

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ПАМИРСКИЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМ. АКАДЕМИКА Х.Ю. ЮСУФБЕКОВА**

На правах рукописи



УДК: 582.47:581.1:581.5(575.32)

ББК: 28.592.7 + 28.57 (5Тадж)

К: - 11

КУРБОНБЕКОВ ДЖАМШЕД ШАФТОЛИЕВИЧ

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ
И ВЫЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ИХ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ
ВЫСОКОГОРЬЯ ПАМИРА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук
по специальностям 1.5.18.Ботаника,
1.5.12. Физиология и биохимия растений

Хорог –2026

Диссертация выполнена в Памирском ботаническом саду им. А.В.Гурского и Лаборатории экспериментальной экологии растений Памирского биологического института им. академика Х.Юсуфбекова НАНТ.

Научные руководитель:

Наврузшоев Довутшо - доктор биологических наук, главный научный сотрудник Памирского биологического института им. академика Х.Юсуфбекова НАНТ.

Научный консультант:

Сафаралихонов Айнулло Бародархонович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией экспериментальной экологии растений Памирского биологического института им. академика Х. Юсуфбекова НАНТ.

Официальные оппоненты:

Сатторов Рахматулло Бобоевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ботаники и дендрологии. Таджикского национального университета.

Давлатбек Сухайло Худоёрбек – кандидат биологических наук, декан биологического факультета Хорогского государственного университета имени М.Назаршоева

Ведущая организация:

Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ.

Защита диссертации состоится «16» декабря 2026 года, в 9.00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-086 при Хорогском государственном университете имени М. Назаршоева по адресу 736000, Республика Таджикистан г. Хорог, пр. Ш. Шохтемура, 109. Тел: + 992935834619, E-mail: tahmina88@inbox.ru

С содержанием диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева и на сайте www.khogu.tj

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

**Учёный секретарь
Диссертационного совета,**

Кандидат биологических наук, доцент



Содаткадамова Т.М.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Хвойные растения играют важную роль в поддержании устойчивости горных экосистем, регулировании водного баланса и предотвращении эрозии почв. В условиях глобального изменения климата изучение их эколого-физиологических особенностей приобретает особую значимость, прежде всего в аридных и экстремальных условиях высокогорья.

Западный Памир, и в частности территория Памирского ботанического сада им. А.В. Гурского (ПБС), представляет собой уникальный природный полигон для изучения адаптационных механизмов хвойных растений. Здесь сочетаются резкие перепады температур, высокая интенсивность ультрафиолетовой радиации, дефицит атмосферных осадков и короткий вегетационный период. Эти факторы обуславливают жёсткий экологический отбор.

Несмотря на многолетнюю историю интродукционной деятельности сада, комплексные исследования водного режима, транспирации, засухо- и зимостойкости, а также репродуктивной биологии хвойных растений в условиях Западного Памира до настоящего времени носят фрагментарный характер. Это затрудняет научно обоснованный отбор перспективных видов для интродукции, озеленения и лесовосстановления в регионе.

Таким образом, комплексное эколого-физиологическое изучение хвойных растений ПБС им. А.В. Гурского, выявление механизмов их адаптации к экстремальным условиям высокогорья и разработка рекомендаций по их интродукции и размножению имеют как теоретическое, так и практическое значение, что и обусловило выбор темы настоящего исследования.

Степень научной разработанности изучаемой проблемы. Хвойные растения являются одним из основных компонентов озеленения городов и населённых пунктов. Они также выполняют почвозащитную функцию, предохраняя почву от водной и ветровой эрозии. На Западном Памире вследствие сильной расчленённости рельефа и скалистости водная и ветровая эрозия является частым явлением. При этом в естественных условиях хвойные растения имеют здесь крайне ограниченное распространение.

Исследования древесных интродуцентов ранее проводили М.Л. Запрыгаев и Х.Ю. Юсуфбеков. Позднее Л.П. Макаренкова детально изучила биологические особенности хвойных интродуцентов в условиях ПБС им. А.В. Гурского. Ею исследован онтогенез хвойных растений и дана оценка их способности к росту, развитию и устойчивости в новых условиях. Эти работы заложили основы успешной интродукции хвойных пород в регионах с неблагоприятными климатическими условиями.

Изучение эколого-физиологических особенностей хвойных растений позволяет рекомендовать их для озеленения населённых пунктов, создания почвозащитных террас и расширения площади лесных насаждений этих ценных пород на Западном Памире.

Связь исследования с программами (проектами) и научной тематикой. Тема диссертационной работы соответствует приоритетным научным направлениям, отражённым в следующих нормативных актах Республики Таджикистан: «Программа инновационного развития Республики Таджикистан на 2011–2020 гг.»; Постановление Правительства Республики Таджикистан от 3 марта 2010 г. № 167 «Об изучении, охране и устойчивом использовании биологического разнообразия, генофонда растений и животных, биологических ресурсов»; Указ Президента Республики Таджикистан от 31 января 2020 г. № 1445 об объявлении 2020–2040 гг. «Двадцатилетием изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования».

Работа выполнена в 2006–2022 гг. в соответствии с планом государственных бюджетных НИР Памирского биологического института им. Х.Ю. Юсуфбекова НАНТ в рамках следующих научно-исследовательских проектов: -«Сохранение и пополнение коллекции древесно-кустарниковых и травянистых растений Памирского ботанического сада им. А.В. Гурского» (ГР 0105ТД264, 2006–2010 гг.); - «Изучение эколого-биологических особенностей растений Памирского ботанического сада, их инвентаризация и разработка технологии выращивания перспективных видов» (ГР 0102ТД916, 2011–2015 гг.);- «Устойчивое управление растительными ресурсами Западного Памира» (ГР 0116ТД00753, 2016–2020 гг.); - «Влияние спектрального состава света на физиолого-биохимические показатели растений высокогорий в связи с изменением климата» (ГР 0116ТД00750, 2016–2020 гг.); -«Изучение коллекции Памирского ботанического сада, определение видов и сортов, устойчивых к засухе и изменению климатических факторов» (ГР 0127ТД264, 2021–2025 гг.); -«Влияние экологических факторов на формирование механизмов адаптации растений в условиях высокогорья» (ГР 0121ТД1263, 2021–2025 гг.).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — выявление механизмов адаптации хвойных растений к условиям Западного Памира на основе изучения их эколого-физиологических особенностей.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Изучить морфолого-анатомическое строение хвойных растений.
2. Исследовать суточный и сезонный ритм транспирации хвойных растений.
3. Определить устойчивость исследуемых видов к зимним холодам и засухе.
4. Изучить семенную продуктивность хвойных деревьев.
5. Исследовать семенное и вегетативное размножение хвойных растений и установить сезонный ритм их роста и развития в Памирском ботаническом саду им. А.В. Гурского.

Объекты исследования: можжевельник шугнанский (*Juniperus schugnanica* Kom.) — местный вид; ель колючая (*Picea pungens* Engelm.); ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.); пихта Нордмана (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach); можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana* L.); туя западная (*Thuja occidentalis* L.); биота восточная (*Platycladus orientalis* (L.) Franco); сосна гималайская (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Предмет исследования — эколого-физиологические механизмы адаптации хвойных растений к условиям высокогорья Памира.

Научная новизна исследования. Впервые на основе эколого-физиологических особенностей изучены механизмы адаптации хвойных деревьев к условиям высокогорья Памира. Впервые проведено анатомическое исследование хвои ряда хвойных видов и выявлены их адаптационные механизмы. С целью выявления физиологических механизмов адаптации определены транспирационный коэффициент и водный режим пихты Нордмана и можжевельника шугнанского в Памирском ботаническом саду им. А.В. Гурского. Впервые в условиях Западного Памира определена семенная продуктивность хвойных растений. Изучено влияние УФ-облучения семян хвойных растений на скорость их прорастания. Дана оценка засухоустойчивости хвойных растений в условиях Западного Памира по пятибалльной шкале. Впервые в условиях высокогорья проведены исследования семенного размножения хвойных пород в закрытом грунте.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Выявленные морфолого-анатомические особенности и эколого-физиологические механизмы адаптации изученных хвойных растений обеспечивают их устойчивость к основным стрессовым факторам высокогорья: низким температурам, морозам и засухе. Наиболее зимостойкие и засухоустойчивые из них являются перспективными для озеленения в условиях Западного Памира.

2. Установленные закономерности суточной и сезонной динамики расхода воды на транспирацию у разных видов хвойных растений Памирского ботанического сада раскрывают особенности и степень их приспособленности к засушливым условиям высокогорья.

3. Оптимальные сроки семенного и вегетативного размножения хвойных растений в условиях Западного Памира определяются особенностями их сезонного роста и развития, а также способом предпосевной обработки семян. Длинноволновое УФ-облучение повышает всхожесть и энергию прорастания семян, тогда как коротковолновое, напротив, снижает эти показатели по сравнению с контролем (необлучёнными семенами).

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования

Теоретическая значимость. Изучение морфолого-анатомического строения, водного режима и семенной продуктивности хвойных растений, а также разработка способов их посева и размножения позволяют глубже понять механизмы адаптации этих растений к засушливым условиям Западного Памира. Результаты исследования могут быть использованы в преподавании ботаники, экологии и физиологии растений в высших учебных заведениях республики.

Практическая значимость. Полученные данные об анатомическом строении, семенной продуктивности и транспирационном коэффициенте хвойных растений, а также усовершенствованные способы их размножения позволяют обоснованно подбирать виды для различных микроклиматических условий Западного Памира как для озеленения, так и для защиты почв от эрозии.

Степень достоверности результатов. Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются применением современных эколого-физиологических и ботанических методов исследования. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных конференциях и семинарах в 2007–2025 гг.

Личный вклад соискателя. Соискателем лично проведён анализ литературы по эколого-физиологическим механизмам адаптации хвойных растений к различным условиям среды, выполнены все полевые эксперименты и лабораторные анализы с использованием апробированных методик. Подготовка научных статей и тезисов, а также написание диссертации осуществлялись соискателем под руководством научных руководителей.

Апробация и реализация результатов диссертации. Материалы диссертации докладывались на расширенных заседаниях Учёного совета Памирского биологического института им. акад. Х.Ю. Юсуфбекова НАНТ (2006–2025 гг.) и на ежегодных технических советах лабораторий института. Результаты исследования были представлены на следующих конференциях: -международной научно-практической конференции «Экологические особенности биологического разнообразия» (Душанбе, 2012–2022); - международной научно-практической конференции «Экология и устойчивое

природопользование» (Томск, Россия, 2019); -республиканской научно-практической конференции «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов» (Душанбе, 2019); -республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы естественных наук» (Душанбе, 2021); -международной научно-практической конференции «Развитие и становление экспериментальной биологии в Таджикистане» (Душанбе, 2022);

- международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Сибири и Монголии» (Омск, Россия, 2022); -республиканской научной конференции «Биоразнообразие горных экосистем в условиях глобального изменения климата» (Душанбе, 2025).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 19 научных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых журналах, включённых в перечень ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 168 страницах компьютерного текста и состоит из введения, шести глав, выводов и списка использованной литературы, включающего 163 источников отечественных и зарубежных авторов. Работа содержит 53 таблицы и 70 рисунков.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диссертационная работа является итогом многолетних исследований (2007–2025 гг.). В ней представлены результаты изучения эколого-физиологических механизмов адаптации хвойных растений к условиям высокогорья Памира и рекомендованы виды хвойных для озеленения населённых пунктов и укрепления берегов в районах Западного Памира.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили: можжевельник шугнанский (*Juniperus schugnanica* Kom.) — местный вид; ель колючая (*Picea pungens* Engelm.); ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.); пихта Нордмана (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach); можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana* L.); туя западная (*Thuja occidentalis* L.); биота восточная (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco); сосна гималайская (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Исследования проводились на территории Памирского ботанического сада им. А.В. Гурского Памирского биологического института им. Х.Ю. Юсуфбекова Национальной академии наук Таджикистана. Сад расположен на высоте 2320 м над уровнем моря. Рельеф территории типично высокогорный, с крутыми склонами, террасами и скальными выходами. Климат резко континентальный, горный: зима холодная, с мощным снежным покровом, лето тёплое и сухое [8, с. 158].

Анатомические исследования проводили с помощью цифрового оптического микроскопа Olympus BX52 при максимальном увеличении ×1000. Измерения выполняли в программе ImageExpert Pro. Интенсивность транспирации определяли методом быстрого взвешивания срезанной хвои по Л.А. Иванову [15, с. 171]. Зимостойкость и морозоустойчивость оценивали по пятибалльной шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой [24, с. 56]: каждому признаку присваивали балл от 1 (слабое проявление признака, низкая устойчивость) до 5 (сильное проявление признака, высокая устойчивость). Ритм роста и развития растений изучали по методике Главного ботанического сада РАН. Всхожесть семян определяли в термостате согласно ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести». Черенкование проводили по методикам В.П. Иванова [15, с. 72] и Л.П. Макаренковой [21, с. 20]. Статистическую обработку данных

выполняли в программах Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007. Критический уровень значимости принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анатомическое строения хвойных растений. Процесс потребления древесиной воды из почвы тесно связан со строением листового аппарата. Следовательно, рассмотрение взаимосвязи развития листового аппарата с транспирацией и водным режимом, а также объяснение механизмов адаптации растений к засухе и холоду помогает объяснить анатомическое исследование хвойных деревьев. Анатомические исследования по изучению листа сосны гималайской показали, что устьичный аппарат имеет овальное строение. Длина устьиц 1663 мкм, ширина 2557 мкм (Рис.1-3). У можжевельника шугнанского устьичный аппарат также имеет продолговатое строение. Устьичная щель имеет 313 мкм в длину. Размер устьичного аппарата ели колючей 1035 мкм в длину и 974 мкм в ширину, у м. виргинского размер устьиц при 1000 кратном увеличении длина 4928 мкм и 3332 мкм (Рис. 1-3).



Рисунок 1. - Устьице м. шугнанского, 200 х

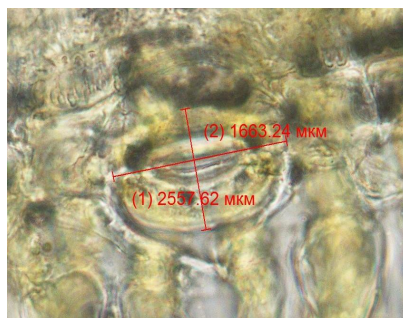


Рисунок 2. - Устьице сосны гималайской, 400х

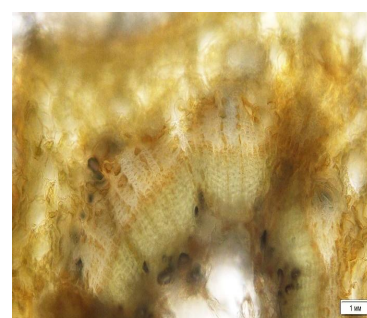


Рисунок 3. - Проводящие пучки ели колючей

На поперечном срезе хорошо видны клетки эпидермиса, гиподермы и паренхимные клетки листа ели европейской. Исследованиями выявлено, что эпидермис у большинства хвойных покрывается толстой кутикулой. Стенки ее клеток очень толстые и одревесневшие. Одревесневают даже стенки замыкающих клеток сильно заглублённых устьиц. Эпидерма и гиподерма придают хвоинке жёсткость и прочность, надёжно защищают ее ткани от потери воды.

Под эпидермисом расположен слой клеток, которые формируют гиподерму. В зависимости от толщины гиподермы можно определять адаптацию растений к засухе, потому что клетки гиподермы накапливают воду, тем самым помогают адаптироваться растениям к засухе. Чем толще гиподерма, тем сильнее растение переносит засуху. Исследования показали, что у сосны гималайской, ели колючей, биоты восточной, ели европейской и можжевельника шугнанского гиподерма намного развитее, чем у других видов, следовательно, растения более адаптированы к засухе. На рисунке показано формирование второго слоя гиподермы у ели европейской. При 1000х увеличении размер клетки гиподермы у ели европейской составляет 2035 мкм длины и 1831 мкм ширины

Флоэма и ксилема расположены в мезофилл листа в виде проводящих пучков. Как видно из рисунков 1-3. ксилема обращена к внешней части, а со внутри расположена флоэма. Между эндодермой и этими коллатеральными пучками находятся трансфузионная ткань, роль которой заключается в обеспечении перевода веществ между мезофиллом листа и проводящими пучками. Наиболее хорошо адаптированы к климату Западного Памира биота восточная, сосна гималайская и ель колючая. Их устьичный аппарат также приспособлен для

меньшего выделения влаги, тем самым обладает большей водоудерживающей силой и не создаёт дефицит воды как это наблюдается у пихты нормандской.

На поперечном срезе хвои ели европейской хорошо различимы клетки эпидермиса, гиподермы и мезофилла. Эпидермис хвойных, как правило, покрыт толстой кутикулой, а стенки его клеток сильно утолщены и одревесневают. Одревесневают даже стенки замыкающих клеток глубоко погружённых устьиц. Эпидермис и гиподерма придают хвое жёсткость и прочность и надёжно защищают её ткани от потери воды.

Под эпидермисом расположен слой клеток гиподермы. Степень её развития может служить показателем засухоустойчивости: чем мощнее гиподерма, тем выше ксероморфность хвои и тем лучше растение переносит засуху. Исследования показали, что у сосны гималайской, ели колючей, ели европейской, биоты восточной и можжевельника шугнанского гиподерма развита значительно сильнее, чем у других изученных видов, что свидетельствует об их большей приспособленности к засухе. У ели европейской отмечено формирование второго слоя гиподермы. На рисунке показано формирование второго слоя гиподермы у ели европейской. При 1000х увеличении размер клетки гиподермы у ели европейской составляет 2035 мкм длины и 1831 мкм ширины

Ксилема и флоэма образуют коллатеральные проводящие пучки, расположенные в центральном цилиндре хвои, который отделён от мезофилла эндодермой. Ксилема обращена к верхней (адаксиальной) стороне хвои, флоэма — к нижней (абаксиальной) (рис. 1–3). Между эндодермой и проводящими пучками находится трансфузионная ткань, обеспечивающая транспорт веществ между мезофиллом и проводящими пучками.

Наиболее приспособленными к климату Западного Памира по анатомическим признакам оказались биота восточная, сосна гималайская и ель колючая. Строение их устьичного аппарата способствует снижению потерь влаги, благодаря чему у этих видов не возникает водного дефицита, наблюдаемого у пихты Нордмана.

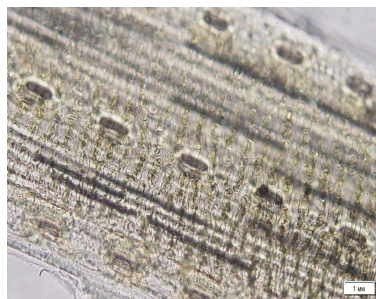


Рисунок 4. - Смоляные ходы сосны гималайской 400х увеличение

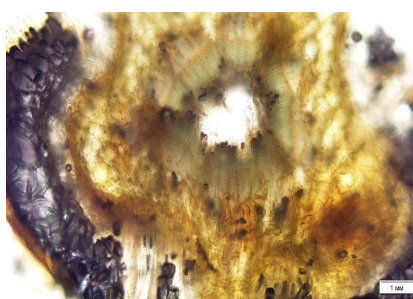


Рисунок 5. - Место формирования смолы у ели колючей

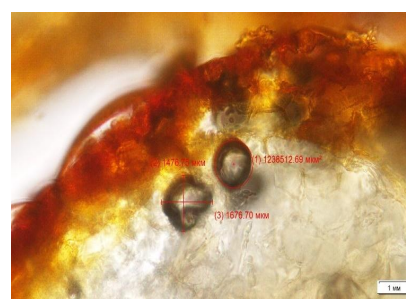


Рисунок 6. - Строение семян м. виргинского

Анатомическое строение хвои позволяет также объяснить ещё один физиологический процесс — смолообразование, связанное с защитой растений от болезней и вредителей (табл. 1). На рисунках 4–5 видны смоляные ходы ели колючей и сосны гималайской. Они выстланы эпителием из секреторных клеток и тянутся вдоль всей хвоинки.

У большинства изученных видов в условиях Западного Памира период смолообразования приходится на июнь. Смола выделяется на поверхность хвои, а у можжевельников также на поверхность шишкоягод, и защищает их от болезней и вредителей.

Хвою покрывает толстая кутикула с восковым налётом, которая предохраняет её от высыхания в засушливых условиях. Такие условия возникают как в жаркий летний период, так и в сухой морозный зимний период. Таким образом, один из механизмов адаптации

состоит в формировании мощного слоя кутикулы, который снижает потерю воды и тем самым защищает растения от засухи.

Анатомическое исследование показало, что ель колючая, биота восточная и сосна гималайская, обладающие мощной гиподермой, отличаются большей засухоустойчивостью. Почти у всех изученных видов хорошо развиты смоляные ходы и отмечено интенсивное смолыделение (табл. 1).

Таблица 1. - Анатомические показатели объектов исследования
(оценка по пятибалльной шкале)

№	Признаки	биота восточная	ель западная	можжевельник шугнанский	можжевельник виргинский	сосна гималайская	пихта нордманская	ель колючая	ель обыкновенная
1	Толщина кутикулы	4	3	5	5	4	3	5	3
2	Плотность устьиц	3	3	5	5	4	3	5	3
3	Гиподерма	5	3	5	5	4	3	5	3
4	Восковой налёт	4	2	4	4	3	2	5	2

*1. Самый низкий показатель, 5. Самый высокий показатель

Водный режим и транспирация хвойных растений в Памирском ботаническом саду им. А.В. Гурского

Водопотребление древостоя тесно связано с его водным режимом и развитием листового аппарата. Поэтому изучение взаимосвязи развития листового аппарата, транспирации и водного режима представляет интерес для уточнения расчётов суммарного испарения.

Интенсивность транспирации хвойных изучали с мая по сентябрь. В первой декаде мая в утренние часы (8:00–8:30) при температуре воздуха 18 °С и относительной влажности 26 % интенсивность транспирации у пихты Нордмана составила 1607 мг/г, у ели колючей — 2106,5 мг/г. С 10:30 до 12:20 при температуре 26 °С и влажности 30 % эти значения возросли до 2136,1 мг/г у пихты и 3361,9 мг/г у ели. После 13:30 интенсивность транспирации постепенно снижалась.

В начале второй декады мая в утренние часы (8:00–8:30) интенсивность транспирации у пихты Нордмана составила 482,4 мг/г, у ели колючей — 2414,5 мг/г. С 10:30 до 12:20 при температуре воздуха 20,1 °С, влажности 30,6 % и температуре почвы 18 °С интенсивность транспирации у пихты была ниже, чем в первой декаде, и составила 839 мг/г, тогда как у ели колючей она была значительно выше — 3456 мг/г.

В третьей декаде мая интенсивность транспирации у ели колючей значительно превышала показатели пихты Нордмана. Максимум у ели наблюдался в 12:00 и составил 5395,2 мг/г при температуре воздуха 24 °С и влажности 20 %. У пихты Нордмана в это же время транспирация составила лишь 1894,1 мг/г (рис. 7).

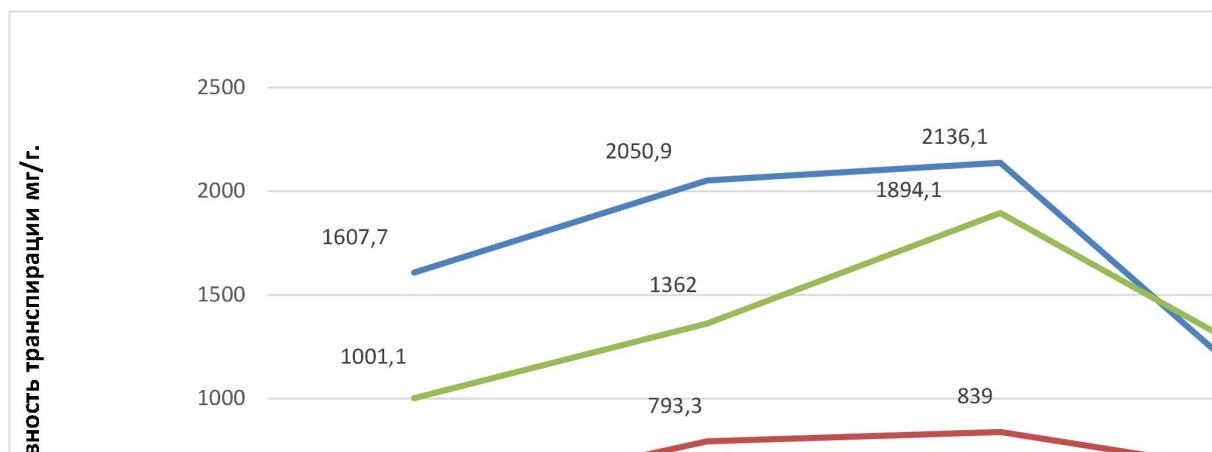


Рисунок 7. - Интенсивность транспирации хвои пихты нордманской в мае месяце

В июне интенсивность транспирации у обоих видов резко возросла с 8:00 до 12:00: у ели колючей — с 1433,1 до 5037,8 мг/г, у пихты Нордмана — с 416,5 до 2796,9 мг/г. К 14:00 отмечалось резкое снижение транспирации: у ели колючей до 2436,5 мг/г, у пихты Нордмана до 1110,6 мг/г. Далее транспирация постепенно уменьшалась и к 18:00 составляла 756,8 мг/г у ели и 432,3 мг/г у пихты. Относительная влажность воздуха в утренние часы составляла 50 %, а к 12:00 при температуре воздуха 28,0 °С снижалась до 15 %. Под действием прямой солнечной радиации вокруг растений формировалась очень сухая приземная атмосфера.

Максимальная интенсивность транспирации отмечена в июле. Уже в утренние часы (8:00) у ели колючей она была выше, чем в другие месяцы, и составляла 3042,2 мг/г, а к 12:00 достигала 8041,6 мг/г. Через два часа наблюдался резкий спад до 1647,5 мг/г (рис. 8), и с 14:00 до 18:00 транспирация продолжала снижаться. У пихты Нордмана к 18:00 этот показатель составлял 460,6 мг/г.

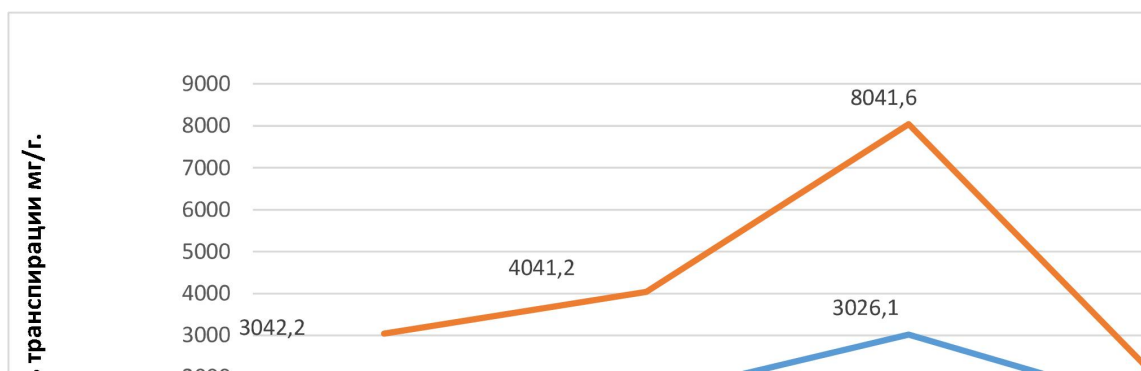


Рисунок 8. - Интенсивность транспирации пихты нордманской и ели колючей в июле

Высокая утренняя интенсивность транспирации отмечалась и во второй декаде июля: у ели колючей при температуре воздуха 25 °С и влажности 35 % она составляла 3395,6 мг/г. До 12:00 транспирация изменялась незначительно, затем к 14:00 резко снижалась до 1064,8 мг/г и оставалась на этом уровне до 18:00. В дневные часы температура воздуха достигала максимума (31 °С), а относительная влажность снижалась до минимума. Кроме того, окружающие горы и

скальные выходы днём сильно нагреваются и отдают тепло, что дополнительно понижает влажность воздуха и усиливает транспирацию.

В начале августа в утренние часы температура почвы в Памирском ботаническом саду составляла 18 °С, а интенсивность транспирации у ели колючей — 1423,7 мг/г. После восхода солнца транспирация усиливалась и к 10:00 достигала максимума (6789,2 мг/г). К 12:00 она снижалась до 5766,4 мг/г, а к 18:00 — до 638,8 мг/г. У пихты Нордмана утром интенсивность транспирации составляла 867,1 мг/г, в 12:00 — 4575,8 мг/г, к 14:00 она равномерно снижалась до 1371,9 мг/г. Во второй половине августа при умеренной дневной температуре транспирация у пихты Нордмана в течение дня изменялась незначительно.

Пихта Нордмана произрастает на участке сада с северной экспозицией, где формируется своеобразный микроклимат с более низкими температурами. По этой причине интенсивность транспирации у неё ниже, чем у ели колючей.

В сентябре температура воздуха постепенно снижается, и транспирация протекает умеренно. В первой декаде сентября в 8:00 интенсивность транспирации у ели колючей составляла 2103,8 мг/г, у пихты Нордмана — 1138,1 мг/г. С повышением температуры воздуха она возрастала и к 12:00 достигала 6333,1 и 3214,4 мг/г соответственно. Затем транспирация снижалась и к концу дня составляла 902,7 мг/г у ели колючей и 655,7 мг/г у пихты Нордмана. Такой режим сохранялся до конца месяца.

Интенсивность транспирации деревьев тесно связана с температурой воздуха. Оводнённость хвои зависит от обеспеченности почвы влагой, а высокая температура воздуха приводит к водному дефициту. У обоих видов максимальная интенсивность транспирации отмечена в июле, минимальная — в сентябре. У ели колючей транспирация значительно интенсивнее, чем у пихты Нордмана.

Таблица 2. - Сравнительный анализ интенсивности транспирации у пихты нордманской и ель колючей за пять месяцев (май - сентябрь 2022 г), мг/г.

Пихта нордманская					
№	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8.00	1204,63 ±1,01	727,2 ± 0,06	1410,86 ±0,9	1740,9 ±1,02	694,5 ±1,03
12.00	1623,0 ±0,2	2702,5 ±1,4	5122,0 ±1,02	2427,3±1,05	954,2±1,04
18.00	1157,7 ±0,5	1980,7±1,04	1524,2 ±1,3	907,9 ±0,01	616,9 ±0,8
Среднее з месяц	1328,4 ±0,01	1803 ±0,3	2685,6 ±1,05	1692,0±0,03	755,2 ±0,06
Ель колючая					
№	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8.00	1886,3 ± 0,2	2430 ± 1,2	3191,1 ± 1,3	3251,8 ±1,01	1151,4 ± 0,3
12.00	4157,0 ±0,7	1805,0 ±1,1	8674,0 ±0,01	4188,5 ±0,02	1889,1 ±0,8
18.00	2255,5 ± 1,2	2404,4 ± 0,04	2404,9 ± 0,7	1518,3 ±1,03	887,5 ±1,4
Среднее з месяц	2766,2 ±0,02	2213±0,9	4757,6 ±0,03	2986,2 ±0,5	1309,3 ±0,04

Таблица 3. - Сравнительный анализ интенсивности транспирации биоты восточной и можжевельника шугнанского (май - сентябрь 2025 г), мг/г.

Биота восточная					
№	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8.00	1683,7±1,03	1453,2±1,03	1175,6±1,02	991,0±1,01	327,3±1,01
12.00	2860,5±0,2	3724,6±1,09	5570,5±1,08	4068,9±1,05	1012,0±1,04
18.00	600,2±1,01	1308,7±1,02	1315,3±1,05	1373,6±1,04	215,8±1,01
Среднее за месяц	1107,9±1,05	2592,5±1,04	2354,8±1,05	2144,5±1,03	475±1,02
Можжевельник шугнанский					
№	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8.00	2200,4±0,2	1791,4±1,03	1697,5±1,09	1045,5±1,02	604,6±1,01
12.00	3163,5±0,5	4030,0±1,06	6128± 2,03	3258,6±1,05	1918,6±1,03
18.00	654,4±1,01	785,3±1,01	1421,1±1,07	1293,7±1,04	278,1±1,01
Среднее за месяц	1407,2±1,01	2202,2±1,03	2826,6±1,06	2136, ±1,03	685,3±1,02

В 2025 г. была изучена интенсивность транспирации у биоты восточной и можжевельника шугнанского на высоте 2320 м над уровнем моря. В целом сезонная динамика транспирации не отличалась от предыдущих лет, однако межгодовые климатические колебания в той или иной степени влияли на её ход. 2025 год оказался теплее предыдущих: после 12:00 температура воздуха достигала 36 °С, а относительная влажность снижалась до уровня ниже 10 %. Растения произрастали на открытом участке с еженедельным поливом, почва под ними была постоянно увлажнена, что обеспечивало достаточное водоснабжение корневой системы. При этом можжевельник шугнанский отличался более высоким расходом воды на транспирацию, тогда как у биоты восточной транспирация была ниже, что указывает на эффективную регуляцию водного режима даже в условиях высоких температур и низкой влажности воздуха (табл. 2).

Интенсивность транспирации можжевельника шугнанского в значительной степени зависит от климатических условий. В тёплый период при достаточной влажности почвы транспирация протекает интенсивно, тогда как при дефиците влаги растение способно снижать её и сохранять воду в хвое. Это свидетельствует о высокой адаптивной способности вида к изменчивым и экстремальным условиям среды.

Засухоустойчивость хвойных растений в условиях высокогорья Памира

Резко континентальный высокогорный климат Западного Памира в сочетании с разнообразием микрорельефа и экспозиций склонов создаёт своеобразные условия для интродукции древесных растений. Влияние микроклимата, экспозиции склонов и высотной поясности на развитие хвойных растений изучалось нами в течение нескольких лет. Территория ботанического сада включает участки разной экспозиции, каждый из которых отличается своеобразными микроклиматическими условиями.

Засухоустойчивость 4–5-летних сеянцев хвойных растений изучали в двух открытых питомниках: в первом соблюдался режим полива, во втором полив был прекращён. Установлено, что у ели европейской во втором питомнике через 25 дней хвоя начинала менять окраску и постепенно высыхала (рис. 9).

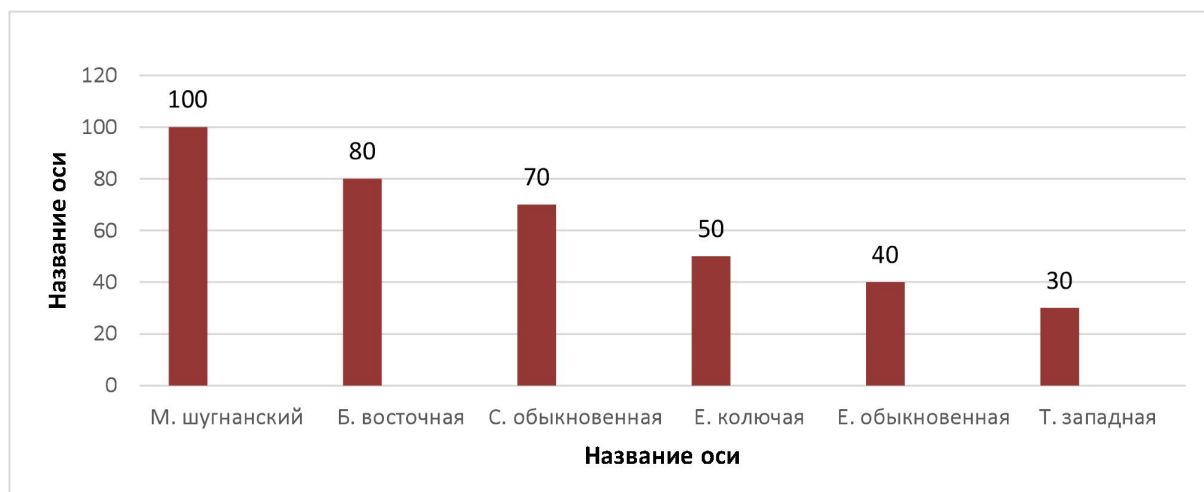


Рисунок 9. - Засухоустойчивость хвойных растений, %

Сосна гималайская относится к влаголюбивым видам, однако способна переносить отсутствие полива в течение 65 дней. Биота восточная отличается высокой засухоустойчивостью (70–80 дней) и уступает в этом отношении лишь местному виду — можжевельнику шугнанскому (более 80 дней). Наблюдения показали, что биота восточная без полива переносит самые жаркие месяцы на Западном Памире (июль–август) без видимых повреждений (табл. 3).

Таблица 3. Потребность в поливе некоторых видов хвойных растения на открытом грунте в условиях ПБС им А.В.Гурского

Название растения	2 - 3 годичные семенные всходы	5-6 летные сеянцы	Многолетние деревья
	дни	дни	дни
Можжевельник шугнанский	21	Более 80	Более 90
Биота восточная	21	Более 75	Более 90
Сосна обыкновенная	21	Более 75	90
Ель колючая	18	70	80
Ель европейская	14	56	60
Туя западная	14	30	65

Наименьшая засухоустойчивость отмечена у туи западной. Этот вид требователен к влажности и рыхлости почвы и хорошо развивается лишь при их оптимальном сочетании.

При дефиците воды сеянцы туи западной начинают терять жизнеспособность через 30 дней. Можжевельник шугнанский — эндемик Памиро-Алая — хорошо растёт и развивается не только на территории ботанического сада (2320 м над ур. м.), но и в естественных местообитаниях на высоте до 2850 м над ур. м.

Таблица 4. Оценка засухоустойчивости хвойных растений (по пятибалльной шкале)

№	Признак	Биота восточная	Туя западная	Можжевельник шугнанский	Можжевельник виргинский.	Сосна Гималайская	Пихта нормандская	Ель колючая	Ель обыкновенная
	Толщина кутикулы	3	3	5	5	4	3	5	3
	Плотность устьиц	3	3	5	5	4	3	5	3
	Жёсткость хвои	3	3	5	5	4	3	5	3
	Восковой налёт/опушение	2	2	4	4	3	2	5	2
	Компактность кроны	3	3	5	5	4	3	5	3
	Корневая система	2	2	5	5	4	3	4	2

Наибольшая плотность устьиц отмечена у можжевельника шугнанского, биоты восточной и ели колючей. Наиболее толстой кутикулой отличаются оба вида можжевельника, биота восточная и ель колючая, несколько уступает им сосна гималайская, наименьшая толщина кутикулы у пихты Нордмана и ели европейской. Восковой налёт лучше всего развит у ели колючей (табл. 5). Совокупность этих признаков свидетельствует о ксероморфном строении хвои и высокой приспособленности перечисленных видов к условиям высокогорья.

Таблица 5. - Средние оценки засухоустойчивости

Вид	Средний бал	Степень засухоустойчивости
Биота восточная	4.71	Высокая
Туя западная	2.71	Средняя
Можжевельник шугнанская	4.86	Высокая
Можжевельник виргинский	4.09	Высокая
Сосна гималайская	3.86	Выше средней
Пихта нормандская	3.71	Средняя
Ель колючая	4.16	Высокая
Ель европейская	2.57	Средне-низкая

Таким образом, результаты многолетних опытов показали, что биота восточная (плосковеточник) благодаря высокой засухоустойчивости хорошо подходит для выращивания в условиях высокогорья Памира. За ней следует сосна гималайская. Ель колючая и ель европейская отнесены ко второй группе со средней засухоустойчивостью. Туя западная требовательна к влажности почвы и незасухоустойчива, поэтому её не рекомендуется выращивать в районах Западного Памира.

Таблица 6 - Размещение хвойных интродуцентов по экспозициям склонов

Вид	Экспозиция	Экологические предпочтения
<i>Juniperus schugnanica</i>	Южная	Светолюбивый, засухоустойчивый
<i>Pinus wallichiana</i>	Южная	Светолюбивый, умеренно влаголюбивый в ювенильной фазе
<i>Picea pungens</i>	Южная Западная	Светолюбивый, устойчив к засухе
<i>Picea abies</i>	Северная	Влаголюбивый, теневыносливый
<i>Abies nordmanniana</i>	Северная	Влаголюбивый, чувствительный к инсоляции
<i>Juniperus virginiana</i>	Восточная	Устойчив к колебаниям влажности и температуры
<i>Thuja occidentalis</i>	Восточная	Влаголюбивая, теневыносливая
<i>Platycladus orientalis</i>	Западная / Сев. -запад	Засухоустойчивая, требует защиты от перегрева

Установлено, что интродуценты хорошо адаптировались к условиям высокогорья Памира, и многие из них успешно переносят засуху. По результатам исследования для озеленения населённых пунктов Западного Памира, помимо местного можжевельника шугнанского, из интродуцентов в первую очередь можно рекомендовать биоту восточную и сосну гималайскую, во вторую — ель колючую и ель европейскую.

Изучению адаптации хвойных растений к неблагоприятным и экстремальным факторам среды посвящено значительное число работ.

Ряд исследований касается подбора устойчивого ассортимента хвойных для защитных и городских насаждений. Д.В. Сапронова (2018) показала, что изученные таксоны отвечают критериям отбора для выращивания в питомниках и создания защитных насаждений Нижнего Поволжья [23, с. 76]. В.А. Безруких (2020) подчёркивает, что для создания устойчивых городских насаждений необходимо выявлять индивидуальные экологические и декоративные характеристики каждого вида [3, с. 236]. В.И. Пащенко (2018) рекомендует [название вида] для создания лесных культур, устойчивых к патологическим факторам [22, с. 76]. Р.В. Кармазин (2005) основное внимание уделил размножению декоративных форм туи западной [17, с. 102].

Водный режим хвойных интродуцентов изучен в работах В.Н. Карасева (2014), который установил, что влажность хвои и побегов максимальна в мае, в начале периода интенсивного роста, и закономерно снижается к июлю — началу сентября [16, с. 57]. Е.А. Старикова (2016) отметила у туи западной в промышленной зоне Йошкар-Олы снижение содержания общей воды в хвое и преобладание связанной воды над свободной, как и у ели колючей [27, с. 59]. Д.И. Давлеткулова (2021) связывает нарушения клеточного метаболизма у туи западной в городской среде с повышением проницаемости клеточных мембран и изменением водообмена [9, с. 14].

Физиолого-биохимические и фенологические особенности хвойных рассматриваются в работах Е.А. Тишкиной (2018), изучавшей в течение трёх лет сезонную динамику содержания хлорофиллов и каротиноидов в хвое можжевельника [28, с. 473], и Н.Н. Бессчетновой с соавт. (2019), оценивших совместное влияние видовой и генотипической принадлежности на содержание жиров и крахмала в тканях годичных побегов [4, с. 59]. И.Т. Кищенко (2015) показал, что сумма положительных температур, необходимая для наступления фенофаз, существенно различается у разных видов [19, с. 212]. По данным О.С. Залывской (2014), зимостойкость растений одного вида зависит от географического происхождения семян и возраста насаждений: в первые годы жизни у большинства инорайонных древесных растений подмерзают одно- и двулетние побеги, но с возрастом их зимостойкость повышается [10, с. 107].

Влияние техногенных факторов на хвойные растения изучали Р.О. Собчак (2009), показавший, что размеры хвои и строение её проводящих и покровных тканей в

урбанизированной среде отражают степень ослабления деревьев техногенными выбросами [26, с. 7], и И.Л. Бухарина (2008), отметившая высокую устойчивость ели колючей к техногенному загрязнению [5, с. 618]. Л.В. Зарубина (2015) установила, что механические повреждения деревьев при рубках снижают интенсивность фотосинтеза и содержание пигментов, нарушают водный режим и работу корневой системы [12, с. 85].

На Памире адаптацию растений, прежде всего их рост и развитие, изучал ряд исследователей. Так, А.О. Акназаров (2009) показал, что УФ-излучение вызывает существенные изменения ростовых процессов и морфогенеза растений [2, с. 165].

Изучение зимостойкости и морозоустойчивости хвойных растений

Зимостойкость и морозоустойчивость хвойных растений важные свойства, которые помогают деревьям легче приспосабливаться к холодному климату высокогорий Памира. Исследования, проводимые нами (2008 - 2020 гг.) по зимостойкости хвойных растений в условиях Западного Памира на примере ПБС показали, процесс роста и развития интродуцентов хвойных растений в условиях высокогорий протекает медленно и, соответственно, медленно идёт процесс адаптации. Сеянцы биоты восточной показала очень хороший результат по уровню зимостойкости в условиях Западного Памира (68%). По сравнению с ней сеянцы туи западной и ель колючей имеют примерно одинаковый процент зимостойкости 35 и 32% соответственно. Ель европейская имеет минимальный уровень зимостойкости (Табл.7.).

Исследования также показали, что у биоты восточной и можжевельник шугнанский рост корней сеянцев только на 2 – 3 см уступает рост побегов на стебле. У ель колючая, ель европейская и туя западная рост корней сеянцев незначительно превосходит рост побегов на стебле. По сравнению с ростом побегов ели колючей (135 дней) развития побегов ели европейской дольше и составляет примерно 135 дней. Данные указывают на то что интродуценты пока находятся в состоянии адаптации к условиям Западного Памира. Это явление можно объяснить суровым климатическим условиям Памира, которые создают барьер для нормального роста и развития хвойных интродуцентов, особенно в период изменения климата, когда колебание температуры носит ярко выраженный флуктуационный характер.

Зимостойкость и морозоустойчивость хвойных растений

Зимостойкость и морозоустойчивость — важные свойства, определяющие способность хвойных растений приспосабливаться к холодному климату высокогорья Памира. Наши исследования зимостойкости хвойных растений в условиях Западного Памира, проведённые в 2008–2020 гг. на базе ПБС, показали, что рост и развитие хвойных интродуцентов в условиях высокогорья протекают медленно, и, соответственно, медленно идёт процесс их адаптации.

Высокую зимостойкость в условиях Западного Памира показали сеянцы биоты восточной (68 %). У сеянцев туи западной и ели колючей этот показатель значительно ниже и примерно одинаков — 35 и 32 % соответственно. Наименьшая зимостойкость отмечена у ели европейской (табл. 7).

Исследования показали также, что у сеянцев биоты восточной и можжевельника шугнанского прирост корней лишь на 2–3 см уступает приросту побегов. У ели колючей, ели европейской и туи западной прирост корней незначительно превышает прирост побегов. Период роста побегов у ели европейской продолжительнее, чем у ели колючей: примерно 135 дней. Полученные данные указывают на то, что интродуценты пока находятся в процессе адаптации к условиям Западного Памира. Это объясняется суровыми климатическими условиями Памира, которые затрудняют нормальный рост и развитие хвойных интродуцентов,

особенно в условиях изменения климата, сопровождающегося резкими колебаниями температуры.

Таблица 7. - Зимостойкость некоторых интродуцентов хвойных растений

Растение	Дата посев	Всхожесть, %	Перенос зимы, %	Рост сеянцы через 2 года, см
Туя западная	Апрель	40±0,02	35±0,06	3 ±0,01
Ель колючая	=//==	35±0,3	32±0,2	4.5±1,1
Ель европейская	=//==	42±0,7	0.7±0,01	7.2±1,03
Биота восточная	=//==	70±1,4	68±1,01	8.5±1,2

Морозоустойчивость — одно из важнейших свойств, определяющих приспособленность хвойных растений к условиям среды. Она имеет большое значение при интродукции хвойных в условия высокогорья Памира, особенно в период изменения климата.

Исследования показали, что ель колючая отличается высокой морозоустойчивостью и легче других видов приспособилась к холодному климату Западного Памира. У остальных видов зимние холода отрицательно влияли на рост, развитие и, соответственно, на адаптационные возможности. Так, сеянцы туи западной (пирамидальной формы), ели европейской и отличались низкой морозоустойчивостью, плохо переносили зиму и очень слабо развивались (рис. 10).

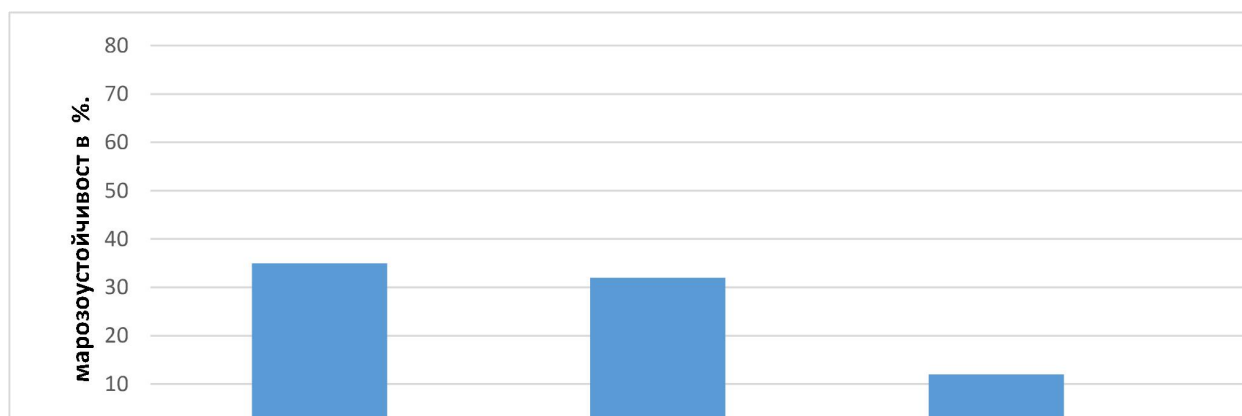


Рисунок 10. - Морозоустойчивость хвойных растений в условиях Западного Памира

Изучены также рост побегов хвойных растений и их устойчивость к холоду. Установлено, что у ели европейской побеги хорошо, развиваются и переносят зиму даже в сухие холодные годы. Продолжительность роста побегов у ели европейской составляет около 90 дней, у ели колючей — 65 дней. Наблюдения за развитием можжевельника шугнанского показали, что этот вид отличается высокой морозоустойчивостью. Биота восточная по морозоустойчивости не уступает можжевельнику шугнанскому. Следует отметить, что под действием осенних и зимних заморозков окраска кроны хвойных растений изменяется: хвоя приобретает тёмно-зелёный цвет с фиолетовым оттенком.

Семенная продуктивность хвойных растений Памирского ботанического сада им. А.В. Гурского

Семенная продуктивность является одним из показателей адаптации растений к условиям среды. Для оценки приспособленности хвойных растений к условиям Западного Памира была изучена их семенная продуктивность в ПБС, в том числе полнозернистость семян.

Полнозернистость семян у раскидистой формы можжевельника виргинского составляет 78,84 %, что на 4 процентных пункта выше, чем у полушаровидной формы. Масса 1000 семян раскидистой формы равна 14 г, что на 1,8 г больше, чем у полушаровидной. Число семян в одной шишкочагоде у раскидистой формы составляет 1–3, у полушаровидной — 1–2.

По комплексу количественных показателей семенного материала дана оценка репродуктивной способности изученных видов. Масса 1000 семян у можжевельника шугнанского (16 г) больше, чем у можжевельника виргинского (14 г). В одной шишкочагоде можжевельника виргинского содержится 2–3 семени, выход чистых семян составляет 78,84 %. У можжевельника шугнанского в одной шишкочагоде содержится в среднем 2–4 семени, выход чистых семян — 80,09 % (табл. 8).

Таблица 8. Семенная продуктивность хвойных растений Памирского ботанического сада им. А.В. Гурского

№	Название растений	Количество семян в шишке, шт.	Полнозерность и выход чистых семян	Масса 1000 шт., гр.
1.	Ель колючая	90-95	64,2±0,9	10±0,02
2.	Ель европейская	145 – 148	69, 23±1,2	12±1,1 .
3.	Биота восточная	6 – 8	87,5±1,03	15±0,06
4.	Туя западная	6	66,6±1,4	16±0,2
5.	Можжевельник виргинский	2 – 3	78,84±0,3	14±0,7
6.	Можжевельник шугнанский	2 - 4	80,9±1,01	16±0,01

Результаты изучения семенной продуктивности двух видов ели приведены в таблице 8. Масса 1000 семян у ели европейской (12 г) больше, чем у ели колючей (10 г). В одной шишке ели колючей содержится 90–95 семян, выход чистых семян составляет 75,84 %. В одной шишке ели европейской — 145–148 семян, выход чистых семян — 69,23 %. Масса 1000 семян туи западной составляет 1,6 г, биоты восточной — 15 г. В шишке туи западной содержится 6 семян, выход чистых семян — 66,6 %. В шишке биоты восточной содержится 6–8 семян, выход чистых семян — 87,5 %.

Основным фактором, определяющим семенную продуктивность, является температура, что особенно важно в условиях изменения климата. Установлено, что в годы с высокими температурами и весенними дождями (2016, 2017) семена исследуемых видов созревали лучше. В холодные и сухие годы (2012) созревание семян задерживалось и продуктивность была низкой. Наибольшая масса 1000 семян отмечена у можжевельника шугнанского (16 г) и биоты восточной (15 г), наименьшая — у туи западной (1,6 г) (табл. 8).

Результаты исследований показывают, что в условиях Западного Памира хвойные растения формируют полноценные семена: доля полнозернистых семян у всех изученных видов превышает 60 %. Это свидетельствует об адаптации исследуемых видов к местным условиям.

Можжевельник шугнанский как местный вид обладает высокой репродуктивной способностью и образует качественные семена.

Влияние ультрафиолетового облучения на прорастание семян и рост сеянцев хвойных растений

Одним из перспективных методов стимуляции прорастания семян является их облучение ультрафиолетом. Установлено, что УФ-излучение с длиной волны 254, 313 и 365 нм в зависимости от дозы стимулирует всхожесть семян [6]. Это позволяет увеличить выход посадочного материала хвойных растений и тем самым расширить возможности озеленения городов и населённых пунктов.

Таблица 10- Влияние УФ- радиации разной длины волн на энергию прорастания и всхожесть хвойных растений

Варианты опыта	Среднеарифметические значения всхожести, %	% к контролю
Туя западная (пирамидальная)		
Энергия прорастания		
Контроль	13,0 ± 0,6	100
254 нм 60 мин.	13,5 ± 0,9	200
313 нм 60 мин	14,8 ± 1,6	108
365 нм 60 мин	16,2 ± 0,7	114
Всхожесть		
Контроль	62,0 ± 1,7	100
254 нм 60 мин.	64,0 ± 2,3	102
313 нм 60 мин	65,2 ± 1,8	104
365 нм 60 мин	67,8 ± 1,8	107
Можжевельник шугнанский		
Энергия прорастания		
Контроль	10,0 ± 0,2	100
254 нм 60 мин.	11,7 ± 0,7	108
313 нм 60 мин.	11,8 ± 0,9	109
365 нм 60 мин.	13,2 ± 0,5	116
Всхожесть		
Контроль	43,0 ± 1,0	100
254 нм 60 мин.	42,0 ± 2,0	101
313 нм 60 мин.	45,7 ± 1,3	103
365 нм 60 мин.	51,9 ± 1,1	107
Биота восточная		
Энергия прорастания		
Контроль	32,0 ± 0,4	100
254 нм 60 мин.	33,5 ± 0,7	105
313 нм 60 мин	36,8 ± 1,0	115
365 нм 60 мин	39,2 ± 0,4	123
Всхожесть		
Контроль	83,1 ± 1,0	100
254 нм 60 мин.	87,0 ± 2,0	105
313 нм 60 мин	87,6 ± 1,4	106
365 нм 60 мин	89,7 ± 1,2	108

Исследования показали, что наилучшие значения энергии прорастания и всхожести семян биоты восточной и туи западной достигаются при облучении длинноволновым УФ (365

нм) в течение 60 минут при интенсивности 7 Вт/м². Средневолновое (313 нм) и коротковолновое (254 нм) облучение также повышало энергию прорастания и всхожесть семян, но в значительно меньшей степени, чем длинноволновое. Высокую чувствительность к облучению показала биота восточная.

В полевых опытах изучали рост двухлетних растений, выращенных из семян, обработанных УФ-излучением разной длины волны (экспозиция 60 минут) и стимулятором роста ИУК (10 мг/л). Облучение с длиной волны 365 нм усиливало рост растений по сравнению с контролем. ИУК в сочетании с УФ-излучением разной длины волны также в некоторой степени стимулировала рост. Наибольший эффект отмечен у биоты восточной (прирост на 12–23 %), у можжевельника шугнанского он составил 6–9 %. Средневолновое и коротковолновое облучение также стимулировало рост растений, но слабее, чем длинноволновое (табл. 10).

УФ-облучение заметно повышало энергию прорастания и всхожесть семян по сравнению с контролем. Интенсивность облучения измеряли микровольтнаноамперметром Ф-136. Высокие дозы УФ-излучения снижали как энергию прорастания, так и всхожесть семян: при дозе свыше 12,4 кДж/м² наблюдалось резкое снижение показателей, связанное с угнетающим действием облучения. Длина проростков у семян туи западной I класса качества во всех вариантах опыта была практически одинаковой. У облучённых семян III класса длина проростков была достоверно больше, чем в контроле ($t_{\text{факт}} = 8,05 > t_{\text{табл}} = 2,57$; $P < 0,05$). Химическая обработка семян также дала хорошие результаты, однако наибольший эффект получен в варианте с УФ-облучением.

Таким образом, предпосевная обработка семян хвойных растений ультрафиолетовым облучением является перспективным и экологически безопасным способом.

Из результатов исследования следует вывод, что предпосевное облучение семян хвойных растений УФ-излучением разной длины волны позволяет повысить их всхожесть и энергию прорастания. Этот способ экологически безопаснее, чем применение химических стимуляторов роста.

Семенное размножение хвойных растений в открытом грунте и под полиэтиленовым укрытием

Цель семенного размножения — увеличение численности хвойных деревьев, создание маточного участка для сбора семян собственной репродукции и расширение ассортимента посадочного материала для озеленения улиц, скверов и парков г. Хорога и прилегающих районов ГБАО.

Наблюдения показали, что у видов рода можжевельник всходы появились через два года, грунтовая всхожесть составила 40–42 %. У ели колючей серебристой формы она составила 20 %, зелёной формы — немногим более 30 %, у туи западной — 35 %. Такие показатели недостаточны для получения полноценного посадочного материала. У ели европейской сформировалась поверхностная мочковатая корневая система. Вероятно, это связано с воздействием северных ветров на открытом участке, где выращивались сеянцы, а также с осенними и весенними заморозками и другими факторами.

В связи с этим возникла необходимость проведения опытов в закрытом грунте. Сведения о семенном размножении хвойных растений в закрытом грунте в литературе немногочисленны. Нами впервые в условиях высокогорья проведены исследования семенного размножения хвойных пород под полиэтиленовым укрытием. Объектами служили туя западная, ель колючая (серебристая форма), ель европейская, биота восточная и можжевельник шугнанский. Теплицы расположены на участке, защищённом от ветра и прямых солнечных лучей. Относительная

влажность воздуха в них поддерживалась на уровне 70–75 %. Полив проводили три раза в день: утром, в полдень и вечером. При повышении температуры выше 40 °С теплицы проветривали.

Установлено, что грунтовая всхожесть семян под полиэтиленовым укрытием достаточно высока: у биоты восточной она составила 95 %, у обоих видов ели — 80–85 %, у туи западной — 55–60 % (табл. 9). Особенно велика разница между посевами в открытом грунте и под укрытием у туи западной, требовательной к условиям выращивания: 3 и 90 % соответственно. Сеянцы в теплице отличались хорошим развитием надземной и подземной части: за 1,5–2 месяца их высота достигла 2 см, тогда как в открытом грунте такая высота достигается лишь к концу вегетационного периода.

Таблица 9. - Приживаемость сеянцев хвойных растений на начальных стадиях развития в защищенном грунте, %

Название растения	1-й год		2-й год		3-й год	
	Приживаемость	Влага, %	Приживаемость	Влага, %	Приживаемость	Влага, %
Биота восточная	80±1,2	95	60±0,06	93	40±0,3	90
Туя западная	80±0,9	65	60±1,4	63	40±0,01	60
Ель европейская	80±0,2	70	60±0,04	62	40±1,03	65
Ель колючая	80±0,01	60	60±0,5	57	40±0,7	50

Следует подчеркнуть, что у можжевельника шугнанского всходы не появлялись в течение двух лет. На это указывает в своих работах и Л.П. Макаренкова [76]. Нами разработан способ оптимизации семенного размножения этого вида в закрытом грунте с последующим переносом растений в открытый грунт. В первый год в парнике поддерживают влажность воздуха 80 % и ежедневно проветривают всходы, во второй год влажность снижают до 50–60 %, на третий — до 40–45 %. После этого сеянцы пересаживают в открытый грунт для адаптации к аридным условиям среды.

Черенкование хвойных растений в Памирском ботаническом саду им. А.В. Гурского

Естественное разнообразие хвойных на Памире невелико: здесь произрастают в основном виды рода можжевельник. Поэтому в Памирском ботаническом саду им. А.В. Гурского (ГБАО, Таджикистан) на протяжении многих лет изучают хвойные интродуценты и их адаптацию к местным условиям.

В ходе исследований определяли оптимальные сроки черенкования ели, туи, [] и других видов. С учётом климатических условий местности черенкование проводили в апреле, так как этот период наиболее благоприятен для размножения древесных культур на Западном Памире. Опыты закладывали в три срока: в начале, середине и конце апреля. Длина черенков составляла 10–25 см.

Укореняемость черенков в начале, середине и конце апреля различалась незначительно. Исключением была туя западная, для которой оптимальным сроком оказался конец апреля. Черенки с двухлетней древесиной укоренялись интенсивнее, чем с однолетней, поскольку накапливали больше запасных веществ. Образование каллуса у черенков отмечалось в начале сентября. Наблюдения в последующие годы показали, что укоренившиеся черенки хорошо растут и развиваются.

Средняя укореняемость черенков при апрельском черенковании составила 40–70 %, тогда как при июньском — лишь 20–30 %. Следовательно, для условий Западного Памира весенний срок черенкования предпочтительнее летнего. Наибольшая укореняемость отмечена у туи западной (*Thuja occidentalis*) — 60 %, у ели колючей и ели европейской она ниже на 15–20 процентных пунктов.

К хвойным, прошедшим акклиматизацию в условиях Западного Памира и перспективным для озеленения и защиты почв в различных районах региона, относятся виды родов биота, туя, ель и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Изучение анатомического строения хвои позволило выявить механизмы адаптации хвойных растений к аридному климату Западного Памира. Наиболее приспособленными к местным условиям оказались биота восточная, можжевельник шугнанский, сосна гималайская и ель колючая. Строение их устьичного аппарата способствует снижению потерь влаги, благодаря чему у них не возникает водного дефицита, наблюдаемого у пихты Нордмана. Ещё одним механизмом адаптации является формирование толстой кутикулы, которая снижает потерю воды и тем самым защищает растения от засухи. Именно этот механизм обеспечивает ели колючей высокую засухоустойчивость. У большинства изученных видов хорошо развита гиподерма, также способствующая адаптации растений к засушливому и холодному климату региона.

Интенсивность транспирации хвойных растений изучали с мая по сентябрь в связи с температурой воздуха и почвы, влажностью воздуха и влагообеспеченностью почвы. Максимальная интенсивность транспирации отмечена в июле, в [] часов.

Многие хвойные интродуценты отличаются высокой засухоустойчивостью в резко континентальном аридном климате Западного Памира и способны длительно переносить засуху. Среди них особо выделяется биота восточная, которая нормально растёт и развивается даже в очень засушливые годы. Этот вид можно рекомендовать для озеленения в большинстве районов Западного Памира.

Сравнение семенного размножения хвойных растений в открытом грунте и под полиэтиленовым укрытием показало, что под укрытием создаются более благоприятные условия для прорастания семян всех изученных видов.

Предпосевное облучение семян хвойных растений УФ-излучением разной длины волны является эффективным способом стимуляции их всхожести и экологически безопасной альтернативой химическим стимуляторам роста.

1. При исследовании анатомического строения хвои изученных растений показало, что их устьичный аппарат контролирует испарение воды в условиях дефицита влаги в почве. Выявлено, что ель колючая имеет мощный слой гиподермы, что делает более засухоустойчивым чем других изученных видов. Смола, образованная в растениях, проходит через смолывыводящие ходы и покрывает поверхность листа, и придаёт ему устойчивость к переносу зимних холодов и заморозков [5-А].

2. Показано, что наибольшие величины дневного хода интенсивности транспирации у изученных растений наблюдается с 12 по 14 часов, а в течение вегетационного периода в июле месяце, так как температура воздуха достигает своего максимума, а влажность воздуха, наоборот, снижается. У ели колючей испарение воды проходить более интенсивно по сравнению с пихтой нормандской. Можжевельник и биота восточная имеют более умеренный ход интенсивности транспирации [18-А].

3. При исследовании зимостойкости и засухоустойчивости интродуцентных хвойных растений было выявлено, что биота восточная довольно засухоустойчивый вид, которая по

данному показателю уступает только можжевельнику шугнанскому. Признаку засухоустойчивости обладали также сосна гималайская и ель колючая. По зимостойкости отличается ель колючая. Туя западная очень прихотливое растение и по обоим показателям давала наименьший результат по сравнению с вышеперечисленными видами растениями [2-А.7-А.9-А].

4. Показано, что можжевельник шугнанский обладает высокой продуктивностью и формирует качественные семена. Другие интродуценты пока проходят период адаптации и их продуктивность несколько уступает можжевельнику шугнанскому, полнозернистость которых составляет свыше 60% [12-А].

5. Результаты изучения сроков вегетативного размножения хвойных растений в условиях Западного Памира на примере ПБС им А.В. Гурского показали, что по сравнению с летним, весенний срок сева является более оптимальным для черенкования, потому что количество укоренившихся черенков в этот период составляет 40-70%. По сравнению с летним периодом – 20-30% [11-А].

6. Способ предпосевной обработки семян туи западной и ели колючей УФ-лучами более перспективен и с экологической стороны более безопасен по сравнению с химическим способом обработки. Всхожесть семян и энергия прорастания всех изученных видов значительно увеличиваются при УФ-облучении в области 365 нм по сравнению с контролем. Средневолновая (313 нм) и коротковолновая (254 нм) УФ-облучения оказало менее положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян изученных растений, чем по сравнению с длинноволновой УФ- радиации (365 нм). Среднеарифметические значения облучённых семян во всех вариантах опыта намного выше контрольных [1-А]

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендуется использовать виды рода можжевельника для укрепления берегов рек, создании ландшафтных культур для озеленения в условиях Западного Памира. Два вида можжевельника (М. шугнанский, М. виргинский) обладают хорошей репродуктивной способностью, зимостойки и засухоустойчивы. На их базе можно возобновить и обогатить арчевые леса на территории Западного Памира.

2. Ель колючая - зимостойкая. Микробиота нетребовательна к влаге и достаточно зимостойка. Эти виды также можно рекомендовать для создания лесных насаждений в долинах рек Гунт, Шахдара, Ишкашима и Бартанга Западного Памира. Тую западную можно возделывать в районах Западного Памира с учетом её потребностей к влаге, теплу и плодородию почвы.

3. Для черенкования хвойных растений в условиях Западного Памира рекомендуется весенний срок черенкования (месяц апрель), так как в этот период приживаемость черенков достигает своего максимума.

4. Рекомендуется проводить семенное размножение хвойных растений под полиэтиленовой пленкой, так как при этом можно получить до 80% проросших семян в отличие от посева в открытый грунт (20-30%).

5. Сосна гималайская устойчива к загрязнению воздуха, принимая во внимание этот показатель, можно рекомендовать ее для городских населённых пунктов в качестве очистителя воздуха.

6. Рекомендуется адаптировать трудноукореняемых хвойных растений методом создания в парниках оптимальных климатических условий по принципу в первый год в парнике необходимо обеспечить 80%-ю влажность и ежедневно проветривать всходы, во второй год её уменьшают до 60–50%, на третий год до 40–45%. После этого сеянцы переносятся на открытый субстрат с целью их адаптации к аридным природно-климатическим условиям внешней среды.

ПУБЛИКАЦИЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах:

рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

[1-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Влияние предпосевного облучения семян УФ. Радиации разной длины волн на посевные качества хвойных растений. /Одилбеков. К. Курбонбеков. Дж. Ш. Акназаров. О. А. / Известия НАНТ, Отд.биол.н., 2019, №1(204). - С. 32-37.

[2-А]. Курбонбеков Ч. Ш. Омӯзиши қобилияти мутобиқшавии баъзе дарахтони сӯзанбарг ба иқлими хушки Помири Ғарбӣ // Паёми донишгоҳи омузгории Тоҷикистон, 2015, № 3(27). - С. 103

[3-А]. Курбонбеков Ч. Ш. Наврузшоев, Д. Сафаралихонов А. Б. Омӯзиши маҳсулнокии тухми сузанбаргон дар шароити Ғоғи ботаникии Помир//Паёми донишгоҳи омузгории Тоҷикистон. -2025, № 3(27).- С. 87-91.

[4-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Динамика роста саженцев Ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) на разных высотных зонах западного Памира// Вестник Хорогского университета. 2025, №3(03). С.100-104.

[5-А]. Курбонбеков Дж. Ш., Наврузшоев Д. Анатомическое строение смоляных ходов некоторых хвойных растений Западного Памира//Известия Национальной Академии Наук Таджикистана отделения биологических наук. 2025, №4(231). - С 20 – 246

[6-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Сафаралихонов А. Б. Дневной ход транспирации ели колючей в условиях Памирского ботанического сада//Известия национальной академии наук Таджикистана. 2026, №1 (232).-С.57-61

Научные статьи, опубликованные в сборниках и других,

научно-практических изданиях:

[7-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Засухоустойчивость интродуцентов хвойных растений в условиях высокогорий Памира. /Курбонбеков. Дж. Ш./- Душанбе, Паёми донишгоҳи омузгори, №3-2019, 4(3-4), - С.256 -260.

[8-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Сравнительная оценка развития саженцев ель колючей на двух высотах на Западном Памире. Душанбе Паёми донишгоҳи омузгори, 2023, № 2(18). С.149-152.

[9-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Генеративное размножение хвойных растений на открытом грунте под полиэтиленовым покрытием. Томск: Экология и управление природопользованием. Выпуск-3, 2020 г. - С. 36-38.

[10-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Зимостойкость хвойных растений в условиях Западного Памира. Душанбе: Роль-Российско-Таджикского (Славянского) университета в становлении и развитии науки и инновационного образования в Республики Таджикистан, Часть 2. 15-16 октября 2021. - С.19-22.

[11-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Роль Памирского ботанического сада в обогащении ассортимента хвойных растений на Западном Памире. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии 21(2), 2022, - С. 95-97.

[12-А]. Курбонбеков Ч. / Всхожесть семян некоторых древесных растений. // Н.Миралибеков, П. Шоназаров. Ч.Курбонбеков. Экологические особенности биологического разнообразия. Хорог-2007. - С.118-120.

[13-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Сроки черенкования хвойных растений в условиях Западного Памира. Состояние и перспективы использования биологического ресурсов высокогорных регионов. Хорог - 2009. -С. 68

[14-A]. Курбонбеков Дж. Ш. Биологическое особенности можжевельника Шугнанского в условиях Западного Памира. “Экологические особенности биологического разнообразия.” Шестая международная Конференция. Душанбе. - С. 144, 2015

[15-A]. Курбонбеков Дж. Ш. Адаптационный период хвойных растений в Памирском ботаническом саду /М.С.Хубоншоева//.VIII-ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия” Душанбе, 2019. - С. 154,

[16-A]. Курбонбеков Дж. Ш. Эколого – Биологическая характеристика хвойных растений в условиях Западного Памира/М. С. Хубоншоева., К. Одилбеков/ VIII-ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия” Душанбе – 2019. - С. 155.

[17-A]. Курбонбеков Дж. Ш. Одилбеков, К. Влияние предпосевного облучения семян УФ – радиации разной длины волны на посевные качества хвойных растений/ М. Хубоншоева., Д.Т. Каримов//Республиканские научные конференции” Биологические ресурсы Памира”, 2019, С.7

[18-A]. Курбонбеков Дж. Ш. Изучение морозоустойчивости некоторых интродуцентов хвойных растений в Памирском ботаническом саду//X – ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия”. Душанбе, 2021 - С.25.

[19-A]. Курбонбеков Дж.Ш. Интенсивность транспирации у растений Пихты Нордманской в условиях Памирского ботанического сада// Материалы республиканской научной конференции” Биоразнообразие горных экосистем в условиях глобального изменения климата” Душанбе - 2025. - С. 168 – 169.

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ БИОЛОГИИ ПОМИР
БА НОМИ АКАДЕМИК Х. Ю. ЮСУФБЕКОВ**

Бо ҳуқуқи дастнавис



ТДУ: 582.47:581.1:581.5(575.32)

ТКБ: 28.592.7 + 28.57 (5Тоҷ)

К: - 11

ҚУРБОНБЕКОВ ҶАМШЕД ШАФТОЛИЕВИЧ

**ХУСУСИЯТҲОИ ЭКОЛОГӢ-ФИЗИОЛОГИИ РАСТАНИҲОИ СӢЗАНБАРГ ВА
ОШКОР НАМУДАНИ МЕХАНИЗМҲОИ МУТОБИҚШАВИИ ОНҲО БА ШАРОИТИ
БАЛАНДКӢҲИ ПОМИР**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои биологӣ аз рӯи ихтисосҳои 1.5.18 –
Ботаника, 1.5.12 – Физиология ва биохимияи растаниҳо

Хоруғ –2026

Диссертатсия дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский ва озмоишгоҳи экологияи таҷрибавии растаниҳои Институти биологии Помир ба номи академик Х.Ю. Юсуфбекови АМИТ иҷро шудааст.

Рохбари илмӣ:

Наврузшоев Довутшо - доктори илмҳои биологӣ, сарҳодими илмии Институти биологии Помир ба номи академик Х.Ю. Юсуфбекови АМИТ

Мушовири илмӣ:

Сафаралихонов Айнулло Бародархонович — номзоди илмҳои биологӣ, ходими пешбари илмӣ, мудири озмоишгоҳи экологияи таҷрибавии растаниҳои Институти биологии Помир ба номи академик Х.Ю. Юсуфбекови АМИТ

Муқарризони расмӣ 1

Сатторов Раҳматулло Бобоевич — Доктори илмҳои кишоварзӣ
Профессори кафедраи ботаники ва дендрология.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.
Давлатбекова Сухайло Худоёрбековна — номзоди илми биологӣ, декани факултаи биология
Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев.

Муассиса

Институти ботаника, физиология ва генетикаи растанӣ АМИТ

Муқарризони расмӣ:

Сатторов Раҳматулло Бобоевич — доктори илмҳои кишоварзӣ, профессори кафедраи ботаника ва дендрологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон;
Давлатбек Сухайло Худоёрбек — номзоди илмҳои биологӣ, декани факултети биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев.

Муассисаи пешбар:

Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои АМИТ.

Ҳимояи диссертатсия «___» _____ соли 2026, соати ___ дар ҷаласаи шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-086 назди Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев бо суроғаи: 736000, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хоруғ, хиёбони Ш. Шохтемур, 109 баргузор мегардад. Тел.: +992 93 583 46 19, e-mail: tahmina88@inbox.ru.

Бо диссертатсия дар китобхонаи илмии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев ва дар сомонии www.khogu.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «___» _____ соли 2026 фиристода шуд.

Котиби илмӣ

шӯрои диссертатсионӣ,

номзоди илмҳои биологӣ, дотсент



Содаткадамова Т.М.

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзӯи таҳқиқот. Растаниҳои сӯзанбарг дар нигоҳ доштани устувори экосистемаҳои кӯҳӣ, танзими мувозинати об ва пешгирии эрозияи хок нақши муҳим доранд. Дар шароити тағйирёбии глобалии иқлим омӯзиши хусусиятҳои экологӣ-физиологии онҳо, пеш аз ҳама дар шароити хушк ва шадиди баландкӯҳ, аҳамияти махсус пайдо мекунад.

Помири Ғарбӣ, аз ҷумла қаламрави Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский (ББП), барои омӯзиши механизмҳои мутобикшавии растаниҳои сӯзанбарг майдони табиӣ беназир мебошад. Дар ин ҷо тағйироти якбораи ҳарорат, шиддатнокии баланди радиатсияи ултрабунафш, норасоии боришоти атмосферӣ ва давраи кӯтоҳи нашъунамо якҷоя ба назар мерасанд. Ин омилҳои интиҳоби саҳти экологиро ба вуҷуд меоранд.

Сарфи назар аз таърихи бисёрсолаи фаъолияти интродуксионии боғ, таҳқиқоти маҷмӯии речаи об, транспиратсия, тобоварӣ ба хушксолӣ ва сармои зимистон, инчунин биологияи репродуктиви растаниҳои сӯзанбарг дар шароити Помири Ғарбӣ то ҳол хусусияти пароканда доранд. Ин ҳолат интиҳоби илман асосноки намудҳои ояндадорро барои интродуксия, кабудизоркунӣ ва барқарорсозии ҷангалҳо дар минтақа душвор мегардонад.

Ҳамин тариқ, омӯзиши маҷмӯии экологӣ-физиологии растаниҳои сӯзанбарги ББП ба номи А.В. Гурский, ошкор намудани механизмҳои мутобикшавии онҳо ба шароити шадиди баландкӯҳ ва таҳияи тавсияҳо оид ба интродуксия ва афзоиши онҳо ҳам аҳамияти назариявӣ ва ҳам амалӣ доранд, ки ин интиҳоби мавзӯи таҳқиқоти мазкурро муайян намуд.

Дарачаи коркарди илмӣ масъалаи мавриди омӯзиш. Растаниҳои сӯзанбарг яке аз ҷузъҳои асосии кабудизоркунии шаҳрҳо ва маҳалҳои аҳолинишин мебошанд. Онҳо инчунин вазифаи хокмуҳофизатиро иҷро намуда, хокро аз эрозияи обӣ ва бодӣ муҳофизат мекунанд. Дар Помири Ғарбӣ бинобар порашавии шадиди релеф ва сангзор будани қаламрав эрозияи обӣ ва бодӣ падидаи маъмул аст. Дар баробари ин, дар шароити табиӣ растаниҳои сӯзанбарг дар ин ҷо хеле маҳдуд паҳн шудаанд.

Таҳқиқоти интродуцентҳои дарахтиро қаблан М.Л. Запрягаев ва Х.Ю. Юсуфбеков гузаронидаанд. Баъдтар Л.П. Макаренкова хусусиятҳои биологии интродуцентҳои сӯзанбаргро дар шароити ББП ба номи А.В. Гурский муфассал омӯхтааст. Ӯ онтогенези растаниҳои сӯзанбаргро таҳқиқ намуда, қобилияти онҳоро ба нашъунамо, инкишоф ва устуворӣ дар шароити нав арзёбӣ кардааст. Ин корҳо барои интродуксияи бомуваффақияти зотҳои сӯзанбарг дар минтақаҳои дорой шароити номусоиди иқлимӣ асос гузоштаанд.

Омӯзиши хусусиятҳои экологӣ-физиологии растаниҳои сӯзанбарг имкон медиҳад, ки онҳо барои кабудизоркунии маҳалҳои аҳолинишин, бунёди террасаҳои хокмуҳофиз ва васеъ намудани масоҳати ҷангалзорҳои ин навъҳои арзишманд дар Помири Ғарбӣ тавсия дода шаванд.

Дарачаи коркарди илмӣ масъалаи мавриди омӯзиш. Растаниҳои сӯзанбарг яке аз ҷузъҳои асосии кабудизоркунии шаҳрҳо ва маҳалҳои аҳолинишин мебошанд. Онҳо инчунин вазифаи хокмуҳофизатиро иҷро намуда, хокро аз эрозияи обӣ ва бодӣ муҳофизат мекунанд. Дар Помири Ғарбӣ бинобар порашавии шадиди релеф ва сангзор будани қаламрав эрозияи обӣ ва бодӣ падидаи маъмул аст. Дар баробари ин, дар шароити табиӣ растаниҳои сӯзанбарг дар ин ҷо хеле маҳдуд паҳн шудаанд.

Таҳқиқоти интродуцентҳои дарахтиро қаблан М.Л. Запрягаев ва Х.Ю. Юсуфбеков гузаронидаанд. Баъдтар Л.П. Макаренкова хусусиятҳои биологии интродуцентҳои сӯзанбаргро дар шароити ББП ба номи А.В. Гурский муфассал омӯхтааст. Ӯ онтогенези растаниҳои сӯзанбаргро таҳқиқ намуда, қобилияти онҳоро ба нашъунамо, инкишоф ва устуворӣ дар шароити нав арзёбӣ кардааст. Ин корҳо барои интродуксияи бомуваффақияти зотҳои сӯзанбарг дар минтақаҳои дорой шароити номусоиди иқлимӣ асос гузоштаанд.

Омӯзиши хусусиятҳои экологӣ-физиологии растаниҳои сӯзанбарг имкон медиҳад, ки онҳо барои кабудизоркунии маҳалҳои аҳолинишин, бунёди террасаҳои хокмуҳофиз ва васеъ намудани масоҳати ҷангалзорҳои ин зотҳои арзишманд дар Помири Ғарбӣ тавсия дода шаванд.

Иртиботи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзӯҳои илмӣ. Мавзӯи кори диссертатсионӣ ба самтҳои афзалиятноки илмӣ, ки дар санадҳои меъёрии ҳукукии зерини Ҷумҳурии Тоҷикистон инъикос ёфтаанд, мувофиқат мекунад: «Барномаи рушди инноватсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2011–2020»; Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 3 марти соли 2010, № 167 «Дар бораи омӯзиш, ҳифз ва истифодаи устувори гуногунии биологӣ, генофонди растаниҳо ва ҳайвонот, захираҳои биологӣ»; Фармони Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 31 январи соли 2020, № 1445 дар бораи эълон гардидани солҳои 2020–2040 «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф».

Кор дар солҳои 2006–2022 мувофиқи нақшаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии бучетии давлатии Институти биологии Помир ба номи Х.Ю. Юсуфбекови АМИТ дар доираи лоиҳаҳои илмӣ-таҳқиқотии зерин иҷро шудааст:

- «Ҳифз ва пуркунии коллексияи растаниҳои дарахтӣ буттагӣ ва алафии Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский» (ГР 0105ТД264, солҳои 2006–2010);
- «Омӯзиши хусусиятҳои экологӣ-биологии растаниҳои Боғи ботаникии Помир, рӯйхатгирии онҳо ва таҳияи технологияи парвариши намудҳои ояндадор» (ГР 0102ТД916, солҳои 2011–2015);
- «Идоракунии устувори захираҳои растании Помири Ғарбӣ» (ГР 0116ТД00753, солҳои 2016–2020);
- «Таъсири таркиби спектралӣ рӯшноӣ ба нишондиҳандаҳои физиологӣ-биохимиявии растаниҳои баландкӯҳ вобаста ба тағйирёбии иқлим» (ГР 0116ТJ00750, солҳои 2016–2020);
- «Омӯзиши коллексияи Боғи ботаникии Помир, муайян намудани намудҳо ва навъҳои ба хушксолӣ ва тағйирёбии омилҳои иқлимӣ тобовар» (ГР 0127ТJ264, солҳои 2021–2025);
- «Таъсири омилҳои экологӣ ба ташаккули механизмҳои мутобикшавии растаниҳои дар шароити баландкӯҳ» (ГР 0121ТJ1263, солҳои 2021–2025).

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот — ошкор намудани механизмҳои мутобикшавии растаниҳои сӯзанбарг ба шароити Помири Ғарбӣ дар асоси омӯзиши хусусиятҳои экологӣ-физиологии онҳо.

Барои ноил шудан ба мақсади гузошташуда вазифаҳои зерин ҳал карда шуданд:

1. Омӯхтани сохти морфологӣ-анатомии растаниҳои сӯзанбарг.
2. Таҳқиқ намудани ритми шабонарӯзӣ ва мавсимии транспиратсияи растаниҳои сӯзанбарг.
3. Муайян кардани тобоварии намудҳои таҳқиқшаванда ба сармои зимистон ва хушксолӣ.
4. Омӯхтани ҳосилнокии тухмии дарахтони сӯзанбарг.
5. Таҳқиқ намудани афзоиши тухмӣ ва вегетативии растаниҳои сӯзанбарг ва муайян кардани ритми мавсимии нашъунамо ва инкишофи онҳо дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский.

Объектҳои таҳқиқот: арчаи шуғнонӣ (*Juniperus schugnanica* Kom.) — намуди маҳаллӣ; ели хордор (*Picea pungens* Engelm.); ели аврупой (*Picea abies* (L.) Н. Karst.); пихтаи Нордман (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach); арчаи виргинӣ (*Juniperus virginiana* L.); туяи ғарбӣ (*Thuja*

occidentalis L.); биотаи шарқӣ (*Platycladus orientalis* (L.) Franco); санавбари ҳимолоӣ (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Мавзӯи таҳқиқот — механизмҳои экологӣ-физиологии мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбарг ба шароити баландкӯҳи Помир.

Навовариҳои илмӣ таҳқиқот. Бори аввал дар асоси хусусиятҳои экологӣ-физиологӣ механизмҳои мутобиқшавии дарахтони сӯзанбарг ба шароити баландкӯҳи Помир омӯхта шуданд. Бори аввал таҳқиқоти анатомии сӯзанбарги як қатор намудҳои сӯзанбарг гузаронида шуда, механизмҳои мутобиқшавии онҳо ошкор карда шуданд. Бо мақсади ошкор намудани механизмҳои физиологии мутобиқшавӣ коэффитсиенти транспиратсия ва речаи оби пихтаи Нордман ва арчаи шуғнонӣ дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский муайян карда шуданд. Бори аввал дар шароити Помири Ғарбӣ ҳосилнокии тухмии растаниҳои сӯзанбарг муайян карда шуд. Таъсири нурафкании ултрабунафш (УБ) ба суръати сабзиши тухмиҳои растаниҳои сӯзанбарг омӯхта шуд. Тобовариҳои растаниҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ дар шароити Помири Ғарбӣ аз рӯи чадвали панҷхӯлӣ баҳогузорӣ карда шуд. Бори аввал дар шароити баландкӯҳ таҳқиқоти афзоиши тухмии зотҳои сӯзанбарг дар хоки пӯшида гузаронида шуданд.

Нуктаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

1. Хусусиятҳои морфологӣ-анатомӣ ва механизмҳои экологӣ-физиологии мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбарги омӯхташуда устувории онҳоро ба омилҳои асосии стрессии баландкӯҳ, яъне ҳарорати паст, сармо ва хушксолӣ, таъмин мекунад. Намудҳои ба зимистон ва хушксолӣ тобовартарини онҳо барои кабудизоркунӣ дар шароити Помири Ғарбӣ ояндадор мебошанд.

2. Қонуниятҳои муқарраргардидаи динамикаи шабонарӯзӣ ва мавсимии сарфи об барои транспиратсия дар намудҳои гуногуни растаниҳои сӯзанбарги Боғи ботаникии Помир хусусиятҳо ва дараҷаи мутобиқшавии онҳоро ба шароити хушки баландкӯҳ ошкор менамоянд.

3. Мӯҳлатҳои мувофиқтарини афзоиши тухмӣ ва вегетативии растаниҳои сӯзанбарг дар шароити Помири Ғарбӣ бо хусусиятҳои нашъунамо ва инкишофи мавсимии онҳо, инчунин бо усули коркарди пеш аз кишти тухмиҳо муайян карда мешаванд. Нурафкании УБ-и мавҷдароз қобилияти сабзиш ва қувваи сабзиши тухмиҳоро зиёд мекунад, дар ҳоле ки нурафкании мавҷкӯтоҳ, баръакс, ин нишондиҳандаҳоро нисбат ба назорат (тухмиҳои нурафканинашуда) паст мекунад.

Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ-амалии таҳқиқот

Аҳамияти назариявӣ. Омӯзиши сохти морфологӣ-анатомӣ, речаи об ва ҳосилнокии тухмии растаниҳои сӯзанбарг, инчунин таҳияи усулҳои кишт ва афзоиши онҳо имкон медиҳад, ки механизмҳои мутобиқшавии ин растаниҳо ба шароити хушки Помири Ғарбӣ амиқтар фаҳмида шаванд. Натиҷаҳои таҳқиқотро дар таълими фанҳои ботаника, экология ва физиологияи растаниҳо дар муассисаҳои таҳсилоти олии ҷумҳурӣ истифода бурдан мумкин аст.

Аҳамияти амалӣ. Маълумоти бадастомада оид ба сохти анатомӣ, ҳосилнокии тухмӣ ва коэффитсиенти транспиратсияи растаниҳои сӯзанбарг, инчунин усулҳои такмилёфтаи афзоиши онҳо имкон медиҳанд, ки намудҳо барои шароити гуногуни микроиқлимии Помири Ғарбӣ ҳам барои кабудизоркунӣ ва ҳам барои ҳифзи хок аз эрозия асоснок интиҳоб карда шаванд.

Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳо. Эътимоднокии ва асоснокии натиҷаҳои бадастомада бо истифодаи усулҳои муосири экологӣ-физиологӣ ва ботаникии таҳқиқот таъмин карда мешаванд. Натиҷаҳои кори диссертатсионӣ дар конференсияҳо ва семинарҳои илмӣ дар солҳои 2007–2025 маъруза ва муҳокима карда шудаанд.

Саҳми шахсии унвончӯ. Унвончӯ шахсан таҳлили адабиётро оид ба механизмҳои экологӣ-физиологии мутобикшавии растаниҳои сӯзанбарг ба шароити гуногуни муҳит анҷом дода, ҳамаи таҷрибаҳои саҳроӣ ва таҳлилҳои лабораториро бо истифодаи усулҳои санҷидашуда иҷро намудааст. Омода намудани мақолаҳо ва фишурдаҳои илмӣ, инчунин навиштани диссертатсия аз ҷониби унвончӯ таҳти роҳбарии роҳбарони илмӣ анҷом дода шудааст.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Маводи диссертатсия дар ҷаласаҳои ваеи Шӯрои олимони Институти биологии Помир ба номи акад. Х.Ю. Юсуфбекови АМИТ (солҳои 2006–2025) ва дар шӯроҳои техникии ҳарсолаи озмоишгоҳҳои институт маъруза карда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқот дар конференсияҳои зерин пешниҳод гардидаанд: -конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Хусусиятҳои экологии гуногунии биологӣ» (Душанбе, 2012–2022); - конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Экология и устойчивое природопользование» (Томск, Русия, 2019);- конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Илми бунёдӣ – асоси тақмили технологияҳо ва маводҳо» (Душанбе, 2019); - конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Масъалаҳои муосири илмҳои табиатшиносӣ» (Душанбе, 2021); -конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Рушд ва ташаккули биологияи таҷрибавӣ дар Тоҷикистон» (Душанбе, 2022); - конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Проблемы ботаники Сибири и Монголии» (Омск, Русия, 2022); - конференсияи илмӣ ҷумҳуриявӣ «Гуногунии биологии экосистемаҳои кӯҳӣ дар шароити тағйирёбии глобалӣ иқлим» (Душанбе, 2025).

Интишорот. Аз рӯи мавзӯи диссертатсия 19 кори илмӣ, аз ҷумла 6 мақола дар маҷаллаҳои тақризшавандаи ба феҳристи КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон воридгардида, нашр шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия дар 168 саҳифаи матни компютерӣ баён гардида, аз муқаддима, шаш боб, хулосаҳо ва рӯйхати адабиёти истифодашуда, ки 163 манбаи муаллифони ватанӣ ва хориҷиро дар бар мегирад, иборат аст. Кор 53 ҷадвал ва 70 расм дорад.

ҚИСМИ АСОСИИ ТАҲҚИҚОТ

Кори диссертатсионӣ натиҷаи таҳқиқоти бисёрсола (солҳои 2007–2025) мебошад. Дар он натиҷаҳои омӯзиши механизмҳои экологӣ-физиологии мутобикшавии растаниҳои сӯзанбарг ба шароити баландкӯҳи Помир пешниҳод гардида, намудҳои сӯзанбарг барои кабудизоркунии маҳалҳои аҳолинишин ва мустаҳкам намудани соҳилҳо дар ноҳияҳои Помири Ғарбӣ тавсия дода шудаанд.

Мавод ва усулҳои таҳқиқот. Объектҳои таҳқиқот инҳо буданд: арчаи шугнӣ (*Juniperus schugnanica* Kom.) — намуди маҳаллӣ; ели хордор (*Picea pungens* Engelm.); ели аврупой (*Picea abies* (L.) H. Karst.); пихтаи Нордман (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach); арчаи виргинӣ (*Juniperus virginiana* L.); туяи ғарбӣ (*Thuja occidentalis* L.); биотаи шарқӣ (*Platycladus orientalis* (L.) Franco); санавбари ҳимолоӣ (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Таҳқиқот дар қаламрави Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурскийи Институти биологии Помир ба номи Х.Ю. Юсуфбекови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон гузаронида шуданд. Боғ дар баландии 2320 м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст. Релефи қаламрав хоси баландкӯҳ буда, нишебӣҳои тез, супахо ва баромадҳои сангӣ дорад. Иқлим шадидан континенталӣ ва кӯҳӣ аст: зимистон хунук, бо қабати ғафси барф, тобистон гарм ва хушк [8, с. 158].

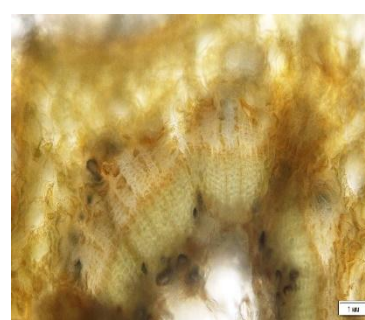
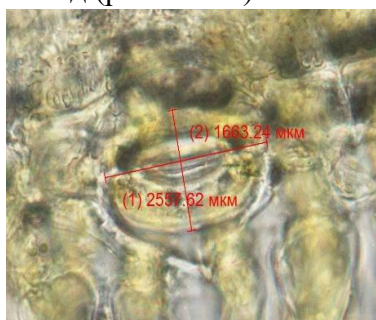
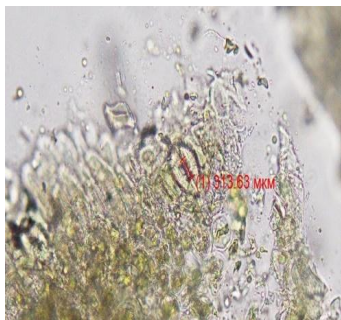
Таҳқиқоти анатомӣ бо ёрии микроскопи рақамии оптикии Olympus BX52 дар калонкунии ниҳонии ×1000 гузаронида шуданд. Ченкуниҳо дар барномаи ImageExpert Pro иҷро гардиданд. Шиддатнокии транспиратсия бо усули баркашидани тези сӯзанбаргҳои буридашуда аз рӯи Л.А. Иванов муайян карда шуд [15, с. 171]. Тобоварӣ ба зимистон ва сармо аз рӯи ҷадвали панҷҳолаи П.И. Лапин ва С.В. Сиднева баҳогузурӣ карда шуд [24, с. 56]: ба ҳар як аломат аз 1 (зохиршавии

сусти аломат, тобоварии паст) то 5 (зохиршавии қавии аломат, тобоварии баланд) ҳол дода шуд. Ритми нашъунамо ва инкишофи растаниҳо аз рӯи методикаи Боғи асосии ботаникии АИР омӯхта шуд. Қобилияти сабзиши тухмиҳо дар термостат мувофиқи ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести» муайян карда шуд. Қаламчасозӣ аз рӯи методикаҳои В.П. Иванов [15, с. 72] ва Л.П. Макаренкова [21, с. 20] гузаронида шуд. Коркарди оморӣ маълумот дар барномаҳои Statistica 6.1 ва Microsoft Office Excel 2007 иҷро гардид. Сатҳи интиқодии аҳамиятнокӣ ба 0,05 баробар қабул карда шуд.

НАТИҶАҲОИ ТАҲҚИҚОТ

Сохти анатомии сӯзанбарг. Истеъмоли об аз ҷониби дарахтзор бо сохти дастгоҳи баргӣ зич алоқаманд аст. Аз ин рӯ, таҳқиқоти анатомии сӯзанбарг имкон медиҳад, ки алоқамандии сохти дастгоҳи баргӣ бо транспиратсия ва речаи об муқаррар карда шуда, механизмҳои мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ ва сармо шарҳ дода шаванд.

Таҳқиқоти анатомии сӯзанбарги санавбари ҳимолой нишон дод, ки даҳанчаҳои он шакли байзашакл доранд; дарозии даҳанчаҳо 1663 мкм, бари онҳо 2557 мкм мебошад (расми 1–3). Дар арчаи шугнӣ даҳанчаҳо дарозрӯя буда, дарозии рахнаи даҳанча 313 мкм-ро ташкил медиҳад. Дар ели хордор дарозии даҳанчаҳо 1035 мкм ва бари онҳо 974 мкм, дар арчаи виргинӣ мутаносибан 4928 ва 3332 мкм мебошад (расми 1–3).



Расми 1. Дастгоҳи соматии А. Шугнӣ, **Расми 2.** Дастгоҳи соматии санавбари Ҳимолой, 400 х

Расми 3. Бандакҳои гузаронандаи кочи хор

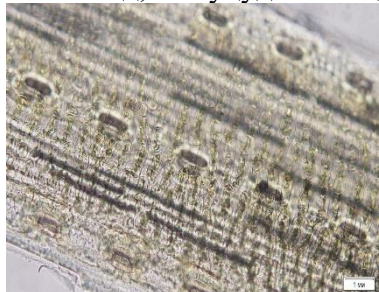
Дар буриши кӯндаланги сӯзанбарги кочи аврупоӣ ҳуҷайраҳои эпидерма, гиподерма ва мезофилл хуб намоён мебошанд. Эпидермаи растаниҳои сӯзанбарг одатан бо кутикулаи ғафс пӯшонида шуда, деворҳои ҳуҷайраҳои он саҳт ғафс ва ҷӯбшуда мебошанд. Ҳатто деворҳои ҳуҷайраҳои пӯшандаи даҳанчаҳои амиқ ғӯтидашуда ҷӯб мешаванд. Эпидерма ва гиподерма ба сӯзанбарг саҳтӣ ва мустаҳкамӣ бахшида, бофтаҳои онро аз талафи об бозътимод муҳофизат мекунанд.

Дар зери эпидерма қабати ҳуҷайраҳои гиподерма ҷойгир аст. Дарачаи инкишофи он метавонад нишондиҳандаи тобоварӣ ба хушксолӣ бошад: ҳар қадар гиподерма ғафстар бошад, ҳамон қадар ксероморфии сӯзанбарг баландтар буда, растани хушксолиро беҳтар таҳаммул мекунад. Таҳқиқот нишон доданд, ки дар санавбари ҳимолой, кочи хордор, кочи аврупоӣ, сарвинози шарқӣ ва арчаи шугнӣ гиподерма нисбат ба дигар намудҳои омӯхташуда хеле қавитар инкишоф ёфтааст, ки аз мутобиқшавии бештари онҳо ба хушксолӣ шаҳодат медиҳад. Дар ели аврупоӣ ташаккули қабати дуҷуми гиподерма мушоҳида карда шуд. Дар калонкунии $\times 1000$ дарозии ҳуҷайраи гиподермаи кочи аврупоӣ 2035 мкм ва бари он 1831 мкм мебошад.

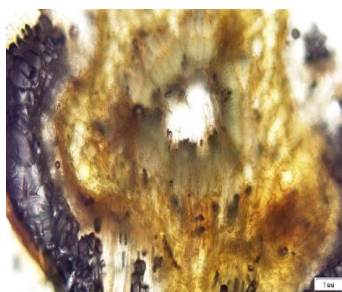
Ксилема ва флоэма дастаҳои ноқилии коллатералиро ташкил медиҳанд, ки дар силиндри марказии сӯзанбарг ҷойгир буда, аз мезофилл бо эндодерма ҷудо карда шудаанд. Ксилема ба тарафи болоии (адаксиалии) сӯзанбарг, флоэма бошад ба тарафи поёнии (абаксиалии) он

нигаронида шудааст (расми 1–3). Дар байни эндодерма ва дастаҳои ноқилӣ бофтаи трансфузионӣ ҷойгир аст, ки интиқоли моддаҳоро байни мезофилл ва дастаҳои ноқилӣ таъмин мекунад.

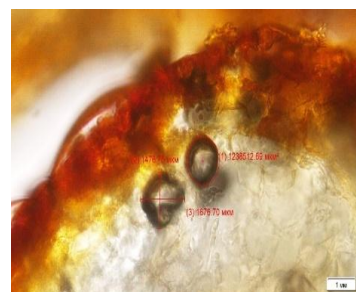
Аз рӯи аломатҳои анатомӣ ба иқлими Помири Ғарбӣ биотаи шарқӣ, санавбарӣ ҳимолоӣ ва ели хордор беҳтар мутобиқ гардидаанд. Сохти дастгоҳи даҳанчагии онҳо ба кам шудани талафи намӣ мусоидат мекунад, ки бинобар ин дар ин намудҳо норасоии об, ки дар пихтаи Нордман мушоҳида мешавад, ба вучуд намеояд.



Расми 4.Роҳҳои қатронии санавбарӣ Ҳимолоӣ, хангоми 400 маротиба калон кардан.



Расми 5. Ҷои пайдоиши қатрон дар қочӣ хордор



Расми 6. Сохтори тухмии арчаи вирчинӣ

Ҷадвали 1 – Нишондодҳои анатомии объектҳо (баҳодиҳӣ аз рӯи ҷадвали панҷ ҳола

	Аломатҳо	Сарвинози шарқӣ (Биота)	Сарвинози Ғарбӣ	Арчаи шугфунӣ	Арчаи Вирчинӣ	Синавбарӣ Ҳимолоӣ	Пихтаи Нордманӣ	Қочӣ хордор	Арчаи аврупой
	Ғафсии кутикула	4	3	5	5	4	3	5	3
	Зичии даҳанчаҳо (стомаҳо)	3	3	5	5	4	3	5	3
	Гиподерма	5	3	5	5	4	3	5	3
	Пӯшиши мӯмӣ	4	2	4	4	3	2	5	2

*1. Ҳоли пасттарин, 5. Ҳоли баландтарин

Дар аксари намудҳои омӯхташуда дар шароити Помири Ғарбӣ давраи қатронҳосилкунӣ ба моҳи июн рост меояд. Қатрон ба сатҳи сӯзанбарг, дар арчаҳо инчунин ба сатҳи ғӯзамаваҳо хориҷ шуда, онҳоро аз бемориҳо ва ҳашароти зараррасон муҳофизат мекунад.

Сӯзанбаргро кутикулаи ғафс бо қабати мӯмӣ пӯшонидааст, ки онро дар шароити хушк аз хушкшавӣ нигоҳ медорад. Чунин шароит ҳам дар давраи гарми тобистон ва ҳам дар давраи хушкӣ сарди зимистон ба вучуд меояд. Ҳамин тариқ, яке аз механизмҳои мутобиқшавӣ ташаккули қабати ғафси кутикула мебошад, ки талафи обро кам намуда, ҳамин тавр растаниҳоро аз хушксолӣ муҳофизат мекунад.

Таҳқиқоти анатомӣ нишон дод, ки ели хордор, биотаи шарқӣ ва санавбарӣ ҳимолоӣ, ки гиподермаи ғафс доранд, бо тобоварии баландтар ба хушксолӣ фарқ мекунанд. Қариб дар ҳамаи намудҳои омӯхташуда каналҳои қатронӣ хуб инкишоф ёфта, ихроҷи шадиди қатрон мушоҳида гардид (ҷадвали 1).

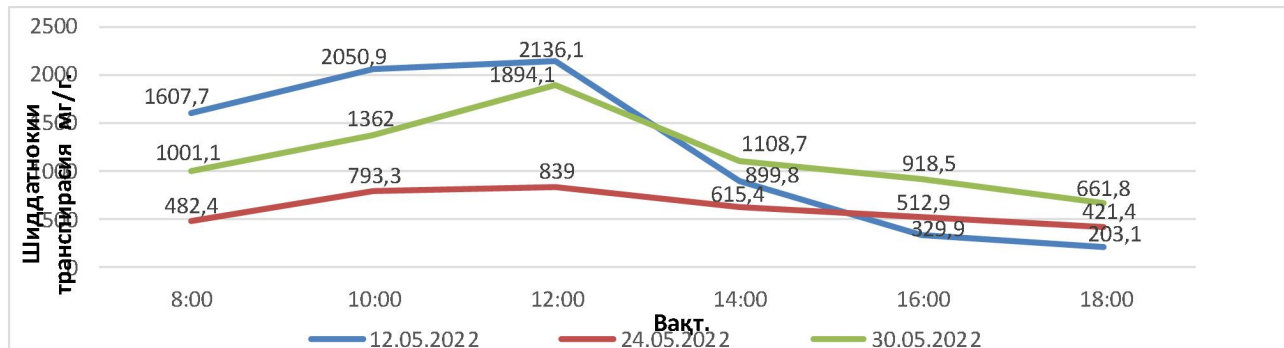
Речаи об ва транспиратсияи растаниҳои сӯзанбарг дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский

Истеъмоли об аз ҷониби дарахтзор бо речаи об ва инкишофи дастгоҳи баргии он зич алоқаманд аст. Аз ин рӯ, омӯзиши алоқамандии инкишофи дастгоҳи баргӣ, транспиратсия ва речаи об барои дақиқ намудани ҳисобҳои бухоршавии умумӣ аҳамият дорад.

Шиддатнокии транспиратсияи растаниҳои сӯзанбарг аз май то сентябр омӯхта шуд. Дар даҳаи якуми май дар соатҳои субҳ (8:00–8:30) ҳангоми ҳарорати ҳаво 18 °С ва намии нисбии 26 % шиддатнокии транспиратсия дар пихтаи Нордман 1607 мг/г, дар қочи хордор 2106,5 мг/г-ро ташкил дод. Аз соати 10:30 то 12:20 ҳангоми ҳарорати 26 °С ва намии 30 % ин нишондиҳандаҳо дар пихта то 2136,1 мг/г ва дар ел то 3361,9 мг/г афзоиш ёфтанд. Пас аз соати 13:30 шиддатнокии транспиратсия тадриҷан паст гардид.

Дар аввали даҳаи дуюми май дар соатҳои субҳ (8:00–8:30) шиддатнокии транспиратсия дар пихтаи Нордман 482,4 мг/г, дар қочи хордор 2414,5 мг/г-ро ташкил дод. Аз соати 10:30 то 12:20 ҳангоми ҳарорати ҳаво 20,1 °С, намии 30,6 % ва ҳарорати ҳок 18 °С шиддатнокии транспиратсия дар пихта нисбат ба даҳаи якум пасттар буда, 839 мг/г-ро ташкил дод, дар ҳоле ки дар ели хордор он хеле баландтар — 3456 мг/г буд.

Дар даҳаи сеюми май шиддатнокии транспиратсия дар қочи хордор аз нишондиҳандаҳои пихтаи Нордман хеле зиёд буд. Ҳадди аксар дар қоч соати 12:00 мушоҳида гардида, ҳангоми ҳарорати ҳаво 24 °С ва намии 20 % ба 5395,2 мг/г баробар шуд. Дар пихтаи Нордман дар ҳамин вақт транспиратсия ҳамагӣ 1894,1 мг/г-ро ташкил дод (расми 7)



Расми 7. Шиддатнокии транспиратсияи сӯзанбарги пихтаи Нордман дар моҳи май

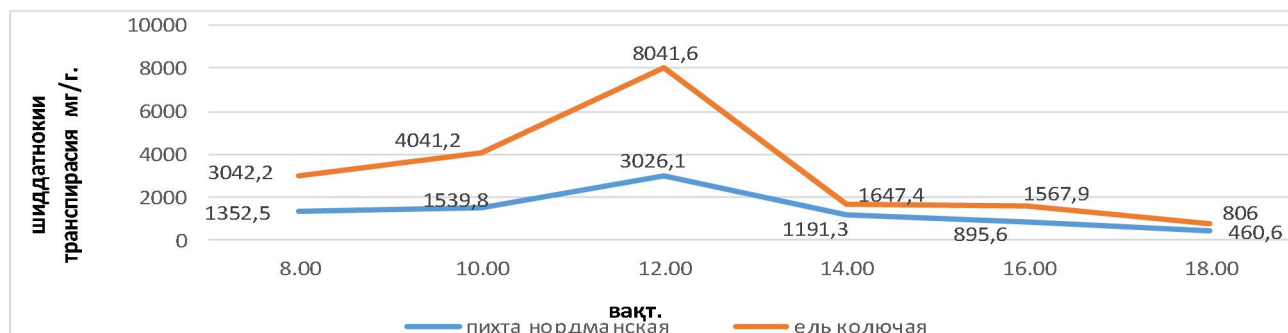
Дар моҳи июн шиддатнокии транспиратсия дар ҳарду намуд аз соати 8:00 то 12:00 якбора афзоиш ёфт: дар қочи хордор аз 1433,1 то 5037,8 мг/г, дар пихтаи Нордман аз 416,5 то 2796,9 мг/г. То соати 14:00 пастшавии якбораи транспиратсия мушоҳида гардид: дар ели хордор то 2436,5 мг/г, дар пихтаи Нордман то 1110,6 мг/г. Баъдан транспиратсия тадриҷан кам шуда, то соати 18:00 дар қоч 756,8 мг/г ва дар пихта 432,3 мг/г-ро ташкил дод. Намии нисбии ҳаво дар соатҳои субҳ 50 % буда, то соати 12:00 ҳангоми ҳарорати ҳаво 28,0 °С то 15 % паст гардид. Дар натиҷаи таъсири радиатсияи бевоситаи офтоб дар атрофи растаниҳо фазои хеле хушки назди замин ба вуҷуд омад.

Шиддатнокии ҳадди аксари транспиратсия дар моҳи июл қайд карда шуд. Аллакай дар соатҳои субҳ (8:00) дар қочи хордор он нисбат ба моҳҳои дигар баландтар буда, 3042,2 мг/г-ро

ташкил дод ва то соати 12:00 ба 8041,6 мг/г расид. Пас аз ду соат пастшавии якбора то 1647,5 мг/г мушоҳида гардид (расми 8) ва аз соати 14:00 то 18:00 транспиратсия пастшавии худро идома дод. Дар пихтаи Нордман то соати 18:00 ин нишондиҳанда 460,6 мг/г-ро ташкил дод.

Шиддатнокии баланди субҳгоҳии транспиратсия дар даҳаи дуҷуми июл низ мушоҳида гардид: дар кочи хордор ҳангоми ҳарорати ҳаво 25 °C ва намии 35 % он 3395,6 мг/г-ро ташкил дод. То соати 12:00 транспиратсия ночиз тағйир ёфт, баъдан то соати 14:00 якбора то 1064,8 мг/г паст гардид, то соати 18:00 дар ҳамин сатҳ боқӣ монд. Дар соатҳои рӯз ҳарорати ҳаво ба ҳадди

аксар (31 °C) расида, намии нисбӣ то ҳадди ақал паст гардид. Илова бар ин, кӯҳҳо ва баромадҳои сангии атроф дар давоми рӯз саҳт гарм шуда, гармӣ медиҳанд, ки ин намии ҳаворо боз ҳам паст намуда, транспиратсияро шадид мегардонад.



Расми 8. Суръати оббухоршавӣ дар кочи хордор ва пихтаи нормандӣ дар моҳи июл

Дар аввали моҳи август дар соатҳои субҳ ҳарорати ҳок дар Боғи ботаникии Помир 18 °C ва шиддатнокии транспиратсия дар кочи хордор 1423,7 мг/г буд. Пас аз тулӯи офтоб транспиратсия шиддат ёфта, то соати 10:00 ба ҳадди аксар (6789,2 мг/г) расид. То соати 12:00 он то 5766,4 мг/г ва то соати 18:00 то 638,8 мг/г паст гардид. Дар пихтаи Нордман шиддатнокии транспиратсия субҳ 867,1 мг/г, соати 12:00 — 4575,8 мг/г буда, то соати 14:00 баробар то 1371,9 мг/г паст шуд. Дар нимаи дуҷуми август ҳангоми ҳарорати мӯътадили рӯзона транспиратсия дар пихтаи Нордман дар давоми рӯз ночиз тағйир ёфт.

Пихтаи Нордманӣ дар қитъаи боғ бо самти шимолӣ мерӯяд, ки дар он микроклими хос бо ҳарорати пасттар ташаккул меёбад. Бо ҳамин сабаб шиддатнокии транспиратсия дар он нисбат ба ели хордор пасттар аст.

Дар моҳи сентябр ҳарорати ҳаво тадриҷан паст шуда, транспиратсия мӯътадил чараён мегарад. Дар даҳаи якуми сентябр соати 8:00 шиддатнокии транспиратсия дар кочи хордор 2103,8 мг/г, дар пихтаи Нордман 1138,1 мг/г-ро ташкил дод. Бо баландшавии ҳарорати ҳаво он афзоиш ёфта, то соати 12:00 мутаносибан ба 6333,1 ва 3214,4 мг/г расид. Баъдан транспиратсия паст шуда, то охири рӯз дар кочи хордор 902,7 мг/г ва дар пихтаи Нордман 655,7 мг/г-ро ташкил дод. Чунин реча то охири моҳ нигоҳ дошта шуд.

Шиддатнокии транспиратсияи дарахтон бо ҳарорати ҳаво зич алоқаманд аст. Обнокии сӯзанбарг аз таъминоти ҳок бо намай вобаста буда, ҳарорати баланди ҳаво боиси норасоии об мегардад. Дар ҳарду намуд шиддатнокии ҳадди аксари транспиратсия дар моҳи июл ва ҳадди ақал дар моҳи сентябр қайд карда шуд. Дар кочи хордор транспиратсия нисбат ба пихтаи Нордман хеле шадидтар аст.

Ҷадвали 2. Таҳлили муқоисавии шиддатнокии транспиратсияи пихтаи Нордман ва ели хордор дар давоми панҷ моҳ (май–сентябри соли 2022), мг/г

Арчаи Нордманӣ					
№	Май	Июн	Июл	Август	Сентябр
8.00	1204,63 ±1,01	727,2 ± 0,06	1410,86 ±0,9	1740,9 ±1,02	694,5 ±1,03
12.00	1623,0 ±0,2	2702,5 ±1,4	5122,0 ±1,02	2427,3±1,05	954,2±1,04
18.00	1157,7 ±0,5	1980,7±1,04	1524,2 ±1,3	907,9 ±0,01	616,9 ±0,8
Бо ҳисоби миёна	1328,4 ±0,01	1803 ±0,3	2685,6 ±1,05	1692,0±0,03	755,2 ±0,06
Кочи Хордор					
№	Май	Июн	Июл	Август	Сентябр
8.00	1886,3 ± 0,2	2430 ± 1,2	3191,1 ± 1,3	3251,8 ±1,01	1151,4 ± 0,3
12.00	4157,0 ±0,7	1805,0 ±1,1	8674,0 ±0,01	4188,5 ±0,02	1889,1 ±0,8
18.00	2255,5 ± 1,2	2404,4 ± 0,04	2404,9 ± 0,7	1518,3 ±1,03	887,5 ±1,4
Бо ҳисоби миёна	2766,2 ±0,02	2213±0,9	4757,6 ±0,03	2986,2 ±0,5	1309,3 ±0,04

Сарвинози шарқӣ(Биота)					
№	Май	Июн	Июл	Август	Сентябр
8.00	1683,7±1,03	1453,2±1,03	1175,6±1,02	991,0±1,01	327,3±1,01
12.00	2860,5±0,2	3724,6±1,09	5570,5±1,08	4068,9±1,05	1012,0±1,04
18.00	600,2±1,01	1308,7±1,02	1315,3±1,05	1373,6±1,04	215,8±1,01
Бо ҳисоби миёна	1107,9±1,05	2592,5±1,04	2354,8±1,05	2144,5±1,03	475±1,02
Арчаи шуғнонӣ					
№	Май	Июн	Июл	Август	Сентябр
8.00	2200,4±0,2	1791,4±1,03	1697,5±1,09	1045,5±1,02	604,6±1,01
12.00	3163,5±0,5	4030,0±1,06	6128± 2,03	3258,6±1,05	1918,6±1,03
18.00	654,4±1,01	785,3±1,01	1421,1±1,07	1293,7±1,04	278,1±1,01
Бо ҳисоби миёна	1407,2±1,01	2202,2±1,03	2826,6±1,06	2136, ±1,03	685,3±1,02

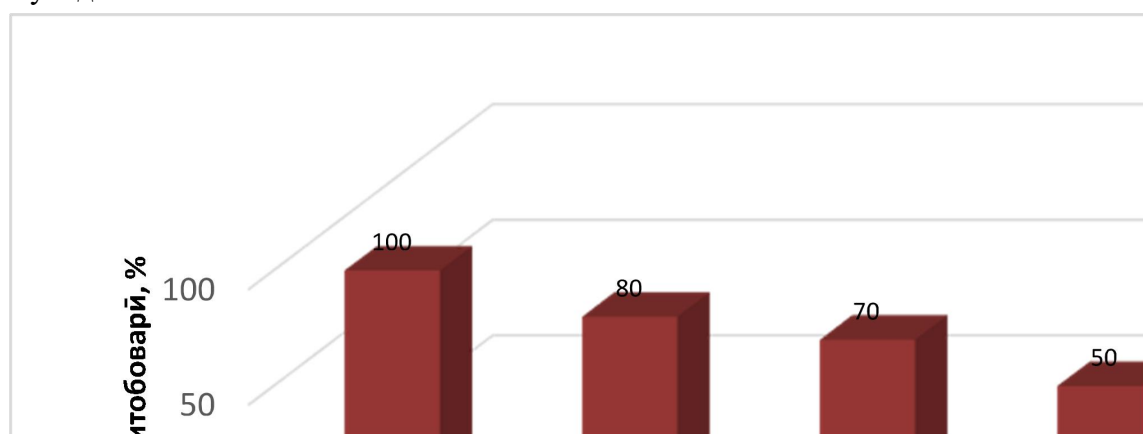
Дар соли 2025 шиддатнокии транспиратсия дар биотаи шарқӣ ва арчаи шуғнонӣ дар баландии 2320 м аз сатҳи баҳр омӯхта шуд. Дар маҷмӯъ динамикаи мавсимии транспиратсия аз солҳои гузашта фарқ надошт, вале тағйироти байнисолонаи иқлимӣ ба ҷараёни он кам ё зиёд таъсир расониданд. Соли 2025 нисбат ба солҳои гузашта гармтар буд: пас аз соати 12:00 ҳарорати ҳаво ба 36 °С мерасид ва намии нисбӣ то сатҳи камтар аз 10 % паст мегардид. Растаниҳо дар қитъаи кушода бо обёрии ҳарҳафтаина мерӯиданд, хоки зерин онҳо доимо намнок буд, ки таъминоти кофии системаи решаҳо бо об таъмин менамуд. Дар баробари ин, арчаи

шуғнонӣ бо сарфи бештари об барои транспиратсия фарқ мекард, дар ҳоле ки дар биотаи шарқӣ транспиратсия пасттар буд. Ин аз танзими самараноки речаи об ҳатто дар шароити ҳарорати баланд ва намии пасти ҳаво шаҳодат медиҳад (ҷадвали 2).

Шиддатнокии транспиратсияи арчаи шуғнонӣ ба андозаи зиёд аз шароити иқлимӣ вобаста аст. Дар давраи гарм ҳангоми намии кофии хок транспиратсия шадид ҷараён мегирад, дар ҳоле ки ҳангоми норасоии намай растанӣ қодир аст онро паст намуда, обро дар сӯзанбарг нигоҳ дорад. Ин аз қобилияти баланди мутобиқшавии намуд ба шароити тағйирёбанда ва шадиди муҳит шаҳодат медиҳад.

Тобоварии растаниҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ дар шароити баландкӯҳи Помир

Иқлими шадидан континенталии баландкӯҳи Помири Ғарбӣ дар якҷоягӣ бо гуногунии микрорелеф ва самтҳои нишебӣҳо барои интродуксияи растаниҳои дарахтӣ шароити хос фароҳам меорад. Таъсири микроиклим, самти нишебӣҳо ва минтақабандии амудӣ ба инкишофи растаниҳои сӯзанбарг аз ҷониби мо дар давоми якҷанд сол омӯхта шуд. Қаламрави боғи ботаникӣ қитъаҳои самтҳои гуногунро дар бар мегирад, ки ҳар яки онҳо бо шароити хоси микроиклимӣ фарқ мекунад.



Расми 9. Тобоварии растаниҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ, %

Тобоварии ниҳолҳои 4–5-солаи растаниҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ дар ду ниҳолхонаи кушода омӯхта шуд: дар ниҳолхонаи якум речаи обёрӣ рӯя карда шуд, дар дуюм обёрӣ қатъ гардид. Муқаррар карда шуд, ки дар ниҳолхонаи дуюм сӯзанбарги кочи аврупоӣ пас аз 25 рӯз ранги худро тағйир дода, тадричан хушк гардид (расми 9).

Санавбари ҳимолоӣ ба намудҳои наmidӯст мансуб буда, бо вучуди ин қодир аст набудани обёриро дар давоми 65 рӯз таҳаммул кунад. Сарвинози шарқӣ бо тобоварии баланд ба хушксолӣ (70–80 рӯз) фарқ карда, аз ин ҷиҳат танҳо аз намуди маҳаллӣ — арчаи шуғнонӣ (зиёда аз 80 рӯз) — ақиб мемонад. Мушоҳидаҳо нишон доданд, ки биотаи шарқӣ гармтарин моҳҳои Помири Ғарбиро (июл–август) бе обёрӣ ва бе осеби намоён таҳаммул мекунад (ҷадвали 3).

Тобоварии камтарин ба хушксолӣ дар туяи ғарбӣ қайд карда шуд. Ин намуд ба намнокӣ ва ковокии хок талабгор буда, танҳо ҳангоми мувофиқати беҳтарини онҳо хуб инкишоф меёбад.

Чадвали 3. Талаботи баъзе намудҳои растаниҳои сӯзанбарг ба обёрӣ дар хоки кушода дар шароити ББП ба номи А.В. Гурский

Номи Растанӣ	Навдаҳои 2-3 солаи аз тухм инкишофёфта	Ниҳолҳои 5-6 сола	Дарахтони бисёрсола
	рӯзҳо	рӯзҳо	рӯзҳо
Арчаи Шуғнонӣ	21	Беш аз 80	Беш аз 90
Сарвинози Шарқӣ (Биота)	21	Беш аз 75	Беш аз 90
Санавбари ҳимолоӣ	21	Беш аз 65	90
Кочи хордор	18	70	80
Кочи аврупой	14	56	60
Сарвинози Ғарбӣ	14	30	65

Ҳангоми норасоии об ниҳолҳои туяи ғарбӣ пас аз 30 рӯз қобилияти ҳаётии худро гум карда мешаванд. Арчаи шуғнонӣ, ки эндемики Помиру Олой мебошад, на танҳо дар қаламрави боғи ботаникӣ (2320 м аз сатҳи баҳр), балки дар маҳалҳои табиӣ рӯиши худ дар баландии то 2850 м аз сатҳи баҳр низ хуб мерӯяд ва инкишоф меёбад.

Чадвали 4. Баҳодиҳии тобоварии растаниҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ (аз рӯи чадвали панҷола)

№	Аломатҳо	Сарвинози шарқӣ(биота)	Сарвинози Ғарбӣ	Арчаи Шуғнонӣ	Арчаи вирчинӣ	Санавбари ҳимолоӣ	Пихта нормандӣ	Кочи хордор	Кочи аврупой
	Ғафсии кутикула	3	3	5	5	4	3	5	3
	Зичии стомаҳо	3	3	5	5	4	3	5	3
	Сахтии сӯзанҳо	3	3	5	5	4	3	5	3
	Пӯши муми	2	2	4	4	3	2	5	2
	Зичии тоҷ	3	3	5	5	4	3	5	3
	Системаи реша	2	2	5	5	4	3	4	2

Зичии баландтарини даҳанчаҳо дар арчаи шуғнонӣ, биотаи шарқӣ ва ели хордор қайд карда шуд. Кутикулаи ғафстарин дар ҳарду намуди арча, сарвинози шарқӣ ва кочи хордор мушоҳида гардид, санавбари ҳимолоӣ аз онҳо андаке ақиб мемонад, ғафсии камтарини кутикула дар пихтаи Нордман ва ели аврупой мебошад. Қабати мумӣ дар кочи хордор бехтар инкишоф ёфтааст (чадвали 5). Маҷмӯи ин аломатҳо аз сохти ксероморфии сӯзанбарг ва мутобикшавии баланди намудҳои номбаршуда ба шароити баландкӯҳ шаҳодат медиҳад.

Ҷадвали 5. Баҳоҳои миёнаи тобоварӣ ба хушксолӣ

Намуд	Холи миёна	Дараҷаи муқовимат ба хушксолӣ
Биотаи шарқӣ	4.71	Баланд
Сарвинози ғарбӣ	2.71	Миёна
Арчаи шуғнонӣ	4.86	Баланд
Арчаи вирҷинӣ	4.09	Баланд
Санавбари ҳимолоӣ	3.86	Аз миёна баландтар
Пихтаи нордманӣ	3.71	Миёна
Кочи хордор	4.16	Баланд
Кочи аврупоӣ	2.57	Миёна-паст

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои таҷрибаҳои бисёрсола нишон доданд, ки биотаи шарқӣ (платикладус) бо сабаби тобоварии баланд ба хушксолӣ барои парвариш дар шароити баландкӯҳи Помир мувофиқ аст. Пас аз он санавбари ҳимолоӣ меояд. Кочи хордор ва кочи аврупоӣ ба гурӯҳи дуюм бо тобоварии миёна ба хушксолӣ мансуб доништа шуданд. Сарвинози ғарбӣ ба намнокии ҳок талабгор буда, ба хушксолӣ тобовар нест, бинобар ин парвариши он дар ноҳияҳои Помири Ғарбӣ тавсия дода намешавад.

Ҷадвали 6. Ҷойгиркунии интродуцентҳои сӯзанбарг аз рӯи самтҳои нишебиҳо

Намуд	Самти нишебӣ	Талаботи экологӣ
<i>Juniperus schugnanica</i>	Ҷанубӣ	Рӯшноидӯст, ба хушксолӣ тобовар
<i>Pinus wallichiana</i>	Ҷанубӣ	Рӯшноидӯст, дар марҳилаи ҷавонӣ мӯътадил намидӯст
<i>Picea pungens</i>	Ҷанубӣ, ғарбӣ	Рӯшноидӯст, ба хушксолӣ тобовар
<i>Picea abies</i>	Шимолӣ	Намидӯст, ба соя тобовар
<i>Abies nordmanniana</i>	Шимолӣ	Намидӯст, ба шуоъгирии офтоб ҳассос
<i>Juniperus virginiana</i>	Шарқӣ	Ба тағйироти намӣ ва ҳарорат тобовар
<i>Thuja occidentalis</i>	Шарқӣ	Намидӯст, ба соя тобовар
<i>Platycladus orientalis</i>	Ғарбӣ / шимолу ғарбӣ	Ба хушксолӣ тобовар, ба ҳифз аз гармшавии аз ҳад зиёд ниёз дорад

Муқаррар карда шуд, ки интродуцентҳо ба шароити баландкӯҳи Помир хуб мутобиқ гардидаанд ва бисёре аз онҳо хушксолиро бомуваффақият таҳаммул мекунанд. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқот барои кабудизоркунии маҳалҳои аҳолинишини Помири Ғарбӣ, ба ғайр аз арчаи маҳаллии шуғнонӣ, аз ҳисоби интродуцентҳо пеш аз ҳама биотаи шарқӣ ва санавбари ҳимолоӣ, дар навбати дуюм ели хордор ва ели аврупоиро тавсия додан мумкин аст.

Ба омӯзиши мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбарг ба омилҳои номусоид ва шадиди муҳит шумораи зиёди корҳо бахшида шудаанд.

Як қатор таҳқиқот ба интиҳоби номгӯи устувори растаниҳои сӯзанбарг барои ниҳолшинониҳои муҳофизатӣ ва шахрӣ дахл доранд. Д.В. Сапронова (2018) нишон дод, ки таксонҳои омӯхташуда ба меъёрҳои интиҳоб барои парвариш дар ниҳолхонаҳо ва бунёди ниҳолшинониҳои муҳофизатии Поволжьеи Поён ҷавобгӯ мебошанд [23, с. 76]. В.А. Безруких (2020) таъкид менамояд, ки барои бунёди ниҳолшинониҳои устувори шахрӣ ошкор намудани хусусиятҳои инфиродии экологӣ ва ороишии ҳар як намуд зарур аст [3, с. 236]. В.И. Пашенко (2018) [номи намуд]-ро барои бунёди ҷангалзорҳои ба омилҳои патологӣ тобовар тавсия медиҳад [22, с. 76]. Р.В. Кармазин (2005) диққати асосиро ба афзоиши шаклҳои ороишии туяи ғарбӣ равона кардааст [17, с. 102].

Речаи оби интродуцентҳои сӯзанбарг дар корҳои В.Н. Карасев (2014) омӯхта шудааст, ки муқаррар намуд: намнокии сӯзанбарг ва наваҳо дар моҳи май, дар оғози давраи нашъунамои шадид, ба ҳадди аксар мерасад ва то июл — аввали сентябр ба таври қонунӣ паст мегардад [16, с. 57]. Е.А. Старикова (2016) дар туяи ғарбӣ дар минтақаи саноатии шаҳри Йошкар-Ола кам шудани миқдори умумии обро дар сӯзанбарг ва бартарии оби басташударо нисбат ба оби озод, монанди ели хордор, қайд кардааст [27, с. 59]. Д.И. Давлеткулова (2021) вайроншавии мубодилаи моддаҳои ҳуҷайраро дар туяи ғарбӣ дар муҳити шахрӣ бо баландшавии гузарониши мембранаҳои ҳуҷайра ва тағйирёбии мубодилаи об алоқаманд медонад [9, с. 14].

Хусусиятҳои физиологӣ-биохимиявӣ ва фенологии растаниҳои сӯзанбарг дар корҳои Е.А. Тишкина (2018), ки дар давоми се сол динамикаи мавсимии миқдори хлорофиллҳо ва каротиноидҳоро дар сӯзанбарги арча омӯхтааст [28, с. 473], ва Н.Н. Бессчетнова ва ҳаммуаллифон (2019), ки таъсири якҷояи мансубияти намудӣ ва генотипиро ба миқдори рағанҳо ва крахмал дар бофтаҳои наваҳои яксола арзёбӣ кардаанд [4, с. 59], баррасӣ шудаанд. И.Т. Кищенко (2015) нишон дод, ки ҷамъи ҳароратҳои мусбат, ки барои фарорасии фенофазаҳо зарур аст, дар намудҳои гуногун ба таври назаррас фарқ мекунад [19, с. 212]. Тибқи маълумоти О.С. Залывская (2014), тобоварии растаниҳои як намуд ба зимистон аз пайдоиши ҷуғрофии тухмиҳо ва синну соли ниҳолшинониҳо вобаста аст: дар солҳои аввали ҳаёт дар аксари растаниҳои дарахтии аз минтақаҳои дигар овардашуда наваҳои яксола ва дусола сармо мезананд, вале бо гузашти синну сол тобоварии онҳо ба зимистон баланд мегардад [10, с. 107].

Таъсири омилҳои техногенӣ ба растаниҳои сӯзанбаргро Р.О. Собчак (2009), ки нишон дод, ки андозаи сӯзанбарг ва сохти бофтаҳои нокилӣ ва рӯйпӯши он дар муҳити шахрӣ дараҷаи заифшавии дарахтонро аз партовҳои техногенӣ инъикос мекунад [26, с. 7], ва И.Л. Бухарина (2008), ки устувории баланди ели хордорро ба ифлосшавии техногенӣ қайд кардааст [5, с. 618], омӯхтаанд. Л.В. Зарубина (2015) муқаррар намуд, ки осебҳои механикии дарахтон ҳангоми буриши ҷангал шиддатнокии фотосинтез ва миқдори пигментҳоро паст намуда, речаи об ва фаъолияти системаи решаро вайрон мекунад [12, с. 85].

Дар Помир мутобиқшавии растаниҳо, пеш аз ҳама нашъунамо ва инкишофи онҳоро як қатор муҳаққиқон омӯхтаанд. Чунончи, А.О. Акназаров (2009) нишон дод, ки радиатсияи ултрабунафш ба равандҳои нашъунамо ва морфогенези растаниҳо тағйироти назаррас ворид мекунад [2, с. 165].

Тобоварии растаниҳои сӯзанбарг ба зимистон ва сармо

Тобоварӣ ба зимистон ва сармо хусусиятҳои муҳиме мебошанд, ки қобилияти мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбаргро ба иқлими хуноки баландкӯҳи Помир муайян мекунад. Таҳқиқоти мо оид ба тобоварии растаниҳои сӯзанбарг ба зимистон дар шароити Помири Ғарбӣ, ки дар солҳои 2008–2020 дар заминаи ББП гузаронида шуданд, нишон доданд, ки нашъунамо ва

инкишофи интродуцентҳои сӯзанбарг дар шароити баландкӯҳ суғуст чараён мегирад ва мутаносибан раванди мутобикшавии онҳо низ суғуст суғуст мегирад.

Дар шароити Помири Ғарбӣ ниҳолҳои биотаи шарқӣ тобоварии баланд ба зимистонро (68 %) нишон доданд. Дар ниҳолҳои сарвинози ғарбӣ ва қочӣ хордор ин нишондиҳанда хеле паस्तтар буда, тақрибан якхела — мутаносибан 35 ва 32 % мебошад. Тововарии камтарин ба зимистон дар ели аврупоӣ қайд карда шуд (ҷадвали 7).

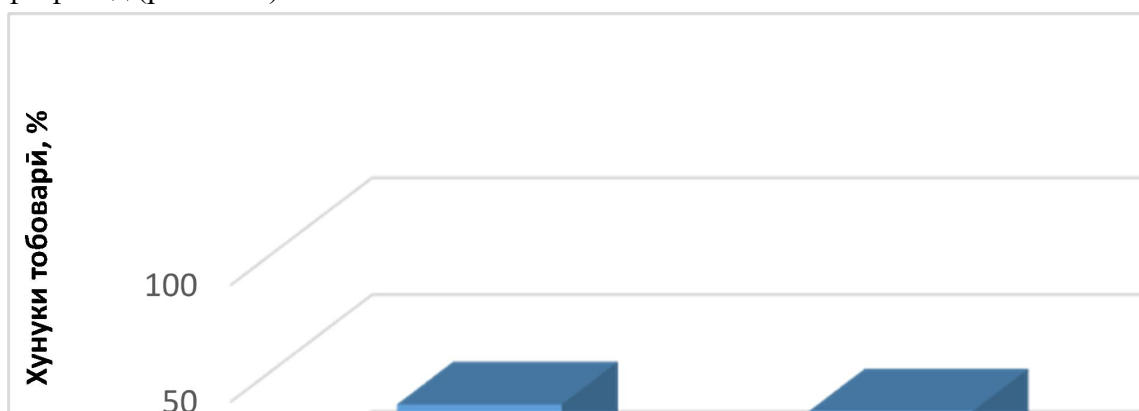
Таҳқиқот инчунин нишон доданд, ки дар ниҳолҳои сарвинози шарқӣ ва арҷаи шугӯнӣ афзоиши решаҳо ҳамагӣ 2–3 см аз афзоиши навдаҳо ақиб мемонад. Дар қочӣ хордор, қочӣ аврупоӣ ва сарвинози ғарбӣ афзоиши решаҳо аз афзоиши навдаҳо андаке зиёд аст. Давраи нашъунамои навдаҳо дар қочӣ аврупоӣ нисбат ба қочӣ хордор дарозтар буда, тақрибан 135 рӯзро ташкил медиҳад. Маълумоти бадастомада нишон медиҳанд, ки интродуцентҳо ҳоло дар раванди мутобикшавӣ ба шароити Помири Ғарбӣ қарор доранд. Ин ҳолат бо шароити саҳти иқлимии Помир шарҳ дода мешавад, ки нашъунамо ва инкишофи муқаррарии интродуцентҳои сӯзанбаргро душвор мегардонанд, махсусан дар шароити тағйирёбии иқлим, ки бо тағйироти якбораи ҳарорат ҳамроҳ аст.

Ҷадвали 7. Тововарии баъзе интродуцентҳои сӯзанбарг ба зимистон

	Номи растани	Санаи кишт	Нашъунамо, %	Зимистонгузаронӣ %	Афзоиши навниҳол пас аз 2 сол, см
	Сарвинози ғарбӣ	Апрел	40±0,02	35±0,06	3 ±0,01
	Қочӣ хордор	==/==/==	35±0,3	32±0,2	4.5±1,1
	Қочӣ аврупоӣ	==/==/==	42±0,7	0.7±0,01	7.2±1,03
	Сарвинози шарқӣ(Биота)	==/==/==	70±1,4	68±1,01	8.5±1,2

Тововарӣ ба сармо яке аз хусусиятҳои муҳимтаринест, ки мутобикшавии растаниҳои сӯзанбаргро ба шароити муҳит муайян мекунад. Он ҳангоми интродуксияи растаниҳои сӯзанбарг ба шароити баландкӯҳи Помир, махсусан дар давраи тағйирёбии иқлим, аҳамияти калон дорад.

Таҳқиқот нишон доданд, ки қочӣ хордор бо тобоварии баланд ба сармо фарқ карда, нисбат ба дигар намудҳо ба иқлими хуноки Помири Ғарбӣ осонтар мутобик гардидааст. Дар намудҳои дигар сармои зимистон ба нашъунамо, инкишоф ва мутаносибан ба имкониятҳои мутобикшавии онҳо таъсири манфӣ расонид. Чунончи, ниҳолҳои сарвинози ғарбӣ (шакли пирамидашакл) ва қочӣ аврупоӣ бо тобоварии пасти ба сармо фарқ карда, зимистонро бад таҳаммул намуданд ва хеле суғуст инкишоф ёфтанд (расми 10).



Расми 10. Муқовимат ба сардии растаниҳои сӯзанбарг дар шароити Помири Ғарбӣ

Инчунин нашъунамои навдаҳои растаниҳои сӯзанбарг ва тобоварии онҳо ба хунукӣ омӯхта шуд. Муқаррар карда шуд, ки дар кочи аврупоӣ навдаҳо хуб инкишоф ёфта, ҳатто дар солҳои хушк ва хунук зимистонро таҳаммул мекунад. Давомнокии нашъунамои навдаҳо дар кочи аврупоӣ тақрибан 90 рӯз, дар кочи хордор 65 рӯзро ташкил медиҳад. Мушоҳидаҳо оид ба инкишофи арчаи шугнонӣ нишон доданд, ки ин намуд бо тобоварии баланд ба сармо фарқ мекунад. Сарвинози шарқӣ аз рӯи тобоварӣ ба сармо аз арчаи шугнонӣ ақиб намоиш медиҳад. Бояд қайд кард, ки дар натиҷаи таъсири сармозаниҳои тирамоҳӣ ва зимистона ранги тоҷи растаниҳои сӯзанбарг тағйир меёбад: сӯзанбарг ранги сабзи тира бо тобиши бунафш мегирад.

Ҳосилнокии тухмии растаниҳои сӯзанбарги Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский

Ҳосилнокии тухмӣ яке аз нишондиҳандаҳои мутобиқшавии растаниҳо ба шароити муҳит мебошад. Барои арзёбии мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбарг ба шароити Помири Ғарбӣ ҳосилнокии тухмии онҳо дар ББП, аз ҷумла пурдонагии тухмиҳо, омӯхта шуд.

Пурдонагии тухмиҳо дар шакли пахншудаи арчаи виргинӣ 78,84 %-ро ташкил медиҳад, ки нисбат ба шакли нимкурагӣ 4 банди фоизӣ зиёдтар аст. Вазни 1000 дона тухмии шакли пахншуда 14 г буда, нисбат ба шакли нимкурагӣ 1,8 г зиёдтар мебошад. Шумораи тухмиҳо дар як ғӯзамава дар шакли пахншуда 1–3, дар шакли нимкурагӣ 1–2 доноро ташкил медиҳад.

Аз рӯи маҷмӯи нишондиҳандаҳои миқдорӣ маводи тухмӣ қобилияти репродуктивии намудҳои омӯхташуда арзёбӣ карда шуд. Вазни 1000 дона тухмӣ дар арчаи шугнонӣ (16 г) нисбат ба арчаи виргинӣ (14 г) зиёдтар аст. Дар як ғӯзамаваи арчаи виргинӣ 2–3 дона тухмӣ мавҷуд буда, баромади тухмиҳои тоза 78,84 %-ро ташкил медиҳад. Дар як ғӯзамаваи арчаи шугнонӣ ба ҳисоби миёна 2–4 дона тухмӣ мавҷуд буда, баромади тухмиҳои тоза 80,09 % мебошад (ҷадвали 8).

Ҷадвали 8. Ҳосилнокии тухмии растаниҳои сӯзанбарги Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский

№	Номи растанӣ	Шумораи тухмиҳо дар як ҷалғӯза, дона.	Пуррагии тухм ва ҳосили тухмии тоза %	Вазни 1000 дона., гр.
1	Кочи хордор	90-95	64,2±0,9	10±0,02
2	Кочи аврупоӣ	145 – 148	69, 23±1,2	12±1,1
3	Сарвинози шарқӣ (Бис)	6 – 8	87,5±1,03	15±0,06
4	Сарвинози ғарбӣ	6	66,6±1,4	1,6±0,2
5	Арчаи виргинӣ	2 – 3	78,84±0,3	14±0,7
6	Арчаи шугнонӣ	2 - 4	80,9±1,01	16±0,01

Натиҷаҳои омӯзиши ҳосилнокии тухмии ду намуди коч дар ҷадвали 8 оварда шудаанд. Вазни 1000 дона тухмӣ дар кочи аврупоӣ (12 г) нисбат ба кочи хордор (10 г) зиёдтар аст. Дар як ҷалғӯзаи кочи хордор 90–95 дона тухмӣ мавҷуд буда, баромади тухмиҳои тоза 75,84 %-ро ташкил медиҳад. Дар як ҷалғӯзайи кочи аврупоӣ 145–148 дона тухмӣ мавҷуд буда, баромади тухмиҳои тоза 69,23 % мебошад. Вазни 1000 дона тухмии сарвинози ғарбӣ 1,6 г, сарвинози шарқӣ 15 г-ро ташкил медиҳад. Дар ҷалғӯзайи сарвинози ғарбӣ 6 дона тухмӣ мавҷуд буда, баромади тухмиҳои тоза 66,6 % аст. Дар ҷалғӯзайи сарвинози шарқӣ 6–8 дона тухмӣ мавҷуд буда, баромади тухмиҳои тоза 87,5 %-ро ташкил медиҳад.

Омили асосие, ки ҳосилнокии тухмиро муайян мекунад, ҳарорат мебошад, ки ин махсусан дар шароити тағйирёбии иқлим муҳим аст. Муқаррар карда шуд, ки дар солҳои дорои ҳарорати баланд ва боронҳои баҳорӣ (2016, 2017) тухмиҳои намудҳои таҳқиқшаванда беҳтар пухта расиданд. Дар солҳои хунук ва хушк (2012) пухтарасии тухмиҳо ба таъхир афтод ва ҳосилнокӣ паст буд. Вазни калонтарини 1000 дона тухмӣ дар арчаи шуғнонӣ (16 г) ва сарвинози шарқӣ (15 г), хурдтарин дар сарвинози ғарбӣ (1,6 г) қайд карда шуд (ҷадвали 8).

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки дар шароити Помири Ғарбӣ растаниҳои сӯзанбарг тухмиҳои пураарзиш ташаккул медиҳанд: ҳиссаи тухмиҳои пурдона дар ҳамаи намудҳои омӯхташуда аз 60 % зиёд аст. Ин аз мутобиқшавии намудҳои таҳқиқшаванда ба шароити маҳаллӣ шаҳодат медиҳад. Арчаи шуғнонӣ ҳамчун намуди маҳаллӣ қобилияти баланди репродуктивӣ дошта, тухмиҳои босифат ташаккул медиҳад.

Таъсири нурафкании ултрабунафш ба сабзиши тухмиҳо ва нашъунамои ниҳолҳои растаниҳои сӯзанбарг

Яке аз усулҳои ояндадори ҳавасмандгардонии сабзиши тухмиҳо нурафкании онҳо бо нурҳои ултрабунафш мебошад. Муқаррар карда шудааст, ки радиатсияи УБ бо дарозии мавҷи 254, 313 ва 365 нм вобаста ба меъёр қобилияти сабзиши тухмиҳоро ҳавасманд мегардонад [6]. Ин имкон медиҳад, ки баромади маводи шинонидани растаниҳои сӯзанбарг зиёд карда шуда, бо ҳамин имкониятҳои кабудизоркунии шаҳрҳо ва маҳалҳои аҳолинишини васеъ гарданд.

Таҳқиқот нишон доданд, ки беҳтарин нишондиҳандаҳои қувваи сабзиш ва қобилияти сабзиши тухмиҳои сарвинози шарқӣ ва сарвинози ғарбӣ ҳангоми нурафкании УБ-и мавҷдароз (365 нм) дар давоми 60 дақиқа бо шиддатнокии 7 Вт/м^2 ба даст меоянд. Нурафкании мавҷмиёна (313 нм) ва мавҷкӯтоҳ (254 нм) низ қувваи сабзиш ва қобилияти сабзиши тухмиҳоро [баланд / паст] мекард, вале нисбат ба нурафкании мавҷдароз ба дараҷаи хеле камтар. Ҳассосияти баландро ба нурафканӣ сарвинози шарқӣ нишон дод.

Дар таҷрибаҳои саҳроӣ нашъунамои растаниҳои дусолае, ки аз тухмиҳои бо радиатсияи УБ-и дарозии мавҷҳои гуногун (экспозитсияи 60 дақиқа) ва ҳавасмандкунандаи нашъунамои ИСК (10 мг/л) коркардшуда парвариш ёфтаанд, омӯхта шуд. Нурафканӣ бо дарозии мавҷи 365 нм нашъунамои растаниҳоро нисбат ба назорат шадид гардонд. ИСК дар яқҷоягӣ бо радиатсияи УБ-и дарозии мавҷҳои гуногун низ то андозае нашъунаморо ҳавасманд кард. Таъсири бештар дар биотаи шарқӣ (афзоиш 12–23 %) қайд карда шуд, дар арчаи шуғнонӣ он 6–9 %-ро ташкил дод. Нурафкании мавҷмиёна ва мавҷкӯтоҳ низ нашъунамои растаниҳоро ҳавасманд кард, вале нисбат ба нурафкании мавҷдароз сусттар (ҷадвали 10).

Нурафкании УБ қувваи сабзиш ва қобилияти сабзиши тухмиҳоро нисбат ба назорат ба таври назаррас баланд бардошт. Шиддатнокии нурафканӣ бо микровольтнаноамперметри Ф-136 чен карда шуд. Меъёрҳои баланди радиатсияи УБ ҳам қувваи сабзиш ва ҳам қобилияти сабзиши тухмиҳоро паст карданд: ҳангоми меъёри зиёда аз $12,4 \text{ кДж/м}^2$ пастшавии яқбораи нишондиҳандаҳо мушоҳида гардид, ки бо таъсири паҳшкунандаи нурафканӣ алоқаманд аст. Дарозии сабзаҳои тухмиҳои туяи ғарбии синфи I-и сифат дар ҳамаи вариантҳои таҷриба қариб якхела буд. Дар тухмиҳои нурафкандашудаи синфи III дарозии сабзаҳо нисбат ба назорат ба таври бозътимод зиёдтар буд ($t_{\text{факт}} = 8,05 > t_{\text{ҷадв}} = 2,57$; $P < 0,05$). Коркарди кимиёвии тухмиҳо низ натиҷаҳои хуб дод, аммо таъсири бештар дар варианти нурафкании УБ ба даст омад.

Ҳамин тариқ, коркарди пеш аз киштии тухмиҳои растаниҳои сӯзанбарг бо нурафкании ултрабунафш усули ояндадор ва аз ҷиҳати экологӣ беҳатар мебошад.

Ҷадвали 10. Таъсири радиатсияи УБ-и дарозии мавҷҳои гуногун ба қувваи сабзии ва қобилияти сабзии тухмиҳои растаниҳои сӯзанбарг

Вариантҳои таҷриба	Қиматҳои миёнаи арифметикӣ сабзии, %	Ҷоиз барои назорат
Туяи ғарбӣ (аҳромшакл)		
Қувваи сабзии		
Назоратӣ	$13,0 \pm 0,6$	100
254 нм 60 дақ.	$13,5 \pm 0,9$	200
313 нм 60 дақ.	$14,8 \pm 1,6$	108
365 нм 60 дақ.	$16,2 \pm 0,7$	114
Нашъунамо		
Назоратӣ	$62,0 \pm 1,7$	100
254 нм 60 дақ.	$64,0 \pm 2,3$	102
313 нм 60 дақ.	$65,2 \pm 1,8$	104
365 нм 60 дақ.	$67,8 \pm 1,8$	107
Арчаи шугнонӣ		
Қувваи сабзии		
Назоратӣ	$10,0 \pm 0,2$	100
254 нм 60 дақ.	$11,7 \pm 0,7$	108
313 нм 60 дақ.	$11,8 \pm 0,9$	109
365 нм 60 дақ.	$13,2 \pm 0,5$	116
Нашъунамо		
Контроль	$43,0 \pm 1,0$	100
254 нм 60 дақ.	$42,0 \pm 2,0$	101
313 нм 60 дақ.	$45,7 \pm 1,3$	103
365 нм 60 дақ.	$51,9 \pm 1,1$	107
Биотаи шарқӣ		
Қувваи сабзии		
Назоратӣ	$32,0 \pm 0,4$	100
254 нм 60 дақ.	$33,5 \pm 0,7$	105
313 нм 60 дақ.	$36,8 \pm 1,0$	115
365 нм 60 дақ.	$39,2 \pm 0,4$	123
Нашъунамо		
Назоратӣ	$83,1 \pm 1,0$	100
254 нм 60 дақ.	$87,0 \pm 2,0$	105
313 нм 60 дақ.	$87,6 \pm 1,4$	106
365 нм 60 дақ.	$89,7 \pm 1,2$	108

Аз натиҷаҳои таҳқиқот хулоса бармеояд, ки нурафкании пеш аз кишти тухмиҳои растаниҳои сӯзанбарг бо радиатсияи УБ-и дарозии мавҷҳои гуногун имкон медиҳад, ки қобилияти сабзии ва қувваи сабзии онҳо баланд бардошта шавад. Ин усул нисбат ба истифодаи ҳавасмандкунандаҳои кимиёвӣ нашъунамо аз ҷиҳати экологӣ беҳатартар аст.

Афзоиши тухмии растаниҳои сӯзанбарг дар хоки кушода ва зери сарпӯши полиетиленӣ

Мақсади афзоиши тухмӣ зиёд намудани шумораи дарахтони сӯзанбарг, бунёди қитъаи модарӣ барои чамбоварии тухмиҳои истеҳсоли худӣ ва васеъ намудани номгӯи маводи шинонидашаванда барои кабудизоркунии кӯчаҳо, гулгаштҳо ва боғҳои ш. Хоруғ ва ноҳияҳои ҳамсояи ВМКБ мебошад.

Мушоҳидаҳо нишон доданд, ки дар намудҳои чинси арча сабзаҳо пас аз ду сол пайдо шуданд ва қобилияти сабзиш дар ҳок 40–42 %-ро ташкил дод. Дар шакли нукрагини ели хордор он 20 %, дар шакли сабз андаке зиёда аз 30 %, дар сарвинози ғарбӣ 35 % буд. Чунин нишондиҳандаҳо барои гирифтани маводи пураарзиши шинонидашаванда кофӣ нестанд. Дар ели аврупоӣ системаи решаи сатҳии популмонанд ташаккул ёфт. Эҳтимол, ин бо таъсири бодҳои шимолӣ дар қитъаи кушодае, ки ниҳолҳо парвариш меёфтанд, инчунин бо сармозаниҳои тирамоҳӣ ва баҳорӣ ва дигар омилҳо алоқаманд аст.

Бинобар ин зарурати гузаронидани таҷрибаҳо дар хоки пӯшида ба миён омад. Маълумот оид ба афзоиши тухмии растаниҳои сӯзанбарг дар хоки пӯшида дар адабиёт кам аст. Аз ҷониби мо бори аввал дар шароити баландкӯҳ таҳқиқоти афзоиши тухмии зотҳои сӯзанбарг зери сарпӯши полиетиленӣ гузаронида шуд. Объектҳо сарвинози ғарбӣ, кочи хордор (шакли нукрагин), кочи аврупоӣ, сарвинози шарқӣ ва арчаи шуғнонӣ буданд. Гармхонаҳо дар қитъае ҷойгиранд, ки аз шамол ва нурҳои бевоситаи офтоб ҳифз шудааст. Намии нисбии ҳаво дар онҳо дар сатҳи 70–75 % нигоҳ дошта мешуд. Обёрӣ се маротиба дар як рӯз — субҳ, нисфирӯзӣ ва бегоҳ гузаронида мешуд. Ҳангоми баландшавии ҳарорат аз 40 °С гармхонаҳо ҳавотоза карда мешуданд.

Ҷадвали 9. Зиндамони ниҳолҳои растаниҳои сӯзанбарг дар марҳилаҳои аввали инкишоф дар хоки ҳифзшуда, %

Номи растани	Соли 1:		Соли 2:		Соли 3:	
	зиндамони	намӣ, %	зиндамони	намӣ, %	зиндамони	намӣ, %
Биотаи шарқӣ	80±1,2	95	60±0,06	93	40±0,3	90
Туяи ғарбӣ	80±0,9	65	60±1,4	63	40±0,01	60
Ели аврупоӣ	80±0,2	70	60±0,04	62	40±1,03	65
Ели хордор	80±0,01	60	60±0,5	57	40±0,7	50

Муқаррар карда шуд, ки қобилияти сабзиши тухмиҳо дар ҳок зери сарпӯши полиетиленӣ хеле баланд аст: дар сарвинози шарқӣ он 95 %, дар ҳарду намуди ел 80–85 %, дар сарвинози ғарбӣ 55–60 %-ро ташкил дод (ҷадвали 9). Махсусан дар туяи ғарбӣ, ки ба шароити парвариш талабгор аст, фарқият байни кишт дар хоки кушода ва зери сарпӯш калон буд: мутаносибан 3 ва 90 %. Ниҳолҳо дар гармхона бо инкишофи хуби қисмҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ фарқ мекарданд: дар давоми 1,5–2 моҳ баландии онҳо ба 2 см расид, дар ҳоле ки дар хоки кушода чунин баландӣ танҳо то охири давраи нашъунамо ба даст меояд.

Бояд таъкид кард, ки дар арчаи шуғнонӣ дар давоми ду сол сабзаҳо пайдо нашуданд. Ба ин Л.П. Макаренкова низ дар қорҳои худ ишора мекунад [76]. Аз ҷониби мо усули беҳтар намудани афзоиши тухмии ин намуд дар хоки пӯшида бо минбаъд гузаронидани растаниҳо ба хоки кушода таҳия карда шуд. Дар соли аввал дар гармхона намии ҳаво дар сатҳи 80 % нигоҳ дошта шуда, сабзаҳо ҳар рӯз ҳавотоза карда мешаванд, дар соли дуюм намӣ то 50–60 %, дар соли

сеюм то 40–45 % паст карда мешавад. Пас аз ин ниҳолҳо барои мутобиқшавӣ ба шароити хушки муҳит ба хоки кушода гузаронида мешаванд.

Қаламчасозии растаниҳои сӯзанбарг дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский

Гуногунии табиии растаниҳои сӯзанбарг дар Помир кам аст: дар ин ҷо асосан намудҳои чинси арча мерӯянд. Аз ин рӯ, дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский (ВМКБ, Тоҷикистон) дар давоми солҳои зиёд интродуцентҳои сӯзанбарг ва мутобиқшавии онҳо ба шароити маҳаллӣ омӯхта мешаванд.

Дар ҷараёни таҳқиқот мӯҳлатҳои мувофиқтарини қаламчасозии ел, туя ва дигар намудҳо муайян карда шуданд. Бо назардошти шароити иқлимии маҳал қаламчасозӣ дар моҳи апрел гузаронида шуд, зеро ин давра барои афзоиши зироатҳои дарахтӣ дар Помири Ғарбӣ мусоидтарин мебошад. Таҷрибаҳо дар се мӯҳлат гузошта шуданд: дар аввал, мобайн ва охири апрел. Дарозии қаламчаҳо 10–25 см буд.

Решадавонии қаламчаҳо дар аввал, мобайн ва охири апрел ночиз фарқ мекард. Истисно туяи ғарбӣ буд, ки барои он охири апрел мӯҳлати мувофиқтарин гардид. Қаламчаҳои дорои ҷӯби дусола нисбат ба қаламчаҳои ҷӯби яксола шадидтар реша давонданд, зеро моддаҳои захиравии бештар ҷамъ карда буданд. Пайдоиши каллус дар қаламчаҳо дар аввали моҳи сентябр қайд карда шуд. Мушоҳидаҳо дар солҳои минбаъда нишон доданд, ки қаламчаҳои решадавонда хуб нашъунамо ва инкишоф меёбанд.

Решадавонии миёнаи қаламчаҳо ҳангоми қаламчасозии апрелӣ 40–70 %-ро ташкил дод, дар ҳоле ки ҳангоми қаламчасозии июнӣ ҳамагӣ 20–30 % буд. Бинобар ин, барои шароити Помири Ғарбӣ мӯҳлати баҳории қаламчасозӣ нисбат ба мӯҳлати тобистона афзалтар аст. Решадавонии бештарин дар сарвинози ғарбӣ (*Thuja occidentalis*) — 60 % қайд карда шуд, дар кочи хордор ва кочи аврупоӣ он 15–20 банди ғоизӣ пасттар аст.

Ба растаниҳои сӯзанбарге, ки дар шароити Помири Ғарбӣ иқлимпазир гардида, барои кабудизоркунӣ ва ҳифзи хок дар ноҳияҳои гуногуни минтақа ояндадор мебошанд, намудҳои чинсҳои, сарвиноз, қоч ва ғайра мансубанд.

ХУЛОСА ВА НАТИҶАГИРИҲО

Омӯзиши сохти анатомии сӯзанбарг имкон дод, ки механизмҳои мутобиқшавии растаниҳои сӯзанбарг ба иқлими хушки Помири Ғарбӣ ошкор карда шаванд. Ба шароити маҳаллӣ биотаи шарқӣ, арчаи шугʼнонӣ, санавбари ҳимолоӣ ва ели хордор бештар мутобиқ гардиданд. Сохти дастгоҳи даҳанчагии онҳо ба кам шудани талафи намӣ мусоидат мекунад, ки бинобар ин дар онҳо норасоии об, ки дар пихтаи Нордманӣ мушоҳида мешавад, ба вучуд намеояд. Механизми дигари мутобиқшавӣ ташаккули кутикулаи ғафс мебошад, ки талафи обро кам намуда, ҳамин тавр растаниҳоро аз хушксолӣ муҳофизат мекунад. Маҳз ҳамин механизм тобоварии баланди ели хордорро ба хушксолӣ таъмин менамояд. Дар аксари намудҳои омӯхташуда гиподерма хуб инкишоф ёфтааст, ки он низ ба мутобиқшавии растаниҳо ба иқлими хушк ва хуноки минтақа мусоидат мекунад.

Шиддатнокии транспиратсияи растаниҳои сӯзанбарг аз май то сентябр вобаста ба ҳарорати ҳаво ва хок, намии ҳаво ва таъминоти хок бо намӣ омӯхта шуд. Шиддатнокии ҳадди аксари транспиратсия дар моҳи июл қайд карда шуд.

Бисёре аз интродуцентҳои сӯзанбарг дар иқлими шадидан континенталӣ ва хушки Помири Ғарбӣ бо тобоварии баланд ба хушксолӣ фарқ карда, қодиранд хушксолиро муддати дароз таҳаммул кунанд. Дар байни онҳо махсусан сарвинози шарқӣ фарқ мекунад, ки ҳатто дар солҳои хеле хушк муқаррарӣ нашъунамо ва инкишоф меёбад. Ин намудро барои кабудизоркунӣ дар аксари ноҳияҳои Помири Ғарбӣ тавсия додан мумкин аст.

Муқоисаи афзоиши тухмии растаниҳои сӯзанбарг дар хоки кушода ва зери сарпӯши полиэтиленӣ нишон дод, ки зери сарпӯш барои сабзиши тухмиҳои ҳамаи намудҳои омӯхташуда шароити мусоидтар фароҳам меояд.

Нурафкании пеш аз кишти тухмиҳои растаниҳои сӯзанбарг бо радиатсияи УБ-и дарозии мавҷҳои гуногун усули самараноки ҳавасмандгардонии қобиляти сабзиши онҳо ва алтернативаи аз ҷиҳати экологӣ беҳатари ҳавасмандкунондаҳои кимиёвӣи нашъунамо мебошад.

1. Таҳқиқоти анатомии сӯзанбарг нишон дод, ки дастгоҳи даҳанчагии намудҳои омӯхташуда бухоршавии обро дар шароити норасоии намии хок танзим мекунад. Гиподермаи ғафс дар санавбари ҳимолой, кочи хордор, кочи аврупоӣ, сарвинози шарқӣ ва арчаи шугʼнонӣ қайд карда шуд, ки тобоварии онҳоро ба хушксолӣ баланд мебардорад. Қариб дар ҳамаи намудҳои омӯхташуда каналҳои катронӣ хуб инкишоф ёфтаанд ва катрони хориҷшаванда сӯзанбаргро аз бемориҳо ва ҳашароти зараррасон муҳофизат мекунад [5-А].

2. Шиддатнокии ҳадди аксари транспиратсия дар намудҳои омӯхташуда дар соатҳои нисфирӯзӣ (тақрибан соати 12:00), дар давоми давраи нашъунамо бошад дар моҳи июл мушоҳида мешавад, вақте ки ҳарорати ҳаво ба ҳадди аксар мерасад ва намии он ҳадди ақал мегардад. Дар кочи хордор транспиратсия нисбат ба пихтаи Нордман хеле шадидтар ҷараён мегирад [18-А].

3. Омӯзиши тобоварии интродуцентҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ ва зимистон нишон дод, ки биотаи шарқӣ бо тобоварии баланд ба хушксолӣ фарқ карда, аз рӯи ин нишондиҳанда танҳо аз арчаи маҳаллии шугʼнонӣ ақиб мемонад. Санавбари ҳимолой ва кочи хордор низ ба хушксолӣ тобовар мебошанд. Кочи хордор бо тобоварии баланд ба сармо, сарвинози шарқӣ бо тобоварии бештарин ба зимистон дар байни интродуцентҳо фарқ мекунад. Тововарии камтарин ба хушксолӣ дар сарвинози ғарбӣ, ки ба намнокии хок талабгор аст, қайд карда шуд [2-А, 7-А, 9-А].

4. Арчаи шугʼнонӣ ҳосилнокии баланди тухмӣ дошта, тухмиҳои босифат ташаккул медиҳад. Интродуцентҳо ҳоло давраи мутобикшавиро аз сар меғузаронанд ва ҳосилнокии тухмии онҳо андаке пасттар аст, вале ҳиссаи тухмиҳои пурдона дар онҳо аз 60 % зиёд мебошад [12-А].

5. Омӯзиши мӯҳлатҳои афзоиши вегетативии растаниҳои сӯзанбарг дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский нишон дод, ки мӯҳлати баҳории қаламчасозӣ нисбат ба мӯҳлати тобистона афзалтар аст: решадавонии қаламчаҳо дар фасли баҳор 40–70 %, дар тобистон 20–30 %-ро ташкил медиҳад [11-А].

6. Коркарди пеш аз кишти тухмиҳои растаниҳои сӯзанбарг бо радиатсияи УБ нисбат ба коркарди кимиёвӣ усули ояндадор ва аз ҷиҳати экологӣ беҳатартар мебошад. Нурафкании УБ-и мавҷдароз (365 нм) қобиляти сабзиш ва қувваи сабзиши тухмиҳои ҳамаи намудҳои омӯхташударо нисбат ба назорат ба таври назаррас баланд мебардорад. Нурафкании мавҷмиёна (313 нм) ва мавҷкӯтоҳ (254 нм) [таъсири ҳавасмандкунондаи камтар дошт / ин нишондиҳандаҳоро паст мекард] [1-А].

ТАВСИЯҲО БАРОИ ИСТЕҲСОЛОТ

1. Барои мустаҳкам намудани соҳилҳои дарёҳо ва бунёди ниҳолшинониҳои ландшафтӣ барои кабудизоркунӣ дар шароити Помири Ғарбӣ истифода бурдани намудҳои чинси арча тавсия дода мешавад. Ду намуди арча (арчаи шугʼнонӣ ва арчаи виргинӣ) қобиляти хуби репродуктивӣ дошта, ба зимистон ва хушксолӣ тобоваранд. Дар заминаи онҳо арчазорҳои қаламрави Помири Ғарбиро барқарор ва ғанӣ гардонидан мумкин аст.

2. Ели хордор ба зимистон тобовар аст. Микробиота ба намӣ талабгор набуда, ба зимистон ба қадри кофӣ тобовар мебошад. Ин намудҳоро инчунин барои бунёди ҷангалзорҳо дар водии дарёҳои Ғунд, Шохдара ва Бартанги Помири Ғарбӣ, инчунин дар ноҳияи Ишкошим

тавсия додан мумкин аст. Сарвинози ғарбиро дар ноҳияҳои Помири Ғарбӣ бо назардошти талаботи он ба намӣ, гармӣ ва ҳосилхезии хок парвариш кардан мумкин аст.

3. Барои қаламчасозии растаниҳои сӯзанбарг дар шароити Помири Ғарбӣ мӯҳлати баҳорӣ (моҳи апрел) тавсия дода мешавад, зеро дар ин давра решадавонии қаламчаҳо ба ҳадди аксар мерасад.

4. Афзоиши тухмии растаниҳои сӯзанбаргро зери сарпӯши полиэтиленӣ гузаронидан тавсия дода мешавад, зеро дар ин ҳолат то 80 % тухмиҳои сабзидаро гирифтани мумкин аст, дар ҳоле ки ҳангоми кишт дар хоки кушода ин нишондиҳанда 20–30 %-ро ташкил медиҳад.

5. Санавбари ҳимолой ба ифлосшавии ҳаво тобовар аст; бо назардошти ин нишондиҳанда онро барои маҳалҳои аҳолинишини шаҳрӣ ҳамчун тозакунандаи ҳаво тавсия додан мумкин аст.

6. Мутобиқ гардонидани растаниҳои сӯзанбарги душворрешадавонанда бо роҳи фароҳам овардани шароити мусоиди иқлимӣ дар гармхонаҳо тавсия дода мешавад: дар соли аввал дар гармхона намии 80 % таъмин карда шуда, сабзаҳо ҳар рӯз ҳавотоза карда мешаванд, дар соли дуюм намӣ то 50–60 %, дар соли сеюм то 40–45 % паст карда мешавад. Пас аз ин ниҳолҳо барои мутобиқшавӣ ба шароити хушки табиӣ иқлимии муҳит ба хоки кушода гузаронида мешаванд.

ИНТИШОРОТ АЗ РӯИ МАВЗӯИ ДИССЕРТАТСИЯ

Мақолаҳо дар маҷаллаҳои тақризшавандаи тавсиянамудани ҚОА

назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон:

[1-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Влияние предпосевного облучения семян УФ. Радиации разной длины волн на посевные качества хвойных растений. /Одилбеков. К. Курбонбеков. Дж. Ш. Акназаров. О. А. / Известия НАНТ, Отд.биол.н., 2019, №1(204). - С. 32-37.

[2-А]. Курбонбеков Ч. Ш. Омӯзиши қобилияти мутобиқшавии баъзе дарахтони сӯзанбарг ба иқлими хушки Помири Ғарбӣ // Паёми донишгоҳи омузғории Тоҷикистон, 2015, № 3(27). - С. 103

[3-А]. Курбонбеков Ч. Ш. Наврузшоев, Д. Сафаралихонов А. Б. Омӯзиши маҳсулнокии тухми сӯзанбаргон дар шароити Боғи ботаникии Помир//Паёми донишгоҳи омузғории Тоҷикистон. -2025, № 3(27).- С. 87-91.

[7-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Динамика роста саженцев Ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) на разных высотных зонах западного Памира// Вестник Хорогского университета. 2025, №3(03). С.100-104.

[8-А]. Курбонбеков Дж. Ш., Наврузшоев Д. Анатомическое строение смолянных ходов некоторых хвойных растений Западного Памира//Известия Национальной Академии Наук Таджикистана отделения биологических наук. 2025, №4(231). - С 20 – 246

[9-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Сафаралихонов А. Б. Дневной ход транспирации ели колючей в условиях Памирского ботанического сада//Известия национальной академии наук Таджикистана. 2026, №1 (232).-С.57-61

Мақолаҳои илмие, ки дар маҷмӯаҳо ва дигар нашрияҳои

илмӣ-амалӣ нашр шудаанд:

[7-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Засухоустойчивость интродуцентов хвойных растений в условиях высокогорий Памира. /Курбонбеков. Дж. Ш./- Душанбе, Паёми донишгоҳи омузғори, №3-2019, 4(3-4), - С.256 -260.

[8-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Сравнительная оценка развития саженцев ель колючей на двух высотах на Западном Памире. Душанбе Паёми донишгоҳи омузғори, 2023, № 2(18). С.149-152.

[9-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Генеративное размножение хвойных растений на открытом грунте под полиэтиленовым покрытием. Томск: Экология и управление природопользованием. Выпуск-3, 2020 г. - С. 36-38.

[10-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Зимостойкость хвойных растений в условиях Западного Памира. Душанбе: Роль-Российско-Таджикского (Славянского) университета в становлении и развитии науки и инновационного образования в Республики Таджикистан, Часть 2. 15-16 октября 2021. - С.19-22.

[11-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Роль Памирского ботанического сада в обогащении ассортимента хвойных растений на Западном Памире. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии 21(2), 2022, - С. 95-97.

[12-А]. Курбонбеков Ч. / Всхожесть семян некоторых древесных растений. // Н.Миралибеков, П. Шоназаров. Ч.Курбонбеков. Экологические особенности биологического разнообразия. Хорог- 2007. - С.118-120.

[13-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Сроки черенкования хвойных растений в условиях Западного Памира. Состояние и перспективы использования биологического ресурсов высокогорных регионов. Хорог - 2009. -С. 68

[14-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Биологические особенности можжевельника Шугнанского в условиях Западного Памира. “Экологические особенности биологического разнообразия.” Шестая международная Конференция. Душанбе. - С. 144, 2015

[15-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Адаптационный период хвойных растений в Памирском ботаническом саду /М.С.Хубоншоева//.VIII-ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия” Душанбе, 2019. - С. 154,

[16-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Эколого – Биологическая характеристика хвойных растений в условиях Западного Памира/М. С. Хубоншоева., К. Одилбеков/ VIII-ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия” Душанбе – 2019. - С. 155.

[17-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Одилбеков, К. Влияние предпосевного облучения семян УФ – радиации разной длины волны на посевные качества хвойных растений/ М. Хубоншоева., Д.Т. Каримов//Республиканские научные конференции” Биологические ресурсы Памира”, 2019, С.7

[18-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Изучение морозостойкости некоторых интродуцентов хвойных растений в Памирском ботаническом саду//X – ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия”. Душанбе, 2021 - С.25.

[19-А]. Курбонбеков Дж.Ш. Интенсивность транспирации у растений Пихты Нордманской в условиях Памирского ботанического сада// Материалы республиканской научной конференции” Биоразнообразие горных экосистем в условиях глобального изменения климата” Душанбе - 2025. - С. 168 – 169.

РҶҶҲАТИ АДАБИЁТ

1. Агаханянц О.Е. Заметки о ботанике – географических районах Таджикистана и Северо – Восточного Афганистана / Изв. Отд. с – х. и биол. Наук А.Н.Тадж. 2 ССР,1964 – С. 150 - 155.

2. Акназаров О.А. Влияние предпосевной обработки семян УФ - лучами разной длины волн на ростовые процессы, уровень гормонов и продуктивность растений / О.А. Акназаров, К. Одилбеков // Доклады АН РТ. - №2,- 2009. - С. 34-39.

3. Безруких В. А. Обоснование видового состава древесных растений с учетом дендроклиматического районирования территории сибирского города и его пригородной зоны. /

В.А. Безруких, Е.В. Авдеева, Е.А. Селенина // Хвойные бореальной зоны. 2020. Т. XXXVIII, № 5-6. - С. 225–236.

4. Бессчетнова Н.Н. Кулькова А.В. № 6 DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52 содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea l.*) в условиях Нижегородской области 2 issn 0536 – 1036. / Н.Н. Бессчетнова, А.В. Кулькова // Ивуз. «Лесной журнал». 2019. - С. 52 - 61.

5. Бухарина И.Л. Эколого-биологическая характеристика ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) В условиях городской среды (на примере г. Ижевска) / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварнищина // Самарская Лука. 2008. – Т. 17, № 3(25). – 2008 - С. 618-625

6. Гурский А.В. Интродукция древесных растений в Таджикистане / Интродукция растений в Памирском бот. саду. – Душанбе: Дониш, 1972. – С. 38-46.

7. Гурский А.В. Дикорастущие и культурные древесные растения Советского Бадахшана /Труды Тадж. Филиала Ан СССР 18, 1951, - С. 5-32.

8. Гусев Ю.Д. О верхнем пределе произрастания деревьев и кустарников в Горно-Бадахшанской автономной области / Бот. жур. - 1959. – Т.44, Вып.8. – С. 158-162.

9. Давлеткулов Д.И. Хвойные растения в условиях городской среды. В парке им. Якутова «Информационное обеспечение научно-технического прогресса: анализ проблем и поиск решений», состоявшейся 25 мая в г. Киров 2021. - С. 13 -16.

10. Залывская, О. С. Зимостойкость и морозоустойчивость интродуцентов /О.С. Залывская, Н. А. Бабыч // Лесной вестник /Forestry bulletin 18(1(100)), 2014. - С. 105-110

11. Запрягаев, М. Л. Интродукция растений и ботанические исследования в Горном Бадахшане/ М.Л. Запрягаев, Н.А. Коваленко // Душанбе Дониш,1984. -С. 45-75.

12. Зарубина Л.В. Оценка состояния хвойных деревьев на вырубках в условиях Европейского севера / Л.В. Зарубина, В.Н. Коновалов, П.А. Феклистов, Д.Н. Клевцов, В.В. Копытков // Биология. 2015. - С. 85 – 94.

13. Зеленьяк А.К. 1 v 03.01.00 physico-chemical biology. Результаты адаптации хозяйственно-ценных хвойных интродуцентов в аридных условиях нижнего Поволжья / А.К. Зеленьяк, А.П. Иозус, Е.В // Морозова Фундаментальные исследования № 7, 2015. - С. 20 – 23.

14. Иванов, В.П. Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при ингибировании / В.П. Иванов, С.И. Марченко, Д.И. Нартов, Л.П. Балухта // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 69–81. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-69-81 - С. 69 – 81.

15. Иванов Л.А. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях / Л.А.Иванов, Силина, Ю. Л. Цельникер // Ботанический журнал 35(2), 1950, - С. 171 - 185.

16. Карасев В. Н. Эколого-физиологическая оценка адаптации хвойных интродуцентов в среднем Поволжье / В. Н. Карасев, М. А. Карасева, Н. Е. Серебрякова, С. М. Лазарева // Вестник ПГТУ. № 4(24) 2014. - С. 55- 66.

17. Кармазин Р.В. Интродукция декоративных форм туи западной в ботаническом саду Укр.глт.г. Львов Украина / Р.В. Кармазин, Г.П. // Любинская, Актуальные проблемы лесного комплекса, 2005. - С. 100 – 101.

18. Карпечко Ю. В. Расчетный метод определения транспирации древостоев / Лесоведение, 2010. - С. 65 – 71.

19. Кищенко, И.Т. Влияние экологических факторов на развитие хвойных интродуцентов (*pinus l.*) В подзоне средней тайги / Хвойные бореальной зоны, XXXIII, № 5 - 6, 2015. - С. 210 -216.

20. Князева С.Г. Внутрипопуляционная изменчивость можжевельника обыкновенного зоны / Хвойные бореальной XXVII, № 1 – 2, 2010. - С.91 -96.

21. Макаренкова Л.П. Биологические особенности хвойных растений в Памирском ботаническом саду - Автореф. канд. дисс. Душанбе, 1988. 20 с.
22. Пашенко В. И. Биоэкологические особенности интродукции вида сосны Палласа в Центрально-Черноземном регионе России. В. И. Пашенко, С. В. Левин. Лесная селекция. 2018. - С. 74 -90
23. Сапронова Д. В. Адаптированные таксоны хвойных растений для питомниководства в нижнем Поволжье / Д. В. Сапронова, директор, А.К. Зеленяк // Научно - агрономический журнал. 2018. – С. 75 -76.
24. Сиднева С.В. Лапина П.И. Методика определение зимостойкости растений / С.В. Сиднева, П.И. Лапина, // Главный ботанический сад АН РФ, 1973, - С. 56 - 63.
25. Смирнова Н.И. Анатомо-морфологические закономерности проводящего стволового и фотосинтетического листового аппарата древесных растений в контрастных условиях произрастания / Н.И. Смирнова, И.Н Павлов, // Вестник КрасГАУ. № 2. 2014. - С. 125-130
26. Собчак Р. О., Зотикова, А.П. Влияние условий высокогорья на анатомо-физиологические показатели хвои сосны сибирской / Р. О. Собчак, А.П. Зотикова, // Вестник томского государственного университета № 326. 2009. - С. 200 – 202.
27. Старикова Е.А. Изменение фракционного состава воды в хвое *Pinus pungens* Engelm. и *Thuja occidentalis* L. В условиях городской среды / Е.А. Старикова, Е. В. Сарбаева // Международный научный журнал «символ науки» №3/2016. - С. 57 -59.
28. Тишкина Е.А. Литература от статьи УФ 1 Особенности сезонной динамики фотосинтетических пигментов в хвое интродукционных популяций *Juniperus communis* L / Е.А. Тишкина, Л.А. Семкина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2018. т. 20, № 5(3), - С. 473 – 478.
29. Чербарь В.В. Почвы Западного Памира. Основные типы и подтипы почв. Ч.2. –Кишинеу: Изд-во Lexon-Plus, 2014. - 280 с.
30. Плотникова Л.С. / Сезонного влияния на рост развитие растений. Бюл. Гл.Ботан. Сада 1977, - С. 13-17
31. Яковлев А.А, Пространственное размещение смешанных древостоев сосны и ели на примере северо-востока ленинградской области / А.А, Яковлев, Д.А. Данилов // 2011

АННОТАЦИЯ

ба автореферати диссертатсияи Курбонбеков Чамшед Шафтолиевич дар мавзӯи «Хусусиятҳои экологӣ-физиологии растаниҳои сӯзанбарг ва ошкор намудани механизмҳои мутобикшавии онҳо ба шароити Помири Ғарбӣ», ки барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои биологӣ аз рӯи ихтисосҳои 1.5.18 – Ботаника, 1.5.12 – Физиология ва биохимияи растаниҳо пешниҳод шудааст

Калимаҳои калидӣ: растаниҳои сӯзанбарг, хусусиятҳои экологӣ-физиологӣ, механизмҳои мутобикшавӣ, Помири Ғарбӣ, речаи об, тобоварӣ ба хушксолӣ, тобоварӣ ба сармо.

Мақсади кор — ошкор намудани механизмҳои мутобикшавии растаниҳои сӯзанбарг ба шароити Помири Ғарбӣ дар асоси омӯзиши хусусиятҳои экологӣ-физиологии онҳо.

Мавод ва усулҳои таҳқиқот. Объектҳои таҳқиқот инҳо буданд: арчаи шуганонӣ (*Juniperus schugnanica* Kom.) — намуди маҳаллӣ; ели хордор (*Picea pungens* Engelm.); ели аврупой (*Picea abies* (L.) Н. Karst.); пихтаи Нордман (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach); арчаи виргинӣ

(*Juniperus virginiana* L.); туяи ғарбӣ (*Thuja occidentalis* L.); биотаи шарқӣ (*Platycladus orientalis* (L.) Franco); санавбари ҳимолоӣ (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Таҳқиқоти анатомӣ аз рӯи методикаи А.Ф. Гаммерман (1972) бо ёрии микроскопи рақамии оптикии Olympus BX52 дар калонкунии ниҳоии $\times 1000$ гузаронида шуданд. Ченкуниҳо дар барномаи ImageExpert Pro иҷро гардиданд. Шиддатнокии транспиратсия бо усули баркашидани тези сӯзанбаргҳои буридашуда аз рӯи Л.А. Иванов (1950) муайян карда шуд. Тобоварӣ ба зимистон ва сармо аз рӯи чадвали панҷхӯлаи П.И. Лапин ва С.В. Сиднева (1973) баҳогузорӣ карда шуд: ба ҳар як аломат аз 1 (зоҳиршавии сусти аломат, тобоварии паст) то 5 (зоҳиршавии қавии аломат, тобоварии баланд) ҳол дода шуд. Ритми нашъунамо ва инкишофи растанӣ аз рӯи методикаи Боғи асосии ботаникии АИР [ва аз рӯи ... Плотников (1972)] бо қайд кардани мӯҳлатҳои тақвими фарорасии фазаҳои асосии фенологии намудҳо ва шаклҳои омӯхташаванда омӯхта шуд. Қобилияти сабзиши тухмиҳо дар термостат мувофиқи ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести» муайян карда шуд. Қаламчасозӣ аз рӯи методикаҳои В.П. Иванов (1979) ва Л.П. Макаренкова (1985) гузаронида шуд. Коркарди омории маълумот дар барномаҳои Statistica 6.1 ва Microsoft Office Excel 2007 иҷро гардид. Қиматҳои миёнаи арифметикӣ ва ҳатогиҳои онҳо ($M \pm m$, ки дар он M — қимати миёна, m — ҳатоги қимати миёна) ҳисоб карда шуданд. Сатҳи интиқодии аҳамиятнокӣ ба 0,05 баробар қабул карда шуд.

Навовариҳои илмӣ. Бори аввал дар асоси хусусиятҳои экологӣ-физиологӣ механизмҳои мутобиқшавии дарахтони сӯзанбарг ба шароити баландкӯҳи Помир омӯхта шуданд. Бори аввал:

- таҳқиқоти анатомии сӯзанбарги як қатор намудҳои сӯзанбарг гузаронида шуда, механизмҳои мутобиқшавии онҳо ошкор карда шуданд;
- дар Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский бо мақсади ошкор намудани механизмҳои физиологии мутобиқшавии растанӣ ба шароити баландкӯҳ шиддатнокии транспиратсия ва речаи оби як қатор растанӣҳои сӯзанбарг муайян карда шуданд;
- дар шароити Помири Ғарбӣ ҳосилнокии тухмии растанӣҳои сӯзанбарг муайян карда шуд;
- таъсири нурафкании УБ ба суръати сабзиши тухмиҳои растанӣҳои сӯзанбарг омӯхта шуд;
- тобоварии растанӣҳои сӯзанбарг ба хушксолӣ дар шароити Помири Ғарбӣ аз рӯи чадвали панҷхӯла баҳогузорӣ карда шуд;
- дар шароити баландкӯҳ таҳқиқоти афзоиши тухмии зотҳои сӯзанбарг дар хоки пӯшида гузаронида шуданд.

АННОТАЦИЯ

автореферата диссертации Курбонбекова Джамшеда Шафтолиевича на тему «Эколого-физиологические характеристики хвойных растений и выявление механизмов их адаптации к условиям Западного Памира», представленной на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.18 – Ботаника, 1.5.12 – Физиология и биохимия растений

Ключевые слова: хвойные растения, эколого-физиологические особенности, механизмы адаптации, Западный Памир, водный режим, засухоустойчивость, морозоустойчивость.

Цель работы — выявление механизмов адаптации хвойных растений к условиям Западного Памира на основе изучения их эколого-физиологических особенностей.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили: можжевельник шугнанский (*Juniperus schugnanica* Kom.) — местный вид; ель колючая (*Picea pungens* Engelm.); ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.); пихта Нордмана (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach);

можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana* L.); туя западная (*Thuja occidentalis* L.); биота восточная (*Platycladus orientalis* (L.) Franco); сосна гималайская (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Анатомические исследования проводили по методике А.Ф. Гаммермана (1972) с помощью цифрового оптического микроскопа Olympus BX52 при максимальном увеличении $\times 1000$. Измерения выполняли в программе ImageExpert Pro. Интенсивность транспирации определяли методом быстрого взвешивания срезанной хвои по Л.А. Иванову (1950). Зимостойкость и морозоустойчивость оценивали по пятибалльной шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой (1973): каждому признаку присваивали балл от 1 (слабое проявление признака, низкая устойчивость) до 5 (сильное проявление признака, высокая устойчивость). Ритм роста и развития растений изучали по методике Главного ботанического сада РАН [и по ... Плотникову (1972)], фиксируя календарные сроки наступления основных фенологических фаз у изучаемых видов и форм. Всхожесть семян определяли в термостате согласно ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести». Черенкование проводили по методикам В.П. Иванова (1979) и Л.П. Макаренковой (1985). Статистическую обработку данных выполняли в программах Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007. Рассчитывали средние арифметические значения и их ошибки ($M \pm m$, где M — среднее, m — ошибка среднего). Критический уровень значимости принимали равным 0,05.

Научная новизна. Впервые на основе эколого-физиологических особенностей изучены механизмы адаптации хвойных деревьев к условиям высокогорья Памира. Впервые:

- проведено анатомическое исследование хвои ряда хвойных видов и выявлены их адаптационные механизмы;
- в Памирском ботаническом саду им. А.В. Гурского определены интенсивность транспирации и водный режим ряда хвойных растений с целью выявления физиологических механизмов их адаптации к условиям высокогорья;
- в условиях Западного Памира определена семенная продуктивность хвойных растений;
- изучено влияние УФ-облучения на скорость прорастания семян хвойных растений;
- дана оценка засухоустойчивости хвойных растений в условиях Западного Памира по пятибалльной шкале;
- в условиях высокогорья проведены исследования семенного размножения хвойных пород в закрытом грунте.

ABSTRACT

of the dissertation by Jamshed Shaftolievich Kurbonbekov, "Ecological and Physiological Characteristics of Coniferous Plants and Identification of Their Adaptation Mechanisms to the Conditions of the Western Pamirs", submitted for the degree of Candidate of Biological Sciences in the specialties 1.5.18 – Botany and 1.5.12 – Plant Physiology and Biochemistry

Keywords: coniferous plants, ecological and physiological features, adaptation mechanisms, Western Pamirs, water regime, drought tolerance, frost resistance.

Aim of the study: to identify the mechanisms by which coniferous plants adapt to the conditions of the Western Pamirs, based on a study of their ecological and physiological features.

Materials and methods. The study covered the following species: Shugnan juniper (*Juniperus schugnanica* Kom.), a native species; Colorado blue spruce (*Picea pungens* Engelm.); Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.); Nordmann fir (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach); eastern red cedar

(*Juniperus virginiana* L.); northern white cedar (*Thuja occidentalis* L.); Oriental arborvitae (*Platycladus orientalis* (L.) Franco); and Himalayan blue pine (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.).

Anatomical studies followed the method of A.F. Gammernan (1972) and were carried out using an Olympus BX52 digital optical microscope at a maximum magnification of $\times 1000$. Measurements were made with ImageExpert Pro software. Transpiration rate was determined by the rapid weighing of cut needles according to L.A. Ivanov (1950). Winter hardiness and frost resistance were assessed on the five-point scale of P.I. Lapin and S.V. Sidneva (1973), with each trait scored from 1 (weak expression, low resistance) to 5 (strong expression, high resistance). Growth and development rhythms were studied according to the method of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences [and ... Plotnikov (1972)] by recording the calendar dates of the main phenological phases of the studied species and forms. Seed germination was determined in a thermostat in accordance with GOST 13056.6-97 "Seeds of trees and shrubs. Method for determination of germination". Propagation by cuttings followed the methods of V.P. Ivanov (1979) and L.P. Makarenkova (1985). Statistical analysis was performed using Statistica 6.1 and Microsoft Office Excel 2007. Arithmetic means and their standard errors were calculated ($M \pm m$, where M is the mean and m is the standard error of the mean). The significance level was set at 0.05.

Scientific novelty. For the first time, the mechanisms by which coniferous trees adapt to the high-mountain conditions of the Pamirs have been studied on the basis of their ecological and physiological features. For the first time:

- the needle anatomy of several coniferous species was examined and their adaptation mechanisms were identified;
- the transpiration rate and water regime of several coniferous species were determined at the A.V. Gursky Pamir Botanical Garden in order to identify the physiological mechanisms of their adaptation to high-mountain conditions;
- the seed productivity of coniferous plants was determined under the conditions of the Western Pamirs;
- the effect of UV irradiation on the germination rate of coniferous seeds was studied;
- the drought tolerance of coniferous plants in the Western Pamirs was assessed on a five-point scale;
- seed propagation of coniferous species in a greenhouse was studied under high-mountain conditions.