, 1 т. (Опорные конспекты). Учебное пособие. (Рус). Ташкент, “Чўлпон”, 2017. – 380 с.
9. Оплачко Т.М и Турсунметов К.А.. Физика, 2 т. (Опорные конспекты). Учебное пособие. (Рус)/ Ташкент, 2017. – 280 с.
10. Турсунметов К.А. и др. Сборник задач по физике (Узб). Учебное пособие. Ташкент: 2005, 2016. “Укитувчи”. – 216 с.
11. Турсунметов К.А. и др. Сборник задач и вопросов по физике полупроводников. Учебное пособие. Ташкент, 2015. – 112 с.
12. Турсунметов К.А. и др. Сборник задач и вопросов по физике полупроводников. Учебное пособие. Ташкент. НУУз. 2010. – 140 с.
13. Турсунметов К.А. и др. О проблеме организации решения задачи по физике полупроводников. // Технологии и методики в образования, Воронеж, 2010, №3, с. 38–40.
14. Турсунметов К.А. и О.Тигай. Электронный контрольно - обучающий учебник. Патент РУз №ДСУ 2008150.
15. Турсунметов К.А., Шералиев С.С., Мавлянов Х.Ю. Научно-технические аспекты использования анимационных программ в научных-учебных разработках. // Проблемы информатики и энергетики. Журнал АН Республики Узбекистан, 2012. № 5. С. 88–95.
16. Турсунметов К.А., Власов И.. Физика полупроводниковых приборов (Электронный учебник) (Узб). Ташкент, 2009– 240 с.
17. Турсунметов К.А., Мавлянов Х.Ю. Виртуальные лабораторные работы по физике полупроводников. Патент Республики Узбекистан № 01927, 2010. 312 с.
18. Турсунметов К.А. и др. Электронные разработки по физике полупроводников. // Учебный эксперимент в образовании. Воронеж. 2013, №3, с. 47–51.

УДК: 632.123.1

ВИДЫ ДОМОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДОВ

Кожоярова Нестан Жакыпбековна

Жалал-Абадский научный центр, научный сотрудник, аспирант,

E-mail: knestan69@gmail.com

МАЛЧЫЛАР ҮЧҮН СЕЛДЕН САКТООЧУ ҮЙЛӨРДҮН ТҮРЛӨРҮ

Кожоярова Нестан Жакыпбековна

Жалал-Абад илимий борбору, илимий кызматкер, аспирант

TYPES OF HOUSES FOR PROTECTION FROM MUDFLOWS FOR LIVESTOCK BREEDERS

Kozhyarova Nestan Zhakypbekovna

Jalal-Abad Scientific Center, Researcher, postgraduate student

*Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору
Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*

Аннотация: Бул макалада Кыргызстандын тоолуу, суулуу экендиги, жаратылыштын ажайып кооздугу, жыл ичинде төрт мезгилди ичине камтыгандыгы кеңири чагылдырылган. Мал чарбачылыгы менен алектенген малчылар үчүн селге туруштук берүүчү үйлөрдүн түрлөрү жазылган. Ал үйлөрдүн экономикалык жактан пайдалуулугу көрсөтүлгөн. Селдин, суу ташкынынын деңгээлин аныктоочу сенсорлор жөнүндө берилип, сенсорлордун түрлөрү тууралуу баяндалган.

Сенсорлордун жардамы менен суунун деңгээлинин көтөрүлүшүн аныктоочу түзүлүштү жасоого боло тургандыгы айтылган. Эң негизгиси үйдү көтөрүүчү түзүлүштөр жерге казылып орнотулган трубалардын ичине үйдү көтөрө ала тургандай кылып орнотуу керектиги баса белгиленген. Ошондой эле ал үйлөр күн нурунан алынган электр энергиясы менен камсыздалат. Малчылар үчүн экономикалык жактан пайдалуу. Мал-жандыктар өлбөйт, селдин агымы менен акпайт.

Түйүндүү сөздөр: Малдар, жандыктар, сел, чөгүп кетүү, бетке чыгуу, Архимеддин күчү, сүрүлүү күчү, көтөрүү күчү, салмак, оордук күчү, көлөм, масса, тыгыздык, түртүү күчү, сенсорлор, домкрат (жогору көтөрүүчү түзүлүш).

Аннотация: В этой статье подробно описывается горная и водная природа Кыргызстана, его природная красота и четыре времени года. Также описываются дома, устойчивые к наводнениям, для животноводов. Преимущества недостатки рассматриваемых домов. Показаны экономические преимущества этих домов. Приведены датчиков, определяющих уровень затопления, и описаны типы датчиков.

Было заявлено, что возможно создание устройства, определяющего подъем уровня воды с помощью датчиков. Самое главное, чтобы домоподъемные устройства были установлены таким образом, чтобы они могли поднять дом внутри труб, врытых в землю. Эти дома также питаются солнечной энергией. Это экономически выгодно для животноводов. Домашний скот не погибнет и не будет смыт наводнениями.

Ключевые слова: Животные, существа, наводнения, затопление, всплытие, сила Архимеда, сила трения, подъемная сила, вес, гравитация, объем, масса, плотность, сила тяги, датчики, схемы, домкрат (подъемное устройство).

Annotation: This article describes in detail the mountainous and watery nature of Kyrgyzstan, its natural beauty and four seasons. It also describes flood-resistant houses for livestock farmers. Advantages and disadvantages of the houses under consideration. The economic advantages of these houses are shown. Sensors that determine the flood level are given and the types of sensors are described.

It was stated that it is possible to create a device that determines the rise in water level using sensors. The most important thing is that the house-lifting devices are installed in such a way that they can lift the house inside the pipes dug into the ground. These houses are also powered by solar energy. This is economically beneficial for livestock farmers. Livestock will not die or be washed away by floods.

Key words: Animals, creatures, floods, submergence, floating, Archimedes force, friction force, lifting force, weight, gravity, volume, mass, density, traction force, sensors, jack (lifting device).

1. Введение.

Кыргызстан – горная, богатая водой страна, где широко распространено животноводство. Удивительная красота природы захватывает дух. В Кыргызстане четыре времени года – зима, весна, лето и осень – богаты и сменяют друг друга. Зимой пастухи впадают в спячку на зимних пастбищах. Весной снег тает, земля снова приобретает свой зелёный цвет, и на окрестных территориях, холмах и пастбищах вырастает трава. Скот пасётся и пасётся. Скот вытаптывает и промораживает землю. После обильных дождей в некоторых районах скапливается вода, вызывая внезапные наводнения. Где произойдет наводнение, пока неизвестно. Однако в горных районах наводнения случаются из-за сильных дождей, таяния снегов в горах, прорыва водохранилищ и других подобных факторов. Весной пастухи перебираются на пастбища, чтобы животным было комфортнее находиться там до лета. Для улучшения условий жизни граждан, выезжающих на пастбища, необходимо строить дома, устойчивые к наводнениям и оползням, то есть жилые дома. Улучшится жизнь граждан, занимающихся животноводством. Улучшая

условия жизни людей, можно также стимулировать экономику страны. Типы домиков для животноводов имеют эффективные показатели, не наносящие вреда скоту и людям во время наводнений. Защита домов пастухов от наводнений. Преимущества строительства домов, устойчивых к наводнениям и оползням, для скотоводов. Экономическая выгода.

Сел – это внезапное наводнение, вызванное мутной или каменистой водой, которое происходит на русле горного ручья. Внезапные паводки вызываются сильными дождями, таянием ледников, снегом и накоплением большого количества рыхлого материала на склонах. В Кыргызстане много наводнений. Например, из-за разрыва естественных связей горных озер произошли наводнения в ущельях Иссык-Куля (1952 г.), Ала-Арчи (1953 г.), Кичи-Алая (Исфайрамсай, 1966 г.) в Кыргызском Алатау.

В долине реки Джал хрета Кичи Алай (в районе г. Кызылкия после обильных дождей произошло сильное паводковое явление с расходом воды 300-350 м³/сек и скоростью 5 м/сек. Внезапное наводнение произошло в Аларче и Когарте. Оно повредило дороги, здания, пахотные земли и т.д.



Рисунок 1. Наводнение (Япония).

«Строительство домов в районах, подверженных подтоплению, представляет угрозу для всего села», - заявил министр по чрезвычайным ситуациям генерал-майор Бообек Ажикеев. [3]

Он отметил, что люди должны ответственно подходить к строительству собственного жилья и бережно относиться к природе.

-К сожалению, в сельской местности люди часто строят свои дома в опасных местах - на склонах гор или вблизи водотоков, где высок риск оползней и наводнений. Это приводит к огромным потерям во время чрезвычайных ситуаций. Мы можем предотвратить стихийные бедствия, но крайне важно, чтобы граждане понимали и учитывали природные риски при выборе места для жилья. Каждый должен подойти к этому ответственно.

Наши горные регионы подвержены стихийным бедствиям, таким как оползни и наводнения. Мы видим, что деревья играют ключевую роль в сохранении почвы и предотвращении эрозии. Чем больше деревьев мы посадим, тем прочнее будут наши горы и тем меньше вероятность разрушительных оползней.

Также необходимо обеспечить, чтобы пастбища не наносили вреда природе. Мы призываем людей быть ответственными в отношении окружающей среды. МЧС продолжает усиливать меры по защите населения и снижению рисков стихийных бедствий. Однако во многом успех зависит от самих граждан, их ответственности и осознанного отношения к безопасности и природе.

Материал и методика исследования. В Кыргызстане 14-апреля 2025 года в 15:30 в селе Ак -Тайлак Ала-Букинского района Джалал-Абадской области произошло сильное паводковое явление из-за сильного дождя с градом. [4]

Из-за сильного дождя паводковые воды из оврагов и канав затопили двор жилого дома, смыв автомобиль ВАЗ 2017. В связи с подобными инцидентами необходимо изучить преимущества строительства домов, устойчивых к наводнениям и оползням, для скотоводов. Исследование по строительству домов для скотоводов, устойчивых к наводнениям и оползням, показало, что это

принесет Наводнения-это стихийные бедствия, представляющие серьёзную угрозу для животноводов. Они могут привести к гибели скота, повреждению пастбищ и разрушению инфраструктуры. Поэтому важно строить специальные дома для защиты от наводнений.

Таким образом, для животноводов существуют следующие типы укрытий от наводнений.

1. Подземные дома. Подземные дома - один из самых эффективных вариантов защиты от наводнений.

Преимущества: Обеспечивают полную защиту от наводнений. Стабильная температура. Защищают от последствий стихийных бедствий.

Недостатки: Дороговизна строительства. Требуется вентиляция.

2. Дома с высоким фундаментом. Хорошее решение для предотвращения проникновения паводковых вод в дом.

Преимущества: Защита от наводнений. Расположение на открытом воздухе и удобство для контроля за скотом.

Недостатки: Строительство дорогое и занимает много времени. Отопление может быть плохим.

3. Модульные дома для проживания. Здание, построенное из готовых модулей. Модульные дома безопасны, прочны, долговечны, красивы и комфортны. Их легко собрать и переместить, чтобы защитить от затопления. [6]

Преимущества: Простота и быстрота сборки. Экологичность и эстетичный внешний вид. Низкая стоимость. Возможность переноса.

Недостатки: Не подходит для длительного использования. Модули могут быть повреждены при сильном наводнении.

4. Специально построенные дома для защиты от наводнений. Эти дома специально спроектированы для защиты от последствий наводнений и построены с учётом уровня паводковых вод.

а) Строительство домов в форме круглого кыргызского дома, установленного на трубе. [7]

б) Строительство домов на понтонах, которые не тонут. [8]

в) Строительство домов из дерева.

г) Строительство тележек с круглыми цилиндрами.

д) Строительство домов, закрепленных на стойках по четырем углам и перемещающихся вверх и вниз.

е) Строительство домов, прикрепленных к цепям по четырем углам.

ж) Строительство пластиковых домов с наполнителем из фенольной смолы.

з) Строительство домов, которые можно поднять перед наводнением и вернуть в исходное положение после спада воды, установив устройства дистанционного слежения за движением паводков.

Преимущества: Удобное решение для защиты от наводнений. Возможность длительного использования.

Недостатки: Дороговизна проектирования и строительства. Требуется обслуживание и ремонта.

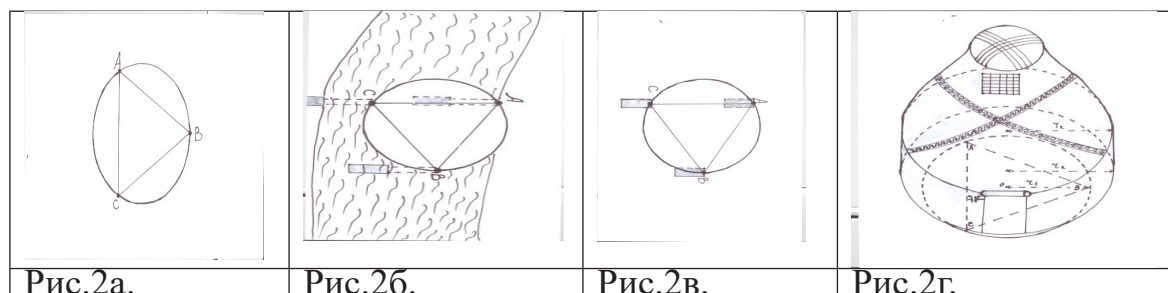
Результаты исследований. Исследование строительства домов и загонов для скота, устойчивых к наводнениям и оползням, для животноводов не приведет к материальным потерям для людей. Никаких разрушений или обрушений домов не будет. Экономически выгодно устанавливать устройства дистанционного зондирования для отслеживания развития паводка и строить дома, которые можно будет поднять до наводнения, а затем вернуть на место после его спада. Датчик уровня жидкости должен быть установлен на определенном расстоянии. Датчики показывают уровень потока воды и подают сигнал. Диаграмма уровня жидкости отображается миганием цветов. Уровень паводковых вод можно определить с помощью датчиков плавучести, ёмкости и оптических датчиков. Эти датчики могут быть использованы для создания системы оповещения о повышении уровня воды в руслах рек. Позволяет контролировать и сигнализировать уровень воды в русле реки.

Uln 2003 – это серия высоковольтных и сильноточных композитных транзисторных матриц. Они отличаются высоким напряжением и высокой эффективностью по току.

Uln 2003 Электронное управление замком, моторный привод, управляется. Состоит из семи кремниевых транзисторов. Может управлять несколькими устройствами одновременно.

Uln2003 состоит из двух основных частей, принцип работы которых основан на следующем: при высоком уровне входного сигнала соответствующий элегазовый элегаз внутри микросхемы закрыт. Цепь нагрузки отключена. При низком уровне входного сигнала элегазовый элегаз включен. Он позволяет управлять цепью, несущей нагрузку. В этих простых схемах Дарлингтон соединяет семь пар транзисторов. Поэтому, зная уровень затопления, необходимо управлять специально разработанным устройством, несущим нагрузку, стационарно установленным в доме.

Это устройство поднимает дом до наступления паводка и опускает его после его окончания. Эти устройства делятся на рычажные и шестеренчатые. Подъем и опускание шестеренчатого устройства осуществляется с помощью ручки. Они способны поднимать грузы весом до 15 тонн. Основная часть винтового домкрата – винт, шарнирно (подвижно) закреплённый на траверсе, – способен поднимать грузы массой до 20 тонн. Специально разработанные домкраты способны поднимать грузы массой более 100 тонн. Домкраты, устанавливаемые на дне дома, который по сути является круглым, можно установить в трех точках АВС. Устройства для подъема домов устанавливаются внутри полой трубы, вырытой в земле в точках АВС, как показано на рисунке 2а. Точки на фундаменте дома, соответствующие точкам АВС, прочно закреплены на верхней части конструкции, подъёмной части дома. Дом не сдвинется с места при подъёме и осадке.



Дом поднимается с помощью этих трёх опор при наводнении (рис.2б). После окончания наводнения он снова опускается (рис.2в).

Домкраты следует устанавливать таким образом, чтобы они выдерживали вес дом. Другими словами, весь дом поднимается, как в лифте. Подъёмные устройства для домов могут работать от электричества, а на пастбищах, где нет линий электропередач, - от солнечной энергии (рис.2г).

Выводы.

1. Защита от наводнений – важная проблема для скотоводов. Подземные дома, дома с высоким фундаментом, модульные дома, которые легко перемещать, и специально спроектированные дома – всё это варианты защиты от наводнений.

2. У домов есть свои преимущества и недостатки. Строителям следует выбирать их в соответствии со своими условиями и потребностями, а также принимать правильное решение, чтобы защитить себя от наводнений.

3. Люди выживут в домах, устойчивых к наводнениям и оползням.

4. Домашний скот не погибнет и не будет уничтожен наводнениями.

Литературы:

1. Кыргызстандын географиясы. Бишкек: Мамлекеттик тил жана энциклопедия борбору, 2004, s. 71-72. ISBN 9967-14-006-2

2.Эльвира Амангелдиева менен өзгөчө кырдаалдар министри Бообек Ажикеевдин маегинен кыскача. Администратор 4 октябрь 2024 г.

3. 14.04.2025-7-канал.Жаңылыктар-Кыргызстан

4. “Кыргызстан”. Улуттук энциклопедия: 1-том.Башкы ред. Асанов Ү.А., Б:Мамлекеттик тил жана энциклопедия борбору,2006.ISBN 9967-14-046-1

5. <https://ky.fmuser.net/wap/>

6.<https://www.yz-housing.com/ky/news/how-sturdy-are-modular-homes-an-insight-into-yongzhu-luxury-modular-prefabricated-steel-house/>

7.Селге жана көчкүгө туруштук бере ала турган үйлөрдү куруу. ЖАГУ вестник №2саны 257-б. 2023-ж.

8.Расчет и проектирование самоспасяющего дома от селевых потоков. ЖАГУ ВЕСТНИК №4., 43-53-б. 2023г.

УДК 631.4,

**ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА ХЛОРЕЛЛЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ
КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ
БАЗАР-КОРГОНСКОГО РАЙОНА**

Кудайбердиева Г.А.¹, Сакбаева З.И., Нурдинов Ш. Ш.²

¹Общественный фонд "Био Сервис"

² Жалал-Абадский государственный университет имени Б. Осмонова

**БАЗАР-КОРГОН РАЙОНУНУН ШАРТЫНДА ӨСҮҮЧҮ СТИМУЛЯТОР ХЛОРЕЛЛАНЫН
ЖҮГӨРҮ ГИБРИДДЕРИНИН
ТҮШҮМҮНӨ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ**

Кудайбердиева Г.А.¹, Сакбаева З.И., Нурдинов Ш. Ш.²

¹"Био Сервис" коомдук фонду

² Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад Мамлекеттик Университети

**THE INFLUENCE OF THE GROWTH STIMULATOR CHLORELLA ON THE YIELD
OF CORN HYBRIDS GROWN IN THE BAZAR-KORGON REGION**

Kudaiberdieva G.A.¹, Sakbaeva Z.I., Nurdinov Sh. Sh.²

¹Public Foundation "Bio Service"

²Jalal-Abad State University named after B.Osmonov

Аннотация. В современных условиях климатических изменений и интенсификации земледелия всё более актуальным становится использование экологически безопасных методов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Одним из перспективных направлений является использование биостимуляторов природного происхождения.

В статье приведены результаты изучения влияния суспензии микроводоросли *Chlorella vulgaris* на рост и развитие кукурузы (*Zea mays* L.) в агроэкологических условиях Базар-Коргонского района Джалал-Абадской области.

Изучены морфофизиологические показатели кукурузы при различных способах и концентрациях обработки хлореллой. Определено, что применение хлореллы способствует улучшению роста, повышению фотосинтетической активности и повышению урожайности кукурузы.

Для достижения нового уровня экологизации сельскохозяйственного производства с минимальным уровнем техногенного загрязнения необходима разработка новых альтернативных систем земледелия. Среди них важную роль играет использование жидких стимуляторов роста на основе хлореллы, биостимуляторов и удобрений.

Ключевые слова: хлорелла, стимуляторы роста, микроводоросли, кукуруза, гибриды, урожайность.

Аннотация. Бүгүнкү күндөгү климаттын өзгөрүшүнөн улам келип чыккан көйгөйлөр жана айыл чарба интенсивдүүлүгүндө, түшүмдүүлүктү жогорулатуу үчүн экологиялык жактан таза ыкмаларды колдонуу барган сайын маанилүү болуп баратат. Келечектүү ыкмалардын бири - табигый биостимуляторлорду колдонуу.

Бул макалада Жалал-Абад облусунун Базар-Коргон районунун агроэкологиялык шарттарында жүгөрүнүн (*Zea mays* L.) өсүшүнө жана өнүгүшүнө микробалырлардын *Chlorella vulgaris* суспензиясынын таасирин изилдөөнүн жыйынтыктары келтирилген.

Жүгөрүнүн морфофизиологиялык параметрлери ар кандай хлорелланы дарылоо ыкмаларын жана концентрацияларын колдонуу менен изилденген. Хлорелланы колдонуу өсүштү жакшыртып, фотосинтетикалык активдүүлүктү жогорулатып, жүгөрүнүн түшүмүн жогорулатып аныкталган.

Айыл чарба өндүрүшүн жашылдандырууда мүмкүн болгон минималдуу техногендик булганууну азайтуу менен жаңы деңгээлге чыгуу үчүн чарба жүргүзүүнүн жаңы альтернативалуу системаларын өнүктүрүү талап кылынат. Булардын арасында суюк түрүндөгү хлорелла өсүштү камсыз кылуучу каражат биостимуляторун жана жер семирткичин колдонуу маанилүү роль ойнойт.

Негизги сөздөр: хлорелла, өсүү стимуляторлору, микробалырлар, жүгөрү, гибриддер, түшүмдүүлүк.

Abstract. In today's climate-change-driven climate and agricultural intensification, the use of environmentally friendly methods to increase crop productivity is becoming increasingly important. One promising approach is the use of natural biostimulants.

This article presents the results of a study of the effect of a *Chlorella vulgaris* microalgae suspension on the growth and development of corn (*Zea mays* L.) in the agroecological conditions of the Bazar-Korgan district of the Jalal-Abad region.

The morphophysiological parameters of corn were studied using various *Chlorella* treatment methods and concentrations. It was determined that the use of *Chlorella* improves growth, increases photosynthetic activity, and increases corn yield.

To achieve a new level of greening agricultural production with minimal man-made pollution, it is necessary to develop new alternative farming systems. Among these, the use of liquid growth stimulants based on chlorella, biostimulants, and fertilizers plays an important role.

Key words: chlorella, growth stimulants, microalgae, corn, hybrids, yield.

Киришүү. Бүгүнкү күндөгү климаттын өзгөрүшүнөн улам келип чыккан климаттык жана айыл чарбасын интенсивдештирүүдө, түшүмдүүлүктү жогорулатуу үчүн экологиялык жактан таза ыкмаларды колдонуу барган сайын маанилүү болуп баратат.

Келечектүү ыкмалардын бири - табигый биостимуляторлорду колдонууда өзгөчө микробалырлар *Chlorella vulgaris* көңүлдү бурууда.

Хлорелла клеткалык зат алмашууну активдештирип, өсүмдүктөрдүн фотосинтетикалык активдүүлүгүн жогорулаткан белокторду, аминокислоталарды, витаминдерди, микроэлементтерди жана фитогормондорду (ауксиндерди, цитокининдерди жана гиббереллиндерди) камтыйт.

Хлорелланын биостимуляциялоочу таасири анын курамындагы биологиялык активдүү заттардын комплексине байланыштуу. Хлорелланын суудагы суспензияларында клеткалардын бөлүнүшүн активдештирүүчү жана өсүмдүктөрдүн тез өсүшүнө

өбөлгө түзүүчү фитогормондор (ауксиндер, цитокининдер жана гиббереллиндер) бар.

Жүгөрү (*Zea mays* L.) - бул Кыргызстандагы стратегиялык жактан маанилүү өсүмдүк, тоют жана азык-түлүк өндүрүүдө маанилүү ролду ойнойт. Ал мал тоютунун, адамдардын азык-түлүк чийки затынын маанилүү булагы болуп саналат жана ошондой эле өнөр жайда жана био отун өндүрүүдө колдонулат. Бул касиеттери менен жүгөрү агроөнөр жай комплексинде негизги өсүмдүк катары эсептелинет, мында түшүмдүүлүктү жогорулатууга багытталган заманбап, экологиялык жактан таза технологияларга суроо-талап жогору.

Ысык жана кургак климат менен мүнөздөлгөн Базар-Коргон районунда өсүмдүктөрдүн климатка ыңгайлашуусун күчөтүүчү хлорелла сыяктуу табигый биостимуляторлорду колдонуу өтө маанилүү. Ошондуктан, хлорелланын өсүмдүктөрдүн өсүшү жана ушул климаттык шарттарга ыңгайлашуусу үчүн табигый биостимулятор катары тийгизген таасирин изилдөө актуалдуу болуп саналат.

Максат: Базар-Коргон районунун шартында жүгөрүнүн өсүшүнө жана өнүгүшүнө хлорелла суспензиясынын таасир этүү өзгөчөлүктөрүн изилдөө.

Хлорелланын жүгөрүнүн өсүшүнө жана өнүгүшүнө тийгизген таасиринин механизмдери. Хлорелланын биостимуляциялоочу таасири анын курамындагы биологиялык активдүү заттардын комплексине байланыштуу. Хлорелланын суудагы суспензияларында клеткалардын бөлүнүшүн активдештирүүчү жана өсүмдүктөрдүн тез өсүшүнө өбөлгө түзүүчү фитогормондор (ауксиндер, цитокининдер жана гиббереллиндер) бар. Бул кошулмалар тамырдын өнүгүшүн күчөтүп, жүгөрүнүн суу жана минералдык азыктануусун жакшыртат. Андан тышкары, хлорелла топуракты органикалык кошулмалар, аминокислоталар жана микроэлементтер менен байытып, анын биологиялык активдүүлүгүн жана азык заттардын жеткиликтүүлүгүн жогорулатат.

Хлорелланын негизги таасирлеринин бири - фотосинтетикалык активдүүлүктү стимулдаштыруу. Жүгөрүнүн жалбырактарындагы хлорофиллдин курамынын көбөйүшү күн энергиясын натыйжалуу пайдаланууга жана органикалык заттардын топтолушуна өбөлгө түзөт. Антиоксиданттык коргонуунун күчөшү да байкалат, бул жүгөрүнүн кургакчылык, температуранын өзгөрүшү жана туздун таасири сыяктуу абиотикалык стресстерге жакшыраак туруштук беришине жардам берет. Ошентип, айыл чарба технологиясында хлорелланы колдонуу түшүмдүүлүктү гана жогорулатпастан, өсүмдүктөрдүн физиологиялык абалын да жакшыртат.

Изилдөөнүн материалдары жана методдору

Изилдөө 2023–2024-жылдары Жалал-Абад облусунун Базар-Коргон районундагы эксперименталдык участкактордо жүргүзүлгөн. Участоктун топурагы жеңил боз топурак болуп, гумустун курамы 1,8–2,1% жана pH 6,7–7,3 түзөт. Аймактын климаты континенталдуу, жайы ысык (июль айынын орточо температурасы 28°C) жана жаан-чачын аз (жылына 350–400 мм)¹.

Хлорелла суспензиясынын жүгөрүнүн өсүшүнө жана өнүгүшүнө тийгизген таасирин изилдөө үчүн талаа шартында эксперимент жүргүзүлдү. Бул изилдөөдө жүгөрү өсүмдүктөрү эксперименталдык объект катары колдонулуп, агрономия жана айыл чарба технологиялары тармактарында так жана негиздүү натыйжаларга жетүүгө мүмкүндүк берди. Өсүү мезгилинде өсүмдүктөргө ар бир 10 күндө хлорелла эритмеси үзгүлтүксүз чачылып турду.



3-сүрөт. Эксперименталдык аянт

Жалпысынан кабыл алынган агротехнологиялык ыкма иш чаралары жүргүзүлдү. Жерди 25—30 сантиметр терендикте айдоо, органикалык жер семирткичтерди чачуу, жазгы тырмоо, себүү алдында 5—6 сантиметр терендикте культивациялоону камтыган.

Базар-Коргон районунун шарттарында оптималдуу эгүү схемасы: дандык жүгөрү катар аралыгы 70 см, өсүмдүктөрдүн аралыгы 16–20 см, силостук жүгөрү катар аралыгы 60 см, өсүмдүктөрдүн аралыгы 13–15 см ге эгилет. Себүү өлчөмү колдонулуучу гибриддердин өзгөчөлүгүнө жараша болот. Эрте бышып жетилүүчү гибриддер үчүн 1 га жерге 65–70 миң даана, силостук жүгөрү үчүн 85–90 миң даана өсүмдүк жайгашса оптималдуу болуп эсептелет.

Райондун аймагында себүү иштери негизинен апрелден башталып айдын аягына чейин улантылат, жүгөрүнүн вегетациялык

¹[*Смоделированные исторические данные климата и погоды для Базар-Коргон - meteoblue*](#)

мезгилинде үч жолу культивация жүргүзүлгөн. Жүгөрүнүн түшүмүн жыйноо негизинен август-сентябрдан баштап октябрга чейин созулуп, кол жана комбайн менен жыйналган.

Таблица 1. Эксперименталдык аянттагы 2023-2024-жылдарга жүгөрү гибриддеринин орточо түшүмдүүлүгү

Алынган көрсөт-күч	№	Жүгөрү гибрид түрлөрү	2023-жылдын түшүмдүүлүгү, кг/га	2024-жылдын түшүмдүүлүгү, кг/га
Орточо көрсөткүч	1	Pioneer PR31G98	12 500	11 800
	2	Си Гидро	8 700	9 000
	3	Торро	8 300	8 900
	4	Си Майами	9 200	9 000
	5	DONANA	7 900	7 000



1-таблица менен 1-диаграммада көрсөтүлгөндөй 2023-2024-жылдарга эксперименталдык талаада жүгөрүнүн 5 түрүн сыноодо “Пионер” жана “Си Майами” гибриддери Базар-Коргон районунун шартында хлорелла суспензиясын колдонууда жогорку түшүм беришкен.



1-сүрөт. Эксперименталдык аянттардан алган жүгөрүнүн түшүмүн анализдөө.



2-сүрөт. Окумуштуу агроном Б.Раимкулова, жана органика чарбасы боюнча эксперт Г.Кудайбердиева эксперименталдык талаада

Хлорелланы колдонуу экологиялык жактан таза жана экономикалык жактан максатка ылайыктуу, анткени ал аз инвестицияны талап кылат жана органикалык дыйканчылык системаларына интеграцияланышы мүмкүн. Ошондуктан, жүгөрү өстүрүүдө хлорелланы колдонуу айлана-чөйрөгө зыян келтирбестен агроэкосистемалардын өндүрүмдүүлүгүн жана туруктуулугун жогорулатуунун келечектүү ыкмасы болуп саналат.

Жыйынтыктарды талдоо. Сыноонун жыйынтыктары көрсөткөндөй, хлорелла суспензиясы менен дарылоо эки жүгөрү гибридинин тең өсүшүнө жана физиологиялык абалына оң таасирин тийгизген.

Pioneer PR31G98 гибриди, 10% концентрацияда, контролдогуга салыштырмалуу өнүп чыгуу энергиясынын 10% га жана өсүмдүктүн бийиктигинин 15% га жогорулаганын көрсөттү. Тамырдын узундугу 18% га, ал эми дандын түшүмдүүлүгү 15% га жогорулады.

Си Майами гибриди да ушундай эле реакция кылды, бирок бир аз алсызыраак: 10% концентрацияда өсүмдүктүн бийикти-

ги 10% га, тамырдын узундугу 14% га жана түшүмдүүлүк 13% га жогорулады.

Андан тышкары, топурактын абалынын жакшырганы байкалды: хлорелла колдонулгандан кийин топурактын үстүнкү катмарынын борпондугу арткан. Бул таасирлер азык заттардын сиңирилишин жакшыртып, өсүмдүктөрдүн кургакчылыкка жана ысыкка туруктуулугун жогорулатты.

Жыйынтыктар

1. *Chlorella vulgaris* суспензиясы Pioneer PR31G98 жана Си Майами гибридик жүгөрүнүн өсүшүнө жана өнүгүшүнө айкын стимулдаштыруучу таасир этет.

2. Суспензиянын оптималдуу концентрациясы 10% түзөт, бул өсүмдүктүн бийиктигинин, тамырынын узундугунун, хлорофилдин курамынын жана түшүмдүүлүгүнүн 10–15% га жогорулашына алып келет.

3. *Chlorella* колдонуу фотосинтезди күчөтөт, суу балансын жакшыртат жана жүгөрүнү климаттык стресске ыңгайлаштырат.

4. Биопрепарат экологиялык жактан коопсуз жана аны Кыргызстандын түштүк аймактарындагы айыл чарба практикасында колдонуу үчүн сунуштоого болот.

Колдонулган адабияттар:

1. Осмонов О.Ж. Кыргызстанда жүгөрүнү өстүрүүнүн жана жыйноонун индустриалдык технологиясы (сунуштар). Фрунзе, 2008-ж.
2. Исламов А.Р., Асаналиев А.Ж. Кыргыз Агрардык Академиясынын илимий эмгектер жыйнагы. Бишкек, 2001-ж.
3. Шайыков К.Ш. Кыргызстанда жүгөрүнү өстүрүүнүн жана жыйноонун индустриалдык технологиясы жана башкалар (сунуштар). Фрунзе, 1985-ж.
4. Вавилов Р.Р., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. Өсүмдүк өстүрүү. Москва: Агропромиздат, 1986-ж.
5. “Кукуруза” “Окутуу, Консалтинг жана Инновация Борбору» КФ, Бишкек, 2010-ж.
6. «Жүгөрү өстүрүү боюнча колдонмо». Агро бизнести өнүктүрүү борбору. Бишкек, 2016-ж.

УДК 622.83:624.131.5

ВЛИЯНИЕ УГЛА СКЛОНА НА ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ СМЕЩЕНИЙ ПРИБОРОВОГО МАССИВА В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ

Асилова Зульфия Атамырзаевна,
к.т.н., доцент, Жалал-Абадский международный университет,
E-mail: asilova.zulfiya@mail.ru

АР КАНДАЙ ЗОНАЛАРДАГЫ ПРИБОР МАССИВИНИН ЖЫЛЫШУУЛАРЫНЫН СЫЗЫКТУУ ӨЛЧӨМДӨРҮНӨ ЖАНТАЙЫШ БУРЧУНУН ТААСИРИ

Асилова Зульфия Атамырзаевна,
т.и.к., доцент, Жалал-Абад эл аралык университети

INFLUENCE OF SLOPE ANGLE ON LINEAR DIMENSIONS OF INSTRUMENT ARRAY DISPLACEMENTS IN VARIOUS ZONES

Asilova Zulfiia Atamyrzaevna,
Ph.D. Associate Professor, Senior Researcher at Jalal-Abad International University

Аннотация. В работе рассмотрено влияние угла наклона склона на распределение линейных смещений в приборовом массиве. Для анализа использован метод конечных элементов, позволивший выполнить численные расчёты и определить характер изменения горизонтальных и вертикальных смещений массива горных пород при варьировании крутизны склона. Построены распределения смещений в различных зонах приборового массива, включая зону запредельного состояния, остаточной прочности, допредельного и естественного состояния. Установлено, что увеличение угла наклона склона приводит к перераспределению напряжений и смещений вглубь массива, что оказывает значительное влияние на его устойчивость. Полученные результаты позволяют более обоснованно оценивать устойчивость бортов карьера, прогнозировать развитие деформаций, а также разрабатывать превентивные мероприятия по предупреждению аварийных геомеханических процессов в условиях эксплуатации нагорных месторождений открытым способом.

Ключевые слова: приборовый массив, линейные смещения, угол наклона склона, численное моделирование.

Аннотация. Макалада ор массивинде сызыктуу жылышуулардын бөлүштүрүлүшүнө жантайыш бурчунун таасирин карады. Талдоо үчүн сандык эсептөөлөрдү жүргүзүүгө жана эңкейиштин тиктигин өзгөртүү учурунда тоо тектеринин массивинин горизонталдык жана вертикалдык жылышууларынын мүнөзүн аныктоого мүмкүндүк берген чектүү элементтердин ыкмасы колдонулган. Прибор массивинин ар кандай зоналарында жылышуулардын бөлүштүрүлүшү, анын ичинде чектик абал, калдык бекемдик, чектикке чейинки жана табигый абал зонасы курулган. Эңкейиштин бурчунун көбөйүшү массивдин ичине стресстин жана жылышуунун кайра бөлүштүрүлүшүнө алып келет, бул анын туруктуулугуна олуттуу таасир этет. Алынган натыйжалар карьердин бортунун туруктуулугун кыйла негиздүү баалоого, деформациялардын өнүгүшүн болжолдоого, ошондой эле тоолуу кендерди ачык ыкма менен эксплуатациялоо шарттарында авариялык геомеханикалык процесстердин алдын алуу боюнча алдын алуу иш-чараларын иштеп чыгууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: инструмент массиви, сызыктуу жылышуулар, эңкейиш бурчу, сандык моделдөө.

Annotation. The paper considers the influence of the slope angle on the distribution of linear displacements in the instrument array. The finite element method was used for the analysis, which made it possible to perform numerical calculations and determine the nature of changes in the horizontal and vertical displacements of the rock mass with varying slope steepness. Displacement distributions are plotted in various zones of the instrument array, including the zone of the outermost state, residual strength, pre-limit and natural state. It has been established that an increase in the slope angle leads to a redistribution of stresses and displacements deep into the massif, which has a significant impact on its stability. The results obtained make it possible to more reasonably assess the stability of the sides of the quarry, predict the development of deformations, and develop preventive measures to prevent emergency geomechanical processes in the conditions of open-pit mining.

Key words: instrument array, linear displacements, slope angle, numerical modeling.

Введение. Освоение нагорных месторождений открытым способом сопровождается необходимостью формирования устойчивых откосов карьеров в сложных геомеханических условиях. Одним из основных параметров, определяющих напряжённо-деформированное состояние (НДС) прибортового массива, является угол наклона склона. Изменение крутизны склона непосредственно влияет на распределение напряжений и деформаций, а также на характер развития смещений в массиве горных пород.

Современные методы численного моделирования позволяют провести комплексный анализ влияния геометрических параметров склона на формирование зон деформаций и предельных смещений.

В работах [1,2,3] авторы с помощью компьютерных программ исследовали влияние геометрических параметров на коэффициент устойчивости, а также проводили численное моделирование склонов с определением влияния параметров склона на напряженно-деформированное состояние, но изучению поведения горизонтальных и вертикальных смещений с увеличением угла наклона склона не уделялось должного внимания.

Целью данной работы является исследование влияния угла склона на линейные размеры смещений в прибортовом массиве горных пород с учётом его зонального распределения. Задачами исследования являются: построение геомеханических моделей для различных углов наклона склона, анализ распределения смещений по глубине массива и выделение закономерностей распределения горизонтальных и вертикальных смещений.

Методика исследований. Для оценки влияния угла наклона откоса на линейные размеры смещений в прибортовом массиве была применена методика численного моделирования напряжённо-деформированного состояния горных пород с использованием программы Phase2 (Rocscience Inc.) на основе метода конечных элементов. Моделирование проводилось в плоской постановке с допущением плоской деформации.

Геометрические параметры модели. Модель включала склон он же прибортовый массив, и основание. Высота склона принималась постоянной и составила $H=500$ м, при этом угол наклона склона α варьировался от 20° до 35° с шагом 5° . Длина модели в горизонтальном направлении составила $L=1100$ метров. Расчетная модели склона приведена на рис 1.

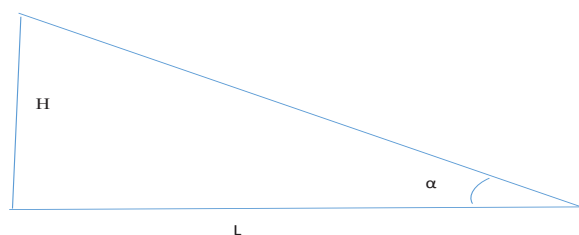


Рисунок 1. Расчетная модель для численного моделирования смещений склона

Физико-механические свойства. Для моделирования использовались усреднённые значения физических и механических характеристик мраморизированных известняков.

Таблица 1. Расчетные свойства горных пород

Горная порода	Удельный вес склона, $\gamma(\text{МН/м}^3)$	Угол внутреннего трения, (град)	Прочность на растяжение, МПа	Сцепление, Мпа	Модуль Юнга, МПа
Мраморизованный известняк	0,026	31	3	3,57	500

Граничные условия. Нагрузки задавались в виде собственного веса массива. Нижняя граница модели фиксировалась по вертикали и горизонтали что обеспечивало распределение напряжений и свободное развитие деформаций в вертикальном направлении.

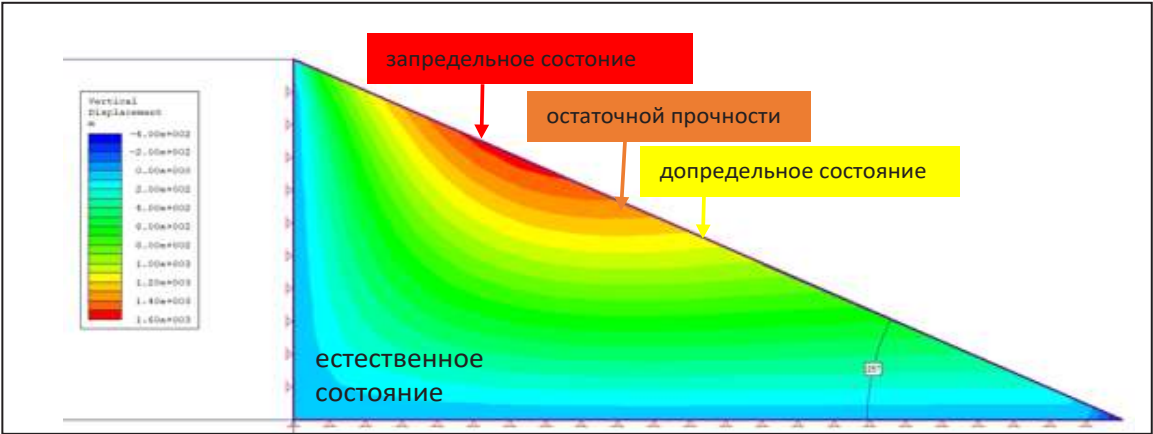


Рисунок 2. Распределение зон смещений прибортового массива горных пород

Результаты исследований. Проведен численный анализ распределения горизонтальных и вертикальных смещений склона, с целью определения оценки влияния угла наклона склона на распределение смещений по зонам. Результаты моделирования приведены на рисунках 3, 4, 5.

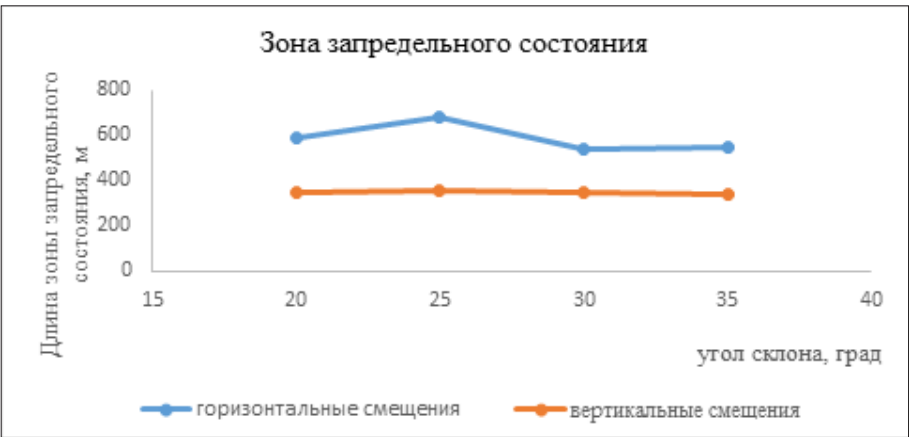


Рисунок 3. Зависимость зоны запредельного состояния от угла склона

В результате моделирования горизонтальных и вертикальных смещений (рис.3.) выявлено, что при увеличении угла откоса с 20° до 25° наблюдается увеличение зоны **горизонтальных смещений** 580 м. до 670 м., что указывает на увеличение значений горизонтальных смещений. При дальнейшем увеличении угла до 30° и 35° происходит снижение значений до 550–560 м., что может быть

связано с перераспределением напряжений и частичной разгрузкой массива.

Вертикальные смещения характеризуют более стабильный характер, изменяясь в пределах 340–370 метров. Это говорит о том, что вертикальные деформации менее чувствительны к увеличению крутизны откоса в условиях запредельного состояния массива.

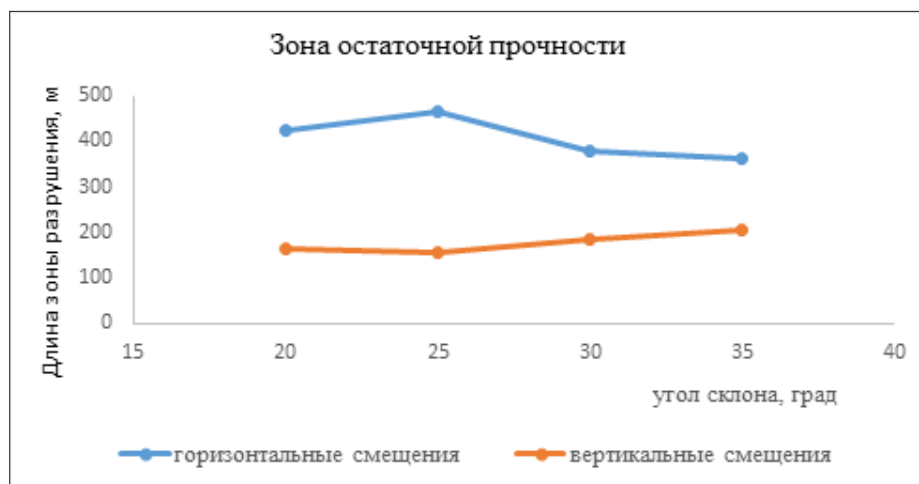


Рисунок. 4. Зависимость зоны остаточной прочности от угла склона

В результате моделирования горизонтальных и вертикальных смещений (рис.4.) выявлено, что в зоне остаточной прочности линейные размеры горизонтальных смещений достигают максимума при угле 25° (470 м.), после чего снижаются до 350 м. при угле 35° , что указывает на возможное перерас-

пределение остаточных напряжений и частичную стабилизацию массива.

Вертикальные смещения характеризуют тенденцию к увеличению при росте угла наклона, достигая максимума при 35° , что может быть следствием ослабления несущей способности массива.

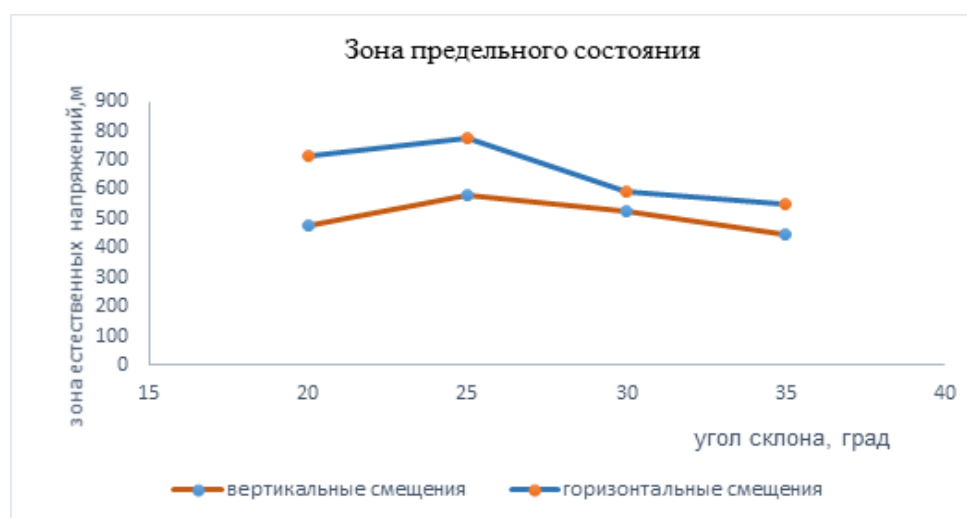


Рисунок 5. Зависимость зоны естественных напряжений от угла откоса

В результате моделирования горизонтальных и вертикальных смещений (рис.5.) выявлено, что в зоне предельного состояния вертикальные и горизонтальные смещения имеют сходную траекторию изменения, с максимумом при угле 25° (вертикальные 580 м., горизонтальные 790 усл. ед.). После 25° наблюдается плавное снижение обоих компонентов, что может быть связано с нарушением равновесия массива.

На графике видно, что вертикальные перемещения на начальных стадиях (20° – 25°) ниже горизонтальных, однако их прирост пропорционально выше.

Выводы

1. Выявлено, что в распределении горизонтальных и вертикальных смещений в зоне запредельного состояния, основную

роль в формировании смещений играют горизонтальные компоненты, связанные с развитием пластических течений вблизи предела прочности. Угол 25° является критическим по величине смещений.

2. Установлено, что в зоне остаточной прочности горизонтальные смещения имеют более выраженную зависимость от геометрии откоса, тогда как вертикальные смещения нарастают с увеличением угла, отражая прогрессирующее разрушение структуры массива.

3. Оценено, что в предельной зоне наиболее выражено взаимное влияние вертикальных и горизонтальных деформаций. Угол 25° соответствует пику напряжённого состояния, после чего вероятен сдвиг к остаточной прочности и перераспределение напряжений.

Список литературы

1. Griffiths D.V., Lane P.A. Slope stability analysis by finite elements / *Geotechnique*. 1999. Vol. 49, No. 3. P. 387–403.
2. Cheng Y.M., Lau C.K. Slope Stability Analysis and Stabilization: New Methods and Insight. CRC Press, 2008. — 340 p.
3. Zhong S., Zhang H., et al. Stability evaluation of slope in open-pit mine under rainfall and seismic coupling / *Int. J. of Mining Science and Technology*. 2023.
4. Shiferaw D., Measho Y. Numerical slope stability analysis using FEM in PLAXIS // Beni-Suef Univ. Journal of Basic and Applied Sciences. 2021.
5. Бабелло В.А. Бейдин А.В., Освейчук В.А., Смолич С.В. Оценка состояния горного массива на основе анализа горно-геологической обстановки и моделирования его напряжённости / Горный информационно-аналитический бюллетень. Mining Informational and Analytical Bulletin, - 2019. (12), 41-54.
6. Джакупбеков Б.Т., Асилова З.А., Никольская О.В. Численное моделирование устойчивости отвалов вскрышных пород при освоении нагорных месторождений / Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. - 2023. -Т. 10. -№ 1. -С. 30-36.
7. Джакупбеков Б.Т., Асилова З.А. Трёхмерное моделирование отвалов вскрышных пород при освоении нагорных месторождений / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2023. № 3. С. 16-20.

УДК 574.24

ИЗМЕНЕНИЕ НОРМЫ РЕАКЦИИ ПОПУЛЯЦИИ КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА УВЕЛИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ И ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ НАСЕКОМЫХ – ВРЕДИТЕЛЕЙ

¹Пономарев Василий Иванович

*д.б.н., Заведующий лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования
ФГБУН «Ботанический сад» УрО РАН.*

E-mail: v_i_ponomarev@mail.ru

²Нурманбаев Мухтар Жакыпович

к.б.н., Жалал-Абадский научный центр, заведующий лабораторией, E-mail. muhtar.nurmanbaev@mail.ru

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук

²Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

ПОПУЛЯЦИЯНЫН РЕАКЦИЯ НОРМАСЫНЫН ӨЗГӨРҮҮСҮ ЗЫЯНКЕЧ КУРТ-КУМУРСКАЛАРДЫН САНЫНЫН МАССАЛЫК КӨБӨЙҮҮСҮНҮН НЕГИЗГИ СЕБЕБИ КАТАРЫ

¹Пономарёв Василий Иванович

*б.и.д., Россия Илимдер академиясынын Урал бөлүмүнүн
«Ботаникалык бакча» институту*

²Нурманбаев Мухтар Жакыпович

б.и.к., Жалал-Абад илимий борбору, лаборатория башчысы.

¹Россия Илимдер Академиясынын Урал бөлүмүнүн Ботаникалык багы федералдык мамлекеттик бюджеттик илимий мекемеси

²Кыргыз Республикасынын Улуттук Илимдер Академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

CHANGE IN THE POPULATION REACTION NORM AS THE MAIN CAUSE OF INCREASED NUMBERS AND OUTBREAKS OF MASS REPRODUCTION OF INSECT PESTS

¹Ponomarev Vasily Ivanovich

*Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Forest Restoration, Forest Protection, and Forest Management, Institute of the Botanical Garden,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

²Nurmanbaev Mukhtar Zhakypovich,

PhD Biological Sciences, Jalal-Abad Scientific Center, Head of laboratory

*¹Federal State Budgetary Scientific Institution Botanical Garden of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences*

²Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. В сообщении представлена концептуальная схема изменения нормы реакции популяции насекомых вредителей, которое может являться основной причиной возникновения вспышек массового размножения при стабилизации внешних условий. Предложено изменение в определении видов r – стратегов.

Ключевые слова: вспышки массового размножения, виды r – стратеги, норма реакции популяции, фенотипическое разнообразие, внешние условия.

Аннотация. Бул билдирүүдө зыянкеч курт-кумурскалардын популяциясынын реакция нормасын өзгөртүү концептуалдык схемасы сунушталат, ал тышкы шарттар туруктуу бол-

гондо массалык көбөйүүнүн очокторунун пайда болушунун негизги себеби болуп калышы мүмкүн, г-стратегиядагы түрлөрдүн аныктамасында өзгөртүү сунушталат.

Негизги сөздөр: массалык көбөйүүнүн очоктору, г-стратегиядагы түрлөр, популяциянын реакция нормасы, фенотиптик ар түрдүүлүк, тышкы шарттар.

Abstract: The report presents a conceptual scheme of changing the reaction norm in a population of insect pests. When external conditions stabilize, this may be the main reason for the outbreaks of such pests. Taking into account the above, a change in the definition of the r-strategist species is proposed.

Key words: outbreaks, r-strategy species, population reaction norm, phenotypic diversity, external conditions.

Представленное ниже сообщение по большей части является концептуальным. В нем мы хотели бы коснуться ряда возможных стратегических путей сокращения вреда, наносимых насекомыми-фитофагами растениям.

Одной из основных задач защиты растений является борьба с насекомыми – вредителями сельскохозяйственных и лесных растений. Далеко не все насекомые-фитофаги являются вредителями. Вредителями являются те виды, которые наносят серьезный вред растениям вследствие значительного увеличения численности, которое принято называть вспышкой массового размножения. В этом термине есть очень важный смысловой момент. Является ли значительное увеличение численности следствием увеличения плодовитости (вспышка массового размножения), или это следствие увеличения выживаемости.

Согласно классической схеме, крайние типы динамики численности – стабильный (численность почти не меняется) и эфемерный (численность возрастает в сотни и тысячи раз). Этим крайним типам динамики численности соответствуют виды с К – (стабильный) и г – (эфемерный) жизненными стратегиями [1].

Эфемерный тип динамики характерен для видов с **несовершенными механизмами индивидуальной** адаптации и соответственно с **высокой плодовитостью** и **нормой гибели**. Виды с г – стратегией, характеризующиеся эфемерным типом динамики численности легко осваивают местообитания с **нестабильными (непредсказуемыми или эфемерными) условиями** и отличаются высоким уровнем энергозатрат на репродукцию. Высокий репродуктивный потенциал позволяет быстро восстанавливать любые

потери в популяции [2]. Собственно на этом понимании причин резкого увеличения численности насекомых-вредителей основана стратегия поиска средств для истребительной борьбы, методов выведения устойчивых к вредителям сортов растений.

Однако позволим себе взглянуть на проблему немного с другой стороны. Учитывая то, что вариация плодовитости самок вредителей незначительна – максимум различия 2-3 раза, а плотность возрастает в сотни и тысячи раз, значительное увеличение плотности – это в значительной степени – вспышка выживаемости. И здесь необходимо обратить внимание на такое понятие, как норма реакции. Согласно А.С. Северцову [3] «Норма реакции – пределы, в которых фенотип может изменяться под действием среды без изменения генотипа». Различают норму реакции популяции и норму реакции организма. Норма реакции организма – амплитуды адаптации, определяющие границы изменчивости организма, возникающей под действием факторов среды и контролируемой его генотипом. Другими словами, это понятие близко к понятию «фенотип» в широком смысле слова. Изменчивость признака может быть очень велика, но она никогда не выходит за пределы границ нормы реакции.

Норма реакции популяции складывается из норм реакции организмов. Норма реакции популяции может быть узкой, характерна для видов с небольшими ареалами, для нас интереса не представляют, так как такие виды практически никогда не дают вспышек массового размножения. Или широкой – у видов со значительными ареалами. При широкой норме реакции популяции она может складываться из норм реакций особей с широкой и узкой нормами реакций (рис.1).

Другими словами, с высоким (генера-

листы) и низким (специалисты) уровнями индивидуальной адаптации. Как уже выше

сказано, их еще называют видами с К – (стабильный) и r – (эфемерный) жизненными стратегиями.

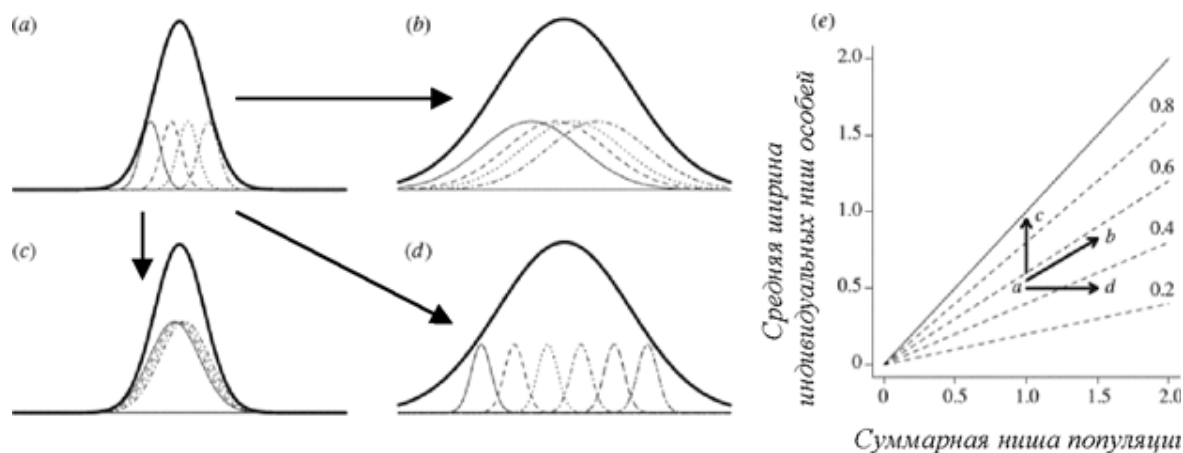


Рис. 1. Нормы реакции популяций и организмов.

a, c – узкие нормы реакции популяций; b, d – широкие нормы реакции популяций, a, d – узкие нормы реакции организмов, b, c – широкие нормы реакции организмов. Рисунок из Букварева, Е.Н., Алещенко Г.М. [4].

Именно виды с r – стратегией, характеризуются эфемерным типом динамики численности – значительным увеличением плотности, отличаются высоким уровнем энергозатрат на репродукцию. Высокий репродуктивный потенциал позволяет быстро восстанавливать любые потери в популяции.

Но здесь есть одна деталь. Особи с узкой нормой реакции могут успешно размножаться и выживать только в случае, если их норма реакции (или их фенотип) соответствует условиям в данный момент. Вне этих условий значительно возрастает расход ресурсов на собственное выживание и резко увеличивается смертность. Другими словами, для значительного увеличения плотности необходимо, чтобы большая часть особей популя-

ции соответствовала условиям, сложившимся на данный момент, то есть имела низкое фенотипическое разнообразие.

В качестве подтверждения этого тезиса модель, построенная на основе реальных наблюдений (рис.2). Наиболее высока численность в стабильной среде при низком фенотипическом разнообразии. При этом флуктуация численности высока как при очень низком фенотипическом разнообразии, так и при очень высоком. При умеренном фенотипическом разнообразии флуктуация колебания численности незначительна. Отсюда следует, что численность популяции видов с узкой нормой реакции особей (r – стратегов) наиболее высока в стабильных условиях при низком фенотипическом разнообразии.

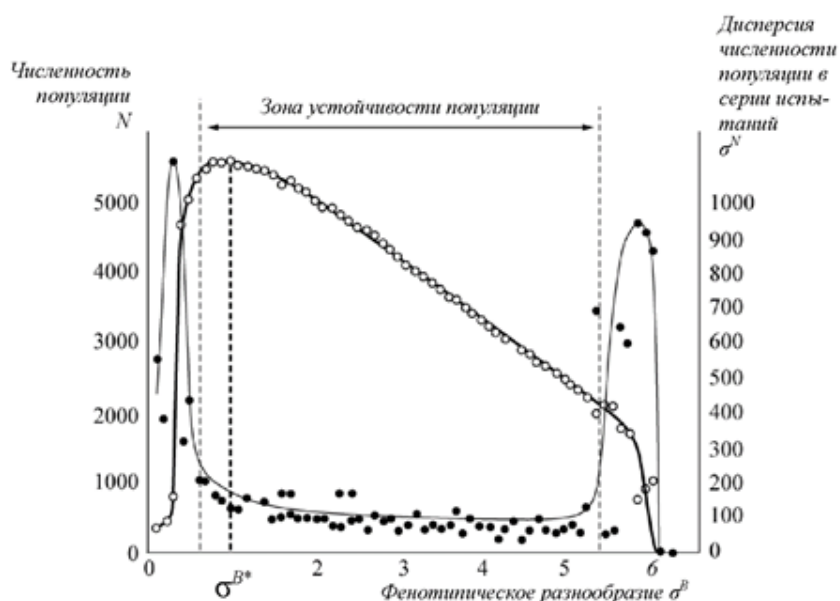


Рис. 2. Численность и дисперсия численности популяции в зависимости от фенотипического разнообразия.

Рисунок из Букварева Е.Н, Алещенко Г.М. [4]

В настоящий момент в защите растений значительное внимание уделяется либо истребительным мерам борьбы, либо повышению устойчивости целевых растений к тому или иному агенту (насекомому, болезни), либо поиску способов поражения насекомых-вредителей биологическими агентами (паразиты, хищники и др.). Все эти направления, безусловно, важны, так как необходимо иметь арсенал средств для аврального, незамедлительного снижения плотности насекомого-вредителя, при резком увеличении численности, грозящем уничтожением или резким снижением урожая целевого растения. Хотя, что такое даже 95-99% эффективность средств борьбы. При той плодовитости, которая имеется у насекомых-вредителей даже 1% выживаемости достаточно для поддержания плотности на текущем уровне.

Но вышеприведенные выкладки показывают, что есть и другие стратегические пути борьбы с насекомыми вредителями.

Повторюсь. Численность популяции видов с узкой нормой реакции особей (r – стратегов) наиболее высока в стабильных условиях при низком фенотипическом разнообразии. То есть их численность можно снижать (или препятствовать возникновению высокой плотности) либо снижая стабиль-

ность условий, либо повышая фенотипическое разнообразие насекомого-вредителя. Либо комбинируя оба пути.

В сельском хозяйстве, особенно при выращивании однолетних растений, наиболее оптимальный путь – изменение условий. Собственно, одно из последствий того же севооборота (хотя цели при этом преследуются несколько другие) – изменение условий. Но при выращивании многолетних растений, а особенно, в лесном хозяйстве, когда биоценозы достаточно инертны, этот путь крайне затруднителен, а подчас, и не возможен. В этом случае наиболее оптимально – увеличивать фенотипическое разнообразие насекомых-вредителей. В частности, путем внесения в популяцию особей с другими фенотипическими признаками, с целью их скрещивания с особями аборигенной популяции и расширения нормы реакции популяции, и, вследствие чего, снижения выживаемости потомства. Мы такие работы проводили неоднократно в отношении непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* (L.)) – одного из наиболее серьезных вредителей лесных насаждений. В начале вспышки такие работы позволяли предотвратить дефолиацию (в случае длительной вспышки) в течение двух лет, а в случае начавшейся вспышки, остано-

вить ее. Возможна комбинация обоих путей – и изменение условий, и увеличение фенотипического разнообразия вредителя.

Исходя из изложенной схемы, необходимо внести поправки в классическое представление о видах r – стратегах. Виды с r – стратегией, характеризующиеся эфемерным типом динамики численности легко осваивают местообитания с нестабильными (непредсказуемыми или эфемерными) **условиями и резко увеличивают численность в периодически стабильных (предсказуемых для популяции) условиях.**

Естественно, что при разработке методик необходимо рассчитывать экономическую и экологическую целесообразность применения либо изложенных в представленном докладе путей снижения вредоносности насекомых, либо традиционных методов.

Но разработка такого стратегического подхода к снижению вредоносности насекомых позволит избежать негативных последствий использования инсектицидов, геномодифицированных растений и других побочных явлений, связанных с применением прямых методов подавления численности насекомых-вредителей.

Литература

1. Шилов И. А. Экология: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1997. - 512 с.
2. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии. Университетская книга, 2003. 878 с.
3. Северцов А.С. Теория эволюции. М.: ВЛАДОС. 2005. 380 с.
4. Букварева Е.Н., Алещенко Г.М. Принцип оптимального разнообразия биосистем М.: КМК-Товарищество научных изданий, 2013. 522 с.

УДК 621.472; 621, 548

**ИЗМЕРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ
ЖАЛАЛ-АБАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Имонкулов З.И., Иманкулова З.З.¹, Досбаев А.Ж.²

¹*Жалал-Абадский государственный университет имени Б.Осмонова*

²*Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики*

ЖАЛАЛ-АБАД ОБЛАСТЫНЫН ТҮШТҮК АЙМАКТАРЫНДА КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ӨЛЧӨӨ

Имонкулов З.И., Иманкулова З.З.¹, Досбаев А.Ж.²

¹*Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети*

²*Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору*

**MEASUREMENT OF SOLAR RADIATION IN THE SOUTHERN AREAS OF THE
JHALAL-ABAD REGION**

Imonkulov Z.I., Imankulova Z.Z.¹, Dosbaev A.Zh.²

¹*Jalal-Abad state university named after B. Osmonov*

²*Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*

Аннотация: В настоящей работе измерены мощность Солнечной радиации в различных районах Жалал-Абадской области Кыргызстана. В основном, большой интерес для инвесторов представляют южные районы Кыргызстана. Потому что, в году число дней с солнечным сиянием или открытости неба больше, чем Северного региона Кыргызстана что благоприятно для использования солнечно энергетических установок. В основном измеряли Солнечную радиацию в Южных районах Жалал-Абадской области. На основании измерений составлена топографическая карта местности по уровням Солнечной радиации.

Ключевые слова: Возобновляемые источники энергии, Солнечная энергия, фотоэлектрическая станция, солнечно энергетическая установка, топографическая карта.

Аннотация: Бул эмгекте Кыргызстандын Жалал-Абад облусунун ар кайсы аймактарында күн радиациясы өлчөнгөн. Инвесторлорду биринчи кезекте Кыргызстандын түштүк аймактары кызыктырат. Анткени жылына күн ачык же ачык асмандын саны Кыргызстандын түндүк аймагына салыштырмалуу көп, бул күн энергетикалык системаларды колдонууга ыңгайлуу. Күн радиациясы негизинен Жалал-Абад облусунун түштүк аймактарында өлчөнгөн. Өлчөөлөрдүн негизинде күн радиациясынын деңгээлине жараша аймактын топографиялык картасы түзүлдү.

Негизги сөздөр: Кайра жаралуучу энергия булактары, Күн энергиясы, фотоэлектр станциясы, күн электр станциясы, топографиялык карта.

Annotation: In this work, the power of solar radiation in various areas of the Jalal-Abad region of Kyrgyzstan was measured. Investors are primarily interested in the southern regions of Kyrgyzstan. Because the number of sunny days per year, or open skies, is higher than in the northern region of Kyrgyzstan, which is favorable for the use of solar power systems. Solar radiation was primarily measured in the southern regions of the Jalal-Abad region. Based on the measurements, a topographic map of the area was compiled based on solar radiation levels.

Key words: Renewable energy sources, Solar energy, photovoltaic station, solar power plant, topographic map.

В последние годы активно развивалась и пропагандировалась идея экологичности и целесообразности использования возобновляемых ресурсов для выработки электроэнергии, однако, согласно исследованиям, рассмотренным ниже, за последние десятилетия процент электроэнергии, производимой с использованием таких ресурсов, несколько увеличился. В то же время, благодаря стратегиям ЕС и ООН по внедрению альтернативной энергетики и сокращению выбросов токсичных веществ, общая мощность ветровой энергетики во всем мире с 2001 по 2017 год увеличилась более чем в 22 раза (23900 МВт-539000 МВт), а солнечная энергетика за десятилетие 2007-2017 годов достигла рекордного уровня роста на 43 %.

Исследование показывает [1], что благодаря своему выгодному географическому положению и ландшафтным особенностям Кыргызстан обладает большим потенциалом для развития электростанций на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Оценка ресурсов Кыргызстана показывает [1, 2], что этому способствует наличие крупных и средних рек, потенциал гидроэнергетики, который оценивается в 80 млрд кВт*ч. в год, а также многочисленные реки и горные потоки около 5-8 млрд кВт*ч. в год.

В то же время интенсивность солнечной радиации в стране, как указано в работах [3, 4] колеблется незначительно из-за благоприятного географического положения и достигает 1084 Вт/м². Благодаря своей стабильности и довольно быстрому развитию СЭУ являются отличным решением сразу нескольких важных проблем в настоящее время. Такие как: загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов (ископаемых), экономическая нерентабельность, хрупкость, неспособность электростанций, основанных на классических методах производства энергии, быстро адаптироваться к изменениям спроса, а также нестабильность и сезонность электростанций, основанных на возобновляемых источниках.

Реальной возможностью улучшить технико-экономические показатели автономных электростанций является использо-

вание неисчерпаемых источников энергии. В частности, использование солнечной энергии, фотоэлектрических станций и разработанных на их основе автономных электростанций [5]. Важным фактором для их использования является то, что стоимость фотоэлектрических пластин за 35 лет (1980-2015) снизилась более чем в 15 раз [6]. Кыргызстан обладает высоким энергетическим потенциалом, основанным на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), который оценивается в 840,2 миллиона ватт в год. Потенциальными возобновляемыми источниками являются солнечная энергия, энергия ветра, энергия малых рек и горных стоков, а также энергия биомассы. Однако в энергетическом балансе страны в настоящее время их использование не достигает и 1%. Это связано с различными причинами, главной из которых является слабое стимулирование чистой энергетики со стороны правительства. В последние годы лично инициативой Президента начали строить несколько крупных Солнечных электростанций в Чуйской и Баткенской области. Благодаря выгодному географическому положению Кыргызстана и приятным климатическим условиям, территория страны получает в среднем 4,64 миллиарда МВт лучистой солнечной энергии в год, или 23,4 кВт/ч на 1 кв.м., а среднегодовая продолжительность солнечного сияния достигает от 2100 до 2900 часов, в зависимости от региона[7].

Настоящая работа посвящена исследованию мощностью Солнечной радиации в различных районах Жалал-Абадской области Кыргызстана. В основном, большой интерес для инвесторов представляют южные районы Кыргызстана. В течение года число дней с солнечным сиянием или открытости неба больше, чем Северного региона Кыргызстана что благоприятна для использования солнечно энергетических установок. В основном, измеряли Солнечную радиацию в Южных районах Жалал-Абадской области. На основании измерений составлена топографическая карта местности по уровням Солнечной радиации.

Измеряли среднемесячные температуры наружного воздуха за 2021-2023 гг., в различных районах Жалал-Абадской области. В ос-

новном, южные районы Базар-Коргонский и Аксыйские районы, полученные результаты сопоставляли метеоданными гидрометслужбы Кыргызстана.

На рисунке 1 и 2 представлены результаты экспериментальных измерений среднемесячных температур наружного воздуха по месяцам за 2022 и 2023 годы. Из рисунков

видно, что самые высокие температуры наблюдали в июле. С апреля по октябрь средняя температура воздуха менялась от 20 до 40 $^{\circ}\text{C}$. Полученные результаты показывают, что из 341 дней наблюдений приблизительно 288 дня за 2021 год, из 339 дней наблюдений приблизительно 285 дня за 2022 год, 334 дней наблюдений

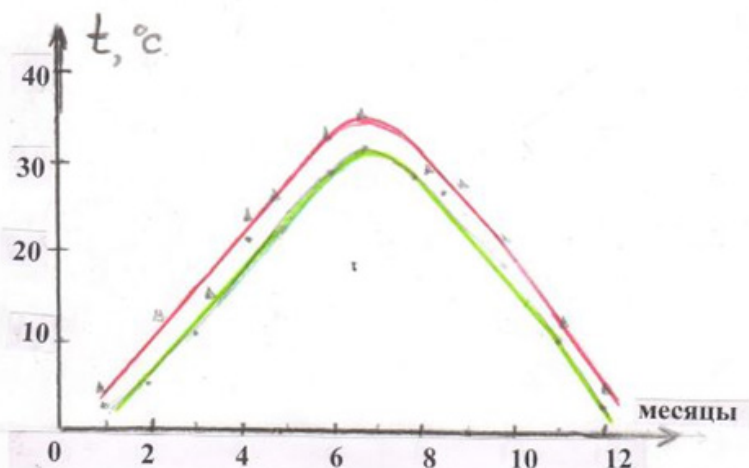


Рис.1. Среднемесячные температуры наружного воздуха по месяцам за 2022 год.
— фактические измерения — метео данные

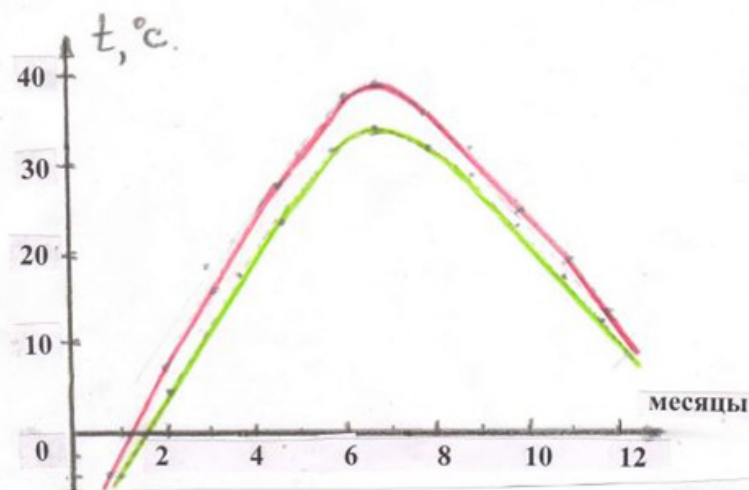


Рис.2. Среднемесячные температуры наружного воздуха по месяцам за 2023 год.
— фактические измерения — метео данные

приблизительно 212 дня за 2023 год в городе Кочкор-Ата, Кербен, Таш-Кумыр и Шамалды-Сай стоит солнечная погода, что благоприятна для использования солнечной энергетических установок. При изучении солнечной радиации исследуемого региона в среднем по всей местности составляет 1650-1700 кВт/м²

Показатели температуры окружающей среды в исследуемом регионе за 2022 и 2024 год показали следующие результаты. Обнаружили разницу температуры окружающей среды на 4-6 градуса. Анализ полученных данных показал увеличение температуры окружающей среды на 1- 4 $^{\circ}\text{C}$. На основании измерений Солнечной энергии

в Южных районах Жалал-Абадской области составлена топографическая карта местности в зависимости по уровням Солнечной ра-

диации. В настоящее время мы продолжаем измерению мощности Солнечной энергии в Алабукинских, Чаткалских, Сузакских районах Жалал-Абадской области

Литература

1. Мехта К., Эренвирт М., Тринкл Ч., Цернер В. 2022. На пути к устойчивому развитию сообщества за счет возобновляемых источников энергии в Кыргызстане: подробная оценка и перспективы. Мир, 3 (2), 327-343.
2. Мустаева, Н., Картаева, С. 2019. Статус адаптации к изменению климата в Центральноазиатском регионе. В: Статус адаптации к изменению климата в Азиатско-Тихоокеанском регионе (стр. 41-67). Cham: Springer Cham.
3. Садыков М. А., Бейшенбаев А. Т., Кенешов К. Б. 2018. Развитие использования возобновляемых источников энергии в Кыргызской Республике. Наука и инновационные технологии, 3(8), 106-108.
4. Суюндуков Н. Т., Садыков М. А. 2020. Применение солнечной энергии. Наука и инновационные технологии, 3(16), 123-129.
5. Мехта К., Мингалева Э., Зернер В., Дегембаева Н., Байбагышов Э. 2022. Всесторонний анализ энергетической законодательной базы Кыргызстана: исследование для разработки дорожной карты сектора возобновляемой энергетики Кыргызстана. Более чистые энергетические системы, 2, 100013.
6. Ли, Л., Цзянь, Л., Няньюань, В., Шань, Х., Чао, М., Янань, З., Сяонань, В., Инру, З. 2022. Обзор и перспективы международного развития возобновляемых источников энергии. Энергетика и искусственная среда, 3 (2), 139-157.
7. Имонкулов З.И., Досбаев А.Ж., Иманкулова З.З. Измерение солнечной радиации в различных районах Жалал-Абадской области Кыргызстана. Proceedings of the International Conference on "Fundamental and Applied Research in Physics", NUUz, Tashkent, May 16-17, 2025. p.27-28

УДК: УДК 625.7:666.762

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ПУТЕМ
ПЛАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КАМЕННЫХ ПОРОД
Досбаев А.Ж., Канетова Д.Э., Суйоркулов Н.О.**

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

**ТАБИГЫЙ ТАШ ТЕКТЕРИН ЭРИТҮҮ АРКЫЛУУ ЖОЛ КАПТАМАСЫН
ӨНДҮРҮҮНҮН ИННОВАЦИЯЛЫК ТЕХНОЛОГИЯСЫ
Досбаев А.Ж., Канетова Д.Э., Суйоркулов Н.О.**

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

**INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF ROAD SURFACING THROUGH THE
MELTING OF NATURAL ROCK MATERIALS
Dosbaev A.Zh., Kanetova D.E., Suyorkulov N.O.**

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. Работа развивает авторскую концепцию монолитного дорожного покрытия, формируемого методом локальной термоплавки природных горных пород с последующим контролируемым охлаждением. Представлены предпосылки применения технологии в горных регионах Кыргызстана, предложена технологическая схема (подготовка основания — высокотемпературный нагрев — выравнивание расплава — градиентное охлаждение), описаны критерии отбора пород и методика предпроектных испытаний. Обсуждаются инженерные ограничения (термошок, неравномерная кристаллизация, сцепление с подложкой), вопросы HSE и программа пилотной валидации.

Ключевые слова: термоплавка пород; монолитное покрытие; стеклокерамика; базальт; дорожное строительство; горные регионы; Кыргызстан.

Аннотация. Иш табигый тоо тектеринин жеринде локалдуу жогорку температурада эритилип, андан соң башкарылуучу муздатуу аркылуу түзүлгөн монолиттик жол каптама-сы боюнча автордук концепцияны өнүктүрөт. Кыргызстандын тоолуу аймактарында технологияны колдонууга болгон алгы шарттар келтирилет; технологикалык схема сунушталат (негизди даярдоо — жогорку температурада ысытуу — эритмени тегиздөө — градиенттик муздатуу); тектерди тандоо критерийлери жана алдын ала долбоордук сыноолордун методикасы сүрөттөлөт. Инженердик чектөөлөр (термошок, бир тектүү эмес кристаллдашуу, подложка менен жабышуу), эмгек жана өнөр жай коопсуздугу (HSE) маселелери жана пилоттук валидация программасы талкууланат.

Негизги сөздөр: тоо тектеринин термоплавкасы; монолиттик каптама; айнек-керамика; базальт; жол курулушу; тоолуу аймактар; Кыргызстан.

Abstract. The paper advances an author's concept of an in-situ monolithic pavement produced by thermal melting of natural rock followed by controlled cooling. A process flow is outlined (subgrade preparation—high-temperature heating—melt leveling—gradient cooling), along with rock-selection criteria and pre-project testing. Engineering constraints, HS&E aspects, and a pilot validation program for mountainous regions are discussed.

Keywords: rock thermofusion; monolithic pavement; glass-ceramics; basalt; mountainous regions; Kyrgyzstan.

Введение

Современные дорожные покрытия сталкиваются с ускоренным износом, трещинообразованием и разрушением под действием многократных температурных и механических нагрузок. Традиционные материалы (асфальтобетон, цементобетон) имеют ограниченный срок службы в высокогорных и континентальных условиях и требуют частых ремонтов. Это мотивирует поиск решений на базе местных природных

ресурсов и новых физических принципов формирования покрытия.

Кыргызстан обладает широкой разнообразностью горных пород — от строительных до декоративных. Наличие базальтовых, габбровых, гранитных и карбонатных массивов открывает возможности для *in-situ* термоплавки и получения монолитного стеклокерамического слоя на дорожном основании [1]. Ниже приведены распространённые породы и их типичные применения.

Таблица 1. Основные породы Кыргызстана и типичные области применения

Порода	Регион распространения	Основные применения
Гранит	Тянь-Шань (Жалал-Абад, Нарын)	Строительство; облицовка
Мрамор	Ошская и Баткенская области	Декор; памятники; облицовка
Базальт	Центральный Тянь-Шань	Дорожные щебни; термоплавка/стеклокерамика
Габбро	Восточный Кыргызстан	Облицовка; щебень
Песчаник	Чуйская долина	Строительство; облицовка
Известняк	Районы Ферганской долины	Цемент; известь; щебень
Доломит	Жалал-Абадская область	Флюсы; строительные смеси
Сланцы	Южные районы	Огнеупорные и теплоизоляционные материалы

Возможные площадки пилотных работ показаны на рис. 2.

Статья носит методико-проектный характер: приведены расчётные оценки режимов термоплавки, инженерные параметры

установки и программа пилотной валидации. Экспериментальные данные для выбранных месторождений будут представлены в продолжении исследования.

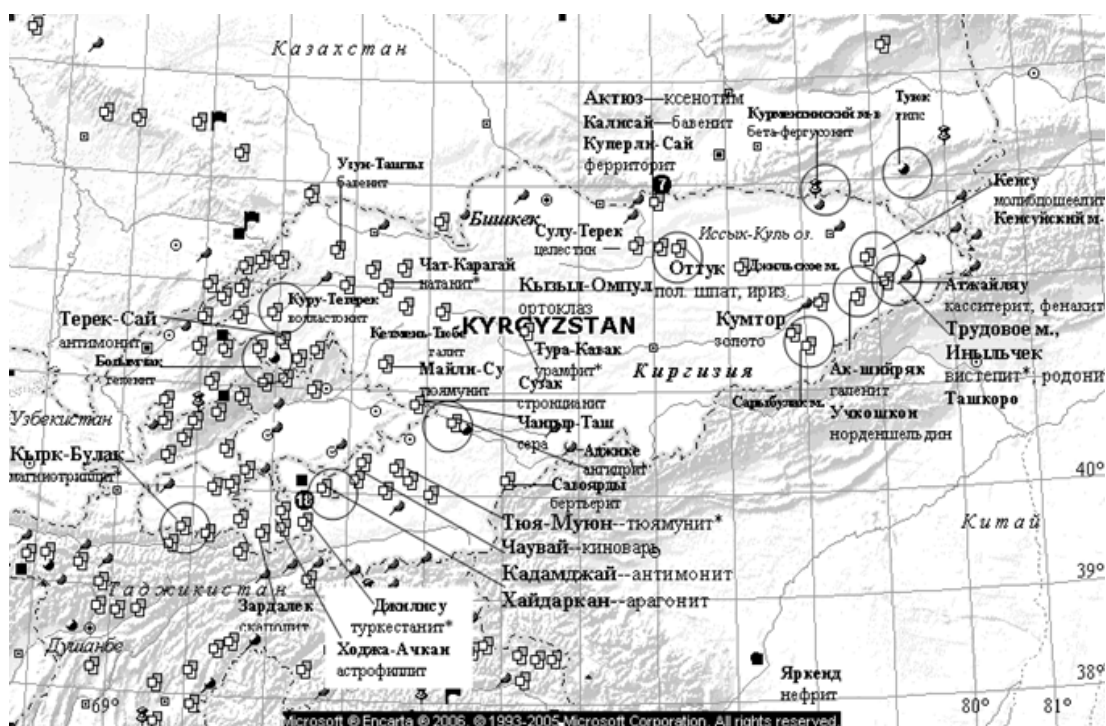


Рисунок 2. Карта исходных пород Кыргызстана для пилотной отработки технологии.

Слой: а) массивы базальтов/габбро; б) основные автомобильные дороги; в) рельеф (900–3500 м); г) кандидаты пилотных участков (I — Центральный Тянь-Шань; II — Восточный Кыргызстан; III — Жалал-Абадская обл.). Показаны транспортная доступность, уклоны и ограничения по ветровому режиму; точные координаты пилотов приводятся в разделе «Материалы и методы».

Материалы и методы

1. Объекты и отбор пород

Материалы: базальт, габбро, гранит и карбонатные породы (известняк/доломит) как потенциальное сырьё для термоплавки и стеклокерамизации. Отбор: монолитные участки без выраженной трещиноватости; исключение зон вторичной карбонатизации/альтерации; фиксация координат и геолого-структурного контекста. Применимость базальтов подтверждается их расплавленным интервалом порядка 1100–1250 °C и устойчивыми свойствами стеклокерамики [7, 2, 3].

2. Подготовка образцов

Геометрия и торцевание образцов выполнялись согласно USBRRockManual с отсылкой к ASTM D4543 (подготовка кернов для механических испытаний) для снижения разброса результатов прочности и модуля упругости [11, 13].

3. Минералогический и химический анализ

XRD/XRF/петрография: определение

фаз (плагиоклаз, пироксен, оливин, Fe-Ti-оксиды) и оксидного состава (SiO_2 , Al_2O_3 , FeO / Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O) для прогноза температур ликвидуса/солидуса и однородности расплава. Влияние минеральных компонентов на плавкость и гомогенизацию учитывали по данным экспериментальных работ [3].

4. Термоанализ и термофизика

DSC/DTA: определяли T_g , T_x и кинетику кристаллизации (E_a , n) стеклокерамик на основе базальта; расчёт по методу Киссинджера/изоконверсионным подходам с верификацией профиля кристаллизации по данным для оливин-базальтов [2]. Тепловая диффузия (α) определялась методом flash по ASTM E1461 (75–2800 K) с расчётом теплопроводности $\lambda = \alpha \rho C_p$ [12].

Толщина монолитного слоя (h): 50 ± 5 мм (рабочий диапазон 40–60 мм). Рабочие температуры (базальт/габбро):

– Окно расплава $T_{\text{work}} = 1240\text{--}1280$ °C; ориентир ликвидуса $T_{\text{liq}} \approx 1200\text{--}1300$ °C (уточняется по DSC/DTA, [2–3]).

– Окно стеклования $T_g \approx 600\text{--}700\text{ }^\circ\text{C}$ (замедление прохода — см. п. 7).

Вязкость расплава: целевое «окно» $\eta = 10\text{--}50\text{ Па}\cdot\text{с}$ при T_{work} (для устойчивого выравнивания без стекания, [2–3]). Выдержка в расплаве: при $h = 50\text{ мм}$ $\tau_{\text{liq}} = 60\text{--}120\text{ с}$ (до выравнивания/дегазации). Нагрев: предсушка/преднагрев $20\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ до $600\text{ }^\circ\text{C}$; подъём на расплав $30\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ до T_{work} (контроль локальных перегревов $> 1300\text{ }^\circ\text{C}$). Контроль однородности перед охлаждением: $\Delta T_{\text{thickness}} \leq 60\text{--}80\text{ }^\circ\text{C}$ (верх–низ), контроль 3 термопарами + ИК-картой ([12], [15]). Термодиффузия/теплопроводность: flash-метод по ASTM E1461 (75–2800 K), расчёт $\lambda = \alpha \rho C_p$ ([12]).

Быстрый расчёт энергобаланса (на 1 м^2 при $h = 50\text{ мм}$): $m \approx 2800\text{ кг}/\text{м}^3 \cdot 0,05\text{ м} = 140\text{ кг}$; $Q_{\text{sens}} \approx c_p \cdot m \cdot \Delta T \approx 0,84 \cdot 140 \cdot 1225 \approx 144\text{ МДж}/\text{м}^2$; латентный эффект $\approx 40\text{--}70\text{ МДж}/\text{м}^2$; **итого 185–215 МДж/м²** (без потерь).

Для базальтов/габбро приняты: толщина монолитного слоя $50 \pm 5\text{ мм}$; рабочее окно температур $T_{\text{work}} = 1240\text{--}1280\text{ }^\circ\text{C}$; выдержка в расплаве $\tau_{\text{liq}} = 60\text{--}120\text{ с}$; преднагрев $20\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ до $600\text{ }^\circ\text{C}$ и подъём $30\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ до T_{work} . Перед охлаждением обеспечивается $\Delta T_{\text{thickness}} \leq 60\text{--}80\text{ }^\circ\text{C}$ (3 термопары + ИК-контроль). Вязкостное окно $\eta = 10\text{--}50\text{ Па}\cdot\text{с}$ подтверждено лабораторно (DSC/DTA, реология) [2–3, 12, 15].

Сезонные режимы нагрева и выдержки.

- **Зима** ($T_{\text{amb}} \leq 0\text{ }^\circ\text{C}$, ветер $\geq 3\text{ м}/\text{с}$): увеличить преднагрев до $30\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ (до $600\text{ }^\circ\text{C}$), рабочий подъём оставить $30\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$, расширить выдержку расплава до $\tau_{\text{liq}} = 90\text{--}150\text{ с}$ для выравнивания; целевая однородность перед охлаждением $\Delta T_{\text{thickness}} \leq 50\text{--}70\text{ }^\circ\text{C}$.

- **Лето** ($T_{\text{amb}} \geq 25\text{ }^\circ\text{C}$, ветер $\leq 3\text{ м}/\text{с}$): преднагрев $20\text{--}40\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$, τ_{liq} можно сократить до $60\text{--}90\text{ с}$; допустима $\Delta T_{\text{thickness}} \leq 60\text{--}80\text{ }^\circ\text{C}$.

5. Моделирование термоплавки и энергобаланса

Теплоперенос моделировался в постановке полуограниченного тела с конвективно-лучистым теплообменом на поверхности; свойства — из п. 4. Для оценки реализуемо-

сти полевых плавков и требований к энергоподводу использовали отчёты FRTR/DOE по In-Situ Vitrification (ISV) как технологический бенчмарк [6].

6. Экспериментальная термоплавка и оборудование

Линейно-модульная платформа (секции 1–2 м): индукционные/газокислородные блоки; пирометры/термопары; валки выравнивания; дозатор флюсов (доломит/известняк) для корректировки температуры плавления без потери механики стеклокерамики. Режимы выбирали с учётом минералогии и данных о плавкости/гомогенизации [3].

Длина активной секции нагрева: $L_{\text{heat}} = 1,5\text{ м}$ (по ширине полосы). Скорость платформы: $v = \frac{L_{\text{heat}}}{\tau_{\text{liq}}}$

- при $\tau_{\text{liq}} = 60\text{ с} \rightarrow v \approx 1\{,5\}\text{ м}/\text{мин}$; при $\tau_{\text{liq}} = 120\text{ с} \rightarrow v \approx 0\{,75\}\text{ м}/\text{мин}$. Флюсы (опционально): доломит 5–12 мас.%, известняк 5–10 мас.% (суммарно $\leq 15\text{ мас.}\%$), с верификацией механики стеклокерамики на образцах ([3]). Выравнивание: валки/гребёнка, целевая толщина $h_{\text{target}} = 50\text{ мм}$; контроль лазерной линейкой. Основание: $R_q \leq 5\text{ мм}$; дренаж; влажность $W < 2\text{ }\%$. Датчики: пирометры + 3×термопары (верх/середина/низ), ИК-камера (навигация по $T(x,y,t)$) ([15]). Подготовка образцов/калибровка процедур: по USBR Rock Manual + ASTM D4543 (геометрия кернов) ([11], [13]).

Скорость платформы рассчитывали как $v = \frac{L_{\text{heat}}}{\tau_{\text{liq}}}$. Для $L_{\text{heat}} = 1\{,5\}\text{ м}$ и $\tau_{\text{liq}} = 60\text{--}120\text{ с}$ получали $v \approx 0\{,75\}\text{--}1\{,5\}\text{ м}/\text{мин}$. Опционально вводили флюсы (доломит 5–12 %, известняк 5–10 %, суммарно $\leq 15\text{ }\%$) для снижения T_{liq} ; механические свойства стеклокерамики верифицировались на образцах. Поверхность выравнивали валками ($h_{\text{target}} = 50\text{ мм}$); основание: $R_q \leq 5\text{ мм}$, $W < 2\text{ }\%$. Датчики: пирометры, термопары (верх/середина/низ), ИК-камера [3, 11, 13, 15].

Скорость платформы и экранирование (сезонно).

- **Зима:** применять теплозащитные экраны и «тепловую юбку» по периметру секции; снизить скорость до $v \approx 0,6\text{--}1,0\text{ м}/\text{мин}$ (при $L_{\text{heat}} = 1,5\text{ м}$ и $\tau_{\text{liq}} = 90\text{--}150\text{ с}$).

Ограничить эксплуатацию при ветре > 6 м/с; при 3–6 м/с — усиливать экранирование.

– **Лето:** при стабильной розе ветров допускать $v \approx 1,2\text{--}1,6$ м/мин ($\tau_{liq} = 60\text{--}75$ с); контроль локальных перегревов — состояние и расход горелок/индукторами. **Флюсы (оба сезона):** суммарно ≤ 15 мас.% (доломит 5–12 %; известняк 5–10 %); в зимних условиях вводить в меньших дозах (нижняя граница) и обязательно перепроверять прочность стеклокерамики.

7. Охлаждение и управление термонапряжениями

Ступенчатое охлаждение: конвекция воздухом \rightarrow мелкодисперсный водяной туман \rightarrow контакт с теплоёмкой подложкой/локальные струи; ограничение $\Delta T/\Delta t$ подбиралось по термограмме и по результатам прочностных испытаний после термошока. Для ориентиров применялись испытания на термоустойчивость керамик и испытания натуральных камней при циклах замерзания-оттаивания [9].

Цель: минимизировать остаточные напряжения/микротрещины, особенно при проходе T_g .

Ступени для $h = 50$ мм:

1. $1250 \rightarrow 900$ °C — экранированная воздушная конвекция; $30\text{--}60$ °C/мин; $\Delta T_{thickness} \leq 80$ °C.

2. $900 \rightarrow 700$ °C — мелкодисперсный водяной туман/пониженная конвекция; $5\text{--}10$ °C/мин; $\Delta T_{thickness} \leq 50$ °C.

3. $700 \rightarrow 500$ °C (зона T_g) — минимальная конвекция (туман импульсно); $2\text{--}5$ °C/мин; $\Delta T_{thickness} \leq 30\text{--}40$ °C, продольная неравномерность ≤ 60 °C/м.

4. 500 °C $\rightarrow 200$ °C \rightarrow **амбиент** — воздух; $10\text{--}20$ °C/мин.

Ограничения:

- Водяной туман/локальные струи **не применять выше $900\text{--}950$ °C.**

- Точечное охлаждение (CO_2 /вода) — только ниже 900 °C, по ИК-картам ([15]).

- Переход к следующей секции: отсутствие «горячих пятен» > 200 °C контраста на 1 м длины.

Климатическая стойкость: ориентиры по freeze-thaw испытаниям натуральных камней (лабораторный масштаб, [9]).

НК после охлаждения: ИК-термография

— **ISO 18434-1;** ультразвук UPV — **ISRM Suggested Method** ([15], [14]).

Охлаждение — ступенчатое: $1250\text{--}900$ °C ($30\text{--}60$ °C/мин; $\Delta T_{thickness} \leq 80$ °C); $900\text{--}700$ °C ($5\text{--}10$ °C/мин; $\Delta T_{thickness} \leq 50$ °C); критическая зона через T_g : $700\text{--}500$ °C ($2\text{--}5$ °C/мин; $\Delta T_{thickness} \leq 30\text{--}40$ °C); далее 500 °C \rightarrow **амбиент** ($10\text{--}20$ °C/мин). Водяной туман/локальные струи не применяли выше $900\text{--}950$ °C; допуск к следующей секции — отсутствие горячих зон > 200 °C на 1 м по ИК-карте [9, 14–15].

Ступени охлаждения — сезонные поправки ($h = 50$ мм).

1. $1250\text{--}900$ °C (**конвекция**):

— **Зима:** $30\text{--}50$ °C/мин, $\Delta T_{thickness} \leq 70$ °C (усиленные экраны).

— **Лето:** $40\text{--}60$ °C/мин, $\Delta T_{thickness} \leq 80$ °C.

2. $900\text{--}700$ °C (**перед T_g , туман/пониженная конвекция**):

— **Зима:** $4\text{--}8$ °C/мин, $\Delta T_{thickness} \leq 40\text{--}45$ °C.

— **Лето:** $5\text{--}10$ °C/мин, $\Delta T_{thickness} \leq 50$ °C.

3. $700\text{--}500$ °C (**зона T_g , самая медленная «полка»**):

— **Зима:** $1\text{--}3$ °C/мин, $\Delta T_{thickness} \leq 25\text{--}35$ °C.

— **Лето:** $2\text{--}5$ °C/мин, $\Delta T_{thickness} \leq 30\text{--}40$ °C.

4. 500 °C $\rightarrow 200$ °C \rightarrow **амбиент**:

— **Зима:** $8\text{--}15$ °C/мин; не допускать прямого обдува холодным воздухом с подветренной стороны.

— **Лето:** $10\text{--}20$ °C/мин.

Ограничения: водяной туман и локальные струи **не применять выше $900\text{--}950$ °C** (оба сезона); точечное охлаждение — только ниже порога и по ИК-карте.

8. Неразрушающий контроль (НК)

ИК-термография — он-лайн мониторинг горячих зон/неоднородностей охлаждения по ISO 18434-1 [15]. Ультразвуковая передача (UPV) — оценка однородности и скрытой трещиноватости по ISRM Suggested Method [14].

9. Критерии инженерной пригодности покрытия

Механика: прочность при сжатии/модуль — по ASTM D7012 (см. агрегированное описание в USBRRockManual) [11]. Сцепление/шероховатость — ориентиры по TRB/NCHRP Report 154 для противоскольжения на дорожных покрытиях [8].

Технологическая схема



Рисунок 1. Линейно-модульная установка для *in-situ* термоплавки дорожного слоя. 1 — преднагрев; 2 — расплавление; 3 — выравнивание; 4 — дозатор флюсов; 5 — ступенчатое охлаждение (5а — конвекция; 5b — водяной туман; 5с — полка через T_g); ИК-контроль и термопары обеспечивают удержание $\Delta T_{thickness}$ 80→50→30 °С.

Линейно-модульная платформа: секции нагрева 1–2 м (индукционные/газокислородные), узел распределения расплава, валки выравнивания, блок охлаждения. Управление по ПИД-контур с термо- и ветрокоррекцией. Контроль дефектов — УЗК и ИК-термография.

10. Планирование эксперимента и статистика

Факторный план (температура плавки, скорость продвижения платформы, интенсивность охлаждения); ANOVA ($\alpha=0,05$), пост-хос тест Тьюки; интегральные метрики: дефектность (ИК-НК, UPV), прочность, водостойкость.

Образец/секция	UPV до (км/с)	UPV после (км/с)	σсж (МПа)	Е (ГПа)	Водопогл., %	BPN сух/влажн (E303)	Примечание			
—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—			
Образец	T (°C)		а, мм²/с	Ср, кДж/кг·K		λ, Вт/м·K	Метод (ASTM E1461)			
—	—		—	—		—	—			
—	—		—	—		—	—			
—	—		—	—		—	—			
Образец	Tg (°C)	Tx (°C)	T_liq (°C)	Ea (кДж/моль)	n (—)	β (°C/мин)	Метод			
—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—			
Образец	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO	CaO	MgO	Na₂O	K₂O	TiO₂	Примечание
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2. Химический состав (XRF) исследованных образцов.
Таблица 3. Результаты DSC/DTA и параметры кристаллизации (Киссинджер/изоконверс.).
Таблица 4. Термофизические характеристики (flash-метод, ASTM E1461).
Таблица 5. Неразрушающий контроль и механические/эксплуатационные показатели (UPV, прочность, E303).

ИК-термография + три термопары (верх/середина/низ) и UPV до/после охлаждения; допуск — отсутствие горячих пятен $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 1 м и $|\Delta\text{UPV}|$ ниже порога приёмки.

2.7. Контроль качества (НК).

1250→900 $^{\circ}\text{C}$: 30–60 $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, $\Delta T_{\text{thickness}} \leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$; 900→700 $^{\circ}\text{C}$: 5–10 $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, $\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$; 700→500 $^{\circ}\text{C}$ (зона T_g): 2–5 $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, $\leq 30\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$; далее 10–20 $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до амбиента; туман не применять выше 900–950 $^{\circ}\text{C}$.

2.6. Охлаждение и термонапряжения (сводка).

Скорость $v = L_{\text{heat}} / \tau_{\text{liq}}$ (см. (1)). При $L_{\text{heat}} = 1,5\text{ м}$: $\tau_{\text{liq}} = 60\text{ с} \Rightarrow v \approx 1,5\text{ м}/\text{мин}$; $\tau_{\text{liq}} = 120\text{ с} \Rightarrow v \approx 0,75\text{ м}/\text{мин}$.

2.5. Кинематика платформы.

Преднагрев 20–50 $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до 600 $^{\circ}\text{C}$; подъём 30–60 $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до T_{work} ; выдержка в расплаве $\tau_{\text{liq}} = 60\text{--}120\text{ с}$ при целевом окне вязкости $\eta = 10\text{--}50\text{ Па}\cdot\text{с}$.

2.4. Режимы нагрева и выдержки.

Площадь в минуту $A' = W \cdot v$. Мощность $P \approx Q \cdot A' / 60$. Примеры: $W = 1,0\text{ м}$, $v = 1,0\text{ м}/\text{мин} \Rightarrow P \approx 3,3\text{ МВт}$; $W = 0,5\text{ м}$, $v = 0,75\text{ м}/\text{мин} \Rightarrow P \approx 1,25\text{ МВт}$ (без учёта потерь). С учётом КПД 30–60 %: подключаемая мощность 2–5 МВт при $v = 0,6\text{--}1,0\text{ м}/\text{мин}$.

2.3. Требуемая мощность (на полосу).

Чувствительный нагрев: $Q_{\text{sens}} \approx C_p \cdot \rho \cdot h \cdot \Delta T$. При $\Delta T \approx 1225\text{ К}$: $Q_{\text{sens}} \approx 0,84 \cdot 140 \cdot 1225 \approx 144\text{ МДж}/\text{м}^2$. Условный вклад расплавления/гомогенизации: +40–70 МДж/м². Итог: $Q \approx 185\text{--}215\text{ МДж}/\text{м}^2$.

2.2. Энергия на 1 м².

Толщина слоя $h = 50 \pm 5\text{ мм}$; ширина $W = 0,5\text{--}1,0\text{ м}$; плотность $\rho \approx 2800\text{ кг}/\text{м}^3$; теплоёмкость $C_p \approx 0,84\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ в интервале 20–1200 $^{\circ}\text{C}$; рабочее «окно» расплава $T_{\text{work}} = 1240\text{--}1280\text{ }^{\circ}\text{C}$; вклад расплавления агрегирован в Q .

2.1. Принятые допущения.

Результаты: расчётные оценки и проектные параметры

Технологическая схема

Линейно-модульная платформа: секции нагрева 1–2 м (индукционные/газокислородные), узел распределения расплава, валки выравнивания, блок охлаждения. Управление по ПИД-контур с термо- и ветрокоррекцией. Контроль дефектов — УЗК и ИК-термография. (см. рис. 1).

Охлаждение и управление напряжениями

Ключевые риски — термошок и неравномерная кристаллизация. Рекомендуется многоступенчатая схема охлаждения с ограничением температурных градиентов, а также использование добавок/флюсов для снижения температуры плавления и улучшения спекаемости при сохранении прочности.

Экологические аспекты и экономика

Экономическая оценка (предварительно)

Энергобаланс уточнить с учётом потерь излучением/конвекцией и КПД нагревателей. Рассчитать плотность мощности ($\text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$) при заданных v и W ; выполнить сравнение LCCA на 10–15 лет (CAPEX: установка; OPEX: энергия/газ; ремонтные циклы) с асфальтом и бетоном.

Меры: теплозащитные экраны и тепловые шторы; зоны ограничения доступа $\geq 3\text{ м}$; СИЗ для персонала; газоочистка/вентиляция; мониторинг NOx и дыма; контроль шума. Аварийная остановка нагрева (электро/газ) и план действий при отказе питания. Водяной туман применять только ниже 900 $^{\circ}\text{C}$.

Отсутствие битума снижает нефтезависимость и эмиссии при укладке. LCA-составление с бетонными и асфальтовыми покрытиями требует локализации допущений (энергомикс, логистика, климат), но указывает на потенциал снижения ремонтных затрат за счёт увеличения межремонтных сроков.

План пилотной валидации

Критерии приёмки (предлагаемые пороги): BPN_{влажн} $\geq 40\text{--}55$ (уточнить по нормам); $|\Delta\text{UPV}| \leq 5\text{--}10\text{ }%$; морозостойкость: потеря массы $\leq 1\text{--}3\text{ }%$, падение UPV $\leq 5\text{--}10\text{ }%$ после N циклов; дефектность по ИК/UPV ниже порога; ровность/профиль — по местным регламентам.

Участок: 10–20 м (полоса 0,5–1,0 м), затем 0,5–1,0 км. Замеры до/после: XRF; DSC/DTA (T_g , T_x , T_{liq}); E1461 (a , C_p , λ); UPV; прочность при сжатии, E ; водопоглощение; BPN (сух/влажн). НК он-лайн: ИК-камера + 3 термопары.

Этап 1 — лабораторные образцы (0,3×0,3 м), карты температур/скоростей; Этап 2 — пилот 10–20 м (уклон $\leq 8\text{ }%$), мони-

торинг дефектов 12 мес.; Этап 3 — участок 0,5–1,0 км на горной дороге IV категории, сравнение с асфальтобетоном по сцеплению, колееобразованию, водостойкости и трещиностойкости зимних циклов.

Заключение

Термоплавка природных пород для формирования монолитного покрытия технологически реализуема при соблюдении режимов нагрева/охлаждения, корректного

подбора пород и управлении термонапряжениями. Технология перспективна для горных регионов Кыргызстана при подтверждении показателей на пилотах.

Благодарности

Автор благодарит коллег из Жалал-Абадского научного центра ЮО НАН КР за обсуждения.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. География Кыргызской Республики. Часть II. Экономическая и социальная география / под ред. Ю.В. Шинко. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2022. 418 с. ISBN 978-9967-19-860-9.
2. Huo Y., Qin G., Huo J., Zhang X., Zhu Y. Crystallization Kinetics of Basalt Glass-Ceramics Produced from Olivine Basalt Rock. *Crystals*. 2022;12(7):899. <https://doi.org/10.3390/cryst12070899>.
3. Chen X., Zhang Y., Hui D., Chen M., Wu Z. Study of melting properties of basalt based on their mineral components. *Composites Part B: Engineering*. 2017;116:53–60. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.02.014>.
4. de Lima L.F., Zorzi J.E., Cruz R.C.D. Basaltic glass-ceramic: A short review. *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidr.* 2022;61(1):2–12. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2020.07.005>.
5. Byers M.G., Fitzpatrick V.F., Holtz R.D. Site Remediation by In Situ Vitrification. *Transportation Research Record*. 1991;1312:162–173.
6. FRTR/DOE. In Situ Vitrification – Cost & Performance Report (Oak Ridge). Federal Remediation Technologies Roundtable, 2000-e гг. URL: <https://frtr.gov/costperformance/pdf/OakRidge.PDF> (дата обращения: [указать]).
7. USGS. Basalt – Glossary. U.S. Geological Survey, 2015. URL: <https://volcanoes.usgs.gov/vsc/glossary/basalt.html> (дата обращения: [указать]).
8. NCHRP Report 154. Determining Pavement Skid-Resistance Requirements. Transportation Research Board, 1975. URL: https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_154.pdf.
9. Erol G., Arslan M., Erol O. A laboratory-scale investigation on freezing–thawing performance of natural stones. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*. 2023;168:73–86. URL: <https://bmta.researchcommons.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1089&context=journal>.
10. Aryan Y., et al. A critical review of life-cycle assessment studies on asphalt pavement construction. *Journal of Environmental Management*. 2023;343:118199. (доступ через ScienceDirect).
11. USBR. Engineering Geology Field Manual. 2nd ed. U.S. Bureau of Reclamation, Denver, 1998.
12. ASTM E1461-13. Standard Test Method for Thermal Diffusivity by the Flash Method. ASTM International, 2013.
13. ASTM D4543-19e1. Standard Practices for Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tolerances. ASTM International, 2019.
14. ISRM. Suggested Methods for Determining Sound Velocity by Ultrasonic Pulse Transmission Technique. In: Ulusay R. (ed.) *The ISRM Suggested Methods*. 2007.
15. ISO 18434-1:2008. Condition monitoring and diagnostics of machines — Thermography — Part 1: General procedures and guidelines. International Organization for Standardization, 2008.

УДК 504

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КАМПУСОВ
(ТЕРРИТОРИЙ) ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ГОРОДА ОШ****Шамшиев Б.Н., Исмаилова Ж. А., Калыкова Ж. Б.¹,
Аккулов А. У.², Мамасадык уулу А.³**¹*Ошский технологический университет имени М. Адышева*²*Ошский государственный университет, Консалтинг Центр по сохранению
горных экосистем и зеленых инноваций*³*Ошский государственный педагогический университет имени А. Мырсабекова***ОШ ШААРЫНЫН ЖОГОРКУ ОКУУ ЖАЙЛАРЫНЫН КАМПУСТАРЫН (АЙМАГЫНЫН)
ЖАШЫЛДАНДЫРУУ СИСТЕМАСЫН
ИЗИЛДӨӨ ЖАНА ЖАКШЫРТУУ****Шамшиев Б.Н., Исмаилова Ж. А., Калыкова Ж. Б.¹,
Аккулов А. У.², Мамасадык уулу А.³**¹*М.Адышев атындагы Ош технологиялык университети*²*Ош мамлекеттик унивеситети, Тоо экосистемаларын сактоо жана жашыл инноваци-
ялар Консалтинг Борбору*³*А. Мырсабеков атындагы Ош мамлекеттик педагогикалык университети***RESEARCH AND IMPROVEMENT OF THE CAMPUS (GROUND) LANDSCAPING SYSTEM
OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN OSH****Shamshiev B. N., Ismailova Zh. A., Kalykova Zh. B.¹,
Akkulov A. U.², Mamasadyk uulu A.³**¹*Osh Technological University named after M. Adyshev*²*Osh State University, Consulting Center for the Preservation of Mountain
Ecosystems and Green Innovation*³*Osh State Pedagogical University named after A. Myrsabekov*

Аннотация. В данной статье на научной основе анализируется эстетическое, экологическое и функциональное значение озеленения территорий высших учебных заведений (ВУЗов) г. Ош. ВУЗы занимают особое место в системе городского озеленения и считаются важным градообразующим фактором. Основной целью исследования в статье является разработка научно обоснованной методики ландшафтной организации территорий ВУЗов с учетом негативного воздействия городской среды на окружающую среду (газ, пыль, шум) и рекомендация оптимального ассортимента постоянных насаждений. В исследование были включены территории четырех крупных ВУЗов г. Ош (ОшМУ, ОшТУ, ОшМПУ, КОЭАУ). Оценка ландшафта основывалась на определении процента уровня озеленения, состояния растений, санитарно-гигиенических и эстетических показателей. Основные результаты исследования: состояние растений в целом удовлетворительное, но на отдельных участках необходимо заменить сухостойные деревья; наиболее высокие эстетические и санитарно-гигиенические показатели зафиксированы на территориях ВУЗов юго-восточной части города; Отмечена необходимость усиления защитной функции озеленения образовательных учреждений, расположенных вблизи автодорог, от городской пыли и газов. Даны следующие рекомендации: увеличение количества видов устойчивых, декоративных и экологически активных растений (например, ель колючая, боярышник, тополь белый, ягодник); разделение территории университета на функциональные зоны (учебно-практическую, парковую, жилую, спортив-

ную, хозяйственную); организация архитектурных объектов и зеленых насаждений в единый ансамбль, создание эстетически и экологически благоприятных условий для студентов. Научная новизна исследования: Впервые комплексно исследованы принципы озеленения и ландшафтной организации территорий университета в условиях города Ош и разработаны практические рекомендации.

Ключевые слова: озеленение, ландшафтная организация, высшее учебное заведение, город Ош, экология, эстетика, градостроительство, подбор ассортимента растений, санитарно-гигиеническая оценка, архитектурный ансамбль, устойчивые растения, функциональная зона, экологическое равновесие.

Аннотация. Бул макала Ош шаарындагы жогорку окуу жайларынын (ЖОЖ) аймактарын жашылдандыруунун эстетикалык, экологиялык жана функционалдык маанисин илимий негизде талданды. ЖОЖдор шаардык жашылдандыруу тутумунда өзгөчө орду бар жана шаар түзүүчү маанилүү фактор катары каралат. Макаладагы изилдөөнүн негизги максаты — шаар чөйрөсүнүн терс экологиялык таасирлерин (газ, чаң, ызы-чуу) эске алуу менен, ЖОЖдордун аймактарын илимий негизделген ландшафттык уюштуруу ыкмасын иштеп чыгуу жана туруктуу өсүмдүктөрдүн оптималдуу ассортиментин сунуштоо. Изилдөөгө Ош шаарындагы төрт ири жогорку окуу жайдын (ОшМУ, ОшТУ, ОшМПУ, КӨЭАУ) аймактары киргизилген. Ландшафттык баалоо жашылдандыруу деңгээлинин пайыздык үлүшүн, өсүмдүктөрдүн абалын, санитардык-гигиеналык жана эстетикалык көрсөткүчтөрүн аныктоого негизделген. Изилдөөнүн негизги жыйынтыктары: өсүмдүктөрдүн абалы жалпысынан канааттандырууларлык, бирок айрым аймактарда куураган дарактарды алмаштыруу зарыл; эң жогорку эстетикалык жана санитардык-гигиеналык көрсөткүчтөр Юго –Восток шаарчасындагы жогорку окуу жайларынын аймактарында катталган; жолдорго жакын жайгашкан окуу жайлар үчүн жашылдандыруунун шаардык чаңдан жана газдан коргоочу функциясын күчөтүү зарылдыгы белгиленген. Берилген сунуштар: туруктуу, декоративдүү жана экологиялык жактан активдүү өсүмдүктөрдүн (мисалы, тикенектүү көк карагай, долоно, ак терек, жиде) түрлөрүн көбөйтүү; ЖОЖ аймактарын функционалдык зоналарга (окуу-тажрыйба, парктык, турак жай, спорттук, чарбалык) бөлүү; архитектуралык объекттер менен жашыл мейкиндиктерди бирдиктүү ансамблде уюштуруу, студенттер үчүн эстетикалык жана экологиялык жактан ыңгайлуу шарт түзүү. Изилдөөнүн илимий жаңылыгы: ЖОЖдордун аймактарын жашылдандыруунун жана ландшафттык уюштуруунун принциптери Ош шаарынын контекстинде биринчи жолу комплекстүү түрдө изилденип, практикалык сунуштар иштелип чыкты.

Негизги сөздөр: жашылдандыруу, ландшафттык уюштуруу, жогорку окуу жайы, Ош шаары, экология, эстетика, шаар куруу, өсүмдүктөрдүн ассортиментин тандоо, санитардык-гигиеналык баалоо, архитектуралык ансамбль, туруктуу өсүмдүктөр, функционалдык зона, экологиялык тең салмактуулук.

Annotation. This article provides a scientific analysis of the aesthetic, ecological, and functional significance of landscaping on the campuses of higher education institutions (HEIs) in Osh. Universities occupy a special place in the urban landscaping system and are considered an important city-forming factor. The main objective of this study is to develop a scientifically based methodology for landscaping university campuses, taking into account the negative impact of the urban environment (gas, dust, noise), and recommending an optimal selection of permanent plantings. The study included the campuses of four major universities in Osh (OshMU, OshTU, OshMPU, and KOEAU). The landscape assessment was based on determining the percentage of greenery, plant condition, sanitary, hygienic, and aesthetic indicators. The main results of the study: the condition of the plants is generally satisfactory, but in some areas dead trees need to be replaced; the highest aesthetic and sanitary-hygienic indicators were recorded on the grounds of universities in the southeastern part of the city; the need to strengthen the protective function of the landscaping of educational institutions located near highways from urban dust and gases was noted. The following recommendations were made: increasing the number of species of resistant, ornamental, and environmentally friendly plants

(e.g., prickly spruce, hawthorn, white poplar, berry bush); dividing the university territory into functional zones (educational and practical, park, residential, sports, economic); organizing architectural objects and green spaces into a single ensemble, creating aesthetically and environmentally favorable conditions for students. Scientific novelty of the study: For the first time, the principles of landscaping and landscape organization of university grounds in the city of Osh have been comprehensively studied and practical recommendations have been developed.

Key words: landscaping, landscape organization, higher education institution, Osh city, ecology, aesthetics, urban planning, selection of plant assortment, sanitary and hygienic assessment, architectural ensemble, sustainable plants, functional zone, ecological balance.

Киришүү. Шаарларды жашылдандыруу системасы коомдук парктарды, скверлерди жана бакчаларды гана эмес, ошондой эле маданий-тиричилик мекемелеринин, анын ичинде жогорку окуу жайларынын (ЖОЖ) аймактарын да камтыйт. Ар кандай профилдеги университеттер шаарлардын пландоо түзүмүндө өзгөчө орунду ээлеп, көп учурда негизги шаар түзүүчү фактор болуп саналат. Ош шаары сыяктуу студенттик жаштар калктын олуттуу бөлүгүн түзгөн шаарларда ЖОЖдордун аймактарын жашылдандыруу жана көрктөндүрүү чоң социалдык, экологиялык жана эстетикалык мааниге ээ. [4]

ЖОЖдордун аймактарын жашылдандыруу — бул жөн гана жасалгалоо иши эмес, тескерисинче, эстетикалык, экологиялык жана функционалдык милдеттерди аткарган комплексдүү процесс болуп эсептелет. Ал студенттер жана окутуучулар үчүн жагымдуу, коопсуз жана ден соолукка пайдалуу билим берүү чөйрөсүн түзүүгө багытталган.

Ошондуктан жогорку окуу жайларынын аймактарын жашылдандырууда ландшафттык-архитектуралык комплекстүү ыкманы колдонуу, окуу жайдын адистешүүсүн, архитектуралык-пландоо өзгөчөлүктөрүн жана композициялык түзүмүн эске алуу зарыл. Ушул изилдөө Ош шаарындагы ЖОЖдордун жашыл аймактарынын учурдагы абалын талдоого жана алардын шаардык жашылдандыруу системасындагы ордун аныктоого багытталган.

Изилдөөнүн методологиясы. Ош шаарындагы жогорку окуу жайларынын (ЖОЖ) аймактарын ландшафттык уюштуруунун илимий негизделген ыкмасын иштеп чыгуу максатындагы изилдөө негизги эки этапта жүргүзүлдү: алгачкы маалыматтарды чогултуу жана комплекстүү ландшафттык талдоо. Ландшафттык системага ылайык, бул обь-

екттер аймактык критерийлер боюнча шаар ичиндеги жана функционалдык максаты боюнча чектелген пайдалануудагы деп классификацияланат [2, 7].

1. Алгачкы маалыматтарды чогултуу. Изилдөөнүн баштапкы этабында объектилердин учурдагы абалы жана ага таасир этүүчү тышкы факторлор аныкталды. Бул үчүн талаа изилдөөлөрү жана документтик булактарды талдоо жүргүзүлдү. [8]

• **Рекогносцировкалык иликтөө:** Изилдөөгө алынган жогорку окуу жайлардын аймактары Ош мамлекеттик университети (ОшМУ); Ош технологиялык университети (ОшТУ); Ош Мамлекеттик Педагогикалык Университети (ОМПУ); Кыргыз-Өзбек Эл аралык университети, (КӨЭАУ) жалпы кароодон өткөрүлүп, жашылдандыруу элементтеринин жайгашуусу, функционалдык зоналары жана антропогендик жүктөмдүн деңгээли алдын ала бааланды. [3]

• **Жаратылыш-климаттык шарттарды баалоо:** Ош шаарынын климаттык өзгөчөлүктөрү (жайкы ысык, кышкы суук) жана алардын өсүмдүктөрдүн биологиялык туруктуулугуна тийгизген таасири аныкталды. [4]

• **Инженердик-геологиялык шарттарды аныктоо:** Аймактын топурагынын сапаты, жер алдындагы жана жер үстүндөгү суулардын деңгээли, ошондой эле курулуш структураларынын жашылдандырууга болгон таасири изилденди.

2. Ландшафттык талдоо жана баалоо. Алгачкы маалыматтардын негизинде жашылдандыруунун учурдагы абалына комплекстүү баа берилди. Талдоо төмөнкү критерийлер боюнча жүргүзүлдү [5]:

2.1. Жашылдандыруунун абалын баалоо. Өсүмдүктөрдүн биологиялык жана физиологиялык абалы үч категория боюнча бааланды:

- **Жакшы абалда:** Дарактар жана бадалдар толук өнүккөн, зыянкечтерден таза;
- **Канааттандыруу:** Кээ бир өсүмдүктөрдө механикалык же биологиялык кемчиликтер байкалат;
- **Канааттандыруу эмес:** Өсүмдүктөр оорулуу, куураган же деградацияланган абалда.

2.2. Санитардык-гигиеналык баалоо. Бул баалоо жашыл өсүмдүктөрдүн шаар экологиясына тийгизген оң таасирин аныктоого багытталды. Башкы көрсөткүчтөр:

- кычкылтек өндүрүмдүүлүгү;
- фитонциддер менен чөйрөнү байытуу жөндөмдүүлүгү;
- чаң жана газ кармоо мүмкүнчүлүгү.

2.3. Эстетикалык баалоо. Аймактын визуалдык жана мейкиндиктик гармониясы төмөнкү факторлор боюнча бааланды [3]:

- өсүмдүктөр менен архитектуралык объекттердин айкалышы;
- көрүү чекиттеринин ар түрдүүлүгү жана кайталанбастыгы;
- рельефтин жана геопластикалык элементтердин көрктүү колдонулушу.

2.4. Кошумча талдоо критерийлери.

- **Жашылдандыруу деңгээли:** Аймактын жалпы балансында жашыл аянттын пайыздык үлүшү (нормативдик көрсөткүчтөр менен салыштырылды);
- **Кеңири-мейкиндиктик түзүм:** Өсүмдүктөрдүн жайгашуу формалары (ачык, жабык, жарым-ачык) жана антропогендик деградация стадиялары аныкталды;
- **Функционалдык зоналоо:** Окуу, эс

алуу, спорттук жана чарбалык зоналардын бөлүштүрүлүшү талданды;

- **Стилдик багыт:** Жашылдандырууда колдонулган негизги композициялык стилдер (регулярдык же пейзаждык) аныкталды.

Изилдөөнүн жыйынтыктоочу ба-скычы. Оштогу көчөлөрдү кеңейтүү жана көп кабаттуу курулуштар жашыл аймактарды кыскартып, микроклиматты начарлатып, тургундардын эс алуу мүмкүнчүлүктөрүн азайтууда. Ошондуктан, ЖОЖдордун аймагындагы бак-дарактарды сактоо жана кеңейтүү шаардын туруктуу өнүгүүсүнүн негизги приоритети болуп саналат. ЖОЖдордун аймактарын жашылдандыруунун санитардык-гигиеналык (абаны тазалоо) жана эстетикалык (көрктүүлүк) функцияларын бирдей деңгээлде камсыздоого багытталган.

Изилдөөнүн илимий жаңылыгы — жогорку окуу жайларынын аймактарын ландшафттык уюштуруунун ыкмалары жана принциптери биринчи жолу Ош шаарынын климаттык жана шаардык шарттарына ылайыкташтырылып иштелип чыгышында болуп саналат.

Жыйынтыктар жана талкуулар. Жүргүзүлгөн ландшафттык-архитектуралык изилдөөлөрдүн натыйжасында Ош шаарындагы жогорку окуу жайларынын (ЖОЖ) аймактарында жашылдандыруунун учурдагы абалы, структурасы жана функционалдык өзгөчөлүктөрү аныкталды. Талаа байкоолордун жана талдоолордун негизинде төмөнкү жыйынтыктар чыгарылып, аларды жакшыртуу боюнча сунуштар иштелип чыкты.

Таблица 1. Ош шаарындагы ЖОЖдордун аймактарын жашылдандыруунун абалына жүргүзүлгөн талдоонун жыйынтыктары.

Аспект	Жыйынтыктын абалы	Түшүндүрмөсү
Жашылдандыруунун деңгээли	Нормативден төмөн	Изилдөөгө алынган төрт ЖОЖ-дун (ОшМУ, ОшТУ, ОшМПУ, КӨЭАУ) аймактарында жашыл аянттын жалпы көлөмү шаар куруу нормасындагы көрсөткүчүнө жетпейт. Орточо деңгээли 30% жогорурак аралыгында. Катуу капталган беттер (автоунаа токтотуучу жайлар) басымдуулук кылат.

Өсүмдүктөрдүн биологиялык абалы	Канааттандырарлык	Көпчүлүк дарактар менен бадалдардын өсүшү нормалдуу, бирок айрым участоктордо куураган жана оорулуу дарактар байкалат. Жолдорго жакын зоналарда чаң жана газдын таасиринен өсүмдүктөрдүн декоративдүүлүгү төмөндөгөн.
Эстетикалык жана композициялык түзүлүш	Бирдей эмес/Системасыз	Кээ бир университеттерде (ОшМУ, ОшТУ) жашылдандыруу архитектуралык ансамбль менен айкалышып, пейзаждык стили сакталган. Бирок башка объектилерде жашыл аянттар системасыз жайгашып, функционалдык байланыш начар.
Санитардык-гигиеналык көрсөткүчтөр	Орточо деңгээлде	Өсүмдүктөрдүн чаңды кармоо жана абаны тазалоо жөндөмдүүлүгү бар, бирок абанын булганышы жогору болгон жерлерде коргоочу тилкелердин жетишсиздиги байкалат.
Инженердик тейлөө жана инфраструктура	Жетишсиз	Көпчүлүк аймактарда автоматтык сугат системалары жана түнкү жарыктандыруу каражаттары жок. Бул фактор жашылдандыруунун туруктуулугуна жана эстетикалык көрүнүшүнө терс таасир этүүдө.

Изилдөөнүн жүрүшүндө Ош шаарындагы жогорку окуу жайларынын аймактарындагы жашылдандыруунун абалы талданып, айлана-чөйрөнүн булганышын азайтуу үчүн эң ылайыктуу дарак жана бадал түрлөрү аныкталды. Өсүмдүктөрдүн газга, чаңга жана ызы-чууларга туруктуулугу, ошондой эле алардын санитардык-гигиеналык жана декоративдик касиеттери комплекстүү бааланды. [1,6]

Натыйжада газга жана чаңга эң туруктуу дарак-бадал түрлөрү катары: *Crataegus submollis*, *Picea pungens*, *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *Elaeagnus angustifolia*, *Juniperus virginiana* жана башкалар сунушталды. Бул өсүмдүктөр Ош шаарынын климаттык шарттарына жакшы ылайык келет жана абанын тазалыгын сактоодо, ызы-чууну жана чаңды азайтууда жогорку натыйжалуулук көрсөтөт.

ЖОЖдордун аймактарын комплекстүү ландшафттык уюштуруу жана экологиялык шарттарды жакшыртуу үчүн төмөнкү иш-чараларды аткарууну сунуштайбыз:

1. **Жашылдандыруунун үлүшүн жогорулатуу:** Аймактардагы жашыл аянттарды шаар куруу нормасына ылайык деңгээлине жеткирүү үчүн газондорду кеңейтүү, гүлзарлар менен аллеяларды көбөйтүү жана курулуштардын ортосундагы бош аймактарды көрктөндүрүү. Университеттердин ички аймактарында фитонциддик жана декоративдүү өсүмдүктөрдү (жиде, долоно, черемуха, спирея) көбөйтүү.

2. **Туруктуу өсүмдүктөрдү колдонуу:** Ош шаарынын климаттык шарттарына, айрыкча чаңга жана газга чыдамдуу дарак-бадал түрлөрүн (мисалы: карагай, долоно, жиде, акация, ак терек) пайдалануу. Жол

боюндагы тилкелерде коргоочу дарактарды (карагай, арча, липа) отургузуу.

3. Архитектуралык ансамблди сактоо: Имараттар менен жашыл аянттар бирдиктүү мейкиндиктик-композициялык системада уюштурулушу зарыл. Университеттин архитектуралык стилине жараша регулярдык же пейзаждык ыкманы тандоо сунушталат. Жашыл аймактарды пландаштырууда шаардын шамал жана булгануу багыттарын эске алуу сунушталат.

4. Функционалдык зоналоону оптималдаштыруу: Окуу, рекреациялык (эс алуу), спорттук жана чарбалык зоналар өз функцияларына жараша так иреттелип, алардын ортосундагы жашыл байланыштар (аллеялар, коридорлор) камсыздалышы керек.

5. Эстетикалык дизайн концепциясы: Ар бир ЖОЖ үчүн ландшафттык долбоордо **декоративдүү элементтер** (отургучтар, жолдор, жарык устундар, гүлзарлар) жана өсүмдүктөрдүн түс-декоративдик шайкештиги сакталууга тийиш.

6. Инженердик инфратүзүмдү жакшыртуу: Сугат системасын жаңылоо, дренаждык шарттарды жакшыртуу жана түнкү жарыктандырууну орнотуу жашыл аймактардын узак мөөнөттүү сакталышын жана коопсуздугун камсыз кылат.

Жыйынтыктоо

Изилдөөлөрдүн натыйжалары көрсөттү: Ош шаарындагы жогорку окуу жайларынын жашыл аймактары шаардык экологиялык системанын маанилүү компоненти болуп саналат. Бирок учурдагы жашылдандыруу деңгээли жана аймактардын эстетикалык абалы белгиленген нормативдик талаптарга толук жооп бербейт.

Сунушталган иш-чараларды ишке ашыруу жогорку окуу жайларынын аймактарын комплекстүү ландшафттык уюштурууга, газга жана чаңга туруктуу өсүмдүктөрдүн түрлөрүн кеңейтүүгө, ошондой эле архитектуралык ансамблдин гармониялуу калыптанышына өбөлгө түзөт. Бул өз кезегинде шаардык экологиянын туруктуулугун камсыздап, студенттер менен окутуучулар үчүн ыңгайлуу жана эстетикалык жагынан жакымдуу чөйрө түзүүгө мүмкүндүк берет.

Жыйынтыктап айтканда, сунушталган дарак-бадал ассортиментин жана ландшафттык уюштурууну колдонуу Ош шаарындагы жогорку окуу жайларынын аймактарында эстетикалык, экологиялык жана санитардык-гигиеналык функцияларды оптималдаштырууга, ошондой эле шаардын экологиялык туруктуулугун жогорулатууга жана билим берүү чөйрөсүнүн сапатын жакшыртууга өбөлгө түзөт.

Колдонулган адабияттар

1. Абсатаров Р. Р., Мамасадык уулу А., Жусупали уулу Т., Маметова К. К. Накопление тяжелых металлов в листьях некоторых древесных растений города Ош. Бюллетень науки и практики / Т. 10. №11 2024 – С. 45-50. <https://bulletennauki.ru>
2. Боговая И. О., Фурсова Л. М. Ландшафтное искусство. Москва, 1988. 223 с.
3. Мамаева С. Г., Мамасадык уулу А., Пикир уулу А., Маметова, К. К. Шаардык парктардын рекреациялык-эстетикалык функцияларын баалоо (Ош шаарынын мисалында) [Текст]: / [Текст]: / Известия НАН КР, 2023 №8, С. 348-358 Downloads/ Известия НАН КР, №8 PDF (1).pdf.
4. Мамытов, С. (2021). «Түштүк Кыргызстандагы климаттык шарттарга туруктуу дарак-бадал түрлөрүнүн ассортименти». Кыргыз илиминин жарчысы, № 3(58), 45-52-66.
5. Осмонов, К. (2017). «Жогорку окуу жайларынын кампустарын ландшафттык уюштуруунун функционалдык негиздери». Архитектура жана курулуш журналы, № 1, 101-109-66.
6. Сейитбеков, Т. (2019). *Шаардык чөйрөдөгү өсүмдүктөрдүн фитонциддик жана газга туруктуулук касиеттери*. Бишкек: Агрардык университеттин басмасы.
7. Теодоронский В. С. Боговая, И. О. Объекты ландшафтной архитектуры. Москва, 2003. 300 с.
8. Уметалиева Н.К., Шамшиев Б.Н. Бишкек шаарынын негизги жашылдандырылган аймактарынын бадал-дарактарын инвентаризациялоо. Известия ВУЗов Кыргызстана. 2023. № 1. С. 88-93.

UDK 537.58.543.51

КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕАКЦИИ ДИССОЦИАЦИИ МОЛЕКУЛ КОДЕИНА НА ОКИСЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛЬФРАМА

Рахманов Г., Ахмаджанов Т., Туракулов Б.¹ Исхакова С.²¹Национальный университет Узбекистана им.М.Улугбека²Институт ионно-плазменных и лазерных технологий имени У.А.
Арифова

Академии наук Республики Узбекистан

ВОЛЬФРАМДЫН КЫЧКЫЛДАНГАН БЕТИНДЕ КОДЕИН МОЛЕКУЛАЛАРЫНЫН ДИССОЦИАЦИЯСЫНЫН ГЕТЕРОГЕНДИК РЕАКЦИЯСЫНЫН КИНЕТИКАЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ

Рахманов Г., Ахмаджанов Т., Туракулов Б.¹ Исхакова С.²¹М. Улугбек атындагы Ўзбекистан Улуттук университети²Ўзбекистан Республикасынын илимдер академиясынын У.А. Арифов атындагы
Ион-плазма жана лазердик технологиялар институту

KINETIC CHARACTERISTICS OF HETEROGENEOUS DISSOCIATION REACTION OF CODEINE MOLECULES ON OXIDIZED TUNGSTEN SURFACE

Ganivoy R., Akhmadjanov T., Turakulov B.¹, Iskhakova S.²¹National University of Uzbekistan named after M.Ulugbek²U.A.Arifov Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan

Аннотация. Диссоциативная поверхностная ионизация (ПИ) молекул кодеина исследовалась нестационарными методами ПИ в идентичных экспериментальных условиях на высоковакуумной масс-спектрометрической установке, оснащенной «черной камерой», охлаждаемой жидким азотом. Для предварительно адсорбированных молекул морфина были определены константы скорости диссоциации K_d и энергия активации E_d реакции разрыва связи, сопровождающейся образованием ионизируемых радикалов посредством поверхностной ионизации.

В процессе адсорбции молекул кодеина были получены константы скорости K_0 , энергии активации термодесорбции E_0 и пред экспоненциальные множители в уравнении непрерывности для радикалов $C_9H_7N + CH_3$ $m/z = 144$.

Кроме того, была проведена термодесорбционная поверхностно-ионизационная спектроскопия молекул кодеина в атмосфере воздуха, и из спектров термодесорбции была определена энергия активации термодесорбции молекулы кодеина на воздухе.

Ключевые слова: нестационарная поверхностная ионизация, метод модуляции, метод модуляции напряжения, кодеин, адсорбция, радикалы, константы скорости и энергии активации термодесорбции.

Аннотация. Кодеин молекулаларынын диссоциациялык беттик иондошуусу (SI) стационардык эмес SI ыкмалары менен бирдей эксперименталдык шарттарда суюк азот менен муздатылган «кара камера» менен жабдылган жогорку вакуумдук масс-спектрометриялык түзүлүштө изилденген. Алдын ала адсорбцияланган морфин молекулалары үчүн диссоциациялануу ылдамдыгынын константалары K_d жана беттик иондошуу аркылуу иондошуучу радикалдардын пайда болушу менен коштолгон байланыштын ажыратуу реакциясынын ак-

тивдешүү энергиясы E_a аныкталды. Кодеин молекулаларынын адсорбция процессинде ылдамдык константалары K_0 , жылуулук десорбциянын активдештирүү энергиялары E_0 жана $C_9H_7N + CH_3$ $m/z = 144$ радикалдары үчүн үзгүлтүксүздүк теңдемесинде экспоненциалдык факторлор алынды. Мындан тышкары аба атмосферасындагы кодеин молекулаларынын термикалык десорбциялык беттик иондоштуруу спектроскопиясы жүргүзүлүп, абадагы кодеин молекуласынын жылуулук десорбциясынын активдештирүү энергиясы жылуулук десорбциялык спектрлерден аныкталган.

Негизги сөздөр: стационардык эмес беттик иондошуу, модуляция ыкмасы, чыңалуу-ну модуляциялоо ыкмасы, кодеин, адсорбция, радикалдар, ылдамдык константалары жана жылуулук десорбциясынын активдешүү энергиялары.

Abstract. The dissociative surface ionization (SI) of codeine molecules was investigated using nonstationary SI methods under identical experimental conditions with a high-vacuum mass spectrometric setup equipped with a liquid-nitrogen-cooled “black chamber.”

For pre-adsorbed morphine molecules, the dissociation rate constants K_d and the activation energy E_a of the bond-breaking reaction accompanied by the formation of ionizable radicals through surface ionization were determined.

During the adsorption of codeine molecules, the rate constants K_0 , the activation energies of thermodesorption E_0 , and the pre-exponential factors in the continuity equation for $C_9H_7N + CH_3$ radicals with $m/z = 144$ were obtained.

Additionally, thermal desorption surface ionization spectroscopy of codeine molecules was performed in an air atmosphere, and the activation energy of thermal desorption of a codeine molecule in air was determined from the thermal desorption spectra.

Key words: nonstationary surface ionization, modulation method, voltage modulation method, codeine, adsorption, radicals, rate constants and activation energies of thermal desorption.

Introduction. The phenomenon of surface ionization (SI), particularly nonstationary SI processes, has found wide application in various fields of physics and chemistry, such as heterogeneous catalysis, nanotechnology, and materials science, where detailed information on the processes of particle–solid surface interactions is required [1–3].

When the equilibrium of an particle–surface system is disturbed by a change in experimental conditions (e.g., temperature or particle flux), the system relaxes to a new steady state over time. The relaxation kinetics can be described by monitoring the time-dependent current of ionized particles, which is proportional to the surface concentration $N(t)$ of adsorbed species. The time evolution of $N(t)$ satisfies the continuity equation:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \nu - K(T)N(T) \quad (1)$$

where ν represents the incoming molecular flux, T is the emitter temperature, and is the sum of rate constants of all heterogeneous processes that determine the loss of adsorbed species from the surface.

Although these relations have been studied extensively for atoms, much less information is available for polyatomic organic and bioorganic molecules. In such systems, the complexity of intramolecular bonding and multiple ionization pathways make quantitative analysis challenging. Particularly, nitrogen-containing organic molecules such as morphine, codeine, and related alkaloids exhibit rich dissociation behavior during adsorption and surface ionization processes, where radical and fragment formation may dominate over molecular desorption.

Previous works have addressed the stationary surface ionization (SSI) of codeine and similar alkaloids under equilibrium conditions [4–8]. Complementary studies employing various ionization methods—including electron ionization (EI), electrospray ionization (ESI), and chemical ionization (CI)—have been used to analyze their fragmentation and ionization pathways both in vacuum and atmospheric environments [9–18]. However, these techniques primarily describe static or equilibrium states and do not adequately capture transient surface reactions occurring under dynamically changing conditions.

Non-stationary surface ionization (NSSI) techniques, which involve the controlled modulation of either temperature, voltage, or molecular flux, make it possible to study such transient phenomena directly. By analyzing the relaxation behavior of the ion current in response to abrupt perturbations, one can derive kinetic parameters of both desorption and dissociative ionization. These methods have been successfully applied to simple adsorbates, but their use in analyzing the kinetics of complex organic molecules such as codeine remains limited.

In this context, the present study focuses on exploring the non-stationary surface ionization of codeine molecules adsorbed on oxidized tungsten. The combination of voltage modulation and flux modulation techniques enables precise evaluation of rate constants and activation energies associated with thermodesorption and heterogeneous dissociation reactions. The results provide deeper insight into the mechanisms of radical formation and molecular breakdown under dynamic surface conditions, offering a quantitative description of ionization processes for nitrogen-containing polyatomic systems.

Theoretical part. In surface ionization (SI), nonstationarity is induced by a sharp change in one of the parameters influencing the ion formation processes.

Depending on which parameter is varied, three main modulation approaches are employed: the flux modulation method (FMM), the temperature modulation method (TMM), and the voltage modulation method (VMM) [2]. We will consider the application of these methods as it was in our work [22,23]. The time evolution of $N(t)$ satisfies the continuity equation:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \nu - K(T)N(T) \quad (1)$$

where ν is the flux of particles incident on the surface, and $K(T)$ represents the overall rate constant incorporating all elementary processes—such as adsorption, desorption, and dissociation—that contribute to the change in $N(t)$. Under non-stationary conditions, the total rate constant $K(T)$ is temperature-dependent and can be decomposed into several distinct contributions:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \nu - K(T)N(T) \quad (2)$$

where K^+ and K^0 are the rate constants for ionic and neutral desorption, respectively, while K_d denotes the rate constant for heterogeneous dissociation of adsorbed molecules. For the individual processes, the temperature dependence of the rate constants follows Arrhenius-type relations:

$$\begin{aligned} K_M^+ &= C_M \exp(-E_M^+/kT), \\ K_M^0 &= D_M \exp(-E_M^0/kT), \\ K_{dM} &= G_M \exp(-E_G/kT), \end{aligned}$$

where C_M , D_M , and G_M are pre-exponential (entropy) coefficients, and E_M^+ , E_M^0 , and E_G correspond to activation energies of ionic desorption, neutral desorption, and dissociation, respectively.

During the heterogeneous dissociation reaction on the surface, i -th particles are formed. For the i -th dissociation product, the time-dependent surface concentration ($n_i(t)$) satisfies the following differential equation:

$$\frac{dn_i(t)}{dt} = v_i(t) - K_i(T)n_i(t), \quad (3)$$

where $v_i(t)$ is the generation flux of the i -th species produced from the dissociation of the parent molecule, and $K_i(T)$ is the effective rate constant for its removal. The production flux $v_i(t)$ can be related to the dissociation rate as:

$$v_i(t) = K_{dMi}N(t).$$

By solving these equations, one can describe the temporal evolution of the adsorbed species and the corresponding ion current $I_i(t)$. For non-stationary conditions induced by voltage modulation (VMM), the ion current and the surface concentration follow an exponential relaxation law:

$$\Delta I \sim \Delta n_i = \Delta n_{\max} \exp(-K_i(T) \cdot t) \quad (4)$$

where K_T represents the total effective rate constant. This indicates that as the system relaxes, the ion current decays exponentially,

reflecting the kinetics of desorption and dissociation processes.

In cases where the parent molecules have high ionization potentials and desorb primarily as neutral or weakly ionized fragments, the intensity of ionic desorption is mainly determined by the dissociation products. Thus, VMM is particularly useful for analyzing thermodesorption kinetics of radicals formed during heterogeneous dissociation of adsorbed molecules on oxidized tungsten surfaces [2, 22, 23]. For FMM, the system's response can be described by a sum of exponential functions:

$$n_i(t) = A \exp(-K_M t) + B \exp(-K_i t), \quad (5)$$

where A and B are constants determined by initial conditions, while K_M and K_i are the corresponding rate constants for the parent molecules and the resulting fragments. This relationship indicates that under both atomic and molecular ionization conditions, the buildup and decay of surface concentrations—and consequently, the ion currents—are nearly symmetric. Depending on whether $K_i \ll K_M$ or $K_i \gg K_M$, the current decay reflects either the average surface lifetime of the original molecule or the thermodesorption kinetics of its dissociation products [2,22,23].

The theoretical model presented here forms the basis for the quantitative analysis of non-stationary surface ionization processes of complex organic molecules, enabling the extraction of kinetic parameters from experimental modulation data.

A fairly straightforward way to determine the binding energy of particles adsorbed on a surface is to increase the temperature until desorption occurs. If the temperature is increased at a constant rate, the particles with the lowest desorption activation energy will be desorbed first, followed by particles with higher and higher desorption activation energies.

If we assume the presence of only one desorption activation energy and take a first-order expression for the desorption rate in the concentration of adsorbed particles, then the peak of the desorption rate will appear at temperature T_p , determined from the equation:

$$\frac{E}{RT_p} = \left(\frac{\nu}{\beta}\right) \exp\left(-\frac{E}{RT_p}\right) \quad (6)$$

where E is the activation energy, R is the gas constant, ν is the pre-exponential frequency factor, β is the heating rate. The frequency multiplier is usually taken equal to 10^{13} Hz and from here the desorption activation energy is determined.

The model developed by Falconer, Medix and King does not require taking into account the frequency multiplier. In this model, the temperature corresponding to the peak is related to the heating rate by the equation

$$\ln\left(\frac{\beta}{T_p^2}\right) = a - \frac{E}{RT_p} \quad (7)$$

where a - is a constant. By varying the heating rate so as to obtain peaks at different temperatures T_p , the value of E can be determined T_p [24].

Experimental Part. A high-vacuum mass-spectrometric setup [21,22] was used for the studies. The preparation of the emitter (adsorbent) and the samples under investigation, as well as the experimental methodology, are described in our previous experiments [21,22].

To determine the kinetic characteristics in an air atmosphere, a surface ionization (SI) detector "Iskovich-1" [24] was used.

Results and Discussion. The kinetic parameters of radical thermodesorption for which were experimentally determined, along with the characteristics of the heterogeneous dissociation reaction of codeine molecules during their adsorption on the $\mathbf{W_xO_y}$ surface.

For these radicals, the activation energies of thermal desorption and sublimation were also determined [4].

The attraction of the nitrogen lone electron pair toward the emitter results in the development of a partial positive charge on the nitrogen atom. This, in turn, weakens the β -bonds ($\text{C} - \text{H}$ and $\text{C} - \text{C}$) adjacent to the nitrogen atom. The rupture of these bonds leads to the formation on the emitter surface of adsorbed radicals in the forms $[\text{M} - \text{H}]_{ads}$ and $(\text{M} - \text{R})_{ads}$, possessing a low ionization potential (less than 6.5 eV). These radicals readily transfer an electron to the emitter and desorb as valence-saturated stable ions.

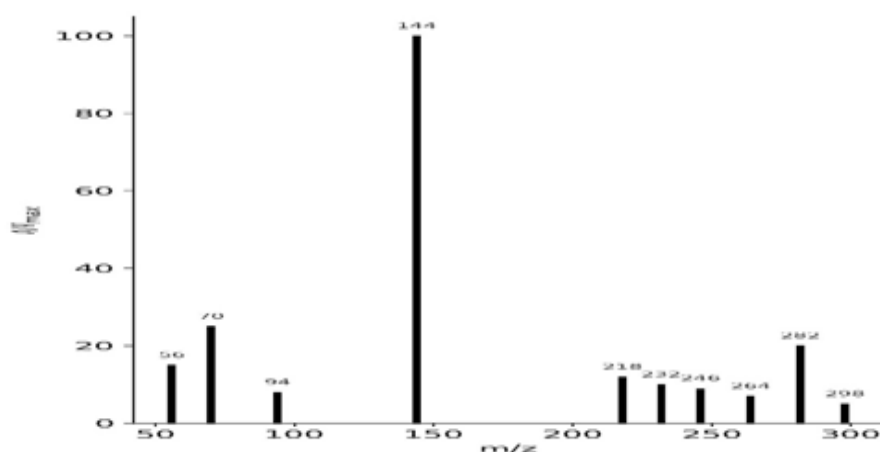


Fig.1. The mass spectrum obtained from the dissociative surface ionization (SI) of codeine molecules ($T_e = 1000$ K) [6].

The mass spectrum, as well as the temperature dependences of codeine molecules obtained during dissociative surface ionization, are presented in Figures 1–2.

It is primarily not the initially adsorbed molecules that desorb, but rather the products of the reactions occurring on the surface.

This behavior occurs because these radicals possess a relatively low ionization potential V , and they are ionized on the surface of oxidized tungsten with an ionization coefficient β that is close to unity.

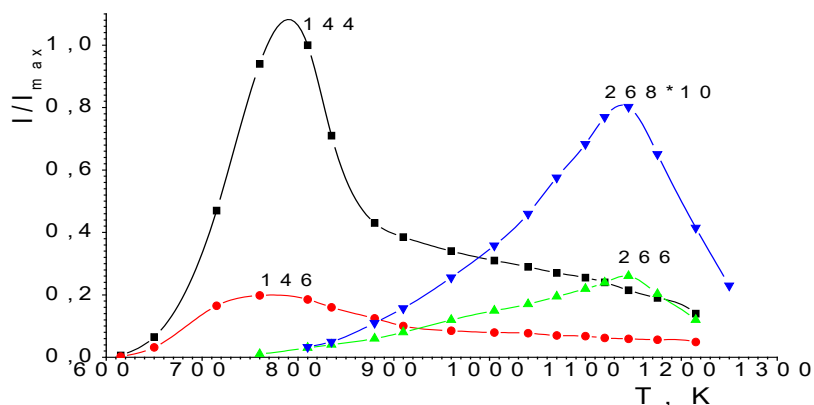


Fig.2. Dependences of the ion and radical currents during photoionization (PI) of codeine molecules. [6].

Figure 3 (a) and (b) show the dependencies of $\ln \Delta I_i = f(t)$ obtained by non-stationary photoionization (PI) methods.

From these dependencies, the lifetimes of particles on the surface ($K_i(t)$) as well as the photoionization (PI) coefficient of the studied radicals were determined. It can be seen that the lifetimes obtained by FMM are 3–4 times longer than the lifetimes obtained by VMM.

Based on the experimental data obtained, the Arrhenius-type dependences

$$\text{Lg}[K_i(T)\beta(T)] = \text{Lg}K_i^+(T) = f\left(\frac{1}{T}\right)$$

were constructed (see Figures 4 and 5). From these dependences, the activation energy E_i^+ and the pre-exponential factor C were determined.

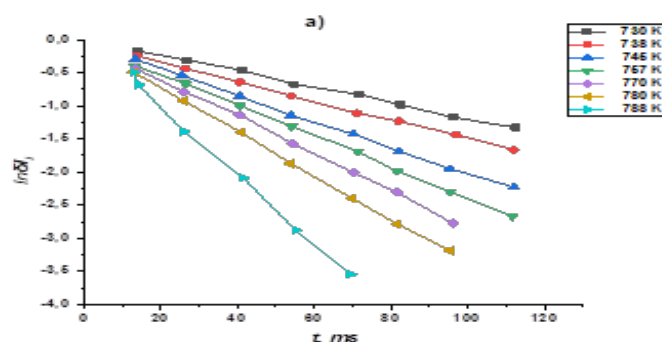


Fig.3. Dependencies $\ln I_i(T) = f(t)$ in the dissociative photoionization of codeine molecules: (a) VMM and (b) FMM.

According to our considerations and previous studies, we attributed the results obtained in FMM to the kinetic characteristics of the heterogeneous dissociation reaction

of codeine molecules on the surface [23]. In other words, the activation energy E^d of the heterogeneous dissociation reaction and the entropy factor G^* were determined.

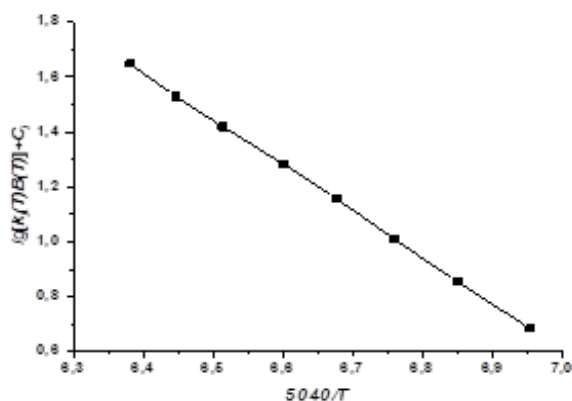


Fig.4. Dependence $\ln[k(T)B(T)] + C_i$ in ionization of codeine molecules for radicals $C_9H_7N^+CH_3$ ($m/z144$) under VMM conditions.

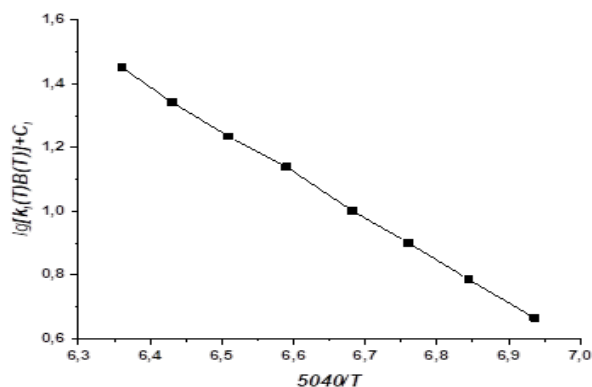


Fig.5. Dependence $\ln[k(T)B(T)] + C_i$ in ionization of codeine molecules for the radicals $C_9H_7N^+CH_3$ ($m/z144$) under FMM conditions.

The obtained results for the radicals $\text{C}_9\text{H}_7\text{N}^+\text{CH}_3$ ($n/z = 144$) are presented as follows:

$$K_{144}^+ = \frac{1}{\tau_{\text{MMH}}} = 10^{(12.5 \pm 1.0)} \cdot \exp\left[-\frac{1.7, \text{eV}}{kT}\right], \quad \lg C = 12.5;$$

$$K_{144}^0 = \frac{1}{\tau_{\text{MMH}}} = 10^{(13.0 \pm 1.0)} \cdot \exp\left[-\frac{2.1, \text{eV}}{kT}\right], \quad \lg D^* = 13.0;$$

$$K_{144}^d = \frac{1}{\tau_{\text{MMI}}} = 10^{(10.7 \pm 1.0)} \cdot \exp\left[-\frac{1.62, \text{eV}}{kT}\right], \quad \lg G = 10.7, \quad \beta = 0.82.$$

Figure 6 presents the thermal desorption spectrum of codeine. It is evident that the spectrum exhibits a maximum

temperature T_{max} , characteristic of each narcotic substance, which shifts toward higher temperature regions with an increasing quantity of substance applied to the evaporator.

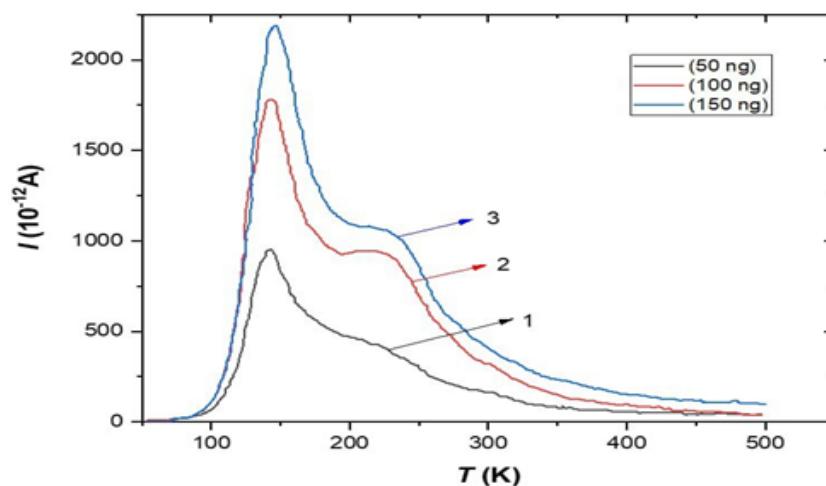


Fig. 6. Thermal desorption spectra of codeine CHS for different amounts of the substance: 1-50 ng, 2-100 ng, 3-150 ng.

Among various narcotic compounds, codeine displays the lowest maximum temperature. These temperature behaviors are typical for a specific geometry of the device and depend on the airflow rate through it, with an accuracy of approximately $\pm 5^\circ$.

Using these dependencies and equation (7), we determined the thermal desorption energies under atmospheric conditions. The obtained result for the thermal desorption energy was $E = 1.18 \text{ eV}$.

Conclusion. The adsorption, dissociation, and thermodesorption of polyatomic nitrogen-containing molecules such as codeine on oxidized tungsten have been systematically analyzed under non-stationary surface ionization conditions using both voltage and

flux modulation methods. These complementary approaches enabled determination of key kinetic parameters, including the rate constants (K^+ , K_0 , K_d) and activation energies (E^+ , E_0 , E_d) associated with surface reactions. For the first time, the kinetic characteristics of thermodesorption and heterogeneous dissociation of the ($m/z = 144$) radical—formed during codeine adsorption—have been quantitatively determined. The data reveal that voltage modulation predominantly characterizes the kinetics of ionic desorption, while flux modulation provides more accurate information on molecular relaxation and surface lifetime. The obtained results demonstrate that the dissociative surface ionization of codeine molecules is governed by a sequence of bond

cleavage and radical formation processes that are strongly influenced by the oxide state of the tungsten surface. The activation energies and pre-exponential factors measured in this study contribute to a deeper understanding of molecular ionization mechanisms and adsorption-desorption dynamics of complex organic compounds under high-vacuum and controlled gas-phase conditions. These findings

not only expand the existing knowledge on surface ionization kinetics but also have potential implications for analytical mass spectrometry, heterogeneous catalysis, and surface chemistry ionization kinetics but also have potential implications for analytical mass spectrometry, heterogeneous catalysis, and surface chemistry involving bioorganic molecules. involving bioorganic molecules.

References

- [1]. U.Kh. Rasulev, E.Ya. Zandberg Progress in Surface Science 28, 3/4 (1988) 181-412. [2]. E.G. Nazarov, U.Kh. Rasulev FA, Tashkent (1991) 204.
- [3]. E.Ya. Zandberg, U.Kh. Rasulev and B. N. Shustrov, Dokl. Academy of Sciences of the USSR. T.172, (1967) 885-886.
- [4]. D.T. Usmanov, U. Khasanov, U.Kh. Rasulev Chemistry of Natural Compounds 39(5) (2003) 489-494,
- [5]. D.T. Usmanov, Khasanov U., Journal of Surface investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques 5.3 (2011) pp.503-508,
- [6]. D.T. Usmanov, U. Khasanov, A. Pantsirev, J.Van. Bocxlaer, Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 53.4, (2010) 1058-1062.
- [7]. D.T. Usmanov, U. Khasanov, Sh.D. Akhunov, V.M. Rotshteyn, B.Sh. Kasimov, European Journal of Mass Spectrometry, 26(2) (2020) 153-157.
- [8]. Sh.D. Akhunov, B. Sh. Kasimov, Kh.B. Ashurov and D.T. Usmanov, Journal of Analytical Chemistry volume 76, (2021) pp 1499-1504.
- [9]. Yao Te Yen et.al, J.Molecules, 25.4 (2020) 972
- [10]. K.K. Raith, R. Neubert, C. Poeaknapo, C. Boettcher, M. Zenk, J. Schmidt, J.Am. Soc. Mass Spectr 14, I. (11, 2003), 1262-1269.
- [11]. G. Stephanie, T. Kate Science, 349 (2015) 1095-1100/ (doi: 10.1126/Science. ace 9373)
- [12]. Zhang X, Chen M, Cao G, et al. Determination of Morphine and Codeine in Human Urine by Gas Chromatography-Mass Spectrometry/ J. Anal. Meth. Chem. 2013 2: (doi: 1155/2013/151934)
- [13]. D. M.S. Powers, E.M.D. Stephen and J.S Madeline. Journal of Forensic Sciences, 2017, (doi: 10.1111/1556.4029.13664)
- [14]. V.V. Pervukhin, D.G. Sheven, Journal of Analytical Chemistry, 71.9 (2016) 878-887.
- [15]. Schwerner Theo, Rossler Thorstern, Ahrens Bjorn et al, Forensic Chemistry 4 (2017) 9-18.
- [16]. H.N.K. Al-Salman, European Journal Scientific Research, Vol.147, No 4, 2017, P/403-411 (doi.org/10.47750/jptcp.2023.30.13.026)
- [17]. Patricia Lopes, Diana P.K.H. Pereboom-de Fauwet al. Food Chemistry [1]. 242.1 (2018), 443-450 (doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.045)
- [18]. Li Kong, Andrew J.Walz Forensic Toxicology 38 (2020) 352-364
- [19]. E.Ya. Zandberg, N.I. Ionov, U.Kh. Rasulev, Sh.M. Khalikov Determination of the lifetime and kinetic characteristics of thermal desorption of polyatomic ions by voltage modulation. /Journal of Technical Physics, 48(1), (1978) pp.133-141
- [20]. E.Ya. Zandberg, U.Kh. Rasulev, E.G. Nazarov Journal of Technical Physics, 1980, L (8), pp.1752-1761 (doi.org/10.1177/14690667221136069)
- [21]. E.G. Nazarov, U.Kh. Rasulev, G.T Rakhmanov. Letters to ZhTF, 1987, 13(6), pp. 354-357.
- [22]. G.T. Rakhmanov, B.E. Umirzakov, D.T. Usmanov Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2023, Vol.17, No 3, pp.542-547.
- [23]. B.E. Umirzakov, E.A. Rabbimov, A.I. Khamzayev Economics and socium, No 5 (108)- 2023, pp.748-758.
- [24]. U. Khasanov, S.S. Iskhakova, A.Sh. Radzhabov, G.T Rakhmanov. Uzbek Journal of Physics. 18. 1 (2016) 45-53

УДК 575.82; 575.83; 582.623

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ДИВЕРГЕНЦИИ
(РАСХОЖДЕНИЯ) СОВМЕСТНЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРЕДКОВ ОРЕХОВ ВИДОВ РОДА JUGLANS L И CARYA
(КАРИЯ), И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ
СИНТЕТИЧЕСКОЙ (F) СЕЛЕКЦИИ**

Пернеев А.Н.

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

**ЖАҢГАК JUGLANS L ЖАНА CARYA (КАРИЯ) ТҮРЛӨРҮНҮН ЭВОЛЮЦИОНАЛЫК
БИРГЕ ӨНҮГҮҮСҮНҮН ДИВЕРГЕНЦИЯ (АЖЫРАП КЕТҮҮ)
УБАКТЫСЫН МАТЕМАТИКАЛЫК МЕТОД МЕНЕН АНЫКТОО ЖАНА АНЫН
ПРАКТИКАЛЫК СИНТЕТИКАЛЫК (F) СЕЛЕКЦИЯНЫН
ТЕЗДЕТҮҮДӨГҮ МААНИСИ**

Пернеев А.Н.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

**A MATHEMATICAL METHOD FOR DETERMINING THE TIME OF DIVERGENCE
OF JOINT EVOLUTIONARY PATHS OF DEVELOPMENT OF GENETIC ANCESTORS
OF NUTS OF SPECIES OF THE GENUS JUGLANS L AND CARYA (CARYA),
AND ITS IMPORTANCE FOR ACCELERATED PRACTICAL SYNTHETIC (F) BREEDING**

Perneev A.N.

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. Методом математического моделирования филогенетических процессов, происходящих с политипным орехом грецким (*Juglans regia* L) и другими монотипными дикими видами рода *Juglans* L решена теоретическая проблема – определение времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков орехов. Получена новая математическая формула которая выражает основную причину признака плохой скрещиваемости (F) между различными биологическими видами орехов рода *Juglans* L и *Carya* (кария).

Математическим методом исследований установлено, что наиболее генетически близкие виды рода *Juglans* L в условиях опыта скрещиваются относительно лучше, и дают большее количество жизнеспособных промежуточных гибридных форм различных поколений (F_1 , F_2 , F_3 , ...) Результаты данных наших теоретических исследований могут быть использованы для наиболее оптимального подбора исходных родительских пар (φ , σ) видов рода *Juglans* L- с целью ускорения практической синтетической (F) селекции путем межвидовой гибридизации (F_∞). Отмеченно, что отдаленная межродовая гибридизация (F) ореха грецкого (*Juglans regia* L) наиболее «культурного» политипного вида рода *Juglans* L, и политипного «культурного» вида рода *Carya* – пекана (*Carya olivaeformis* Nutt.) в прямых и обратных комбинациях исходных пар (φ , σ) происходить очень трудно, и данная проблема удовлетворительно ещё не решена.

Ключевые слова: Орех, вид, род, эволюция, дивергенция, расхождение, время, гибридизация, дисгенез, скрещиваемость, математическая модель, функция, производная, порядок, дифференциальное исчисление, точка, отношение и график.

Аннотация. Политиптүү грек жаңгагы (*Juglans regia* L) жана монотиптүү *Juglans* L жаңгак түрлөрү менен жүрүп жаткан филогенетикалык процесстерди математикалык модельдештирүү методу менен алардын түп тегин эволюцияда ажырап кетүү (дивергенция) убактысы аныкталды. Ар түрдүү жаңгак *Juglans* L жана *Carya* (кария) биологиялык түрлөрүнүн аргындашуусунун татаалды-

гынын негизги себептерин туюнтуучу математикалык формула алынды. Биздин ушул теориялык изилдөөлөрүбүздүн жыйынтыктары жаңгактуулардын *Juglans L* биологиялык түрлөрүнүн алгачкы түгөйлөрүн (энелик-♀, аталык - ♂) оптималдуу тандап алууда синтетикалык (F) селекцияны тездетүүгө пайдаланышы мүмкүн.

Политиптүү “маданий” (f. *eurogiae*) грек жаңгагынын (*Juglans regia L*) жана ошондой эле политиптүү “маданий” (f. *eurogiae*) пекан (*Carya olivaeformis* Nutt.) түрлөр аралык алыстатылган түз жана тескери комбинацияларында аргындашуусу (F) өтөө татаал жүрө тургандыгы жана ушул илимий проблема азыркы убакытка чейин канаатандырарлык болуп чечиле электиги баса белгиленди.

Негизги сөздөр: Жаңгак, түр, эволюция, дивергенция, ажыроо, убакыт, аргындашуу, дисгенез, аргындашуулук, математикалык модель, функция, туунду, тартип, дифференциалдык эсептөө, чекит, катыш жана график.

Abstract. Using mathematical modeling of phylogenetic processes occurring in the polytypic walnut (*Juglans regia L.*) and other monotypic wild species of the genus *Juglans L.*, we solved the theoretical problem of determining the divergence time of common evolutionary developmental pathways of the genetic ancestors of walnuts. A new mathematical formula is derived that expresses the underlying cause of the poor crossability trait (F) between different biological species of the genus *Juglans L.* and *Carya* (hickory).

Using a mathematical research method, it was established that the most genetically close species of the genus *Juglans L* cross relatively better under experimental conditions and produce a greater number of viable intermediate hybrid forms of different generations (F1, F2 F3, ...)

The results of our theoretical studies can be used for the most optimal selection of initial parental pairs (2, 3) of species of the genus *Juglans L* - in order to accelerate practical synthetic (F) selection by interspecific hybridization (F).

It is noted that distant intergeneric hybridization (F) of walnut (*Juglans regia L*), the most “cultivated” polytypic species of the genus *Juglans L*, and the polytypic “cultivated” species of the genus *Carva* – pecan (*Carva olivaeformis* Nutt.) in direct and reverse combinations of the original pairs (2,3) is very difficult to occur, and this problem has not yet been satisfactorily resolved.

Key words: Walnut, species, genus, evolution, divergence, separation, time, hybridization, dysgenesis, interbreeding, mathematical model, function, derivative, order, differential calculus, point, ratio and graph.

Введение. В настоящее время выявлены и изучены следующие самостоятельные биологические виды орехов рода *Juglans L*: орех грецкий (*Juglans regia L*); орех маньчжурский (*Juglans mandsurica* Max); орех зибольда (*Juglans sieboldiana* Max); орех сердцевидный (*Juglans cordiformis* Max); орех печатобразный (*Juglans sigillata* Dode); орех китайский (*Juglans sinensis* Dode) – из Азии, Японии и Китая.

Из Северной Америки (США) известны следующие виды орехов рода *Juglans L*: орех черный (*Juglans nigra L*); орех серый (*Juglans cinerea L*); орех скальный (*Juglans rupestris* Eng.); орех южный калифорнийский (*Juglans californica* S.Wats.); северный калифорнийский черный орех (*Juglans hindsii* Jeps.); орех мелкоплодный (*Juglans microcarpa* Berlandier) [12,13]

Из Южной Америки известны, но они ещё малоизучены и не интродуцированы у нас следующие виды орехов рода *Juglans L*: орех боливийский (*Juglans boliviana* Dode) – из Боливии; орех хонореи (*Juglans honorei* Dode)

– из Перу; орех бразильский (*Juglans brasiliensis* Dode) – из Бразилии.

В 1957 – 1960 г.г. ещё описано три новых вида ореха: *Juglans hirsuta* Monning из Мексики, *Juglans soratensis* Monning из Боливии и *Juglans venezuelensis* Monning из Венесуэлы.

Из всех видов орехов рода *Juglans L* наиболее интересным, важным и практически ценным является орех грецкий (*Juglans regia L*), как наиболее “культурный” и обладающий огромным полиморфизмом (формовым разнообразием) орехов и деревьев.

В практике отдаленных межвидовых скрещиваний (F) с орехом грецким в прямых и обратных комбинациях использованы: орехи черный, серый, маньчжурский, зибольда, сердцевидный, гиндса и некоторые другие.

Не менее видовым разнообразием обладают и орехи рода *Carya* (кария).

В США естественно произрастают следующие виды карий (род *Carya*): кария сердцевидная (*Carya cordiformis* (Wangh.) K.Ko-ch); кария

пекан (*Carya pecan* (Marsh.)bue et Craebh); кария адиатическая (*Carya aduatica* (Michx.f); кария овальная (*Carya ovata* (Mill.) k. Koch); кария голая (*Carya glabra* (Mill.) Sweet.); кария белая (*Carya alba* (L)); кария бахромчатая (*Carya laciniosa* (Mich.f) Lond); кария техасская (*Carya texana* D.C.) [14 и 19]

Из всех видов рода *Carya* (кария) наиболее важное практическое значение для промышленной культуры с целью получения плодов (орехов), и отдаленных межродовых скрещиваний (F) с орехом грецким (*Juglans regia* L) является пекан (*Carya pecan* (Marsh.f) Engl. et Graebn)

Синонимами ботанического названия пекана являются: *Carya olivaeformis* Nutt; *Carya иллинойская* (*Carya illinoensis* K/Koch); *Juglans pecan* Marsh); *Hicoria pecan* (Marsh.) Britt [14]

Ныне существующие реальные виды рода *Juglans* L и *Carya* (кария), которые естественно произрастают на разных континентах и странах Земного шара уже очень давно и сильно изолировались генотипически (по набору генов и кариотипу хромосом) друг от друга и практически прекратились потоки (обмен) генов между ними в результате их территориального и временного факторов обособления.

Реально отсутствует в природных условиях интрогрессивная гибридизация (F_{∞}) в течение бесчисленных половых поколений ($N_F \rightarrow \infty$) между видами рода *Juglans* L и вероятно, и между видами рода *Carya* (кария) т.к. у них ареалы (территории) и времена массового распространения почти никогда не пересекались в процессе эволюции, что доказывается отсутствием межвидовых и межродовых гибридных (F_{∞}) видов с устойчивыми таксономическими признаками и территорией произрастания.

Конвергентную эволюцию, т.е. взаимное поглощение одного биологического вида другим в результате интрогрессивной гибридизации (F_{∞}) при $N_F \rightarrow \infty$ можно считать вероятной только в отношении ореха грецкого (*Juglans regia* L), который отличается огромным формовым разнообразием (полиморфизмом): «... современный полиморфизм ореха грецкого вызван гибридогенной природой этого вида от двух видов ореха, произраставших в лесах третичного периода на участках суши древнего Средиземья, охваченных территорией современной Средней Азии» [7]

До сих пор (!) ещё не решена проблема монофилетического (от одного исходного гене-

тического предка), или полифиетического (от многих и разных генетических предков), происхождения орехов видов рода *Juglans* L и *Carya* (кария), что в настоящее время в значительной степени затрудняет практические работы по отдаленной межвидовой и межродовой их гибридизации (F) в условиях прямого опыта.

Практические работы по отдаленной межвидовой и межродовой инконгурентной гибридизации (F) орехов видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан), показали, что они скрещиваются с очень большими трудностями, и вновь полученные гибриды (F_1, F_2, F_3, \dots) имеют ряд генетических уродств (гибридный дисгенез) в признаках орехов и деревьев.

Главными причинами гибридного дисгенеза (уродств) в признаках орехов и деревьев межвидовых гибридов различных поколений (F_1, F_2 и F_3) являются: неправильный подбор исходных родительских пар (\varnothing, σ) без предварительного изучения генотипического состава геномов - $\varnothing=(1n=16)$. и $\sigma=(1n=16)$; исходная негомологичность геномов женских (\varnothing) и мужских цветков (σ) и инконгурэнтное скрещивание (F) монотипных диких видов рода *Juglans* L с политипным “культурным” (f. *eurogiae*) орехом грецким (*Juglans regia* L), в прямых и обратных комбинациях [6, 8, 16, 17, 18 и 19]

Результаты данных наших теоретических исследований могут быть использованы с целью решения проблемы практической синтетической (F) селекции наиболее оптимального подбора исходных родительских пар (\varnothing, σ) видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан), и их отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний (F), что в свою очередь могут обеспечить искусственное и ускоренное получение «культурных» (f. *eurogiae*) гибридных сортов ореха (или даже промежуточных гибридных новых видов!), которые высоко адаптированы в более суровых почвенных и климатических условиях их будущей широкой культуры (до $\pm 45^{\circ}\text{C}$ и более).

Материалы и методы исследований

В качестве исследуемого материала использовались опубликованные данные советских ученых и специалистов – ореховодов за 1925 – 1990г.г. в разных союзных республиках б. СССР. по отдаленной межвидовой гибридизации (F) политипного ореха грецкого (*Juglans regia* L) и диких монотипных видов рода *Juglans* L, и по межродовой гибридизации (F) ореха грецкого

с пеканом (*Carya olivaeformis* Nutt) в прямых и обратных комбинациях.

В качестве научного метода для данных исследований использовано математическое моделирование, которое может наиболее точно описать процесс уменьшения признака скрещиваемости (F) между различными видами рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) из-за длительности времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития их генетических предков.

Полученные результаты

Для математического описания уменьшения признака скрещиваемости (F) ореха грецкого (*Juglans regia* L) как наиболее, «культурного» (*f. eurogaea*) и политипного вида рода *Juglans* L, в прямых и обратных комбинациях исходных родительских пар (♀, ♂) использована универсальная экспоненциальная функция, которая может описать биологические, физические, социальные и даже филогенетические процессы:

$$y = f(t) = a \cdot e^{-t} \quad (1)$$

Где y -признак скрещиваемости (F) в относительном количестве или в %;

a - первоначальная исходная скрещиваемость (в %), т.е. неограниченная панмиксия (F_{∞}) между различными особями в предковой популяции (F) генетических предков видов рода *Juglans* L;

$$a_{\text{нач}} = 100\% = 1,0$$

Предельные значения “ a ”: $1,0 \leq a \leq 0,0$

t -продолжительность времени дивергенции (расхождения) общих совместных эволюционных путей развития генетических предков реальных современных видов рода *Juglans* L (в млн. лет)

“ e ” – число $e = 2,71828...$

Предельные значения t :

$$0,0 \leq t \leq \infty \text{ (млн. лет)}$$

Производная первого порядка функции (1):

$$y' = [f(t)]' = (a \cdot e^{-t})' = a \cdot (-e^{-t}) + a \cdot (e^{-t})' = 0 \cdot e^{-t} + a \cdot (-e^{-t}) = -a \cdot e^{-t}$$

$$y' = f'(t) = -a \cdot e^{-t}$$

(2)

Предельные значения “ y ”: $1,0 \leq y' \leq 0,0$

На основе новой функции (2) можно по-

строить график экспоненциального уменьшения (снижения) межвидовой и межродовой скрещиваемости (y') видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) в зависимости от продолжительности времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития (t) генетических предков. См. Рис 1.

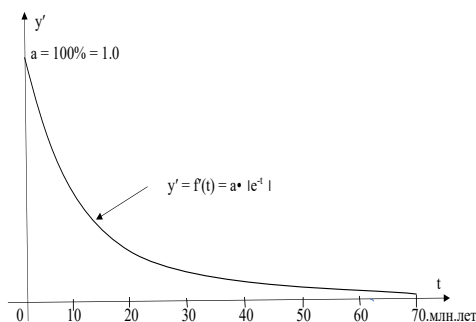


Рис 1.

Чтобы найти t – показатель времени дивергенции (расхождения) генетических предков видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) нужно равносильно преобразовывать функцию (2).

Логарифмуем левую и правую часть функции (2) по натуральному основанию (e):

$$\ln y' = \ln(a \cdot e^{-t})$$

$$\ln y' = \ln a + \ln e^{-t} = \ln a - t$$

$$t = \ln a - \ln y' = \ln\left(\frac{a}{y'}\right)$$

$$t = \ln e^t$$

$$\ln t = \ln \ln e^t$$

Отсюда можно написать следующее равенство:

$$\ln t = \ln\left(\frac{a}{y'}\right)$$

Окончательно получаем

$$t = \frac{a}{y'} \quad (3)$$

Учитывая, что $a_{\text{нач}} = 100\% = 1,0$ окончательно имеем:

$$t = \frac{1}{y'} \quad (4)$$

Математическое соотношение (4) дает следующий биологический смысл: время (t) дивергенции (расхождения) общих совместных эволюционных путей развития (t , млн. лет) генетических предков орехов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) прямо пропорционально панмиктическому (F_{∞}) состоянию ($a_{\text{нач}} = 100\% = 1,0$) исход-

ной предковой (тропической или влажно-субтропической, популяции (F_{∞}), когда взаимный обмен генами (генетической информацией) был практически неограниченным (F_{∞}), и обратно пропорционально (в настоящее геологическое время) изменчивому количественному признаку взаимной скрещиваемости (y'), и образованию

жизнеспособных межвидовых и межродовых гибридных поколений (F_1, F_2, F_3, \dots), которые способны образовывать семена от полового процесса – от перекрестного взаимоопыления (F), самоопыления (J), и вероятно, от апомиксиса (A).

Данные советских авторов по взаимной скрещиваемости (F) орехов видов рода *Juglans* L приведены в Табл. 1

Табл. 1

№п/п	Исходные родительские пары (♀,♂) для отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний в системе видов рода <i>Juglans</i> L и <i>Carya</i> (пекан).		Удачная скрещиваемость в % или жизнеспособное поколение (F_1) y'	Первоисточник информации по данным скрещиваемости (F) орехов рода <i>Juglans</i> L (автор, год публикации)
	Мать - ♀	Отец - ♂		
1.	орех грецкий	орех черный	0,5%	И. Г. Команич, 1989г, стр103
2.	орех зибольда	орех грецкий	0,52 -2,7%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9
3.	орех маньчжурский	орех грецкий	3,08 – 41,0%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9 и А. С. Яблоков, 1936г.
4.	орех серый	орех грецкий	0,44 – 8,0%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9
5.	орех сердцевидный	орех грецкий	0,46%	И.Г. Команич, 1989г, стр102. Табл 9
6.	орех грецкий	монотипные дикие виды рода <i>Juglans</i> L	0,34%	И.Г. Команич, 1989г, стр103
7.	пекан	орех грецкий	0,391%	Ф.Л. Щепотьев, 1985г, стр 131

[8,19 и 20]

Данные Табл. 1 получены советскими учеными – ореховедами в результате длительных практических опытов по отдаленной межвидовой и межродовой гибридизации (F) в условиях строгого контроля взаимной опыляемости разных видов орехов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан).

На основе новой формулы (4) и используя опубликованных материалов советских учёных

и специалистов – ореховодов за 1925 – 1990 г.г. (Табл. 1) нами сделана попытка математически определить времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков современных биологических видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан). (Табл.2)

Табл. 2

№п/п	Исходные родительские пары (♀,♂) для отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний в системе видов рода <i>Juglans</i> L и <i>Carya</i> (пекан).		Удачная скрещиваемость в % или жизнеспособное поколение (F_1) у'	Время дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития (в млн. лет) (t)	Использованный исходный материал для выполнения теоретических расчетов по формуле (3)
	Мать - ♀	Отец - ♂			
1.	орех грецкий	орех черный	0,34%	294,1176 млн лет	жизнеспособные сеянцы
2.	орех зибольда	орех грецкий	0,52 -2,7%	192,308 млн лет	жизнеспособные сеянцы
3.	орех маньчжурский	орех грецкий	3,08 – 41,0%	32,468 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
4.	орех серый	орех грецкий	0,44 – 8,0%	227,272 – 12,5 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
5.	орех сердцевидный	орех грецкий	0,46%	217,391 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
6.	орех грецкий	монотипные дикие виды рода <i>Juglans</i> L	0,34%	294,118 млн. лет	жизнеспособные сеянцы
7.	пекан	орех грецкий	0,391%	255,754 млн. лет	жизнеспособные сеянцы

[10]

Обсуждение полученных результатов

Результаты теоретических расчетов по формуле (4) показывают, что наилучшим образом скрещиваются генетически, генотипически и филогенетически близкие виды рода *Juglans* L, так как они обладают более гомологическими хромосомными комплексами и дают конгруэнтные комбинации (F_∞)

Наилучшую скрещиваемость (41%) показала исходная родительская пара (♀, ♂) из ореха маньчжурского (♀ - мать), и ореха грецкого (♂ - отец), которые филогенетически и генотипически близкие виды рода *Juglans* L. [17]

Здесь оправдывается утверждение Ф. Л. Щепотьева (1950г, стр 184) о том, что «...легкая скрещиваемость маньчжурского ореха с грецким, объясняется не только их генетической близостью, но и филогенетическими причина-

ми, если рассматривать эти виды как викарирующие (замещающие)». [17]

В специальной литературе имеется утверждение: «Различные формы ореха грецкого по разному скрещиваются с другими видами орехов». [16]

По видимому, лучше будут скрещиваться не только исходные родительские пары (♀,♂) из генетически и филогенетически близких видов рода *Juglans* L, но и отдельные генотипы (деревья), у которых имеются гомологические комплексы хромосомов в их геномах: (♀=(1n = 16)) (♂ = (1n=16)).

При этом удачное промежуточное гибридное потомство, начиная с первого их поколения (F_1) численно должно возрастать, по сравнению от скрещивания исходных родительских пар (♀,♂) с негомологическими хромосомными комплексами в геномах (1n =16).

Надо отметить, что вероятность выявления наиболее «культурных» (*f. eurogiae*) рецессивных форм у диких монотипных видов рода *Juglans* L на периферии ареала (территории) распространения (закон акад. Н. И. Вавилова 1965, стр.140) что позволить их успешно скрещивать (F) с орехом грецким и пеканом с целью получения удачных гибридных сортов в первом их поколении (F_1).

При оптимальном подборе исходных родительских пар (♀ , ♂) видов рода *Juglans* L и *Carua* (пекан) для целей отдаленных конгурэнтных скрещиваний (F) необходимо творческое использование закона Гомологических рядов в наследственной изменчивости акад. Н. И. Вавилова (1935) и закона Харди- Вайнберга (1908).

Наблюдения за случайными межвидовыми гибридами (F_1 и F_2), которые возникли в природе в результате взаимоопыления (F) при помощи ветра деревьев политипного ореха грецкого (*Juglans regia* L) и диких монотипных видов рода *Juglans* L дают сходные результаты – они имеют те же генетические уродства, что и у искусственно полученных межвидовых гибридов (F_1 , F_2 и даже F_3). свидетельствующие об общих генотипических причинах этих процессов.

Главной причиной взаимной плохой скрещиваемости различных видов рода *Juglans* L и *Carua* (пекан) является наличие у них “негомологических” хромосомных комплексов в их геномах $\text{♀} = (1n = 16)$ и $\text{♂} = (1n = 16)$, что сложились в результате очень длительного изолированного территориального и временного обособления эволюционного развития на разных континентах Земного шара.

В результате очень длительного изолированного адаптивного развития, и из-за отсутствия процессов по взаимному обмену генетической информацией (генами) между различными видами рода *Juglans* L и *Carua* (кария) сложились очень большие генотипические барьеры, что отрицательно отражаются на результатах скрещиваемости (F), на признаках орехов и деревьев гибридов в настоящее геологическое время.

Специальные кариологические исследования, проведенные в Молдавии И.Г. Команичем (1989, стр87. Табл. 8) показали, что виды рода *Juglans* L и ботанические формы ореха грецкого имеют диплоидный набор хросом ($2n = 32$). в соматических клетках. При этом гаплоидное число $1n = 16$.

Распределение пар хромосом по длине у видов рода, *Juglans* L

(По И.Г. Команичу, 1989 г.)

Табл. 3

№ п/п	Вид	Длина хромосом, мкм					
		0,50 – 0,99	1,00 – 1,49	1,50 – 1,99	2,00 – 2,49	2,50 – 2,99	
1.	<i>J. regia</i>	3	7	6	-	-	
2.	<i>J. cjrddiformis</i>	4	9	3	-	-	
3.	<i>J. mandsurica</i>	1	11	4	-	-	
4.	<i>J. sieboldiana</i>	2	10	4	-	-	
5.	<i>J. nigra</i>	2	4	6	3	1	
6.	<i>J. hindsii</i>	1	8	6	1	-	
7.	<i>J. major</i>	1	5	9	1	-	
8.	<i>J. rupestris</i>	2	6	6	2	-	
9.	<i>J. cintrea</i>	3	10	2	1	-	

По данным И. Г. Команича (1962, 1989) орех серый (*Juglans cinerea* L) кариологически ближе к азиатским видам, чем к американским. [8]

И ещё: "... ископаемых остатков ореха серого найдено много в плиоценовой флоре Азии и Европы, в то время как на современной его родине таких остатков не обнаружено". [4]

В свою очередь В. И. Баранов (1959г, стр312-316, Рис 99) утверждает, что; «... серый орех был обычным обитателем плиоценовых лесов Западной Сибири, а разнообразие формы и крупные размеры некоторых ископаемых эндоспермов указывают на благоприятные для него климатические условия». [3]

Составление математических моделей и их исследование методами дифференциального исчисления и выявление функциональных зависимостей количественного признака половой скрещиваемости (F) видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан), в зависимости от продолжительности времени дивергенции (расхождения) их совместных эволюционных путей развития является одной из приоритетных и важнейших теоретических и практических проблем в современном ореховодстве Кыргызстана.

Выводы

1. Впервые методом математического моделирования решена теоретическая проблема современной синтетической селекции, а именно: определение времени дивергенции (расхождения) совместных эволюционных путей развития генетических предков реальных биологических орехов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) – на основе количественно изменчивого признака скрещиваемости (F) при их межвидовой и межродовой гибридизации (F_{∞}).

2. На основе теоретических математических расчётов определены генотипически и филогенетически близкие виды рода *Juglans* L, что позволяет более научно-обоснованно и оптимально подбирать исходные родительские пары (♀, ♂) для отдаленных межвидовых и межродовых скрещиваний, с целью искусственного синтеза (F) новых "культурных" (f. *eurogiae*) гибридных (F) сортов ореха для более суровых почвенно – климатических условий их будущей широкой культуры (до $\pm 45^{\circ}\text{C}$ и более).

3. Следует отметить, что на точность теоретического определения времени (t) дивергенции (расхождения) генетических предков орехов видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) может повлиять строгость количественного учета удачных скрещиваний (F), при которых получают жизнеспособные межвидовые и межродовые гибриды (F), и используемый исходный селекционно-генетический материал (род, вид, эколого-географическая популяция, и отдельно взятый генотип (дерево)).

4. Отмечена вероятность появления в природе наиболее «культурных» (f. *eurogiae*) рецессивных форм на периферии ареала (территории) распространения диких монотипных видов рода *Juglans* L (закон академика Н. И. Вавилова, 1965) что позволяет их успешно использовать при отдаленных межвидовых (с орехом грецким), и межродовых (с пеканом) скрещиваниях (F) с целью более ускоренного получения удачных гибридных сортов в первом поколении (F_1).

5. При оптимальном подборе исходных родительских пар (♀, ♂) видов рода *Juglans* L и *Carya* (пекан) для целей отдаленных скрещиваний (F) необходимо творческое использование закона Гомологических рядов в наследственной изменчивости акад. Н. И. Вавилова (1935) и закона Харди-Вайнберга (1908).

6. Необходимо решить методами современной молекулярной генетики проблемы монофилетического (от одного исходного генетического предка) и полифилетического (от разных генетических предков) происхождения современных видов рода *Juglans* L и *Carya* (кария), что может ускорить селекционный процесс по искусственному созданию «культурных» (f. *eurogiae*) гибридных сортов ореха для более суровых почвенно-климатических условий их будущей культуры (до $\pm 45^{\circ}\text{C}$ и более).

7. Важнейшим исходным селекционно-генетическим материалом при синтетической (F) селекции: путем половой и неполовой (соматической) гибридизации (F) видов рода *Juglans* L и *Carya* (кария) следует считать- орех грецкий (*Juglans* L) и пекан (*Carya olivaeformis* Nutt), которые являются эволюционно продвинутыми по сравнению с дикими монотипными видами ореха, и обладают чрезвычайным (огромным) формовым разнообразием (полиморфизмом) по признакам орехов (плодов) и деревьев.

Литература

1. Н. И. Вавилов 1935 «Закон Гомологических рядов в наследственной изменчивости» // В сб. «Теоретические основы селекции растений», том I Москва-Ленинград, Изд-во Сельхозлитературы, стр 75-126
2. Н. И. Вавилов, 1965 «Географические закономерности в расселении растений» // В сб. «Избранные труды» том V, Москва-Ленинград, Изд-во Наука, стр 140
3. В. И. Баранов 1959 «Плиоценовая флора с реки Обь в районе Томска» // В кн. «Этапы развития флоры и растительности в третичном периоде на территории СССР», Москва, Госиздат-во «Высшая школа», стр 312-316
4. М. Г. Горбунов 1956 «Новые виды *Juglans* из третичных отложений Западной Сибири» // В «Ботанический журнал» том 41, №5, стр 658-666
5. Г. Д. Карпеченко 1935 «Теория отдаленной гибридизации» // В сб. «Теоретические основы селекции растений», Москва-Ленинград, Изд-во Сельхозлитературы, том 1, стр. 293-344
6. С. С. Калмыков 1960 «Отдаленная гибридизация орехов» // В сб. «Отдаленная гибридизация растений и животных», Москва, Изд-во АН СССР, стр 134-139
7. Е. П. Коровин 1962 «Растительность Средней Азии и южного Казахстана» кн. 2., Ташкент, Изд-во АН Узб. ССР стр 436
8. И. Г. Команич, 1989 «Отдаленная гибридизация видов ореха (*Juglans* L.)», Кишинёв, Изд-во «Штиинца», стр 77-91
9. В. А. Кудрявцев, Б.П. Демидович, 1986 «Производная показательной функции» // В кн. «Краткий курс высшей математики» Москва, Главная редакция физико-математической литературы, стр 162-163
10. А. Н. Пернеев 2022 «Математическое моделирование филогенетических процессов, происходящих с орехом грецким (*Juglans regia* L) и другими дикими монотипными видами рода *Juglans* L и его использование в практической синтетической селекции (F)» // В «Годичный отчет за 2022 год», Жалал-Абадский научный центр ЮО НАН КР, г. Жалал-Абад -2022
11. А. Н. Пернеев 2025 «Математический метод обоснования теории наиболее оптимального подбора исходных родительских пар (♀, ♂) для целей отдаленной межвидовой гибридизации (F) орехов в системе видов рода *Juglans* L» // В материалах международной научно-практической конференции «Лесные ресурсы неотъемлемая часть зеленой экономики», посвященная 85 летию видного ученого, доктора экономических наук, профессора, академика НАН РК Сабита Байзакова, Казахстан, Алматы, 2025г. стр 193-199
12. А. А. Рихтер, А. А. Ядров 1985 «Краткая характеристика некоторых видов рода ореха» // В кн. «Грецкий орех», Москва, Изд-во Агропромиздат, стр 20-23
13. С. Я. Соколов, 1951 «*Juglans* L - Орех» // В кн. «Деревья и кустарники СССР», том 2, Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР, стр 230-250
14. С. Я. Соколов, 1951 «*Carya* Nutt – Кария» // В кн. «Деревья и кустарники СССР», том 2, Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР, стр 250-265
15. В. И. Ткаченко 1970 «Спонтанная гибридизация среди деревьев и кустарников орехоплодовых лесов Киргизии» // В сб. «Материалы по развитию ореховодства», Фрунзе, Изд-во «Илим», стр 171-173
16. К. Ш. Шамсиев 1990 «Гибридизация на морозоустойчивость и качество плодов» // В сб. «Орехоплодные в Узбекистане», Ташкент, Изд-во «Мехнат» стр 33-41
17. Ф. Л. Щепотьев 1950 «Выбор исходного материала при подборе родительских пород» // В сб. «Селекция древесных пород» Москва, Гослесбумиздат, стр 178-184
18. Ф. Л. Щепотьев 1960 «Отдаленная гибридизация видов рода *Juglans* на Украине» // В сб. «Отдаленная гибридизация растений и животных», Москва, Изд-во АН СССР стр 140-154
19. Ф. Л. Щепотьев и др. 1985 «Орехоплодовые лесные и садовые культуры», Москва, Агропромиздат, стр 131
20. А. С. Яблоков 1962 «Орехи (*Juglans*), Гикори (*Carya*)» // В кн «Селекция древесных пород», Москва, Изд-во Сельхозлитературы, стр 389-395.

УДК 634.54:575.224

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГЕНОФОНДА ОРЕХА ГРЕЦКОГО
НА ЮГЕ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ**
Супрун И.И., Степанов И.В., Токмаков С.В., Аль-Накиб Е.А., Лободина Е.В.,¹
Мамаджанов Д.К.², Анатов Дж.М.³, Хохлов С.Ю.⁴

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия.

²Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

³Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Горный ботанический сад – обособленное подразделение ДФИЦ РАН

⁴Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

**РОССИЯНЫН ТҮШТҮГҮНДӨГҮ ГРЕК ЖАҢГАГЫНЫН ГЕНОФОНДУН
SSR-МАРКЕРЛЕРИН КОЛДОНУУ МЕНЕН КОМПЛЕКСТҮҮ ИЗИЛДӨӨ**
Супрун И.И., Степанов И.В., Токмаков С.В., Аль-Накиб Е.А., Лободина Е.В.,¹
Мамаджанов Д.К.², Анатов Дж.М.³, Хохлов С.Ю.⁴

¹Бюджеттик негиздеги федералдык мамлекеттик илимий мекеме – Түндүк Кавказдын багбанчылык, жүзүмчүлүк жана шарап жасоо боюнча федералдык илимий борбору

²Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

³Россия Илимдер академиясынын Дагестан федералдык изилдөө борбору, Тоо ботаникалык багы – РИАнын ДФИЦинин өз алдынча бөлүмү

⁴Никит ботаникалык багы – РИАнын Улуттук илимий борбору

**AN INTEGRATED APPROACH TO STUDYING THE WALNUT GENE POOL IN SOUTHERN
RUSSIA USING SSR-MARKERS**
Suprun I.I., Stepanov I.V., Tokmakov S.V., Al-Nakib E.A., Lobodina E.V.¹
Mamadzhanov D.K.², Khokhlov S.Y.³

¹ North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking

² Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

³ Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Mountain Botanical Garden – a separate division of the DFRC RAS

⁴ Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS

Аннотация. Орех грецкий на Юге России имеет большой потенциал для промышленного возделывания в качестве востребованной орехоплодной культуры. Однако, существует ряд проблем, требующих решения для развития данного направления садоводства. В частности, требуется комплексный подход в селекционной практике и оценке имеющихся в регионе ресурсов с целью создания новых перспективных сортов. Исследовательский коллектив ФГБ-ГУ СКФНЦСВВ при активном сотрудничестве с учеными из Никитского ботанического сада (г. Ялта), Горного ботанического сада ДФИЦ РАН (г. Махачкала) и Жалал-Абадского научного центра ЮО НАН КР (Кыргызстан) проводит работы по изучению генофонда ореха грецкого на Юге России и его взаимосвязей с генплазмой из различных регионов мира с комплексной фенотипической оценки и анализа полиморфизма микросателлитных локусов. В представленной работе приведены результаты использования ДНК-маркерного анализа при изучении генетического разнообразия и вероятных путей формирования генофонда ореха грецкого на Юге России, а также данные сопоставления фенотипической оценки (сроки распускания листьев и жирнокислотный состав плодов) с полиморфизмом SSR-локусов. Полученные в насто-

ящее время сведения позволяют утверждать о перспективности дальнейшего внедрения генетического анализа на основе ДНК-маркирования в селекционную практику культуры ореха грецкого в регионе.

Ключевые слова: орех грецкий, генофонд, селекция, фенология, SSR-генотипирование генетическое разнообразие, позднее распускание почек, хозяйственно ценные признаки, жирнокислотный состав ядер.

Аннотация. Россиянын түштүгүндөгү жаңгак жаңгак өсүмдүктөрү катары коммерциялык өстүрүү үчүн чоң потенциалга ээ. Бирок, бул багбанчылык тармагын өнүктүрүү үчүн бир катар кыйынчылыктар бар. Тактап айтканда, жаңы келечектүү сортторду иштеп чыгуу үчүн селекциялык тажрыйбага комплекстүү мамиле кылуу жана колдо болгон аймактык ресурстарды баалоо талап кылынат. Вернадский атындагы Багбанчылык жана жашылча чарбасы боюнча Түндүк Кавказ федералдык илимий борборунун (СКФНЦСВВ) изилдөө тобу Никицкий ботаникалык багы (Ялта), Россия илимдер академиясынын Ыраакы Чыгыш федералдык изилдөө борборунун Тоо ботаникалык багы (Махачкала) жана КР УИАнын Түштүк филиалынын Жалал-Абад илимий борбору (Кыргызстан) изилдөөчүлөрүнүн активдүү катышуусу менен Россиянын түштүгүндөгү жаңгак генофондун классикалык фенотиптик баалоо методдорун да, ошондой эле микросателлите генотиптөө ыкмаларын да колдонуу менен изилдеп жатат. Бул макалада Россиянын түштүгүндөгү жаңгактардын генетикалык келип чыгышын жана ар түрдүүлүгүн изилдөө үчүн ДНК белгисин колдонуунун негизги натыйжалары, ошондой эле фенотиптик баалоолорду (жалбырактардын пайда болуу убактысы жана мөмө-жемиш май кислоталарынын курамы) SSR локалдык полиморфизми менен салыштырган маалыматтар берилген. Бүгүнкү күнгө чейин алынган маалыматтар аймактагы жаңгак өсүмдүктөрүнүн селекциялык практикасында ДНК маркалоонун негизинде генетикалык анализди андан ары ишке ашыруунун келечегин айтууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: жаңгак, генофонд, селекция, фенология, генотиптөө, генетикалык ар түрдүүлүк, кеч бүчүрлөр, экономикалык баалуу белгилер, май кислотасынын курамы.

Abstract. Walnuts in southern Russia have great potential for commercial cultivation as a sought-after nut crop. However, a number of challenges remain for the development of this horticultural sector. Specifically, a comprehensive approach to breeding practices and the assessment of available regional resources is required to develop new promising varieties. The research team at the North Caucasus Federal Research Center of Horticulture, Viticulture and Wine-making (SKFNCSVV), with the active participation of researchers from Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS, Mountain Botanical Garden DFRC RAS and Jalal-Abad Scientific Center, National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic is studying the walnut gene pool in southern Russia using both classical phenotypic evaluation methods and SSR genotyping techniques. This paper presents the key results of using DNA marking to study the genetic origin and diversity of walnuts in southern Russia, as well as data comparing phenotypic assessments (leaf emergence timing and fruit fatty acid composition) with SSR loci polymorphism. The information obtained to date allows us to state the prospects for further implementation of genetic analysis based on DNA marking in the breeding practice of walnut crops in the region.

Key words: walnut, gene pool, selection, phenology, SSR genotyping, genetic diversity, late bud break, economically valuable traits, fatty acid composition.

Введение. Важнейшей орехоплодной культурой наряду с миндалем, фундуком, кешью и фисташками выступает орех грецкий. К основным странам, возделывающим орех грецкий, можно отнести Китай, Иран, США и Турцию [1]. В России, несмотря на увеличивающиеся масштабы производства

грецкого ореха и тенденции к расширению садовых насаждений данной культуры, объемы орехоплодной продукции незначительны в сравнении с общемировыми. Однако, учитывая возрастающий спрос на орех грецкий на российском внутреннем рынке пищевых продуктов, существует запрос на развитие

данного направления садоводства. В свою очередь, это требует решения ряда задач, таких как смена имеющегося сортимента новыми улучшенными сортами, оптимизация агротехнических подходов, адаптированных под обновленный сортимент, налаживание производства посадочного материала, сформированного из новых рекомендуемых к возделыванию сортов. При этом, в процессе создания новых высокопродуктивных сортов следует учитывать их адаптированность к региональным условиям произрастания, высокую стабильную урожайность и конкурентоспособное качество плодов. Основополагающее значение при разработке селекционной стратегии по созданию новых сортов имеет оценка генетических ресурсов, представленных в регионе. В связи с чем, очевидно, что необходим комплексный подход в исследовании локального генофонда, включающий современные методы генетического анализа. Использование микросателлитных ДНК-маркеров при изучении генетической структуры генплазмы ореха грецкого в настоящее время имеет высокий уровень актуальности и востребованности [1]. Наряду с анализом генетической гетерогенности и определения степени генетического родства эти методы позволяют так же выполнить ДНК-паспортизацию сортов и форм в коллекции, что облегчает контроль сортовой чистоты в садовых насаждениях. На данный момент разработано и апробировано значительное количество микросателлитных маркеров, нашедших свое применение в исследованиях грецкого ореха. Наряду с маркерами, разработанными на орехе грецком [2-4], свою эффективность в генетическом анализе данного вида продемонстрировали маркеры, изначально созданные на *Juglans nigra* L [5]. При этом, к наиболее востребованным микросателлитным маркерам, задействованным в исследованиях ореха грецкого, стоит отнести маркеры серии «WGA», которые, показали свою надёжность при работе с различными генофондами в рамках данной культуры [6].

Эффективность применения микросателлитных маркеров была подтверждена множеством исследовательских работ по изучению генетических структур коллекций ореха грецкого и анализу диких популяций

вида, произрастающих в природе. Выше приведенные факты обосновывают использование микросателлитных маркеров в качестве надежных инструментов генетического анализа при изучении коллекций ореха грецкого на Юге России.

В настоящее время на Юге России ведется селекционная работа по грецкому ореху, результаты которой отражены в ряде публикаций [7-10]. Относительно недавно помимо классических методов селекционной оценки коллекционного материала для анализа местного генофонда стали применяться молекулярно-генетические методы на основе ДНК-генотипирования с использованием SSR-маркеров [11]. Основная часть работ по исследованию ореха грецкого в регионе проводится на базе двух крупных генетических коллекций, принадлежащих Никитскому ботаническому саду (НБС-НИЦ РАН) и Северо-Кавказскому федеральному центру садоводства, виноградарства, виноделия (ФГБНУ СКФНЦСВВ) и, соответственно, локализованных в Республике Крым (город Ялта) и Краснодарском крае (город Краснодар). Так, Никитский ботанический сад является одной из ведущих научных организаций в Российской Федерации, выполняющей селекционные работы по этой ценной орехоплодной культуре. Коллекция ореха грецкого НБС насчитывает 76 сортов и отобранных форм. При этом большая часть сортов в коллекции имеет местное происхождение. Также в коллекции присутствуют формы и сорта, интродуцированные из различных регионов мира, таких как Восточная и Западная Европа, Северная Америка (США) и Средняя Азия (Таджикистан) [8]. В свою очередь, в селекционном саду ОПХ «Центральное» на базе научного учреждения СКФНЦСВВ произрастает коллекция из более 300 образцов ореха грецкого, большинство из которых отобрано из местных форм в ходе экспедиций по региону. Часть образцов являются ссеянцами от свободного опыления среднеазиатских (Кыргызстан) орехов, интродуцированных на Кубань (Краснодарский край) [12].

Генетическая структура коллекций ореха грецкого на Юге России. Основу коллекций генетических ресурсов вида *J. regia* L. в Крыму и на Кубани составляют образцы, отобранные из местных ссеменных популя-

ций на основе оценки по селекционно-ценным признакам. Таким образом, генетическое разнообразие и родство коллекций во многом связано с локальными генофондами, произрастающими на территориях Крыма и Кубани. А знание о положении местных популяций в мировом генофонде позволяет увеличить эффективность селекционных программ и подбор форм из других регионов для отдаленного скрещивания. В настоящее время благодаря ряду исследований, проведенных с применением SSR-маркеров, сформированы общие представления о структуре мирового генофонда ореха грецкого. Так, полномасштабные исследования ореха грецкого, произрастающего на территории Евразии, опубликованные в 2017 году, установили наличие 4 основных групп популяций [13]. Первая группа произрастает на обширных пространствах от современной Турции до гор Тибета, вторая группа популяций выявлена в Китае и частично Средней Азии (Узбекистан), третья группа была обнаружена лишь в предгорьях Кыргызстана, к четвертой группе отнесены европейские популяции вида. Территориально кубанский и крымский генофонды ореха грецкого близки первой (переднеазиатской) и четвертой (европейской) группам. Это соответствует расположению двух регионов Юга России, Крыма и Кубани, на стыке Европы и Передней Азии.

Для подтверждения предположений о происхождении генетических коллекций ореха грецкого НБС ННЦ и СКФНЦСВВ и определения их родства с сортами из других регионов, нами было выполнено исследование с использованием SSR-маркеров [14]. Помимо крымских и кубанских сортов и форм в работе были задействованы сорта из США и Франции, имеющие западноевропейское происхождение, сорта молдавской селекции и формы из коллекции Главного Ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (ГБС РАН), предположительно отобранные с территории Восточной Европы. При общем анализе указанных изучаемой выборки образцов установили достоверное наличие семи групп. Три группы соответствовали сортам западноевропейского происхождения, молдавским сортам и формам из коллекции ГБС РАН. Одна группа была специфична для со-

ртов из Крыма и три группы характерны для форм и сортов из коллекции СКФНЦСВВ. В обеих коллекциях встречались образцы, отнесенные к группам иного происхождения, что свидетельствует о влиянии интродукции на формирование коллекций. У большинства образцов из двух исследованных коллекций отсутствуют сведения о их родительских формах, в связи с чем вклад интродукции в их происхождение был определен лишь с использованием молекулярно-генетических данных. Достоверно известно наличие в коллекции СКФНЦСВВ сортов, имеющих в своем происхождении среднеазиатские формы, отобранные в Кыргызстане. Метод генетического анализа подтвердил специфическое азиатское происхождение данных сортов, объединив их в общую группу. Две остальные группы были характерны для кубанских сортов из местных отборов, что служит доказательством их происхождения из локальной популяции. При оценке генетических дистанций между выявленными автохтонными образцами из коллекций Крыма и Кубани было установлено, что крымские сорта генетически близки европейскому генофонду, представленному в работе сортами из Франции, Молдовы, США и формами из коллекции ГБС РАН, а сорта из коллекции СКФНЦСВВ, наоборот, в генетически дистанцированы от сортов, представляющих европейскую группу. В связи с этим возникло предположение об азиатском или кавказском происхождении кубанского генофонда ореха грецкого. В подтверждение этому предположению имеются доказательства существования благоприятных для произрастания ореха грецкого условий в максимум последнего оледенения на территории восточной Анатолии и Закавказья [15], откуда вид мог проникнуть на Юг России. А граница пересечения европейского и азиатского генофондов находится на территории Крымского полуострова, о чем свидетельствуют результаты кластеризации групп местных сортов.

Таким образом, генофонд ореха грецкого, представленный на Юге России двумя крупными коллекциями образцов, имеет сложную генетическую структуру. Он включает образцы разного эколого-географического происхождения и представляющих как азиатскую, так и европейскую генплазмы вида

J. regia. Такая гетерогенность генофонда обуславливает высокий уровень полиморфизма локальных форм и актуализирует их использование в селекционных программах. Для части образцов ореха грецкого из этих коллекций, изначально отобранных в местных популяциях на территории Крыма и Кубани, характерно влияние интродукции из других регионов. Данный факт может быть связан с активным возделыванием культуры грецкого ореха на приусадебных участках и имеющим место использованием при разведении ореха семенного материала из различных регионов.

Изучение реликтовых форм ореха грецкого на территории горного Дагестана. Научный интерес представляет поиск и изучение автохтонного генофонда ореха грецкого на Северном Кавказе, на который не оказало значительное влияние интродукция. Для горной части Дагестана характерно наличие изолированных друг от друга горными массивами поселений и отсутствие развитой культуры возделывания ореха грецкого. Указанные особенности данного региона гипотетически могли способствовать сохранению реликтовых автохтонных форм ореха грецкого. Нами был выполнен отбор образцов ореха грецкого из различных локаций Горного Дагестана для последующего их генетического анализа с использованием SSR-маркеров [16]. Всего в работу было включено три локации на севере горного Дагестана и девять локаций, расположенных на юге горного Дагестана. Дополнительно для выявления генетических взаимосвязей образцов ореха из горного Дагестана с генотипами ореха различного происхождения были отобраны образцы из равнинного Дагестана и 42 сорта из Республики Крым, Краснодарского Края, Республики Молдавия, Кыргызской Республики, Франции и США. Анализ генетической структуры дагестанского генофонда ореха грецкого позволил выявить значительные генетические различия между субпопуляциями горной и равнинной части Дагестана. Это подтверждает влияние не только фактора рельефа местности, но и этнокультурных особенностей на структуру генофонда. Субпопуляции равнинных районов Дагестана имеют промежуточное положение между генофондом горного Дагестана и

культурными сортами более западных относительно Дагестана регионов (Кубань, Крым, Молдова, Франция и США). В свою очередь, установленные факты интродукции среди образцов из горного Дагестана, носили единственный характер. Нами было сделано предположение, что значительная часть генофонда ореха грецкого из горного Дагестана имеет автохтонное происхождение от растений, переживших максимум последнего оледенения в кавказском рефугиуме. Однако, по ряду ценных характеристик качества семян генотипы ореха грецкого из горного Дагестана уступают формам, возделываемым в садовых и приусадебных насаждениях на Юге России, в связи с чем их использование в селекционной практике не представляется актуальным.

Генетическая взаимосвязь между аллельным составом локусов CUJRB012, JRHR209732 и сроков распускания листьев у образцов ореха грецкого. В коллекции ореха грецкого, представленной в научном учреждении СКФНЦСБВ, проводятся работы, направленные на поиск генетических взаимосвязей между полиморфизмом SSR-локусов и признаком сроков распускания листьев [17]. На сортах и формах кубанского происхождения была установлена достоверная взаимосвязь между аллелями 105 п.н. и 90 п.н. (микросателлитный локус CUJRB012), 272 п.н. – по локусу JRHR209732 с реализацией фенотипического признака «срок распускание почек». Так, для образцов с аллельным вариантом 105 п.н. в локусе CUJRB012, чаще были характерны более поздние сроки начала распускания почек. В то же время для гибридных форм, имеющих аллель 90 п.н. по этому маркеру, в среднем наблюдались более ранние сроки начала распускания почек. При анализе взаимосвязи сроков распускания почек у образцов с аллельными вариантами по локусу JRHR209732, выявили, что все выявленных гетерозиготные образцы с аллелем 272 п.н. характеризуются ранними сроками распускания почек. Это дополнительно подтверждает имеющиеся научные данные о сцепленности указанных микросателлитных локусов с QTL, контролирующим этот признак, который был впервые выявлен Kefayati S. et al. (2019) [18]. Полученные в ходе наших исследований данные дают основание сде-

лать вывод о перспективности использования маркеров CUJRBO12 и JRHR209732 для проведения скрининга генофонда при идентификации образцов с более поздними сроками начала вегетации, что имеет ценность при решении селекционных задач.

Оценка жирнокислотного состава плодов образцов ореха грецкого из коллекции СКФНЦСВВ. Важнейшим фактором, определяющим потребительскую ценность сортов ореха грецкого, является жирнокислотный состав ядер. Нами был выполнен анализ жирнокислотного состава ядер наиболее ценных для селекции ортов и форм из коллекции СКФНЦСВВ [19]. Среди жирных кислот в составе семян ореха особое значение имеют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), являющиеся незаменимым компонентом рациона человека. В связи с чем актуальным для селекции ореха грецкого является выделение сортов с наибольшим процентным вкладом ПНЖК в общий жирнокислотный состав. Исходя из значений данного признака можно выделить, пять сортов (Дачный, Славянин, Сатурн, Топаз, Пелан), обладающих наибольшей процентной долей полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Немаловажным является показатель содержанием ПНЖК относительно общей массы плода. К сортам с наибольшим содержанием ПНЖК относительно общей массы плода, варьирующим от 55,14% до 58,85%, можно отнести Сатурн, Пелан, Дачный и Славянин. Выявленные сорта с селекционно-ценными характеристиками распределены между различными генетическими группами в коллекции определенными с использованием SSR-маркеров. В связи с чем, скрещивание сортов ореха из коллекции СКФНЦСВВ с высоким содержанием ПНЖК не будет способствовать генетическому обеднению селекционного материала.

Заключение. Представленные в данной работе результаты исследований служат доказательством перспективности внедрения методов ДНК-генотипирования в селекционную практику. Полученные с помощью применения микросателлитных маркеров сведения о структуре и происхождении локального генофонда культуры позволяют повысить эффективность использования имеющегося в коллекциях генетического материала, способствуя сохранению его разнообразия и более рациональному использованию селекционных ресурсов.

Литература

- 1 Vahdati K., Arab M.M., Sarikhani S., Sadat-Hosseini M., Leslie C.A., Brown P.J., In *Advances in Plant Breeding Strategies: Nut Beverage Crops*, 2019,4, 401–472. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23112-5_11
- 2 Dangel G. S., K.Woeste, Aradhya M. K., Koehmstedt A., Simon C., Potter D., Leslie C.A., McGranahan G., *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2005,130(3),348–354. <https://doi.org/10.21273/JASHS.130.3.348>
- 3 Topcu H., Ikhsana A.S., Sütyemez M., Güneya N. M., Kafkas S., *Scientia Horticulturae*, 2015,194,160–167. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.014>
- 4 Ikhsana A. S., Topc H., Sütyemez M., Kafkas S., *Scientia Horticulturae*, 2016,213,1–4. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.006>
- 5 Woeste K., Burns R., Rhodes O., Michler C., J. Hered, 2002,93,58–60. <https://doi.org/10.1093/jhered/93.1.58>
- 6 Bernard A., Barreneche T. Lheureux F., Dirlwanger E., *PLoS ONE*, 2018,13(11),0208021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208021>
- 7 Луговской А. П., Мурзинова Д. Г., *Плодоводство и виноградарство Юга России*, 2010,6(5),15–23. [Lugovskoy A.P., Murzinova D.G., *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*, 2010,6(5),15–23. (in Russian)].
- 8 Хохлов С.Ю., Баскакова В.Л., *Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан»*, 2015,6,235–238. [Hohlov S.YU., Baskakova V.L., *Scientific notes of the nature reserve “Cape Martyan”*, 2015,6,235–238. (in Russian)].

9 Супрун И.И., Луговский А.П., Балапанов И.М., Плодоводство и виноградарство Юга России, 2016,39 (03), 16. [Suprun I. Lugovskoy A., Balapanov I., Fruit growing and viticulture of the South of Russia, 2016,39 (03),16. (in Russian)].

10 Луговской А. П., Балапанов И.М., Плодоводство и виноградарство Юга России, 2018,51(03),98-110. DOI 10.30679/2219-5335-2018-3-51-98-110. [Lugovskoy A.P., Balapanov I.M., Fruit growing and viticulture of the South of Russia,2018,51(03),98-110. DOI 10.30679/2219-5335-2018-3-51-98-110. (in Russian)].

11 Balapanov I., Suprun I., Stepanov I., Tokmakov S., Lugovskoy A., *Scientia Horticulturae*, 2019, 253, 322-326. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.014>.

12. Луговской А. П., Супрун И. И., Балапанов И. М., Подгорная М. Е. Современные сорта и технологии возделывания Грецкого ореха в условиях юга России: методические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСБВ, 2018, 69 с. [Lugovskoy A.P., Suprun I.I., Balapanov I.M., Podgornaya M.E. Modern varieties and technologies of walnut cultivation in the conditions of the south of Russia: guidelines. Krasnodar: FSBSI NCF SCHVV, 2018, 69 p.]

13. Pollegioni P, Woeste K, Chiocchini F, Del Lungo S, Ciolfi M, Olimpieri I, Tortolano V, Clark J., Hemery G.E., Mapelli S., Malvolti M., *PLoS ONE*, 2017, 12(3), e0172541. doi:10.1371/journal.pone.0172541.

14 Suprun, I.I.; Stepanov, I.V.; Vahdati, K.; Tokmakov, S.V.; Balapanov, I.M.; Al-Nakib, E.A.; Khokhlov, S.Y.; Sokolova, V.V., *Sci. Hortic*, 2024, 334, 113275.

15. Aradhya, M.; Velasco, D.; Ibrahimov, Z.; Toktoraliev, B.; Maghradze, D.; Musayev, M.; Bobokashvili, Z.; Preece, J.E., *PLoS ONE*, 2017, 12, e0185974.

16. Suprun, I.; Stepanov, I.; Anatov, D., *Horticulturae*, 2025, 11, 65. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11010065>

17. Супрун И.И., Аль-Накиб Е.А., Степанов И.В., Лободина Е.В., Щеглов С.Н., Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2025;186(1),158-169. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2025-1-158-169> [Suprun I.I., Al-Nakib E.A., Stepanov I.V., Lobodina E.V., Shcheglov S.N. Proceedings on applied botany, genetics and breeding, 2025, 186(1), 158-169. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2025-1-158-169>].

18. Kefayati S., Ikhsan A.S., Sutyemez M., Paizila A., Topçu H., Bükücü Ş.B. et al., *Tree Genetics and Genomes*, 2019,15(1),13. DOI: 10.1007/s11295-019-1318-9.

19. Супрун И.И., Аль-Накиб Е.А., Степанов И.В., Лободина Е.В., Кожевников Е.А., Садоводство и виноградарство, 2025,(4),5-14. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2025-4-5-14> [Suprun I.I., Al-Nakib E.A., Stepanov I.V., Lobodina E.V., Kozhevnikov E.A., *Horticulture and viticulture*, 2025,(4),5-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2025-4-5-14>].

УДК 634.574

МИНДАЛЬ (*Amygdalus communis*) НА ЮГЕ КЫРГЫЗСТАНА
Темирбаева С.Т.

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

КЫРГЫЗСТАНДЫН ТҮШТҮГҮНДӨГҮ БАДАМ (*Amygdalus communis*)
Темирбаева С.Т.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

ALMOND (*Amygdalus communis*) IN THE SOUTH OF KYRGYZSTAN
Temirbaeva S.T.

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. В данной статье приведены результаты многолетних исследований интродуцированных сортов сладкого миндаля. Рекомендованы сорта сладкого миндаля для промышленных насаждений бумажноскорлупые, мягкоскорлупые и стандартноскорлупые сорта.

Ключевые слова: Миндаль, ядро, прочность сорта, характер скорлупы, окраска, природные условия.

Аннотация. Бул макалада ширин бадамдын интродукцияланган сорттору боюнча көп жылдык изилдөөлөрдүн натыйжалары берилген. Ширин бадамдын өнөр жайлык көчөттөр үчүн сунушталган сорттору кагаз кабыкчалуу, жумшак кабыкчалуу жана стандарттуу кабыкчалуу сорттор болуп саналат.

Ачкыч сөздөр: бадам, өзөк, сорттун бекемдиги, кабыктын мүнөзү, түсү, жаратылыш шарттары.

Annotation. This article presents the results of many years of research into introduced varieties of sweet almonds. The recommended varieties of sweet almonds for industrial plantings are paper-shell, soft-shell and standard-shell varieties.

Key words: Almond, kernel, variety strength, shell character, color, natural conditions.

Введение. Миндаль обыкновенный (*Amygdalus communis*) – ценная орехоплодовая порода. Миндальные орехи имеют в зависимости от сорта, сладкое и горькое ядро. Горький вкус ядра миндаля зависит от содержания в нем химического вещества, называемого амигдалином. Ядра сладкого и горького миндаля, в зависимости от сорта, место произрастания и времени сбора, содержат от 40 до 70% жирного миндального масла. Плоды сладкого миндаля используются преимущественно в пищевой промышленности. Из зрелого миндального ядра изготавливается огромный ассортимент кондитерских изделий. Всем известны миндальные пирожные и печенье; из миндаля изготавливаются также конфеты, шоколад, миндальные пасты, пря-

ники, пудра, марципаны, миндаль жареный, засахаренный, соленый и т.д.[5].

Весьма важным продуктом переработки миндальных орехов является миндальное масло, добываемое как из сладкого, так и из горького миндаля. Последний для выделки масла предпочитается по своей дешевизне. Выгода же употребления для этой цели более дешевого горького миндаля увеличивается еще тем, что являющиеся в качестве побочного продукта, при добывании миндального масла – миндальные жмыхи служат не только ценным кормом для скота, но и употребляются для приготовления масла.

Горькоминдальное масло применяется при фабрикации мыла и других косметических изделий, кроме того и в медицине. Дре-

весина миндального дерева охотно употребляется столярами для мебельных поделок.

Миндаль расцветает раньше всех наших плодовых пород и потому урожаи его часто зависят от состояния погоды или точнее температуры во время цветения.

Профессор Н.И. Кичунов (1931) сообщает что, переносителями пыльцы у миндаля являются насекомые (пчелы). При холодной дождливой сумрачной погоде опыление бывает недостаточным, отчего бывает слабым и урожай. Поэтому и вообще в миндальном саду важно иметь пчелиные ульи и сеять люпин, чтобы питать пчел после цветения деревьев. Большинство сортов миндаля самоопылители, но в отношении самоопыления у миндаля имеются различные степени. Из множества распустившихся цветов плоды дают лишь немногие, а большинство завязей отпадает по истечении трех недель.

Преимуществом миндаля является его крайняя засухоустойчивость, нетребовательность к влаге, что делает его культуру возможной на больших площадях предгорий и низких гор, где другие культуры невозможны. В этом отношении миндаль не имеет иных конкурентов кроме фисташки. Но по сравнению с последней он имеет, то преимущество, что легко идет на каменистых скелетных почвах, тогда как фисташка предпочитает мелкоземные глинистые почвы.

В целом преимущество миндаля по сравнению с прочими плодовыми породами очень велико и культура его ценна и требует расширения. [4].

По свидетельству Е.Н.Охоба в Южной Киргизии миндаль обыкновенный в основном произрастает на юго-западных склонах Ферганского хребта, однако встречается также в зоне Чаткальского и Алайского хребтов.

Практические опыты по интродукции и сортоизучению миндаля сладкого в условиях жарких и сухих предгорий Жалал-Абадской области.

Опорный пункт «Колмо» организован в 1986 году, общей площадью 10.0 га (на высоте 1200 м.н.у.м.). Научно-исследовательские работы проводились заведующим лаборатории защитного лесоразведения, к.б.н. А.С. Булычевым, под руководством профессора П.А. Гана. Главной задачей научно-исследовательской работы явилось создание противоэрозионных (защитных, лесных насаждений) путём посева семян и посадки саженцев древесных пород. Миндаль обыкновенный и унаби, после фисташки являются наиболее засухоустойчивой породой, а также они, как плодовые являются интродуцентами для Кыргызстана. Поэтому на опорном пункте «Колмо» были посажены 21 сорт сладкого обыкновенного миндаля и 4 сорта крупноплодных унаби. [2].



Рис.1 Сорта сладкого миндаля о/п Колмо.

Практические данные по экологической адаптации, росту и развитию, урожайностью и качеству орехов, периодичность плодоношения дерева, устойчивость к весенним возвратным заморозкам, к низким зимним температурам воздуха, зимостойкость, устойчивость к вредителям и болезням и общее физиологическое состояние деревьев по годам наблюдений интродуцированных сортов сладкого миндаля получены на исследовательском участке Колмо.

Материалы и методы исследований.

Было проведено комплексное изучение плодов интродуцированных сортов миндаля по «Программе и методике селекции и сортоизучения орехоплодовых культур» [6].

Характер скорлупы ореха, изучение качества плодов, прочность и расцветка скорлупы (мягкая, губчатая, сладкая). Размеры ореха (длина, ширина, толщина), количество орехов в 1 кг, средний вес ядра, размеры ядра (длина, ширина, толщина), выход ядра.

Товарные качества миндальных орехов определяются их внешним видом и размером, выходом ядра и масла, лёгкостью извлечения ядра и его вкусовыми достоинствами. Чем тоньше скорлупа, тем выше процент выхода ядра.

По методике А.А. Абдрасулова (2009), прочности и твердости скорлупы подразделяли 4 группы: бумажноскорлупые, мягкоскорлупые, стандартноскорлупые или плотноскорлупые и твердоскорлупые сорта миндаля:

Бумажноскорлупые сорта. Имеют тонкую бумагообразную, легко разламываемую скорлупу. Такие сорта дают наибольший выход ядра (более 50%) и используются для получения чистого ядра.

Мягкоскорлупые сорта. Имеют более или менее губчатую легко разламываемую скорлупу. Орехи этой группы имеют красивый вид, ядро хорошо отделяется от скорлупы. Выход ядра составляет 40-50%.

Стандартноскорлупые или плотноскорлупые. Скорлупа сравнительно плотная и может быть расколота щипцами для орехов или легким ударом молотка. Выход ядра составляет 32-40 %.

Твердоскорлупые. Скорлупа обычно имеют дырчатую скульптуру и может быть расколота только сильным ударом молотка. Выход ядра у сортов этой группы составляет 17-30%.

Производственный интерес представляют в основном сладкоядерные сорта, относящиеся к первым трём группам. [1].

Наиболее важными показателями характеристики качества плодов миндаля являются однородность и привлекательность орехов по окраске, форме поверхности и прочность скорлупы; к показателями качества плодов относится также масса (вес), объем и форма ореха; выход, извлекаемость, вкус, окраска.

Результаты исследований. Нами были определены технические характеристики орехов интродуцированных сортов сладкого миндаля с учетом Межгосударственным стандартом ГОСТ 16830-2014, принятого Межгосударственным советом (Армения, Беларусь, Кыргызстан и Россия) по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 45 от 25 июня 2014 года), по прочности скорлупы миндальные орехи подразделены на нижеследующие группы:

-мягкоскорлупные (полумягкоскорлупные, бумажно-скорлупные) орехи: скорлупа которого беспрепятственно раздавливается руками.

-твердоскорлупные орехи: скорлупа которого разбивается молотком или разгрызается зубами. На основании ГОСТа 16830-2014 изучаемые сорта сладкого миндаля уч.Колмо Жалал-Абадского научного центра по прочности скорлупы разделены на 2 группы (табл. 1):

РАЗДЕЛЕНИЕ ИЗУЧАЕМЫХ СОРТОВ СЛАДКОГО МИНДАЛЯ ПО МЕТОДИКЕ АБДУРАСУЛОВА А.А.

Таблица 1

№ пп	Название сортов	Характеристика скорлупы
Бумажноскорлупые и полумягкоскорлупые		
1	Бумажноскорлупой	Скорлупа тонкая бумагообразная, легко разламывается мягкий, крупного размера, пористый, двухслоенный, цвет светло-желтый.
2	Гурзуфский	Скорлупа тонкий, мягкий, пористый, однослоенный, цвет коричневый.
3	F-1710	Скорлупа мягкий, пористый, двухслоенный, дырчатый, цвет светло-желтый
4	Нонпарель	Скорлупа мягкая, тонкая, двухслоенный, цвет светло-желтый.
5	Бостондыкский	Скорлупа мягкий, гладкий, однослоенный, цвет светло-желтый.
6	Приморский	Скорлупа мягкая, тонкая, ямчато-шероховатая, окраска светло-коричневая.
7	Техас	Скорлупа тонкая, мягкая, однослоенная, окраска светло-коричневая.
8	Никитский -62	Скорлупа мягкая, однослоенный, ямчатый, окраска светло-коричневая.
Мягкоскорлупые		
1	Десертный	Скорлупа ямчато-гладкая, двухслоенный, окраска светло-коричневый.
2	Техас	Скорлупа мягкая, поверхность ямчато-дырчатая, окраска светло-коричневая.
3	Поздний	Скорлупа плотный, крупная, двухслоенный, дырчатая, окраска желтый.
4	Пряный	Скорлупа мягкий,гладкий, двухслоенный, окраска коричневый.
5	Выносливый	Скорлупа мягкая, ямчатая, окраска коричневый.
6	Никитский-62	Скорлупа толстый, двухслоенный, ямчато-шероховатая, окраска желтая.
7	Крымский	Скорлупа двухслоенный, пористый, окраска коричневый.
8	Никитский-2240	Скорлупа мягкая, поверхность ямчато-шероховатая, окраска светло-коричневый
9	Космический	Скорлупа двухслоенный, дырчатый,окраска светло-желтый.
10	Никитский поздний	Скорлупа дырчатая, негладкая, однослоенный, тонкая, окраска светло-коричневая.

Обсуждение результатов: В результате постоянных наблюдений и изучения по специальной методике, были отмечены хорошо развитые, с более стабильной урожайностью деревья, которые в дальнейшем, при сохранении ими этих положительных свойств, могут быть выделены в статус перспективных хозяйственно-ценных сортов миндаля сладкого для условий южного Кыргызстана.

Выводы:

1. Лучшими интродуцированными сортами сладкого миндаля в Кыргызстане

следует считать бумажноскорлупыми и полумягкоскорлупыми следующие сорта: **Бумажноскорлупый, Гурзуфский, Нонпарель, Бостондыкский, Техас, Никитский -62.**

2. Для промышленных насаждений рекомендуются следующие 8 сортов: **Бумажноскорлупый, Нонпарель, Космический, Техас, Предгорный, Гурзуфский, Поздний, F-1710, Десертный.**

3. Подвоями для промышленных сортов миндаля сладкого могут быть сеянцы от дикого горького миндаля, который произрастает на сухих и жарких предгорьях на юге Кыргызстана.

Литература:

1. Абдурасулов А.А. Рекомендации по выращиванию плантаций миндаля сладкого по садовому типу в Узбекистане [Текст]/А.А. Абдурасулов. -Ташкент, 2009. 18 с.
2. Болотова А.С., Кенжебаев Ж.К. Интродуцированные сорта сладкого миндаля в Южном Кыргызстане. [Текст] -Введ. Бишкек 2017.стр.49-50.
3. ГОСТ 16830-71 Межгосударственный стандарт. Орехи сладкого миндаля. Технические условия. [Текст] -Введ. 1972-01-01. –М. Изд-во стандартиформ, 2009. -11 с.
4. Кичунов Н.И. Орехи и их культура [Текст] - Введ. 1931г.стр.90-91.
5. Рихтер А.А. Культура миндаля в республиках Средней Азии 1938 стр.3-4.
6. Ф.Л.Щепотьев и др. «Программа и методика селекции и сортоизучения орехоплодовых культур», Воронеж, 1976.

УДК 581.9:582.711.71:502.75(575.2)

**МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРУШИ КОРЖИНСКОГО
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ**
Кенжебаев С. К., Шабданов К. Ж., Розиев Т. Р., Кожошев О. С., Айдарбеков С. Ы.

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

**КОРЖИНСКИЙДИН АЛМУРУТУНУН МОРФОЛОГИЯЛЫК-БИОЛОГИЯЛЫК
ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ ЖАНА АЛАРДЫН БИОЛОГИЯЛЫК
АР ТҮРДҮҮЛҮКТҮ САКТООДОГУ МААНИСИ**
Кенжебаев С. К., Шабданов К. Ж., Розиев Т. Р., Кожошев О. С., Айдарбеков С. Ы.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

**MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PYRUS KORSHINSKYI
AND THEIR ROLE FOR BIODIVERSITY CONSERVATION**
Kenzhebaev S. K., Shabdnov K. Zh., Roziev T. R., Kozhoshev O.S., Aidarbekov S. I.

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. Груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) представляет собой редкий эндемичный вид орехово-плодовых лесов Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая, находящийся под угрозой исчезновения и включённый в Красные книги разных уровней. В Кыргызстане данный вид встречается на Чаткальском и Ферганском хребтах, где произрастает в орехово-плодовых лесах группами или единичными деревьями на высотах 1200–2000 м над уровнем моря. Настоящее исследование посвящено изучению морфологических и биологических характеристик плодов и семян груши Коржинского. Установлено, что средняя масса плода составляет $47,30 \pm 0,46$ г при высоте $4,04 \pm 0,38$ см и диаметре $4,58 \pm 0,32$ см. В пятигнездной семенной камере формируется различное количество семян, среди которых встречаются как полноценно развитые, так и пустые или недоразвитые. Средний выход здоровых семян составил $0,981 \pm 0,11\%$ от массы плодов. Полученные данные подтверждают низкий уровень семенной продуктивности вида, что обуславливает необходимость углублённых исследований и разработки эффективных мер по сохранению *in situ* и *ex situ*.

Ключевые слова: груша Коржинского, эндемик, морфология плодов, биология семян, охрана, биоразнообразие

Аннотация. Коржинский алмуруту (*Pyrus korshinskyi* Litv.) – ар кандай деңгээлдеги Кызыл китептерге киргизилген Батыш Тянь-Шань жана Памир-Алайдагы жаңгак-мөмө токойлорунун сейрек кездешүүчү жана жоголуу коркунучунда турган эндемикалык түр. Кыргызстанда бул түр Чаткал жана Фергана кырка тоолорунда кездешет, ал жерде жаңгак-мөмө токойлорунда тобу менен же жалгыз дарактар түрүндө деңиз деңгээлинен 1200–2000 м бийиктикте өсөт. Бул изилдөө Коржинский алмурутунун мөмөлөрү менен уруктарынын морфологиялык жана биологиялык мүнөздөмөлөрүн изилдөөгө арналган. Изилдөөлөрдүн негизинде мөмөсүнүн орточо салмагы $47,30 \pm 0,46$ г, бийиктиги $4,04 \pm 0,38$ см, диаметри $4,58 \pm 0,32$ см экени аныкталды. Беш уялуу урук камерасында ар кандай сандагы уруктар пайда болот, алардын арасында толук өнүккөн, бош же өнүгүүсү толук эмес уруктар кездешет. Мөмөнүн массасынын таза уруктардын орточо чыгуусу $0,981 \pm 0,11\%$ түзөт. Алынган маалыматтар түрдүн урук өндүрүмдүүлүгүнүн деңгээлинин төмөндүгүн тастыктайт, жана *in situ* жана *ex situ* сактоо боюнча натыйжалуу чараларды иштеп чыгуу зарылдыгын шарттайт.

Негизги сөздөр: Коржинский алмуруту, эндемик, жемиштердин морфологиясы, уруктардын биологиясы, коргоо, биоар түрдүүлүк

Abstract. *Pyrus korshinskyi* (*Pyrus korshinskyi* Litv.) is a rare endemic species of the walnut-fruit forests of the Western Tien Shan and Pamir-Alai, currently listed as endangered and included in national and regional Red Data Books. In Kyrgyzstan, this species occurs in the Chatkal and Fergana ranges, where it grows either in groups or as solitary trees at altitudes of 1200–2000 m above sea level. This study investigates the morphological and biological characteristics of its fruits and seeds. The results revealed that the average fruit mass is 47.30 ± 0.46 g, with a mean height of 4.04 ± 0.38 cm and a diameter of 4.58 ± 0.32 cm. The five-loculed ovary contains a variable number of seeds, which include both fully developed and aborted ones. The average yield of viable seeds amounted to $0.981 \pm 0.11\%$ of the total fruit mass. The results indicate a low level of seed productivity in *P. korshinskyi*, underscoring the need for further studies and the development of effective in situ and ex situ conservation measures.

Keywords: *Pyrus korshinskyi*, endemic species, fruit morphology, seed biology, conservation, biodiversity

Введение. Биологическое разнообразие является основой существования экосистем и обеспечивает важнейшие экологические услуги, такие как регулирование климата, опыление растений, поддержание плодородия почв и круговорота воды.

В последние годы, в условиях стремительного развития высоких технологий и нарастающего антропогенного воздействия, биологическое разнообразие подвергается беспрецедентным угрозам. К основным факторам, негативно влияющим на состояние биоразнообразия, относятся интенсификация сельского хозяйства, урбанизация, изменение климата, загрязнение окружающей среды и деградация естественных экосистем. Особую обеспокоенность вызывают редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды, характеризующиеся ограниченным ареалом распространения, низкой численностью и высокой чувствительностью к внешним воздействиям.

На современном этапе сохранение растительного биоразнообразия приобретает особую значимость и рассматривается как одна из приоритетных задач глобального экологического устойчивого развития. Повышенное внимание уделяется уязвимым, редким и исчезающим видам растений, нуждающимся в срочных мерах охраны и восстановлении.

Сохранение биологического и охрана уязвимых видов являются приоритетными направлениями международной природоохранной политики, что отражено в ряде стратегических документов, включая Конвенцию о биологическом разнообразии [1], к которой Кыргызская Республика присоединилась в 1996 году [2], а также Цели устойчи-

вого развития Организации Объединённых Наций [3].

Обеспечение эффективного сохранения биоразнообразия требует системного и междисциплинарного подхода, включающего исследование биологических и экологических особенностей видов, регулярный мониторинг их состояния, восстановление деградированных популяций, а также использование механизмов сохранения in situ и ex situ.

В ареале распространения орехоплодовых насаждений встречаются семь видов редких и исчезающих древесно-кустарниковых пород, занесённых в Красную книгу Кыргызской Республики. Одним из таких видов является груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi*).

Материал и методика исследований. Материалом исследования послужила груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.), произрастающая в естественных орехово-плодовых лесах. Для изучения морфологических и биологических характеристик плодов отбор образцов осуществлялся в поясе орехово-плодовых лесов на высотах от 1500 до 1900 м над уровнем моря. Сбор плодов проводился в фазу их биологического созревания, начиная с третьей декады июля, что соответствует фенофазам «полного лета» и «спада лета» [4].

В рамках исследования были определены следующие показатели: морфометрические параметры плодов (длина, диаметр и масса), количество полноценных семян в одном плоде, выход чистых семян (%), а также масса 1000 семян. Измерения размеров плодов и семян проводились с использованием штангенциркуля марки *Tricle* с точностью до

0,01 мм. Масса плодов и семян определялась с помощью лабораторных цифровых весов модели DM.3 с точностью до 0,01 г.

Результаты и обсуждения. Груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) представляет собой крайне редкий, эндемичный и находящийся под угрозой исчезновения вид. В 2007 году он был включён в Красный список Международного союза охраны природы (IUCN) со статусом *Critically Endangered (CR)* в соответствии с критериями B2ab(iii,v) [5]. В Красной книге древесных растений Средней Азии вид также классифицирован как CR B2ab(iii,v), что указывает на высокую степень риска его исчезновения [6]. В Красную книгу Кыргызской Республики *Pyrus korshinskyi* включён со статусом *Vulnerable (VU)*, отражающим уязвимое состояние вида и необходимость разработки и реализации мероприятий по его охране [7].

Груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) — редкий, слабоизученный узколокальный эндемик Центральной Азии, распространённый в горных регионах Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая (Афганистан, Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан). Произрастает на высотах 1000–2600 м над уровнем моря в сухих щебнистых или мелкоземистых склонах. Вид характеризуется высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к грибным заболеваниям, что делает его ценным для селекции. Зона устойчивости USDA: 5 (выдерживает температуры до -29°C) [8].

В Кыргызстане вид встречается на Чаткальском и Ферганском хребтах. В орехово-плодовых лесах произрастает группами или отдельными деревьями на высотах от 1200 до 2300 м над уровнем моря.

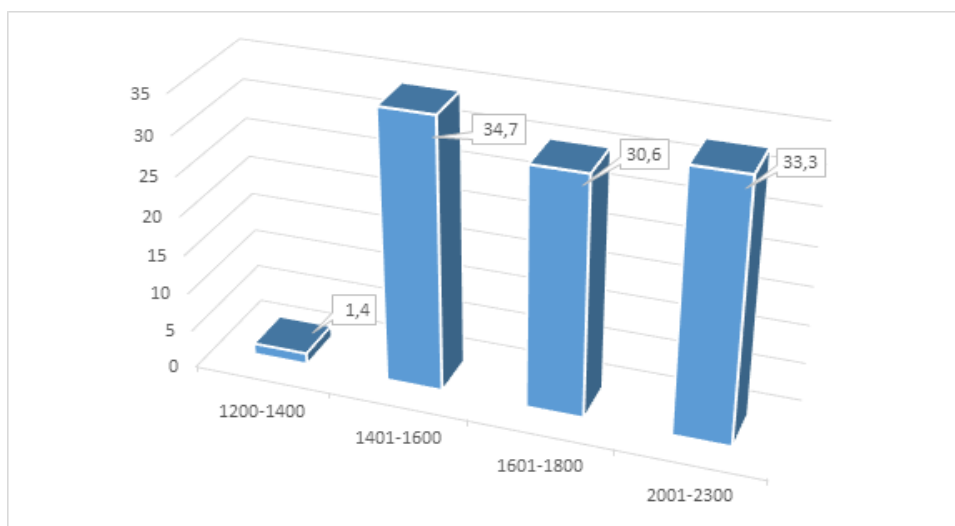


Рисунок. 1. Распределение выявленных особей груши Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) по высотам над уровнем моря.

На рисунке 1 представлено распределение особей груши Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) по высотам над уровнем моря. Вид отмечен во всех исследованных интервалах, однако его численность значительно варьирует: на высоте 1200–1400 м выявлено лишь 1,4 % особей, тогда как на 1401–1600 м зафиксировано 34,7 %. В интервале 1601–1800 м встречаемость составляет 30,6 %, а в пределах 2001–2300 м — 33,3 %. Таким образом, наибольшая концентрация популяции наблюдается в интервалах 1401–

1600 м и 2001–2300 м над уровнем моря.

Груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) размножается семенным путём и корневыми отпрысками. представляет собой дерево средней величины с шаровидно-раскидистой или иногда удлинённой кроной. Молодые побеги сначала опушённые, затем становятся голыми, с тёмно-коричневой корой.

Листья простые, цельные, симметричные, преимущественно ланцетные или удлинённо-ланцетные, длиной 5–10 см и

шириной 2–4 см. Максимальная ширина пластинки отмечается в области основания. Верхушка листа постепенно или резко сужается, заострённая; край городчато-пильчатый; основание широко-клиновидное либо округлое.

Для *Pyrus korshinskyi* характерна выраженная морфологическая изменчивость

листьев. Наряду с простыми ланцетными формами, на молодых побегах нередко встречаются перисто-рассечённые листья с явным расчленением, зачастую с пятью и более лопастями, а также иногда — сложные листья, включающие 3–5 листочков. Индивидуальные листочки в таких случаях имеют овальную или яйцевидную форму (рис. 2).

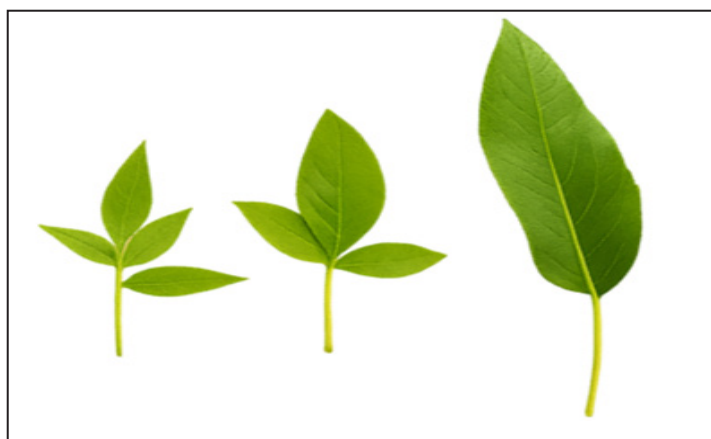


Рисунок 2. Формовое разнообразие листьев груши Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.)

Цветки белые, диаметром 2–2,5 см, собраны в многоцветковые щитки; лепестки удлинённо-овальные, с коротким голым ноготком [9]. Плод — яблоко, гнезда которого окружены плотной оболочкой (внутриплодником).

Плоды шаровидные, грушевидные или широко-грушевидные, зеленовато-жёлтые (рис.3), сочные, слегка вяжущие на вкус, со-

держат каменные клетки (склереиды) [10,11].

Сроки созревания плодов варьируют в зависимости от места произрастания: они начинаются со второй декады июля и длятся до конца августа. Плоды формируются на укороченных побегах, как правило, по 1–2, реже встречаются в небольших группах.

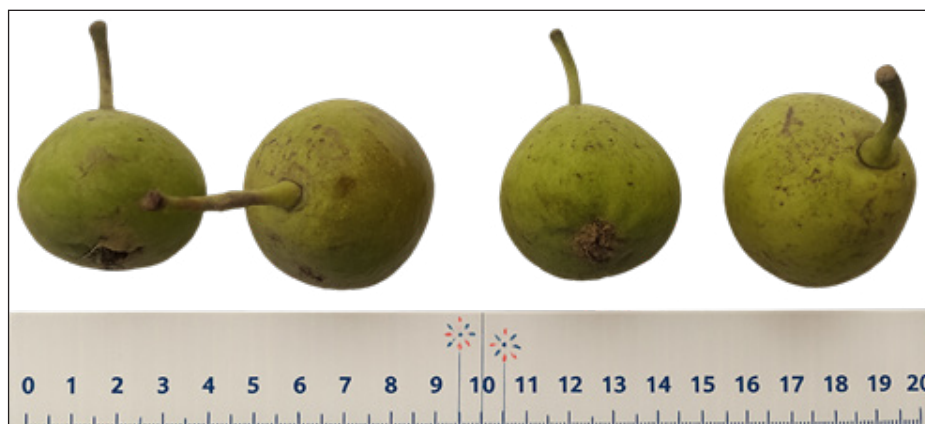


Рисунок 3. Плоды груши Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.)

Семена расположены в пяти гнездовой семенной камере, стенки которой выстланы плотным деревянистым эндокарпием. Они коричневые, темное коричневые, блестя-

щие, с гладкой поверхностью, яйцевидной или слегка грушевидной формы, с заострённой верхушкой и закруглённым основанием. Средние размеры семян составляют: длина $8,84 \pm 0,26$ (5–8) мм, ширина $3,28 \pm 0,08$ мм



Рисунок 4. Семена груши Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.)

Таблица 1

Технические параметры плодов и семян
Груши Коржинской (*Pyrus korshinskyi* Litv.)-

Размеры плодов, см			Выход полноценных семян в процентах от массы плодов	Размеры семян, мм			Масс 1000 шт семян, г
Высота	диаметр	масса		длина	Ширина	толщина	
$4,04 \pm 0,38$	$4,58 \pm 0,32$	$47,30 \pm 0,46$	$0,981 \pm 0,11$	$8,84 \pm 0,26$	$3,28 \pm 0,08$	$2,17 \pm 0,05$	57,4

В результате исследования средняя масса одного плода груши Коржинской (*Pyrus korshinskyi* Litv.) составила $47,30 \pm 0,46$ г при средней высоте $4,04 \pm 0,38$ см и диаметре $4,58 \pm 0,32$ см. В пятигнездовой семенной камере формируется различное количество семян. По мнению исследователей [12, 13], это может быть связано с элиминацией неоплодотворённых семязачатков и остановкой их развития сразу после оплодотворения или на ранних стадиях. К концу вегетационного периода биологическая зрелость семян в пределах одного плода и даже одного семенного гнезда часто оказывается неоднородной: наряду с полностью развитыми семенами встречаются пустые или недораз-

витые экземпляры. Выход полноценных и здоровых семян от массы плодов составил $0,981 \pm 0,11\%$. Это свидетельствует об ограниченном репродуктивном потенциале вида. Полученные данные о семенах имеют важное значение при планировании лесовосстановительных и питомнических работ, поскольку позволяют учитывать биологические особенности груши Коржинской при её размножении и и сохранении.

Выводы. Груша Коржинского (*Pyrus korshinskyi* Litv.) является редким эндемиком Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая с ограниченным ареалом и низкой семенной продуктивностью. Листья вида демонстрируют значительную морфологическую изменчи-

вость, включая простые ланцетные, перисто-рассечённые и составные формы с 3–5 листочками.

Плоды характеризуются изменчивыми размерами, а семена часто бывают пустыми или недоразвитыми, что подтверждает низкий выход здоровых семян. Полученные данные подчёркивают необходимость даль-

нейших исследований и разработки эффективных мер по сохранению вида *in situ* и *ex situ*.

Морфолого-биологические особенности груши Коржинского важны для изучения её размножения и формирования популяций. Своевременные охранные мероприятия помогут предотвратить сокращение численности и утрату этого редкого эндемичного вида.

Литература

1. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml
2. Закон Кыргызской Республики О присоединении Кыргызской Республики к Конвенции о биологическом разнообразии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/4-612/edition/506801/ru> (дата обращения: 18.03.2025)
3. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 18.03.2025)
4. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. // Учебное пособие по курсу «Дендрология» для студентов специальности 1512. Ленинград.-1982. 80 с.
5. IUCN Red List of Threatened Species. *Pyrus korshinskyi*. Режим доступа: <https://www.iucnredlist.org/species/63482/12666591> (дата обращения: 18.03.2025)
6. Красная Книга древесных растений Средней Азии.-2009 Fauna & Flora International. –С.14-15.
7. Красная книга Кыргызской Республики. Второе издание. Бишкек, 2006. –С.132-133.
8. Grimshaw, J., Bayton, R. *Pyrus korshinskyi* // Trees and Shrubs Online. 2023. URL: <https://www.treesandshrubsonline.org/articles/pyrus/pyrus-korshinskyi/> (accessed: 22.09.2025).
9. Lazkov, G. A. (2017). *Drevesnye rasteniya Kyrgyzstana* [Woody plants of Kyrgyzstan]. Bishkek. p. 230.
10. Contributors to Wikimedia projects. *Груша*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D1%88%D0%B0> (дата обращения: 18.03.2025)
11. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Ленинград, Изд.НАУКА, 1987.160с
12. Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Яндовка Л. Ф. Морфобиологическая характеристика плодов и семян видов рода *sorbus* (rosaceae), интродуцированных в ботаническом саду Петра Великого // жур. Растительные ресурсы 2019, том 55, No 3, с. 377–388
13. Кенжебаев, С. К., Нурманбаев, М. Ж., Тургунбаев, К. Т., Керимкулова, Н. Т. Морфологическая и биологическая характеристика семян рябины персидской (*Sorbus persica* Hedl.). *Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина*, 20(4), 34–40.

УДК 504.064:528.8:004.8

**НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ РИСКОВ**

Канетова Д.Э., Мадалиева З.Ж., Айдаралиева А.И.

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

**ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫК МОНИТОРИНГ ЖАНА ТАБИГЫЙ ТОБОКЕЛДИКТЕРДИ БААЛОО
ҮЧҮН СПУТНИКТИК СҮРӨТТӨРДҮ НЕЙРОТАРМАК ЫКМАЛАРЫ МЕНЕН ИШТЕТҮҮ**

Канетова Д.Э., Мадалиева З.Ж., Айдаралиева А.И.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

**NEURAL NETWORK METHODS FOR PROCESSING SATELLITE IMAGERY
FOR GEO-ENVIRONMENTAL MONITORING AND NATURAL HAZARD ASSESSMENT**

Kanetova D.E., Madaliev Z.Zh., Aydarlieva A.I.

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация. В статье представлен обзор современных нейросетевых методов обработки спутниковых изображений, применяемых в задачах геоэкологического мониторинга и оценки природных рисков. Рассмотрены архитектуры глубокого обучения, включая сверточные нейронные сети, сегментационные модели (U-Net, DeepLab), рекуррентные сети и трансформеры. Особое внимание уделено возможностям данных методов при картографировании оползней, оценке эрозии почв, мониторинге наводнений и водных ресурсов. Проведен анализ международного опыта и обозначены перспективы использования нейросетевых технологий в условиях горных районов Кыргызстана. Подчеркнуты преимущества и ограничения подходов, а также предложены направления дальнейших исследований в контексте создания национальной системы экологического мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: нейросетевые методы, спутниковые изображения, геоэкологический мониторинг, природные риски, глубокое обучение, оползни, наводнения.

Аннотация. Макалада геоэкологиялык мониторингде жана табигый тобокелдиктерди баалоодо колдонулган спутниктик сүрөттөрдү иштетүүнүн заманбап нейротармактык ыкмаларына обзор берилет. Терең үйрөнүү архитектураларынын негизги түрлөрү – конволюциялык нейрон тармактары, сегментациялык моделдер (U-Net, DeepLab), рекурренттик тармактар жана трансформерлер каралган. Бул ыкмалардын жер көчкү картографиялоодо, топурактын эрозиясын баалоодо, сел жана ташкындарды мониторингдөөгө, суу ресурстарынын сапатын аныктоодо мүмкүнчүлүктөрү көрсөтүлгөн. Эл аралык тажрыйба талданып, Кыргызстандын тоолуу райондорунда бул ыкмаларды колдонуу перспективалары белгиленген. Нейротармактык ыкмалардын артыкчылыктары жана чектөөлөрү, ошондой эле улуттук экологиялык мониторинг жана өзгөчө кырдаалдардын алдын алуу системасын өнүктүрүү үчүн келечектеги изилдөөлөрдүн багыттары сунушталган.

Ачкыч сөздөр: нейротармактык ыкмалар, спутниктик сүрөттөр, геоэкологиялык мониторинг, табигый тобокелдиктер, терең үйрөнүү, жер көчкү, сел.

Abstract. The paper provides a review of modern neural network methods for processing satellite imagery applied to geo-environmental monitoring and natural hazard assessment. Deep learning architectures are considered, including convolutional neural networks, segmentation models (U-Net, DeepLab), recurrent networks, and transformers. Particular attention is paid to the application of these methods for landslide mapping, soil erosion assessment, flood monitoring, and water quality analysis. International experience is analyzed, and the prospects for applying neural network technologies in the mountainous regions of Kyrgyzstan are highlighted. The advantages and limitations of the approaches are outlined, and directions for further research are suggested in the context of developing a national system for environmental monitoring and disaster risk reduction.

Keywords: neural networks, satellite imagery, geo-environmental monitoring, natural hazards, deep learning, landslides, floods.

Введение. Геодинамические процессы — оползни/жер көчкү, селовые потоки, эрозия, подтопления — существенно влияют на горные территории Кыргызстана, где уязвимость к природным рискам повышена из-за рельефа и климатической изменчивости [1–3]. В ответ на рост частоты событий требуется мониторинг, сочетающий оперативность, широкий пространственный охват и воспроизводимость оценок. Спутниковое ДЗЗ (Sentinel, Landsat, MODIS) обеспечивает регулярные наблюдения, но их объём и неоднородность данных делают необходимым применение методов ИИ [4–5].

Глубокое обучение — конволюционные сети (CNN), сегментационные архитектуры (U-Net, DeepLab), а также трансформеры — продемонстрировали высокую эффектив-

ность в извлечении пространственно-временных признаков, детектировании изменений и прогнозировании опасных процессов [6–8, 13]. Международная практика (Китай, Непал, Индия, Европа) подтверждает прикладной потенциал нейросетей для картографирования оползней, затоплений, анализа деградации земель и мониторинга водных объектов [9–10]. Это релевантно для Кыргызстана, где облачность и сложный рельеф требуют устойчивых к условиям наблюдения методов (SAR/оптика, DEM).

Цель — теоретико-обзорно систематизировать нейросетевые подходы к обработке спутниковых данных для геоэкологического мониторинга и оценки природных рисков, выделив преимущества/ограничения и перспективы применения в условиях Кыргызстана. (См. рис. 1.)

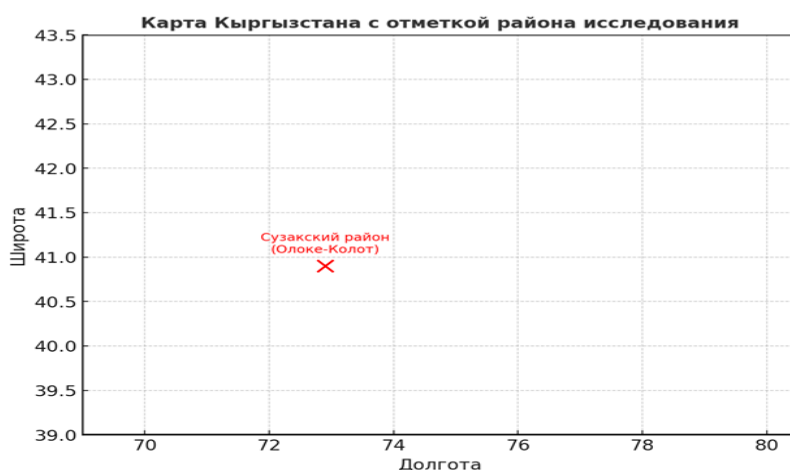


Рисунок 1. Район исследования — Сузакский район (Олоке-Колот), Жалал-Абадская область Кыргызстана.

Обзор литературы. Нейросети стали стандартом для задач сегментации и классификации природных опасностей. Для оползней/жер көчку наиболее устойчивые результаты демонстрируют CNN и U-Net, особенно при комбинировании оптики Sentinel-2 с рельефом (DEM) и/или InSAR-производными [8, 11, 18]. Для паводков/селей эффективны U-Net/DeepLab по Sentinel-1 SAR и смешанным наборам S1+S2; ConvLSTM применяют для временных рядов осадков/снимков [9–10, 13]. Деградацию земель анализируют через аномалии NDVI/VHI, где DL-подходы сочетают локальную детализацию и работу на больших временных рядах [5, 15]. Для во-

дных объектов (NDWI, сегментация водной глади) U-Net стабильна на мультиспектральных данных [9–10].
С 2021 г. активно внедряются трансформеры (ViT, Swin): они лучше учитывают длинные пространственно-временные зависимости и гетерогенность (оптика+SAR+климат), нередко превосходя CNN в задачах с длинными временными рядами (засухи, эрозия), но требуя больших вычислительных ресурсов [7, 13–14]. Для Центральной Азии показано, что интеграция климатических триггеров и сейсмогеодинамических факторов повышает достоверность карт опасности [1–4, 14–15].

Итоговая матрица литературы (вставьте как таблицу на 1 стр.)

Задача	Данные (основные)	Модель(и)	Метрика(и)	Типичные результаты	Ограничения	Применимость КР
Оползни	S2, DEM, InSAR	U-Net/CNN (+attention)	IoU/F1	0.75–0.88	Разметка, растительность, тени	Высокая
Паводки/сели	S1, S2	U-Net/DeepLab, ConvLSTM	IoU/F1	0.80–0.90	Осадки/сток, смешанный классовый шум	Высокая
Деградация/эрозия	NDVI/VHI (рядами)	CNN/Transformer	AUC/RMSE	Выигрыш над ML-базой	Длинные ряды, калибровка индексов	Ср-высокая
Водные объекты	S2, NDWI	U-Net	IoU	0.85–0.92	Тени, мутность, сезонность	Высокая

(ссылки для таблицы: [5, 7–11, 14–16, 20])

Методология исследования.

Для подготовки статьи проведён систематический обзор публикаций за 2019–2025 гг., индексируемых в базах **Scopus, Web of Science, Springer, Elsevier, MDPI**. В выборку включались работы, посвящённые применению нейросетевых методов к данным дистанционного зондирования Земли в задачах геоэкологического мониторинга и оценки природных рисков.
Критерии отбора источников:
– наличие описания архитектур CNN, U-Net, DeepLab, Transformer;
– использование спутниковых данных Sen-

tinel-1, Sentinel-2, Landsat, DEM, а также климатических индексов (NDVI, NDWI, VHI);
– оценка качества результатов по общепринятым метрикам (IoU, F1-score, AUC, RMSE);
– релевантность для горных и сейсмоактивных регионов.
Этапы анализа:
1. Классификация публикаций по задачам (оползни/жер көчку, паводки и сели, эрозия и деградация земель, мониторинг водных объектов).
2. Сопоставление применяемых моделей и данных, определение преимуществ и ограничений.

3. Оценка применимости подходов к условиям Кыргызстана с учётом сложности рельефа и облачности.

На основе этого обзора сформирована сравнительная таблица (см. Обзор литературы), а также предложена дорожная карта внедрения нейросетевых методов для мониторинга природных рисков в Кыргызстане.

Результаты и обсуждение. Сопоставление публикаций показывает: **U-Net/CNN** задают стандарт точности в сегментации оползней и затоплений при доступности пред- и пост-событийных сцен (S2) и карт рельефа (DEM) [8, 11, 16]; **Sentinel-1 SAR** обеспечивает устойчивость к облачности для паводков/селей и выгодно комбинируется с S2 [9–10]. **Трансформеры** улучшают моделирование долгосрочной динамики и работу с гетерогенными наборами (оптика+SAR+климат), что перспективно для засух/эрозии [7, 14–16], однако повышают требования к объёму данных и вычислительным ресурсам [15]. (См. рис. 3.)

Дорожная карта для КР (вставить как список из 5–6 строк):

1. **Данные:** Sentinel-1/2, Copernicus DEM, индексы NDVI/NDWI/VHI.

2. **Предобработка:** облака/тени, нормализация, DEM-производные (уклон/экспозиция).

3. **Модели:** базовая U-Net для сегментации + пилот Transformer для временных рядов.

4. **Разметка:** архив МЧС/НИИ по событиям (точки/контуры), валидация в полях.

5. **Метрики:** IoU/F1 (сегментация); AUC/RMSE (ряды).

6. **Внедрение:** слой риска в ГИС ведомств, регламент обновления (ежесезонно).

Ограничения обзора: дефицит локальных размеченных сцен для обучения и валидации; неполная сопоставимость метрик между статьями; ограниченный доступ к унифицированным климатическим и гео-данным по КР. Указанные ограничения определяют фронт дальнейших работ (создание открытого репозитория, единых протоколов разметки и валидации).

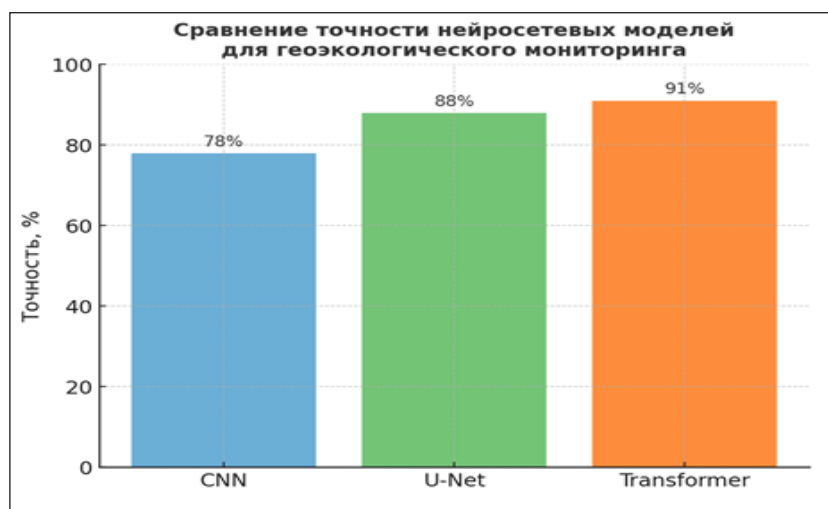


Рисунок 3. Сравнение точности различных архитектур нейросетей (CNN, U-Net, Transformer) при решении задач геоэкологического мониторинга по данным литературы [5–8; 13–17].

Для Кыргызстана ключевыми перспективами являются:

использование CNN и U-Net для картографирования оползней и жер кочку в Сузак-

ском, Ала-Букском и Узгенском районах, где высокая частота экзогенных процессов подтверждается данными [1,2];

применение сегментационных моделей

на основе Sentinel-1 SAR для мониторинга паводков и селевых потоков, что позволяет учитывать частую облачность [9,10];

интеграция анализа NDVI и гибридных моделей для оценки эрозии земель в Ферганской долине и Чаткальском хребте [16,17];

развитие гибридных архитектур CNN+Transformer для построения национальной системы экологического мониторинга [7,14].

Таким образом, проведённый обзор подтвердил, что нейросетевые методы обладают высоким потенциалом для применения в Кыргызстане. Их внедрение позволит повысить точность прогнозирования, сократить время обработки данных и создать основу для построения системы предупреждения чрезвычайных ситуаций на базе искусственного интеллекта. Вместе с тем, остаются нерешённые проблемы — нехватка локальных

обучающих выборок, потребность в вычислительных ресурсах и необходимость интеграции ИИ-моделей с национальными геоинформационными платформами.

Заключение

Нейросетевые методы (U-Net/CNN/Transformer) подтверждают высокую эффективность для картографирования оползней/жер кочку, паводков/селей, деградации земель и мониторинга водных объектов на спутниковых данных [5, 7–11, 13–16]. Для Кыргызстана целесообразна поэтапная интеграция: комбинирование S1/S2 с DEM и климатическими индексами; разметка событий по архивам МЧС/НИИ; базовая сегментация U-Net и пилотные трансформеры для временных рядов; вывод в ГИС как слой риска. Приоритет — формирование **открытого репозитория размеченных сцен для КР** и регламент обновления карт опасности.

Список литературы

- [1] Khasanov S.; Juliev M.; Uzbekov U.; др. Landslides in Central Asia: a review... DOI: 10.2478/geosc-2021-0009.
- [2] Wang X.; Li X.; Ozturk U.; др. Atmospheric triggering conditions... DOI: 10.5194/nhess-21-2125-2021.
- [3] Saidaliyeva Z.; др. Adaptation to climate change... DOI: 10.1002/wcc.891.
- [4] Caleca F.; др. Regional-scale landslide risk assessment... DOI: 10.5194/nhess-24-13-2024.
- [5] Kattenborn T.; Leitloff J.; Schiefer F.; Hinz S. Review on CNN... DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2020.12.010.
- [6] Li J.; др. A review of remote sensing image segmentation... DOI: 10.1080/17538947.2023.2278277.
- [7] Wang R.; др. Transformers for Remote Sensing... DOI: 10.3390/s24113495.
- [8] Zhang Q.; др. Deep Learning for Exploring Landslides... DOI: 10.3390/rs16081344.
- [9] Bentivoglio R.; Isufi E.; Jonkman S. N.; Taormina R. Deep learning methods for flood mapping... DOI: 10.5194/hess-26-4345-2022.
- [10] Toma A.; др. Flooded area detection... DOI: 10.1080/22797254.2024.2351234.
- [11] Yang Z.; др. Exploring deep learning for landslide mapping... DOI: 10.13203/j.whugis20230401.
- [12] Aleissae A. A.; др. Transformers in Remote Sensing... DOI: 10.3390/rs15071860.
- [13] Márquez-Grajales A.; др. Characterizing drought prediction... DOI: 10.1088/2752-5295/ad-3f2c.
- [14] Poggi V.; др. Development of a regional probabilistic seismic hazard model... DOI: 10.5194/nhess-25-817-2025.
- [15] Scaini C.; др. A new regionally consistent exposure database... DOI: 10.5194/nhess-24-929-2024.
- [16] Chen H.; др. A landslide extraction method with channel attention... DOI: 10.1080/17538947.2022.2158720.
- [17] Gallear J. W.; др. Evaluation of ML approaches for drought monitoring... DOI: 10.5194/nhess-25-1521-2025.

УДК 581.5: 615.322

**НЕКОТОРЫЕ АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РЕСУРСОВ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, И ИХ ВЛИЯНИЕ**

Жунусов Н.С., Ахмедова Э.А., Апатаева Ж.Б.¹, Бакирова Х.Ш.²

¹*Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики*

²*Жалал-Абадский государственный университет им. Б. Осмонова*

**ДАРЫ ӨСҮМДҮКТӨР РЕСУРСТАРЫНЫН САПАТЫНА ТИЙГИЗҮҮЧҮ АЙРЫМ
АНТРОПОГЕНДИК ФАКТОРЛОР, АЛАРДЫН ТААСИРЛЕРИ**

Жунусов Н.С., Ахмедова Э.А., Апатаева Ж.Б.¹, Бакирова Х.Ш.²

¹*Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын*

Жалал-Абад илимий борбору

²*Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети*

**SOME ANTHROPOGENIC FACTORS AFFECTING THE QUALITY
OF MEDICINAL PLANT RESOURCES AND THEIR IMPACT**
Zhunusov N.S., Ahmedova E.A., Apataeva Zh.B.¹, Bakirova H.Sh.²

¹*Jalal-Abad state university named after B. Osmonov*

²*Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*

Аннотация. Макалада дары өсүмдүктөр ресурстарынын сапатына тийгизүүчү айрым антропогендик факторлор, алардын таасирлери, дары чөптөрдү жыйноодо айрым сунуштар жана талаптар чагылдырылган.

Ачкыч сөздөр: уникалдуу климат, дары өсүмдүктөр, химиялык заттар, кислоталуу жамгыр, жер семирткичтер, фотосинтез кубулушу, фитонциддер, канцерогендер.

Аннотация. В статье отражены некоторые антропогенные факторы, влияющие на качество ресурсов лекарственных растений, их влияние, а также некоторые рекомендации и требования к сбору лекарственных растений.

Ключевые слова: уникальный климат, лекарственные растения, химические вещества, кислотные дожди, удобрения, явление фотосинтеза, фитонциды, канцерогены.

Annotation. The article reflects some anthropogenic factors affecting the quality of medicinal plant resources, their impact, as well as some recommendations and requirements for the collection of medicinal plants.

Key words: unique climate, medicinal plants, chemicals, acid rain, fertilizers, photosynthesis phenomenon, phytoncides, carcinogens.

Кыргызстандын кооз табияты, уникалдуу климаты, таза абасы, минералдык суулары, өсүмдүктөр жана жаныбарлар дүйнөсүнүн ар түрдүүлүгү – эс алуу жана туризм үчүн абдан бай потенциалды түзөт.

Медицинада жана илимде көп жаңы нерселер өзгөргөнү менен, дары өсүмдүктөрдү пайдалануу жана колдонуу бүгүнкү күндө өзүнүн актуалдуулугун жоготкон

жок. Өсүмдүктөр жаратылыштын адам затына берген эң чоң белектеринин бири. Жаратылыштагы дары өсүмдүктөрдөн ар кандай ооруларды дарылоо үчүн керектүү дары-дармектердин 50% чейин даярдалат. Азыркы учурда айлана-чөйрөнүн булгануусу, экологиянын бузулуусу, адамдардын антропогендик иш-аракеттери өсүмдүктөрдүн санитардык-гигиеналык коопсуздугуна жана

сапатына эбегейсиз чоң таасирин тийгизип келүүдө.

Өнөр жай ишканаларынын, автомобиль транспортунун чыгындылары менен химиялык булганууларга жакын жайгашкан ири ландшафттардагы жапайы өсүмдүктөрдүн (чөптөрдүн) санитардык-гигиеналык сапаттары начарлап, медициналык максатта колдонууга жараксыз болуп эсептелет.

Дары өсүмдүктөрдүн (чөптөрдүн) санитардык-гигиеналык сапаттарына айрым антропогендик факторлордун таасирлерин изилдөө максатында төмөнкүдөй иш чараларды уюштуруу милдеттери коюлат:

1. Ар кандай булгоочу заттардын өсүмдүктүн чийки затына тийгизген таасирин изилдөө;

2. Негизги экологиялык булгоочу заттарды аныктоо;

3. Экологиялык жактан коопсуз өсүмдүк сырьесун даярдоо боюнча илимий негизделген сунуштарды көрсөтүү.

Экологиялык жактан булганган аймактарда өскөн өсүмдүктөр өзүнө мүнөздүү эмес ар кандай химиялык заттарды топтойт. Мындай өсүмдүк сырьесунан алынган препараттар адамдын организмине уулуу (терс) таасирлерин тийгизет. Өсүмдүктөргө зыяндуу таасирин тийгизген негизги антропогендик факторлорго төмөнкүлөр кирет:

- өнөр жай ишканаларынын жана транспорттун чыгындылары;

- кислоталуу жамгыр;

- тиричилик калдыктары;

- айыл чарбасында колдонулуучу жер семирткичтер;

- курт-кумурскалардын зыянкечтерин жок кылуучу каражаттар;

- башка химиялык калдыктар.

Булгоочу заттар топуракка сиңип, андан кийин тамыр системасы аркылуу өсүмдүктүн сабагы аркылуу бүтүндөй организмине тарап, канцерогендүү өсүмдүк болуп калат да аны пайдаланган адамдар ооруга чалдыгышат. Эгерде, кислоталуу жамгыр сыяктуу кээ бир булгоочу заттар өсүмдүктүн жалбырактарына синип, аны күйгүзүп, фотосинтез кубулушу бузулуп, өсүмдүктүн өзүнүн кургап жок болушуна алып келет.

Автомобиль транспортунан чыккан уулуу заттар (коргошун кошулмалары) биологиялык активдүү заттарды азайтат, ал эми күкүрттүн туундулары өсүмдүктөрдө фитонциддердин өндүрүшүн тоскоол болот. Ошондой эле кадимки эне-өгөй эне (мат и мачеха), чоң сөөл чөптү (чистотел) нитриттердин көп топтолушунан өтө алсыз абалга алып келет. Ал эми айрым чөптөр орегано чөбү (душица) жана кылкандуу чөптөрдүн түрлөрү нитраттарды аз өлчөмдө топтойт).

Ар кандай түрдөгү өсүмдүктөр химиялык заттарды ар кандай өлчөмдө топтошот жана уулуу заттардын көбөйүшүнө, таралышына жол беришет.

Таблица 1.

Химиялык булгоочу заттардын тирүү организмге тийгизген таасирлери.

Химиялык элементтер/ кошулмалар	Химиялык булгоочу заттардын булагы	Өсүмдүктөргө тийгизген таасири	Адамдарга тийгизген таасири
Азоттун кычкылы (N ₂ O)	Кислоталуу жамгыр (жаан чачын)	Топуракта кислоталуулук жогорулайт, жалбырактар саргая баштайт. Каротиноиддер бузулууга дуушар болот.	Кандын гемоглобинин менен биригип кычкылтек жетишсиздигине алып келет. Нерв системасын ууландырат. Чоң өлчөмдөгү концентрациясы карышууга жана шал оорусуна алып келет.

Коршошун (Pb)	Бензин, со- лярка күйгон учурда абага тарайт	Коргошундун абада көбөйүшү жалбы- рактардын жайында түшүшүнө, фотосин- тездин жай жүрүшүнө алып келет	Нерв системага таасирин тийгизет, айрыкча жаш бал- дардын интелектин төмөндөтөт. Жүрөк жана кан тамыр системасына терс таасирин тийгизет, белоктун синтезин начарлатат
Көө жана чаң	ТЭС, Цемент өндүрүү	Жалбырактын бетине отуруп, күндүн өтүүсүн начарлатат, фотосинтез бузулат.	Дем алуу система- сынын иштешин бузат, респира- тордук ооруларды козгойт, күчөтөт.
Күкүрттүн эки- оксиди серы (SO ₂)	Нефт жана көмүр күй- гөндө, хими- ялык завод- дордо пайда болот	Жашыл чөптүн өсүшүн начарлатып, түшүмдү азайтат. Химикат менен жабыркаган жалбырак башка түскө өтүп, өзүн таштайт	Дем алуу систе- масын ооруларын күчөтөт жана бронхиттер көбөй- өт.
Углерод ок- сиди (CO, угардуу газ)	Химиялык өндүрүштөр, автомобил транспорту	Мутагендик таасирлер	Жогорку кошулма- лар баш оорууга, иммунитеттин түшүшүн, борбор- дук нервди жара- лантат.

Жогорудагы таблицада көрсөтүлгөн-
дөй, бардык уулуу химиялык кошулмалар
тирүү организмдерге терс таасирин тий-
гизет. Уулуу концентраттардын көбөйүүсү
төмөнкүдөй терс кесепеттерге алып келет:

- жалбырактардын түшүшү, күйүшү;
- фотосинтез процессинин төмөндөшүү,
басаңдашы;
- органикалык заттардын түзүлүшүнүн
бузулуусу;
- өсүмдүктөрдүн өткөргүчтүк системасы-
нын бузулушу;

Фотосинтез процессинин төмөндөшүү,
басаңдашы өсүмдүктүн өзүнө да, азыкта-
нуу чынжырына да терс таасирин тийгизет.
Углеводдор жана кычкылтек сыяктуу фо-
тосинтез продуктулары өсүмдүктөр жана
жаныбарлар үчүн да өтө маанилүү. Бул про-
цесстерди үзгүлтүккө учуратуу менен, акы-
ры, жашыл массанын өндүрүмдүүлүгүнүн
төмөндөшүнө жана абадагы кычкылтектин
азайышына алып келет. Дары өсүмдүктөрдү
пайдаланууда, анын уулуу компоненттери-

нин адамдын организмге кириши, адамдар-
дын жүрөк-кан тамыр, дем алуу, нерв систе-
маларынын иштешине тоскоолдук жаратуу
менен оорулурга алып келет. Ошондуктан
фармацевтикалык өндүрүшкө келип жаткан
өсүмдүк дары сырьелорун кылдат текшерүү
зарыл.

Дары чөптөрдү жыйноодо, үй муктаж-
дыктарына колдонууда, өзүн-өзү дарылоодо,
консервалоодо, кургатууда тиешелүү эколо-
гия, биология ботаника жана фармация би-
лимине ээ болуусу зарыл. Көптөгөн адамдар,
дары өсүмдүктөрдү кайсы жерден жыйноо
керек экендигин билбегендер, шоссе жолдо-
рунун бойлорунан, айыл чарба фермалары-
нын жанынан, өнөр жай зоналарына жакын
жерлерден чогултушат, ошондуктан жого-
рудагы көрсөтүлгөн жерлерден жыйналган
дары өсүмдүктөр ресурстарынын курамын-
да уулуу заттар көп болушу мүмкүн.

Алынган маалыматтарга таянсак, дары
чөптөрдү чогултууда, жыйноодо айрым су-
нуштарды аткаруу зарыл (Абашина Н.Ю.,
2008):

- жапайы өскөн дары-дармек өсүмдүктөрүн экологиялык жактан таза жерлерден, автомобиль, темир жол жана шоссе магистралдарынан алыс, завод фабрикалардан тышкары, антропогендик факторлордун таасири күчтүү болбогон гана жерлерден даярдоо керек;

- дары өсүмдүктөрдү жыйноодо пайдаланылуучу бөлүктөрүн (жалбырагы, тамыры, гүлү) алардын өсүп, өнүгүү фазаларын эске алуу менен жүргүзүлүшү керек. Жапайы өсүмдүктөрдү жыйноодо, камдоодо, сактоодо талаптардын аткарылышын туура сактоо керек.

- дары чөптөрдү жыйноодо жамгыр болбогон, күн ачык мезгилде, кургак аба ырайында чогултуу керек;

- жаңы жыйналган дары чөптөрдү чоң массага үйүп таштабоо керек, анткени ал тез бузулуп кетиши мүмкүн;

- жыйналган чөптү көлөкөдө кургатуу керек. Бул үчүн чатырларды, колдонсо болот. Чөптү майда-майдадан боолап, илип койсо болот, же жука кылып стеллаждарга жайыш керек.

- кургатылган чөптү жакшы майдалап, даярдалган идишке салып, аталышын, жыйноо убактысын жана жыйналган жерин табличка кылып жазып коюу зарыл. Дары чөптөрдү кургак бөлмөдө сактоо, күндүн түз тийүүсүнөн сактоо зарыл;

- жапайы өскөн дары-дармек алынуучу өсүмдүктөрдү жыл сайын бир эле жерден даярдоого болбойт;

- бадалдардан жана бактардан мөмө-жемиштерди, гүлдөрдү жыйноодо бутактарды сындырууга болбойт. Кайыңдын бүчүрлөрүн жыйноодо гана атайын бөлүнгөн жерлерде дарактардын бутактарын кесүүгө уруксат берилет.

Дары чөптөрдү жыйноого болбойт, эгерде:

- алар сырткы көрүнүшү боюнча башка чөптөрдөн, өсүмдүктөрдөн айырмаланбаса;

- стандарттык форманын жана түстүн өзгөрүшүнүн ачык белгилери бар болсо;

- өсүмдүктө адаттан тышкары өсүштөр же, тактар жана башка өсүштөр бар болсо;

- топурактын булганышынын белгилери байкалса;

- өсүмдүктөрдү гербициддер, пестициддер жана башка уу химикаттар менен дарылоо жөнүндө маалыматтар болсо;

- радиоактивдүү жаан-чачындардын түшүшү, радиоактивдүү калдыктар сакталуучу жайлардын бар экендиги жөнүндө маалыматтар болсо;

Дары чөптөрдү чогултууда жогоруда айтылган эрежелерди сактоо менен гана чогултулган материал пайдалуу касиетке ээ болот.

Жалпысынан алганда, дары-дармек өсүмдүктөрүнүн чийки затынын сапатына антропогендик фактордун таасирин изилдөө татаал экендигин белгилей кетүү керек, анткени бул жерде өсүмдүктөрдүн вегетация мезгилинин өзгөчөлүктөрү, өсүмдүктөрдүн канцерогендерге тийгизген таасири сыяктуу көптөгөн аспектилерди эске алуу зарыл.

Колдонулган адабияттар

1. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Мир, 1975.
2. Правила сбора, сушки и хранения лекарственных трав /Абашина Н.Ю.// Островок здоровья. – 2008
3. Радзевич Н.Н., Пашканг К.В. Охрана и преобразование природы. - М.: Просвещение, 1986.
4. Рекомендации по сбору лекарственных трав / В. В. Шибаев // Семья, земля, урожай. — 2003. — № 16.
5. Росгидромет, Челябинский ЦГМС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.chelpogoda.ru>

УДК 634.5:581.9(575.2)

**ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛАНТАЦИЙ ИЗ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ
ФОРМ ФИСТАШКИ (*Pistacia vera* L.) В ПРЕДГОРЬЯХ ЮГА КЫРГЫЗСТАНА**

Мамаджанов Д.К., Давлатов З.К.

*Жалал-Абадский научный центр
Национальной академии наук Кыргызской Республики*

**КЫРГЫЗСТАНДЫН ТҮШТҮК ТОО ЭТЕКТЕРИНДЕ ИНТРОДУКЦИЯЛАНГАН МИСТЕ
(*Pistacia vera* L.) ФОРМАЛАРЫНАН ПЛАНТАЦИЯЛАРДЫ**

ӨСТҮРҮҮ БОЮНЧА ТАЖРЫЙБА.

Мамаджанов Д.К., Давлатов З.К.

*Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын
Жалал-Абад илимий борбору*

**EXPERIENCE IN CULTIVATING PLANTATIONS FROM INTRODUCED FORMS
Of PISTACHIO (*Pistacia vera* L.) IN THE FOOTHILLS
Of SOUTHERN KYRGYZSTAN.**

Mamadzhanov D.K., Davlatov Z.K.

*Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences
of the Kyrgyz Republic*

Аннотация. В данной работе рассматривается опыт интродукции и выращивания фисташки (*Pistacia vera* L.) в предгорных районах Кыргызстана. Исследование охватывает агроэкологические условия, подходящие для успешного роста культуры, а также анализирует адаптационные способности фисташки к местному климату и почвенно-грунтовым условиям. Приводятся данные по результатам полевых наблюдений, включая показатели приживаемости, темпы роста и продуктивности деревьев на различных этапах формирования плантаций. Отдельное внимание уделено агротехническим приемам, водообеспечения и вопросам защиты растений. Сделаны выводы о перспективности выращивания фисташки в предгорьях Кыргызстана как ресурсоэффективной и экономически выгодной культуры, обладающей высоким экспортным потенциалом.

Ключевые слова: фисташка, интродукция, агротехника, облагораживание, капельное орошение.

Аннотация. Бул эмгекте Кыргызстандын тоо этектеринде мисте (*Pistacia vera* L.) өстүрүлүшү каралган. Изилдөөдө мистенин ийгиликтүү өсүшүнө ылайыктуу агроэкологиялык шарттар каралып жана мистенин жергиликтүү климатка жана топурак шарттарына ыңгайлашуусу талданат. Талаадагы байкоолор, анын ичинде плантациялардын өнүгүүсүнүн ар кандай этаптарында бак-дарактардын жашашы, өсүүсү жана түшүмдүүлүгү көрсөтүлгөн. Айыл чарба иштерине, суу менен камсыздоого, өсүмдүктөрдү коргоого өзгөчө көңүл бурулган. Кыргызстандын тоо этектериндеги мисте өстүрүүнүн ресурстук жактан үнөмдүү жана экономикалык жактан пайдалуу, экспорттук потенциалы жогору өсүмдүк катары потенциалы боюнча жыйынтыктар чыгарылды.

Негизги сөздөр: мисте, интродукция, айыл агро тажрыйбалары, өстүрүү, тамчылатып сугаруу.

Abstract. This paper examines the introduction and cultivation of pistachio (*Pistacia vera* L.) in the foothills of Kyrgyzstan. The study examines the agroecological conditions suitable for successful pistachio growth and analyzes the pistachio's adaptability to the local climate and soil conditions. Field observations are presented, including survival rates, growth rates, and productivity of trees at various stages of plantation development. Special attention is paid to agricultural practices, water supply, and plant protection. Conclusions are drawn regarding the potential of pistachio cultivation in the foothills of Kyrgyzstan as a resource-efficient and economically viable crop with high export potential.

Keywords: pistachio, introduction, agricultural practices, cultivation, drip irrigation.

Введение

Фисташка настоящая (*Pistacia vera* L.) - дерево семейства Анакардиевые, приспособленное к засушливым условиям, предпочитает каменистые и лессовые почвы. На территории предгорий Средней Азии произрастают естественные насаждения и фисташковые культуры на высотах от 400 до 1500 м над уровнем моря.

Среди лесообразующих пород южного Кыргызстана фисташка настоящая занимает особое место, принося ценные съедобные плоды. Эта основная лесообразующая древесная порода орехово-плодовых лесов. Фисташка поражает своей исключительной засухоустойчивостью, произрастая в жестких климатических условиях без орошения, где другие древесные породы гибнут из-за нехватки влаги.

В южных предгорьях (регион Джалал-Абад, Баткен), произрастают редкостойные естественные фисташковые леса, содержащие большой генетический потенциал для селекции и интродукции культурных форм.

Выращивание фисташек - долгосрочный инвестиционный проект с высоким потенциалом рентабельности. Предгорья Кыргызстана обладают благоприятными климатическими условиями: сухое жаркое лето и мягкая зима, что подходит для этой культуры. Однако следует учитывать длительный период до начала плодоношения (7-10 лет) и необходимость правильного выбора сортов.

Фисташка требует сухого, солнечного климата с мягкой зимой и жарким летом. Предпочитает легкие, хорошо дренированные почвы. Уровень осадков: желательно не менее 300 мм в год (при необходимости - капельное орошение).

Кыргызстан входит в ареал естественных фисташковых сообществ. Исследования отмечают разнообразие форм - по размеру, цвету ядра, содержанию жира и другим признакам.

Специальные селекционные работы по выделению ценных форм фисташки начаты с 1950-1970-х годов; например, Аблаев С.М. описал фисташковые леса и селекционные формы в юге Киргизии еще в 1970-х годах.

Активные работы по интродукции сортовых фисташек начались в начале XXI века. Среди них - проект ICARDA/МЭФИ в Узбекистане, послуживший моделью и для южного Кыргызстана: высадка сортовых посадок на участках 800-1300 м, ранее использовавшихся под пастбища, с акцентом на возможность коммерческого использования.

Недавняя публикация в «Вестнике Кыргызского национального аграрного университета» (2022) описывает селекционную работу и методы улучшения фисташковых насаждений *Pistacia vera* L. в Кыргызстане: провели отбор ценных форм и интродукцию сортов, адаптированных к местным условиям; применяют летнюю окулировку (глазок) на однолетней поросли для ускоренного введения продуктивных форм; уделяют внимание оптимальному соотношению мужских и женских особей для хорошего опыления; отмечен рост продуктивности благодаря облагораживанию и оптимизации агротехники.

Объект исследования:

Предгорный участок расположенный на высоте 945 м над уровнем моря.

Среднегодовая температура +12...+14 °С, Осадки - 400 мм, почвы - суглинистые, дренированные.

Объект: фисташковая плантация площадь - 6,0 га, заложена в 2021 г.



Рис. 1 Участок Уч-Эмчек, Голмонского лесничества Тоскоол-Атинского лесхоза Ноокенского района Жалал-Абадской области, площадь – 6,0 га

Методы исследования:

Обследование участка, интервью с арендатором участка об агротехнике посадки и ухода за молодыми деревьями.

-Оценка состояния и приживаемости облагороженных молодых деревьев фисташки.

-Учет биометрических данных: высота растения, диаметр ствола на высоте 10 см, прирост побегов.

-Оценка ожидаемой урожайности с учетом площади (кг/га).

-Обследование на наличие вредителей и болезней (антракноз, бактериальные пятнистости) и меры защиты.

Результаты и обсуждение

Для создания плантации из интродуцированных сортов фисташки в предгорьях выбран равнинный участок, южной экспозиции. Посадочный материал – интродуцированные саженцы, завезенные из Турции.

Подготовка почвы для посадки саженцев:

Правильная подготовка почвы под плантации фисташки является важнейшим агротехническим приемом, направленными на повышение плодородия почвы, защиту ее от эрозии и создание условий роста и развития растений. Кроме того, она должна направляться на сохранение структуры почв, на максимальное накопление и сохранение запасов влаги в почве.

Подготовка почвы проведена путем сплошной вспашки и боронованием. Для правильного размещения саженцев проводилась маркировка посадочных мест. Затем до посадки заранее выкапывались ямки, размер ямки - 50 см в глубину и 40 см в ширину. На дно ямки укладывались дренажный слой для предотвращения застоя влаги. Поверх дренажа засыпалась питательная почвенная смесь: верхний плодородный слой почвы, смешанный с перегноем и древесной золой. **Перед посадкой** за 1-2 дня до посадки ямки обильно заливали водой, чтобы земля осела и была влажной.

Подготовка саженца: Корневая система саженца осматривались, удалялись поврежденные или подгнившие корешки. Корни обмакивали в болтушку из глины с добавлением перегноя и стимулятора корнеобразования.

Техника посадки: При посадке в центре ямки формировали небольшой холмик из рыхлой земли. На холмик аккуратно устанавливается саженец, расправляя корни равномерно вниз. Корневая шейка должна быть на уровне поверхности почвы или чуть выше (на 2–3 см). Ямка засыпается землей слоями, каждый слой слегка утрамбовывается. Молодые деревья размещены по схеме: 6 x 6 м – 278 шт. деревьев на гектар.

Уход после посадки: Для сохранности влаги почва вокруг саженца мульчируется перегноем, соломой или сухой травой. При необходимости устанавливается опора для подвязки молодого растения. В течение первых недель обеспечивался регулярный полив.

Применение капельного орошения

Капельное орошение - наиболее рациональный способ полива фисташки в условиях засушливого климата. Оно позволяет подавать воду непосредственно в прикорневую зону каждого дерева малыми дозами, что снижает потери воды на испарение и филь-

трацию; обеспечивает равномерное увлажнение почвы; способствует формированию глубокой корневой системы.

Основные элементы системы: Источник воды - родник, резервуар. Фильтрационный узел - для очистки воды от механических примесей (песчаный и сетчатый фильтры). Магистральный трубопровод - полиэтиленовая труба \varnothing 63–90 мм. Распределительные линии — трубы \varnothing 32–40 мм, идущие вдоль рядов фисташки. Капельные линии — ленты или трубки с капельницами, подводящие воду к каждому дереву. Капельницы - с расходом 2–4 л/ч, по 2 штуки на дерево в прикорневой зоне.



Рис. 2 Капельное орошение плантации фисташки

Норма полива

Фисташка устойчива к засухе, однако в период активного роста и формирования урожая требует влаги: В первый год после посадки - полив каждые 7-10 дней, по 20–30 л на дерево. С 3–4-го года - 2-3 полива в месяц в засушливый период, по 50-70 л на дерево. В период созревания плодов — умеренный полив, чтобы не спровоцировать растрескивание скорлупы.

Распределение трубопроводов

При схеме 6×6 м: примерно 42 ряда, длиной по 240 м; между рядами устанавливаются распределительные трубы; капельная линия идет вдоль каждого ряда, капельницы

располагаются по обе стороны дерева.

Эффективность и преимущества

Экономия воды до 40–60 % по сравнению с бороздовым поливом. Возможность точного дозирования удобрений. Снижение засоления и эрозии почвы. Повышение урожайности и стабильности плодоношения. Возможность автоматизации полива и учета погодных условий.

Система капельного орошения на плантации фисташки площадью 6 гектаров при схеме 6×6 м обеспечивает оптимальный водный режим, экономию ресурсов и благоприятные условия для роста и плодоноше-

ния деревьев. Это наиболее современный и эффективный метод поддержания высокой продуктивности фисташковых насаждений в засушливых районах.

Регулярный полив требуется только в засушливый период. Рекомендуется внесение удобрений (азот, калий, фосфор).

Рост молодых деревьев фисташки - это длительный и поэтапный процесс, зависящий от условий среды, типа почвы, влагообеспеченности и особенностей сорта. Ниже приведено описание основных этапов и особенностей хода роста фисташкового дерева:

Корневая система быстро развивается главный стержневой корень, который уходит на глубину до 1 м уже в первый год. Это обеспечивает устойчивость к засухе.

Первые 2 года формируется ствол и первые скелетные ветви. Фисташка растет медленно за год побеги удлиняются на 15-30 см. Особенность фисташки - растения двудомные - мужские и женские деревья развиваются отдельно. Для закладки плантации важно соотношение 1 мужское на 8-10 женских растений.

С 3-5 лет начинается активное утолщение ствола и образование кроны. Рост надземной части умеренный, но корневая система продолжает активно углубляться. При благоприятных условиях формируются первые соцветия, однако плоды обычно появляются лишь с 5-7-го года.

Учет биометрических данных показали - средний диаметр ствола молодых деревьев в возрасте 5 лет составляет 3-4 см, высота 1,5-2,0 м, крона 1,0-1,5 м. Средний прирост побегов составляет 30-40 см.

Облагораживание фисташки путем окулировки молодых деревьев:

В целях повышения продуктивности насаждения проводились мероприятия по облагораживанию молодых деревьев фисташки, в частности летняя окулировка глазком на приросте текущего года или годичных побегах для приживаемости и ускоренного плодоношения.

Окулировка фисташки в Кыргызстане, как и в других регионах, предполагает прививку почки (окулировку) на подвой. В Кыргызстане, как правило, используют два основных метода окулировки: в «Т-образный разрез» и «полукольцом». Оптимальные сроки проведения окулировки - летний период (с июня по вторую половину июля) или весенний (с конца марта по середину апреля). Подвой должен иметь диаметр не менее 1 см в месте прививки, а привойный материал (почки) заготавливается непосредственно перед прививкой и хранится не более 2-3 суток.

Пригодные для подвоя саженцы фисташки были завезены из Турции. Перед посадкой на саженцах были удалены боковые побеги, чтобы обеспечить питание для привоя. Привойный материал черенки заготовлены с маточных деревьев непосредственно перед окулировкой с опорного пункта Кара-Булак Жалал-Абадского научного центра южного отделения Национальной Академии Наук Кыргызской Республики.

Окулировка проведена в Т-образный надрез на коре подвоя. Аккуратно отслоив кору, вставляли привой. Плотнo обвязывали место прививки полихлорвиниловой пленкой шириной 1-1,5 см и длиной 35-40 см.



Рис. 3 Прижившиеся привитый побег фисташки

После окулировки проводили регулярный полив и защиту от прямых солнечных лучей. Обвязку снимали, когда почки прижились и было видно, как образовался каллус (обычно через 2-3 недели).

Фисташка - дерево, требующее опыления, поэтому при посадке необходимо учитывать наличие мужских и женских растений, хорошо растет на солнечных участках с хорошо дренированной почвой.

Вредители и болезни фисташки

На некоторых деревьях наблюдаются поражение болезнью септориоз. Септориоз фисташки - это грибковое заболевание, вызываемое патогенами рода *Septoria*, которое поражает листья, черешки, молодые побеги и иногда плоды фисташкового дерева. Болезнь широко распространена в регионах с теплым и влажным климатом и может привести к значительному снижению урожайности и ухудшению качества орехов.

Описание заболевания: Возбудитель: *Septoria pistaciae* (или другие виды рода *Septoria*). Поражаемые органы: в первую очередь листья, но также возможны поражения черешков, молодых побегов и даже плодов. Симптомы: На листьях появляются мелкие бурые или серовато-коричневые пятна с темной каймой. Пятна могут сливаться, образуя некрозы, вызывая преждевременное опадание листьев. В центре пятен часто заметны пикниды - черные точечные структуры, содержащие споры. При сильном развитии болезни наблюдается общее ослабление дерева, снижение фотосинтеза и урожайности.

Условия, способствующие развитию: Влажная и теплая погода (особенно дожди в период активной вегетации). Густая крона и недостаточная вентиляция. Загущенные посадки. Наличие растительных остатков и необработанных зараженных деревьев поблизости.

Меры борьбы с септориозом фисташки:

Агротехнические меры: Санитарная обрезка пораженных и усыхающих побегов. Удаление и сжигание опавшей листвы и других растительных остатков осенью. Формирование кроны для улучшения циркуляции воздуха. Севооборот и чередование культур в междурядьях, если применяется агролесоводство. Посадка устойчивых сортов, если они доступны.

Химическая защита:

Фунгициды: До и после цветения применяют препараты на основе: хлорокиси меди (ХОМ), медного купороса, манкоцеба, азоксистробина, тебуконазола.

Примеры препаратов: Ридомил Голд, Скор, Топаз, Абика Пик, Хорус (подбор зависит от региона и регистрации препарата).

Сроки обработки: Первое опрыскивание - в начале распускания почек. Второе - через 10-14 дней. Повторные обработки - в зависимости от погодных условий и степени поражения, с интервалом 14-20 дней.

Биологическая защита: Применение биофунгицидов на основе *Bacillus subtilis* или *Trichoderma spp.*, например, Фитоспорин-М, Триходермин, Планриз - особенно в начальной стадии или для профилактики.

Урожайность и продуктивность. Использование интродуцированных сортов и форм селекции значительно повышает продуктивность - по данным Mamadjanov et al. (2022), урожайность увеличивается в разы при правильной агротехнике и выборе генотипов.

Фисташка начинает плодоносить обычно на 6-8-й год после посадки, а полный урожай дает в возрасте 15-20 лет. Период активного плодоношения может продолжаться до 100 и более лет, если деревья растут в благоприятных условиях.

Урожай фисташки носит периодический характер - то есть наблюдаются «урожайные» и «неурожайные» годы. Это связано с биологической особенностью растения: после обильного плодоношения дерево тратит много питательных веществ и в следующем сезоне формирует меньше завязей. Средняя урожайность:

В естественных насаждениях (лесных массивах) - 5-15 кг орехов с дерева. В культурных посадках с уходом - 20-30 кг, а иногда и до 50 кг с дерева.

На данном участке плантационных культур фисташки в возрасте 5 лет на молодых деревьях наблюдается единичное плодоношение и с возрастом начиная с 10 лет ожидается массовое плодоношение и урожайность многих деревьев может составить 15-20 кг.

Экономический потенциал. Опыт других республик (Узбекистан) показывает высокую рентабельность: плантации окупаются

за 10-15 лет, дальнейшая стабильная продукция и снижение затрат на содержание пастбищного хозяйства.

Адаптация. Фисташка хорошо переносит засуху, склоны, морозы до -25°C и обедненные почвы - что делает ее перспективной культурой для предгорий юга Кыргызстана.

Заключение

1. Проведенные исследования и практические наблюдения подтвердили высокую адаптационную способность интродуцированных форм фисташки (*Pistacia vera* L.) к агроэкологическим условиям предгорий юга Кыргызстана. Выявлено, что интродуцированные саженцы, при соблюдении правильной агротехники, успешно приживаются, формируют устойчивую корневую систему и демонстрируют хорошие темпы роста.

2. Применение капельного орошения, мульчирования и рациональной схемы посадки (6×6 м) обеспечивает оптимальный водный и питательный режим, способствует сохранению почвенной влаги и повышению выживаемости растений. Использование современных методов окулировки позволило ускорить процесс вступления деревьев в

плодоношение и сохранить сортовые признаки привитых форм.

3. Результаты свидетельствуют о высокой перспективности развития фисташковых плантаций в южных регионах Кыргызстана. Культура характеризуется не только высокой засухоустойчивостью и долговечностью, но и значительным экономическим потенциалом как экспортно ориентированная и ресурсоэффективная древесная порода.

4. В дальнейшем необходимо продолжить исследования по подбору оптимальных сортов и форм для интродукции, совершенствованию агротехники, повышению устойчивости насаждений к болезням и вредителям, а также по созданию модельных фисташковых плантаций для промышленного выращивания в условиях юга страны.

5. Таким образом, опыт интродукции и выращивания фисташки в предгорьях Кыргызстана подтверждает возможность расширения площадей под этой культурой и ее интеграции в агролесомелиоративные системы, что имеет важное значение для рационального использования природных ресурсов, повышения биоразнообразия и устойчивого развития сельских территорий.

Литература

1. Мамаджанов Д. К., Кенжебаев С. К., Тургунбаев К., Белек уулу Э. (2022). Повышение продуктивности фисташковых насаждений (*Pistacia vera* L.) в Кыргызстане. Вестник Кыргызского национального аграрного университета, 20(4), 41–48.
2. Ашимов, К. С., Кенжебаев, С. К., Кожошев, О. С. (2014). Интродукция перспективных сортов фисташки в условиях Кыргызстана. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина, 270–277.
3. Акрамханов, А. (2015). Практический опыт выращивания фисташек в Кыргызстане. ICARDA/МЭФИ, repo.mel.cgiar.org.
4. Озолин, В. Е. (1968). Фисташковые леса Южного Кыргызстана. Автореф. канд. дис. – Фрунзе.
5. Аблаев, С. М. (1972). Фисташковые леса и формы *Pistacia vera* L. в Киргизии. Труды Института леса и ореховодства АН КиргССР, Вып. 5, 45–57.
6. ICARDA. (2018). Pistachio Production and Management in Central Asia: Regional Experience and Prospects. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Tashkent.
7. Earthpapers.net. (2021). Ecology and Distribution of *Pistacia vera* L. [электронный ресурс]. Дата обращения: 10.10.2025.
8. Wikipedia contributors. (2025). *Pistacia vera*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pistacia_vera](https://en.wikipedia.org/wiki/Pistacia_vera)

УДК:634.51(575.2)(04)

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ РЕЛИКТОВЫХ ОРЕХОВО-ЯБЛОНЕВЫХ ЛЕСОВ КЫРГЫЗСТАНА
И ИСТОРИЯ КЫРГЫЗСКОГО ОРЕХА
В СОВРЕМЕННОМ АРСТАНБАПСКОМ РЕГИОНЕ**

Кулиев А.С. Ph.D, Акматакунова Б.Т., Нуркасымова Э.А.¹, Усубалиева Н.²

¹Научно - производственный центр леса им. П. А. Гана Национальной академии наук
Кыргызской Республики (НПЦЛ НАН КР)

²Юридический колледж, Кыргызский национальный университет
имени Жусупа Баласагына

**КЫРГЫЗСТАНДЫН РЕЛИКТТИК ЖАҢГАК-АЛМА ТОКОЙЛОРУНУН КЕЛИП ЧЫГЫШЫ
ЖАНА АЗЫРКЫ АРСТАНБАП АЙМАГЫНДАГЫ КЫРГЫЗ ЖАҢГАГЫНЫН ТАРЫХЫ**

Кулиев А.С. Ph.D, Акматакунова Б.Т., Нуркасымова Э.А.¹, Усубалиева Н.²

¹Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын П.А.Ган атындагы
илимий-өндүрүш токой борбору (КР УИАнын ИОТБ)

²Жусуп Баласагын атындагы Кыргыз Улуттук университетинин
юридикалык колледжи

**THE ORIGIN OF THE RELICT WALNUT-APPLE FORESTS OF KYRGYZSTAN
AND THE HISTORY OF THE KYRGYZ WALNUT IN THE PRESENT ARSTANBAP REGION**

Kuliev A.S. Ph.D, Akmatkunova B.T., Nurkasymova E.A.¹, Usubalieva N.S.²

¹Scientific and production Center for forest named after P.A. Ghan of the National Academy
of Sciences of Kyrgyz Republic (SPCF NAS KR).

²Lecturer at the Law College of Jusup Balasagyn Kyrgyz National University.

Аннотация. Бул макалада кыргыз жаңгактарынын, Кыргызстандын жапайы реликттик жаңгак-алма токойлорунун келип чыгышы боюнча экспедициялык фактылык изилдөөлөрдүн жана адабият маалыматтарынын жыйынтыктары берилет. Азыркы учурда бул токойлор чарбалык жактан баалуу мөмөлүү өсүмдүктөр болуп саналат жана дүйнө жүзүндө ушундай чоң аянтта жаратылышта өскөн жалгыз массив болуп эсептелет. Аборигендик, реликттик жана уникалдуу автохтондук токой түрлөрү жана алардын ичиндеги дүйнө жүзүндө эч жерде аналогу жок биологиялык ар түрдүүлүк айрыкча баалуу болуп эсептелет.

Негизги сөздөр: Кыргызстан, келип чыгышы, грек жаңгак (*Juglans regia* L.), падышалык мөмө, реликттик жаңгак-алма токойлору, антропогендик таасир, өсүмдүктөр дүйнөсү, уникалдуулук, биологиялык ар түрдүүлүк, чоң массив.

Аннотация. В данной статье представлены результаты экспедиционных фактических исследований и литературных данных о происхождении кыргызских орехов и диких реликтовых орехово-яблоневых лесов Кыргызстана. В настоящее время эти леса являются ценными в хозяйственном отношении плодовыми растениями и считаются единственным в мире массивом такого масштаба, произрастающим в природных условиях. Особенно ценными признаются аборигенные, реликтовые и уникальные автохтонные типы лесов, а также биологическое разнообразие внутри них, не имеющее аналогов в мире.

Ключевые слова: Кыргызстан, происхождение, грецкий орех (*Juglans regia* L.), царский плод, реликтовые орехово-яблоневые леса, антропогенное воздействие, растительный мир, уникальность, биологическое разнообразие, крупный массив.

Abstract. This article presents the results of expeditionary factual studies and literature data on the origin of Kyrgyz walnuts and the wild relict walnut–apple forests of Kyrgyzstan. At present, these forests are considered economically valuable fruit-bearing plants and represent the only large-scale natural massif of this kind in the world. Particularly valuable are the aboriginal, relict, and unique autochthonous forest types, as well as the biological diversity within them, which has no analogues worldwide.

Keywords: Kyrgyzstan, origin, walnut (*Juglans regia* L.), royal fruit, relict walnut–apple forests, anthropogenic impact, flora, uniqueness, biological diversity, large massif.

Киришүү

Орто Азия аймагында өзүнүн түзүлүшү, ар түрдүүлүгү жана дарак-бутак породаларынын курамы боюнча уникалдуу «Туркестан токойлору» кеңири таралган. Бул аймактын чоң аянтын ээлеген табигый-климаттык шарттарына жараша, бул жерде тоолуу, тугай, талаа (кумдуу) токойлору калыптанган жана алар Орто Азияны изилдеген окумуштуулардын дайыма көңүлүн буруп келген, себеби алар бай биогеоценозу менен айырмаланат. Анын эң ачык мисалы – Түштүк Кыргызстандагы жаңгак-мөмөлүү токойлор, өзүнүн кооздугу жана дарак, бадал, чөп өсүмдүктөрүнүн ар түрдүүлүгү менен белгилүү. Бул токойлордо 183 түрдөгү дарактар жана бадалдар бар, алардын ичинен 45 түрү токой түзүүчү, 36сы – ортоазиялык жана 16сы – түштүк кыргыз эндемикалык түрлөрү. Орто Азия токойлорунун келип чыгышы, өсүмдүктөр дүйнөсүнүн ар түрдүүлүгү, табигый генетикалык баалуулугу азыр да дүйнөлүк илимпоздорду кызыктырат. Бул кызыгуу жөн гана билүүгө болгон умтулуу эмес, ошол эле учурда токойлордун туруктуулугун сактап турган биологиялык ар түрдүүлүктү коргоого болгон көйгөй менен да байланышкан. Бул болсо алардын негизги суу сактоо жана коргоочу функциялары үчүн маанилүү.

Кокон хандыгынын тушунда токойлор жана жайлоолор ханга таандык болгон, бул аймактарды токой бектери башкарган, аларга токой күзөтчүлөрү – корукчулар баш ийген. Корукчулар жана бекерлер жергиликтүү элден токой продукциясын

жана жайыттарды пайдаланганы үчүн отун пулу (отунга, токойго болгон ар кандай салыктар) жана жыгач пулу (курулуш үчүн жыгач пайдаланганы үчүн төлөм) жыйнашкан. Мечиттерди, хандык же бектик имараттарды курууда курулуш материалдарын даярдоо үчүн атайын жер участктору бөлүнгөн, алардын жеткирүү түйшүгү жергиликтүү элдин мойнунда болгон. Ошондой эле аңчылык кылуу үчүн «шариаттык» деп аталган атайын эрежелер болгон.

Кокон хандыгы Россия империясына кошулгандан кийин, жангак-мөмөлүү токойлорду биринчи жолу 1882-жылы А.Ф. Миддендорф изилдеп барып, токой өсүмдүктөрүнүн абалын сүрөттөп, аларды талап-тоноо фактылары көп экенин белгилеген. 1885-жылы капитан Залеский жетектеген аскер топографтары топографиялык съемка жана алдын ала токой түзүү иштерин жүргүзүшкөн. Алар бул токойлордун чачыранды жайгашканын белгилешкен. 1886-жылдан баштап жаңгак дарагындагы каптарды (түйүлмө өзөгү) даярдоо күч алган, айрым маалыматтар боюнча ошол кезде 1 килограмм капты 1 килограмм күмүшкө баалашкан. 1885-жылы В.И. Лисневский, 1896-жылы С.И. Коржинский, 1901-жылы Раунер жангак-мөмөлүү токойлорду изилдеп барышкан. Биринчи токой түзүү иштери Түркстан крайынын Токой департаментинин буйругу менен 1889-1897-жылдары жүргүзүлгөн. Бирок айрым тастыктай турган документтер жоголгон же ар кандай ведомстволордун архивдеринде жана китепканаларында сакталган, бирок алар системалаштырылган эмес.[1]



Сүрөт 1. Кыргызстандын жангак-алма токойлору азыркы учурда

Кыргызстандын аймагында, Теңир-Тоонун Фергана жана Чаткал кырка тоолорунун капталдарында, жаңгак, мисте, алма, алмурут, алча, долоно, бөрү карагат жана башка көптөгөн дарак-бадал түрлөрүнөн турган жапайы жангак-мөмөлүү токойлор өсөт. Бул – планетадагы эң чоң жапайы жангак-мөмөлүү токой массиви болуп саналат, аянты 631 миң гектарды түзөт.

Ботаниктердин (Р.И. Аболин, Е.М. Лавренко, С.Я. Соколов, Е.П. Коровин) классификациясы боюнча, алардын ареалы Түштүк Түркөстан провинциясынын Фергана округуна таандык. Дүйнөнүн башка эч бир аймагында мындай жок: жаңгак (*Juglans regia* L.), латынча аталышынын сөзмө-сөз котормосу «Падышалык мөмө» дегенди билдирет, Кыргызстанда деңиз деңгээлинен 1000-2300 метр бийиктиктерде өсөт.

Мезофиттик жаңгак токойлору байыркы замандардан бери тоо кырка тоолорунун, ми-

салы, Бабаш-Атанын коргоосунда сакталып калган, ал тоолор аларды түндүктөн келген муздак аба массаларынан жана нымдуулуктан коргойт. Кыргыз жаңгактары рельефтин эң нымдуу жерлерин ээлеп, негизинен түндүк нымдуу капталдарда өсөт.

Кыргызстандын жаңгак-мөмөлүү токой массиви, аларды изилдеген көпчүлүк окумуштуулардын пикири боюнча, табияттын уникалдуу кубулушу болуп эсептелет. Көптөр бул токойлордун өзгөчөлүгүн алардын реликттик мүнөзүндө деп эсептешет. 1944-1946-жылдары СССР Илимдер академиясынын комплекстүү экспедициясынын окумуштуулар тобу жаңгак токойлорунун реликттик экендиги тууралуу жыйынтыкка келишкен. Бул жыйынтыкка алар оригиналдуу «азыркы реликттик» тоо-токой топурактарын (Герасимов, Ливеровский, 1949) жана алардын курамындагы реликттик үчүнчү доордогу токой курт-кумурскаларын (Арнольди, 1949) изилдөөнүн негизинде келишкен.



Сүрөт 2. Бабаш-Атанын этектериндеги кыргыздардын алмасы (*Malus kirghisorum* Al.etAn. Theod)

Корреспондент-мүчө Е.М. Лавренко жана профессор С.Я. Соколов (1949) Орто Азиянын жаңгак-мөмөлүү токойлорун үчүнчү доордогу мезофилдик «тугай» токойлорунун жакырыланган реликти деп эсептешкен. Жакынкы убактагы палеографиялык изилдөөлөрдүн натыйжалары палеоботаникалык жана палинологиялык маалыматтар (Уткина, 1992) менен бирге кыргыз жаңгактары геологиянын эң акыркы этабынын бардык мезгилинде болгонун жана алардын келип чыгышы үчүнчү, ал тургай бор (меловой) мезгилинен башталары мүмкүн экенин көрсөттү.

Академик И.В. Выходцев (1970) Кыргызстандын жаңгак токойлору геологиялык тарыхтын төртүнчүлүк мезгилинде пайда болгон деген теорияны карманган, бирок палеоботаникалык изилдөөлөрдүн материалдарына таянып, бул уруу (*Juglandaceae*) жана *Juglans* тукуму көмүлгөн абалда бор мезгилинен бери белгилүү экенин жана аларды кайназой мезгилинин бүткүл узактыгы боюнча байкоого болорун белгилеген.

Биз да, көптөгөн изилдөөчүлөр сыяктуу эле, жаңгак-мөмөлүү токойлорду уникалдуу деп эсептейбиз: кыргыз жаңгактарынын ушунча көп түрдүүлүгү жана көптөгөн эндемиктер менен бирге ушундай чоң аянтта жапайы түрдө топтолуп өскөн массиви дүйнөнүн башка эч бир жеринде жок (Сүрөт 3.).

Ар бир түрдүн ичинде форма жагынан чоң ар түрдүүлүк бар экенин эске алуу менен, бул массив генофондду сактоочу баа жеткис баалуу деп айтууга болот. Н.И. Вавиловдун пикири боюнча, бул аймак көптөгөн маданий мөмөлүү өсүмдүктөрдүн келип чыгуу борборлорунун бири болуп саналат.

Кыргызстандын жаңгак токойлорунун уникалдуулугу жана кайталангыс мүнөзү аларды кылымдар тереңинен бизге жеткен табият эстелиги катары сактоо зарылдыгын шарттайт. Бул токойлор эл чарбасы жана илим үчүн абдан чоң мааниге ээ. Жаңгак-мөмөлүү токойлор баалуу жыгачтын, жаңгактын, мөмөлөрдүн жана дары-дармек чийки заттарынын булагы болуп эсептелет [3].



Сүрөт 3. Жашыл жаңгактардын мол түшүмү

Түштүк Кыргызстандын мөмөлүү токойлору табияттагы сейрек көрүнүш болуу менен бирге, өлкө үчүн чоң эл чарбалык мааниге ээ. Алар өлкөгө кургатылган мөмөлөрдүн, жаңгактын, баалуу мистенин, витаминдүү чийки заттын жана башка көптөгөн нерселердин ири көлөмүн берет. Фергана мөмөлүү токойлорунун бул укмуштуу оазиси көптөн бери орус илимпоздорунун көңүлүн буруп келген. Өткөн кылымдын аягында бул токойлорду академик С.И. Коржинский да көргөн.

Ал бул токойлорду сүрөттөп жатып, мөмөлүү дарактардын өзгөчө көптүгүн белгилеген: «... ондогон чакырымдар бою, деги эле, тыгыз жемиш багында бараткандайсың», жана дагы: «... бул өзгөчө жалбырактуу токойлор өзүнчө бир оазис түзүп турат, алар, албетте, үчүнчү доордогу кеңири таралган, бирок азыркы Түркестандын табигый көрүнүшүнө анчейин төп келбеген жалбырактуу токойлордун реликти болсо керек».

1933-жылы СССР Илимдер академиясынын Кыргыз комплекстүү экспедициясынын токой отряды проф. С.Я. Соколовдун жетекчилиги астында токойлорду негизинен жаңгактын баалуу жыгачын жана кап (түйүлмө өзөгү) даярдоонун мүмкүнчүлүгү жагынан изилдеген. Бирок ар кайсы мезгилде бир топ изилдөөлөр жүргүзүлгөнүнө карабастан, мөмөлүү токойлор жана алардын таралуу райондору жетишсиз изилденген бойдон калган.

Ушунун негизинде 1943-жылы мөмөлүү токойлор карамагына өткөн СССРдин Тамак-аш өнөр жайы министрлиги, СССР Илимдер академиясынын атайын комплекстүү экспедициясын уюштурууну өкмөттөн сураган. Өкмөттүн буйругуна жана Илимдер академиясы Президиумунун көрсөтмөсүнө ылайык, Өндүрүштүк күчтөрдү изилдөө кеңеши Түштүк Кыргыз комплекстүү экспедициясын уюштурган. Экспедициянын жалпы илимий жетекчилиги академик В.Н. Сукачёвго (экспедициянын илимий кеңешинин төрагасы) жүктөлгөн.

Экспедицияга төмөнкүдөй тапшырмалар коюлган:

- Мөмөлүү токойлор жана аларга чектеш аймактардын табигый-тарыхый шарттарын ар тараптуу изилдөө – геологиялык жана геоморфологиялык түзүлүшүн, жалпы жана жергиликтүү агроклиматтык шарттарын, гидрологиясын, топурак каптамасын, өсүмдүктөрүн изилдөө;

- Мөмөлүү дарактардын экологиялык жана биологиялык өзгөчөлүктөрүн, түрдүк курамын жана форма ар түрдүүлүгүн изилдөө;

- Жергиликтүү мөмөлөрдү (алма, алча, жаңгак, ит мурун ж.б.) витамин-консерва өнөр жайы үчүн мүмкүн болуучу чийки зат ресурсу катары биологиялык жана химия-технологиялык жактан изилдөө;

- Мөмөлүү токойлордун аймактарын жана продукцияларын азыркы колдонуу маселелерин экономикалык жактан иштеп чыгуу.

Экспедиция бул изилдөөлөрдү 1944, 1945 жана бир бөлүгүн 1946-жылдары жүргүзгөн. Жалпысынан экспедициянын курамында үч академик, 12 илим доктору жана профессор, 24 илим кандидаты, 26 кенже илимий кызматкер, сүрөтчү, фотограф жана 80ден ашык жумушчу-техникалык кызматкерлер болгон.

Иш Өндүрүштүк күчтөрдү изилдөө кеңеши тарабынан СССР ИАнын Токой институту, В.Л. Комаров атындагы Ботаника институту, География институту, В.В. Докучаев атындагы Топурак таануу институту, А.Н. Северцов атындагы Жаныбарлар морфологиясы институту, Микробиология жана Гельминтология лабораториясы, ошондой эле М.В. Ломоносов атындагы Москва мамлекеттик университети жана СССР Тамак-аш өнөр жайынын Витамин илимий-изилдөө институту менен биргеликте жүргүзүлгөн. Экспедиция талаа иштерин Улуу Ата Мекендик согуш бүтө элек кезде, өлкөнүн бардык күчү жеңишти жакындатууга жумшалып жаткан мезгилде жүргүзгөн [3].

Жыйынтыктар

Төртүнчүлүк мезгилдин ортосунда тектоникалык кыймылдардын жанданышы (альп орогенезинин экинчи цикли) болгон. Палеозой тектерден турган жана лесс катмарлары менен жарым-жартылай капталган байыркы тоо аймактары кайра көтөрүлгөн.

Айрым тоо массивдеринин көтөрүлүшү күчөп, мурда жылмакай болгон рельефтерди суу агымдары кайрадан терең тилмелеп, жээктерди түзгөн. Натыйжада байыркы кең, жакшы иштелген өрөөндөрдүн ордуна азыркы тар жана терең тоо дарыяларынын өрөөндөрү калыптанган. Алардын ичинен жаңы тектүү шагыл террастары түзүлгөн. Ошентип, мурдагы жылмакай тоо-дөбөлөрдүн жана түздүктөрдүн ордуна азыр мөмөлүү токойлор жайгашкан, бийик тоолор, терең тилмеленген өрөөндөр, орто бийик тоолор жана алардын этектери калыптанган. Бул рельеф геологиялык түзүлүш жана тарыхый процесстер менен түздөн-түз байланыштуу.

Бул жыйынтыктар маанилүү, анткени азыркы рельефтин түзүлүш тарыхы климатын өзгөрүшү жана Түштүк Кыргызстандын мөмөлүү токойлорунун келип чыгышы менен тыгыз байланыштуу [3].

Кошумча маалымат

Биринчи жолу жангак-алма токойлорунун жалпы районунун өсүмдүктөр картасы жана ар бир токой совхозунун 480 000 га жалпы аянттагы өсүмдүктөр картасы түзүлгөн. 1944-1945-жылдары стационардык пункт тарда топурак эрозиясын, жаңгак, алма жана алчанын биологиялык формаларын изилдеген. *Juglans regia* эки формага бөлүнөт: *Lacunosae* (байыркы, катуу кабыктуу, кеч

бышкан) жана *Euregiae* (жука кабыктуу, эрте бышкан).

Malus kirghizorum (Кыргыз алмасы) – чоң, даамдуу, бийик өскөн, ал эми *M. Siversii* – кичине, кычкыл, кыска бойлуу. Экспедиция топурак, климат, энтомофауна изилдеп, Түштүк Кыргызстандын мөмөлүү токойлору реликттик экенин далилдеген.

Арнольди (1946) энтомологиялык изилдөөлөрүндө реликттик насекомдордун тобун аныктаган. Алар жангак токойлору менен байыртан байланышы бар жана башка кургак аймактарда кездешпейт. Фергана жана Чаткал тоолорунун жаңгак токойлору үчүнчү доордун тургай токойлорунан келип чыккан.

Бул мөмөлүү токойлор – реликттик геобиоценоздор. Алардын топурак шарттары

тургай токойлоруна окшош. Тарыхый маалыматтарда айтылгандай, бул токойлор орус бийлиги келбей туруп эле пайдаланылып, отун-көмүр даярдоо жана жаңгак майын алуу үчүн колдонулган.

Корутунду

Түштүк Кыргызстандын мөмөлүү токойлору Фергана оазиси үчүн чоң суу жана топурак коргоочу мааниге ээ.

Бул токойлор баалуу мөмөлөрдүн, витаминдүү чийки заттын жана жыгачтын булагы.

Токойлор уникалдуу.

Бул аймактарда үч катмарлуу отургузуу түзүлүшү керек: жаңгак, Кыргыз алмасы, согдий алычасы. Мындай түзүм үчүн академик В.Н. Сукачёв сунуштаган реконструктивдик-калыбына келтирүүчү кыюуларды жүргүзүү зарыл.

Колдонулган адабияттар:

1. Ашимов К.С. Лесное дело Туркестанского края (История орехово-плодовых лесов). Кыргызско-Швейцарская программа поддержки лесного хозяйства. Жалал-Абад, 2004 г.
2. О.В. Колов, Орехово-плодовые леса юга Кыргызстана, НАН КР, Институт леса и ореховодства им. проф. П. А. Гана, Бишкек, Илим, 1997, 288с.
3. Академик В. И. Сукачёв, Труды Южно Киргизской экспедиции, выпуск I, Плодовые леса Южной-Киргизии и их использование, изд-во Академия наук СССР, Москва, 1949, Ленинград.

УДК: 634.551;634

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ МИНДАЛЯ
ОБЫКНОВЕННОГО (*AMYGDALUS COMMUNIS* L), ОТОБРАННЫХ
В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ
КАЗАХСТАНА И КЫРГЫЗСТАНА**

**Турдиев Т.Т., Маденова А.К.¹, Дүйсенова К.К.², Емешева К.Б., Туйгунов З.Т.³,
Пернеев А.Н.⁴, Кабылбекова Б.Ж.⁵, Михайленко Н.В.⁶**

¹Институт биологии и биотехнологии растений

²Казахский Национальный педагогический университет имени Абая

³Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби

⁴Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

⁵Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства

⁶Казахский Национальный аграрно исследовательский университет

**КАДИМКИ БАДАМДЫ (*AMYGDALUS COMMUNIS* L.)
КАЗАКСТАН МЕНЕН КЫРГЫЗСТАНДЫН ТАБИГЫЙ ПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНАН
ТАНДАЛГАН ФОРМАЛАРЫНЫН МИКРОКЛОНДОР АРКЫЛУУ
КӨБӨЙТҮҮ ЫКМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ**

**Турдиев Т.Т., Маденова А.К.¹, Дүйсенова К.К.², Емешева К.Б., Туйгунов З.Т.³,
Пернеев А.Н.⁴, Кабылбекова Б.Ж.⁵, Михайленко Н.В.⁶**

¹Өсүмдүктөр биологиясы жана биотехнологиясы институтунун

²Абай атындагы Казак Улуттук педагогикалык университети

³Аль-Фараби атындагы Казак Улуттук университети

⁴Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

⁵Казак жемиш-жашылча илимий изилдөө институту

⁶Казак Улуттук агрардык изилдөө университет

**DEVELOPMENT OF MICROCLONAL PROPAGATION METHODS
FOR COMMON ALMOND (*AMYGDALUS COMMUNIS* L.) SELECTED FROM NATURAL
POPULATIONS IN KAZAKHSTAN AND KYRGYZSTAN**

**Turdiev T.T., Madenova A.K.¹, Duisenova K.K.², Yemesheva K.B., Tuigunov Z.T.³,
Perneev A.N.⁴, Kabylbekova B.Zh.⁵, Mikhailenko N.V.⁶**

¹Institute of Plant Biology and Biotechnology

²Kazakh National Pedagogical University named after Abai

³Al-Farabi Kazakh National University

⁴Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

⁵Kazakh Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable Growing

⁶Kazakh National Agrarian Research University

Аннотация. Миндаль обыкновенный (*Amygdalus communis* L.) представляет собой ценное орехоплодное растение, перспективное для выращивания в аридных условиях Южного Казахстана благодаря засухоустойчивости. Однако редкость и уязвимость на территории Казахстана обуславливают необходимость разработки эффективных стратегий по их сохранению и восстановлению. В рамках исследования были отобраны и описаны 12 генотипов миндаля в Казахстане и 6 – в Кыргызстане. В результате проведённого обследования на территории Казахстана был уточнён современный ареал произрастания дикорастущих популяций миндаля

и составлена карта-схема. Разработан и оптимизирован метод клонального микроразмножения, включая эффективные режимы стерилизации и подбор питательной среды. Выявлена высокая эффективность среды MS с добавлением 1,0 мг/л БАП и 0,02 мг/л ИМК. Полученные результаты могут быть использованы для сохранения генофонда, восстановления популяций и коммерческого размножения миндаля.

Ключевые слова: миндаль обыкновенный, микроклональное размножение, *in vitro*, побеги, стерилизация.

Аннотация. Кадимки бадам (*Amygdalus communis* L.) — бул кургакчыл аймактарда, өзгөчө Түштүк Казакстанда өстүрүүгө ылайыктуу, кургакчылыкка чыдамдуу жана баалуу жаңгактуу өсүмдүк. Бирок, Казакстандын аймагында сейрек кездешкендиктен жана алсыз абалда болгондуктан, аны сактап калуу жана калыбына келтирүү боюнча натыйжалуу стратегияларды иштеп чыгуу зарыл. Изилдөөнүн алкагында Казакстандан 12 жана Кыргызстандан 6 бадамдын генотипи тандалып алынып, сүрөттөлдү. Казакстандын аймагындагы изилдөөлөрдүн негизинде жапайы бадам популяцияларынын азыркы ареалы такталып, картасы түзүлдү.

Клондук микрокөбөйтүү ыкмасы иштелип чыгып, оптималдаштырылды. Бул ыкмага эффективдүү стерилизация режимдери жана азыктандыруучу чөйрөнүн тандап алынуусу кирет. MS чөйрөсү 1,0 мг/л БАП жана 0,02 мг/л ИМК кошулганда жогорку натыйжалуулук көрсөттү. Алынган жыйынтыктар бадамдын генофондун сактап калууда, популяцияларын калыбына келтирүүдө жана коммерциялык көбөйтүүдө колдонулушу мүмкүн.

Негизги сөздөр: кадимки бадам, микроклондук көбөйтүү, *in vitro*, бүчүрлөр, стерилизация.

Abstract. The common almond (*Amygdalus communis* L.) is a valuable nut-bearing plant with high potential for cultivation in the arid conditions of Southern Kazakhstan due to its drought tolerance. However, its rarity and vulnerability in Kazakhstan necessitate the development of effective strategies for its conservation and restoration.

As part of the study, 12 almond genotypes were selected and described in Kazakhstan and 6 in Kyrgyzstan. As a result of the survey conducted in Kazakhstan, the current distribution range of wild almond populations was clarified, and a distribution map was created.

A method for clonal micropropagation was developed and optimized, including effective sterilization protocols and selection of nutrient media. The MS medium supplemented with 1.0 mg/L BAP and 0.02 mg/L IAA demonstrated high efficiency. The obtained results can be used for the preservation of genetic resources, restoration of wild populations, and commercial propagation of almond.

Keywords: common almond, microclonal propagation, *in vitro*, shoots, sterilization.

Введение

Казахстан, обладая широким спектром агроклиматических зон – от степных и пустынных ландшафтов до горных экосистем представляет собой благоприятную территорию для возделывания разнообразных сельскохозяйственных культур. Более 75% его площади занимают аридные и полупустынные территории, на которых сосредоточено около 40% общего биологического разнообразия страны [1]. Эти особенности формируют уникальные условия для выращивания устойчивых к экстремальным климатическим факторам растений, включая орехоплодные культуры.

В условиях глобального роста спроса на устойчивые и питательные продукты, Казахстан обладает потенциалом для расширения внутреннего производства орехоплодных культур. Учитывая успешный опыт стран Центральной Азии, таких как Кыргызстан и Узбекистан, Казахстан также обладает возможностями для расширения производства миндаля (*Amygdalus communis* L.), особенно в Туркестанской области, где природные и агроэкологические условия благоприятны для его выращивания.

Впервые дикие виды миндаля в Казахстане, включая *Amygdalus communis* L., были описаны профессором Аймаком Жангалиу-

лы Жангалиевым в работе «Дикорастущие плодовые растения Казахстана» (2001), где он выделил пять видов, произрастающих в природных условиях страны: *A. ledebouriana* Schlecht., *A. petunnikowii* L., *A. spinosissima* Bunge, *A. nana* L. и *A. communis* L. [2].

Среди них *A. communis* L. выделяется как генетически ценный вид, обладающий высокой устойчивостью к засухе, морозам и заболеваниям. Кроме того, плоды миндаля богаты витаминами, жирными кислотами и антиоксидантами, что делает его важной пищевой и фармакологической культурой [3, 4]. Плоды миндаля обыкновенного овальные или эллипсоидные костянки длиной до 5 см. В незрелом виде они покрыты зелёной кожурой, которая при созревании высыхает и опадает, обнажая плотную шероховатую скорлупу. Внутри находится сладкое или горькое ядро длиной 2-4 см. Созревание плодов происходит через 7-8 месяцев после цветения к концу лета или началу осени [5].

В настоящее время дикий миндаль, произрастающий в природных условиях, находится под угрозой исчезновения на территории Республики Казахстан вне заповедников и национальных парков. Основными причинами сокращения численности миндаля являются хозяйственная деятельность человека, вырубка деревьев, выпас скота и пожары. В связи с этим для Казахстана особенно важно срочно принять меры по изучению ареалов распространения, сохранению и восстановлению популяции обыкновенного миндаля как перспективной культуры [6].

В этом плане особенно актуальны методы биотехнологического клонирования, позволяющие эффективно размножать и сохранять ценные генотипы орехоплодных культур. Клональное микроразмножение предоставляет возможности для массового производства посадочного материала, устойчивого к стрессовым факторам и болезням, при минимальных затратах исходного растительного материала [7, 8].

Настоящая работа направлена на изучение биоразнообразия миндаля, а также разработку биотехнологических методов микроразмножения миндаля.

2 Материалы и методы

2.1. Сбор и оценка растительного материала

Объектами исследования являлись дикорастущие формы миндаля (*Amygdalus communis* L.) произрастающие в Казахстане и Кыргызстане. В Казахстане мониторинг современных ареалов произрастания дикорастущих популяций миндаля проводили в Сайрам-Угамском государственном национальном природном парке. В Кыргызстане экспедиционные выезды были проведены в Тоскоол-Атинском лесхозе [9, 10]. Координаты произрастания фиксировались прибором GPS (Garmin Etrex SE). В процессе камеральной обработки современные ареалы произрастания дикорастущих популяций миндаля в Казахстане нанесены на электронные топографические карты М 1:700 000 с использованием специализированной программы ArcGIS 10.2.

Для всех миндальных деревьев выполнены таксационные измерения, а состав и состояние фитоценозов описаны согласно действующим методикам с учётом процессов естественного возобновления и условий произрастания. В лабораторных условиях подготовлен гербарий и собран семенной материал от отобранных образцов миндаля. Отбор образцов осуществлялся визуально с использованием дескрипторов миндаля из «Descriptors list for Almond (*Prunus amygdalus*)». Размеры плодов (длина, ширина, толщина) измерялись штангенциркулем ШЦР-250 с точностью до 0,1 мм.

2.2. Введение в культуру *in vitro*

Для разработки методов микроразмножения использовали однолетние черенки из отобранных деревьев на территориях Казахстана и Кыргызстана.

Для получения асептических растений после завершения физиологического покоя использовали однолетние одревесневшие черенки длиной 20-25 см. Из одревесневших черенков в лабораторных условиях получали активно растущие зеленные побеги и делили их на сегменты с 1-2 почкой. Для предотвращения заражения сапрофитной микрофлорой зеленные побеги стерилизовали тремя способами: 1) обработка раствором отбеливателя «Белизна» (1:1) 5 мин и 0,1% HgCl_2 3 мин; 2) мыльным раствором, отбеливателем и стерилизация 0,1% HgCl_2 5 мин; 3) промывка раствором отбеливателя «Белизна» (1:1) в течении 10 мин, раствором 0,1%

HgCl₂ 5 мин, с последующей промывкой 3 раза стерильной дистиллированной водой [18]. Для выявления системных инфекций базальные части побегов высаживали на провокационную среду VISS [11] и культивировали при 23-25°C в течении 1-3 недель.

2.3. Микроклональное размножение

Для микроклонального размножения в культуре *in vitro* применяли питательную среду Мурасиге и Скуга (МС). Для стимуляции роста и образования новых побегов определяли оптимальные концентрации 6-бензиламинопурина (БАП) и гиббереллиновой кислоты (ГК) [12]. Оценку результатов проводили после третьего пассажа. Питательные среды стерилизовали в автоклаве (UT KBS-150LV) 25 минут при давлении 0,8-1,0 атмосфер. Растения *in vitro* культивировали

ли в контролируемых условиях при температуре 23-25°C, освещённости 40 µmol m⁻²s⁻¹ и 16-часовом фотопериоде.

3 Результаты

3.1 Обследование современных ареалов произрастания дикорастущих популяций миндаля

В результате экспедиционных выездов были обследованы дикорастущие популяции миндаля в Туркестанской области Казахстана в Сайрам-Угамском государственном национальном природном парке. В частности, Келесском лесничестве – 6 форм миндаля и в Састобинском районе – 6 форм миндаля. В Кыргызстане в Тоскоол-Атинском лесхозе было отобрано 6 форм миндаля. Координаты отобранных плюсовых форм миндаля были сняты с помощью GPS навигатора (Garmin Etrex SE) и приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Место и координаты сбора образцов миндаля обыкновенного (*Amygdalus communis* L.)

№	Форма	Точка отбора образцов миндаля обыкновенного		
		Казахстан		Кыргызстан
		Келесском лесничестве	Састобинском районе	Тоскоол-Атинскому лесхоз
		Координаты по GPS		Координаты по GPS
1	M1	N41°44'53.16" E069°42'13.26"	N42°32'02.81" E070°01'19.46"	N 41°06'30.54" E 072°36'04.13"
2	M2	N41°44'53.52" E069°42'13.14"	N42°32'03.15" E070°01'18.39"	N 41°06'31.73" E 072°36'05.21"
3	M3	N41°44'53.04" E069°42'12.90"	N42°32'03.04" E070°01'17.56"	N 41°06'34.52" E 072°36'07.52"
4	M4	N41°44'52.98" E069°42'12.96"	N42°32'02.12" E070°01'17.35"	N 41°09'38.32" E 072°37'29.91"
5	M5	N41°44'52.80" E069°42'12.78"	N42°32'01.69" E070°01'17.01"	N 41°09'38.32" E 072°37'29.91"
6	M6	N41°44'52.50" E069°42'12.84"	N42°32'01.54" E070°01'17.00"	N 41°09'38.32" E 072°37'29.91"

На основе координат была составлена карта-схема современного ареала произрастания дикорастущих популяций миндаля в

Казахстане. Координаты отобранных плюсовых форм в процессе камеральной обработки данных нанесены на электронные топографические карты М 1:700 000 (рисунок 1)



Рисунок 1 – Современные ареалы произрастания миндаля обыкновенного на территории Казахстана

Популяции миндаля обыкновенного вдоль реки Угам упомянутые Зверевым Н.Е. в настоящее время встречаются единичными отдельно стоящими деревьями среди лесных зарослей. А в популяциях, произрастающих в Келесском лесничестве и в Састобинском районе деревья представлены с признаками старения и полного отсутствия возобновления [13]. Основными причинами разрушения естественных ареалов произрастания и затруднения природного восстановления популяций миндаля являются преимущественно антропогенное воздействие – интенсивное освоение земель, выпас скота, поедающих плоды, строительство жилых объектов и транспортной инфраструктуры.

У дикорастущих популяций миндаля обыкновенного сильно выражен внутри видовой полиморфизм. Наблюдается разнообразие по морфологическим, физиологическим, биохимическим и генетическим признакам, которое играет важную роль в сохранении генетического разнообразия вида и представляет интерес для селекционеров при создании новых

сортов, устойчивых к болезням, засухе и другим стрессовым факторам.

Отбор производился визуально согласно дескрипторам миндаля «Descriptors list for Almond (*Prunus amygdalus*)», по следующим характеристикам: состояние дерева, возраст, размеры, форма кроны, обильность плодоношения, поражение болезнями, а также форма, размеры и одновременность созревания плодов, цвет и целостность их кожуры и скорлупы. Измерения плодов (длина, ширина, толщина) проводились штангенциркулем ШЦР-250 0.1.

Плоды миндаля собранные в экспедициях, тщательно сортировали и проверяли на предмет поражённости болезнями и вредителями, после чего очищали от наружной оболочки и сушили на открытом воздухе при температуре 20...24°C в течении 2-х недель. Далее заворачивали в бумажные конверты и помещали в холодильную камеру при 4°C для прохождения стратификации.

3.2 Разработка протокола клонирования, получение асептических растений миндаля

Определён лучший способ стерилизации от сапрофитной микрофлоры – последова-

тельная обработка раствором отбеливателя «Белизна» (1:1) в течение 10 мин, раствором 0,1% HgCl_2 5 мин, промывка 3 раза стерильной дистиллированной водой. При использовании такого варианта регенерация в условиях *in vitro* на среде МС без гормонов составляло 70%. Растения активно росли и развивались, а листья имели ярко-зеленый цвет.

Помимо сапрофитной микрофлоры в растениях может развиваться патогенная микрофлора, которая не погибает при стерилизации. При посадке зараженных растений на питательную среду, со временем патогенная микрофлора начнет развиваться и может погубить растения. Во избежание этого, после введения растений в культуру *in vitro* базальную часть побегов помещали на провокационную среду VISS.

В некоторых случаях в различные сроки культивирования у части побегов проявились признаки бактериальной инфекции, выраженные в потемнении основания побега, листьев, а также помутнении питательной среды, что в итоге приводило к их гибели. Проверка на провокационной среде показала наличие бактериальной инфекции. Видимо, проведенная поверхностная стерилизация первичных эксплантов способствовала освобождению от грибной инфекции, но была малоэффективна против бактериальной. Зараженные растения были отбракованы.

Полученные асептические побеги, после формирования листьев, пересаживали на различные питательные среды для подбора оптимального состава при микроразмножении (рисунок 2).



1. МС, БАП-0,1 мг/л; ГК-0,01 мг/л; сахароза – 30 г/л; pH-5,
2. МС, БАП-0,5 мг/л; ГК-0,01 мг/л; сахароза – 30 г/л; pH-5,7
3. МС, БАП-1,0 мг/л; ГК-0,01 мг/л; сахароза – 30 г/л; pH-5,7
4. МС, БАП-1,0 мг/л; ИМК-0,01 мг/л; сахароза – 30 г/л; pH-5,7
5. МС, БАП-1,0 мг/л; ИМК-0,02 мг/л; сахароза – 30 г/л; pH-5,7

Рисунок 2 – Влияние состава питательной среды
на клональное микроразмножение (среднее)

Подбор состава питательной среды для эффективного размножения миндаля и фиштакши *in vitro* показал: использование в среде 0,01 мг/л ГК с различным сочетанием БАП приводит к образованию небольшого числа новых побегов, коэффициент размножения

не превышает 1,2, состояние растений не удовлетворительно, листья и стебли желтеют, а в последствии опадают, более чем 60% растений витрифицированы. Использование 1,0 мг/л БАП и 0,01 мг/л ИМК приводит к повышению коэффициента размножения рас-

тений до 2,0. Оптимальный состав – 1,0 мг/л БАП и 0,02 мг/л ИМК, в этом случае коэффициент размножения, в среднем за 2 пассажа достиг 2,8.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспедиционных исследований были изучены современные ареалы дикорастущих популяций миндаля обыкновенного в Туркестанской области Казахстана и в Тоскоол-Атинском лесхозе Кыргызстана. Полученные географические координаты позволили создать точную карту-схему распространения вида, что является важным этапом для охраны и дальнейшего использования генетического материала. Обнаружена значительная поли-

морфность внутри видов, что подчеркивает ценность этих популяций для селекционных программ и устойчивого земледелия.

В лабораторных условиях был оптимизирован протокол клонирования миндаля, включающий эффективные методы стерилизации и подбор питательных сред. Наиболее успешным оказался состав с 1,0 мг/л БАП и 0,02 мг/л ИМК, обеспечивающий высокий коэффициент размножения и здоровое развитие асептических растений. Полученные результаты создают научную основу для массового микроклонального размножения миндаля, что позволит обеспечить сохранение ценных генотипов и поддержать их коммерческое выращивание в условиях Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Паршина Г.Н., Мукиянова У., Шабанова Л.В. Сохранение и управление биоразнообразием в Республике Казахстан: проблемы и задачи // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2012. – №2 (54). – С. 16-19.
2. А.Д. Джанглиев. Размножается семенами. Книга Дикие плодовые растения Казахстане с 2001 г. 82-87.
3. Халимова М.Р. Ареал обитания миндаля обыкновенного (*Amygdalus communis*) и его применение в медицине // Будущее науки-2017: Сборник научных статей 5-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 26–27 апреля 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А. – Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2017. – С. 345-346.
4. Болотова А.С. Химический состав орехов интродуцированных сортов сладкого миндаля в южном Кыргызстане [Текст] / А.С.Болотова // Sciences of Europe. – 2017. – № 13-1 (13). – С. 8-12.
5. Beltrán Sanahuja A., Maestre Pérez S.E., Grané Teruel N., Valdés García A., Prats Moya M.S. Variability of Chemical Profile in Almonds (*Prunus dulcis*) of Different Cultivars and Origins. Foods. – 2021. – 10(1): 153. <https://doi.org/10.3390/foods10010153>.
6. Турдиев Т. и др. Микроклональное размножение миндаля обыкновенного (*prunus dulcis* mill) для восстановления регрессирующих популяций //Izdenister natigeler. – 2024. – №. 3 (103). – С. 178-187.
7. Reed B.M. Plant Cryopreservation: A Practical Guide. – Springer Science + Business Media LLC. New York. – 2008. – 513 p.
8. Турдиев Т.Т. Автореферат диссертации на соискание степени кандидата биологических наук. Астана. – 2010. – 23 с. Совершенствование биотехнологических методов криосохранения гермоплазмы ягодных культур.
9. Ettore B., Stefano P., Van Mele P. Descriptors for Pistachio (*Pistacia vera* L.). – Рим, Италия. – 1997. – 63 p. / Перевод Турдиевой М., Гулямовой Х. с английского издания. – 2002. – 63 с.
10. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). Descriptors list for almond (*Prunus amygdalus*) (Revised). – 1985. – 30 p.
11. Viss P.R. A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture / Brooks E.M., Driver J.A. // In Vitro Cell. Dev. Biol. – 1991. – V. 27. – P. 42.
12. Kallsen C.E., Parfitt D.E. 'Tejon' Male Pistachio: An Early Blooming Pollenizer for 'Gumdrop'. HortScience. – 2018. – 53(11). – P. 1719-1721. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13175-18>.
13. Зверев Н.Е. Динамика роста фисташки настоящей и миндаля обыкновенного в Туркменистане и Казахстане // Problems of desert development. – №1. – 2018. – С. 60-62. DOI: 634.574:634.55(575.4+574).

UDC 634.574

**РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФИСТАШКИ
НАСТОЯЩЕЙ (*PISTACIA VERA* L.)****Турдиев Т.Т., Маденова А.К.¹, Дүйсенова К.К.², Емешева К.Б., Туйгунов З.Т.³,
Пернеев А.Н.⁴, Кабылбекова Б.Ж.⁵, Михайленко Н.В., Байжуманова С.С.⁶**¹Институт биологии и биотехнологии растений²Казахский Национальный педагогический университет имени Абая³Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби⁴Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики⁵Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства⁶Казахский Национальный аграрно исследовательский университет**ЧЫНЫГЫ МИСТЕ (*PISTACIA VERA* L.)
МИКРОКЛОНАЛДЫК КӨБӨЙТҮҮ ПРОТОКОЛУН ИШТЕП ЧЫГУУ****Турдиев Т.Т., Маденова А.К.¹, Дүйсенова К.К.², Емешева К.Б., Туйгунов З.Т.³,
Пернеев А.Н.⁴, Кабылбекова Б.Ж.⁵, Михайленко Н.В., Байжуманова С.С.⁶**¹Өсүмдүктөр биологиясы жана биотехнологиясы институтунун²Абай атындагы Казак Улуттук педагогикалык университети³Аль-Фараби атындагы Казак Улуттук университети⁴Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору⁵Казак жемиш-жашылча илимий изилдөө институту⁶Казак Улуттук агрардык изилдөө университети**DEVELOPMENT OF A PROTOCOL FOR MICROCLONAL PROPAGATION OF *PISTACIA VERA* L.****Turдиев Т.Т., Madenova A.K.¹, Duisenova K.K.², Yemesheva K.B., Tuigunov Z.T.³,
Perneev A.N.⁴, Kabylbekova B.Zh.⁵, Mikhailenko N.V., Bayzhumanova S.S.⁶**¹Institute of Plant Biology and Biotechnology²Kazakh National Pedagogical University named after Abai³Al-Farabi Kazakh National University⁴Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic⁵Kazakh Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable Growing⁶Kazakh National Agrarian Research University

Аннотация. Кыргызстан и Казахстан характеризуются преобладанием аридных земель, где особенно актуально выращивание засухоустойчивых культур. К таким культурам относится произрастающая на их территории фисташка настоящая (*Pistacia vera* L.), обладающая высокой эколого-хозяйственной значимостью. Наиболее эффективным для массового получения растительного посадочного материала является микроклональное размножение. Первичным материалом для разработки протокола микроклонального размножения являлись зеленые, активно растущие черенки с 2-3 почками. Всего было введено 20 форм фисташки настоящей. Стерилизация от сапрофитной микрофлоры проводилась раствором «Белизна» (1:1) в течение 10 минут и 0,1% раствором HgCl₂ в течение 5 минут, после чего материал трижды промывали стерильной водой. Наилучшие результаты микроклонального размножения были достигнуты на среде MS с добавлением 1,0 мг/л 6-бензиаминопурина (БАП), 0,02 мг/л

индолил-масляной кислоты (ИМК). Полученные данные имеют важное значение для сохранения генофонда и получения качественного посадочного материала фисташки настоящей.

Ключевые слова: фисташка настоящая, асептические растения, микроклональное размножение, *in vitro*, зеленые побеги, стерилизация.

Аннотация. Кыргызстан жана Казакстан кургакчылыкка чыдамдуу өсүмдүктөрдү өстүрүү өзгөчө актуалдуу болгон ариддик жерлердин басымдуу болушу менен мүнөздөлөт. Мындай өсүмдүктөргө алардын аймагында өскөн, экологиялык-чарбалык мааниси жогору чыныгы мисте кирет. Өсүмдүк отургузуучу материалды массалык түрдө алуу үчүн эң натыйжалуусу микроклоналдык көбөйтүү болуп саналат. Микроклоналдык көбөйтүү протоколун иштеп чыгуу үчүн негизги материал 2-3 бүчүр менен жашыл, Активдүү өсүп жаткан кыюулар болгон. Бардыгы болуп чыныгы мистенин 20 формасы киргизилген. Сапрофиттик микрофлорадан Стерилизация «актык» (1:1) эритмеси менен 10 мүнөт жана 0,1% HgCl_2 эритмеси менен 5 мүнөт жүргүзүлгөн, андан кийин материалды стерилдүү суу менен үч жолу жууган. Микроклоналдык көбөйтүүнүн эң жакшы натыйжалары 1,0 мг/л 6-бензиаминопурин (БАП), 0,02 мг/л индолил-бутир кислотасы (ИМК) кошуу менен МС чөйрөсүндө жетишилген. Табылгалар генофондду сактоо жана сапаттуу мисте отургузуучу материалды чыныгы алуу үчүн маанилүү мааниге ээ.

Негизги сөздөр: чыныгы мисте, асептикалык өсүмдүктөр, микроклоналдык көбөйтүү, скот, жашыл бутактар, стерилдөө.

Abstract. Kyrgyzstan and Kazakhstan are characterised by a predominance of arid lands. In such regions, the cultivation of drought-resistant crops is particularly important. One such crop is the pistachio (*Pistacia vera* L.). It grows in these territories and is of high ecological and economic importance. Microclonal propagation is the most effective method for large-scale production of planting material. The primary material for developing the microclonal propagation protocol was green, actively growing pistachio cuttings with 2-3 buds. A total of 20 forms of true pistachio were introduced. Sterilisation from saprophytic microflora was carried out with a solution of "Bleach" (1:1) for 10 minutes and a 0.1% solution of HgCl_2 for 5 minutes, after which the material was rinsed three times with sterile distilled water. The best results of microclonal propagation were achieved on Murashige and Skoog medium supplemented with 1.0 mg/L 6-benzylaminopurine (BAP) and 0.02 mg/L indole-3-butyric acid (IBA). The data obtained are important for preserving the gene pool and obtaining high-quality planting material of *Pistacia vera*.

Keywords: pistachio, aseptic plants, microclonal propagation, *in vitro*, green shoots, sterilisation.

Introduction

Pistacia vera L. is one of the most valuable nut crops due to its high nutritional, economic, and environmental significance, as well as its resistance to arid climates, sudden temperature changes, and ability to take root and grow in poor, rocky soils. This makes it particularly promising for cultivation in Kazakhstan, where about 60% of the land is classified as arid or semi-arid, as well as in Kyrgyzstan, with its mountainous terrain and limited access to water resources [1,2].

The natural habitats of the true pistachio are Central Asia (Kyrgyzstan, Kazakhstan, Uzbekistan, Tajikistan, and Turkmenistan), Afghanistan and Iran. Due to anthropogenic pressures and climate change, the area of natural pistachio forests shrinks each year. In Kazakhstan, this

species is even included in the Red Book [3,4].

Pistachio fruits are rich in proteins, unsaturated fatty acids, vitamins and minerals. They also contain antioxidant compounds that reduce the risk of cardiovascular disease and improve metabolism. As a result, global demand for pistachios grows steadily. This crop is attractive from an economic point of view [5].

Scaling up pistachio cultivation in Kazakhstan and Kyrgyzstan is an opportunity to strengthen food security and create new export opportunities. Therefore, the development of pistachio plantations is of strategic importance [6,7].

However, traditional methods of pistachio propagation have serious limitations. Seed propagation does not preserve economically valuable

traits, while cuttings and grafting produce only a small amount of planting material. Therefore, biotechnological methods are becoming increasingly important, especially microclonal propagation, which provides opportunities for the mass and accelerated production of uniform, healthy plants with the preservation of the characteristics of the original forms, regardless of the season, under laboratory conditions [3,8].

This work is aimed at developing a protocol for the microclonal propagation of pistachio. This will make it possible to obtain healthy planting material for the creation of industrial plantations, as well as for the maintenance and restoration of wild populations.

Materials and methods

The object of the study was wild forms of pistachio (*Pistacia vera* L.) growing in southern Kyrgyzstan, in the Toskool-Ata Forestry, and in southern Kazakhstan, in the Sairam-Ugam State National Nature Park. As a result of the expedition, plus trees were selected and described according to the "Descriptor of pistachio (*Pistacia vera* L.)". The selection of plus forms was carried out according to the following economically valuable characteristics: ripening time, yield, absence of diseases and pests, shape and size of nuts, hardness and degree of shell opening [9]. One-year-old woody cuttings about 20 cm long were taken from the selected forms and then stratified at 4°C for 4-5 weeks. To obtain aseptic

plants, the following were used: 1) one-year-old woody cuttings 3-4 cm long with 2-3 buds; 2) green actively growing shoots with 2-3 buds obtained from one-year-old woody cuttings in laboratory conditions. To sterilise the cuttings and green shoots, they were treated with a solution of bleach (1:1) for 10 minutes and 0.1% HgCl₂ for 5 minutes, followed by three rinses with sterile distilled water [10]. To detect latent infections, the bases of the shoots were planted and cultivated for 1-3 weeks at 23-25°C on a special VISS medium [11].

Optimisation of the concentration of phytohormones, 6-benzylaminopurine (BAP), indole-3-butyric acid (IBA) and gibberellic acid (GA) in the nutrient medium for introduction into *in vitro* culture and microclonal propagation was carried out on the basis of the Murashige and Skoog (MS) medium. The nutrient media were sterilised by autoclaving (UT KBS-150LV) for 25 minutes at 0.8-1.0 atm. Aseptic plants were cultivated at a temperature of 23-25°C, light intensity of 40 μmol m⁻² s⁻¹ and a photoperiod of 16 hours [12].

Results

As a result of expeditions to the habitats of wild pistachio populations in southern Kyrgyzstan and Kazakhstan, 20 pistachio forms with valuable economic characteristics were selected. The coordinates and locations of sample collection are presented in Table 1.

Table 1 – Coordinates and locations of pistachio sample collection in Kyrgyzstan and Kazakhstan

Form	Toskool-Ata Forestry Enterprise, Kyrgyzstan	Sairam-Ugam National Nature Park, Kazakhstan
F1	41°05'35.78 072°35'33.46"	42° 40'04.91" 070 14'55.94"
F2	41°06'35.55" 072°36'09.02"	42° 40'04.87" 070 14'56.11"
F3	41°08'02.37" 072°37'37.46"	42° 40'07.40" 070 14'59.38"
F4	41°08'02.37" 072°37'37.46"	42° 40'07.45" 070 14'59.45"
F5	41°10'46.61" 072°29'34.93"	42° 40'09.53" 070 15'00.40"

F6	41°07'54.11" 072°37'55.37"	42° 40'09.52" 070 15'00.48"
F7	41°10'48.43" 072°29'35.25"	42° 40'04.89" 070 15'02.04"
F8	41°07'07.85" 072°38'15.88"	42° 40'09.81" 070 15'01.94"
F9	41°08'01.59" 072°40'35.34"	42° 40'12.99" 070 15'04.41"
F10	41°08'01.59" 072°40'35.34"	42° 40'12.93" 070 15'04.45"

The method of obtaining aseptic plants using lignified annual cuttings did not yield positive results. The optimal method for obtaining aseptic plants was the use of green shoots with

2-3 buds, germinated after winter dormancy in laboratory conditions from woody cuttings. The optimal nutrient medium was MS without the addition of phytohormones, sucrose-30 g/l; pH-5.7 (Figure 1).

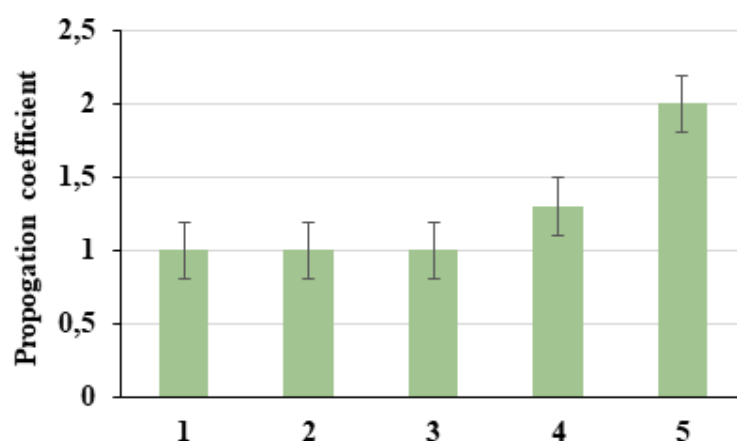


1. MS½, sucrose-30 g/l; pH-5.7
2. MS, sucrose 30 g/l; pH 5.7
3. MS, BAP-0.1 mg/l; GA-0.01 mg/l; sucrose-30 g/l; pH-5.7
4. MS, BAP-0.2 mg/l; GA-0.02 mg/l; sucrose-30 g/l; pH-5.7
5. MS, BAP-0.1 mg/l; GA-0.01 mg/l; sucrose-20 g/l; pH-5.7

Figure 1 – Effect of nutrient medium composition on the production of aseptic plants

Plants in which a hidden latent infection was detected on a special VISS medium were disposed of, and those free from bacterial and

fungal contamination were transplanted to various nutrient media in order to select the optimal composition for microclonal propagation (Figure 2).



1. MS, BAP-0.1 mg/l; GA-0.01 mg/l; sucrose – 30 g/l; pH-5,
2. MS, BAP-0.5 mg/l; GA-0.01 mg/l; sucrose – 30 g/l; pH-5.7
3. MS, BAP-1.0 mg/l; GA-0.01 mg/l; sucrose – 30 g/l; pH-5.7
4. MS, BAP-1.0 mg/l; IBA-0.01 mg/l; sucrose – 30 g/l; pH-5.7
5. MS, BAP-1.0 mg/l; IBA-0.02 mg/l; sucrose – 30 g/l; pH-5.7

Figure 2 – Effect of nutrient medium composition on microclonal propagation of pistachio (average)

The optimal composition for microclonal propagation was MS medium, BAP 1.0 mg/l and IBA 0.02 mg/l, with a propagation coefficient of 2.0. The plants were bright green in colour and active shoot formation was observed.

CONCLUSION

As a result of the study, aseptic plants were obtained and propagated from 20 forms of the

true pistachio. For sterilisation, it is optimal to use treatment with a solution of “Bleach” (1:1) for 10 minutes and 0.1% HgCl₂ for 5 minutes, followed by three rinses with sterile distilled water. The optimal medium for propagation is MS with the addition of 1.0 mg/l BAP, 0.02 mg/l IBA and 30 g/l sucrose.

REFERENCES

1. Mir-Makhamad, B., Rukavina, H., Adamenko, T. et al. Modeling the ecological niche of *Pistacia vera* L. in Central Asia under climate change scenarios. *Agronomy* 12, 1758 (2022).
2. Malakhov, D. & Islamgulova, A. The ecological niche of *Pistacia vera* L. (Anacardiaceae) in Central Asia: A comprehensive tool for agromeliorative planning. *Biosis Biol. Syst.* 2, 209–216 (2021). <https://doi.org/10.37819/biosis.002.01.0089>
3. Nezami, E. & Gallego, P. P. History, phylogeny, biodiversity, and new computer-based tools for efficient micropropagation and conservation of pistachio (*Pistacia* spp.) germplasm. *Plants* 12, 323 (2023). <https://doi.org/10.3390/plants12020323>
4. Red Book of Kazakhstan. Vol. 2. Part 1. Plants. 2nd ed. Almaty: Red Book Foundation, 2014. 452 p.
5. Ripari Garrido, J., Patrignani, M., Puppo, M. C. & Salinas, M. V. Nutritional and bioactive characterisation of pistachios—a review with special focus on health. *Explor. Foods Foodomics* 2, 363–390 (2024). <https://doi.org/10.37349/eff.2024.00042>
6. Mamadjanov, S., Ergashev, A. & Musayev, B. Increasing productivity of pistachio plantations (*Pistacia vera* L.) in Kyrgyzstan. *Bull. Kyrgyz Natl. Agrar. Univ.* 20, 112–118 (2022).
7. UNEP. *Sixth National Report of the Republic of Kazakhstan on Biological Diversity*. UNEP, Astana (2018). 178 p.
8. Turdiyev, T., Kovalchuk, I., Madenova, A. et al. Restoring populations of *Populus pruinosa* Schrenk through biotechnology. *In Vitro Cell. Dev. Biol.–Plant* 60, 15–28 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11627-024-10490-5>

7. Ettore, B., Stefano, P. & Van Mele, P. *Descriptors for Pistachio (Pistacia vera L.)*. Rome: Bioversity International (1997). 63 p.

8. *Descriptors for Pistachio (Pistacia vera L.)*. Translation: Turdieva, M. & Guliamova, H. Tashkent: Institute of Botany (2002). 63 p.

Tashkenbaeva, A. K., Sarshaeva, M. Zh. & Matay, Zh. M. Production of improved planting material of the best varieties of garden strawberries from the world collection for the creation of original basic mother plants. *Research, results* 4, 159–166 (2023). <https://doi.org/10.37884/4-2023/18>

Viss, P. R., Brooks, E. M. & Driver, J. A. A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture. *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 27, 42–45 (1991).

Sembekov, M. T., Shadenova, E. A., Kaigirmaova, M. A., Ashikova, L. B., Dzhangalina, E. D. & Terlets-kaya, N. V. The effect of phytostimulants in combination with light exposure on the growth and development of microclones of saltwort. *Research, results* 1, 202–209 (2024). <https://doi.org/10.37884/1-2024/20>

UDC 634.574

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИВИВКИ ЭКОТИПОВ ФИСТАШКИ, СОБРАННЫХ
ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА****Эшанкулов Б.И., Кудайназарова Н.К.¹, Пернеев А.Н.²,
Холматова С.Курбонбой кызы³**¹*Научно-исследовательский институт лесного хозяйства Республики Узбекистан*²*Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики*³*Ферганский государственный университет***ЎЗБЕКСТАНДЫН АР КАЙСЫ АЙМАКТАРЫНАН ЖЫЙНАЛГАН
ФИСТАШКА ЭКОТИПТЕРИН ПРИВИВКАЛООНУН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ****Эшанкулов Б.И., Кудайназарова Н.К.¹, Пернеев А.Н.²,
Холматова С.Курбонбой кызы³**¹*Ўзбекстан Республикасынын Токой чарба илим-изилдөө институту*²*Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору*³*Фергана мамлекеттик университети***RESULTS OF GRAFTING PISTACHIO ECOTYPES COLLECTED FROM
VARIOUS REGIONS OF UZBEKISTAN****Eshankulov B.I., Khudaynazarova N.K.¹, Perneev A.N.²,
Kholmatova S. Qurbonboy qizi³**¹*Research Institute of Forestry of the Republic of Uzbekistan*²*Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*³*Fergana State University*

Аннотация. Центральная Азия считается родиной фисташки. Это дерево не только выполняет лесомелиоративные функции, но и даёт ценные орехоплоды. Спрос на фисташки на мировом рынке считается высоким. Страны, выращивающие фисташки, проводят ряд научных исследований, направленных на повышение урожайности фисташковых плантаций. Эти исследования в основном посвящены созданию фисташковых плантаций, сокращению периода до вступления культурных фисташковых садов в плодоношение, повышению урожайности и улучшению качества фисташковых орехов.

Ключевые слова: фисташка, горы и предгорья, лесомелиоративный, богарный (неорошаемый), засушливый, орехоплодный, прививка, подвой, привой, экотип, генотип, материнское дерево.

Аннотация. Борбордук Азия фисташканын мекени деп эсептелет. Бул дарак жөн гана манылуу токой мелиорациялык функцияларды аткарып эле койбостон, баалуу жаңгактарды да берет. Фисташканын дүйнөлүк рыноктогу суроо-талабы жогору деп эсептелет. Фисташка өстүргөн өлкөлөр фисташка плантацияларынын түшүмдүүлүгүн жогорулатууга багытталган бир катар илимий изилдөөлөрдү жүргүзүшүүдө.

Бул изилдөөлөр негизинен фисташка плантацияларын түзүүгө, маданий фисташка бактарынын мөмө берүү мөөнөтүн кыскартууга, түшүмдүүлүктү жогорулатууга жана фисташка жаңгактарынын сапатын жакшыртууга арналган.

Негизги сөздөр: фисташка, тоолор жана тоо этектери, токой мелиорациялык, богардык (сугарылбаган), кургакчыл, жаңгактуу, прививка, подвой, привой, экотип, генотип, энелик дарак.

Abstract. Central Asia is considered the homeland of the pistachio. This tree not only serves important forest reclamation functions but also produces valuable nuts. The demand for pistachios in the global market is considered high. Countries that cultivate pistachios are conducting a series of scientific studies aimed at increasing the yield of pistachio plantations.

These studies mainly focus on establishing pistachio plantations, reducing the period before cultivated pistachio orchards begin to bear fruit, increasing productivity, and improving the quality of pistachio nuts.

Key words: pistachio, mountains and foothills, forest reclamation, rainfed, arid, nut-bearing, grafting, rootstock, scion, ecotype, genotype, mother tree.

Introduction. Of the representatives of the pistachio genus in Uzbekistan, only the pistachio (*Pistacia vera* L.) grows. This species is naturally distributed in the mountainous and piedmont regions of Uzbekistan and is valued for its forest-meliorative importance [1]. This species grows in steppe and arid areas where other trees cannot grow, forming sparse forests while producing a valuable nut. At present it naturally grows across all mountainous regions of Uzbekistan, notably in the Surxondaryo, Qashqadaryo, Samarkand, Navoiy, Jizzakh and Tashkent regions, where it performs an excellent forest-meliorative function. These natural pistachio stands are also considered part of Uzbekistan's valuable gene pool [2; 4; 5].

Research method. Grafting work on pistachio was carried out based on the method proposed by G.M.Chernova (2017) [3].

Research results. To preserve the high bio-ecological and yield indicators of the pistachio ecotypes, a method of propagation by grafting was used. For this purpose, grafting experiments were conducted on pistachio trees growing at the Pistachio Scientific-Experimental Station located in Jizzakh region. These pistachio trees were planted in 2009 and are situated at an altitude of 750 meters above sea level. The soil is typical gray (brown) soil and there is no artificial irrigation system. In the experiments, grafting was performed on one-year shoots in three replications, with 10 trees in each replication. Three

scions were grafted onto each tree. The planting scheme for the trees was 6 × 6 m. To prepare the trees for grafting, the main trunk was pruned (in February). In spring, one-year shoots that had grown were grafted in June. Scion grafting was carried out using the "T" budding method.

As grafting rootstocks, ecotypes of pistachio grown at the Pistachio Scientific-Experimental Station in Jizzakh region as well as ecotypes selected from various regions of Uzbekistan - selected for large fruit size and high productivity - were used. The genotypes of the mother trees of the ecotypes chosen as rootstocks at the Pistachio Scientific-Experimental Station in Jizzakh region were healthy, their trunks and crowns well developed - high-performing specimens were selected. All selected forms were large trees, distinguished by high productivity under steppe conditions and by the large size of their fruits. In addition, the mother trees of these selected ecotypes regularly produced yields each year and their yield quality indicators are high, which shows their promise. Phenological observations conducted on the trees showed that all vegetative and generative processes in these trees remained unchanged from year to year. At the same time, the trees showed high tolerance to drought, diseases and pests. The taxonomic characteristics of the mother trees of the pistachio ecotypes selected as rootstocks from the Pistachio Scientific-Experimental Station are presented in Table 1.

Table 1
Taxonomic characteristics of the mother trees of pistachio ecotypes located at the Pistachio Scientific-Experimental Station (Years 2021–2023)

№	Condition- al variety name	Age, year	Taxonomic measurements			Yield, kg	Weight of 1000 seeds, g	Number of seeds per 1 kg, pcs
			Height, m	Trunk diameter, cm	Crown size, m			
1	Galina	31	3,0	20	5x5	15	1012	988,1
2	Chernova	31	5,0	35	8x7	18	905	1105,0
3	JBM-1	31	3,0	18	3x3	8	1224	817,0
4	JBM-2	31	3,0	18	3x4	9	1250	800,0
5	Nargiz-1	31	5,5	20	7x6	12	1336	748,5

From Table 1 it can be seen that all mother trees of the pistachio ecotypes selected as rootstocks were planted in 1990. These pistachio trees were grafted using rootstocks obtained from pistachio trees with high economic traits that grew in various regions of Uzbekistan in 1994–1995, and a collection was established. Among the selected ecotypes, the conditionally

named Chernova and Nargiz-1 trees are taller compared to Galina, JBM-1 and JBM-2. In terms of productivity, Chernova ranks first and Galina second, while the Nargiz-1 ecotype ranks third. Regarding nut (seed) size, the Nargiz-1 ecotype has the largest seeds, with JBM-2 and JBM-1 occupying the next places. The graft-take (success) rates of the promising grafted pistachio forms are presented in Table 2.

Table 2
Graft success rates of promising grafted forms (2023)

№	Conditional variety name	Year(s) grafted	Graft success rate, %	First fruiting
1	Galina	2019-2021	90	showed signs of fruiting
2	Chernova	2019-2021	90	-
3	JBM-1	2019-2021	70	-
4	JBM-2	2019-2021	70	-
9	Nargiz-1	2019-2021	90	showed signs of fruiting

According to Table 2, the grafting results show that the graft-take rates of all forms observed were above 70%. The Galina, Chernova and Nargiz-1 ecotypes showed graft-take rates of 90%. In trees grafted in 2019, initial fruiting signs appeared in 2023 in the Galina and Nargiz-1 forms. It was noted that the nuts on these shoots reproduced the nut characteristics of the mother tree. We considered the lower graft success for JBM-1 and JBM-2 to be related to their biology.

During our experiments, scions were taken from large-fruited and productive trees grown in the Surxondaryo, Qashqadaryo and Fergana regions. Particular attention was paid to the large size of the pistachio nuts of these ecotypes. The main objective of these experiments was to study the grafting success and the degree of genotype retention of the pistachio ecotypes collected from different regions of Uzbekistan after grafting at the Pistachio Scientific-Experimental Station in Jizzakh. The taxonomic characteristics of the mother trees of the selected ecotypes from different regions are given in Table 3.

Table 3
Taxonomic characteristics of mother trees of pistachio ecotypes growing in different regions (Years 2021–2023)

№	Conditional variety name	Region	Age, year	Taxonomic measurements			Yield, kg	1000 seeds weight, kg	Seeds per kg, pcs
				Height, m	Trunk diameter, cm	Crown size, m			
1	QN (ҚН)-10	Kashkadarya region	9	3,0	22	3,4x3,2	2,5	900	1111
2	SS (СС)-12	Surkhandarya region	25	4,8	34	5,2x5,6	30,0	900	1111
4	FO (ФО)-1	Fergana region	9	3,7	24	3,4x3,6	2,0	900	1111

According to Table 3, among several pistachio trees growing in Qashqadaryo region, the conditionally numbered QN-10 tree was selected. In 2021 this tree was 9 years old, 3 m tall, and its average yield was found to be 2.5 kg. From Surxondaryo region the SS-12 tree was selected; this tree was 25 years old with a yield of 30 kg. From Fergana region the FO-1 tree was selected; it was 9 years old with a yield of 2.0 kg. The com-

mon feature of all selected trees is the weight of their nuts (seeds): on average there were 1111 seeds per 1 kg and the weight of 1000 seeds was 900 g. It was noted that the shapes of all nuts varied. The scions taken from these trees were grafted in June at the Pistachio Scientific-Experimental Station in Jizzakh under the same conditions described above. The grafting results are reported in Table 4.

Table 4
Graft success rates of promising grafted varieties (2023)

№	Conditional variety name	Grafting year	Graft success rate. %	First fruiting
1	QN (ҚН)-10	2019-2021	100	-
2	SS (СС)-12	2019-2021	100	-
3	FO (ФО)-1	2019-2021	70	-

According to Table 4, the grafting results for the conditionally numbered QN-10 and SS-12 ecotypes showed 100% graft-take, while for FO-1 this indicator was 70%. The full graft survival of QN-10 and SS-12 can be explained mainly by the relatively harsher conditions in the region where they grew compared to the conditions at the Pistachio Scientific-Experimental Station in Jizzakh, meaning these scions encountered relatively better conditions after being brought to the station.

Conclusion. The experiments at the Pistachio Scientific-Experimental Station in Jizzakh region showed that, when grafting pistachio scions taken from ecotypes grown at the station and from ecotypes brought from various regions of Uzbekistan, specific results can be achieved depending on the biology and growth conditions of the trees as well as on the skill of the grafter. Based on these experiments, it is recommended to graft and cultivate newly identified high-yielding pistachio ecotypes with high fruit quality in several regions of Uzbekistan and to carry out scientific trials.

References.

1. Kayimov A.K., Berdiev E.T. Dendrology. – Tashkent: Fan va Texnologiya, 2012. – pp. 132–134.
2. Chernova G.M. Bioecological Foundations of Pistachio (*Pistacia vera L.*) Breeding in Central Asia. – Bishkek, 2004. – 166 p.
3. Chernova G.M. Recommendations on Establishing Cultivated Pistachio Plantations in the Foothill Regions of Uzbekistan. – Tashkent, 2017. – 68 p.
4. Chernova G.M., Khamzaev A.Kh., Eshankulov B.I., Shaymatov O.A. Improving the Technology of Growing Pistachio in Industrial Plantations in the Foothill Rainfed Lands of Western Tien Shan. – Tashkent, 2019. – pp. 5–60.
5. Eshankulov B.I. et al. Quality indicators of seed progeny fruits of foreign pistachio cultivars grown under the conditions of Surkhandarya region // Science and Innovation. – 2023. – Vol. 2. – No. Special Issue 11. – pp. 358–362.

УДК 630.1/.8 + 632.76

ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ФИСТАШКОВЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА**Нурманбаев М.Ж., Осмонкулов К.К.¹, Мамадалиева Д.А.², Коконова А.К.².**¹*Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики*²*“Жалал-Абадский государственный университет им. Б. Осмонова” научно-образовательный производственный комплекс***ТҮШТҮК КЫРГЫЗСТАНДЫН МИСТЕ ТОКОЙЛОРУНУН ДЕГРАДАЦИЯ ФАКТОРЛОРУ****Нурманбаев М.Ж., Осмонкулов К.К.¹, Мамадалиева Д.А.², Коконова А.К.².**¹*Кыргыз Республикасынын улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору*²*“Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети” илимий-билим берүү өндүрүштүк комплекси***FACTORS OF DEGRADATION OF PISTACHIO FORESTS IN SOUTHERN KYRGYZSTAN****Nurmanbaev M. Zh., Osmonkulov K.K.¹, Mamadalieva D.A.², Kokonova A.K.².**¹*Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*²*“Jalal-Abad state university named after B. Osmonov” scientific-educational production complex*

Аннотация: В статье представлены результаты анализа и систематизации данных многолетних лесопатологических исследований (2022–2024 гг.) фисташковых насаждений Южного Кыргызстана. Выявлено влияние природных и антропогенных факторов на их санитарное состояние и устойчивость экосистем. Обоснована необходимость комплексного мониторинга для раннего выявления очагов вредителей и прогнозирования фитосанитарного состояния.

Результаты исследования подтверждают, что сочетание регулярного мониторинга, санитарной очистки и рационального ведения лесного хозяйства обеспечивает устойчивость фисташковых лесов и способствует сохранению их экологической и ресурсной ценности в условиях Южного Кыргызстана.

Ключевые слова: Фисташковые леса, деградация, лесопатологические исследования, непарный шелкопряд, дефолиация листьев, стволовые вредители, фисташковый лубоед, лубоед Перри, климатические, пирогенные, зоогенные, фитопатогенные, антропогенные факторы.

Аннотация: Макалада Түштүк Кыргызстандын мисте токойлорунун көп жылдык (2022–2024-ж.ж.) токой-патологиялык изилдөөлөрүнүн маалыматтарынын талдоосу жана системалаштыруунун жыйынтыктары келтирилген. Табигый жана антропогендик факторлордун алардын санитардык абалына жана экосистемалардын туруктуулугуна тийгизген таасири аныкталды. Зыянкечтердин очокторун эрте аныктоо жана фитосанитардык абалды божомолдоо үчүн комплекстүү мониторинг жүргүзүүнүн зарылдыгы негизделди.

Изилдөөнүн жыйынтыктары мисте токойлорунун туруктуулугун камсыз кылуу жана алардын экологиялык жана ресурстук баалуулугун сактоо үчүн үзгүлтүксүз мониторинг, санитардык тазалоо жана токой чарбасын рационалдуу жүргүзүү зарыл экенин тастыктайт.

Өзөк сөздөр: Мисте токою, деградация, токой патологиялык изилдөө, түгөйсүз жибек көпөлөгү, жалбырактардын дефолиациясы, сөңгөк зыянкечтери, мистенин булачысы, Перри булачысы, климаттык, пирогендик, зоогендик, фитопатогендик, антропогендик факторлор.

Abstract: The article presents the results of the analysis and systematization of long-term forest pathological studies (2022–2024) of pistachio stands in southern Kyrgyzstan. The influence of natural and anthropogenic factors on their sanitary condition and ecosystem stability has been identified. The necessity of comprehensive monitoring for early detection of pest outbreaks and forecasting of the phytosanitary state is substantiated.

The results of the study confirm that a combination of regular monitoring, sanitary cleaning, and rational forest management ensures the stability of pistachio forests and contributes to the preservation of their ecological and resource value under the conditions of southern Kyrgyzstan.

Key words: Pistachio forests, degradation, forest pathological studies, lumantria dispar, stem pests, pistachio bark beetle, Perry bark beetle, climatic, pyrogenic, zoogenic, phytopathogenic, anthropogenic factors.

Введение.

Фисташковые леса Кыргызстана представляют собой уникальные фитоценозы, обладающие высокой экологической и ресурсной ценностью. Эта единственная орехоплодовая порода, занимающая площадь около 24 тыс. га, которая успешно произрастает и плодоносит в экстремальных условиях дефицита влаги [1]. Учитывая огромное значение фисташников, мы в своих исследованиях рассматривали причины нарушения и изменения состояния фисташковых насаждений в течение ряда лет, связанные с разными экологическими факторами. В последнее время наблюдается устойчивая тенденция их деградации, выражающаяся в снижении жизнеспособности деревьев, увеличении доли усыхающих особей и изменении санитарного состояния древостоев.

В результате исследований выяснилось, что основными причинами нарушения и изменения состояния фисташковых насаждений Южном Кыргызстане являются: климатические (засуха), пирогенные (пожары) зоогенные (дефолиаторы, копытные), фитопатогенные (болезни леса) и антропогенные (неконтролируемый выпас, заготовка древесины а также нарушение правил хозяйства в лесу) факторы. Комплексное действие данных факторов приводит к нарушению биогеоценотических связей и ослаблению репродуктивного потенциала фисташников. Деградация этих экосистем представляет серьёзную угрозу для устойчивости предгорных ландшафтов региона. Полученные результаты подчеркивают необходимость мониторинга и разработки мер по сохранению и восстановлению фисташковых лесов региона.

Материал и методика исследований.

Исследование проводилось в рамках плановой программы НИР лаборатории Мониторинга и защиты леса Жалал-Абадского научного центра НАН КР в фисташковых насаждениях Тоскоол-Атинского и Кара-Алминского лесхозов Жалал-Абадской области.

Полевые исследования проводились в 2022–2024 гг. Предварительно было выполнено лесопатологическое обследование выбранных участков в соответствии с общепринятой методикой. В ходе работы особое внимание уделялось общему состоянию насаждений, степени ослабления лесного массива вследствие вырубок и воздействию антропогенных факторов.

Для выявления распространённости и роли насекомых на участках фисташковых насаждений с нарушенной устойчивостью проводили детальное лесопатологическое обследование. Одновременно закладывали пробные площади и осуществляли анализ модельных деревьев, с использованием общепринятых в лесной энтомологии и лесозащите методов [2], [3].

Пробные площади закладывали в насаждениях, предварительно выявленных при рекогносцировочном обследовании как неблагополучные. На каждой пробной площади проводили учёт не менее 100 деревьев с указанием категории физиологического состояния, степени изреженности крон, степени повреждения насекомыми инфекционными заболеваниями, а также следов воздействия огня и наличия механических повреждений стволов.

Для определения численности стволовых вредителей на каждой пробной площади отбирали 2–3 дерева, заселённые стволовыми ксилофагами, и подвергали полному

анализу: измеряли длину, диаметр и окружность стволов, после чего в лабораторных условиях проводили подсчёт степени заселённости фисташковых деревьев стволовыми вредителями в насаждениях, поврежденных пожарами.

Исследования по оценке влияния дефолиации, вызванной непарным шелкопрядом, на прирост фисташковых деревьев проводились на различных расположенных элементах рельефа: на пологих северных, западных, восточных и крутых южных склонах. Участки подбирались по степени повреждения листов с частичной и полной потерей листового покрова. Прирост деревьев оценивали по диаметру и годичным кольцам стволов, используя стандартные лесопатологические и дендрометрические методы.

Результаты и обсуждения. Фисташковые леса приурочены преимущественно к наиболее засушливым поясам, где нарушение водного режима обусловлено засухами, приводящими к пересыханию верхних горизонтов почвы, снижению уровня грунтовых вод и отмирание активной части корневых систем.

В период проведения исследований в зоне распространения фисташковых лесов последние три года (2022, 2023, 2024 гг.) характеризовались засушливыми условиями с дефицитом атмосферных осадков и повышенными температурными аномалиями, что усилило стрессовое воздействие на деревья, привело к снижению их физиологической активности, ослаблению защитных функций и повышению уязвимости к стволовым вредителям и фитопатогенам.

Несмотря на высокую засухоустойчивость, у фисташкового дерева в условиях длительной засухи снижается поступление воды в ткани растения, ухудшается обеспечение минеральными питательными веществами, изменяется состав живцы и уменьшается давление в смоляных ходах. За вегетативный период фисташников, выше указанные годы в этой зоне осадков почти не было, особенно в июле - августе. Из-за нарушения водного режима листья фисташки в середине августа на некоторых участках высохли от 25 до 35 %.

В фисташковых насаждениях пожары выступают одним из ключевых дестабилизирующих факторов, существенно влияющих на жизнеспособность и продуктивность древостоев. Их высокая частота обусловлена экстремально засушливыми климатическими условиями региона. Наибольшая пожарная активность наблюдается в летний период, когда вследствие сочетания высоких температур воздуха, низкой относительной влажности и интенсивного иссушения травяного покрова существенно возрастает его воспламеняемость.

По данным Лесной службы Жалал-Абадского регионального управления по особо ценным лесам, в 2023–2025 гг. зарегистрировано 28 случаев природных пожаров общей площадью 1734,4 га, суммарный материальный ущерб от которых составил 1 201 353,7 сомов. Из указанной площади около 70,5 га приходятся на фисташковые насаждения [4]. Для фисташковых лесов характерны преимущественно низовые пожары, при которых горит главным образом травянистая растительность. Пожароопасный сезон в регионе, как правило, начинается в середине — конце июля, после полного высыхания травяного покрова, и завершается в конце октября с наступлением устойчивого периода осадков.

Проведенные нами исследования последствий пожаров в фисташковых насаждениях показало, что на участках поврежденных огнём, отмечено существенное увеличение численности стволовых вредителей, таких как фисташковый лубоед, лубоед Перри, дымчатая златка, узкотелая златка и фисташковый усач. Эти виды активно заселяют деревья, ослабленные воздействием пожара.

Для определения степени заселённости фисташковых деревьев стволовыми вредителями в насаждениях пострадавших от пожара, нами были выбраны участки ствола длиной 3 м, измерена их окружность и рассчитана общая площадь стволовой поверхности и на этих образцах проведён учет численности стволовых вредителей (табл.1).

Таблица 1

Степень заселённости фисташковых деревьев стволовыми вредителями в насаждениях, поврежденных пожаром

Размер стволов			Название вредителей	Поселилось материнских жуков, шт		Отродилось молодого поколения, шт	
длина, м	окружность, см	поверхность, дм ²		на 1 дм ²	на всем стволе	на 1 дм ²	на всем стволе
3,0	18,85	56,6	Фисташковый лубоед	2,4	135,8	163,2	9237,1
3,0	15,7	47,1	Лубоед Перри	3,0	141,3	126,0	5934,6
3,0	20,2	60,6	Дымчатая златка	0,2	12,1	8	480
3,0	19,5	58,5	Узкотелая златка	0,4	23,4	8	468
3,0	20,0	60,0	Фисташковый усач	0,2	12	4	240

Согласно полученным данным, плотность поселения материнских жуков фисташкового лубоеда (*Chaetoptelius vestitus* Rey.) на 1 дм² стволовой поверхности составляла в среднем 2,4 особи, из которых отродилось 163,2 особи молодого поколения. На всём стволе площадью 56,6 дм² было заселено в среднем 135,8 материнских жуков, от которых развилось 9237,1 особи молодого поколения. Второе место по плотности заселения занял Лубоед Перри (*Carphoborus perri*). Плотность поселения его материнских жуков на 1 дм² стволовой поверхности составила в среднем 3 особи, а на всём исследованном стволе площадью 47,1 дм² – особи. Из отложенных ими яиц отродилось 5 934,6 особи молодого поколения.

Таким образом, наиболее опасными для фисташковых насаждений в постпожарный период является фисташковый лубоед и лубоед Перри. При массовом размножении эти виды способны заселять не только повреждённые огнем, но и здоровые деревья. После вылета из ствола молодые жуки переходят к дополнительному питанию, повреждая почки и молодые побеги фисташковых деревьев. При питании внутри веточки жук проделывает ход длиной от 2 до 4 см, вгрызаясь в основание почки и формируя в ней воронкообразное углубление, что приводит к дальнейшему угнетению и усыханию фисташковых деревьев.

В годы исследований повреждаемость почек молодых побегов фисташки жуками

молодого поколения составляло 15 до 25 %. Сопоставимые данные приводил Д.И. Прутенский [5] при изучении вредоносности фисташкового лубоеда в Кыргызстане. По данным Е.В. Яйцевской [6], в Таджикистане и Туркменистане уровень повреждаемости фисташковых деревьев достигал 75-85 %. В.П. Невский [7] отмечает, что в Таджикистане 80% деревьев было заселено лубоедом. П.Н. Кулинич [8], проводившая работу в этой же республике, пишет, что на веточке фисташки длиной 30 см, толщиной 5 см плотность вредителя достигла 50 гнезд.

Помимо этих видов, значительное распространение получили дымчатая златка, узкотелая златка и фисташковый усач, однако их вклад в общее повреждение древостоя был ниже.

Нарушение состояния и устойчивости фисташковых насаждений также зависит от деятельности дендрофильных насекомых. В фисташковых насаждениях Южного Кыргызстана выявлено 92 вида насекомых-вредителей, из которых 23 видов относятся к числу наиболее опасных для фисташки [9].

Одним из опасных листогрызущих вредителей наносящих значительный ущерб фисташковым насаждениям Южного Кыргызстана, ведущую роль играет непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.). Утрата ассимиляционного аппарата приводит к существенному нарушению всех жизненно важных процессов в растении (снижению фотосинтеза, нарушению дыхания, снижению транспирации), и, естественно, нарушает

формирование защитных веществ в стволе. Проблема непарного шелкопряда в Южном Кыргызстане возникла еще в начале 60-х гг. 20 века, и в настоящее его очаги охватывает практически все орехоплодовые леса.

Нами проведены исследования влияния дефолиации, вызванной непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.), на прирост фисташковых деревьев. Работы выполнялись в насаждениях, подвергавшихся частичной

и полной потере листвы в течение трёх последовательных лет. Для наблюдений были отобраны наиболее типичные участки фисташковых лесов, включающие насаждения на пологих северных склонов, а также на западных, восточных и крутых южных склонах. Полученные результаты позволили определить средние величины потерь прироста фисташковых насаждений в очагах повреждений (табл.2).

Таблица 2

Средние потери прироста фисташковых насаждений в период повреждения непарным шелкопрядом в разных лесорастительных зонах и типах леса

Лесорастительные зоны	Типы леса	Потери прироста в %		
		май	июнь	июль
Тоскоол-Атинский лесхоз	фисташники северных склонов	20	42	24
	фисташники западных и восточных склонов	22	44	21
	фисташники южных склонов	27	47	14
Кочкор-Атинский лесхоз	фисташники северных склонов	21	43	22
	фисташники западных и восточных склонов	22	44	20
	фисташники южных склонов	28	47	17
Кара-Алминский лесхоз	фисташники северных склонов	18	42	16
	фисташники западных и восточных склонов	17	46	14
	фисташники южных склонов	22	51	10

Как видно из табл. 2, наиболее интенсивно дефолиация непарным шелкопрядом по всей лесорастительной зоне шла в июне - в фисташниках южных склонов. На состояние фисташковых насаждений однократная сильная дефолиация не оказала существенного влияния, они легко оправались и на следующий год нормально функционировали. Усыхания деревьев и заселения их насе-

комыми-ксилофагами здесь не наблюдалось. После трехкратной сильной дефолиации фисташковых насаждений непарным шелкопрядом отмечено заселение деревьев стволовыми вредителями и их отмирание.

В диаграмме представлены данные о снижении прироста фисташковых деревьев, вызванном повреждением непарным шелкопрядом в условиях Тоскоол-Атинского лесхоза.

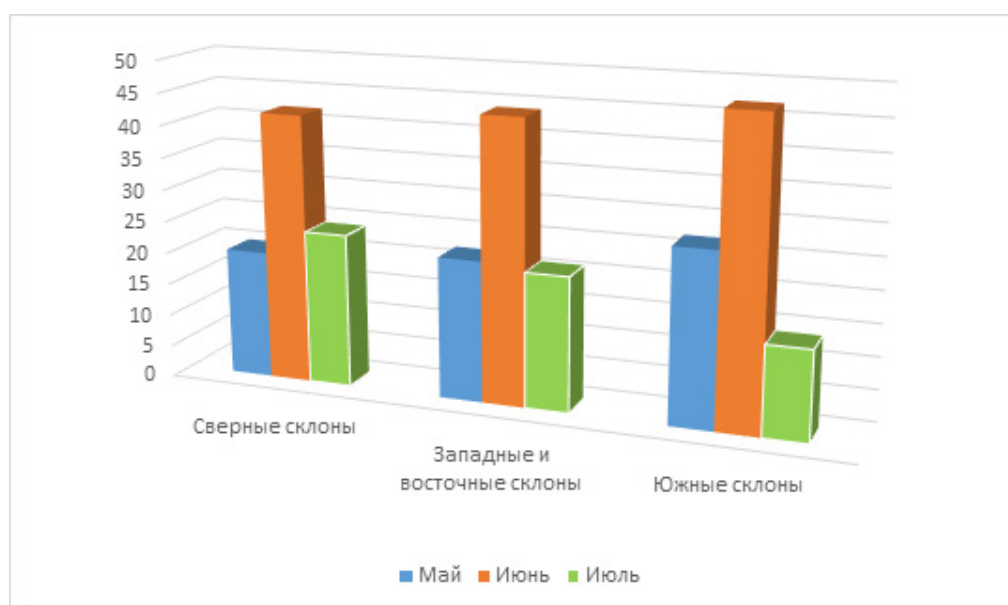


Рис 1. Средние потери прироста фисташковых деревьев в период повреждения непарным шелкопрядом в Тоскоол Атинском лесхозе

Чрезмерная загущенность создаваемых культур с возрастом приводила к возрастанию конкуренции в борьбе за влагу между отдельными особями, раннему смыканию крон в рядах, затенению деревьев друг другом, наличию плодоношения на незначительной части периферии крон. Ранее посев фисташки осуществлялся по загущённым схемам (3х1; 3х1,5 м), при плотности 3-5 тыс. растений/га и практически без ухода. В последние годы в лесхозах культуры создаются по разрежённым схемам (3х4, 4х5 м), с плотностью до 800 посевных мест на 1 га [10].

Помимо вышеперечисленных факторов, существенный вклад в деградацию фисташковых экосистем вносит нерегулируемый выпас домашних животных, особенно при сочетании неблагоприятного водного режима и низкой трофности почв. В весенний период, до выгона скота на летние пастбища, а также осенью, после его возвращения, интенсивное пастбищное воздействие крупного и мелкого рогатого скота приводит к значительному уплотнению верхнего почвенного горизонта. Это, в свою очередь, обуславливает снижение водопроницаемости и аэрации почвы, разрушение её агрегационной структуры и ухудшение физических свойств.

Нарушение почвенной структуры и механическое воздействие на поверхность почвы препятствуют естественному возобновлению фисташки за счёт уничтожения самосева и повреждения подроста. В результате наблюдается деградация напочвенного покрова, сокращение числа жизнеспособных особей молодого поколения и общее ослабление экологической устойчивости фисташковых насаждений.

Результаты полевых исследований и данные лесопатологических обследований свидетельствуют, что участки с уплотнённой и задернённой почвой, лишённые подроста и кустарниковой растительности, нередко формируют первичные очаги массового размножения листогрызущих насекомых. Впоследствии ослабленные деревья становятся более уязвимыми к поражению стволовыми фитофагами, что способствует дальнейшему снижению жизнеспособности древостоев и ускоряет деградационные процессы в фисташковых лесах.

Исходя из изложенного, можно заключить, что обеспечение эффективной защиты фисташковых лесов требует проведения систематического лесопатологического мониторинга, направленного на своевременное выявление очагов вредителей и прогнози-

рование фитосанитарного состояния насаждений. Особое значение в этом процессе имеют профилактические и санитарно-лесохозяйственные мероприятия, включающие удаление ослабленных, повреждённых и заражённых деревьев, что способствует снижению численности вторичных вредителей и уменьшению пожарной опасности.

Таким образом, комплексный мониторинг и своевременная санитарная очистка насаждений и профилактические меры остаются ключевыми звеньями в обеспечении фитосанитарной стабильности и сохранении экологической и ресурсной ценности фисташковых лесов Южного Кыргызстана.

Выводы

1. Деградация фисташковых лесов Южного Кыргызстана обусловлена комплексным воздействием климатических, пирогенных, зоогенных, фитопатогенных и антропогенных факторов, которые нарушают биогеоценотические связи, снижают жизнеспособность деревьев и способствуют формированию очагов стволовых вредителей.

2. Засушливые условия 2022–2024 гг. с дефицитом осадков и повышенными температурами усилили стресс фисташковых насаждений, вызвав пересыхание почвы и потерю 25–35% листвы в августе, а низовые пожары создали условия для массового размножения стволовых вредителей, с плотностью заселения фисташковым лубоедом до 2,4 жука/дм² (9237 особей молодого поколения на стволе).

3. Дефолиация непарным шелкопрядом, особенно интенсивная в июне на южных склонах, при однократном воздействии не вызывает необратимых последствий, но трехкратная дефолиация приводит к заселению деревьев ксилофагами и их усыханию, усиливая деградацию насаждений.

4. Для стабилизации санитарного состояния фисташковых лесов необходимы ежегодные лесопатологические обследования, санитарные рубки до начала лета короедов, очистка лесосек и внедрение разреженных схем посадки (3×4, 4×5 м, до 800 растений/га), что позволит снизить кормовую базу вредителей и повысить устойчивость экосистем.

Литература

1. Кенжебаев С.К., Орозумбеков А.А., Нурманбанв М.Ж. Фисташковые редколесья: состояние, проблемы и пути решений. Журн. Защита и карантин растений в Казахстане. Астана - 2007. №2 - С. 34-37.
2. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. //М.: Лесная промышленность. - 1984. - 152 с.
3. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. - М.: Экология. - 1991. - 304.
4. Информация Жалал-Абадского регионального управления особо ценных лесов о пожарах, зарегистрированных в лесхозах за 2023-2025 гг.
5. Прутенский Д.И. Вредители фисташки. //Бюлл. по культурам сухих субтропиков. М. 1940, №2, - 54 с.
6. Яйцевская Е.В. Вредители орехоносов в Средней Азии //Тр. Узб. Лесокульт. Агроресомелиоратив. Станц., вып. 1. Ташкент, 1936.С. 43-53.
7. Невский В.П. Насекомые, вредящие плодовым культурам Средней Азии// 2-е изд. Перераб. и доп. - Ташкент, Узгиз,1937.- 280 с.
8. Кулинич П.Н. Жуки-вредители плодовых и орехоплодовых культур Южного склона Гиссарского хребта. - Душанбе.: Дониш. - 1965. -171 с.
9. Ашимов К.С. Дендрофильные насекомые орехово-плодовых лесов Юго-Западного Тянь-Шаня. //Автореф. докт. биол. наук. - Бишкек - 2006 44 с.
10. Романенко К.Е. Вредители фисташки в Киргизии и меры борьбы с ними. //Фрунзе: Илим, 1984. - 156 с.

UDC 634.574

ФЕНОЛОГИЯ ФИСТАШКОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ В ОЛТИАРИКСКОМ РАЙОНЕ ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)**Эшанкулов Б.И., Хужаев О.Т.¹, Пернеев А.Н.², Холматова С.Курбонбой кызы³**¹Научно-исследовательский институт лесного хозяйства Республики Узбекистан²Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики³Ферганский государственный университет**ФЕРГАНА ОБЛУСУНУН ОЛТИАРИК РАЙОНУНДАГЫ ПИСТАЧКА ДАРАКТАРЫНЫН ФЕНОЛОГИЯСЫ (ЎЗБЕКИСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ)****Эшанкулов Б.И., Хужаев О.Т.¹, Пернеев А.Н.², Холматова С.Курбонбой кызы³**¹Ўзбекистон Республикасынын Токой чарба илим-изилдөө институту²Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору³Фергана мамлекеттик университети**PHENOLOGY OF PISTACHIO TREES IN OLTARIQ DISTRICT OF FERGANA REGION (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)****Eshankulov B.I., Khuzhaev O.T.¹, Perneev A.N.², Kholmatova S.Qurbonboy qizi³**¹Research Institute of Forestry of the Republic of Uzbekistan²Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic³Fergana State University

Аннотация. Изучение фенологических процессов позволяет в дальнейшем управлять возможностями использования данного растения. Кроме того, знание фенологических процессов способствует более целенаправленному использованию растений в различных целях и повышению влияния на качественные показатели. В результате становится возможным повышение урожайности и улучшение качественных характеристик. Фенологические наблюдения за деревьями фисташки настоящей (*Pistacia vera* L.), проведённые в Алтыарыкском районе Ферганской области, могут в будущем способствовать увеличению урожайности и улучшению качества продукции фисташки в данном регионе.

Ключевые слова: фисташка настоящая, орехоплодные культуры, селекционер, орошаемые земли, сельское хозяйство, горные и предгорные районы, лес, фермерское хозяйство, фенология.

Аннотация. Фенологиялык процесстерди изилдөө келечекте бул өсүмдүктү пайдалануу мүмкүнчүлүктөрүн башкарууга мүмкүндүк берет. Мындан тышкары, фенологиялык процесстерди билүү өсүмдүктөрдү ар кандай максаттарда багыттуу пайдаланууга жана сапаттык көрсөткүчтөргө таасирин жогорулатууга өбөлгө түзөт. Натыйжада түшүмдүүлүктү жогорулатуу жана сапаттык мүнөздөмөлөрдү жакшыртуу мүмкүн болот. Фергана облусунун Алтыарык районунда чыныгы писта дарагы (*Pistacia vera* L.) үчүн жүргүзүлгөн фенологиялык байкоолор келечекте бул аймакта пистанын түшүмдүүлүгүн жогорулатууга жана продукциянын сапатын жакшыртууга салым кошо алат.

Негизги сөздөр: чыныгы писта, жаңгактуу өсүмдүктөр, селекционер, сугат жерлер, айыл чарбасы, тоолуу жана тоо этектериндеги райондор, токой, фермердик чарба, фенология.

Abstract. Studying phenological processes allows future management of the utilization potential of this species. In addition, understanding phenological patterns increases the ability to use plants for various purposes and to influence quality indicators. As a result, productivity and quality parameters can be improved. Phenological observations of pistachio trees in Oltiariq District of Fergana Region may contribute to enhancing pistachio productivity and nut quality in this area in the future.

Keywords: pistachio, nut crop, breeder, irrigated land, agriculture, mountains and foothills, forest, farm enterprise, phenology.

Introduction. Pistachio (*Pistacia vera* L.) has always attracted the attention of breeders due to its valuable nuts. The leading pistachio-producing countries of the world – Iran, USA, Turkey, and Syria – cultivate high-yielding varieties with excellent nut quality. Because these pistachio cultivars enjoy high demand in the global market, many other countries are also expanding pistachio cultivation [3; 4].

Uzbekistan is considered the homeland of pistachio; however, the main irrigated lands of the country are used primarily for agricultural crops. Therefore, mountain and foothill areas have been allocated for pistachio and other nut-bearing species (almond, walnut, pecan). In addition, lands unsuitable for agricultural crops are also being allocated for establishing pistachio plantations and orchards [1]. Interest among growers in cultivating pistachio in such challenging areas and their confidence in obtaining yields has contributed to the development of pistachio cultivation. Currently, a team of young researchers at the Forestry Research Institute collaborates with forest and farm enterprises to conduct research in newly established pistachio orchards. Independent researchers and PhD candidates actively participate in these studies. The experiences, including positive and nega-

tive results of farmers interested in establishing pistachio orchards, are carefully analyzed. The pistachio plantation located in Oltiariq District of Fergana Region, established under the leadership of Bayqoziyev Ruzmat Tolipovich at the “RANU-BHN” farm enterprise, deserves particular attention. The primary reason is that the plantation was established from seed progeny of foreign pistachio cultivars.

Method of the research. The phenology of pistachio trees was studied according to the method of Chernova G.M. (2004) [2].

Results of the research. The pistachio plantation studied in Oltiariq District was previously uncultivated virgin land and had not been planted with crops for the past decade. The site has a 6° slope, located at an elevation of 509–510 m above sea level. The soil is typical grey soil with gravel content, with partial irrigation available. Seedlings with a closed root system grown from pistachio seeds were planted in 2014.

Phenological observations were conducted on randomly selected rows of pistachio trees. According to three years of observations, leaf emergence and flowering begin almost simultaneously during the second ten-day period of April. Table 1 presents the phenology of pistachio trees studied.

Table 1.

Phenological indicators of pistachio trees in Oltiariq District of Fergana Region (2021–2023) (“RANU-BHN” farm enterprise)

№	Tree	Bud swelling	Leaves				
			Initial leaf emergence	Full leaf expansion	Initial yellowing	Initial leaf fall	Full leaf fall
1.	FO-1♀	2.04	14.04	22-30.04	25.09	10.10	20-30.10
2.	FO-2♀	2.04	14.04	23-30.04	26.09	12.10	20-30.10
3.	FO-3♀	2.04	15.04	22-30.04	26.09	12.10	20-30.10
4.	FO-4♂	29.03	11.04	21-30.04	23.09	10.10	20-30.10
5.	FO-5♂	28.03	11.04	21-30.04	24.09	10.10	20-30.10
6.	FO-6♀	2.04	15.04	23-30.04	17.09	3.10	20-30.10
7.	FO-7♂	29.03	11.04	21-30.04	23.09	8.10	20-30.10
8.	FO-8♀	2.04	15.04	24-30.04	16.09	1.10	20-30.10
9.	FO-9♀	2.04	14.04	24-30.04	25.09	10.10	20-30.10
10.	FO-10♂	30.03	11.04	21-30.04	24.09	10.10	20-30.10

According to Table 1, 60% of trees showed bud swelling in the first ten-day period of April, and 40% in the third ten-day period of March. Initial leaf emergence was observed in trees where sap flow began in the third ten-day period of March, and it corresponded to the second ten-day period of April. Full leaf expansion occurred by the third ten-day period of April. Initial yel-

lowing and leaf fall occurred in August–September, and full leaf fall was observed in the second half of October. These phenological observations indicate that the studied trees are seed progeny of cultivated pistachio varieties.

Generative organ phenology of these pistachio trees was also studied in Oltiariq District of Fergana Region.

Table 2.

Phenological phases of pistachio trees in Oltiariq District (2021–2023)
("RANU-BHN" farm enterprise)

№	Tree	Bud swelling	Flowering		Fruit			
			Initial flowering	Full flowering	Fruit set	Initial ripening	Full ripening	Full fruit fall
1.	FO-1 ♀	9.04	16.04	20-24.04	18-22.05	20.09	1-10.10	20-30.10
2.	FO-2 ♀	9.04	16.04	20-24.04	18-22.05	20.09	1-10.10	20-30.10
3.	FO-3 ♀	8.04	16.04	20-24.04	18-22.05	15.09	22-30.10	20-30.10
4.	FO-4 ♂	7.04	14.04	18-22.04	-	-	-	-
5.	FO-5 ♂	6.04	13.04	18-22.04	-	-	-	-
6.	FO-6 ♀	9.04	16.04	20-24.04	18-22.05	20.09	1-10.10	20-30.10
7.	FO-7 ♂	6.04	13.04	18-22.04	-	-	-	-
8.	FO-8 ♀	9.04	16.04	20-24.04	18-22.05	18.09	24-31.10	20-30.10
9.	FO-9 ♀	8.04	16.04	20-24.04	18-22.05	20.09	1-10.10	20-30.10
10.	FO-10 ♂	6.04	13.04	22-22.04	-	-	-	-

Generative bud activity began 6–7 days later than vegetative buds; however, flowering coincided with leaf emergence, occurring in the second and third ten-day periods of April. Male flowers bloomed for 1–2 weeks. Fruit set occurred approximately one month after flowering. Full nut ripening began in the second ten-day period of September; although in some trees it occurred earlier. Early flowering does not necessarily result in early ripening. Although phenological

stages were generally similar, differences were observed in leaf shape, shoot formation, nut color and size, and maturation time.

Conclusion. Field experiments and phenological observations indicate that pistachio growth and development under the conditions of Oltiariq District – in low-fertility, gravelly soils with partial irrigation – occur within biologically typical time frames for the species. Studying these phenological processes provides valuable information for future research.

References.

1. Khamzaev A.Kh., Eshankulov B.I., Kholmuratov M.Z., Khudaynazarova N.Kh. Technology for Cultivating Local Pistachio Varieties. Tashkent: Fan ziyosi, 2024, pp. 92–95.
2. Chernova G.M. Bioecological Foundations of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Breeding in Central Asia. Bishkek, 2004, 166 p.
3. Chernova G.M., Olekhovich G.S. Method for Comprehensive Evaluation of Pistachio Varieties and Promising Forms by Economic-Biological Traits // Bioecology of Nut-Bearing Forests and Geodynamics in Southern Kyrgyzstan. YuONAN, Jalal-Abad, 1998, pp. 53–61.
4. Eshankulov B.I., Khudaynazarova N.Kh. Evaluation and Cultivation Technology of Foreign Pistachio (*Pistacia vera* L.) Cultivars in Uzbekistan. Monograph. Tashkent: Fan ziyosi, 2025, 169 p.

УДК 504.06.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДА ЖАЛАЛ-АБАД

Апатаева Ж.Б.

Жалал-Абадский научный центр Национальной академии наук Кыргызской Республики

ЖАЛАЛ-АБАД ШААРЫНЫН ЭКОЛОГИЯЛЫК АБАЛЫ

Апатаева Ж.Б.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Жалал-Абад илимий борбору

ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN ZHALAL-ABAD

Apataeva Zh.B.

Jalal-Abad Scientific Center of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Аннотация: Макалада айлана чөйрөнүн айрым экологиялык көйгөйлүү маселелери жана аларды чечүү үнүн жолдору, **ошондой эле жаратылыш ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу чагылдырылган.**

Ачкыч сөздөр: табият, экологиялык көйгөйлөр, жаратылыш ресурстары, айлана-чөйрө, таштандылар, калдыктар, сарамжалдуулук.

Аннотация: В статье отражены некоторые экологические проблемы окружающей среды и способы их решения, а также рациональное использование природных ресурсов.

Ключевые слова: природа, экологические проблемы, природные ресурсы, окружающая среда, отходы, бережливость.

Annotation: The article reflects some environmental problems of the environment and ways to solve them, as well as the rational use of natural resources.

Key words: nature, environmental problems, natural resources, environment, waste, thrift.

Жалал-Абад шаары Көк-Арт өрөөнүндө, байыркы Улуу Жибек жолунун ошондой эле азыркы Бишкек-Ош автоунаа жолунун боюнда, Аюб-Тоо массивинин этегинде жайгашкан. Деңиз деңгээлинен 763 м бийиктикте. Жалал-Абад шаары-Кыргызстандагы маанилүү административдик жана экономикалык борборлордун бири болуп саналат. Табигый байлыктарга, ысык булактарга жана кооз жаратылышка ээ. Аймак акыркы жылдары экологиялык көйгөйлөргө туш болуп келүүдө.

Жалал-Абад шаарындагы экологиялык абалдын начарлашынын негизги себептери – автоунаалардын көбөйүүсү, калктын санынын өсүүсүнүн натыйжасында күнүмдүк керектөөдөн чыккан таштандылар. Шаарда иштеп жаткан чакан заводдор жана цехтер

(айрыкча курулуш материалдары жана тамак-аш өндүрүшү боюнча) айлана-чөйрөгө зыяндуу заттарды чыгарышы мүмкүн. Көпчүлүк учурларда тазалоо системалары жетишсиз же такыр эле жок.

Мындан тышкары, автоунаалардын саны акыркы он жылда кыйла көбөйдү. Бул шаардагы абанын сапатын начарлаткан негизги факторлордун бири болуп калды. Өзгөчө жай мезгилинде чаң, түтүн жана башка зыяндуу бөлүкчөлөр көбөйүп, адамдардын ден соолугуна терс таасирин тийгизүүдө.

Изилдөөнүн максаты:

Жалал-Абад шаарынын экологиялык абалына, абанын, суунун жана айлана-чөйрөнүн булганыш деңгээлин аныктоо. Негизги экологиялык көйгөйлөрдү жана алардын келип чыгуу себептерин табуу, калктын экологиялык аң-сезимин балоо.

Максатка ылайык биздин алдыбызга төмөнкүдөй милдеттер жана маселелер коюлду:

1. Шаардын экологиялык абалына баа берүү.
2. Антропогендик факторлордун айлана-чөйрөгө тийгизген таасири.
3. Автоунаалардын көбөйүүсүнүн негизинде шаардын экологиялык абалына тийгизген таасирине байкоо жүргүзүү.

Изилдөөнүн объектиси жана изилдөө методдору.

Изилдөө объектиси Кыргызстандын үчүнчү чоң шаары болуп эсептелген Жалал-Абад шаарынын экологиялык абалы.

Азыркы учурда шаардын территориясынын кеңейди жана калкынын саны өстү, бул элдердин айыл жеринен шаарга келе баштаганынан да кабар берет. Шаарда өнөр жай, соода жана турак жай курулуштары тездик менен кеңейтилип жатат. Буга байланыштуу ири көлөмдөгү энергия, суу, аба, ар кандай сырьё жана материалар керек болот. Бул иш аракеттердин жыйынтыгы айлана-чөйрөгө түздөн-түз таасирин тийгизет. Өз кезегинде экологиялык тең салмактуулуктун санитардык нормаларына жооп бербеген антропогендик ландшафттын калыптанышына салым кошот.

Шаардагы экологиялык көйгөйлөр чоң жана кичине түрдүү болот. Бирок көйгөйлөр кандай болгон учурда да алар чечилиши керек. Элдин өмүрү, ден соолугу ушул көйгөйлөрдөн көз каранды.

«Шаар чөйрөсү»- бул калктын калың массасы чогулган, коомдун жашоосунда жана өнүгүүсүндө анын аймактык түзүлүшүндө маанилүү ролду ойногон функционалдык субъект катары шаардын терең маңызын туюндурган фундаменталдуу түшүнүк.

Шаардын экологиялык абалы шаардын потенциялынын маанилүү компоненти болуп саналат. Шаар чөйрөсү калктын ар тараптан өнүгүүсүнө шарт төзөт.

Антропогендик факторлор, б.а. адамзаттын иш-аракетинин натыйжасында жашоо чөйрөнүн өзгөрүшү.

Алардын таасиринен бүгүнкү күндө өтө татаал экологиялык кырдаалдар (парниктик эффект, кислоталык жаан-чачын, токой аянттарынын кыскарышы, чөйрөнүн уулуу заттар менен булганышы ж.б.) пайда болууда.

Объектини изилдөөдө колдонулуучу илимий методдор - бул маалыматтарды чогултуу, анализдөө жана натыйжа чыгаруу үчүн колдолнулуучу ыкмалар. Жалал-Абад шаарынын экологиялык абалын изилдөө ыкмаларынын бири-байкоо (наблюдение) методу. Экологиялык абалды түз жеринен көзөмөлдөп, абанын, суунун, топурактын жана өсүмдүктөрдүн абалын визуалдуу түрдө баалоо.

- Мисалы: абадагы түтүндүн дэңгээлин, бак-дарактардын абалын байкоо.

Изилдөөнүн натыйжалары жана талкуулоо.

Жалал-Абад шаарынын экологиялык абалы азырынча туруктуу эмес. Келечекте экологиялык туруктуулукка жетишүү үчүн коомчулуктун, мамлекеттик органдардын жана бизнес өкүлдөрүнүн биргелешкен иш-аракеттери зарыл. Ар бир жарандын айлана-чөйрөгө болгон мамилеси жалпы экологиялык абалга түздөн-түз таасир берерин унутпашыбыз керек.

Абаны ири ишканалар гана эмес, автотранспорттор көбүрөөк даражада булгашат. Шаардын борбордук бөлүгүнүн абасын анын алыскы райондору менен салыштыра турган болсок алда канча таза эмес. Шаардагы абанын булгануусунун 70% үлүшүн автоунаалар түзөт. Мындан сырткары шаардын өнөр-жай ишканалары абанын булгануусуна таасирин тийгизет.

Биосфера институнун 1994-2001-жылдардагы изилдөөлөрүнүн жыйынтыгы боюнча шаардын айлана-чөйрөсүнүн абалына экологиялык баа берүүдө өнөр жай отканаларынан чыккан зыяндуу заттардын атмосферага чыгарылышынын азайгандыгын көрсөтөт. Аймактын флорасына таасир этүүчү зыяндуу заттар дээрлик байкалбаган.

Жыл өткөн сайын өнөр-жай ишканалардын, ар түрдүү транспорт каражаттардын санынын өсүшү, айыл-чарбасын химиялаштыруу, айлана-чөйрөнүн газ, суюк жана катуу калдыктар аркылуу химиялык заттардын бардык түрлөрү менен булгануусунун күчөшүнө алып келди.

Айлана чөйрөнүн булгануусу физикалык жана химиялык мүнөздө болот. Физикалык булганууга антропогендик аракеттердин натыйжасында пайда болгон ызы-чуу, термелүү (вибрация) жана жылуулук радиация-

лар кирет. Белгилүү бир убакыт аралыгында адамдарга, жаныбарларга жана өсүмдүктөргө коркунуч туудурган булгоочу химиялык заттардын айлана-чөйрөгө кириши химиялык булгануу болуп саналат.

Атмосферага газ түрүндөгү зыяндуу заттар транспорт каражаттарынын эсебинен көбөйөт. Автоунаалардын газдары, ар түрдүү оттон чыккан зыяндуу газдар баары абага чыгат.

Транспорт азыркы учурда айлана-чөйрөнүн булгануусунун негизги булактарынын бири болуп калууда. Алардын ички кыймылдаткычтарынын иштеши үчүн бензинди жана дизелдик отунду, оор дизелдик отунду колдонуунун натыйжасында бөлүнүп чыккан уулу жана канцерогендер айлана-чөйрөгө терс таасирин тийгизет. Автоунаалардан бөлүнүп чыккан газдардын курамында 200дөн ашык зыяндуу заттар жана кошулмалар бар.

Көмүртек, азоттун кычкылы жана диоксиддери, коргошун, углеводдор атмосфералык абаны булгоочу негизги заттар болуп саналат. Шаардагы автоунаалардын көптүгүнөн имараттарга жана курулуштарга термелүү (вибрация) таасири бар, бул алардын мөөнөтүнөн мурда эскиришине жана бузулушуна алып келиши мүмкүн.

Таштандыларды чыгаруу шаар үчүн дагы бир олуттуу көйгөй. Өндүрүштүк калдыктарды кайра иштетүүгө аз көңүл бурулуп, таштанды төгүүчү жайлар да айлана-чөйрөнү булганышына себеп болуп жатат. Адамдын иш аракетинин кесепеттеринин бири айлана-чөйрөнүн булганышы болуп саналат.

Атмосфералык абанын булгануусуна улам учурда дем алуу органдарында оорулар күчөйт. Адам өндүрүштү өнүктүрүү менен өзүнүн муктаждыктарына ылайыкташтырат. Ал эми өндүрүштүн өнүгүүсүнүн деңгээли канчалык жогору болсо, жаратылыш ресурстарын пайдалануу жана айлана-чөйрөнүн булгануусу ошончолук жогору болот.

Адам баласы жаралгандан баштап табият менен тыгыз байланышта. Бүгүнкү күндө адам менен жаратылыштын мамилеси экологиялык глобалдуу маселелерге айланды. Андыктан чөйрөнүн булгануусунда башка бирөөнү күнөөлөгөндөн мурда өзүңүздүн айлана-чөйрөнүн абалына тийгизген таасиринизди эстеңиз. Таштандыларды көчөгө

ыргытуу, эс алуу жайларында жана эс алууга (пикникке) чыккан жайларда майда таштандыларды калтыруу менен ушундай абалды жаратып жатабыз. Жалпы экологиялык кырдаалды жакшыртуу максатында атмосферага, гидросферага жана топуракка таштандыларды чектөө зарылдыгы келип чыгат.

Жашыл мейкиндиктер шаардын экологиясына пайдалуу таасир берет. Алар абаны тазалайт, ызы-чууларды азайтат жана шамалдан коргойт. Жашыл өсүмдүктөр абаны бардык жандыктардын дем алуусу үчүн зарыл болгон кычкылтек менен байытат. Ийне жалбырактуу өсүмдүктөр абага көп сандагы фитонциддерди (грек тилинен *phyton* жана латын тилинен *cedo*-өлтүрөм, өсүмдүк тарабынан жок кылуу) тынымсыз бөлүп чыгарат алар зыяндуу организмдердин активдүүлүгүнө тоскоол болгон заттар.

Адамзаттын жашоосунда ийне жалбырактуу өсүмдүктөрдүн орду чексиз, анткени дарактардын ар бир ийнеси жана талы кычкылтек чыгаруучу чакан завод катары кызмат кылат. Ийне жалбырактуу өсүмдүктөр абаны кычкылтек менен байытат, ошондуктан алар «планетанын өпкөсү» деп аталат. Ийне жалбыратуулар витаминдерге, өзгөчө С витаминге бай. Анын кайнатмасы кээ бир ооруларды дарылоо жана алдын алуу үчүн колдонулат. Ийне жалбырактуу өсүмдүк тилкелери карды кармат турат, бул жазында өсүмдүктөрдүн суу менен камсыз болуусун жакшыртат.

Экологиялык коопсуздук бул курчап турган айлана-чөйрөнү эле коргоо эмес, жалпы элибиздин саламаттыгынын коопсуздугун сактоо болуп саналат. Көптөгөн уулу калдыктар жаныбарлар менен адамдардын ден соолугу үчүн коркунучтуу. Ар бир адам өзүн экологиялык маданияттуулукка үйрөтүп, курчаган жаратылыш чөйрөсү үчүн жоопкер болушу керек.

Корутунду

1. Жалал-Абад шаарында автоунаалардын көбөйүүсүнүн натыйжасында абанын булгануусу байкалат, зыяндуу газдардын абага көтөрүлүүсүнүн негизинде калктын ден соолугуна жана шаардын экологиялык абалына терс таасирин тийгизет.

2. Өндүрүштүк калдыктарды кайра иштетүүгө аз көңүл бурулуп, таштанды тө-

гүүчү жайлар айлана-чөйрөнүн булгануусуна себеп болуп жатат. Адамдын иш аракети-нин кесепеттеринин бири айлана-чөйрөнүн булганышы болуп саналат.

3. Атмосфералык абанын булгануусунун натыйжасында дем алуу органдарында оорулар күчөйт. Адам өндүрүштү өнүктүрүү менен өзүнүн муктаждыктарына ылайык-

таштырат. Ал эми өндүрүштүн өнүгүүсүнүн деңгээли канчалык жогору болсо, жаратылыш ресурстарын пайдалануу жана айлана-чөйрөнүн булгануусу ошончолук жогору болот.

Ошондуктан абанын булгануусун азайтуу үчүн энергиянын таза булактарына өтүү, транспортту жаңылоо жана таштандыларды өрттөөгө каршы көзөмөлдү күчөтүү зарыл.

Колдонулган адабияттар

1. «Общий обзор экологического состояние Жалал-Абадской области» Информационный отчет, 2003. стр. 152-157.
2. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Экологическое образование для устойчивого развития Кыргызстана» Бишкек, 2001.
3. «Охрана окружающей среды в Кыргызской Республике» 200-2006 Статистический сборник, Бишкек 2008.
4. «Экология: от генов до экосистем» Материалы конференции молодых ученых, Екатеринбург 2005.

УДК:378.1:37.012.8

ЭКОЛОГИЯ И АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ**Турсунметов К.А., Рамазанов А.Х.***Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека***ЭКОЛОГИЯ ЖАНА АТОМДУК ЭНЕРГИЯ****Турсунметов К.А., Рамазанов А.Х.***Мирзо Улугбек атындагы Ўзбекистан Улуттук университети***ECOLOGY AND ATOMIC ENERGY****Tursunmetov K.A., Ramazanov A.K.***National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek*

Аннотация. В данной статье рассматривается использования новых технологии и при выполнении требования радиационной безопасности позволяют использовать атомной энергии, как надежным источником энергии.

Проанализированы основные источники воздействия атомных электростанций на окружающую среду, включая радиоактивные выбросы, тепловое загрязнение и обращение с ядерными отходами. Особое внимание уделено современным технологиям, направленным на минимизацию экологических рисков и повышение эффективности атомной энергетики. Отмечается, что устойчивое развитие атомной энергетики возможно при строгом соблюдении экологических стандартов и международных норм ядерной безопасности.

Ключевые слова: атомная энергия, экология, радиоактивность, окружающая среда, воздействие радиации, безопасность атомных станций, утилизация ядерных отходов, возобновляемые источники энергии, устойчивое развитие, чистая энергия, ядерная безопасность, радиоактивные отходы.

Аннотация. Бул макалада жаңы технологияларды колдонуу жана радиациялык коопсуздук талаптарын аткаруу атомдук энергияны ишенимдүү энергия булагы катары пайдаланууга мүмкүндүк берери каралат. Атомдук электр станциялардын айлана-чөйрөгө тийгизген негизги таасирлери, анын ичинде радиоактивдүү бөлүнүүлөр, жылуулук булгоо жана өзөктүк калдыктарды иштетүү маселелери талданган. Айрыкча экологиялык коркунучтарды азайтууга жана атомдук энергетиканын эффективдүүлүгүн жогорулатууга багытталган заманбап технологияларга өзгөчө көңүл бурулган. Туруктуу өнүгүүнүн шартында атомдук энергетиканын өнүгүшү экологиялык стандарттарды жана эл аралык өзөктүк коопсуздук нормаларын катуу сактоо менен гана мүмкүн экени белгиленет.

Негизги сөздөр: атомдук энергия, экология, радиоактивдүүлүк, айлана-чөйрө, радиациянын таасири, атомдук станциянын коопсуздугу, өзөктүк калдыктарды утилдештирүү, калыбына келүүчү энергия булактары, туруктуу өнүгүү, таза энергия, өзөктүк коопсуздук, радиоактивдүү калдыктар.

Abstract. This article examines the use of new technologies and compliance with radiation safety requirements that make it possible to utilize nuclear energy as a reliable source of power. The main sources of the environmental impact of nuclear power plants are analyzed, including radioactive emissions, thermal pollution, and nuclear waste management. Particular attention is paid to modern technologies aimed at minimizing environmental risks and improving the efficiency of nuclear energy. It is noted that the sustainable development of nuclear energy is possible only with strict adherence to environmental standards and international nuclear safety regulations.

Keywords: nuclear energy, ecology, radioactivity, environment, radiation impact, nuclear power plant safety, nuclear waste disposal, renewable energy sources, sustainable development, clean energy, nuclear safety, radioactive waste.

На сегодняшний день проблемы получения и использование атомной энергии является актуальной проблемой. Это связано с решением ряд технологических проблем, связанных с обеспечением безопасной работы атомных электростанции (АЭС). В последние годы разработаны ряд радиационно-устойчивые материалы, конструкции систем управления и контроль работы АЭС. Также разработаны и разрабатываются новых поколения реакторов и атомных электростанции.

Один из руководителей МАГАТЭ констатирует, что лично сторонни развитию ядерной энергетики. Нарушение экологии Европы не связано с ядерной энергетикой, а наоборот энергетика связанная на сжигания нефти и угля.

Атомная энергетика позволяет чисто сохраняет окружающей сряди, если предусмотр-

реть меры безопасности и надежной работы существующих АЭС и при этом необходимы достаточные большие затраты. Следовательно, необходимая разработки современных АЭС и обеспечить их надежной эксплуатации, значит экологическую устойчивость - приближения цели «зеленная энергетика».

Следует отметить, что при использования атомной энергии существуют ряд экологических и радиационных опасностей [1 - 6]. Цель настоящей работы осветить, систематизировать эти опасности и характеризовать их интегрированном виде.

Эти радиационные и экологические опасности от процесса “разработки” урановых руд до процесса обработка и хранения отходов ядерного топлива в интегрированной системы ввиде диаграмм приведена на рисунка 1 и 2.



Рис -1. Радиационные и экологические опасности в процессах подготовки ядерного топлива.

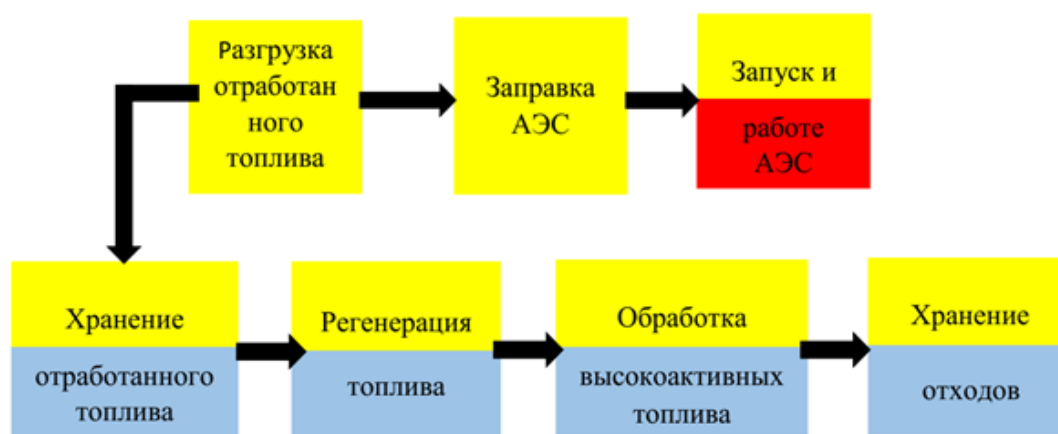
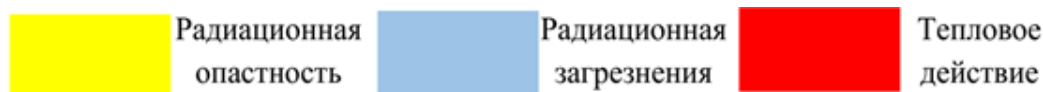


Рис-2. Радиационные и экологические опасности в процессах подготовки ядерного топлива и их отходов.

Обозначение

Как видно из этих диаграмм, почти во всех этапах от подготовки урановой топлива до процесса хранения отходов ядерного топлива существуют опасности радиационного облучения (радиационная опасность) и загрязнения окружающей среды (и атмосферы). Эти опасности обозначены в диаграммах штрихами разного цвета.

Для уменьшения опасности и уменьшения загрязнения окружающей среды проведены и проводятся следующие [7 - 9]:

1. Усовершенствуются конструкции ядерного реактора и АЭС в целом. Предлагаются микрореакторы нового типа мощностью с полностью замкнутым контром, пассивным охлаждением и автоматическим управлением;
2. Предлагается малый модульный реактор (SMR) с мощностью 50-300 Мвт. Преимуществом его реактор и парогенератор находиться в одном сосуде;
3. Реактор на реактивных солях (MSR/MCRE) с мощностью 10-300 Мвт. Особенности его - жидкое топливо (смесь урана и со-

лей), а также высокая рабочая температура (700 С°), что позволяет увеличить КПД АЭС в 1,5 - 2 раза. Если одним преимуществом это системы-это топливо и теплоноситель в едином объеме.

4. Новые разработанные АЭС III+, АЭС IV и другие изготавливаются из новых радиационно устойчивых материалов, широко применяются нейтронно - устойчивые полимерные материалы, что позволяют повысить их надежность без аварийной работы;

5. Используются схемы пассивной безопасности (автоматические закрывающие крыши;

6. Разработана и разрабатываются материалы для одежды рабочих и специалистов, работающих в карьерах и в АЭС;

7. Разработана автоматические системы контроля радиационной обстановки в заводах топлива и в АЭС.

Таким образом, использования новых технологии и при выполнении требования радиационной безопасности позволяют использовать атомной энергии, как надежным источником энергии.

Литература

1. Бадяев В.В., Егоров Ю.А., Казаков С.В. Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
2. World Energy Outlook 2016, Global Energy Trends // OECD/EIA. 2016. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2016> (дата обращения: 03.09.2019).
3. Asror Ramazanov, Kamiljan Tursunmetov, Erkin Bozorov. The Methods of Integration Training in the Field of Science "Nuclear Physics" "Nuclear Reactors". International journal of formal education. Volume: 3 Issue: 9 | Sep-2024. ISSN: 2720-6874, p. 53-58
4. Егоров Ю.А. Экология атомных электростанций // Теплоэнергетика. – 1991. – № 12. – С.7-13.
5. Носков А.А., Перевезенцев В.В. Экологические проблемы воздействия атомных электростанций на окружающую среду // Безопасность жизнедеятельности. – № 11. – 2005. – С. 8-13.
6. Кутьков В. А., Поленов Б. В., Черкашин В. А. Радиационная безопасность и радиационный контроль. Учебное пособие. Том 1/ под общей ред. В. А. Кутькова.— Обнинск НОУ «ЦИПК», 2008.— 244 с.
7. Кузнецов В. М., Никитин В. С., Хвостова М. С. Радиоэкология и радиационная безопасность.— Москва. ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011.— 1208 с.
8. Акатов А.А., Коряковский Ю.С. Ядерная энергетика на службе человечества. Общественный совет Госкорпорации "Росатом". – М., 2011.
9. Асмолов В.Г. и др. Атомная энергетика: Оценки прошлого, настоящего, ожидания будущего. – М.: Изд Ат, 2004.

УДК 636.082.3:004.932

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ
ИДЕНТИФИКАЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО СПЕЦИФИЧЕСКИМ
УЗОРАМ НОСОВОГО ЗЕРКАЛА**

Масиркулов Э.И.

Жалал - Абадский государственный университет имени Б. Осмонова

**ИРИ МҮЙҮЗДҮҮ МАЛДЫ МУРУН КҮЗГҮСҮНҮН ӨЗГӨЧӨ ҮЛГҮЛӨРҮ АРКЫЛУУ
БИОМЕТРИКАЛЫК ИДЕНТИФИКАЦИЯЛООНУН ЭКОНОМИКАЛЫК
НАТЫЙЖАЛУУЛУГУ**

Масиркулов Э.И.

Б. Осмонов атындагы Жалал – Абад мамлекеттик университети

**ECONOMIC EFFICIENCY OF BIOMETRIC IDENTIFICATION
OF CATTLE B SPECIFIC NASAL PLANUM PATTERNS**

Masirkulov E.I.

Jalal-Abad State University named after B. Osmonov

Аннотация. В условиях цифровизации аграрного сектора и роста требований к качеству продовольственной продукции особую актуальность приобретает внедрение инновационных технологий идентификации животных, позволяющих повысить эффективность учета, селекционно-племенной работы и ветеринарного контроля. Традиционные методы маркировки крупного рогатого скота (клеймение, ушные бирки, радиочастотные идентификаторы) характеризуются рядом недостатков, включая риск утраты или подделки, стрессовое воздействие на животных и значительные эксплуатационные расходы. В этой связи перспективным направлением является использование биометрических технологий, основанных на анализе уникальных морфологических признаков. Целью исследования явилась оценка экономической эффективности биометрической идентификации крупного рогатого скота по специфическим узорам носового зеркала и сравнение данного метода с традиционными способами учета. Методологическая база включала сбор и цифровую обработку изображений носового зеркала, применение алгоритмов компьютерного зрения и сверточных нейронных сетей, а также проведение экономического анализа с учетом стоимости внедрения, точности идентификации и организационной результативности.

Результаты показали, что биометрическая идентификация обеспечивает максимальный уровень точности (98%) при умеренных затратах и высоких показателях организационной эффективности, что выгодно отличает её от традиционных методов. Применение данной технологии способствует снижению издержек на обслуживание маркировочных средств, уменьшению рисков подмены или хищения скота и повышению прозрачности учета. Практическая значимость исследования заключается в том, что внедрение биометрической идентификации на основе узоров носового зеркала позволяет не только оптимизировать производственные процессы, но и повысить конкурентоспособность фермерских хозяйств на внутреннем и внешнем рынках, обеспечивая устойчивое развитие животноводческой отрасли.

Ключевые слова: крупный рогатый скот; биометрическая идентификация; узор носового зеркала; сверточные нейронные сети; экономическая эффективность; цифровизация животноводства; ветеринарно-санитарный контроль.

Аннотация. Айыл чарба секторунун санариптешүүсү жана азык-түлүк продукциясынын сапатына болгон талаптардын өсүшү шартында малды идентификациялоонун инновациялык технологияларын киргизүү өзгөчө мааниге ээ болууда. Бул ыкмалар эсепке алуунун, селекциялык-племендик иштердин жана ветеринардык көзөмөлдүн натыйжалуулугун жогорулатууга мүмкүндүк берет. Ири мүйүздүү малды белгилөөнүн салттуу ыкмалары (клейм коюу,

кулак тагыч, радиожыштык идентификаторлору) бир катар кемчиликтерге ээ, анын ичинде идентификаторлорду жоготуу же жасалмалоо коркунучу, малга стресс факторлорунун тийгизген таасири жана олуттуу эксплуатациялык чыгымдар. Ушуга байланыштуу келечектүү багыт катары уникалдуу морфологиялык белгилерди талдоого негизделген биометрикалык технологияларды колдонуу саналат. Изилдөөнүн максаты ири мүйүздүү малды мурун күзгүсүнүн өзгөчө үлгүлөрү аркылуу биометрикалык идентификациялоонун экономикалык натыйжалуулугун баалоо жана бул ыкманы салттуу эсепке алуу ыкмалары менен салыштыруу болду. Методологиялык негиз мурун күзгүсүнүн сүрөттөрүн чогултуу жана санариптик иштеп чыгуу, компьютердик көрүү алгоритмдерин жана сүрөттөлүштөрдү таанууда колдонуучу свертмө нейрондук тармактарды пайдалануу, ошондой эле киргизүү чыгымдары, идентификациянын тактыгы жана уюштуруучулук натыйжалуулугу эске алынган экономикалык талдоону камтыды.

Натыйжалар көрсөткөндөй, биометрикалык идентификация орточо чыгымдар менен максималдуу тактык деңгээлин (98%) жана уюштуруучулук натыйжалуулугунун жогорку көрсөткүчтөрүн камсыз кылып, салттуу ыкмалардан олуттуу айырмаланып турат. Бул технологияны колдонуу маркировкалоочу каражаттарды тейлөөгө кеткен чыгымдарды азайтууга, малды алмаштыруу же уурдоо коркунучун төмөндөтүүгө жана эсепке алуунун ачыктыгын жогорулатууга өбөлгө түзөт. Изилдөөнүн практикалык мааниси – мурун күзгүсүнүн үлгүлөрүнө негизделген биометрикалык идентификация өндүрүш процесстерин оптималдаштырууга гана эмес, ошондой эле фермердик чарбалардын ички жана тышкы рыноктогу атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн жогорулатууга, мал чарбачылыгынын туруктуу өнүгүшүн камсыз кылууга багытталган.

Ачкыч сөздөр: ири мүйүздүү мал; биометрикалык идентификация; мурун күзгүсүнүн үлгүсү; свертмө нейрондук тармактар; экономикалык натыйжалуулук; мал чарбачылыктын санариптешүүсү; ветеринардык-санитардык көзөмөл.

Abstract. In the context of the digitalization of the agricultural sector and the growing requirements for the quality of food products, the introduction of innovative animal identification technologies has become particularly relevant, as they enhance the efficiency of livestock accounting, breeding work, and veterinary control. Traditional methods of cattle marking (branding, ear tags, radio-frequency identifiers) are characterized by several disadvantages, including the risk of loss or forgery, stress on animals, and significant operating costs. In this regard, a promising direction is the use of biometric technologies based on the analysis of unique morphological traits. The aim of the study was to assess the economic efficiency of biometric identification of cattle through specific nasal planum patterns and to compare this method with traditional identification approaches. The methodological framework included the collection and digital processing of nasal planum images, the application of computer vision algorithms and convolutional neural networks, as well as the implementation of an economic analysis taking into account the cost of implementation, identification accuracy, and organizational efficiency.

The results showed that biometric identification ensures the highest level of accuracy (98%) with moderate costs and high organizational efficiency, which makes it significantly more advantageous compared to traditional methods. The use of this technology contributes to reducing the costs of maintaining marking tools, decreasing the risks of livestock substitution or theft, and improving the transparency of livestock accounting. The practical significance of the study lies in the fact that the implementation of biometric identification based on nasal planum patterns not only optimizes production processes but also enhances the competitiveness of farms in domestic and foreign markets, thereby ensuring the sustainable development of the livestock sector.

Keywords: cattle; biometric identification; nasal planum pattern; convolutional neural networks; economic efficiency; livestock digitalization; veterinary and sanitary control.

Киришүү. Заманбап агрардык тармакта санариптештирүү жана автоматташтыруу процесстери стратегиялык мааниге ээ болуп, айыл чарба өндүрүшүнүн атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн жана азык-түлүк коопсуздугунун туруктуулугун аныктайт. Бул контекстте калкты эт-сүт азыктары, териден жасалуучу чийки зат жана башка продукциялар менен камсыз кылуучу негизги тармактардын бири катары мал чарбасы өзгөчө орунду ээлейт. Бирок мал чарбасынын натыйжалуулугу түздөн-түз айыл чарба жаныбарларынын башын эсепке алуу, көзөмөлдөө жана башкаруу мүмкүнчүлүктөрү менен байланышкан. Ошондуктан так жана ишенимдүү идентификациялоону камсыз кылуучу заманбап ыкмаларды иштеп чыгууга жана киргизүүгө барган сайын көбүрөөк көңүл бурулууда.

Уй сыяктуу ири мүйүздүү малды (ИММ) белгилөө жана каттоо боюнча салттуу ыкмалар – клейм коюу, татуировка, кулак тагычтар же радиожыштыктык идентификаторлорду (RFID) колдонуу – белгилүү артыкчылыктарга ээ болгону менен, бир катар кемчиликтер менен да байланышкан. Алар бузулуп калышы, жоголушу, жасалма-лоого дуушар болушу мүмкүн, тейлөө үчүн кошумча чыгымдарды талап кылат жана көп учурда малга стресс алып келет, бул алардын продуктивдүүлүгүнө жана абалына терс таасирин тийгизет. Жаныбарларга гумандуу мамилеге болгон талаптар күчөп, айыл чарба өндүрүүчүлөрүнүн чыгымдарын кыскартуу зарылчылыгы арткан шартта альтернативалуу чечимдерди издөө өзгөчө актуалдуу болууда.

Перспективдүү багыттардын бири – уникалдуу морфологиялык белгилерди колдонууга негизделген биометрикалык технологияларды колдонуу. Жаныбарлардын биометриясы инвазивдүү же стресстик ыкмаларды колдонбостон идентификациянын жогорку ишенимдүүлүгүн камсыз кылган инновациялык инструмент болуп эсептелет. Айыл чарба жаныбарларындагы ар кандай биометрикалык маркерлердин арасында (терисинин үлгүлөрү, мүйүздүн формасы жана түзүлүшү) бодо малдын мурун күзгүсүнүн үлгүсү өзгөчө кызыгууну туудурат. Бул морфологиялык өзгөчөлүк бир катар уникалдуу өзгөчөлүктөргө ээ: ал ар бир жаныбар

үчүн индивидуалдуу, өмүр бою туруктуу, иш жүзүндө тышкы факторлордун таасири астында өзгөрбөйт жана санариптик камералардын жардамы менен оңой жазылат.

Илимий адабияттарда ири мүйүздүү малды мурун күзгүсү адамдын манжа издерине окшош экени көп жолу баса белгиленген. Бул белги жаныбарларды ишенимдүү жеке идентификациялоо системаларын түзүүнүн негизи катары каралуусуна мүмкүнчүлүк берет. Бирок мындай системаларды натыйжалуу колдонуу үчүн сүрөттөрдү жыйноо сапаты, маалыматтарды иштетүү алгоритмдери жана так таанууну камсыз кылуучу программалык чечимдерди иштеп чыгуу менен байланышкан бир катар маселелерди чечүү зарыл.

Компьютердик көрүү жана жасалма интеллект технологияларынын, айрыкча конволюциялык нейрондук тармактардын өнүгүшү жаныбарларды автоматташтырылган идентификациялоодо жаңы мүмкүнчүлүктөрдү ачууда. Терең нейрондук тармактарды колдонуу мурун күзгүсүнүн узорлорундагы татаал мыйзам ченемдүүлүктөрдү жана өзгөчөлүктөрдү аныктоого, сүрөттөрдү жогорку тактык менен классификациялоого жана ката кетирүү ыктымалдыгын минималдаштырууга мүмкүндүк берет. Кол менен өзгөчөлүктөрдү бөлүп чыгарууну талап кылган салттуу машиналык окутуу ыкмаларына салыштырмалуу, терең окутуунун заманбап ыкмалары маалыматтардын өкүлчүлүгүн өз алдынча түзө алат, бул процессти бир кыйла жөнөкөйлөтүп, анын натыйжалуулугун жогорулатат.

Мындан тышкары, ири мүйүздүү малды биометрикалык идентификациялоо ыкмаларын киргизүү илимий-технологиялык гана эмес, практикалык мааниге да ээ. Жаныбарлардын биометрикалык мүнөздөмөлөрүнүн санариптик маалымат базаларын түзүү улуттук деңгээлде малдын башын эсепке алууга, маалыматтын ачыктыгын жана ишенимдүүлүгүн камсыз кылууга мүмкүндүк берет. Азык-түлүк рынокторунун глобалдашуусу, санитардык талаптардын күчөшү жана продукциянын келип чыгышын көзөмөлдөө зарылдыгы шартында өзгөчө маанилүү.

Мындай системаларды ишке ашыруу селекциялык иштерди натыйжалуу жүргүзүүгө өбөлгө түзөт, анткени жаныбарларды так

идентификациялоо селекциялык программаларды жүргүзүүнүн негизги шарты болуп саналат. Мындан тышкары, жаныбарлардын кыймылын өз убагында көзөмөлдөөгө, жугуштуу оорулардын жайылышына жол бербөөгө жана ветеринардык-санитардык көзөмөлдүн деңгээлин жогорулатууга шарт түзөт.

Экономикалык аспекти да кем эмес маанилүү. Биометрикалык идентификация системаларын киргизүү салттуу белгилөө каражаттарын сатып алуу жана тейлөөгө кеткен чыгымдарды кыскартат, малды эсепке алууга кеткен эмгек чыгымдарын азайтат жана малдын алмаштырылышы же уурдалышы менен байланышкан финансылык жоготуулардын ыктымалдыгын төмөндөтөт. Узак мөөнөттүү келечекте бул фермердик чарбалардын жана айыл чарба ишканаларынын атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүнүн өсүшүнө өбөлгө болушу мүмкүн.

Изилдөөнүн актуалдуулугу «акылдуу дыйканчылыктын» өнүгүү жана агрардык тармактын санариптик трансформациясынын дүйнөлүк тенденциялары менен да аныкталат. Көптөгөн өлкөлөрдө жаныбарларды биометрикалык идентификациялоо ыкмаларын киргизүү боюнча активдүү изилдөөлөр жана долбоорлор жүргүзүлүп, алардын келечектүүлүгүн жана зарылдыгын ырастоодо. Чет өлкөлүк бир катар илимий иштерде ири мүйүздүү малдын морфологиялык белгилерин талдоо үчүн компьютердик көрүүнү колдонуу өтө натыйжалуу экени белгиленип, бул технологияларды улуттук мал чарбасынын маалымат системаларына интеграциялоонун мааниси баса белгиленген.

Бирок, илимий кызыгуунун жогорку деңгээлине карабастан, бул багыт ички практикада азырынча жетиштүү өнүккөн эмес. Кыргызстанда жана Борбор Азия өлкөлөрүндө КРСТИ биометрикалык идентификациялоо боюнча изилдөөлөр баштапкы баскычта турат. Бул методологиялык негиздерди иштеп чыгууга, заманбап компьютердик көрүү технологиялары жана нейрондук тармак алгоритмдерин апробациялоого, ошондой эле дүйнөлүк мыкты тажрыйбаларды жергиликтүү шарттарга адаптациялоого багытталган комплекстүү илимий изилдөөлөрдү жүргүзүү үчүн шарт түзөт.

Бул изилдөөнүн максаты – ири мүйүздүү малдын мурун күзгүсүнүн узорлорун биометрикалык маркер катары таанып билүү үчүн компьютердик көрүү жана нейрондук тармактардын ыкмаларын колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн баалоо. Бул максатка жетүү үчүн төмөнкүдөй милдеттер коюлду:

□ Ири мүйүздүү малдын мурун күзгүсүнүн узорлорунун түзүлүшүнүн теориялык негиздерин жана морфологиялык өзгөчөлүктөрүн изилдөө;

□ Санариптик сүрөттү иштетүүнүн заманбап ыкмаларын жана биометрикалык белгилерди таануу алгоритмдерин кароо;

□ Мурун күзгүсүнүн сүрөттөрүн классификациялоо жана салыштыруу үчүн конфолюциялык нейрондук тармактарды колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн талдоо;

□ Биометрикалык идентификация системаларын фермердик чарбалардын практикасына жана улуттук маалымат базаларына киргизүүнүн келечегин баалоо.

Демек, изилдөө зоотехния, ветеринария, информатика жана жасалма интеллект тармактарындагы жетишкендиктерди бириктирген дисциплиналар аралык мүнөзгө ээ. Анын жыйынтыктары жаныбарларды биометрикалык идентификациялоонун илимий негиздерин гана эмес, мал чарбасына инновациялык чечимдерди практикалык киргизүүгө да өбөлгө түзүп, агрардык тармактын санариптик трансформациясынын стратегиялык милдеттерине жооп берет.

Адабияттарга сереп. Айыл чарба жаныбарларын идентификациялоо заманбап мал чарбасынын негизги милдеттеринин бири болуп саналат, анткени ал селекциялык иштердин натыйжалуулугу, ветеринардык-санитардык көзөмөл жана тармактын экономикалык туруктуулугу менен түздөн-түз байланышкан. Илимий адабияттарда салттуу ыкмалар кеңири каралган – клейм коюу, татуировкалар, кулак тагычтар, радио жыштыктык идентификаторлор (RFID) (Smith et al., 2019). Бул технологиялар кеңири тараганы менен, бир катар кемчиликтерге ээ: идентификаторлордун жоголуу же жасалмалоо коркунучу, жаныбарларга стресстик таасир этүү жана кошумча каржылык чыгымдарды талап кылуу (Johnson & Patel, 2020). Мунун негизинде жаныбарларды уникалдуу морфологиялык белгилерге таянган биометрикалык идентификация ык-

маларын колдонууга кызыгуу артууда. Жаныбарлардын биометриясы кеңири ыкмаларды камтыйт: көздүн кабыгын анализдөө, кулак жана мүйүз формасын кароо, теридеги узорлор жана башка индивидуалдуу өзгөчөлүктөр (Kumari et al., 2021). Бул белгилердин ичинен ири мүйүздүү малдын мурун күзгүсүндөгү узорлор өзгөчө көңүлгө алынат. Айрым изилдөөлөрдүн маалыматына ылайык, алар адамдын манжа изине окшош болуп эсептелет (González et al., 2022).

Бул багыттагы алгачкы иштер (Hall et al., 2018) мурун күзгүсүнүн узору жаныбардын өмүр бою өзгөрбөй сакталып турарын көрсөтүп, идентификациянын жогорку ишенимдүүлүгүн камсыздаган. Санариптик технологиялардын жана компьютердик көрүүнүн өнүгүшү менен бул морфологиялык белгилерди машиналык окутуу алгоритмдеринин жардамы менен автоматташтырылган түрдө таануу мүмкүнчүлүгү түзүлдү. Мисалы, Wang ж.б. (2020) жүргүзгөн изилдөөлөрдө ири мүйүздүү малдын мурун күзгүсүн сүрөттөр аркылуу классификациялоодо конфолюциялык нейрондук тармактардын (CNN) натыйжалуулугу 95%дан жогору экендиги көрсөтүлгөн.

Заманбап иштерде жаныбарлардын башын эсепке алуу жана продукциянын келип чыгышын көзөмөлдөө үчүн улуттук деңгээлдеги биометрикалык маалымат базаларын түзүүнүн зарылдыгы баса белгиленет (Ahmed et al., 2021). Бул азык-түлүк рынокторунун глобалдашуусу, санитардык талаптардын күчөшү жана агрардык тармактын санариптешүүсү шартында өзгөчө маанилүү (FAO, 2022). Азия менен Европанын бир катар өлкөлөрүндө биометрикалык технологияларды киргизүү «акылдуу дыйканчылыктын» жана айыл чарбаны санариптик трансформациялоонун стратегиялык элементи катары каралууда (Zhang & Li, 2021).

Ички илимий адабияттарда жаныбарларды биометрикалык идентификациялоо маселеси чектелүү деңгээлде чагылдырылган. Кыргызстандык жана Казакстандык изилдөөчүлөрдүн эмгектери (Бекмамбетов ж.б., 2021; Чортонбаев, 2022) негизинен малды эсепке алуунун жана белгилөөнүн салттуу ыкмаларына арналган, бул болсо биометрия жана жасалма интеллект жаатындагы изилдөөлөрдү кеңейтүүнүн зарылдыгын көрсөтөт.

Адабияттарда компьютердик көрүү жана

нейрондук тармак технологияларын мал чарбасынын практикасына интеграциялоо маселесине өзүнчө көңүл бурулган. Sharma ж.б. (2022) көрсөткөндөй, терең нейрондук моделдерди колдонуу жаныбарларды идентификациялоодогу, каталарды минималдаштырууга жана племдик документтештирүүнү автоматташтырууга мүмкүндүк берет. Ошол эле учурда бир катар авторлор (Miller & Brown, 2021) сүрөттөрдү иштетүү алгоритмдерин өркүндөтүү жана баштапкы маалыматтардын сапатын жогорулатуу зарылдыгын белгилешет, бул болсо кийинки изилдөөлөрдүн актуалдуу маселеси бойдон калууда.

Ошентип, адабиятка жүргүзүлгөн талдоо ири мүйүздүү малдын мурун күзгүсүнүн узорлору боюнча биометрикалык идентификациялоо эл аралык илимде келечектүү багыт катары каралып, жогорку илимий жана практикалык потенциалга ээ экенин көрсөтөт. Бирок Кыргызстанда жана Борбор Азия өлкөлөрүндө бул тема азырынча баштапкы баскычта өнүгүүдө, бул болсо компьютердик көрүү, жасалма интеллект жана биотехнологиялар ыкмаларын бириктирген комплекстүү, дисциплиналар аралык изилдөөлөрдү жүргүзүүгө негиз түзөт.

Материалдар жана ыкмалар. Изилдөө маалыматтарды иштетүү жана таанууда компьютердик көрүү алгоритмдери жана терең үйрөнүү технологиялары пайдаланылды. Конволюциялык нейрондук тармактар (CNN) негизги моделдер катары тандалып, ResNet-50, VGG-16 жана MobileNetV2 архитектуралары салыштырылып талданды. Маалыматтар машыктыруучу (70%), валидациялоочу (15%) жана тесттик (15%) топторго бөлүнүп, Python программалык чөйрөсүндө TensorFlow жана Keras китепканалары аркылуу анализ жүргүзүлдү.

Параллелдүү түрдө экономикалык талдоо жүргүзүлүп, салттуу идентификация ыкмалары (клейм салуу, кулак биркалары, RFID) менен биометрикалык ыкманын чыгымдары жана натыйжалуулугу салыштырылды. Баалоо үчүн негизги параметрлер катары бир малга кеткен чыгым, идентификациянын тактыгы жана уюштуруучулук натыйжалуулук колдонулду. Маалыматтар Кыргыз Республикасынын Айыл чарба министрлигинин жана Улуттук статистикалык

комитетинин ачык булактарынан алынган.

Жыйынтыктар жана талкуу. Изилдөөнүн жыйынтыгында мурундун күзгү үлгүлөрү боюнча бодо малды биометрикалык идентификациялоо жогорку натыйжалуу жана маркировкалоонун салттуу ыкмаларына келечектүү альтернатива катары каралышы мүмкүн экени аныкталган. Натыйжада санариптик сүрөттөр компьютердик көрүү жана конволюциялык нейрон тармактары (CNN) аркылуу ийгиликтүү классификацияланган. ResNet-50 модели үчүн таануу тактыгы 96,2%, VGG-16 үчүн - 94,7%, MobileNetV2 үчүн - 92,8% түздү. Ошентип, заманбап терең окутуу ыкмалары алардын жеке морфологиялык өзгөчөлүктөрүн аныктоо жөндөмдүүлүгүн тастыктады, бул чет элдик изилдөөчүлөрдүн корутундуларына шайкеш келет (Wang et al., 2020; Sharma et al., 2022).

Изилдөөнүн жүрүшүндө бодо малдын мурун күзгүсүнүн үлгүлөрүн автоматташтырылган таануу үчүн колдонулган ар кандай конволюциялык нейрон тармактарынын (CNN) архитектураларынын натыйжалуулугун салыштырып талдоого өзгөчө көңүл бурулду. Бул ыкма жаныбарлардын морфологиялык биометрикалык өзгөчөлүктөрү менен иштөөдө заманбап терең үйрөнүү алгоритмдеринин мүмкүнчүлүктөрүн баалоого мүмкүндүк берди. Бир эле учурда бир нече архитектураны колдонуу алардын эффективдүүлүгүн объективдүү салыштырууга, ар бир моделдин күчтүү жана алсыз жактарын

аныктоого, мал чарбачылыгынын практикасына андан ары киргизүүнүн эң келечектүү багытын аныктоого мүмкүндүк берди.

Изилденип жаткан моделдер компьютердик көрүү тапшырмаларында кеңири колдонулган үч архитектура болгон: ResNet-50, VGG-16 жана MobileNetV2. Алар катмардын тереңдиги, сүрөттөрдү иштетүү ыкмалары жана таануунун тактыгына, сезгичтигине жана өзгөчөлүгүнө түздөн-түз таасир этүүчү эсептөө татаалдыгы менен айырмаланат. Ар бир модель сүрөт үлгүсүнүн 80% үйрөтүлгөн, андан кийин калган 20% сыналган. Бул протокол ашыкча машыгуу коркунучун азайтып, идентификациянын чыныгы тактыгын объективдүү баалады.

Алынган натыйжалар 1-таблицада жалпыланган, анда нейрондук тармактардын негизги көрсөткүчтөрү берилген. Бул маалыматтардын негизинде, ResNet-50 классификациянын эң жогорку тактыгын камсыз кылуу менен сыналган моделдердин ичинен эң жакшы натыйжаларды көрсөткөн деген тыянак чыгарууга болот. Бирок, VGG-16 да, MobileNetV2 да жетишээрлик жогорку көрсөткүчтөрдү көрсөттү, бул жаныбарларды биометрикалык идентификациялоо үчүн CNNди колдонуунун жалпы жашоо жөндөмдүүлүгүн тастыктайт. Берилген маалыматтар заманбап терең үйрөнүү ыкмалары мурда салттуу машина үйрөнүү ыкмалары жана кол менен сүрөт талдоо үчүн жеткиликсиз маселелерди натыйжалуу чече аларын ишенимдүү далил катары кызмат кылат.

Таблица 1 – Нейрондук тармактардын ар кандай архитектурасын колдонуу менен бодо малдын мурун күзгүсүнүн үлгүлөрүн таануунун тактыгы

CNN модели	Тактык (%)	Сезимталдуулук (%)	Өзгөчөлүк (%)
ResNet-50	96,2	95,8	96,5
VGG-16	94,7	93,9	95,2
MobileNetV2	92,8	91,7	93,5

Булак: авторлор өздөрүнүн изилдөөлөрүнүн жана адабияттарды карап чыгуунун негизинде түзүлгөн (Wang et al., 2020; Sharma et al., 2022).

Жогорудагы 1-таблицадагы маалыматтардан көрүнүп тургандай, эң жогорку таануу тактыгына (96,2%) ResNet-50 архитектурасынын жардамы менен жетишилген, бул

татаал түзүлүштөгү сүрөттөр менен иштөөдө анын артыкчылыктарын тастыктайт. VGG-16 жана MobileNetV2 моделдери да натыйжалуулуктун жогорку деңгээлин көрсөттү, бирок алардын натыйжалары бир аз төмөн болду. Бул терең үйрөнүү ыкмалары жаныбарларды автоматташтырылган биометрикалык идентификациялоонун ишенимдүү

куралы экендигин жана мал чарбачылык практикасында ийгиликтүү колдонула тургандыгын көрсөтүп турат. Маанилүү натыйжа мурун күзгү үлгүсү ишенимдүү биометрикалык маркер кылып, жаныбардын өмүр бою туруктуу бойдон калууда экенин ырастоо болду. Бул мал чарбачылыгынын улуттук маалымат тутумдарына интеграцияланган санариптик маалымат базаларын түзүүгө мүмкүндүк берет, ачык-айкындуулукту жана продукциянын келип чыгышына байкоо жүргүзүүнү камсыз кылат.

Изилдөөнүн маанилүү натыйжасы бодо малдын мурун күзгүсүнүн үлгүсү жаныбардын бүткүл өмүрүндө туруктуу бойдон кала берээрин жана тышкы факторлордун таасири тийбегендигин ырастоо болду. Бул аны узак мөөнөттүү жаныбарларды идентификациялоо системаларын куруу үчүн ылайыктуу ишенимдүү биометрикалык маркер кылат. Алынган маалыматтар мал чарбачылыгынын улуттук маалымат тутумдарына интеграциялануучу жана асыл тукум иштерине, малдын кыймылын көзөмөлдөөгө жана продукциянын келип чыгышынын айкындуулугун камсыздоого колдонула турган санариптик имидждер базасын түзүүгө мүмкүндүк берет.

Бодо малды идентификациялоонун ар кандай ыкмаларынын артыкчылыктары менен кемчиликтерине объективдүү баа берүү

үчүн салттуу методдор (брендинг, кулак биркалары, RFID) менен конволюциялык нейрон тармактарын колдонуу менен мурундун күзгүсүнүн үлгүлөрүн таанууга негизделген биометрикалык ыкманын ортосунда салыштырма талдоо жүргүзүлгөн. Бул талдоо каталардын ыктымалдуулугун, финансылык чыгымдардын деңгээлин, жаныбарлардын стресс абалына тийгизген таасирин жана алынган маалыматтардын ишенимдүүлүгүн камтыган негизги көрсөткүчтөрдү салыштырууга мүмкүндүк берет.

Натыйжалар 2-таблицада келтирилген, бул биометрикалык технологиялардын айкын артыкчылыктарын көрсөтөт. Идентификациянын салттуу ыкмаларынын олуттуу кемчиликтери бар: брендинг жаныбарлар үчүн стресстин жогорку деңгээли жана маалыматтардын олуттуу жоготуулары менен коштолот, кулак биркалары бузулушу же жоголушу мүмкүн, ал эми RFIDди колдонуу кошумча каржылык инвестицияларды талап кылат. Ал эми, мурундун күзгү үлгүлөрүнүн негизинде биометрикалык идентификация каталардын минималдуу ыктымалдыгы ($\leq 3\%$), ишке ашырууга чыгымдардын аздыгы жана жаныбарларга терс таасирин тийгизбеши менен мүнөздөлөт. Ошол эле учурда, маалыматтардын ишенимдүүлүгүнүн деңгээли “өтө жогору” деп бааланат, бул практикалык колдонуу үчүн бул ыкманын келечегин ырастайт.

Таблица 2 – Ири мүйүздүү малды идентификациялоонун салттуу жана биометрикалык ыкмаларын салыштыруу

Идентификация ыкмасы	Каталардын жыштыгы (%)	Орточо чыгым (бир малга, шарттуу бирдик)	Жаныбарларга тийгизген таасири	Эсептин ишенимдүүлүгү
Клейм салуу (малдын терисине ысык же муздак металл менен белги коюу)	7–10	3,5	Күчтүү стресс	Орточо
Кулак тагычтар	5–8	2,8	Орточо стресс	Орточо
RFID (радио белги)	3–6	4,2	Аз стресстик таасир	Жогору
Биометрия (мурун күзгүсүнүн узору + CNN)	≤ 3	1,9	Стресстик таасир жок	Өтө жогору

Булак: авторлор тарабынан өздүк маалыматтар жана адабияттарды талдоонун негизинде түзүлгөн (Smith et al., 2019; Wang et al., 2020; Sharma et al., 2022).

Жогорудагы 2 - таблица ири мүйүздүү малды идентификациялоонун салттуу ыкмалары (клеим салуу, кулак тагычтар, RFID) менен биометрикалык ыкманы (мурун күзгүсүнүн өзгөчө узорун колдонуу) салыштырат. Ар бир ыкма боюнча каталардын жыштыгы, бир малга кеткен орточо чыгым, жаныбарларга тийгизген таасири жана эсептин ишенимдүүлүгү көрсөтүлгөн.

Көрүнүп тургандай, салттуу ыкмалардын ар бири белгилүү кемчиликтерге ээ. Мисалы, клеим салуу жаныбарга олуттуу стресс алып келет жана каталардын жыштыгы жогору (7–10%). Кулак тагычтар орточо чыгымдуулугу менен айырмаланып, бирок алардын жоголуп кетүү же бузулуу коркунучу бар. RFID - белгилер салыштырмалуу так жана ишенимдүү болсо да, чыгымдары жогору бойдон калууда. Ал эми биометрикалык идентификация (мурун күзгүсүнүн узору + CNN технологиясы) эң төмөнкү ката жыштыгын ($\leq 3\%$) жана чыгымдуулукту (1,9 шарттуу бирдик) көрсөтүп, жаныбарларга стресстик таасир этпейт. Эң башкысы – анын эсептеги ишенимдүүлүгү «өтө жогору» деп бааланган. Бул салыштыруу биометрикалык ыкманын салттуу ыкмаларга караганда так, гумандуу жана экономикалык жактан пайдалуу экенин тастыктайт.

Экономикалык жактан баалоо идентификациялоо ыкмаларынын реалдуу натыйжалуулугун түшүнүүгө мүмкүнчүлүк берет.

Традициялык ыкмалардын чыгымдары жана жоготуулары көбүнчө жогору болуп, фермерлер үчүн кошумча финансылык жүктү жаратат. Клеим салуу эң чыгымдуу жана жаныбарга стресстик таасири күчтүү, ал эми кулак тагычтар салыштырмалуу арзаныраак болсо да, алардын жоголуу коркунучу чоң. RFID-белгилер так натыйжа бергени менен, алардын сатып алуу жана тейлөө баасы кымбатыраак.

Биометрикалык ыкма — мурун күзгүсүнүн узорун сүрөттөп CNN технологиясы аркылуу таануу — экономикалык көрсөткүчтөр боюнча эң натыйжалуу болуп чыкты. Бир малга кеткен орточо чыгым салттуу ыкмаларга салыштырмалуу 30–50% төмөн болду. Мындан тышкары, жоготуулардын деңгээли минималдуу ($\leq 3\%$), ал эми туура идентификация деңгээли 96%ке жетти. Бул көрсөткүчтөр мал чарбасында өндүрүштүк чыгымдарды кыскартууга, продукциянын сапатын жогорулатууга жана эл аралык рынокто атаандаштыкка жөндөмдүүлүктү камсыздоого өбөлгө түзөт.

Таблица 3 көрсөтүп тургандай, экономикалык эффективдүүлүк жагынан биометриялык идентификация салттуу ыкмалардан кыйла жогору турат. Ошондуктан бул технологияны фермердик чарбаларга киргизүү гана эмес, улуттук деңгээлде мал чарбасын башкаруу тутумуна интеграциялоо да өзгөчө мааниге ээ.

Таблица 3 – Ири мүйүздүү малды идентификациялоонун ыкмалары боюнча экономикалык көрсөткүчтөрдүн салыштырма анализи

Идентификация ыкмасы	Бир малга орточо чыгым (шарттуу бирдик)	Жылдык кошумча чыгым (1000 малга)	Жоготуулардын деңгээли (%)	Так идентификация (%)	Экономикалык натыйжалуулугу
Клеим салуу	3,5	3500	7–10	85	Орточо
Кулак тагычтар	2,8	2800	5–8	88	Орточо-жогору
RFID (радио-белги)	4,2	4200	3–6	92	Жогору
Биометрия (мурун күзгүсүнүн узору + CNN)	1,9	1900	≤ 3	96	Өтө жогору

Булак: Авторлор тарабынан өздүк эсептөөлөр жана адабияттардын негизинде түзүлгөн (Smith et al., 2019; Wang et al., 2020; Sharma et al., 2022).

Бул 3 - таблицада ири мүйүздүү малды ар кандай ыкмалар менен идентификациялоонун негизги экономикалык көрсөткүчтөрү салыштырылып берилген. Ар бир ыкма боюнча бир малга кеткен орточо чыгым, 1000 малга эсептелген жылдык кошумча чыгым, жоготуулардын деңгээли, туура идентификациянын пайызы жана жалпы экономикалык эффективдүүлүк көрсөтүлгөн. Көрүнүп тургандай, клейм салуу эң чыгымдуу жана жоготуулардын үлүшү жогору, ал эми туура идентификация деңгээли башка ыкмаларга салыштырмалуу төмөн (85%). Кулак тагычтар бир аз арзан болгону менен, алардын жоголуп кетүү же бузулуу коркунучу дагы эле жогору. RFID-белгилер так идентификациянын жогорку деңгээлин камсыз кылат (92%), бирок алардын баасы салттуу ыкмаларга караганда жогору бойдон калууда. Эң натыйжалуу ыкма болуп биометрикалык идентификация (мурун күзгүсүнүн узору + CNN) чыкты. Анын чыгымдары бир малга болгону 1,9 шарттуу бирдикти түзөт, жоготуулардын деңгээли эң төмөн ($\leq 3\%$), ал эми туура идентификация 96%ке жетти. Мунун натыйжасында экономикалык эф-

фективдүүлүк «өтө жогору» деп бааланат. Таблица көрсөткөндөй, биометрикалык ыкма салттуу идентификациялоого караганда чыгымдарды олуттуу кыскартат, малды эсепке алууну так жүргүзүүгө мүмкүндүк берет жана фермерлер үчүн финансылык жоготуулардын тобокелдигин төмөндөтөт.

Төмөндөгү 4 - таблицада жаныбарларды идентификациялоонун салттуу жана заманбап ыкмаларына салыштырмалуу экономикалык негиздеме берилген. Негизги параметрлери көрсөтүлөт: бир малга ишке ашыруу баасы, ыкманын кызмат мөөнөтү жана идентификациянын тактыгы. Мындай талдоо брендингге, кулак биркаларына жана RFID чиптерине салыштырмалуу биометрикалык технологиялардын артыкчылыктарын так баалоого мүмкүндүк берет. Натыйжалар көрсөткөндөй, баштапкы баасы салыштырмалуу жогору болгонуна карабастан, мурундун күзгү үлгүлөрү боюнча биометрикалык идентификация максималдуу тактыкты жана узак кызмат мөөнөтүн камсыз кылат. Бул аны мал чарбасын санариптештирүүнүн жана тармактын экономикалык эффективдүүлүгүн жогорулатуунун перспективдүү куралына айландырууда.

Таблица 4 – Бодо малды идентификациялоо ыкмаларын экономикалык жактан салыштыруу (сом)

Идентификация ыкмасы	Малдын наркы (сом)	Методдун иштөө мөөнөтү (жылдар)	Идентификациянын тактыгы (%)
Клейм салуу	150	5	70
Кулак биркалары	200	3	80
RFID чиптери	500	7	95
Биометрика (мурун күзгү үлгүсү)	300	10	98

Булагы: авторлор тарабынан түзүлгөн, Кыргыз Республикасынын Айыл чарба министрлигинин маалыматы жана ачык булактар негизинде (Айыл чарба министрлиги КР, <https://agro.gov.kg>; Улуттук статистика комитети КР, <https://stat.kg>).

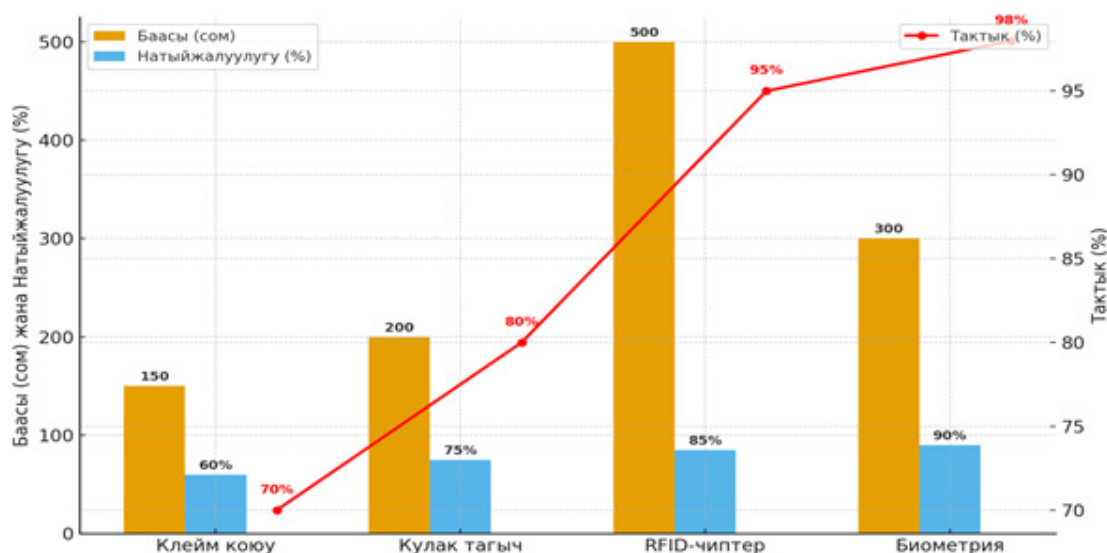
Кыргызстандын шартында ири мүйүздүү малды идентификациялоонун жана эсепке алуунун негизги ыкмаларына салыштырмалуу экономикалык талдоо 4-таблицада берилген. Ал төрт ыкманы чагылдырат: клейм коюу же салуу, кулак биркаларын колдонуу, RFID чиптерин колдонуу жана мурундун күзгүсүнүн үлгүлөрү боюнча биометрикалык идентификация. Ар бир ыкма үчүн үч негизги параметр көрсөтүлгөн: баасы (сом/жаны-

бар), тактык (%) жана натыйжалуулугу (%). Салыштырмалуу талдоо көрсөткөндөй, салттуу ыкмалар жеткиликтүү бойдон калууда, бирок тактыгы төмөн, ал эми RFID чиптери жогорку тактык менен олуттуу инвестицияны талап кылат. Биометрикалык идентификация оптималдуу балансты көрсөтөт, наркы боюнча орто орунду ээлейт, бирок тактыктын жана уюштуруучулук натыйжалуулуктун максималдуу көрсөткүчтөрүн камсыз

кылат. Жыйынтыктар биометрикалык технологияларга өтүү Кыргызстандын мал чар-

ба тармагын санариптештирүү жана экономикалык натыйжалуулугу жогорулатуунун келечектүү багыты экенин тастыктайт.

Диаграмма 1. Ири мүйүздүү малды идентификациялоо ыкмаларынын салыштырма анализи



Булагы: авторлор тарабынан түзүлгөн, Кыргыз Республикасынын Айыл чарба министрлигинин (<https://agro.gov.kg>) жана Улуттук статистика комитетинин (<https://stat.kg>) маалыматынын негизинде түзүлдү.

Кыргызстандын шартында ири мүйүздүү малды идентификациялоонун жана эсепке алуунун негизги ыкмаларына салыштырмалуу экономикалык талдоо 4-таблицада берилген. Ал төрт ыкманы чагылдырат: клейм коюу, кулак биркаларын колдонуу, RFID чиптерин колдонуу жана мурундун күзгүсүнүн үлгүлөрү боюнча биометрикалык идентификация. Ар бир ыкма үчүн үч негизги параметр көрсөтүлгөн: баасы (сом/жаныбар), тактык (%) жана натыйжалуулугу (%). Салыштырмалуу талдоо көрсөткөндөй, салттуу ыкмалар жеткиликтүү бойдон калууда, бирок тактыгы төмөн, ал эми RFID чиптери жогорку тактык менен олуттуу инвестицияны талап кылат. Биометрикалык идентификация оптималдуу балансты көрсөтөт, наркы боюнча орто орунду ээлейт, бирок тактыктын жана уюштуруучулук натыйжалуулуктун максималдуу көрсөткүчтөрүн камсыз кылат. Жыйынтыктар биометрикалык технологияларга өтүү Кыргызстандын мал чарба тармагын санариптештирүү жана экономикалык на-

тыйжалуулукту жогорулатуунун келечектүү багыты экенин тастыктайт.

Алынган жыйынтыктар ар бир ыкманын артыкчылыктарын жана чектөөлөрүн тереңирээк талдоого мүмкүндүк берет. Маселен, клейм коюу жана кулак тагыч колдонуу чыгым боюнча эң жеткиликтүү бойдон калууда, бул аларды майда фермердик чарбалар үчүн жагымдуу кылат. Бирок салыштырмалуу төмөн тактык деңгээли жана идентификациядагы ката кетирүү коркунучунун жогору болушу узак мөөнөттүү келечекте экономикалык чыгымдарга алып келет. RFID-чиптерди колдонуу тактык боюнча олуттуу артыкчылыктарды көрсөтөт, бирок окуу жабдууларына кошумча инвестициялар талап кылынат, бул ресурстары чектелүү шарттарда анын жайылышын чектейт. Ушул шартта мурун күзгүсүнүн үлгүлөрүн талдоого негизделген биометрикалык идентификация жогорку тактык деңгээлин орточо чыгымдар менен айкалыштырып, технологиялык жана экономикалык параметрлер-

дин ортосунда оптималдуу балансты камсыз кылат.

Экономикалык көз караштан алганда, биометрикалык идентификацияны киргизүү салттуу маркировка ыкмаларын тейлөөгө кеткен түз чыгымдарды гана азайтып тим болбостон, жоготуу, жасалмалоо же мал уурдоо менен байланышкан кыйыр чыгымдарды да кыскартат. Мындан тышкары, бул технология маалыматтын ачыктыгын камсыз кылып, улуттук санариптик мал эсебин түзүүнү жеңилдетет, бул Кыргызстанды глобалдык агроазык-түлүк базарына интеграциялоо шартында өзгөчө мааниге ээ.

Демек, изилдөөнүн жыйынтыктары биометрикалык идентификация технологиялык да, экономикалык да жагынан жогорку потенциалга ээ экенин ырастайт. Анын колдонулушу мал чарбачылыктын санариптик трансформациясынын негизги элементи болуп, ички жана тышкы рыноктогу продукциянын атаандаштыкка жөндөмдүүлүгүн жогорулатуунун маанилүү куралы болуп калышы мүмкүн.

Корутунду. Изилдөө ири мүйүздүү малды мурун күзгүсүнүн өзгөчө узорлору боюнча биометрикалык идентификациялоо технологиясы жогорку тактыкты (≈96–98%), уюштуруучулук натыйжалуулукту жана эко-

номикалык артыкчылыкты камсыз кылаарын көрсөттү. CNN негизиндеги моделдердин ичинен ResNet-50 эң жакшы натыйжа берди, VGG-16 жана MobileNetV2 да жогорку деңгээлдеги көрсөткүчтөрдү тастыкташты. Салыштырмалуу талдоо салттуу ыкмалар (клейм, кулак биркалары) жана RFID менен салыштырганда биометрия ката жыштыгын азайтып, чыгымдарды кыскартып, малга стресстик таасир көрсөтпөйт деген тыянакка алып келди. Кыргызстандын шартында баштапкы инвестиция орточо болгонү менен, эксплуатациялык чыгымдардын төмөндүгү жана жасалмалоо/жоготуу тобокелдигинин кыскарышы узак мөөнөттүү экономикалык натыйжалуулукту камсыздайт. Технологияны улуттук маалымат тутумдарына интеграциялоо селекцияны, ветеринардык көзөмөлдү жана продукциянын келип чыгышын көзөмөлдөөнү санариптик деңгээлде бекемдөөгө мүмкүндүк берет.

Ыраазычылык. Авторлор бул изилдөөнү жүргүзүүгө түздөн-түз жана кыйыр колдоо көрсөткөн бардык тараптарга ыраазычылык билдирет. Айрыкча, Кыргыз Республикасынын Айыл чарба министрлигине жана Улуттук статистика комитетине ачык маалымат базаларын пайдаланууга мүмкүнчүлүк бергендиги үчүн терең ыраазычылык айтылат.

Адабияттар

1. Smith, J., Brown, L., & Taylor, P. (2019). Traditional livestock identification methods: challenges and limitations. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(5), 245–253. <https://doi.org/10.1186/s40781-019-0205-3>
2. Johnson, R., & Patel, S. (2020). Economic aspects of cattle identification systems: A global review. *Agricultural Economics Review*, 41(2), 112–128. <https://doi.org/10.1007/s40100-020-00161-2>
3. Kumari, R., Singh, V., & Sharma, A. (2021). Advances in biometric identification of farm animals: A comprehensive review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106419. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106419>
4. González, J., Martínez, F., & López, D. (2022). Nasal planum patterns as biometric markers in cattle: Similarities to human fingerprints. *Livestock Science*, 260, 104987. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104987>
5. Hall, C., Watson, R., & Green, P. (2018). Permanence of biometric traits in cattle identification. *Animal Genetics Research*, 62(3), 178–185. <https://doi.org/10.1017/S2078633618000124>
6. Wang, H., Li, Z., & Chen, Y. (2020). Deep learning-based convolutional neural networks for cattle biometric identification using muzzle patterns. *Biosystems Engineering*, 192, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.02.005>
7. Ahmed, K., Ali, S., & Farooq, U. (2021). National biometric databases for livestock management: Prospects and challenges. *Sustainability*, 13(11), 6207. <https://doi.org/10.3390/su13116207>

8. FAO. (2022). Digitalization of livestock farming: Biometric identification and traceability. FAO Technical Report. Rome: Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/cb8854en>
9. Zhang, Y., & Li, M. (2021). Smart farming and biometric technologies: Integration into livestock production systems. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 675839. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.675839>
10. Sharma, P., Gupta, R., & Kumar, N. (2022). Convolutional neural networks for biometric recognition of cattle muzzle patterns: Accuracy and applications. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 6, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.03.002>

УДК 602.6:58: 57.086.13; 57:536.483

**РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА КРИОКОНСЕРВАЦИИ АПИКАЛЬНЫХ МЕРИСТЕМ
ГРЕЦКОГО ОРЕХА**

**Кушнаренко С.В. *, Рымханова Н.К., Аралбаева М.М.,
Манапканова У.А., Ромаданова Н.В.**

*Институт биологии и биотехнологии растений Комитета науки
Министерства науки
и высшего образования Республики Казахстан*

**ЖАҢҒАКТЫҢ АПИКАЛДЫҚ МЕРИСТЕМАЛАРЫҢ КРИОКОНСЕРВАЦИЯЛОО
ПРОТОКОЛУҢ ИШТЕП ЧЫГУУ**

**Кушнаренко С.В. *, Рымханова Н.К., Аралбаева М.М.,
Манапканова У.А., Ромаданова Н.В.**

*Казахстан Республикасының илим жана жогорку билим берүү министрлигинин
илим комитетинин өсүмдүктөр биологиясы жана биотехнология институту*

**DEVELOPMENT OF CRYOPRESERVATION PROTOCOL
FOR WALNUT SHOOT TIPS**

**Kushnarenko S.V. *, Rymkhanova N.K., Aralbayeva M.M.,
Manapkanova U.A., Romadanova N.V.**

*Institute of Plant Biology and Biotechnology, Science Committee of the Ministry of Science
and Higher Education of the Republic of Kazakhstan*

Аннотация. Эффективные протоколы криосохранения необходимы для долгосрочного сохранения ценных генетических ресурсов растений. Целью данного исследования была оптимизация протокола криоконсервации апикальных меристем диких форм грецкого ореха (*Juglans regia* L.), собранных в Национальном парке Сайрам-Угам (Казахстан) и сорта Milotai 10, с использованием метода витрификации PVS2. Изучено влияние продолжительности холодовой акклиматизации и времени обработки в растворе PVS2 на регенерацию после воздействия жидким азотом. Растения *in vitro* подвергались холодовой акклиматизации при переменных температурах в климатической камере (8 часов при 22°C, освещённость 10 мкмоль м⁻² с⁻¹ / 16 часов при -1°C, в темноте) в течение 1-5 недель перед витрификацией. У неакклиматизированных побегов регенерация после криосохранения не наблюдалась, тогда как холодовая акклиматизация значительно повышала уровень восстановления. Наибольшие показатели регенерации (59,9-67,8%) были получены после 5-недельной акклиматизации, что отражает оптимальную физиологическую адаптацию клеток к стрессу замораживания и оттаивания. Продолжительность обработки в растворе PVS2 также существенно влияла на жизнеспособность побегов: оптимальные результаты достигались при 80-минутной обработке, тогда как более короткие или длительные обработки снижали регенерацию вследствие недостаточной дегидратации или токсического эффекта раствора. Разработанный протокол, сочетающий 5-недельную холодовую акклиматизацию и 80-минутную обработку PVS2, обеспечил стабильную регенерацию у всех исследованных генотипов и может быть рекомендован для создания криоколлекций *J. regia*.

Ключевые слова: *Juglans regia* L.; апикальные меристемы; метод PVS2-витрификации; криоконсервация

Аннотация. Өсүмдүктөрдүн баалуу генетикалык ресурстарын узак мөөнөттүү сактоо үчүн эффективдүү криоконсервация протоколдору зарыл. Бул изилдөөнүн максаты Казакстандын Сайрам-Угам улуттук паркынан чогултулган жапайы грек жаңгагынын (*Juglans regia* L.) жана Милотай 10 сортунун апикалдык меристемаларынын криоконсервация протоколун PVS2 витрификация ыкмасын колдонуу менен оптималдаштыруу болгон. Суюк азоттун таасиринен кийин регенерацияга суукка акклиматизациянын узактыгы жана PVS2 эритмесинде иштетүү убактысынын таасири изилденди.

In vitro өсүмдүктөр витрификацияга чейин 1-5 жума бою климаттык камерада өзгөрүлмө температураларда суукка акклиматизацияланды (8 саат бою 22°C, жарыктандыруу 10 мкмоль м⁻² с⁻¹ / 16 саат бою -1°C, караңгыда). Акклиматизацияланбаган бутактарда криосактоодон кийин регенерация байкалган жок, ал эми суукка акклиматизация калыбына келтирүү деңгээлин кыйла жогорулатты. Эң жогорку регенерация көрсөткүчтөрү (59,9-67,8%) 5 жумалык акклиматизациядан кийин алынды, бул клеткалардын тондуруу жана эритүү стрессине оптималдуу физиологиялык адаптациясын чагылдырат. PVS2 эритмесинде иштетүүнүн узактыгы да бутактардын жашоо жөндөмдүүлүгүнө олуттуу таасир этти: оптималдуу натыйжалар 80 мүнөттүк иштетүүдө жетишилди, ал эми кыскараак же узак мөөнөттүү иштетүүлөр жетишсиз дегидратация же эритменин уулуу таасиринен улам регенерацияны төмөндөттү. 5-жумалык суук акклиматизацияны жана 80 мүнөттүк PVS2 иштетүүсүн айкалыштырган иштелип чыккан протокол бардык изилденген генотиптерде туруктуу регенерацияны камсыз кылды жана *J. regia* криоколлекцияларын түзүү үчүн сунушталышы мүмкүн.

Негизги сөздөр: *Juglans regia* L.; апикалдык меристемалар; PVS2-витрификация ыкмасы; криоконсервация.

Abstract. Efficient cryopreservation protocols are essential for the long-term conservation of valuable plant genetic resources of This study aimed to optimize the conditions for shoot tip cryopreservation of *Juglans regia* L. (Persian walnut) wild genotypes collected from the Sairam-Ugam National Park (Kazakhstan) and cultivar Milotai 10 using the PVS2 vitrification method. The effects of cold acclimation duration and PVS2 exposure time on post-cryogenic recovery were evaluated. *In vitro* shoots were cold-acclimated under alternating temperatures (8 h at 22°C, 10 μmol m⁻² s⁻¹ light / 16 h at -1°C, dark) for 1-5 weeks before vitrification. Non-acclimated shoots showed no regeneration after exposure to liquid nitrogen, whereas cold acclimation significantly improved regrowth. The highest regrowth rates (59.9-67.8%) were obtained after 5 weeks of cold acclimation, indicating optimal physiological adaptation to freezing stress. PVS2 treatment time had a significant effect on regrowth. 80-min treatment with PVS2 provided the best results, while shorter or longer durations reduced viability due to insufficient dehydration or cryoprotectant toxicity. The optimized protocol combining 5-week cold acclimation and 80-min PVS2 exposure ensured stable regrowth across all tested genotypes and can be recommended for the establishment of *J. regia* cryobank collections.

Keywords: *Juglans regia* L.; Shoot tips; PVS2-Vitrification; Cryopreservation

Введение. Персидский или английский орех грецкий (*Juglans regia* L.) относится к семейству Juglandaceae A. Rich. (ex Kunth) и произрастает в умеренных и субтропических регионах северного полушария [1]. В природных условиях *J. regia* встречается в юго-восточной Европе и Центральной Азии, включая Западный Тянь-Шань Казахстана, и охраняется на территории Государственного национального природного парка «Сайрам-Угам», где дикая популяция произрастает в пойме реки Угам [2-4]. За последние десятилетия наблюдается существенное сокращение естественных популяций, в частности, в Кыргызстане площадь реликтовых лесов *J. regia* уменьшилась почти вдвое [5]. В Казахстане растения *J. regia* не образуют сплошных зарослей, а встречаются небольшими группами площадью 0,6–8 га, сосредоточенными в наиболее увлажнённых участках [4, 6].

J. regia характеризуется высоким морфологическим и генетическим разнообразием [6–10],

что делает его важным источником генов устойчивости к абиотическим стрессам, болезням и вредителям, а также ценным объектом для селекции. Исследования популяции Угам выявили деревья с крупными плодами и высоким выходом ядра [6], а климатические условия юга Казахстана формируют устойчивые к морозу и засухе формы [11].

Сохранение генофонда *J. regia* требует применения современных методов, включая криоконсервацию – единственный надёжный способ долгосрочного хранения генетических ресурсов растений, особенно видов с короткоживущими или субортодоксальными семенами [12–14]. Жизнеспособность семян грецкого ореха быстро снижается из-за перекисного окисления липидов [15, 16], что делает криосохранение оптимальной стратегией. Для орехоплодных растений успешно применяются методы криоконсервации изолированных зародышевых осей [17–20].

Криосохранение апикальных меристем, изолированных из растений *in vitro*, открывает возможности клонального сохранения элитных генотипов и дикорастущих форм [12, 17, 21]. Эффективность таких протоколов во многом определяется холодовой акклиматизацией донорных растений *in vitro* [22-28]. Следует отметить, что исследования по криоконсервации апикальных меристем *J. regia* ограничены, что определяет актуальность разработки протоколов для диких казахстанских популяций.

Несмотря на эффективность криосохранения зародышевых осей, разработка протоколов для апикальных меристем имеет ключевое значение для клонального сохранения элитных и диких форм *J. regia*. Целью данного исследования было определить оптимальные условия холодовой акклиматизации донорных растений и обработка в растворе PVS2 для успешного криосохранения апексов побегов диких и сортовых форм *J. regia* методом витрификации.

Материалы и методы исследований. В качестве растительного материала использовали побеги *in vitro* трёх диких образцов *Juglans regia* (Jug 11, Jug 12, Jug 14) из природной популяции Национального природного парка «Сайрам-Угам» и сорт Milotai 10. Побеги *in vitro* культивировали в сосудах Magenta™ (PhytoTechnology Laboratories®, США) на среде Драйвера и Куньюки (Driver and Kuniyuki walnut, DKW) [29], содержащей 4,4 мМ 6-бензиламинопурина (БАП), 0,04 мМ индол-3-масляной кислоты (ИМК), 20 г/л сахарозы, 4 г/л агара и 1,75 г/л джелрайта. pH среды доводили до 5,7 и автоклавировали при 121°C в течение 20 мин. Растения *in vitro* культивировали при температуре 24°C, освещенности 25 мкмоль·м⁻²·с⁻¹, 16-ти часовом фотопериоде и пассировали на свежие питательные среды каждые 4 недели.

Холодовая акклиматизация *in vitro* растений. Четырехнедельные растения *in vitro* подвергали закаливанию при переменных температурах (8 час при 22°C, освещенность 10 мкмоль·м⁻²·с⁻¹; 16 час в темноте при -1°C) [24]. Длительность закаливания растений *in vitro* варьировала от 1 до 6 недель. Контрольные побеги выращивали без акклиматизации при стандартных условиях. Для криосохранения изолировали апикальные меристемы длиной 1,8-2,0 мм с 5-6 зачатками листьев.

Процедура криосохранения. Для криосохранения использовали метод PVS2-витрификации

[30, 31]. Изолированные меристемы предварительно культивировали в течение двух дней на среде DKW с 0,3 М сахарозой в условиях акклиматизации. Затем меристемы помещали в криопробирки (Corning®, США) с раствором (2 М глицерин + 0,4 М сахароза в жидкой среде DKW, pH 5,8) на 20 мин при 25°C, после чего обрабатывали криопротектором PVS2 (Plant Vitrification Solution #2) (30% глицерина, 15% этиленгликоля, 15% диметилсульфоксида, 0,4 М сахароза, pH 5,7) на льду в течение 30, 50, 80 или 100 мин. Криопробирки погружали в жидкий азот на 15-20 мин. Размораживание проводили в водяной бане при 45°C (1 мин), затем при 25°C (1 мин), после чего меристемы дважды промывали средой DKW с 1,2 М сахарозой и переносили на среду DKW для регенерации: первые 2 дня – в темноте, затем при стандартных условиях.

Статистический анализ. В первом эксперименте оценивали влияние длительности холодовой акклиматизации (0-6 недель) на регенерацию апикальных меристем трёх диких образцов. Далее, изучали влияние времени обработки раствором PVS2 (30, 50, 80, 100 мин) для трёх диких образцов и сорта Milotai 10.

Каждый вариант проводили в трёх повторностях по 20 апикальных меристем (n=60), контроль – 5 апексов без погружения в ЖА (n=15). Оценку регенерации (формирование новых побегов и листьев) проводили через 6 недель. Данные представлены как средние значения ± стандартная ошибка (SE). Проценты подвергали арксин-преобразованию; статистический анализ выполняли методом ANOVA в пакете SYSTAT 12.0 [32], различия считали значимыми при P < 0,05.

Результаты и обсуждение. Холодовая акклиматизация *in vitro* растений является эффективной стратегией для повышения их физиологической устойчивости к стрессу, связанному с криосохранением, и, как следствие, улучшения регенерации апексов побегов после замораживания. Продолжительность холодовой акклиматизации и время экспозиции в растворе PVS2 оказали решающее влияние на эффективность криосохранения апикальных меристем *Juglans regia*. У неакклиматизированных растений регенерация после воздействия жидким азотом отсутствовала или была крайне низкой (Рис. 1), что подтверждает важность предварительной адаптации культур к низкотемпературному стрессу.

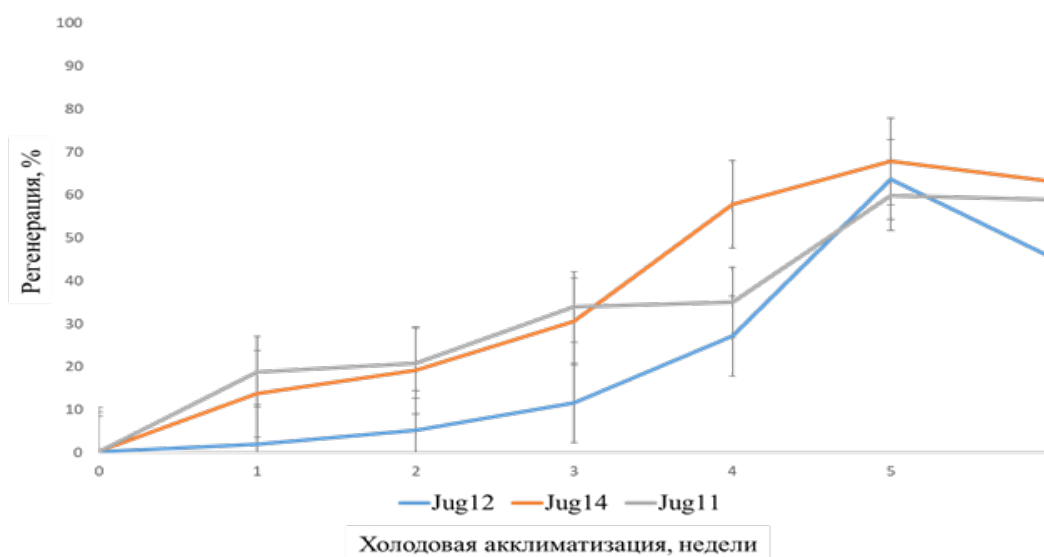


Рисунок 1 – Влияние продолжительности холодовой акклиматизации при переменных температурах (+22°C, 8 час / –1°C, 16 час) на регенерацию апикальных меристем (%) трёх диких образцов *Juglans regia* после криосохранения методом PVS2-витрификации (80 мин экспозиции)

В контрольной группе (без ЖА) уровень регенерации составлял в среднем 91,7% (от 80 до 100%). (Рис. 1).

Однонедельная акклиматизация достоверно увеличила ($P < 0.05$) регенерацию у двух из трёх исследованных диких образцов – до 13,7% у Jug 14 и 18,8% у Jug 11. Однако существенное повышение жизнеспособности наблюдалось лишь после 4-5 недель акклиматизации. Максимальные значения регенерации (59,9–67,8%) были получены после 5 недель, что соответствует оптимальному периоду акклиматизации, выявленному и для других культур умеренной зоны. Аналогичные результаты ранее были получены и при использовании метода инкапсуляции-дегидратации [33]. Однако полученные в нашем исследовании значения оказались несколько ниже данных Faraq и соавт., что может быть связано с различиями в методах [33]. Следует отметить, что метод инкапсуляции-дегидратации является более длительным и трудоёмким по сравнению с витрификацией, поскольку включает инкапсуляцию апексов в альгинат и дегидратацию до

содержания влаги около 20%, процесс, который зависит от условий среды и требует точной оптимизации. Витрификация с использованием PVS2, напротив, обеспечивает более быстрый и воспроизводимый результат при надлежащем подборе времени обработки. Это подтверждает, что именно длительная акклиматизация при переменных температурах (+22°C, 8 час / –1°C, 16 час) формирует устойчивость клеток апикальных меристем к стрессу замораживания и оттаивания. Между генотипами отмечались различия в реакции на холодовую акклиматизацию (Рис. 1). В процессе акклиматизации иногда наблюдалось пожелтение и побурение нижних листьев, но при этом верхушечные меристемы сохраняли зелёную окраску.

Продолжительность обработки апикальных меристем в растворе PVS2 также оказала значительное влияние на эффективность криоконсервации (Рис. 2).

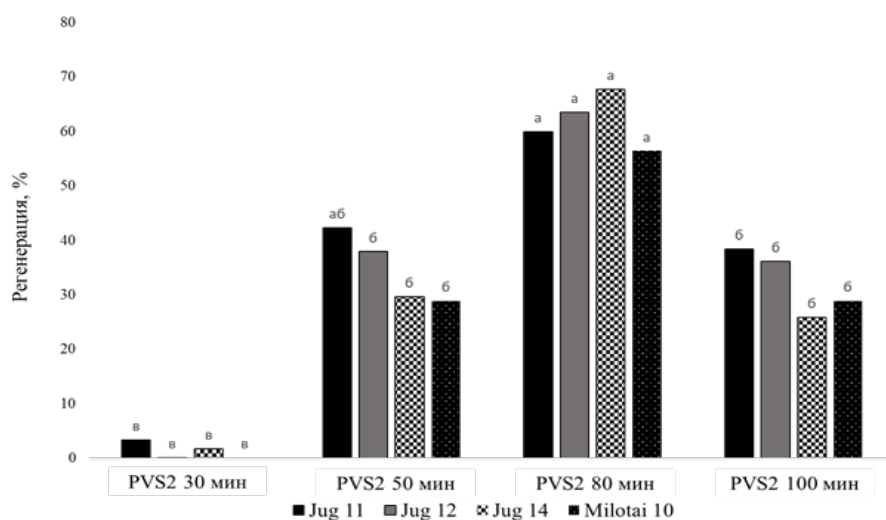


Рисунок 2 – Влияние продолжительности обработки криопротектором PVS2 (30, 50, 80 и 100 мин) на регенерацию апикальных меристем трёх диких образцов *Juglans regia* (Jug 11, Jug 12, Jug 14) и сорта Milotai 10, изолированных после 5-недельной холодовой акклиматизации. Средние значения, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются статистически при $P < 0,05$

Короткая 30-минутная обработка оказалась недостаточной для дегидратации клеток, и регенерация отсутствовала. Увеличение времени до 50 минут повышало выживаемость до 28,9-42,3%, однако только 80-минутная обработка обеспечила оптимальную дегидратацию и максимальные показатели регенерации (56,4-67,8%). Более длительная обработка (100 мин)

вызывала снижение жизнеспособности, что связано с токсичностью компонентов PVS2.

Таким образом, сочетание 5-недельной холодовой акклиматизации при переменных температурах ($+22^{\circ}\text{C}$ / -1°C) и 80-минутной обработки в PVS2 при 0°C обеспечивает оптимальные условия для криосохранения апикальных меристем *J. regia*.

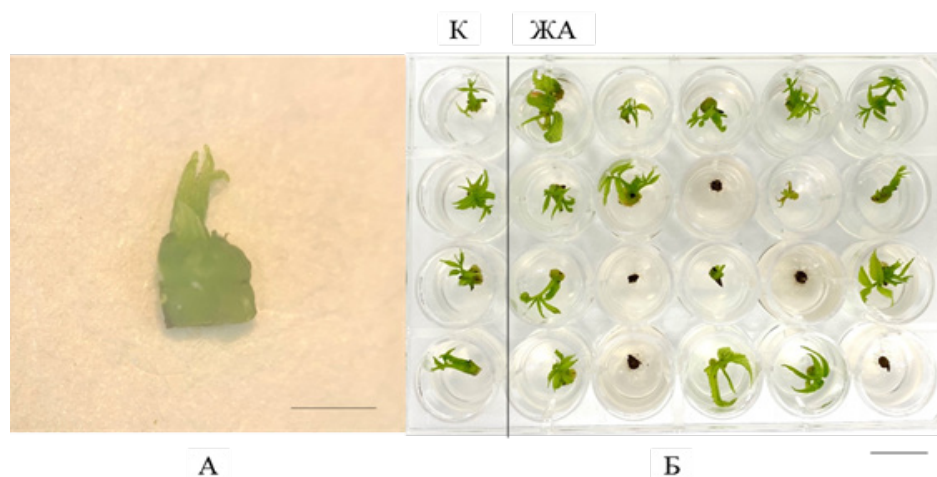


Рисунок 3 – Изолированная апикальная меристема дикорастущего образца *Juglans regia*, Jug 11 в момент изоляции (А) (шкала = 1 мм), (Б) – после обработки раствором витрификации (PVS2) в течение 80 мин, воздействия жидким азотом (ЖА) и через 3 недели после оттаивания (шкала = 1 см). К – контроль (без воздействия ЖА), ЖА– после воздействия жидкого азота

В данном исследовании апикальные меристемы, изолированные из растений *in vitro*, акклиматизировали к холоду в течение 5 недель при температуре 22°C/-1°C, затем помещали в раствор с 0,2 М глицерином и 0,3 М сахарозой на 20 минут при 25°C, после чего обрабатывали криопротектором PVS2 в течение 80 минут при 0°C и криоконсервировали методом витрификации. Этот оптимизированный протокол обеспечил в среднем 59,9% регенерации для образца Jug 11; 63,5% – для Jug 12; 67,8% – для Jug 14 и 56,4% – для сорта Milotai 10 (Рис. 1, 2, 3). Полученные результаты сопоставимы с данными по сохранению зародышевых осей *J. regia* (72,4%) и *J. nigra* (75%) [34]. Этот подход позволяет эффективно дегидратировать клетки апикальной меристемы, минимизировать повреждения при замораживании и значительно повысить посткриогенную регенерацию, что делает его перспективным для клонального сохранения генофонда как диких, так и сортовых форм грецкого ореха.

Заключение. Проведённые исследования показали, что успешное криосохранение

апикальных меристем *Juglans regia* возможно только при предварительной холодовой акклиматизации растений *in vitro*. Оптимальной продолжительностью акклиматизации является 5 недель при переменных температурах (+22 °C, 8 ч / -1 °C, 16 ч). Обработка криопротектором PVS2 в течение 80 минут оказалась наиболее эффективной для дегидратации тканей и предотвращения повреждений при замораживании и оттаивании.

Таким образом, сочетание 5-недельной холодовой акклиматизации и 80-минутной обработки в PVS2 можно рекомендовать как оптимальный протокол витрификации для криосохранения апикальных меристем *J. regia*. Полученные результаты могут быть использованы при разработке эффективных схем долгосрочного хранения генофонда орехоплодных культур.

Финансирование: исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Научно-техническая программа BR21882024).

Список литературы

1. Manning WE (1978) Annals of the Missouri Botanical Garden, 1058-1087.
2. McGranahan G & Leslie CA (1991) Acta Horticulturae 290, 907-974. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.290.20>
3. Aradhya M, Woeste K & Velasco D (2010) Acta Horticulturae 861, 127-132. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.861.16>
4. Baitenov MS (2001) in Flora of Kazakhstan. Generic Complex of Flora, (ed) IO Baitulin, Gylym, Almaty, Kazakhstan 2, p. 58.
5. Torokeldiev N, Ziehe M, Gailing O, Finkeldey R (2019) Tree Genetics & Genomes 15, 5-16. <https://doi.org/10.1007/s11295-018-1311-8>
6. Utegenova GA, Kushnarenko SV, Kalybaev KR, Shorauly B & Ogar NP (2019) Research, results 2, 276-285.
7. Martinez ML, Labuckas DO, Lamarque AL & Maestri DM (2010) Journal of the Science of Food and Agriculture 90, 1959-1967. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4059>
8. Roor W, Konrad H, Mamadjanov D & Geburek T (2017) Journal of Heredity 108, 391-404. <https://doi.org/10.1093/jhered/esw122>
9. Bernard A, Lheureux F & Dirlewanger E (2018) Tree Genetics & Genomes 14, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1214-0>
10. Pollegioni P, Woeste KE, Chiocchini F, Olimpieri I, Tortolano V, Clark J, Hemery GE, Mapelli S & Malvolti ME (2014) Tree Genetics & Genomes 10, 1027-2043. <https://doi.org/10.1007/s11295-014-0740-2>
11. Climate data. Available online: <https://geotsy.com/ru/kazakhstan/sajram-ugamskij-nacional-nyj-park-71446/pogoda-i-klimat> (accessed on 25 September 2025)
12. Pence V, Ballesteros D, Walters C, Reed BM, Philpott M, Dixon KW, Pritchard HW, Culley TM & Vanhove AC (2020) Biological Conservation 250, 108736. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108736>
13. Colville L & Pritchard HW (2019) New Phytologist 224, 557-562. <https://doi.org/10.1111/nph.16006>

14. Bonner FT (1990) *Forest Ecology and Management* 35, 35-43. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(90\)90230-9](https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90230-9)
15. Bonner FT (2008) in *The Woody Plant Seed Manual*, (eds) FT Bonner & RB Karrfalt, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington DC, pp. 601-606.
16. de Boucaud MT & Brison M (1995) in *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 32, (ed) YPS Bajaj, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 129-147. https://doi.org/10.1007/978-3-662-03096-7_8
18. Reed BM (2008) in *Plant Cryopreservation. A Practical Guide*, (ed) BM Reed, Springer Science + Business Media, LLC, New York, pp. 3-13. https://doi.org/10.1007/978-0-387-72276-4_1
17. Normah MN & Makeen AM (2008) in *Plant Cryopreservation. A Practical Guide*, (ed) BM Reed, Springer Science + Business Media, LLC, New York, pp. 211-240. https://doi.org/10.1007/978-0-387-72276-4_10
18. Reed BM & Hummer KE (2001) *Acta Horticulturae* 566, 77-79. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.556.24>
19. Ballesteros D & Pence VC (2019) *Cryobiology* 88, 110-113. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2019.04.005>
20. Bettoni JC, Bonnard R & Volk GM (2021) *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 144, 21–34. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01846-x>
21. Roque-Borda CA, Kulus D, Vacaro de Souza A, Kaviani B & Vicente EF (2021) *International Journal of Molecular Sciences* 22, 6157-6189. <https://doi.org/10.3390/ijms22116157>
22. Wu Y, Engelmann F, Zhao Y, Zhou M & Chen S (1999) *CryoLetters* 20, 121-130.
23. Paul H, Daigny G & Sangwan-Norreel B (2000) *Plant Cell Reports* 19, 768-774. <https://doi.org/10.1007/s002990000195>
24. Reed BM (1988) *CryoLetters* 9, 166-171.
25. Reed BM (1989) *CryoLetters* 10, 315-322.
26. Reed BM (1993) *Cryobiology* 30, 179-184.
27. Chang Y & Reed BM (2000) *Cryobiology* 40, 311-322. <https://doi.org/10.1006/cryo.2000.2251>
28. Kushnarenko SV, Romadanova NV & Reed BM (2009) *CryoLetters* 30, 47-54.
29. Driver JA & Kuniyuki AH (1984) *HortScience* 12, 507-509.
30. Sakai A, Kobayashi S & Oiyama I (1990) *Plant Cell Reports* 9, 30-33. <https://doi.org/10.1007/BF00232130>
31. Sakai A, Hirai H & Niino T (2008) in: *Plant Cryopreservation. A Practical Guide*, (ed) BM Reed, Springer Science + Business Media, LLC, New York, pp. 33-57. https://doi.org/10.1007/978-0-387-72276-4_3
32. SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc., San Jose, CA, Statistics software. <https://systatsoftware.com/>
33. Faraq KM, Nagy NMN, Soliman HI & Ahmed MEE (2012) *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 6, 626-635.
34. Kushnarenko SV, Romadanova NV, Turdiyev TT, Aralbayeva MM & Kalybayev KR (2022) *Eurasian Journal of Ecology* 71, pp. 72-80. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v71.i2.07>

УТВЕРЖДЕНО
Постановлением Президиума НАН КР
от 25 мая 2016 года № 25
(В редакции постановлений от 25 марта 2025 года № 9)

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ

Редакция журнала «Известия НАН КР» убедительно просит авторов руководствоваться приводимыми ниже правилами и ознакомить с ними, прежде чем предоставят статьи в редакцию. Работы, оформленные без соблюдения этих правил, возвращаются без рассмотрения.

1. Журнал публикует сообщения об исследованиях в области технических, естественных и общественных наук, авторами которых являются академики, члены-корреспонденты, научные сотрудники, иностранные члены НАН КР и другие.

Статьи публикуются в электронных и бумажных вариантах. Электронная версия журнала будет размещаться на сайте **www.ilim.naskr.kg**.

2. Для опубликования статьи в журнале необходима рецензия, представленная доктором наук по соответствующей специальности в печатном и электронном варианте.

3. Письмо в произвольной форме на имя главного редактора журнала «Известия НАН КР», Президента НАН КР Абдрахматова К.Е.

4. Авторы должны предоставить индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагаются фамилии авторов на трех языках (**русском, кыргызском, английском**), а также электронные версии текста статей и рисунков.

5. В начале статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии, имена, отчества, научные звания и регалии всех авторов. В конце статьи продублировать указанные данные, добавив почтовый индекс, **номера телефонов (служебный, домашний, мобильный), факс и электронную почту, место работы, адрес (страна, город), каждого автора на трех языках (кыргызский, русский и английский)**. Необходимо также указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

6. Авторы в обязательном порядке прописывают названия темы статей, аннотации и ключевые слова на русском, кыргызском и английском языках. Носитель – Диск или флеш-карта.

7. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что она принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с исходным экземпляром, а также с ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта.

8. Редакция журнала «Известия НАН КР» принимает сообщения объемом до **15 печатных листов, размер шрифта – 14-й через 2 интервала**. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей. Каждый рисунок должен сопровождаться подписью независимо от того, имеется ли в тексте его описание. Страницы должны быть пронумерованы. В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть набраны и вписаны крупно и четко. Следует избегать громоздких обозначений. Занумерованные формулы обязательно включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

9. Ссылки в тексте на цитированную литературу даются в квадратных скобках, например [1]. Список литературы приводится в конце статьи. **Для книг:** фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, издательство, год издания, том или выпуск и общее количество страниц. **Для периодических изданий:** фамилия и инициалы автора, название журнала, год издания, том, номер, первая и последняя страницы статьи. Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных.

10. Электронный вариант статей и предоставленных рецензий высылаются авторами на почту **ilimbasma@mail.ru**.

11. Не принятые к публикации работы авторам не высылаются.

12. Статьи и материалы, отклоненные редколлегией, повторно не рассматриваются.

13. Для покрытия расходов на публикацию материалов сумма оплаты за публикацию статьи составляет для авторов, не являющихся членами НАН КР – 1500 сомов; для авторов из стран СНГ – 50 долларов США; для авторов из стран дальнего зарубежья – 60 долларов США.

Издательская группа:
*директор М.А.Токтоболотов (руководитель),
Ж.И. Кочкорбаева, В.А. Закирова, Н.Табылды кызы*

Подписано в печать 15.11.2025 г. Формат 60×84 ¹/₈.
Печать офсетная.
Тираж 100 экз.



Издательский центр «Илим» НАН КР
720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265а