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 - ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ И ВЫЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ИХ АДАПТАЦИЙ К УСЛОВИЯМ ВЫСОКОГОРЬЯ ПАМИРА

ДИССЕРТАЦИЯ

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

Научный руководитель:
Наврузшоев Довутшо доктор биологических наук,
главный научный сотрудник ПБИ им. академика Х.Ю. Юсуфбекова

Научный консультант:
Сафаралихонов Айнулло Бародархонович - кандидат биологических наук, ведущий научный
сотрудник ПБИ

Хорог –2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И (ИЛИ) УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ…. 4

ВВЕДЕНИЕ ……6

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУР ……6

1.1. Современные аспекты изучения эколого-физиологических показателей хвойных растений…….15

1.1.1. Эколого-физиологические и морфолого–анатомические исследования хвойных растений…….15

1.1.2. Интродукция и биологические особенности хвойных деревьев……...23

1.1.3. Роль хвойных растений в озеленении населённых пунктов……...26

1.1.4. Исследование способов размножения хвойных растений…….....28

1.2. Физико-географическая характеристика Западного Памира…….....31

1.2.1. Рельеф…….....31

1.22. Климат……...31

1.2.3. Почвы Западного Памира……..42

1.2.4. Растительность……44

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……47

2.1. Объекты исследования…….....47

2.2. Место проведения исследования……47

2.3. Методы исследования…….....48

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЛАВА 3. МОРФОЛОГО–АНАТОМИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ПБС им. А.В. ГУРСКОГО……..52

3.1. Морфологическая характеристика исследуемых объектов. ……52

3.2. Анатомическое строения хвойных растений …….....58

3.3. Водный режим и транспирация…….....68

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ЗИМОСТОЙКОСТИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ……90

4.1. Особенности засухоустойчивости хвойных растений в условиях высокогорый Памира……90
4.2 Изучение зимостойкости и морозоустойчивости хвойных растений……98
ГЛАВА 5. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ……..100
5.1. Рост и развития……100
5.2. Изучение продуктивности……...103
5.3. Особенности размножения……..106
5.3.1. Семенное размножение хвойных растений на открытом грунте и под полиэтиленовым покрытием …….....106
5.3.2. Влияние ультрафиолетового облучения семян хвойных растений на их всхожесть……..108
5.3.3 Черенкование хвойных растений в ПБС им А.В. Гурского ….....113
ГЛАВА 6. ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ…….... 115
6.1. Морфолого-анатомическая характеристика хвойных растений, произрастающих в Памирском ботаническом саду им А.В. Гурского……..115
6.1.1. Морфологическая характеристика исследуемых объектов.....115
6.1.2. Анатомическое строение хвойных растений…….....116
6.2. Водный режим и транспирация хвойных растений, произрастающих в ПБС им А.В. Гурского……...120
6.3. Засухоустойчивость и зимостойкость хвойных растеный Западного Памира……125
6.3.1. Засухоустойчивость хвойных в условиях Западного Памира…….....125
6.3.2. Изучение зимостойкости и морозоустойчивости хвойных растений……128
6.4. Биологический особенность……..130
6.4.1 Изучение продуктивности и способов размножения хвойных растений в памирском ботаническом саду ПБС им. А.В. Гурского……..……...130
6.4.2. Черенкование хвойных растений в ПБС им. А.В. Гурского…….....131
6.4.3. Влияние ультрафиолетового облучения на рост семян хвойных растений……133

ВЫВОДЫ……..…….....136
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ…….....138
ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ…….....139
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….…….....142
ПРИЛОЖЕНИЕ…….....162

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И (ИЛИ) УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГР – Государственная регистрация

НАНТ - Национальная академия наук Таджикистана

НИР – Научно-исследовательская работа

ПБИ - Памирский биологический институт им Х.Юсуфбекова

ПБС - Памирский ботанический сад им А.В. Гурского

РТ - Республика Таджикистан

ТК - Транспирационный коэффициент

УФ - Ультрафиолет

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 обусловливают 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. Запрягаев 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), 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 2007–2022 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 0116TJ00750, 2016–2020 гг.); -«Изучение коллекции Памирского ботанического сада, определение видов и сортов, устойчивых к засухе и изменению климатических факторов» (ГР 0127TJ264, 2021–2025 гг.); -«Влияние экологических факторов на формирование механизмов адаптации растений в условиях высокогорья» (ГР 0121TJ1263, 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.
6. Определить влияние предпосевного УФ-облучения семян хвойных растений на их всхожесть и энергию прорастания семян.

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. Механизмы адаптации хвойных деревьев к условиям высокогорий Памира исходя из их эколого-физиологических особенностей, изучаются впервые;

- Впервые проведено анатомическое исследование хвои некоторых хвойных растений и выявлены адаптационные механизмы растения к условиям высокогорий Памира;
- Впервые определён транспирационный коэффициент и водный режим Пихта нордманская и Можжевельника шугнанский в Памирском ботаническом саду им А.В. Гурского с целью выявления физиологического механизма адаптации растений к условиям высокогорий Памира;
- Впервые определён продуктивность семян хвойных растений в условиях Западного Памира;
- Впервые проведено УФ-облучение семян хвойных растений для определения их скорости произрастания.
- Впервые изучалось засухоустойчивость хвойных растений в условиях Западного Памира по пятибалльной шкале.
- Впервые в условиях высокогорий проводились исследования семенного размножения хвойных пород в закрытом грунте.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования

Теоретическая значимость. Исследование морфолого-анатомических характеристик хвойных растений, определение их продуктивности и разработка способов посева и размножения, изучение

водного режима помогают более детально изучить адаптационные механизмы этих растений к засушливым условиям Западного Памира. Результаты исследования могут быть использованы при чтении лекции в области ботаники, экологии и физиологии растений в высших учебных заведениях страны. Теоретическая основа исследования - заключается в выявление механизмов адаптации хвойных растений на основе изучение их экологических особенностей и физиологических процессов. При исследовании использовалось ботанические и эколого-физиологические методы исследования. Полученные теоретические данные могут быть использованы в высших учебных заведениях, биологического, экологического и аграрного факультетов государственных университетов.

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.

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).

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.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа выполнена в соответствие с паспортом ВАК при Президенте Республики Таджикистан по специальности 1,5,18 - Ботаника: Пункт 2. Строение растительных организмов, их рост и развитие, основы жизнедеятельности, приспособление к условиям окружающей среды и совместному существованию. Анатомо-морфологическое строение растений. Пункт 5. Взаимоотношения со средой произрастания видов, экологических групп, жизненных форм и сообществ растений, индикация состояния окружающей среды с помощью растений. Пункт 11. Разработка основ интродукции, акклиматизации и введения растений в культуру, а также основы индикации и мониторинга природной среды и растительного покрова. А также по специальности 1.5.12 - физиология и биохимия растений: Пункт 9. Физиология водообмена и водного режима растений. Пункт 11. Физиолого-биохимические основы устойчивости растений к стрессовым условиям внешней среды. Физиология и биохимии адаптации растений к стрессу.

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

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 157 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.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современные аспекты изучения эколого-физиологических показателей адаптации хвойных растений

1.1.1. Эколого-физиологические и морфолого-анатомическое исследования хвойных растений

Хвойные растения всегда оставались объектом пристального изучения учёных так как обладают декоративными и хозяйственно - ценными признаками. На Памире работа по изучению хвойных растений проводилась многими учёными [37, с.45]. М. Запрягаевым [76, с.20]. Л. П. Макаренковой. А.В. Гурским [29, с. 7]. Более 70 видов были интродуцированы здесь (Кипарисовые, Сосновые, Тиссовые) в конце 20-го столетия. Макаренковой в основном изучено характер роста и развития и некоторые моменты адаптации хвойных растений в условиях высокогорий Памира [76, с.20].

Эколого-физиологический механизм адаптации хвойных растений в условиях Западного Памира почти не изучен. О. Акназаровым (2009) выявлено, что «Естественная ультрафиолетовая радиация является одним из ведущих экологических факторов, действующих в горах и показано, что УФ лучи вызывают существенные изменения хода ростовых процессов и морфогенеза растений, произрастающие здесь» [6, с.165];

Эколого-физиологический механизм хорошо изучено многими зарубежными авторами и накоплен огромный опыт по данной теме в таких странах как Россия, Казахстан, Белоруссия и других стран дальнего зарубежья.

Транспирационный коэффициент, а также анатомо-физиологические свойства устьиц видов хвойных растений обсуждаются в работах многих авторов [42, с.199; 98, с.61; с.101;118, с.116;121, с.5]. Согласно исследованию Ю.В. Карпечко (2014); «Одной из функций водообмена и транспирации, как известно, является снабжение растений минеральными веществами. Потребляемые растением из почвы в виде раствора минеральные вещества затрачиваются на рост растения» [52,

с.81]. Н.И. Смирновым (2014); показано, что «Успешное произрастание деревьев зависит от передвижения воды, минеральных веществ от корней к побегам и от придвижения углеродов от побегов к корням. Учитывая то, что основная масса листового аппарата образуется в начале вегетационного периода, для того, чтобы обеспечить фитомассу достаточным количеством воды, требуется мощная проводящая система» [102 с.102].

Установлено, что условия произрастания и видовые особенности оказывают существенное влияние на формирование корневой системы хвойных растений [17, с.6]. По данным Л.В. Зарубина (2015); «Недостаток света, острая корневая конкуренция негативно влияют на физиологические процессы и рост осушаемых лесов. Из-за периодического подтопления корневых систем в средней части вырубок физиологическая активность тонкомерных деревьев и подроста, несмотря на улучшение светового режима, оказывается ослабленной» [39, с.52].

Детальные физиологические процессы водообмена хвойных растений приведены в работах следующих авторов: И.Л. Бухариным, и др. (2020) показано; «В парковых насаждениях максимальная насыщенность почвы поглощающими корнями отмечена у обоих изучаемых видов в горизонте 1 у ели европейской — 129,8 г/м² и у ели колючей — 240,4 г/ м². Общая корненасыщенность (с учетом всех фракций корней) однометрового слоя почвы у ели европейской составила 395,5 г/ м², а у ели колючей — 401,8 г/ м². У обоих изучаемых видов в корневой системе преобладают поглощающие корни» [19, с.100]. Согласно В.В. Кузнецову (2018); «Анализ доступного материала показывает, что сеянцы ели способны эффективно поддерживать влагу, о чем свидетельствует тот факт, что даже при экстремальном водном дефиците (-1,5 МПа) RWC (водный статус при засухе) в побеге не опускается ниже 85% » [64 с.17]. Этим же автором и др. (2018); сделан вывод, что «Сеянцы обоих видов

сохраняли высокую интенсивность процессов ассимиляции при водном стрессе» [64, с.18].

В работах Е.А Старикова (2016); указывается, что «У особей T. occidentalis, произрастающих в промышленной части г. Йошкар-Олы в хвое отмечено снижение содержания общей воды (P>0,05), и также как у особей P. pungens фракция связанной воды преобладала над свободной (P>0,05)» [107 с.59].

По мнению В.М. Лебедева (2011); «В микрополевом опыте установлено высокое постоянство морфологического строения активной части корневой системы девяти лесных пород, что позволило определять активную поверхность корней целого растения» [69, с.37].

О.А. Илницкой и др., (2009) и Р.О. Собчаком и др. (2009); показано, что «Интенсивность газаобмена и транспирации является функцией отклика на воздействие изучаемых нами факторами окружающей среды» [45, с.7]. «Атмосферное загрязнение способствует повышению водного дефицита и может привести к увеличению скорости водоотдачи и снижению водоудерживающей способности хвои сосны» [104, с.200]. Условия высокогорья Алтая характеризуются комплексом неблагоприятных факторов: снижением парциального давления CO_2 и O_2, повышением доз озона и ультрафиолета, резкими перепадами температур, уменьшением вегетационного периода [27, с.18; 24, с.42].

Установлено, что водный режим хвойных также нарушается в результате травм нанесённое лесозаготовительной техникой. Согласно исследованиям В.П. Иванова (2021); «Иногда под влиянием антропогенных и биогенных факторов (рубки, мелиорация, энтомо и фитовредители, плодоношение и т. д.) классические максимумы радиального прироста искажаются» [42, с.199; 84, с.40]. Согласно данным Л.В. Зарубина (2015); «Выявлено, что при использовании при рубке леса многооперационной техники оставляемым на доращивание деревьям наносятся механические повреждения различного характера. Травмы серьезно ухудшают жизнедеятельность дерева: снижается интенсивность

фотосинтеза и содержание пигментов, нарушается водный режим и нормальная работа корневой системы, усиливается непродуктивное дыхание» [38, с.85].

А.И. Густовой (2012); «Были изучены характеристики проводящих тканей древесины – изотерма капиллярного испарения (ИКИ), полная влагоемкость (ПВ), диапазоны функциональной влажности, содержание воды в древесине в расчете на 1 $м^3$ потенциалы влагопереноса и теплоемкость» [31, с.5].

Некоторыми авторами выявлены взаимосвязи водного режима хвойных с другими физиологическими процессами [51, с.68; 66 с.56; 86, с.155; 97, с.71]. Также многими авторами изучена взаимосвязь динамики интенсивности фотосинтеза у хвойных с некоторыми факторами окружающей среды. Согласно О.Г. Бендер (2009); «С увеличением высоты произрастания содержание зелёных пигментов уменьшалось, причем в большей степени снижалось количество хлорофилла, А и несколько меньше хлорофилла Б. Причиной снижения содержания хлорофиллов, А и Б с подъёмом в горы предположительно является усиление действия комплекса экологических факторов, в частности, понижение температуры почвы и воздуха и повышение ультрафиолетового излучения» [14, с.70]. Адаптационной особенностью можжевельника обыкновенного в стрессовых ситуациях является повышенное образование хлорофилла, тем самым, стабилизируя состояние пигментного комплекса. Тишкиным (2018); «Изучена сезонная динамика содержания хлорофиллов и каротиноидов в хвое можжевельника» [109, с.473].

В работах Т.А. Шуляковская (2004); «Проанализированы некоторые показатели основного метаболизма сосны обыкновенной на разных этапах онтогенеза в периоды роста и глубокого покоя. Выявлен ряд показателей с низкой вариабельностью на протяжении длительного индивидуального развития растений» [125, с.20]. Определено, что присутствие жиров в клетках растений может быть показателем состояния

растения и его готовность к росту или его нахождение в состоянии покоя. Н.Н. Бессчетным, и др. А.В. (2019); «Определен уровень совместного влияния видовой и генотипической принадлежности на выявленные различия по содержанию жиров и крахмала в клетках тканей годичных побегов» [15 с.59].

Выделение фитонцидов хвойными - другой физиологический процесс, который также изучен многими авторами. По мнению В.А. Сенашова (2011); «В условиях Средней Сибири по степени фитонцидной активности выделяются три группы хвойных: ель; можжевельник обыкновенный и сосна; можжевельник казацкий и кедр. Наибольшая фитонцидность проявляется в фенофазы оптимального роста и развития хвойных растений (середина июня, июль). Динамика количественного и качественного состава эпифитного сообщества в равной степени зависит от метеорологических (экологических) условий и фитонцидной активности растений-хозяев в течение вегетации» [99, с.97]. По мнению Е.П. Колиниченко (1947); роль можжевельника в оздоровление лесных территорий очень огромно, так как растение выделяет фитонциды и тем самым создает эффективный микроклимат для нормального роста деревьев [47с.43]. Некоторыми авторами выделены более эффективные деревья для построение тепловых барьеров от сильных ветров [37, с.45].

Некоторыми авторами показан математический анализ эколого-физиологических показателей хвойных деревьев [110, с.25]. Согласно Паштецкиым, и др. (2022); «Эколого-физиологическая характеристика растений, выраженная в форме математической модели регрессионного анализа, была построена при помощи пошагового регрессионного анализа» [88, с.53].

Многими авторами определён взаимосвязь эколого – физиологических механизмов адаптации хвойных растений и анатомическое строение растения, а также изучено влияние негативных антропогенных и природных факторов на них. Так, С.Г. Князевой (2012); изучены «Анатомо-морфологические параметры хвои можжевельника

обыкновенного, произрастающего в разных эколого-географических условиях, и относящегося к двум разным подвидам J. communis var. communis и J. communis var. saxatilis» [57, с.107]. Г.К. Зверевым (2010) показано; «У изученных видов хвойных листья игловидные и одножилковые, в связи с чем расположение клеток мезофилла во многом ориентировано по радиусам от эндодермы к эпидерме» [40, с.168]. С.В. Панкратьевым (2015); показаны «Анатомические особенности на примере ели сибирской и их преимущества перед нормой. Автор ставит акцент на актуальность в развитии данного направления в Сибири» [92, с.14]. В трудах Н.И. Смирнова (2014); показаны результаты морфо-анатомических и физиологических исследований хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и кедра сибирского, произрастающих в г. Горно-Алтайске [102, с.125]. По данным О.Л. Цандекова (2016); «Увеличение смоляных каналов на поперечном срезе хвои сосны обыкновенной, снижение размеров хвои и отношения площади центрального цилиндра к площади поперечного сечения в условиях г. Новокузнецка» [113, с.83]. Согласно О.Г. Бендеру и др. (2009); «Хвоя кедра сибирского из разных типов местообитаний существенно различалась по величине отдельных морфо анатомических характеристик» [14, с.65]. Выявлено, что атмосферное загрязнение изменяет ростовые параметры хвои, а также соотношение ассимилирующей, проводящей и смолоносной тканей. Согласно данным Ю. Александрова, и др. (2020); подтверждено, что «Состояние хвои ели сибирской в исследуемом районе (г. Кировск Мурманской области) оценивается как удовлетворительное.» [7, с.10].

Согласно исследованию Т.В. Пономарева (2009); «В течение эксперимента производили измерение линейных параметров модельных деревьев и их анатомического строения. Отчетливо наблюдаются различия между видами по реакции анатомических признаков на созданные засушливые условия. Самыми чувствительными в этом варианте оказались сосна кедровая и лиственница. Число клеток в радиальном ряду годичного кольца у сосны кедровой в 2007 году

сократилось на варианте “ВЗ” более чем в 5 раз и составило 4 клетки, а у лиственницы сибирской почти в 9 раз по сравнению с предыдущим годом. Недостаток влаги вызвал и уменьшение толщины клеточной стенки на 26 % у лиственницы и на 11 % – у сосны кедровой, а также уменьшение радиального диаметра на 14 % – у лиственницы и на 38% – у сосны кедровой. У сосны обыкновенной и ели сибирской подобной реакции на сухие условия не наблюдается» [87, с.49].

По данным В.П. Иванова (2021); «Деревья реагируют на любые колебания внешней среды, что проявляется в изменении ширины годичного кольца - хорошо выраженного и легко доступного анатомического признака. деревья, испытавшие воздействие различных факторов, имеют одинаковый порядок чередования широких и узких годичных слоев, причем узкие кольца указывают на годы засух и иные ограничительные факторы роста, широкие - на благоприятные годы» [44, с.72].

По мнению Р.О. Собчака (2009); «Анатомические исследования позволяют понять механизмы проникновения поллютантов во внутренние ткани органов (лист, стебель), степень и особенности их воздействия. Вблизи котельных хвоя густо покрыта крупнодисперсными веществами, которые проникают в мезофилл, прежде всего через устьица и разрыхленный слой кутикулы» [103 с.187]. Согласно данным О.Д. Цандекова (2013); «Микрокопирования препаратов срезов хвои показало, что у сосны обыкновенной в экстремальных условиях Кедровского угольного разреза отмечались некоторые изменения анатомических показателей тканей адаптивного характера» [112, с.60]. Согласно Собчаку (2009); такие показатели как размер хвоинки, строение проводящих и покровных тканей деревьев урбанизированной среды зависеть от техногенных отходов. «Показано, что структурно-функциональные параметры (размер хвои, толщина покровных тканей, объем проводящих тканей, интенсивность темнового дыхания, фотохимическая активность

хлоропластов и флуоресценция хлорофилла) являются объективными показателями ослабления деревьев техногенными эмиссиями» [105, с.215].

Изучены также особенности сезонного роста побегов и других эколого биологических свойств хвойных растений [101, с.54]. Согласно исследованию В.П. Тарабрина (1984); «Санитарно-гигиеническая роль зеленых насаждений в первую очередь проявляется в способности их задерживать и осаждать промышленную пыль» [108, с.101]. Существуют много исследований по адаптационным механизмам хвойных растений к неблагоприятным и экстремальным факторам природы [43, с.152; 46, с.164; 47, с.38]. По мнению В.С. Николаевский (1999); «Круговорот материи и энергии в биосфере сопровождается ежегодно вовлечением (синтез органики) и выведением (дыхание, распад и разложение органики) огромной массы химических соединений и элементов (до 9-12 млрд. в год), включая и токсичные для живых организмов. Ряд соединений и элементов при распаде органики проходят через газообразную и аэрозольную фазу (оксиды углерода, серы, азота, аммиак, сероводород, углеводороды, тяжелые металлы и др.) и потому загрязняют атмосферу» [81, с.23].

Анатомо-морфологические закономерности в реакции *Pinussibirica* Dutour*, Picea obovata* Ledeb. *Abies sibirica* Ledeb. *Pinus sylvestris L.* на дефолиацию кроны изучены И.Н. Павловым, (2014); «Следствием дефолиации является снижение радиального прироста, переход от ранней древесины к поздней становится более резким. В год дефолиации отсутствует какое-либо снижение радиального прироста и площади клеток» [85, с.111].

1.1.2. Интродукция и биологические особенности хвойных деревьев.

Ботанические исследования по интродукции растений в Горном Бадахшане проводились О. Агаханянцом, Л.П. Макаренковой, Д. Наврузшоевым др. [4, с.155; 76, с. 20], изучено хвойные растения в особенности Макаренковой, исследования которой было сфокусировано в основном на изучение биологических особенностях и годичного прироста представители хвойных растений в условиях Западного Памира, тем

самым объяснив адаптационный механизм этих холодостойких голосемянных растений. Л.П. Макаренковой (1988); установлено, что «В местах с наибольшей антропогенной нагрузкой наблюдается не только замедление роста и развития насаждения, но и ухудшение внешних признаков» [76, с.20].

Интродуценты посаженные в разные годы в ПБС им А.В. Гурский, достигают от 3 до 20 метров высоты. [28, с.40;37, с.45;76, с.20]. Ель колючая - *Picea pungens* Engelm отличается в этом плане достигая высоты 20 м, с проекцией кроны 3,6 м. С.В. Лапиным и П.И. Сидневой изучалось жизнеспособность хвойных в новых экологических условиях определялась суммой баллов и выражалась как интегральным числом [100, с.56]. Некоторыми авторами разработаны теоретические основы и рекомендации по восстановлению и рациональному использованию, и ведению в хозяйства арчовые леса и редколесья [123, с.3].

Много работ посвящено изучению жизнеспособности интродуцентов хвойных растений. Так, у дальневосточной флоры выявлено, что наиболее перспективные: Согласно С.В. Арестовой (2007); «Первая группа - вполне перспективные интродуценты: ель корейская (95 баллов), лиственница даурская (93), лиственница японская (93), можжевельник китайский (95). Вторая группа - перспективные интродуценты: сосна корейская (88), тис дальневосточный (83). Третья группа - менее перспективные интродуценты: плосковеточник восточный (71), ель аянская (63)» [10, с.100]. Приводятся результаты интродукции видов хвойных древесных растений в Ботаническом саду Института биологии в связи с большим пополнением коллекции новыми таксонами [77, с. 37]. Многими авторами изучены проблемы интродукции и особенности роста и развития хвойных растений [117, с. 101]. Р.И. Лоскутовым (2008); дана «Краткая характеристика биологии роста и развития, а также оценка зимостойкости наиболее перспективных для интродукции видов и форм растений» [67, с.63]. Также им (2008); было регистрировано зимостойкость интродуцентов по 7-балльной шкале,

рекомендованной Советом ботанических садов СССР для всех научных учреждений, занимающихся и интродукцией древесных растений: I балла – растения не обмерзают; II балла – обмерзают не более 50% длины однолетних побегов; III балла – обмерзает от 50 до 100% длины однолетних побегов; IV балла – обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги; V баллов – обмерзает надземная часть до снегового покрова; VI баллов – обмерзает вся надземная часть; VII баллов – растения вымерзают целиком [75, с.113]. А.К. Зеленяком, и др. (2015) приведены результаты исследований по адаптации лиственницы сибирской, ели колючей (форма голубая), лжетсуги тиссолистной, можжевельника виргинского в сухостепной зоне юга России [41, с.20]. Согласно данным Р.В. Кармазина (2005); «Наибольший ассортимент и внимание нами уделено размножению декоративно-формового состава туи западной» [50, с.102].

Показано интродукция, биологическое особенности и способы размножения пихты грациозной (*Abies gracilis* Kom.). Установлено, что размножение возможно всеми тремя способами: семенами, черенками и прививкой. Проблемой остаются низкая всхожесть семян и медленное развитие растений в молодом возрасте [73, с.7]. Изучены характеристики деревьев сосны обыкновенной. Согласно исследованиям Д.И Давлеткуловым (2019); оценено «Относительное жизненное состояние. Расчет относительного жизненного состояния древостоев проводили по числу деревьев и по объему стволов» [32, с.17]. По данным В. И. Пащенко (2018); «Этот вид (сосна Палласа) подходит для создания лесных культур с целью формирования в последующем устойчивых к воздействию патологических факторов сложных (многоярусных), разновозрастных, смешанных насаждений в условиях, соответствующих экологическим требованиям сосны обыкновенной» [89 с.76].

Много исследования проводились по изучению сосны обыкновенной. Исследования показали, что в условиях сухого, свежего бора хорошо оправдывает себя в смеси с ракитника русского, дрока красильного,

которые способствуют ее интенсивному росту и повышают ее устойчивость к экстремальным факторам природы и разных болезнях. Согласно исследованиям К.Т. Лежнина (2005); «Культуры сосны обыкновенной с дроком красильным и люпином многолетним были созданы в квартале 54 Нолькинского лесничества Учебно -опытного лесхоза МарГТУ» [71, с.110].

Исследования по срокам прохождения фенофаз выявили определенное сходство и различия между видами сосны. При этом обнаружено, что ранее всего начинается и заканчивается развитие у *P. sylvestris* и *P. pumila,* а позже всего − у *P. strobus* и *P. peuce*. Установлено, что сроки развития вегетативной сферы в определённой мере зависят от текущего температурного режима воздуха в подзоне средней тайги. Согласно данным И.Т. Кищенко (2015); «Сумма положительных температур для наступления фенофазы по видам весьма существенно варьирует так, у P. montana, P. pumila и P. sibirica эта фенофаза отмечается при увеличении данного параметра примерно до 1000 °С, а у P. peuce - до 1343 °С» [54, с.212]. По мнение С.В. Левин, и др. (2018); «Сосна Палласа полностью соответствует требованиям по созданию лесных культур для формирования в последующем сложных (многоярусных), разновозрастных, смешанных насаждений как наиболее устойчивых к воздействию патологических факторов» [70, с.75]. Некоторыми учёными раскрыты особенности пространственного размещения смешенных насаждений с преобладанием сосны и ели [17, с.6]. А.А, Яковлев (2011); «Был проведен сравнительный анализ площадей смешанных древостоев с преобладанием ели и сосны в трех лесничестёвах на северо-востоке Ленинградской области и рассчитаны индексы биоразнообразия» [126, с.83]. Оценено относительное жизненное состояние сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L). Согласно исследованию Д.И. Давлеткулова (2019); «Расчет относительного жизненного состояния древостоев проводили по числу деревьев и по объему стволов. Всего было обследовано 161 дерево.

Относительного жизненного состояния деревьев сосны обыкновенной относиться к категории здоровое» [32, с.123].

Также изучены представители других родов хвойных растений. Согласно данным Р.Р. Абсатарова (2017); «На основе морфометрических показателей определяли жизненное состояние деревьев J. virginiana L. как показатель устойчивости данного вида при произрастании в урбоэкосистеме г. Ош» [1, с.7].

У ели колючей адаптация происходит за счет морфометрических показателей побега и обмена минеральных элементов, которые помогают ей хорошо произрастать в условиях урбанизированной среды. По мнение И.Л.Бухарина (2008); «Обладая высокой декоративностью, ель колючая весьма устойчива к техногенному загрязнению имеет стабильные морфометрические параметры годичного прироста и проявляет лабильность физиологических и биохимических показателей» [20, с.618]. Согласно исследованию С.Г. Князева (2010); «Первая часть - пункты сбора первичного материала – включает в себя название пункта сбора материала, координаты, природно климатическую характеристику и др.» [56, с.203]. В. Н. Карасевым (2014) показано; «Параметры влажности хвои и побегов интродуцированных растений имеют показатели, близкие к показателям местных видов, что свидетельствует об успешной их адаптации к условиям водообеспеченности в районе исследований», [49 с.57].

В результате исследования учёных созданы базы данных по внутривидовой систематике и полиморфизму хвойных деревьев. По мнению С.Г.Князева (2007); «Основной задачей базы данных является сбор и систематизация огромного количества информации о внутривидовых таксонах, полиморфизме и изменчивости видов хвойных растений Сибири, которая получена как методами морфологического анализа, так и методами биохимической генетики и кариологического анализа» [56, с.201].

1.1.3. Роль хвойных растений в озеленении населённых пунктов.

С появлением новых видов и сортов растений-интродуцентов, а также с их применением в озеленительной практике совместно с элементами ландшафтного дизайна наблюдается преображение городских улиц, парков и садов и рождение новых идей по их оформлению. По мнению Е.Ю. Герасимова (2017); «С развитием ландшафтного дизайна в Оренбург стали завозиться новые формы и сорта хвойных растений как правило, интродуцированных из Северной Америки, Польши, Чехии, с Дальнего Востока, Кавказа и Сибири» [25, с.109]. Использование можжевельника обыкновенного является весьма перспективным для озеленения территорий, подвергающихся воздействию загазованности и задымлённости. Согласно Л.В. Кузина (2019); «Сорта можжевельника обыкновенного можно рекомендовать для одиночных посадок и композиций» [63 с.276]. А.Л. Абраменко (2016); «Исследованы насаждения *J. virginiana* L. в парковых зонах, скверах и уличных посадках Можжевельник виргинский (лат. Juniperus virginiana)–вечнозеленое хвойное растение семейства Кипарисовые (лат. Cupressaceae) достигает высоты до 20-30 м и диаметром ствола от 0, 4 до 1 м. Естественно произрастает в восточных районах Северной Америки: от Гудзонского залива на севере до Флориды на юге» [2, с.362]. По данным, А. Р. Ракманалиевича (2017); «При сопоставлении наших 20-летних материалов с данными метеостанций города Ош, видно, что повышение среднегодового количества осадков приводит к существенному увеличению прироста деревьев можжевельника виргинского в районе» [93, с.9]. М.С. Соловьевым, (2017); «Проанализирована перспективность использования интродуцентов при озленение городов таёжной зоны» [106, с.47]. Рассматривается перспективность *Pseudotsuga menziesii* для садово-паркового строительства в засушливых условиях на основе оценки декоративности. Д.В. Сапроновой (2014); «Дана сравнительная оценка качества семян, плодоношения, вегетативного и семенного размножения в условиях каштановых почв» [94, с.550]. По мнению А.В. Алпатова (2016); «Туя - декоративное вечнозеленое растение, которое может быть и

кустарниковым, и комнатным, завезена в наши широты из Восточной Азии. Растение, имеющее плотную вкусную крону, сегодня популярно во многих странах благодаря своей неприхотливости. Ее высаживают в промышленных зонах, вдоль магистралей, в парках, так как она имеет красивый внешний вид и очищает воздух. К сожалению, многообразие форм и видов данного растения можно наблюдать только в ботанических садах. На наших улицах чаще встречается туя западная, которая отличается высокой выносливостью, неприхотливостью и морозоустойчивостью. Для озеленения городов размножение имеет большое значение» [8, с.10].

Приводятся краткие данные об особенностях климата и экологических условиях Красноярска, следствием чего является необходимость использования хвойных растений в озеленении сибирских городов. По данным В. А. Безруких (2020); «Для создания устойчивых городских насаждений необходимо для каждого растения выявить их индивидуальные экологические и декоративные характеристики особенности произрастания и ухода, возможные объемно-пространственные показатели с учетом ландшафтных зон и техногенных нагрузок» [13, с.236]. Согласно исследованию Н.А. Коляда (2010); «В результаты оценок степени использования в России североамериканских хвойных, установлено, что наиболее широко применяется туя западная и ее формы, голубая форма ели колючей» [60, с.73]. Среди хвойных по комплексу таких преимуществ наиболее популярна туя западная как богатым формовым составом, так и эколого-биологическими свойствами. [53, с.33]. По мнение С. Бондарука (2021); «Растения являются основным фактором экологической стабилизации городской среды благодаря своей жизнедеятельности, фотосинтезу и способности к аккумуляции загрязняющих веществ» [16, с.36]. По данным Г.П. Атрощенко (2017); «За последние два десятилетия на российский рынок начал поступать посадочный материал многочисленных декоративных форм туи западной из зарубежных питомников» [11, с.20]. Согласно Т. Ю. Аксянова (2021);

«Используя типовые ландшафтные проекты как основу, на каждом объекте можно добавлять индивидуальности используя разные сочетания растений и материалы оформления» [5, с.553]. В.А. Безруких, и др. (2020); выявили, что «Система озеленения является основным звеном экологического каркаса города, поэтому изучение процессов роста отдельных деревьев и их совокупностей в городской среде является актуальной проблемой» [13, с.231]. Дано описание некоторых исследований для создания Агро лесомелиоративных насаждений в Карагандинской области: По мнению С.Н. Варлам (2016); «В Карагандинской области (Центральный Казахстан) были проведены научно-производственные опыты на землях крестьянского хозяйства «Нуркен» для создания агролесомелиоративных насаждений (АЛМН) с целью повышения влагообеспеченности и уменьшения эрозионных процессов земель сельскохозяйственного назначения» [21, с.7]. Согласно С.А. Кабанова, и др. (2017); «Одним из путей влагообеспеченности сельскохозяйственных полей в условиях резко континентального климата Центрального Казахстана является создание агролесомелиоративных насаждений» [48, с.22]. По данным Д.И. Давлеткулова (2021); «В большой степени функция защиты человека от неблагоприятных факторов городской среды возлагается на древесные растения. Летом зеленые насаждения задерживают до 86% пыли» и девиация метаболизм клетки у туи западной наблюдается при увеличении проницаемости мембран клеток растений и изменении его водообмена.» [33, с.14].

1.1.4. Исследование способов размножения хвойных растений

Вопросы размножения хвойных растений освещаются в работах [23, с.75; 61, с.18; 68 с.29; 91, с.49; 58 с.70;101, с.551;14, с.16; 122 с.162]. Так, Чойжинжавым (2016); представлены результаты исследований качественных и посевных показателей семян пихты сибирской в Монголии. «В последние годы в связи с усыханием пихты сибирской (Abies sibirica Ledeb) в горных лесах Монголии наблюдается падение её

естественного возобновления и сохранения генофондов хвойных растений» [120, с.114].

По результатам исследований Л.В.Козиной (2018); «Установлено отсутствие существенной разницы в технической всхожести и энергии прорастания семян между опытными вариантами и контролем. Отмечено положительное влияние препаратов Круйзер и Табу на всхожесть семян в первые дни. Испытаны препараты рекомендованы для дальнейшей оценки их биологической эффективности против почвообитающих вредителей в питомниках» [59, с.103]. Согласно Л.В.Козиной (2018); «Сравнивая показатели технической всхожести, энергии прорастания и среднего семенного покоя, следует отметить, что препараты не оказывали ингибирующего действия на прорастание семян, а также между клетками эпидермы и гиподермы» [59 с.34].

С.И.Горбуновой (2007); показано, что «Несмотря на условия, вызывающие понижение всхожести семян, а также отпад части полученных сеянцев, образовали первые коллекции двойных растений - ели, сосны обыкновенной, кедры сибирской, пихты сибирской, лиственницы даурской и сибирской» [26, с.34]. Согласно О.Ф. Буторовой (2012); «Высокой каллюсообразовательной способностью обладали черенки, нарезанные в марте-апреле, наиболее низкой черенки, нарезанные в ноябре. Появление корней начинается на 68-104-й дни» [18, с.112].

Также некоторыми авторами дана оценка репродуктивной способности, выявлены особенности размножения различных видов можжевельника в культуре. Для можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*), произрастающего на Южном Урале и в Предуралье, согласно мнениям Г.Г. Фарукшина (2011); характерны «Длина шишкоягод 6, 12 мм, ширина 5,48 мм, масса 1000 шишкоягод 47, 49 г, длина семян 4, 42 мм, ширина-2, 61 мм, число семян в шишкоягоде 2, 23 шт., масса 1000 семян 10, 61 г» [111, с.327].

По мнению М.Б. Матраимова и др. (2007); «Размножение и выращивание ботанических форм местных видов можжевельников и елей в условиях культуры позволит сохранить их биоразнообразие. Он отметил, что при достаточном количестве посадочного материала имеется возможность реинтродукции их в естественные места произрастания и омоложения хвойных лесов Кыргызстана» [79, с. 275].

Согласно исследованию Б.Н. Шамшиева (2004); «Основными лесообразующими породами на территории лесоопытного хозяйства являются естественные леса из трех видов арчи (полушаровидной, зеравшанской и туркестанской), которые занимают 54,4% лесопокрытой площади. Затем идут посадки (1957–2001 гг.) лесных культур арчи 27,6 га земель, в том числе: арчи полушаровидной – 25,3 га, арчи туркестанской – 2,3 га. Далее идут интродуцированные хвойные и лиственные породы; в том числе: ели тянь-шаньский – 1» [124, с.41].

Согласно О.Ю.Емельяновой (2020); при изучении видов рода ели показано, что «Все изученные виды и формы обладали высокой зимостойкостью, за исключением ели сербской (Picea omorica (Pancic) Purcyne» [34, с.31]. Некоторые исследователи выявлены адаптационные механизмы этих растений [94, с.76].

По мнению В.Н.Маторкин (2011); «При изучении особенностей роста привитых и корнесобственных семенных деревьев сосны обыкновенной в 24-летнем возрасте можно отметить их значительную изменчивость по интенсивности семеношения» [80, с.79].

По материалам О.С. Залывская (2014); «Зимостойкость растений одного и того же вида зависит от географического происхождения семян, а также варьируется среди разно- и одновозрастных насаждений. В первые годы жизни у большинства инорайонных древесных растений подмерзают однолетние и двулетние побеги, в дальнейшем их зимостойкость поднимается» [36 с.107].

Приведены материалы по росту, размножению и устойчивости к неблагоприятным факторам среды адаптированных таксонов хвойных

растений для дальнейшего их применения в питомниководстве. Из данных Д. В. Сапронова (2018); «Исследуемые таксоны адаптированы и отвечают всем критериям подбора ассортимента для выращивания в питомниках и дальнейшего внедрения в защитные озеленительные насаждения Нижнего Поволжья» [95, с.76]. По материалам С.Н. Варлам (2016); «Для закладки опытов были отобраны четыре сельскохозяйственных поля, изучены влажность, механический состав, содержание легкорастворимых солей в почве и проведены микроклиматические наблюдения.» [21 с.7]. Из данных И.В. Чернявская, (2014) видно, что «Саженцы более 20 туи западной формы были получены в разные годы в питомниках и ботанических садах Черноморского побережья, однако часть из них выведена невысокой засухоустойчивостью и зимостойкостью» [119, с.45].

1.2. Физико - географическая характеристика Западного Памира

1.2.1. Рельеф

Западный Памир имеет горный рельеф с глубокими ущельями. Амплитуда колебания высот здесь более 5000 м над ур. моря. Самый высокий пик равен 7495 м. над ур. моря. На западе территория ограждена рекой Пянджем на юге Пянджом и рекой Памир, на север гребнем Дарвазского хребта, а на востоке граничит с восточным Памиром. Рельеф местности описывается как сильная пересечённость, изрезанность и большими перепадами абсолютных высот. В рельефе непрерывно и интенсивно идет речная эрозия. Скалы, осыпи, крутые склоны составляют большую часть территории. Основа субстрат для растительности считаются осыпи и скелетные почвы. Малую площадь занимают пологи и террасы рек. Хребты Западного Памира имеют широтное расположение: Ванчский, Язгулямский, Рушанский, Шугнанский, Шахдаринский. Высота дно долин от 1800 – 3500 м. Вершины хребтов на 5000 - 6000 м высоты. Расположение снегов от 4700 – 5000 м. высоты над ур. моря [29, с.25],

1.2.2. Климат

На Западном Памире четыре сезона четко отделяются; зима, весна, лето, осень. Характер климата Западного Памир является переднеазиатский, с

продолжительно засухой и максимумом осадков в зимне-весенний период. До 2000 м. зима умеренно мягкая. Январь -2 -8^{0}С., до 4000 м. – 15 - 20^{0}С. Температура летом до высоты 2000 м. достигает 24^{0}С, до 3000 м.18 -20^{0}С. Начиная с высоты 3000 – 4000 м. отпускается до – 8^{0}С. В долинах количество осадков на высоте:1000 м над ур. моря - 200 мм, на западе 300 мм. На северной части (Гунт, Язгулам, Ванч) по сравнение с южной (Ишкашим, Шахдара) осадки больше. Расположение регионов в дол границы по р. Пяндж от южного хребта Хазратишох до Ишкашима. Из - за большие протяженности с севера на юг в климате происходит определённые изменения. Ухудшаются условия увлажнения от севера к югу и с низу вверх. Сумма осадков в северной части района больше 400 мм, в весенние месяцы 200 -300 мм, в летные месяцы еще меньше количество. Другие части районы почти без осадков. В весенние месяцы на высотах 1700-1800 м над ур. м. осадки составляют всего 180 -200 мм. В Ишкашимском районе годовая сумма осадков 90 -140 мм. Снежный покров на Западном Памире сложно распределяется. Здесь играют важную роль некоторые параметры. Ветровой перенос снега, доступность влагоносным воздушным массам, экспозиция склонов и высоты местности. Обратная зависимость высоты снега от высоты местности наблюдалась в бассейне реки Гунта высотах 2700 -3960 м. Высота снежного покрова на высоте 2830 метровой отметке 50см. Высот снежного покрова на высотах 4080 м, 4510м, 5580м, составляет от 30см до 100см. Зимой амплитуда соответствует 0,2 -0,3/100 м в нижней зоне от 300 – до 1000 м. от высоты 1000 м и более вертикальный градиент возрастает до 0,4 – 0,5/100. Наибольшее значение имеет 0,7/ 100 м. Благодаря большим крутизне склонов, вертикальный градиент имеет больше значение. При появление холодного воздуха выявляется выраженная инверсия с большой интенсивностью до 1000 м и выше. В эти дни величина вертикального градиента составляет минус 0,7 - 0,8 / 100 м. Летом этот показатель устойчив во всех высотных зонах и всех районах 0,7/100м. В нижних горных высотах Западный Памир имеет крайнее аридное сухое тёплое лето и несуровой зимой, с зимне - весенним режимом

выпадания осадков средиземноморского типа. От высоты 1700 до 2000м над ур. Моря. в июле месяце средняя температура воздуха составляет 22-23^{0}С, в январе опускается до -5, -8 С. (Рохарв, Хорог).

Таблица 1.2.2.1. - Показатели температуры воздуха западного Памира за 2011-2014 гг.
(данные метеостанции г. Хорога)

	Декады	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Среднее за год
2011	I	2.7	5.2	5	12.5	20.8	52.2	28.2	29.2	23.7	17.6	8.2	2.2	17.2
	II	0.2	5.6	10.6	18	22.7	27.6	27.5	26.8	22.7	16.6	9.1	0.2	15.6
	III	4.4	2	13.4	21.7	23.4	27.9	27.3	27.1	18.8	11.2	7.8	-1.2	15.26
	среднее	2.3	4.3	9.7	17.4	22.3	26.9	27.7	27.7	21.7	15.1	8.4	0.4	15.32
	I	-0.4	-3.4	6.8	17.1	18.2	23.9	28.3	26.6	23.1	15.8	12.4	6.2	14.55
	II	1.8	1.6	4.1	18.5	18.8	25.7	27.6	27.1	20.7	15.3	9.5	2.2	14.4
	III	-0.7	1.3	11	16.4	21.4	24.3	26.6	25.8	18.5	9.5	5.4	0.8	13.35
2012	среднее	0.2	-0.2	7.3	17.3	19.5	24.6	27.5	26.5	20.8	13.5	9.1	3.1	14.1
	I	-1	5.8	9.4	13.7	18.2	25.2	25.8	28.7	23.5	19.9	10.1	8.4	15.6
	II	-0.9	6.9	12.5	15.9	21.2	25.8	27.4	25.1	21.6	14.5	10		16,3
2013	III	7.6	6.6	13.6	15	20.8	27.2	29.1	25.7	22.4	10.8	7.8		26
	среднее	1.9	6.4	11.8	14.9	20.1	26.1	27.4	26.5	22.5	15.1	9.3		11

Таблица 1.2.2.2. - Показатели осадки на Западном Памире за 2011-2014 гг. (данные метеостанции г. Хорога)

Год	Декада	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2011	I	5.6	45.3	19.7	38.3	55.3	0	0	0	0	0	75.5	23.3	263
	II	14.4	70	22.1	0.7	10.2	3.7	0	0	0	16.5	45.6	20	203.2
	III	1.8	42.7	29.6	0	39	0	1.6	0	0	44.9	63.6	21.4	244.6
	сумма	21.8	145.2	71.4	39	104.5	3.7	1.6			61.4	184.7	64.7	698
2012	I	16.1	38.4	25.5	19.3	13.2	6.3	0				34.8	9	162.6
	II	18.1	29.3	73.4	2.6	42.2	3.7	0	0	0	0	14.1	16.3	199.7
	III	33.7	36.9	3.6	109.8	3.6	35.6	0.3	0	0	14.1	19.6	26.1	283.3
	сумма	38.4	104.6	102.5	131.7	59.2	45.6		0	0		68.5	51.4	601,9
2013	I	2.5	48	54.5	11.2	0	16.6	2.5					54.2	189.5
	II	25.7	34.8	17.9	57.4	2.9	0	0	5.2			10.1		154
	III	17.2	34.9	38.4	77.9	29.6	5.8				11.7	2.3		217.8
	сумма	45.4	117.7	110.8	146.5	32.5	22.4	2.5	5.2		11.7	12.4		506.6
2014	I	2.6	48.2	55.3	11.8	2.0	17.5	0	0	0	0		55.1	192.5
	II	26.3	35.1	18.5	59.0	3.4	3.0	0	0	0	12.0	10,6		167.9
	III	18.9	36.2	38.9	80.2	30.1	6.3	0	0	0	13.2	11.6		235.4
	сумма	47.8	119.5	112.7	151	35.5	26.8	0	0	0	25.2	22.2	55.1	595.8

На высотах 3300 - 3400 м над ур. м. (Ирхт -Джухангоз) средняя температура воздуха в июле составляет +12 +15 ^{0} С. в январе -14-18 ^{0}С. В одних и тех же высотах разных районах западного Памира температурный режим зависит от степени увлажнения. Тепловой режим характерен для Северо-Западной части территории с наиболее влажным климатом.

Особенности рельефа в разных частях Западного Памира влияют на содержание количество влаги. Сложность рассеченного высотностного рельефа и барьер высочайших меридиальних горных массивов становится преградой для западного потока влажной воздушной массы, попадая в бассейны рек Ванча и Язгулям образуют осадки. С поднятием в зоны высотности количество выпадающих осадков в бассейнах этих рек наблюдалось закономерное увлечение количество осадков, что влияет на последовательность поясности растительности. В бассейнах южных рек (Бартанг, Гунт, Шохдара) происходит иное распределение осадок имеющих аналогичное широтное простирание. Афганские горные системы и особенно хребет кухи Лал на Юго-Западной части Памира создают препятствия для поступлений влажных воздушных масс в бассейнах этих рек. Воздушные массы, поступающие через афганские горы, увлажняют более высотные уровни водоразделы хребтов и постепенно влага уменьшается до нижних уровней водоразделов. На верховьях этих рек из - за отсутствие меридиальных хребтов и плавный рельеф количество осадков на верхних частях бассейна на водораздельных хребтах резко сокращается.

Таблица 1.2.2.3. - Показатели влажности воздуха на Западном Памире за 2011-2014 гг.
(данные метеостанции г. Хорога.

Годы	Декада	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2011	I	63	75	71	62	62	49	46	45	49	56	78	81	737
	II	81	57.2	62	56	59	47	49	47	50	61	79	81	729.2
	III	6.6	81	64	54	53	51	49	48	52	73	82	79	692.6
	среднее	70	75	66	57	58	49	48		50	63	80	80	742.6
2012	I	74	70	55	55	65	55	51	50	54	57	68	66	720
	II	69	70	78	55	67	52	53	54	56	62	74	81	771
	III	73	67	53	80	59	58	51	55	54	73	73	69	765
	сумма	72	69	62	63.3	64	55	52	53	55	64	72	72	753.3
2013	I	70	69	59	59	61	58	57	46	46	55	70	74	724
	II	76	66	60	70	56	53	57	48	52	59	62		659
	III	56	73	70	72	62	56	50	47	54	68	75		683
	сумма	67	69	63	67	60	56	55	47	51	61	69		665

Таблица 1.2.2.4. - Показатели температуры почвы на глубине 10 см на Западном Памире за 2011-2014 гг. (данные метеостанции г. Хорога)

Год	Декада	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
2011	I			0	13	22.4	27.2	31.3	32	27.7	21.1		
	II			10	18.2	24.1	29.2	31.2	30.9	26.9	18.7		
	III			13.1	22.5	25.7	30.8	30.9	30.9	23.3	14.1		
	среднее			11.6	17.9	24.1	29.1	31.1	31.3	26	18		
2012	I	0	0	6.4	16.2	19.2	27.8	32.2	31.4	27.8	19.5	13.5	0
	II	0	0	5	20	21.7	29.2	31.8	31	25.3	18.4	10.3	0
	III	0	0	9.3	18.3	24.3	27.6	31.2	30.2	22.5	10.2	6.5	0
	сумма	0	0	6.9	18.2	21.7	28.2	31.7	30.9	25.2	16	10.1	-188.9
2013	I				14.9	20.3	27.1	29.4	32.7	27.5	22.6		
	II			10.9	17.1	23.8	29.7	30.6	29.7	25.7	17.7		
	III			13.9	17.2	22.7	30.5	32.2	29.8	24.7	13.2		
	сумма			11	16.4	22.3	29.1	30.7	30.7	26	17.8		

Таблица 1.2.2.5. - Показатели температуры воздуха города Хорога за 2015 – 2020гг.
(данные метеостанции г. Хорога)

Годы	Параметры	Месяцы											
		января	февраля	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
	t^0, ср	-5,4	-2,5	3,3	10,2	14,3	18,6	23,4	22,0	17,9	11,3	4,4	4,8
2015	t^0,min	-17,5	-17,3	-11,0	0,6	0,2	7,7	10,2	9,1	4,0	-0,6	-5,0	16,5
	t^0,max	5,0	8,2	15,3	22,0	28,2	30,4	33,9	34,8	29,8	26,5	15,8	11,6
	t^0, ср	-5,7	-3,7	8,0	11,4	15,5	20,7	22,8	22,6	18,9	11,3	4,6	0,8
2016	t^0,min	-20,2	-16,6	-3,7	1,4	6,3	8,3	9,8	9,4	6,9	-1,9	-7,2	-7,8
	t^0,max	6,6	11,0	23,6	25,6	28,6	33,9	36,7	33,8	31,2	27,8	17,6	10,4
	t^0, ср	-8,1	-5,1	3,2	8,1	16,4	20,6	23,7	22,4	18,0	11,1	5,5	-1,6
2017	t^0,min	-25,2	-19,2	-13,1	-2,7	2,7	3,8	11,0	8,9	5,6	2,0	-7,3	-18,0
	t^0,max	4,0	5,7	11,2	20,5	28,4	33,3	35,8	35,2	31,2	25,4	18,9	-13,2
	t^0, ср	-4,2	-1,6	4,6	12,3	14,9	20,1	23,0	23,5	18,2	9,2	3,3	-2,2
2018	t^0,min	-16,0	-13,4	-2,1	1,2	5,3	7,2	9,6	9,8	6,5	-3,4	-5,1	-10,1
	t^0,max	4,0	8,4	18,2	23,8	28,8	30,6	35,7	35,2	30,4	25,7	-11,6	6,2
	t^0, ср	-10.0	-6.8	5.6	11.9	16.0	18.4	25.9	22.2	18.8	8.3	2.0	-3.0
2019	t^0,min	-23.0	-15.3	-1.2	5.4	4.9	9.5	14.0	11.4	7.0	00	-6.1	-10.7
	t^0,max	0	1.0	13.0	22.9	27.9	28.4	35.4	32.8	29.7	17.6	9.7	5.4
2020	t^0, ср	-8.1	0.9	9.3	15.2	18.6	18.6	20.2	23.4	17.5	9.9	3.0	-6.4
	t^0,min	-17.3	-8.3	1.7	6.1	7.1	7.6	9.0	9.3	3.0	-2.6	-5.2	-18.8
	t^0,max	0.6	8.6	15.8	25.2	29.8	32.1	32.8	34.7	30.8	23.0	15.7	4.6

Таблица 1.2.2.6. - Микроклиматическая характеристика местообитаний (г.Хорог, Памирского ботанического сада, 2100-2320 м над ур. м., средние месячные данные за 2021-2024 гг.) (температура и относительная влажность воздуха), по данным метеостанции г. Хорог

Годы измерения и набдюдения	Наименование метеорологический факторы	Показатели метеорологические факторы (температура и относительная влажность воздуха в,^{0}С и %).						Среднее за апрель-сентябр
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	
2021	средняя t^0 воздуха, в^{0}С.	7,8	15,6	19,8	23,6	22,4	19,4	18,1
	максимальная, ^{0}С	22	28,2	33,7	36	32,8	29,0	30,2
	минимальная,^{0}С	1,6	3,5	7,8	10,4	9,2	6,2	6,4
	относительная влажность воздуха, % средняя в %	48	45	44	42	36	36	41,8
	относ.минимальная в, %	18	16	18	14	16	19	16,8
2022	средняя t^0 воздуха, в^{0}С.	14,3	17,7	20,1	26,4	22,2	19,7	20,1
	максимальная, ^{0}С	25,4	29,7	34,8	39	36,5	31,6	32,8
	минимальная,^{0}С	2,3	6,3	9,3	13,2	9,6	7,6	8,0
	относительная влажность воздуха, % средняя в %	44	37	39	34	43	33	38,3
	относ.минимальная в, %	12	12	14	18	16	17	14,8
2023	средняя t^0 воздуха, в^{0}С.	11,2	14,5	20,3	23,5	22,2	18,0	18,2
	максимальная, ^{0}С	22,6	26,2	34,7	36,9	34,0	30,8	30,9
	минимальная,^{0}С	1,7	5,9	6,4	12,0	7,8	3,5	6,2
	относительная влажность воздуха, % средняя в %	44	41	40	38	41	38	40,3
	относ.минимальная,^{0}С	22,1	30,0	39,5	48,7	38,6	33,3	35,4
2024	средняя t^0 воздуха, в^{0}С.	12	16,66	20,0	23,33	25,0	13	18,3
	максимальная, ^{0}С	23	28,2	34,1	36,3	38	7,2	27,8
	минимальная,^{0}С	2,1	5,8	6,1	11,9	8,9	3,1	6,3
	относительная влажность воздуха, % средняя в %	45	38	39,5	45	38,2	32,5	39,7

Таблица 1.2.2.7. - Показатели осадки и влажности атмосферы воздуха города Хорога
(данные метеостанции г. Хорога)

Годы	Параметры	Месяцы											
		января	Февраля	март	Апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
	Осадки, мм	47,7	99,0	13,4	68,3	43,0	5,8	6,2	5,2	1,1	11,8	13,0	34,1
2015	Влажность, %	77	79	59	46	50	47	51	40	43	53	56	59
	Осадки, мм	30,5	8,1	31,9	63,9	45,0	4,6	6,8	-	-	2,4	4,7	69,7
2016	Влажность, %	75	64	49	48	54	44	44	40	43	52	55	62
	Осадки, мм	78,2	71,5	95,3	101,5	21,7	4,2	-	-	1,8	1,6	-	15,7
2017	Влажность, %	79	75	72	58	45	43	42	38	44	48	53	55
	Осадки, мм	5,4	116,3	37,2	16,1	9,2	-	2,4	-	0,7	3,9	37,7	17,0
2018	Влажность, %	72	71	59	49	49	44	41	40	42	56	65	62
	Осадки, мм	123	00	10.0	18.3	3.1	13.4	-	-	-	28.8	11.8	0.6
2019	Влажность, %	85	74	68	62	44	47	40	40	40	64	62	55
	Осадки, мм	4.3	6.7	11.1	1.9	-	0.8	2.3	-	-	-	19.1	47.3
2020	Влажность, %	78	70	49	41	42	49	46	38	41	47	53	79

Таблица 1.2.2.8. - Сравнение показателей температуры воздуха и количества осадков в разные годы.

Высота над ур. м	Месяцы года												Средне годовая
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Температура, ^{o}C												
1969	-7,9	-5,6	0,7	9,2	14,8	19,0	22,7	22,6	18,2	10,9	3,3	-3,8	8,7
2015	-5.7	-3.7	8.0	11.4	15.5	20.7	22.8	22.6	18.9	11.3	4.6	0.8	10.6
2020	-8,9	-5,2	0,5	7,4	12,3	16,5	19,8	19,1	15,3	8,6	1,2	-5,1	6,7
	Количество осадков, мм												
1969	31	35	39	42	24	9	3	0	1	11	19	24	238
2015	47.7	99	13.4	68.3	43	5.8	6.2	5.2	1.1	11.8	13	34.1	348
2020	4.3	6.7	1.1	1.9	-	0.8	-	-	-	2.3	19.1	47.3	83.5

1.2.3. Почвы Западного Памира

При изучении почв Западного Памира ученые внесли большой вклад. Типы почвы здесь горные светло - коричневые (от высоты 1700 до 3300 м. над ур. м.) для нижнего и среднего яруса и высокогорные занговые и пустынь - степные имеют распространение от высоты 3300 до 4500 м. над ур. м. Почти все автоморфные почвы Западного Памира отличаются большой каменистостью. Автоморфные почвы Западного Памира формируются в условиях большой сухости, температурных контрастов по высотному профилю, под разреженной ксерофильной растительностью, на самых различных уклонах, при активном смыве и каменистом стоке, образующем часто осыпные щиты, погребающие мелкозем. Почвенный состав также отражен в Карте почв Таджикистана, 1962. В начале 21 века В.В. Чербарьем детально были изучены почвы Западного Памира [115, 280 с.].

Таблица 1.2.3.1. - Классификация почв Западного Памира по В.В.Чербарью, [115, 280 с.].

№	**Наименование почв**	
1.	**Почвы горных и высокогорных экстрааридных пустынь различных термических поясов.**	
1.	Горные серо – палевые пустынные умеренно теплые на эловых наносах и продуктах разрушения гнейсов	2400-3000
2.	Высокогорные серо- палевые пустынные умеренно холодные на эоловых наносах и продуктах разрушениях гнейсов	3000-3400
3.	Среднегорные сероземы светлые субтропические на лёссовидных суглинках, подстилаемых галечником	1500-1800
4.	Почвы горных и высокогорных сильно аридных полупустынь умеренных термических поясов	
5.	Горные светло -бурые полупустынные очень теплые на продуктах разрушения гранитов, гнейсов и некарбонатных палеозойских сланцев	1800-2400
6	Горные светло -бурые полупустынные умеренно теплые на алювиально - пролювиальных отложениях и продуктах разрушения некарбонитных полеозойских сланцев	2400-2900
7.	Горные светло -бурые полупустынные умеренно холодные на алювиально - пролювиальных отложениях и продуктах разрушения гранитов, гнейсов и некарбонатных полеозойских сланцев	2900-3600
2.	**Почвы горных и высокогорных средноаридных полупустынь умеренных термических поясов**	
1.	Горные бурые типичные полупустынные умеренно теплые на продуктах	2300 -

	разрушения гранитов, гнейсов и некарбонитных полеозойских сланцев	2900
2.	Высокогорные бурые типичные полупустынные умеренно холодные на продуктах разрушения гранитов и гнейсов	2900-3600
3.	Почвы горных и высокогорных слабо аридных полупустынь умеренных термических поясов	
4.	Горные темно - бурые полупустынные умеренных теплые на продуктах разрушения сизовато- серых сланцев	2400-2900
5.	Высокогорных темно - бурые полупустынные умеренных холодные на продуктах разрушения гранитов и гнейсов	
3.	**Почвы среднегорных аридных степей субтропического пояса**	
1.	Среднегорные серо-коричневые субтропические на лёссовидных суглинках на продуктах разрушения	
4.	**Почвы горных и высокогорных субаридных степей умеренных термических поясов**	
1.	Горные бурые степные умеренных теплые на продуктах разрушения сланцев и карбонатных пород	2500-2900
2.	Высокогорные бурые степные умеренных холодные на продуктах разрушения сланцев и карбонатных пород	2900-3400
3.	Почвы среднегорного субаридного степей ксерофильного редколесья очень теплого пояса	
4.	Среднегорные коричневые типичные очень теплые на лёссовидных суглинках и продуктах разрушения основных и карбонатных пород	
5.	**Почвы горного аридного-гумидного ксерофильного редколесья умеренно теплого пояса**	
1.	Горные темно - бурые ксеролесные, умеренно теплые на лёссовидных суглинках и продуктах разрушения основных карбонатных пород.	2000-2500
2.	Горные черно - бурые ксеролесные, умеренно теплые на лёссовидных суглинках и продуктах разрушения карбонатных пород	2000-2500
3.	Почвы горных и высокогорных аридного-гумидных крупно травных луговых степей умеренно холодного пояса	
4.	Горные и высокогорные темно – бурые луговых степные умеренно холодные на лёссовидных суглинках и продуктах разрушения основных пород	2500-3400
5.	Горные и высокогорные черно - бурые луговых степные умеренно холодные на лёссовидных суглинках и продуктах разрушения карбонатных пород	2500-3000
6.	**Почвы высокогорных крио аридных пустынь очень холодного пояса**	
1.	Высокогорные рыжевато-бурые светлые крио пустынные на эолювах наносах и продуктах разрушения гранитов и гнейсов	4000-4800
	Почвы высокогорных аридных полупустынь холодного пояса	
1.	Высокогорные рыжевато-бурые типичные полупустынные холодные на продуктах разрушения гранитов и гнейсов	4000-4800
2.	Высокогорные рыжевато-бурые темные полупустынные холодные на продуктах разрушения гранитов и гнейсов	3500-4000
7.	**Почвы высокогорных аридно гумидных низкотравных степей и луговых степей холодного пояса**	

1.	Высокогорные рыжевато-бурые типичные степные холодные на продуктах разрушения сланцев и карбоновых пород	3300-4000
2.	Высокогорные рыжевато-бурые темные степные холодные на продуктах разрушения сланцев и карбоновых пород	3100-4000
3.	Высокогорные рыжевато-бурые темные лугово-степные холодные на продуктах разрушения сланцев и других пород	3300-3800

1.2.4. Растительность

Растительность Памира составляет сложную структура поясности. Размещение растительность внутри поясов обусловлено дифференциацией природной среды и связанность особенностями мезо и нано рельефа состава и строения материнских пород и почв. Диапазон прорастания растения зависит от тепла и влажности местности. С Запада на Восток и с Севера на Юг в направление Западного Памира в пределах 150 км при общем подъёме местность сокращается влажность и переходит на аридность, наблюдается холод и резкое смешение пояса. Выклинивание и выпадение отдельных поясов. Распределение растительности Памира расставлена следующим образом: Пояс эфемероидных пустынь, пояс полынных сообществ, пояс высокотравных лугов, пояс злаковых и пояс криофитних подушечников. Высшие цветковые растения единично. Встречаются лишайники и водоросли. Растительность Западного Памир носит ярко ксерофитный характер, только в весенний период с увеличением влажности появляется мезофитная растительность в виде эфемеров. Полынные пустыни охватывают почти весь Западный Памир за исключением альпийских пустынь, где полынники сменяются подушечками.

Хвойные на Памире представлены единственной группой фармаций - арчовники, таксономическое положение которых оценивается достаточно высоко. В Кошгарском Памире единичные группы арчовников встречаются на мелкоземе в узких боковых долинах, обычно на наветренных участках склонов и закрепленных осыпей, почти всегда на местообитаниях, отличающихся сравнительно высоким снегоотложением. Почти всюду – это или единичные деревья, или небольшие группы. Сравнительно большая доля арчовников произрастает на скалах [4с,152].

На Памире арчовники представлены всего тремя формациями - арчи Зеравшанской *Juniperus serawschanica*, полушаровидной *J. semiglobosa* и шугнанской *J. Schugnanica*. Что же касается шугнанской арчи, то этот молодой эндемичный вид, возможно появившийся в результате дивергенции арчи полушаровидной под влиянием условий экологической и географической изоляции, несомненно регрессирующий в силу неблагоприятных условий среды и активных вырубок. Формация шугнанской арчи- наиболее южная на Памире [37, с.45]. Самые северные группы ее обнаружены близ Рушана. Основной ареал формации расположен южнее -в Шугнане и в Горане. Лучше всего сохранились шугнанские арчовники в Шахдаринском хребте, особенно по его западным наветренным склонам. Но именно потому, что область распространения шугнанских арчовников совпадает с наиболее сухими и безлесными регионами Западного Памира. Группировка арчи шугнанской отмечаются до высоты 3600м Ростов - Дара, бассейн реки Шахдары. Фитоценологический эти арчовники бедны. Встречаются лишь пустынные, нагорно-ксерофитные и колючетравно-степные их варианты при выполненности арчового яруса не более 0,3 [4, с.152].

Крайняя территориальная ограниченность площади арчовников, их сопряжённость с участками дополнительного увлажнения, уменьшение их площади в том же направлении в каком уменьшается годовая сумма осадков- все это показывает, что на Памире арчовники находятся далеко не в благоприятных условиях существования. Об этом свидетельствует крайне слабый прирост арчи. По данным И.В.Гурского, и др. (1953), [29, с.7], возраст шугнанской арчи достигает 930 лет, в то время как диаметр ствола при этом возрасте не превышает 25-40 см. Отсутствует на Памире и семенное возобновление арчи.

Таким образом, все три формации арчовников в пределах Памира находятся в состоянии угнетения, территориальной регрессии и биологическое несоответствия существующим условиям среды. Если напомнить, что крайнее медленный прирост арчи в условиях Памира не компенсирует убыль в

результате вырубок [29, с.7; 4с.152], то станет ясным, что без специальных охранных мер эта формация обречена на исчезновение или редукцию до состояния пионерных агрегаций арчовников на скалах.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объекты исследования

В качестве объектов исследования были использованы следующие виды хвойных растений: Можжевельник шугнанский *(Juniperus schugnanica* Kom.) – местный вид, Ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), Ель европейская (*Picea exelsa* (Seven) Spach), Пихта нордмана (*Abies nordmaniana* (Seven) Spach.), Можжевельник виргинский (*Juniperus virgina* L), Туя западная (*Thuja occidentalis* L), Биота (*Platicladus orientalis* L. Franco), Сосна гималайская (*Pinus wallichiana* K.C. Sahni).

2.2. Место проведения исследования

Исследования проводились на территории ПБС. им. А.В.Гурского ПБИ им. Х.Юсуфбекова НАНТ. ПБС им. А.В. Гурского расположен на высоте 2320 м. над ур. моря. Тип рельефа сада типичный высокогорный, с крутыми склонами, террасами и скальными выходами. Климат территории резко континентальный. Средняя температура января –10 –12 °C, июля +18 +22 °C. Годовое количество осадков от 200 до 400 мм (в основном весной и ранним летом). Инсоляция высокая (свыше 2700–3000 солнечных часов в год). Ветры умеренные, часто горно-долинного типа [4, с.152].

Типы почв в ботаническом саду в основном представлены горными серозёмами, а также скелетными почвами на каменистых участках. Почвообразующие породы: разнообразные — лёссы, щебнистые наносы, моренные и делювиальные отложения [115, с. 280].

Растительность ПБС им. А.В. Гурского — один из самых высокогорных ботанических садов в мире, обладает флористическим разнообразием и насчитывает свыше 4000 видов растений [37, с.45]. Коллекция сада включает древесные и кустарниковые растения из разных климатических зон мира (включая Сибирь, Гималаи, Кавказ, Средиземноморье); декоративные, лекарственные, плодовые культуры; значительное внимание уделено интродукции хвойных пород (ель, сосна, можжевельник и др.). Эндемики и

реликты: в коллекции сада присутствуют редкие и исчезающие виды высокогорной флоры Памира и Гиндукуша.

2.3. Методы исследований

Методика анатомических исследований. Анатомические исследования проводили по методу Гаммермана. Материал был собран в летний период 2018-2019 гг. Объекты исследования 10 - 25 летнего возраста. Было собрано по четыре хвоинок первого, второго и третьего годов с каждого дерева, в основном с середины кроны. Каждый объект исследования фиксировались сначала в 40% формалине на 3 - месяцев, а затем для удаления смолы в 70%-ном растворе этилового спирта. На Микротоме Лайка 26 делали анатомические срезы в средней части хвои перпендикулярно большой его оси толщиной 20 мкм. Анатомическое исследование поперечных и продольных срезов хвои исследуемых объектов проводили на цифровом оптическом микроскопе Olympus BX 52 с максимальным увеличением 1000х. Следующие показатели измерялись (мкм): строение и размер клеток эпидермы и гиподермы, число и диаметр смоляных ходов (шт.), Строение и расположение клеток проводящих пучков. Было исследовано более 100 образцов, проба была взята с 18 деревьев, произрастающих в разных микроклиматических условиях Памирского ботанического сада. Морфометрические исследования – измерение размеров и форм клеток, смоляных ходов, включений, осуществлялось с помощью программного обеспечения, разработанного для микроскопов Image Expert Pro.

Методика определение общей оводненности побегов и интенсивности транспирации. Транспирацию определяли по Л.А. Иванову методом быстрого взвешивания срезанных образцов. Динамика потери воды изолированными листьями устанавливалась по методу. Опыты проводились через каждый час в течение 8-9 часов, периодически взвешиваем опытных листьев. [113, с.171]

Зимостойкость и морозоустойчивость определяли по пятибалльной шкале, предложенной – Сиднеевым, С.В. и Лапиным, П.И. [100, С.56], которая включает следующие баллы:

I – Зимостойкость высокая; растение не повреждено морозом, не обмерзает

II – Зимостойкость хорошая; обмерзает не более половины однолетних побегов

III – Зимостойкость удовлетворительная; обмерзают однолетние побеги полностью

IV – Зимостойкость низкая; обмерзают двухлетние и более старые части растения.

V – Зимостойкость очень низкая; обмерзает крона до уровня снежного покрова.

VI – Зимостойкость очень низкая, обмерзает вся надземная часть.

VII –Растение вымерзает полностью;

Растение вымерзает полностью, не восстанавливается. В процессе определения зимостойкости растений необходимо наблюдать за растениями в течение зимнего периода, оценивать степень повреждения растений после окончания периода холодов, определять соответствующий балл по шкале Сидневой, и Лапина в зависимости от обнаруженных повреждений. Числовые значения были выставлены в баллах, соответствующие определенному состоянию растения [100, с.56].

Засухоустойчивость. Оценка засухоустойчивости произведена по методике Сиднеевым, С.В. и Лапиным, П.И. [100, С.56], по 5-балльной шкале, основанной на морфо-анатомических признаках хвойных растений. Каждому признаку присваивается балл от 1 (слабое проявление признака, низкая устойчивость) до 5 (сильное проявление, высокая устойчивость).

Биологические особенности растения или их рост и развитие проводилось по методике Главного ботанического сада РФ, фиксируя календарные сроки наступления наиболее важных фенологических фаз, изучаемых видов и форм растений.

Изучение биометрических показателей**.** При биометрических измерениях взрослых хвойных деревьев измеряли максимальную высоту деревьев, диаметры у основания и на высоте 1,3 м. (таксационный) и размеры проекции кроны. Рост побегов: линейный замер длины побегов. Длина побегов измерялась каждую неделю с точностью до миллиметра.

Методика определения всхожести семян. Эксперимент по облучению семян хвойных растений УФ-радиацией проводился в лаборатории с применением лампы ДКСШ - 1000 вмонтированную в лабораторный спектральный облучатель ЛОС-2 и лампы ДБ -60. Интенсивности облучения определяли микровольтамперметр Ф-136. Всхожесть семян определялся по ГОСТу 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников». Полевые исследования проводились на опытном участке ПБС им А.В. Гурского по 4 вариантам: 1. контроль без обработки семян; 2. семена, обработанные химическим стимулятором роста (ИУК); 3. облученные ультрафиолетом с четырёхкратной повторностью. Статистическую обработку результатов исследования приводили по методике [109, с.473].

Для изучения особенностей семенного размножения было отобрано четыре модельных образца растения, с которых осуществлялся сбор семян. Посевные качества семян определялись по стандартным методикам (ГОСТ13056.6-97). Для изучения особенностей вегетативного хвойных растений проводилось черенкованием одревесневшими (весенними) и полуодревесневшими (летними) черенками соответственно 25 апреля и 15 мая и 15 -20 июня.

Методика черенкования Черенкование проводились по методу В.П. Иванова [44, с.69], и Л.П. Макаренковой [76, 20с.]. Черенкование проводилось на открытом грунте и под полиэтиленовым покрытием. За время опытов в теплицах влажность воздуха сохраняли в пределах 70–75%. Полив проводили три раза в день в утренние часы, середине дня и вечером. Проветривание проводилось по мере повышения температуры в теплицах выше 40 °С.

Черенкование проводилось в грунте из 10 см слоя речного песка, насыпанного над 15-ю см обычной луговой почвы.

Методика по определению продуктивности растений. Проводился сбор шишкоягод и учитывался процент семяобразования в шишкоягодах. Определялось качество и выход чистых семян. По методу взвешивания была определена масса 1000 шт, семян. Взвешивание проводили на весах марки SF - 400.

Статистический анализ данных проведен с использованием программ Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007. Критическое значение уровня статистической значимости принималось равным 0,05. Также статистику проводили с использованием средних арифметических и средне квадратических (стандартных) ошибок среднего (M±m, где M – среднее, а m – ошибка среднего).

ГЛАВА 3
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ
МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

3.1. Морфологическая характеристика исследуемых объектов

Можжевельник шугнанский – *Juniperus schugnanica* Kom. – местный вид, эндем Памироалая. Небольшое дерево имеет полушаровидную крону с густо расположенными ветвями. Побеги тонкие, часто повисающие. Диаметр побегов составляет до 2 мм, по строению округлые, имеют желтовато зеленый цвет. У Можжевельника шугнанского побегообразовательная способность высокая. Результаты исследования показали, что на одном побеге образуется от 5 до 19 новых побегов текучего года. Листья в основном ланцетные, на плодущих побегов имеют овальное или ромбовидное строение. По спинке наблюдается смоляная железка. Крона узкоконическая или колонновидная, густая, развиты равномерно Проекция кроны 2,5 м. Шишки у деревьев черного цвета с сизым налетом, по строению шаровидные, иногда полушаровидные. Их размер до 1 см, в диаметре 5 - 6 мм. Семена в шишках обычно по 3 шт. в редких случаях по 4 шт. По строению семена немного овальные. По размеру 4 мм в длины и 3 мм в ширины (рис. 3.1.1).



Рисунок 3.1.1. - Можжевельник шугнанский. 1.общий вид, 2. ветка с плодами

Однако необходимо указать, что в зависимости от экспозиции, некоторые показатели могут меняться так, на северной части ПБС им

А.В.Гурского на открытом пространстве крона имеет полушаровидную форму, а ствол имеет пирамидальное строение. Верхние побеги имеют зелено-коричневатый цвет, а боковые являются светло зелеными. На юго-западной части ПБС им А.В. Гурского цвет хвои темно-зеленое форма кроны и ствола также, как и на северной части, имеет специфический ароматный запах. **Можжевельник виргинский - *Juniperus Virginiana* L.–** Растения достигает высоты 8,5 м в условиях ПБС им А.В. Гурского. По нашим наблюдениям многолетние взрослые деревья достигают 6-7 метров высоты, в то время как молодые деревья имеют 4-5 метров высоты. Листья в молодом возрасте игольчатые, в зрелом — чешуевидные. Побеги: тонкие, с плотными листьями. У Можжевельника виргинского способность к побегообразованию также высока как у Можжевельника шугнанского и в среднем составляет от 3 до 18 на одном побеге текучего года. Крона узкоконическая или колонновидная, густая, развиты равномерно. Проекция кроны 2,5 м. Шишкоягоды: сине-чёрные с сизым налётом, ароматные (рис.3.1.2).

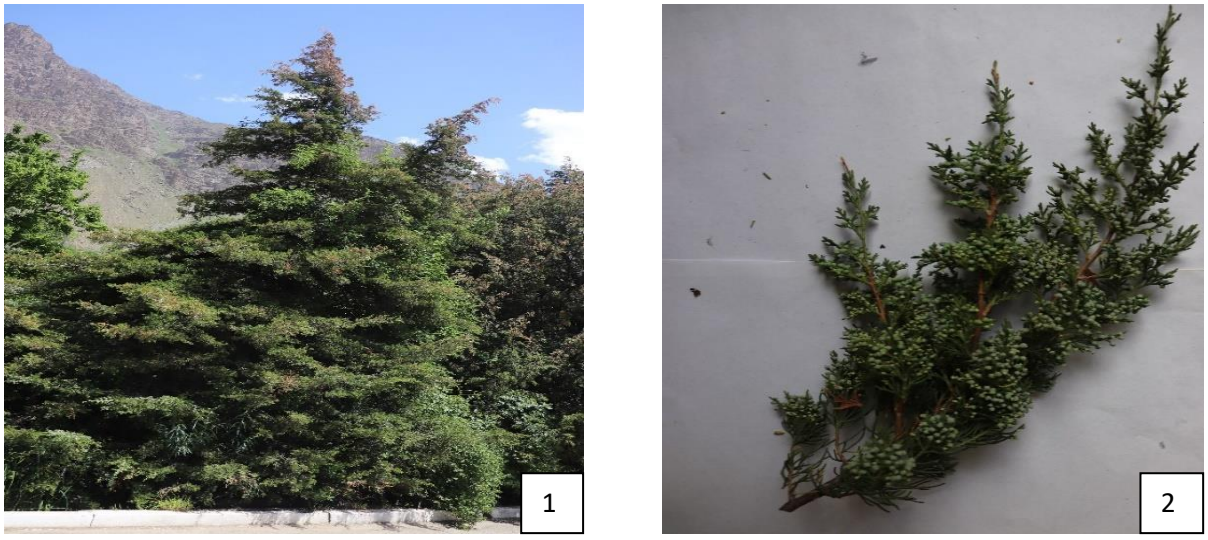


Рисунок 3.1.2. - Можжевельник виргинский. 1.Общий вид, 2. ветка с плодами

Плосковеточник восточный или Биота восточная. - *Platycladus orientalis* (L.) Franko. В условиях ПБС растения имеют высоту 3,0 м. Также можно встретить кустарникообразные деревья. Поверхность коры имеет тёмно-серый цвет. У молодых побегов наблюдается желто красный цвет коры. Листья

ярко-зелёные, имеют сизый налет (иногда), остроконечные, плотно черепитчатые на молодых ветках, чешуевидные, мелкие, прижатые к побегам, расположены крестообразно, также имеют смоляную железку на спинке листьев. Побеги плоские, веерообразные, характерны для туев. Крона коническая или яйцевидная, плотная. Шишки округлые или яйцевидные, мясистые на коротких веточках, при созревании, с 6–8 толстыми чешуями, буровато - лилового цвета. Под каждой чешуей нижняя пара несет по 1- 2 семяпочки. Деревья произрастают в основном со множественными стволами. Имеют равномерную крону. Проекция крон примерно 2,6 м. У плосковеточника наблюдается средняя побегообразовательная способность с 4-7 побегов текущего года



Рисунок 3.1.3. - Биота восточная. 1. Общий вид, 2. Ветка

Ель колючая – *Picea pungens* Engelm. В условиях ПБС им А.В. Гурского по нашим наблюдениям дерево достигает 8 -12 метров высоты. Кроны развиты равномерно имеет триангулярное строение. Проекция крон 3,5 м. Хвоя жёсткая, острая, длиной до 3 см, сизо-голубая или серебристая. Крона правильная, коническая, плотная. Побеги толстые, желтовато-коричневые. Шишки цилиндрические, длиной 6–10 см, светло-коричневые. Выявлена довольно низкая побегообразовательная способность, соответствующая формированию 1-2 побегов текучего года на двухлетнем побеге (Рис. 3.1.4).



Рисунок 3.1.4. - Ель колючая. 1. общий вид, 2. ветка, 3. шишка

Ель европейская - *Picea Exelsa* (Seven) Spach. В условиях ПБС им А.В.Гурского достигает 9-10 метров высоты. Хвоя четырёхгранная, тёмно-зелёная, до 2 см, остро заострённая. Крона коническая, с поникающими ветвями. Кроны густые и достаточно хорошо развиты с проекцией 5,5 м. Побеги гладкие, имеют жёлто-коричневый цвет. Способность образовать побеги – средняя. Шишки до 15 см, по цвету светло-коричневые (Рис. 3.1.5).

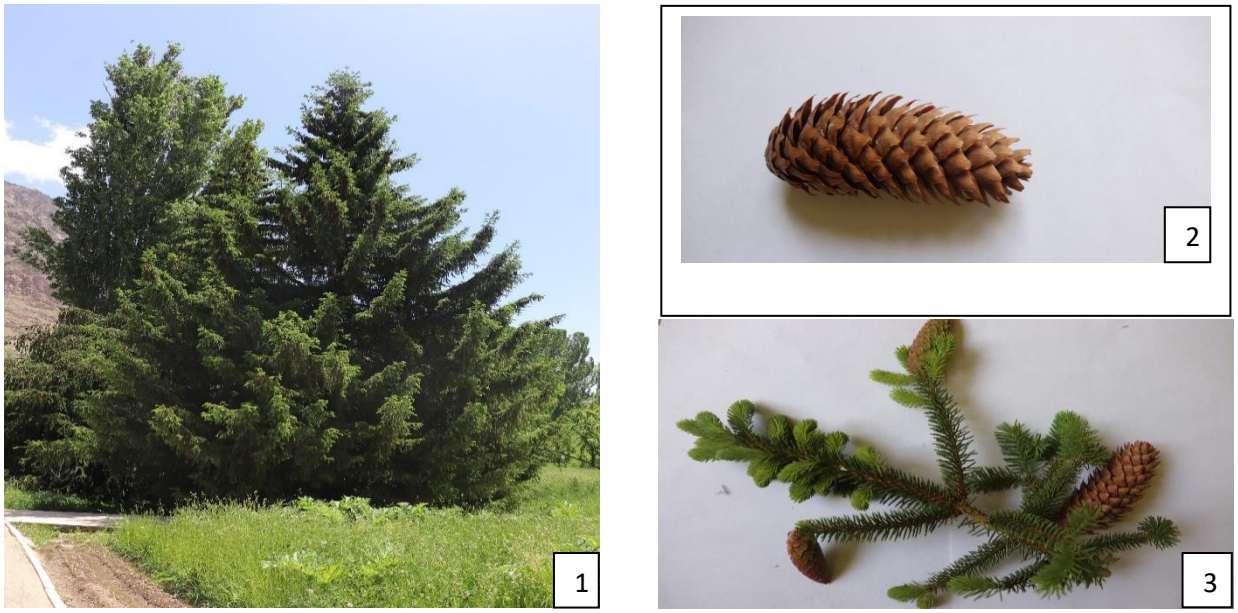


Рисунок 3.1.5. - Ель европейская. 1. общий вид, 2. шишка, 3. ветка

Туя западная –*Thuja occidentalis* L. В условиях ПБС им А.В. Гурского. достигает 8-10 метров высоты. Листья чешуевидные, тёмно-зелёные, расположены в крестообразных парах. Побеги плоские, образуют плотные, веерообразные плоскости. Кроны широко-конусовидные, развита равномерно, плотная, с хорошо выраженным центральным стволом Проекция крон 4,5 м. Побегообразовательная способность низкая. Шишки продолговатые, яйцевидные, длиной до 1 см, светло-коричневые (Рис. 3.1.6.).



Рисунок 3.1.6. - Туя западная. 1. общий вид, 2. ветка с листьями

Сосна гималайская –*Pinus wallichiana* K.C. Sahni. Максимальная высота в условиях ПБС им А.В. Гурского достигает 7-9 метров высоты. Хвоя длинная (до 10-20 см), мягкая, собрана в пучки по 5 иголок, голубовато-зелёная. Крона широкопирамидальная или зонтиковидная у взрослых деревьев. Кроны высоко подняты (2,0 м). Проекция крон 5,0 м. Побегообразовательная способность низкая. Шишки длинные, тонкие, свисающие, до 20 см.



Рисунок 3.1.7. - Сосна гималайская. 1.общий вид, 2. листья и шишки

Пихта нордмана *Abies Nordmaniana* (Seven) Spach. - В условиях ПБС им А.В.Гурского достигает 8 метров высоты. Хвоя мягкая, плоская, тёмно-зелёная сверху, с двумя белыми полосками снизу, до 3 см. Побеги: гладкие, опушённые. Крона симметричная, конусовидная (3,5-4,0 м), развита равномерно, полу - проекция крон 5,0 м. Побегообразовательная способность низкая. Шишки: стоячие, цилиндрические, до 10 см, распадаются при созревании (Рис. 3.1.8.)

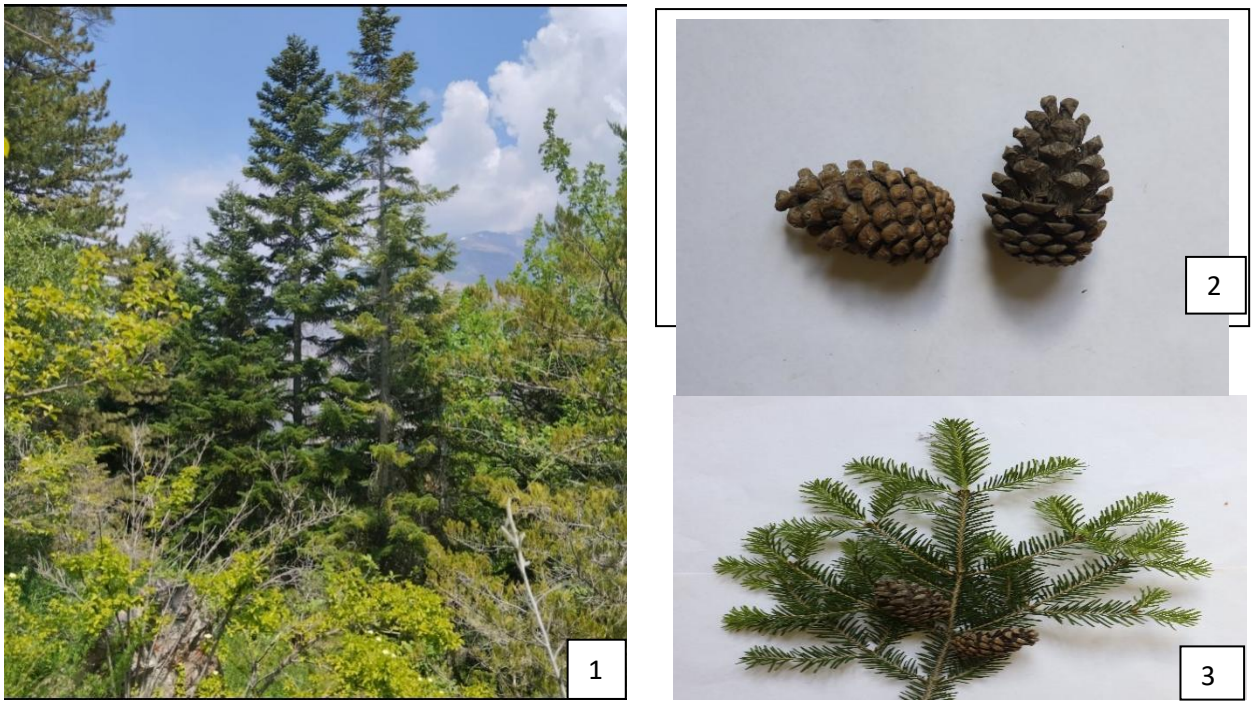


Рисунок 3.1.8. - Пихта нордмана 1. общий вид, 2. шишки, 3. ветка

Некоторыми учёными приведены результаты морфологической характеристики хвойных растений. Так, как Ю.Н. Карпуным (2004) дана морфологическая характеристика Туи западной – крона конусовидная; кора коричневая, растрескивающаяся, хвоя чешуевидная, шишки на короткой ножке, удлиненные, длиной 8 мм, семя длиной 3 мм, узкое, окрылен [53, с.33].

3.2. Анатомическое строения хвойных растений

Процесс потребления древостоем воды из почвы тесно связан со строением листового аппарата. Следовательно, рассмотрение взаимосвязи развития листового аппарата с транспирацией и водным режимом, а также выявление механизмов адаптации растений к засухе и холоду помогает объяснить анатомическое исследование хвойных деревьев. Анатомические исследования по изучению листа Сосны гималайский показали, что устьичный аппарат имеет овальное строение. Длина устьиц 1663 мкм, ширина 2557мкм (Рис. 3.2.1).

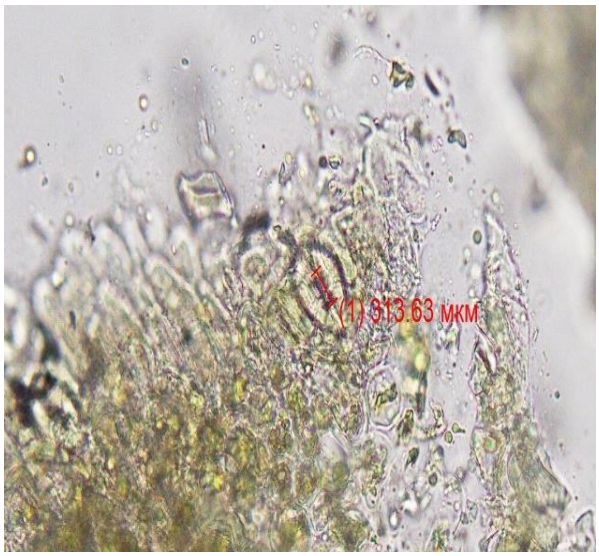


Рисунок 3.2.1.Устьицы Сосны гималайской, 400х

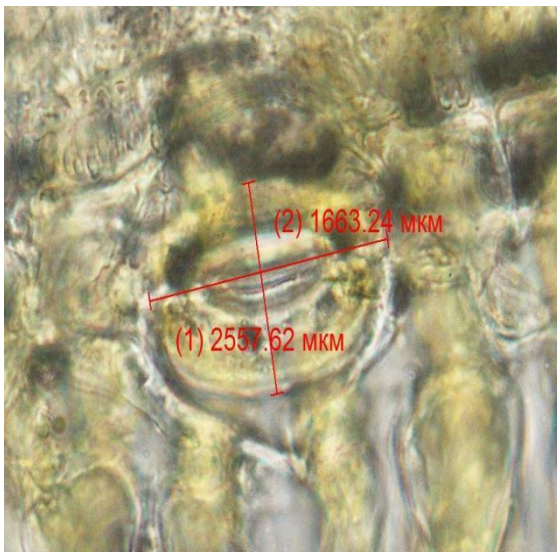


Рисунок 3.2.2. Устьица М. шугнанского, 200 х

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. виргинской размер устьицы при 1000 кратном увеличении длины 4928 мкм и 3332 мкм (Рис. 3.2.3).

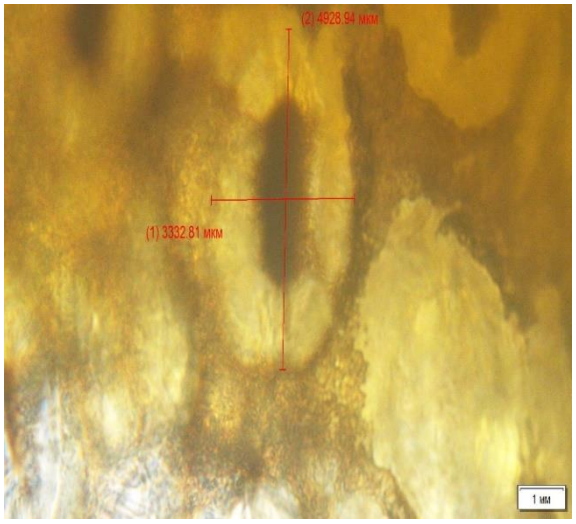


Рисунок 3.2.3. - Устьица М. виргинского, 1000х

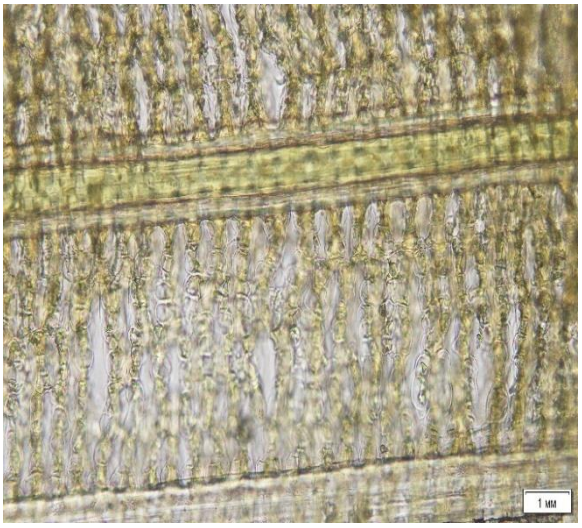


Рисунок 3.2.4. - Продольный срез листа С. гималайской

На поперечном срезе хорошо видны клетки эпидермиса, гиподермы и паренхимные клетки листа Ели европейской (Рис. 3.2.5).

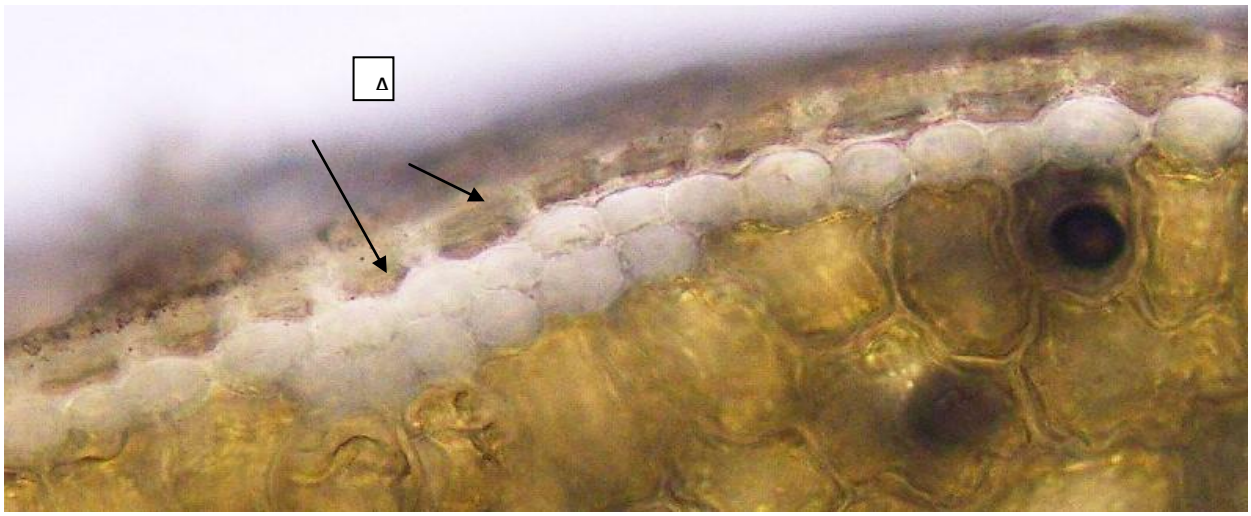


Рисунок 3.2.5. - Поперечный срез листа Ели европейской, А. гиподермы

Исследованиями выявлено, что эпидермис у большинства хвойных покрывается толстой кутикулой. Стенки ее клеток очень толстые и одревесневшие. Одревесневают даже стенки замыкающих клеток сильно заглубленных устьиц. Эпидерма и гиподерма придают хвоинке жесткость и прочность, надежно защищают ее ткани от потери воды. Под эпидермисом расположен слой клеток, которые формирует гиподерму. В

зависимости от толщины гиподермы можно определять адаптацию растений к засухе, потому что клетки гиподермы накапливают воду, тем самим помогают адаптироваться растениям к засухе. Чем толще гиподерма, тем сильнее растение переносит засуху. Исследования показали, что у Сосны гималайской, Ель колючей, Биоты восточной, Ель европейской и Можжевельника шугнанского гиподерма намного развитое, чем у других видов, следовательно, растения более адаптированы к засухе. На рисунке показано формирование второго слоя гиподермы у ель европейской, где при 1000х увеличение размера клетки гиподермы у Ели европейской составляет 2035 мкм длины и 1621 мкм ширины (Рис. 3.2.5 - 3.2.6).

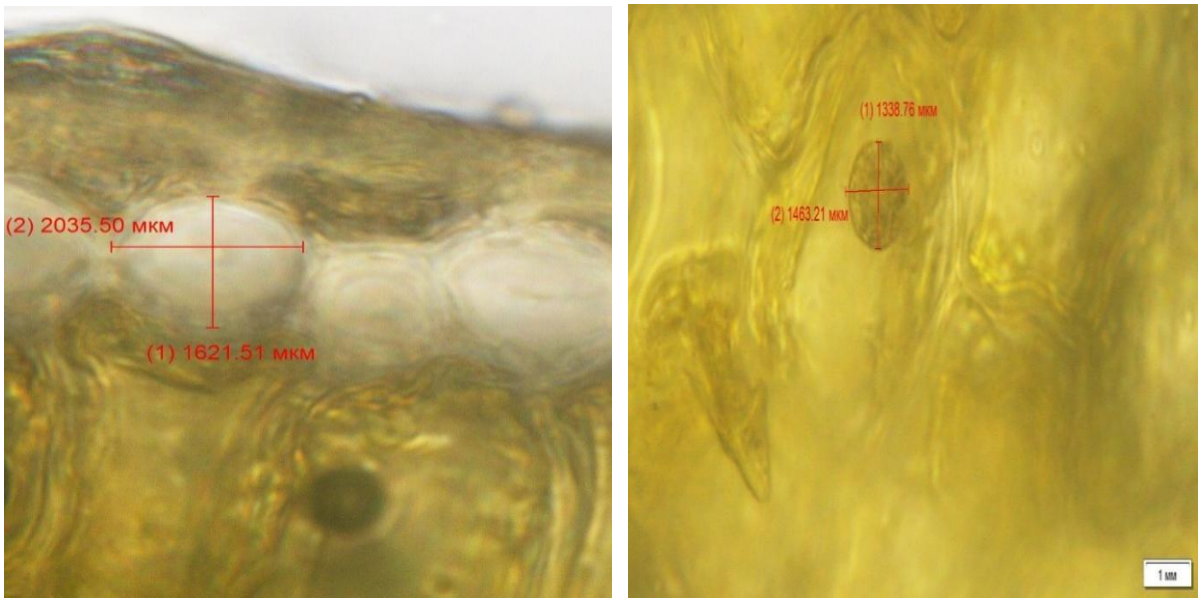


Рисунок 3.2.6. - А. Гиподерма при 1000х увеличении Б. Вещество в мезофилле листа, 1000х

Поперечный срез растения показывает проводящие пучки – флоэмы и ксилемы, которые обеспечивают деревья минеральными и органическими веществами. Изучение строения проводящих пучков и устьичного аппарата дает возможность детальнее охарактеризовать такие физиологические процессов как водный режим и транспирацию и, соответственно, на основе изучения этих физиологических процессов можно охарактеризовать адаптационные способности растений к климату Западного Памира. Наиболее хорошо

адаптированы к климату Западного Памира Биота восточная, Сосна гималайская и Ель колючая. Их устьичный аппарат также приспособлен для меньшего выделения влаги, тем самим обладает большей водоудерживающей силой и не создаёт дефицит воды, как это наблюдается у Пихты нордманской. Именно этот механизм помогает Пихты нордманской лучше перенести засуху.

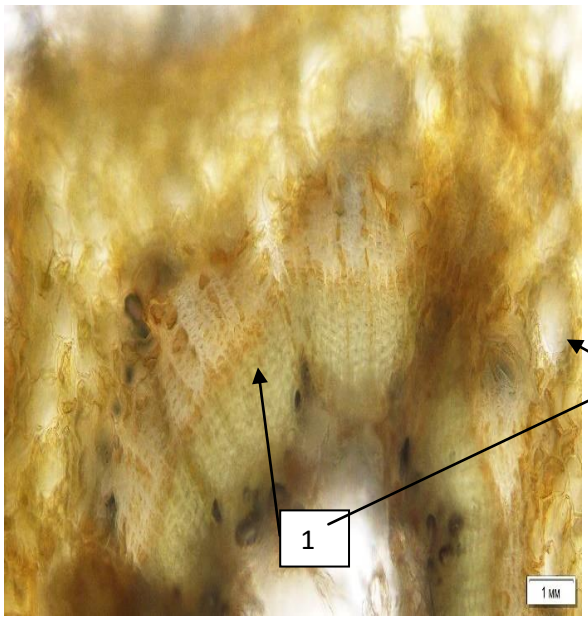


Рисунок 3.2.7. - Проводящие пучки Ели колючей

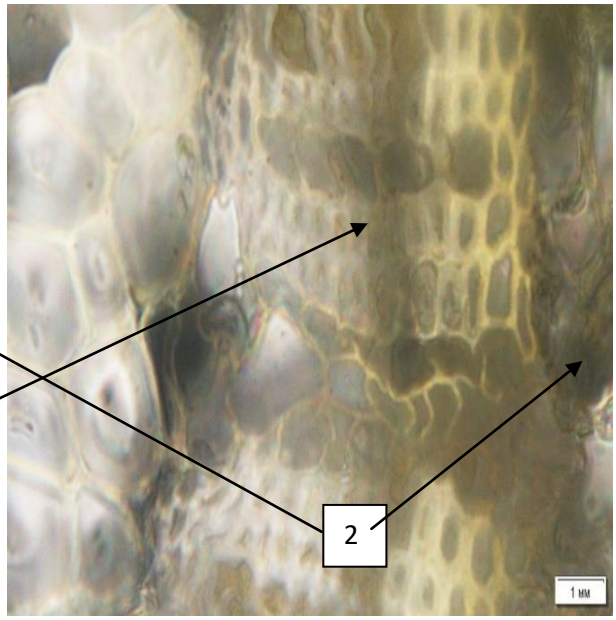


Рисунок 3.2.8. - Проводящие пучки Ели европейской (1. ксилема, 2. флоэма)

Как видно из рисунков 3.2.7, 3.2.8 и 3.2.9. центр, который отделяется от мезофиллов листа эндодермой, расположены два *коллатеральных пучка. К*силема обращена к внешней части, а с внутри расположена флоэма. Между эндодермой и этими коллатеральными пучками находится *трансфузионная ткань*, роль которой заключается в обеспечении перевода веществ между мезофиллом листа и проводящими пучками.

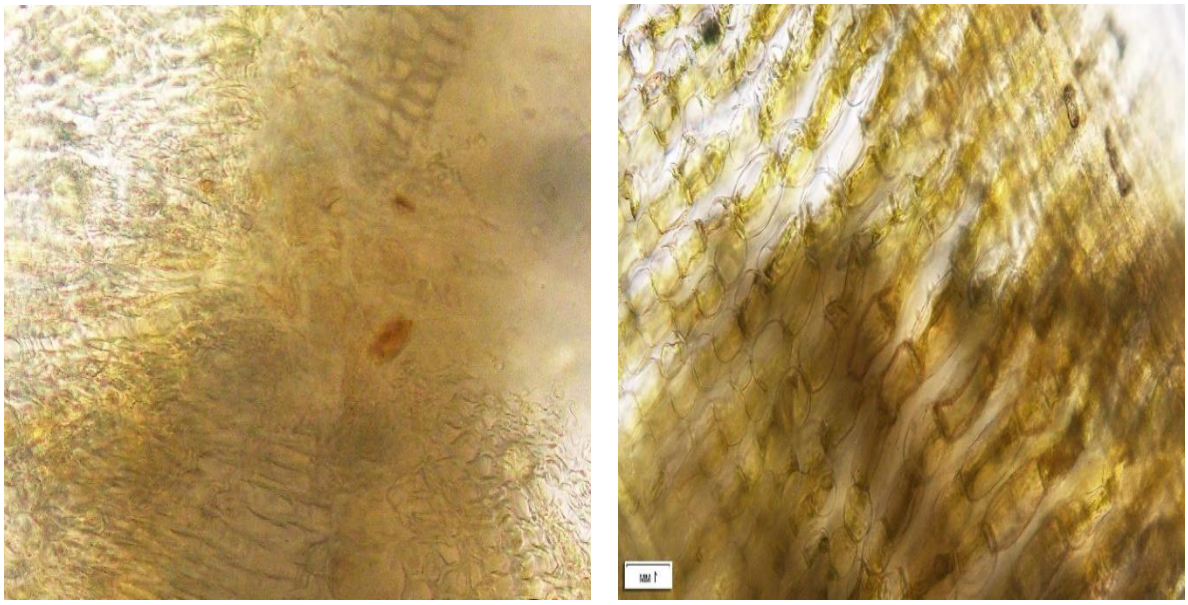


Рисунок 3.2.9. - А. Проводящие пучки М. шугнанского Б. Продольный срез листа М. шугнанского

Также анатомическое строение листа хвойных дает возможность объяснить другой физиологический процесс - смолообразование, которое в свою очередь связано с защитой растений от болезней и зимних холодов. На рисунке видны смоляные ходы и секреторные канальцы у ели колючей и Сосны гималайской, которые расположены по одной линии вдоль листа, создают единую смоляную систему - длина которой может достигать от 5 до 55 см и более в зависимости от размера игольчатых листьев. (Рис. 3.2.10, 3.2.11)

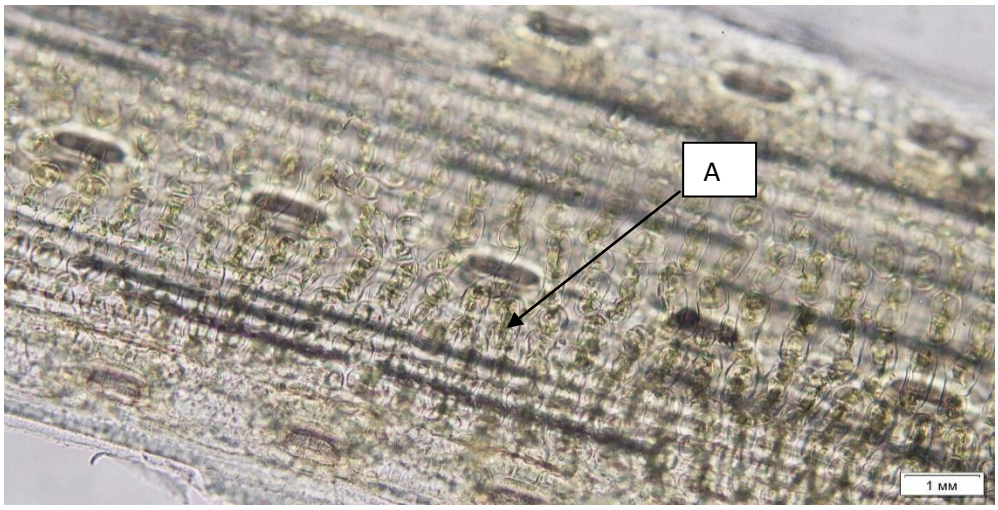


Рисунок 3.2.10. - Смоляные ходы Сосны гималайский 400х увеличение
А. Смоляной ход

На рисунке 3.2.11 видно смолообразное содержимое, которое вытекает из секреторных ходов листа сосны. Период смолообразования у большинства видов совпадает с июнем месяцем в условиях Западного Памира. Оно выходит, как из шишкоягод, так и из листьев и покрывает поверхность, тем самым защищает их от болезней, мороза и зимних холодов.

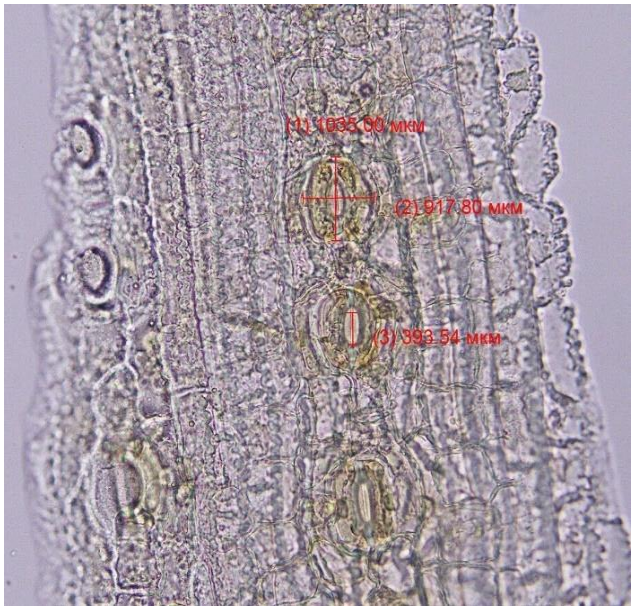


Рисунок 3.2.11. - Смоляные ходы Ели колючей 400х

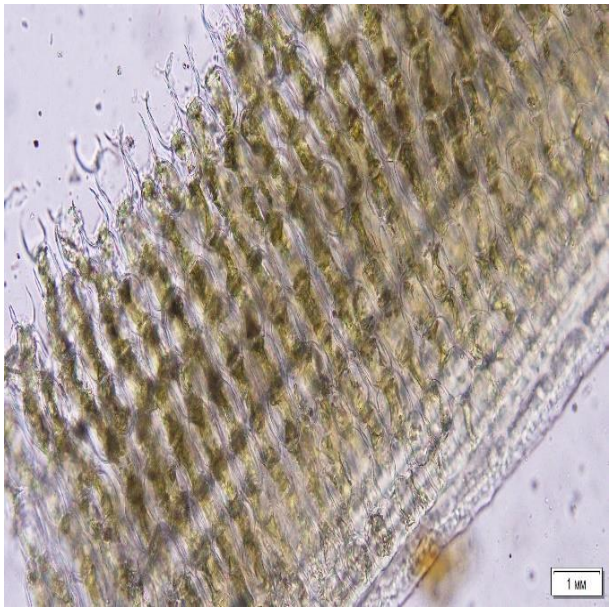


Рисунок 3.2.12. - Проводящие пучки Туи западной

Толстая восковая кутикула, которая покрывает иголки и хвои хвойных, не дает им высохнуть при сухих кондициях. Известно, что такие условия могут существовать, как в очень жаркий летний период, так и в очень сухой морозный зимний период. Адаптационный механизм заключается в образовании толстого слоя кутина на поверхности листа, снижая процесс потери воды и тем самим способствует водонакоплению в листе и защищает растения от засухи. Листья хвойных - хвоинки - отличаются от листьев покрытосеменных наличием только одной средней жилки, состоящей из одного или двух проводящих пучков.

На рисунках 3.2.13 и 3.2.14 видны тёмный слой кутинообразованных вместилищ, расположенных между паренхимой и эпидермисом, а также процесс вытекание смолы с поверхности порезанного листа хвои у Ели колючей. Такое скользкое восковое прикрытие также защищает хвойные от

накопления большою количества снегов в зимний период, что в свою очередь уменьшает риск обрывов ветвей.

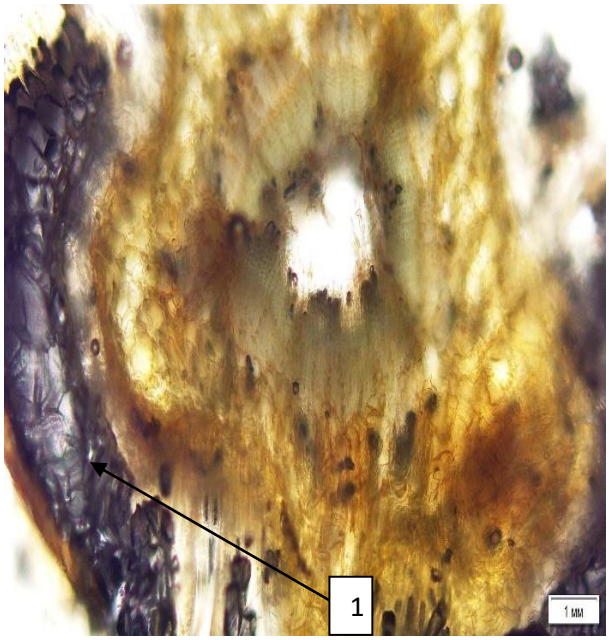




Рисунок 3.2.13 - Место формирование смолы у ель колючей (1)

Рисунок 3.2.14 - Смола (1)

У большинства видов наблюдается смолообразование и принимая во внимание таких особенностей можно рекомендовать многих представителей хвойных в очень холодных и засушливых климатах территории Западного Памира.

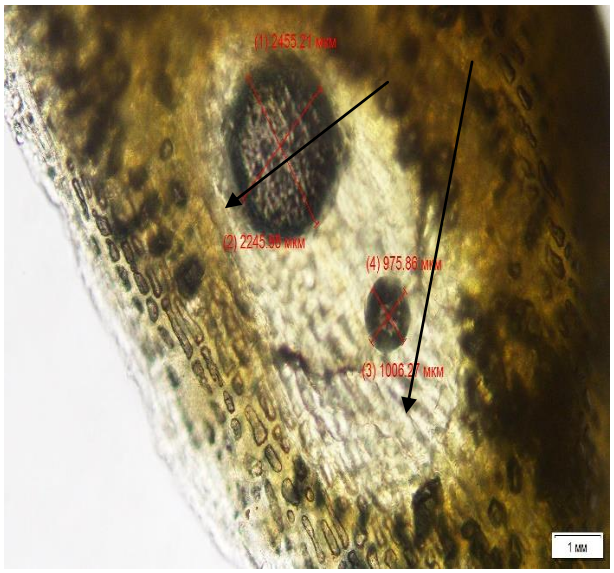


Рисунок 3.2.15. - Пигментное содержимое в хвое М. виргинской (1)



Рисунок 3. 2.16. - Мякоть плода М. виргинский



Рисунок 3.2.17 - Строение семян М. виргинской

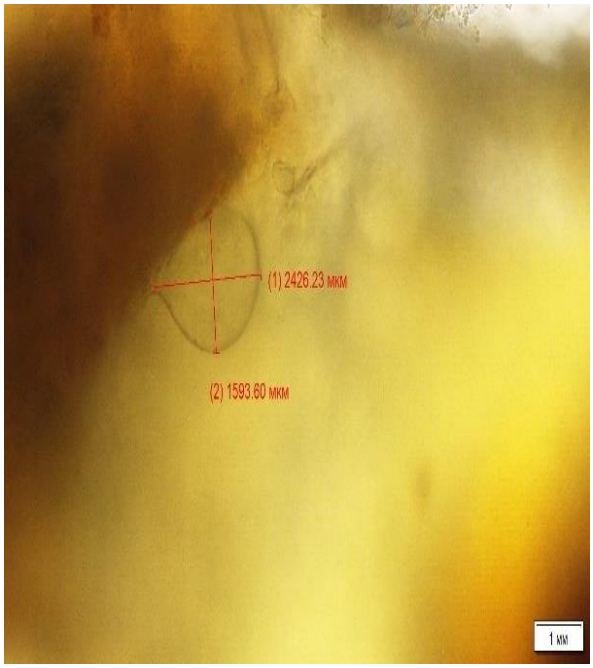


Рисунок 3. 2.18 – Образование с содержимым

Под микроскопом видны множества образований с пигментным содержимым в листе, плода и семени хвойных растений (Рис. 3.2.15 -3.2.17).



Рисунок 3.2.19. - М. шугнанский, вещество

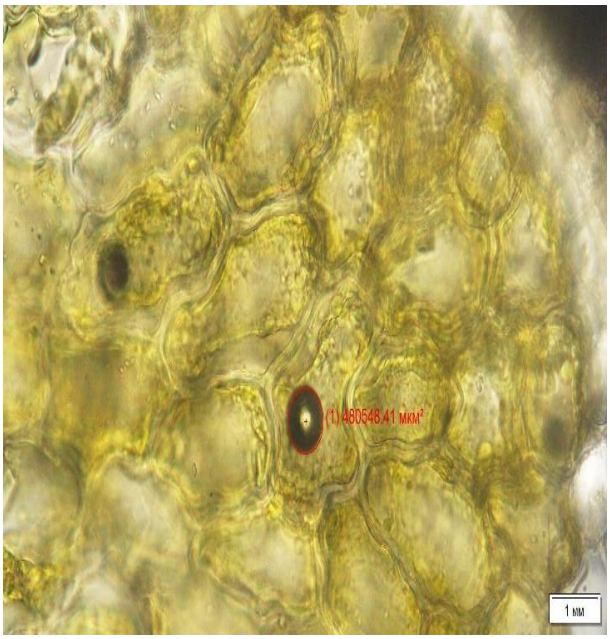


Рисунок 3.2.20. - Е. европейская складчатая паренхима

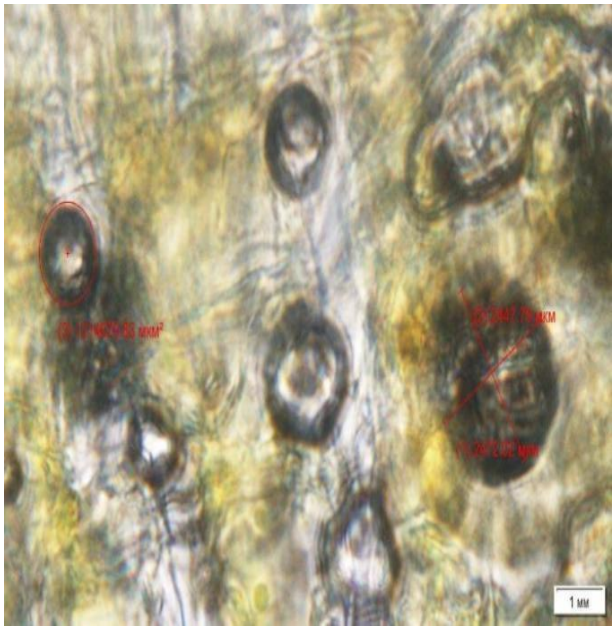


Рисунок 3.2.21. - Ель европейская Проводящие пучки

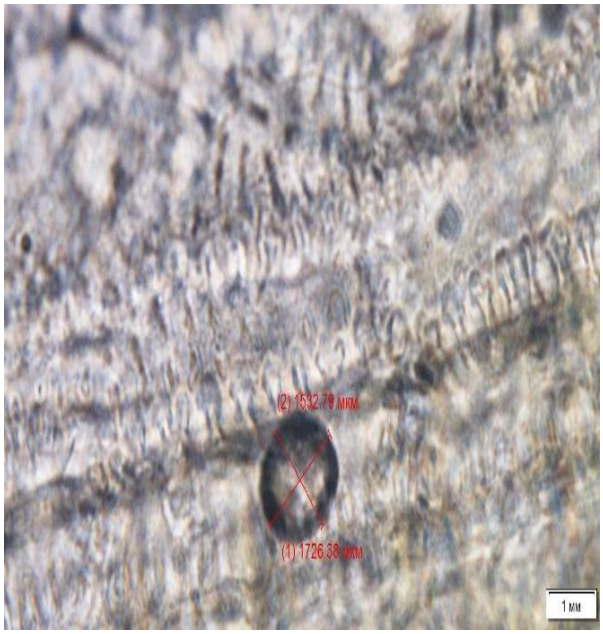


Рисунок 3.2.22. - Ель колючая, вещества

Анатомическое строение листа хвойных показало, что устьичный аппарат хвойных растений способствует интенсивному испарению воды, водному дефициту. Выявлено, что Е. колючая, Б. восточная и С. гималайская, в связи с тем, что их гиподерма хорошо развита проявляют большей засухоустойчивости чем другие интродуценты.

Таблица 3.2.1 - Анатомические показатели объектов исследования (оценка по пятибалльной шкале)

№	Признак	Биота восточная	Туя западная	Можжевельник шугнанский	Можжевельник виргинский.	Сосна гималайская	Пихта нордмана	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

Смолообразование также дает хвойным деревьям возможность защититься от холода в условиях высокогорий Памира. Почты у всех исследуемых объектов хорошо развиты смоляные ходы и смоловыделение протекает интенсивно, что в свою очередь образует восковой налет на поверхность хвои и придает им устойчивость к переносу зимних холодов и заморозков.

3.3 Водный режим и транспирация хвойных растений

Сравнение полученных результатов с данными Л.П. Макаренковой, [76, с.20] полученными в 1980-е гг., показало, что суточная динамика транспирации хвойных растений в исследованные периоды (1980-е и 2020–2025 гг.) в целом сохраняет сходный характер, несмотря на происходящие климатические изменения и связанные с ними изменения температурно-влажностного режима атмосферы и почвы. Различия в интенсивности испарения воды в течение суток выражены, однако не имеют принципиального характера.

Установлено, что повышение температуры воздуха при достаточном увлажнении сопровождается увеличением интенсивности транспирации, тогда как понижение температуры и снижение влажности приводят к её уменьшению. Это свидетельствует о тесной зависимости водного режима хвойных растений от основных метеорологических факторов.

В целом полученные результаты позволяют заключить, что хвойные растения, произрастающие в ПБС им. А.В. Гурского, в процессе длительного онтогенеза сформировали определённые адаптационные механизмы к горным климатическим условиям. Их способность сохранять стабильность водного режима и жизнеспособность при изменяющихся условиях среды свидетельствует о достаточно высокой экологической пластичности исследованных видов.

Потребление воды хвойными деревьями имеет тесную связь с водным режимом и строением листа. Соответственно изучение взаимосвязи между транспирацией, анатомическое строение листа и водного режима определяет расчет испарения воды с поверхности листа (хвои).

Нами было изучено интенсивность транспирации некоторых хвойных растений в период с мая по сентябрь. В основном выбраны наиболее перспективные с точки зрение некоторых жизненно важных показателей (продуктивности семян и анатомического строения (развитие гиподермы) и др.). Это пихта нордманская. ель колючая, биота восточная и можжевельник шугнанский (местный вид). Был определен дневной ход испаряемости в двухчасовом интервале в 4-ех пробах от 8.00 ч. до 18.00 ч.

Таблица 3.3.1. - Интенсивность транспирации Пихты нордманской и Ели колючей, мг/г. (Май, 2022).

Время	Пихта норманда	Ель колючая	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	1607,75±0,01	2106,56 ±0,7	14	18	26
10.00	2050,90±0,5	2323,3 ± 1,03	18	22	25
12.00	2136,16 ±0,03	3361,9 ± 0,9	20	26	30
14.00	899,80 ±0,06	2852,8 ± 0,3	20	26	30
16.00	329,98 ±0,01	392,81 ± 0,03	20	24	24
18.00	203,16 ±0,8	280,7 ± 0,8	22,2	19	26

По результатам исследования в май месяц в утренние часы 8.00 - 8.30 интенсивность испарения была фиксирована у Пихты Нордмана 1607,6 мг/г, Ель колючей 2106,5 мг/г. при температуре воздуха 18^{0}C и 26 % влажностью воздуха. С 10,30 до 12.20 часов при температуре 26^{0}C и влажности 30 % у п. нордманской 2136,1мг/г, у Ели колючей 3361,9 мг/г (3.3.1). После полудня, начиная с 1.30 ч., скорость испарения постепенно ослаблялась и 18.00 часам этот показатель опустился до 203,16 мг/г и 280,7 мг/г. соответственно.

Как видно из таблицы 3.3.1 в мае, в ходе дневной транспирации, наблюдалось изменение в скорости испарения. После зимних осадков весной в ПБС им А.В.Гурского (2320 м. над у. м) в почве и воздухе сохраняется достаточно влаги. По утрам, пока поверхность растения не согревалась, испарение воды начинается медленным темпом. В полдень температура воздуха повышается, в эти часы испарение воды идет более интенсивно. И

таким образом, в течение трех часов интенсивность испарения воды остаётся почти без изменения на одном уровне. После полудня наблюдается спад интенсивности к испарению воды (Таб.3.3.2.).

Таблица 3.3.2. - Сравнительная оценка интенсивности транспирации Ели колючей в мае месяце, мг/г.2022 г.

Время	12.05	24.05	30.05	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8:00	2106,56 ±0,7	2414,5 ±1,2	2443,6 ±1,03	16	19	24
10:00	2323,3 ± 1,03	2759,9 ±1,01	2479,8 ±0,09	19	22.5	26.8
12:00	3361,9 ± 0,9	3456,0 ±0,08	5395,2 ±0,7	18	20.1	30.6
14:00	2852,8 ± 0,3	2614,6 ±1,03	1611,4 ±1,3	18,7	19.6	28
16:00	392,81 ± 0,03	2440,3±0,6	945,8 ±1,05	17	18	28
18:00	280,7 ± 0,8	822,2 ±0,06	656,9 ±0,2	16	17.7	28

После 12:00 в условиях ПБС им А.В. Гурского со стороны северной части сада погода становится ветреной, в большинстве случаях ветер усиливается, и наблюдается спад температуры воздуха. При температуре воздуха 20,1 и влажности 30,6 % и температуры почвы 18 ^{0}C у Пихты нордмана интенсивность испарения воды снизилась до 839,0 мг/г., у Ели колючей испарение воды намного больше – 3456,0 мг/г. Согласно (Рис.3.3.1.) в утренние часы 8.00- 8.30 интенсивность испарения воды у Пихты нордмана было зафиксировано 482,4 мг/г. у Ели колючей 2414,5 мг/г. После полудня с 13.30 ч скорость испарения воды постепенно ослаблялось. К 18.00 ч. этот показатель опустился до 421,4 и 822,2 мг/г. соответственно у Пихты нордмана и Ели колючей при температуре воздуха 17,7^{0}C, влаге воздуха 28% и температуре почвы 16℃.

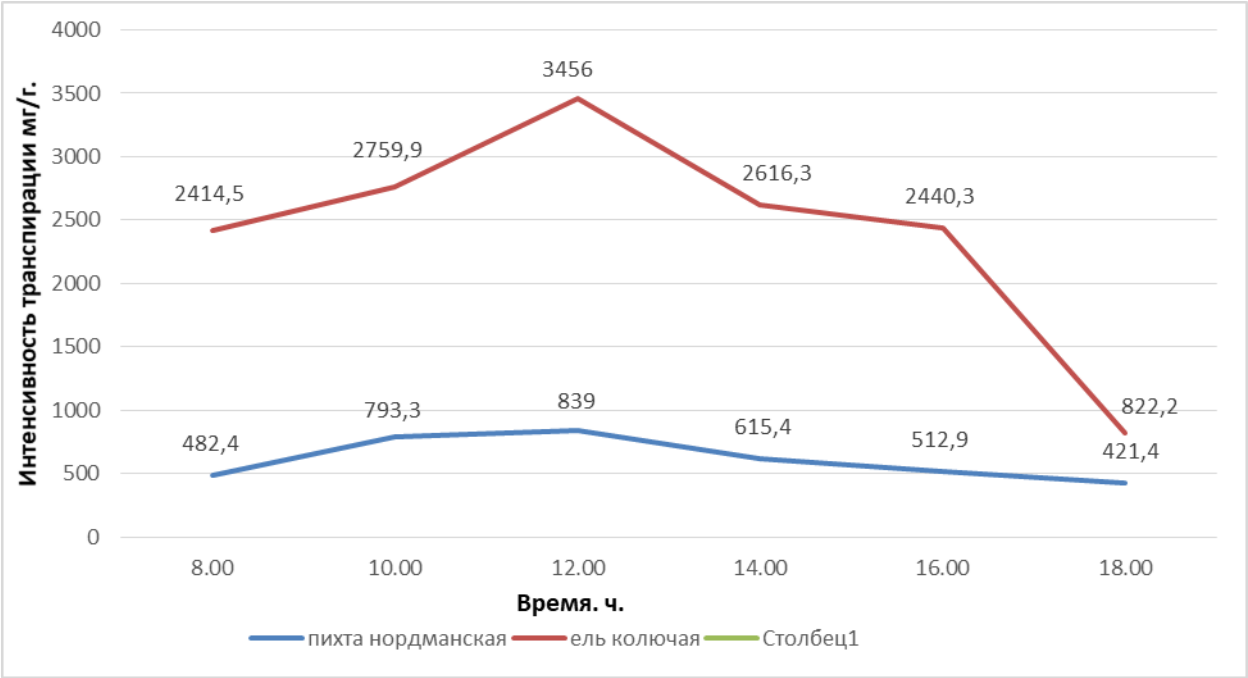


Рисунок. 3.3.1. - Интенсивность транспирации Пихты нордмана и Ели колючей фиксированных в середине третьей декаде мая. мг/г. (24.05.2022).

Выявлено, что испарение воды с поверхности хвои Ели колючей утром больше, чем в вечерние часы. Разница испарения воды между утренними часами (8.00 - 9.00) ч. 2414,4 мг/г. и вечерними (17.00 - 18.00) ч. 822,2 мг/г., что составляет 4776,6 мг/г. Также на (3.3.2.) показана скорость испарения Пихты нордмана. Видно, что пик испаряемости воды не высок и с 10.00 до 12.00 практически не изменяется и примерно составляет 839,0 мг/г. по сравнению с елью колючей, у которой он довольно высок и составляет 3456,0 мг/г. с разницей 2617,0 мг/г. У Пихты нордмана испарение воды в утренние часы и вечерние часы очень близко по показателям и составляет 482,4 мг/г. и 421,4 мг/г. соответственно 8.00 и 18.00 часов.

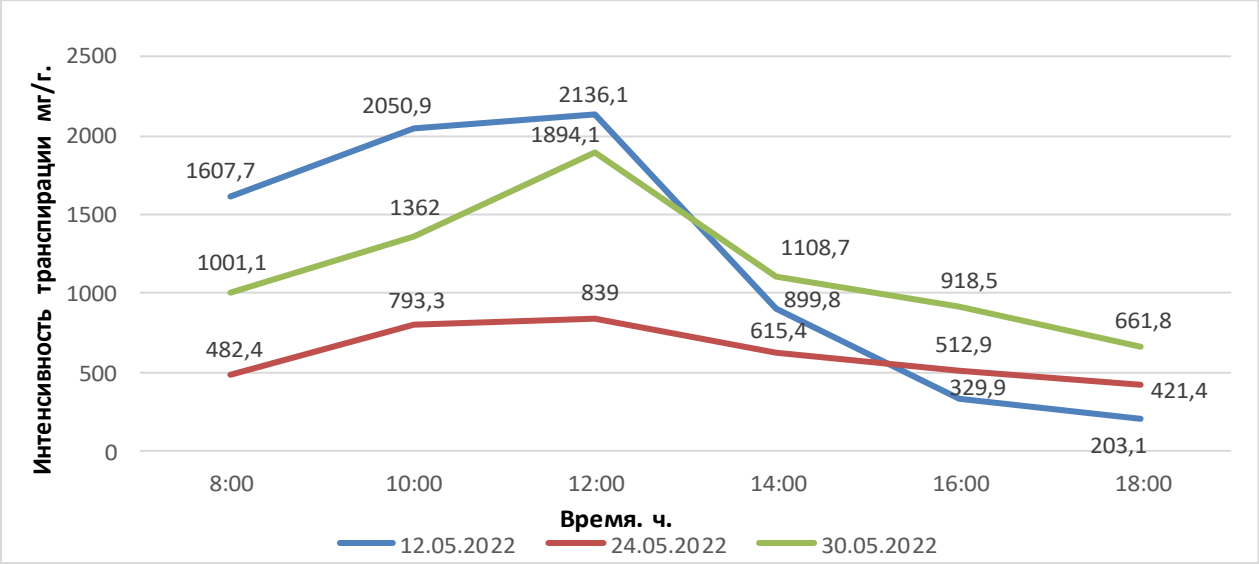


Рисунок. 3.3.2. - Интенсивность транспирации хвои Пихты нордмана в мае месяце 2022 г.

Согласно практическими данным можно определить, что пихта нормандская при непредвиденных изменениях в климат, сможет контролировать водоудерживающие механизмы и сэкономит воду в системе.

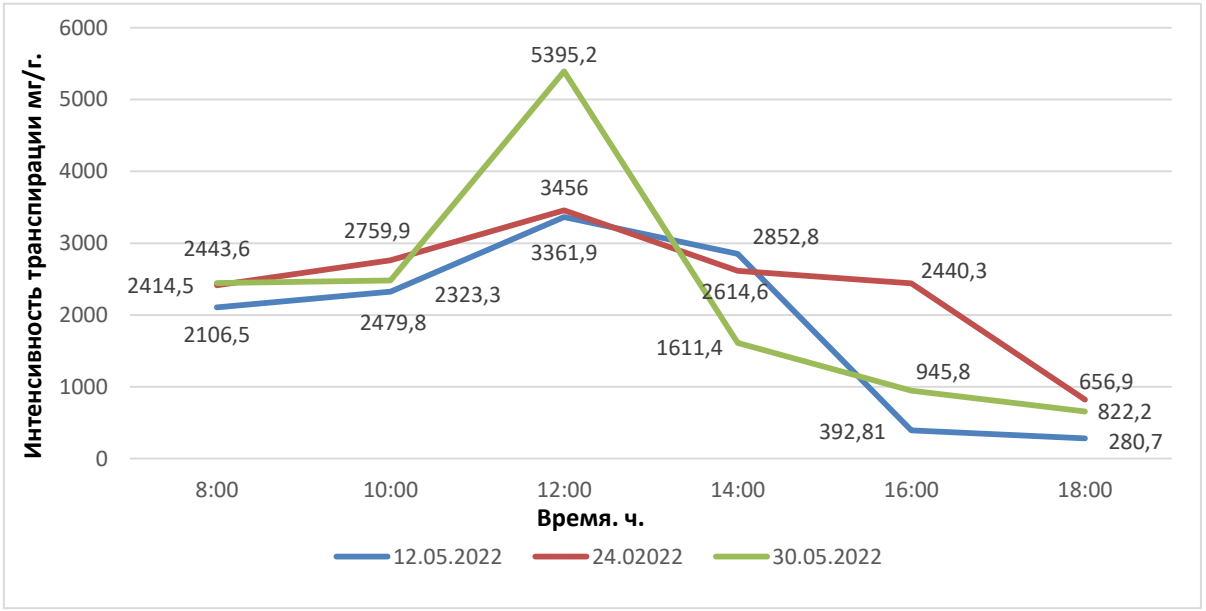


Рисунок.3.3.3. - Интенсивность транспирации Ели колючей в мае 2022 г.

В середине третьей декады мая согласно (рисунок 3.3.3), у Ель колючей интенсивность испарения воды по сравнению с Пихты нордмана довольно высокая. Пик интенсивности 12.00 ч. дня этот показатель равен 5395,2 мг/г. когда температуре воздуха была равна 24^0С, а влажность 20 %. Показатели Пихты нордмана соответствовали 1894,1мг/г. После полудня от 16.00 до 18.00 ч. интенсивность испаряемость было 656,9 мг/г., и 661,8 мг/г. соответственно Ель. колючая и Пихта нордмана. При этом Температура воздуха было 18^0 С, а влажность 34 %. Показано, что у обоих видов испаряемость воды к 18.00 часам примерно одинакова с небольшой разницей 661,8мг/г - Пихта нордмана и 656,9мг/г Ель колючая, разница 4,9мг/г (Рис.3.3.2 – 3.3.3).

Разница испарения воды между утренними часами 8.00- 9.00 ч. 2414,5 мг/г. и вечерних часов, от 16.00 - до 18.00 ч. 656,9 мг/г. составляет 1757,6 мг/г. Испарение воды у Ели колючей утром больше, чем в вечерние часы. Также из таблицы видно, что скорость испарения воды с поверхности хвои Пихты нордмана в те же часы составляет 1001,1 мг/г. в утренние часы и 661,8 мг/г. вечерних часов с небольшой разницей 340,1 мг/г. Показано, что увеличение интенсивность испарения дает резкий скачок с 8:00 ч по 12:00 ч. у обоих видов. У Ели колючей 1433,1 мг/г. –5037,8 мг/г. соответственно, у Пихта нордмана 416,5 мг/г. –2796,9 мг/г. соответственно 8:00 и 12:00 ч. К полудню наблюдали резкий - спад испаряемости воды - Ели колючей - 24365 мг/г. и Пихты нордмана –1110,6 мг/г. Дальше испарение идет умеренно к 18:00 отпускается до: Ель Колючая 756,8 мг/г. и Пихта нордмана -423,3 мг/г. На графике показано высокое испаряемость воды в 12:00 ч и в 2:00 ч скорость испарения уменьшается. Наблюдения показали, что утром влажность воздуха высок (50%), однако к полудню при температуре воздуха 28.^{0}С. этот показатель интенсивно снижается (15%), в 12:00 ч при температуре воздуха 28.^{0}С. вокруг объект формируется почти сухое пространство от влияния прямых солнечных лучей на растение.

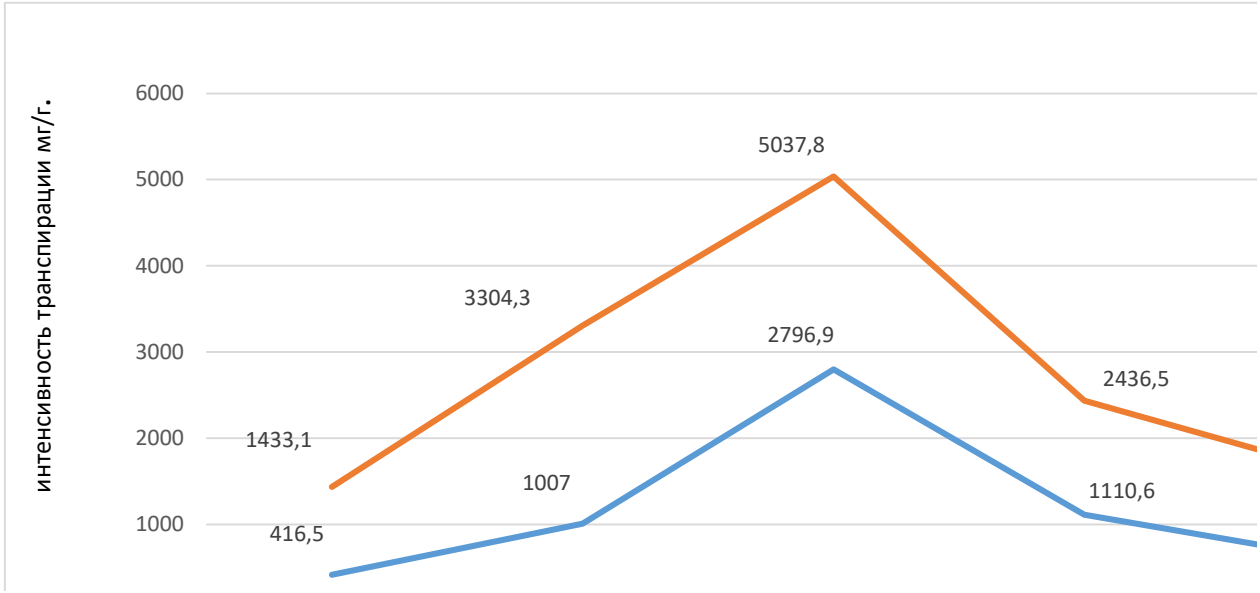


Рисунок.3.3.4. - Интенсивность испарения воды у Пихты нормана и Ели колючей в начале июня (9.06.2022).

Из-за поверхности площади хвои испарение усилилось. В это время инертное поступление влаги в хвое создаёт дефицит воды (рис.3.3.4).

Выявлено, что подъем интенсивности испарения воды резко наблюдается с 8:00ч до 12:00ч. у обоих видов: у Ели колючей 1433,1мг/г. –5037,8 мг/г. Пихты нордмана 416,5 мг/г. –2796,9 мг/г. К полдню наблюдали резкий спад испаряемость воды у Ель колючая 2436,5 мг/г., у Пихты нордмана 1110,6 мг/г. Дальше испарение воды идет умеренно к (18:00) этот показатель снижается до 756,8 мг/г. и 432,3 мг/г. соответственно Е. колючая и П. нордмана. На рис. 3.3.4. видно высокий коэффициент транспирации полдень, с уменьшением скорости транспирации к 2:00 часам. Также влажность воздух от 8 до 9 соответствует 50% с постепенным снижением до 15 % в полдень. При этом температура воздуха составляло 28^0C.

Четвертая неделя июля (рис. 3.3.5), наблюдений показала своеобразный характер интенсивности транспирации. В предыдущих неделях пик интенсивности испарения формировался в 12:00 ч. и скорость интенсивности испарения воды ослабилась в 2:00 часа. На этой неделе пик образовался после утренних часов у Ели колючей, который соответствовал 2453,6 мг/г. и 1447,3 мг/г. у Пихты нордмана. Коэффициент транспирации к 10:00, у Ель колючей

был равен 5729 мг/г. а у Пихты нордмана – 5088,7 мг/г. Вода испарялась усиленно и набирала высокую точку к 10:00, которая у Ель колючей составляла 5729 мг/г. а у Пихты нордмана – 5088,7 мг/г. Температуры воздуха в Памирском ботаническом саду в 10:00 часов отмечена 28^0С, влажность составляло 0.9%. Из - за высокой температуры и низкой влажности пик испарения совпал с этим временем. К 12:00 часам уже наблюдался резкий спад испарения: у Ель колючей он соответствовало 2354,7 мг/г., у Пихты нордмана 2314,3 мг/г. Можно отметить, что в эти дни интенсивность солнечной радиации находилась на своём пике.

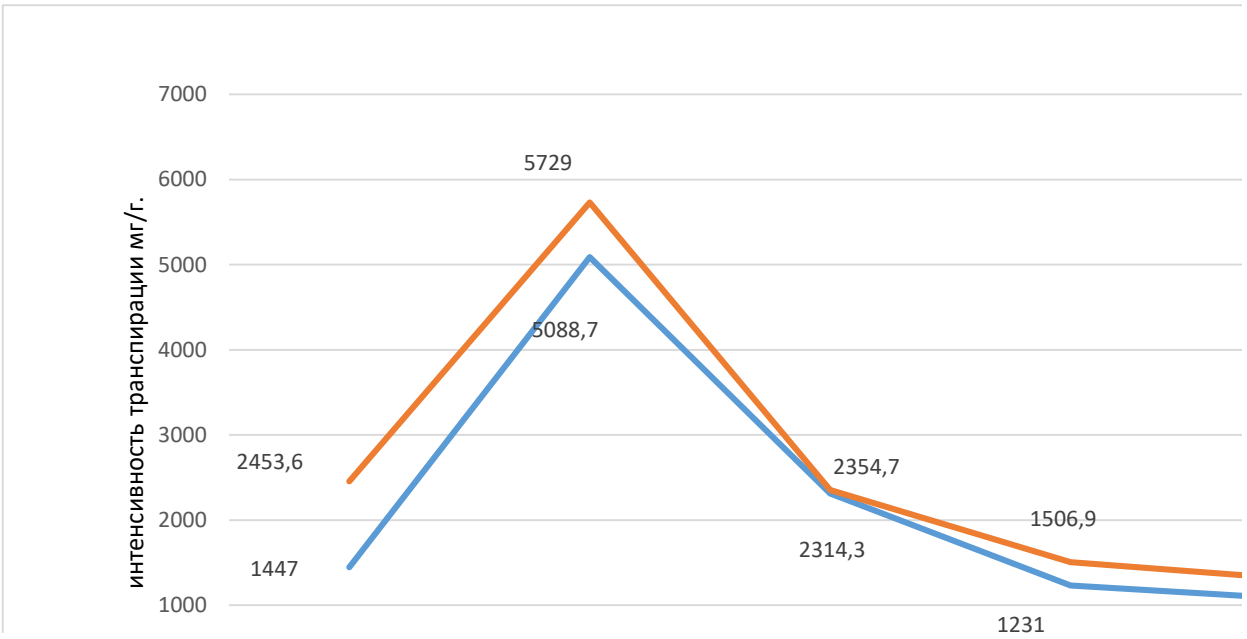


Рисунок. 3.3.5. - Сравнительная оценка интенсивности транспирации у Пихты нордмана и Ели колючей в конце июня 2022 г.

Согласно табл. 3.3.3, из - за усиленного испарения между притягиванием воды из почв, её подача в хвою образовался некоторый интервал. Дальше скорость испарения снизилась и к 18:00 ч наблюдался дефицит воды в растении.

Из данных табл. 3.3.3 видно, что с 8:00 по 12:00 часам у обоих видов наблюдается резкий скачок в интенсивности испарения. У Ели колючей этот показатель равен 1433,1 мг/г. 5037,8 мг/г., у Пихты нордмана 416,5 мг/г. 2797,5

мг/г. К полудню уже наблюдался спад испаряемости как у Ели колючей, так и у Пихты нордмана 2436,6 мг/г. и 1110,6 мг/г. соответственно. Дальше испарение идет умерено и к 18:00 отпускается до 756,8 мг/г. и 432,3 м./г. соответственно у Ели колючей и Пихты нордмана. Влажность воздух в утренние часы составляет 50% и постепенно опускается до 15 % в 12:00ч. Как указано выше при температуре воздуха 28^0C вокруг объекта формируется почти сухое пространство из –за влияния прямых солнечных лучей, которые попадают на деревья и с поверхности хвои, испарение усиливается. После полудня уже наблюдается дефицит влаги. Согласно наблюдениям, на четвёртой неделе наблюдались изменения в интенсивности транспирации со смешением пик интенсивности в сторону утренних часов по сравнению с предыдущими неделями.

Время	9.06.2022 г	22.06.2022 г	30.06.2022 г	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	416,39 ± 0,06	785,8 ± 0,9	1447,3 ± 1,01	18	24.5	24.8
10.00	1007 ± 0,04	1245,6 ±1,2	5088,7 ± 0,08	22,3	20.1	25,1
12.00	2797,5 ± 1,01	2996,4 ±0,03	2314,3 ± 0,07	19,5	29.9	12.6
14.00	1110,6 ±1,3	897,8 ±0,05	1231,05 ± 0,06	23,5	29	12
16.00	612,46 ± 0,9	730,06 ±1,07	1064,9 ± 0,03	20	28	14
18.00	432,3 ± 0,01	633,9 ±0,02	738 ± 1,1	18	24	16

Таблица 3.3.3. - Интенсивность транспирации у Пихты нормана в месяц июне 2022 г.(мг.г.ч)

Так, если в предыдущих неделях пик интенсивности испарения воды формировался в основном в 12:00 и скорость интенсивности испарения ослабилась в 2:00 часа, то на этой неделе пик интенсивности уже наблюдался в утренние часы. (Рис. 4.1.6), У Ели колючей этот показатель в 10:00 часов приравнивался к 5729 мг/г., у Пихты. 5088,7 мг/г. Резкий спад наблюдался в 12:00 часов: Ель колючая 2354,7 мг/г., Пихта нордмана 2314,3 мг/г. В конце июня температура в 10:00 часов в Памирском ботаническом саду было

отмечена 28^{0}С, влажность составляла 0.9%. Из-за высокой температуры и низкой влажности в полдень пик испарения формировался намного раньше утренних часов. Дальше скорость испарения начала снижаться. В связи с тем, что испарения идет интенсивно вода в хвою не поступает вовремя и к вечеру (18:00) наблюдается дефицит воды.

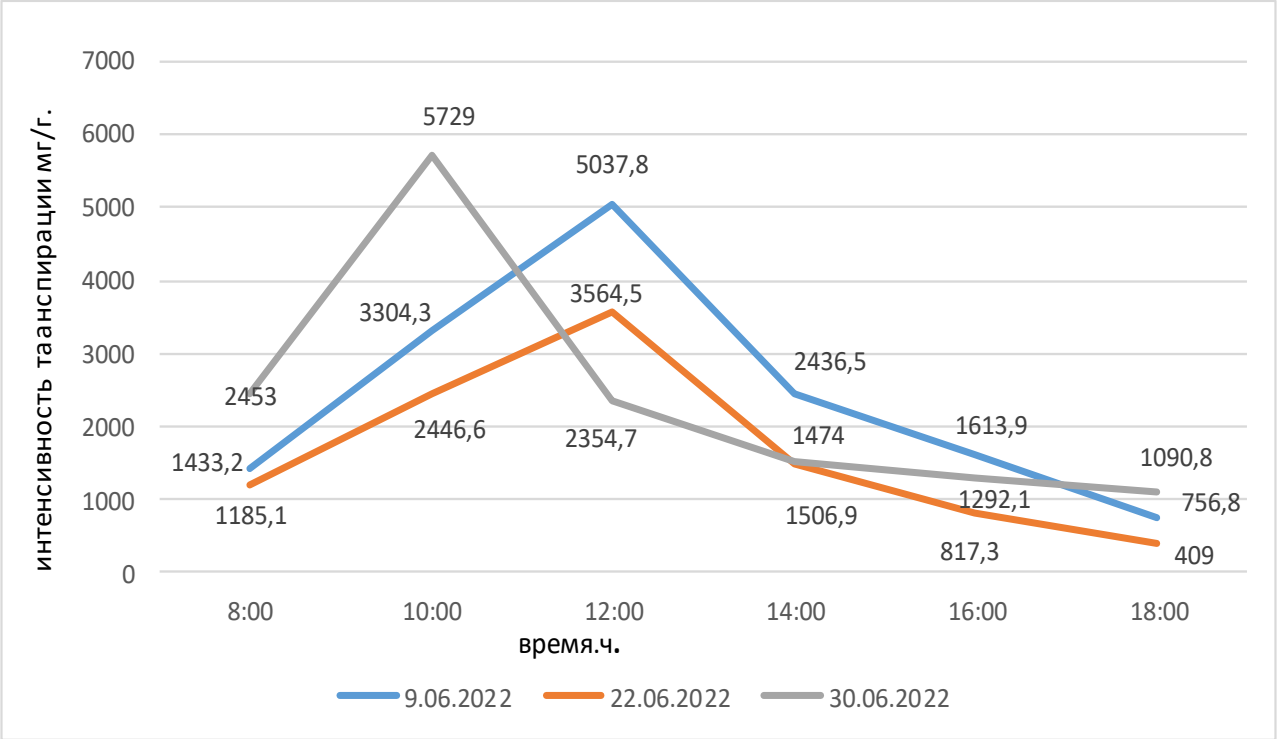


Рисунок.3.3.6. - Интенсивность транспирации у Ели колючей в июне 2022 г.

Ускорение тарспирационного коэффициента объясняется тем, что температура воздуха достигает своего максимума (31^{0}С) в этот период, влажность отпускается до минимума (0,5%.). Также горный рельеф способствует сохранению максимальной теплоты на территории исследования что повышает транспирационный коэффициент. Исследования показали, что самый высокий коэффициент транспирации приходится на первую декаду июля (Рис. 3.3.7). У Ели колючей этот показатель составлял 6841,5мг/г. в 12:00 часов дня. Затем через два часа наблюдался резкий спад до 1647,4 мг/г. В утренние часы - 8:00 также скорость испарения показывает высокий результат 3042,2

мг/г. по сравнению с другими месяцами. С 14:00 до 18:00 наблюдается спад испаряемости.

Так, у Пихты нордмана к 18:00 этот показатель равен 460,6 мг/г. Также исследования показали, что высокое утреннее испарение наблюдалось и во второй декады месяца. У Ели колючей при температуре воздуха 25^0С и влажности 35%, этот показатель соответствует 3395,6 мг/г. Процесс испарение идет умеренно до 12:00 часов, затем наблюдается резкий спад до 1064,8 мг/г. в 14:00 часов и продолжает держаться до 18:00 часов.

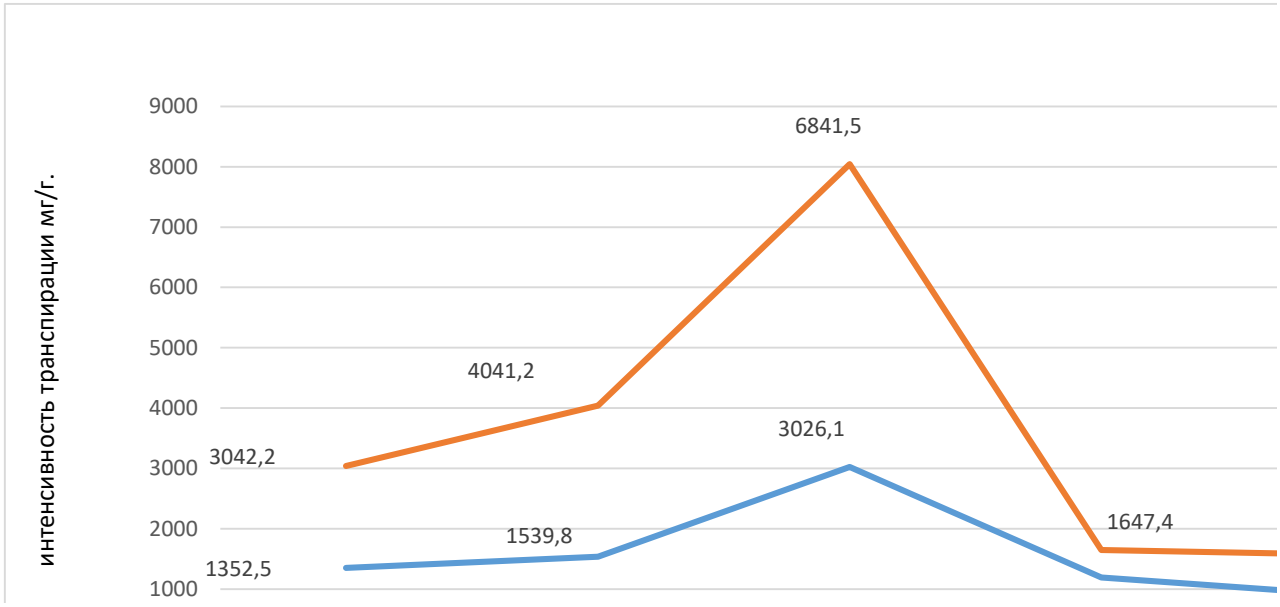


Рисунок.3.3.7. - Интенсивность транспирации Пихты нордмана и Ели колючей в месяце июле (2022 г).

Что касается Пихты нордмана наблюдается незначительная интенсивность в утренние часы соответствующее 237,2 мг/г. в течение 2 - х часов и после согревания воздуха этот показатель усиливается к 14:00 ч. Достигая 2535,8 мг/г. сохраняясь до нескольких часов, а затем идёт плавное снижение до 493,9 мг/г. к 18:00 часам.

При температуре 28^0С и влажности 19% в период последних дней третий декады у Пихты нордмана формировался довольно хороший пик. Согласно данными (Табл. 4.1.5.), начиная с 8:00 ч. утра, интенсивность испарения воды – 711,8 мг/г., к 12:00 часам уровень испарения воды увеличивается до 3239,3 мг/г.

Таким образом образуется пик испарения воды, после чего начинается спад до 1235,1 мг/г. У Пихты нордмана этот показатель самый высокий за год исследований. В 18:00 испарение воды было уже равно 577 мг/г. С поверхности хвои Ели колючей в утренние часы после восхода солнца начинается процесс испарения, приравненный к 2515 мг/г. и медленно достигнет 3664,3 мг/г. к 12:00 часам. Затем наблюдалось уменьшение интенсивности со спадом температуры к 18:00 часам до 782,5 мг/г (Табл. 3.3.4.).

Таблица 3.3.4. - Интенсивность испарения воды у Ель колючей в месяце июле (мг/г.ч.)

Время	8.07.2022 г	18.07.2022 г	28.07.2022 г	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8:00	3042,2 ± 1,3	3395,6 ± 0,4	2515,0 ± 1,2	22	24	13
10:00	4041,3 ±1,03	4000,2 ± 0,5	3294,1± 0,01	29	28,5	15,1
12:00	8041,6 ± 0,6	3660,3 ±1,04	3664,3 ± 0,5	22,5	30,1	11,6
14:00	1647,49 ± 0,9	1064,8 ±1,02	2771,9 ± 0,5	22,5	25,6	21
16:00	1567,9 ± 0,2	949,9 ±1,7	1407,8 ±1,05	21	23	17
18:00	806,0 ± 1,01	924,6 ±1,08	782,5 ± 0,02	19	22,7	15,9

Июль самый теплый и без осадочного летнего месяца. В этот месяц из-за интенсивного испарения с поверхности хвои, влага, поступающая из почв через корни, не успеет насыщать хвою, так как интенсивность испарения идет с высокой скоростью.

Таблица 3.3.5. - Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана в месяце июле (мг/г.ч.)

Время	8.07	18.07	28.07	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8:00	1351,5 ±1,01	237,2 ±1,03	711,8 ±1,02	22	21	17
10:00	1539,8 ±0,7	2535,8 ±0,03	2211,8 ±1,02	29	28,5	15.1
12:00	3026,1 ±1,3	2409,5 ±1,09	3239,3 ±1,4	22,5	30,1	11,6
14:00	1191,3 ±0,04	1345,7 ±1,1	1235,1 ±0,3	22,5	18,6	21
16:00	895,6 ±1.4	793,2 ±1,5	1170,5 ±1,8	23	20	20
18:00	460,6 ±1,02	493,9 ±0,4	577 ±0,07	27	25,7	15,9

Из хвои расходуется примерно 70% воды, что приводит к дефициту воды в деревьях и в результате более 30% поверхность хвои получают ожоги.

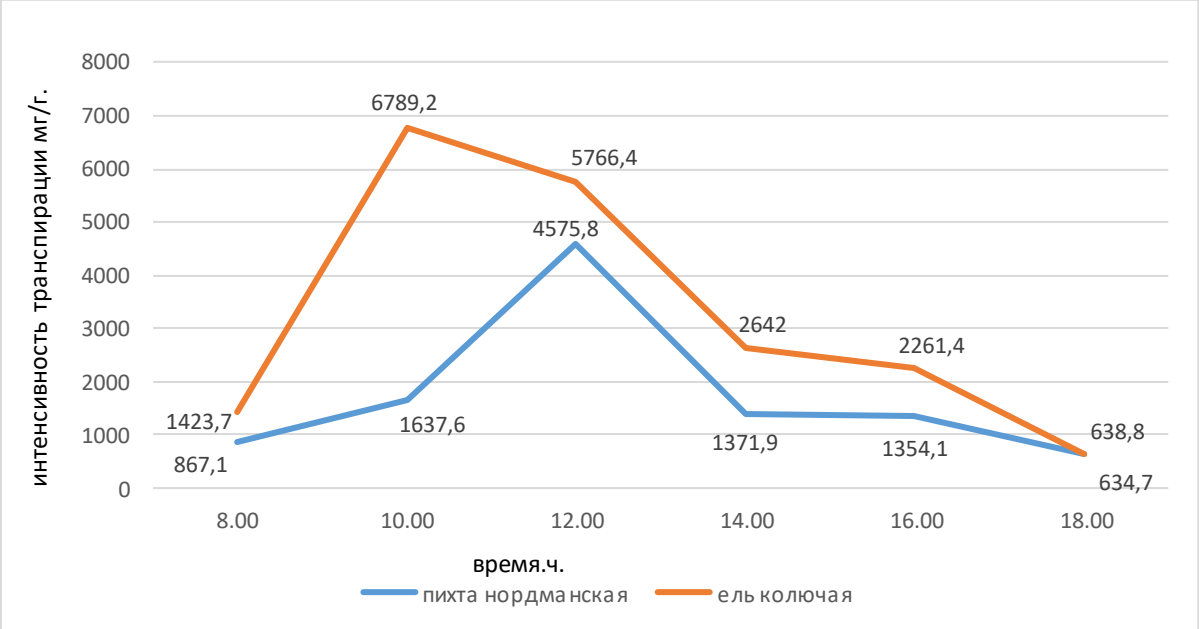


Рисунок 3.3.8. - Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана и Ели колючей в конце первой декады августа (9.08. 2022)

Таблица 3.3.6. - Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана в конце третьей декады августа (29.08. 2022) (мг/г.ч.

Время	Пихта нордманская	Ель колючая	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	202,55 ± 0,2	886,6 ± 0,03	12	8	63
10.00	998,81 ± 1,4	2406,2 ± 1,1	15,5	21	26
12.00	1271,86 ± 0,7	4485,0 ± 1,3	17	28	19
14.00	1235,8 ± 1,02	2617,6 ± 0,5	18,5	26	17
16.00	790,8 ± 0,01	1109,9 ± 0,3	18	24	16
18.00	624,9 ± 1,05	1010,9 ± 0,9	17	17	36

В начале августа в утренние часы температура почва в Памирском ботаническом саду была + 18^{0}C. Интенсивность испарения у Ели колючей было 1423,7 мг/г. Испарение усиливается и к 10:00 ч. достигает 6789,2 мг/г., к 12:00 ч отпускается до 5766,4 мг/г. а к 18.00 ч. приравняется к 638,6 мг/г. У Пихты

нордмана утром испарение составило 867,1 мг/г. в 12:00 ч. было 4575,8 мг/г. в 14:00 ч. равномерно наблюдался спад интенсивности транспирации до 1371 мг/г. (Рис.3.3.8)

Во второй половине августа при средней дневной температуре, испарение у Пихты нордмана проходило умеренно от начала до конца дня. Местонахождение Пихты нордман северная экспозиция сада. В этом месте создаётся своеобразный микроклимат с некоторыми температурными отклонениями. По этим причинам испарение у Пихты нордмана по отношению к Ели колючей меньшее. (рисунок 3.3.9-3.3.10), (Табл. 3.3.6. – Табл. 3.3.7).

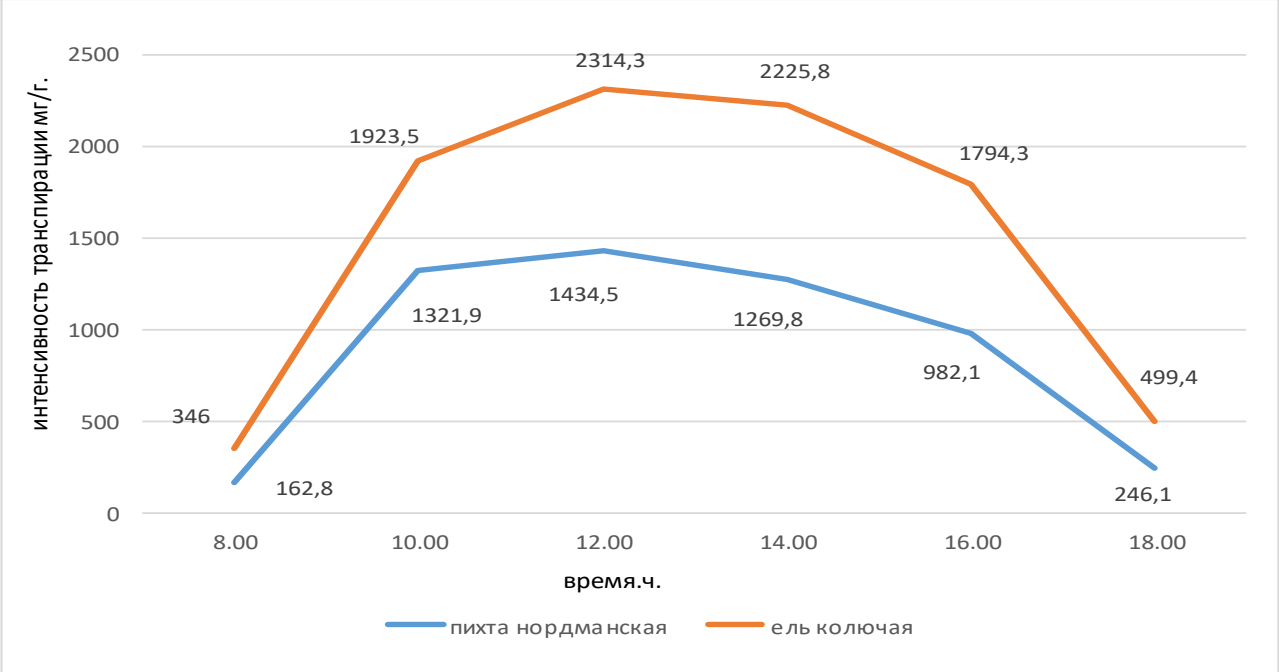


Рисунок.3.3.9. - Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана и Ели колючей в конце августа 2022 г.

Таблица 3.3.7. - Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана в трех декада августа (мг/г.ч.)

Время	9.08.2022	19.08.2022	31.08.2022	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	867,1 ± 1,04	201,8 ± 0,8	162,8 ± 0,9	19	26	17
10.00	1637,6 ± 1,01	998,8 ± 0,2	1321,9 ± 1,1	22,8	30	21,5
12.00	4575,8 ± 1,2	1271,8 ± 0,04	1434,5 ±0,03	16,3	20,5	29,5
14.00	1371,9 ± 0,3	1234,8 ± 0,02	1269,8 ± 0,7	18,6	22,5	21,8
16.00	1354,1 ± 0,01	790,8 ± 1,02	982,1 ± 1,05	19	23	20
18.00	638,8 ± 0,06	624,9 ± 0,5	276,0 ± 0,01	18	21	21

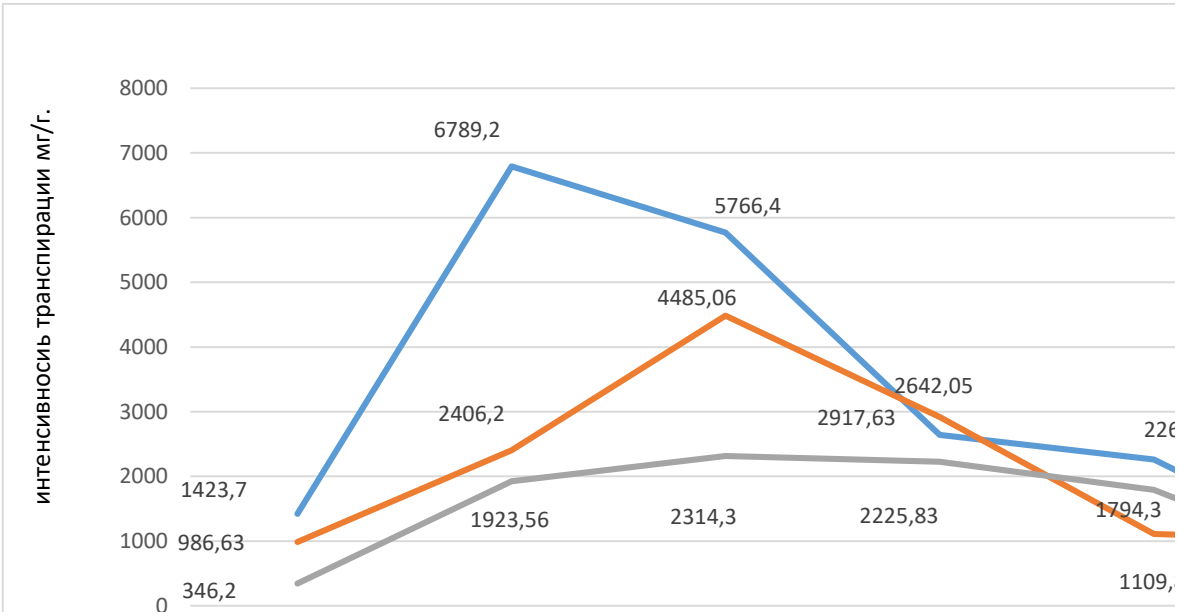


Рисунок 3.3.10. Интенсивность испарения воды у Ели колючей в трех декадах августа

Из таблицы видно, что температура воздуха в сентябре медленно уменьшается, соответственно испарения воды протекает умеренно. Интенсивность испарения воды в сентябре по отношению предыдущим месяцам уменьшилась в 2 раза. Первые 10 дней испарение у Ели колючей в 8:00 ч. достигает 701,2 мг/г., у Пихты нордмана 379,3 мг/г. Постепенно с повышением температуры воздуха, интенсивность испарения усиливается и к 12;00 ч. уже достигает 2111 мг/г., и 1071,4 мг/г., у Ели колючей и Пихты нордмана соответственно.

Таблица 3.3.8. Сравнительная оценка интенсивности испарения воды у Пихты нордмана и Ель колючей в конце первой декады сентября (9.09.2022)

Время	Пихта нордманская	Ель колючая	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	379,3 ± 1,02	701,2 ± 0,9	11	10	73
10.00	917,2 ± 0,06	1947,1 ± 0,5	16	23	32
12.00	1071,4 ± 0,04	2111,0 ± 0,2	18	28	14
14.00	857,5 ± 1,1	1160,7 ±1,04	19	23	22
16.00	723,0 ± 1,01	687,5 ±0,01	18	22	24
18.00	218,5 ± 0,3	300,9 ±1,03	18	19	29

После чего начинается спад интенсивности и в конце дня он составляет 300,9 мг/г. У Ели колючей и 218,5 мг/г. и у Пихты нордмана. Исследования показали, что в таком режиме интенсивность испарения сохраняется до конца месяца (Рис. 3.3.11).

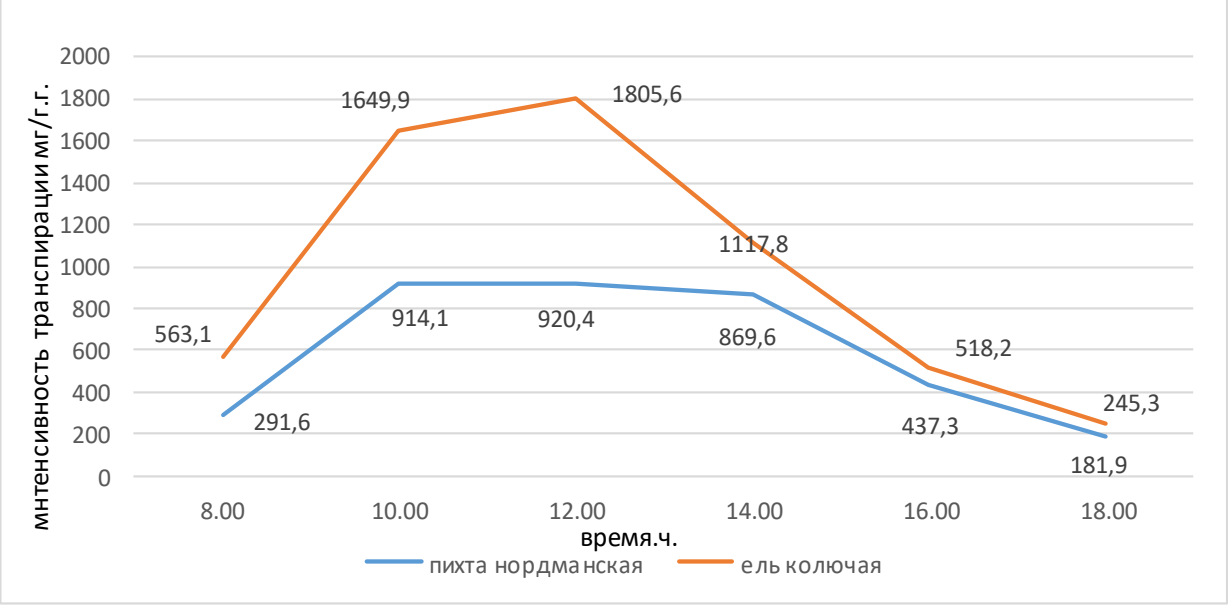


Рисунок.3.3.11.Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана и ель колючей в начале третей декады сентября (20.09.2022**)**

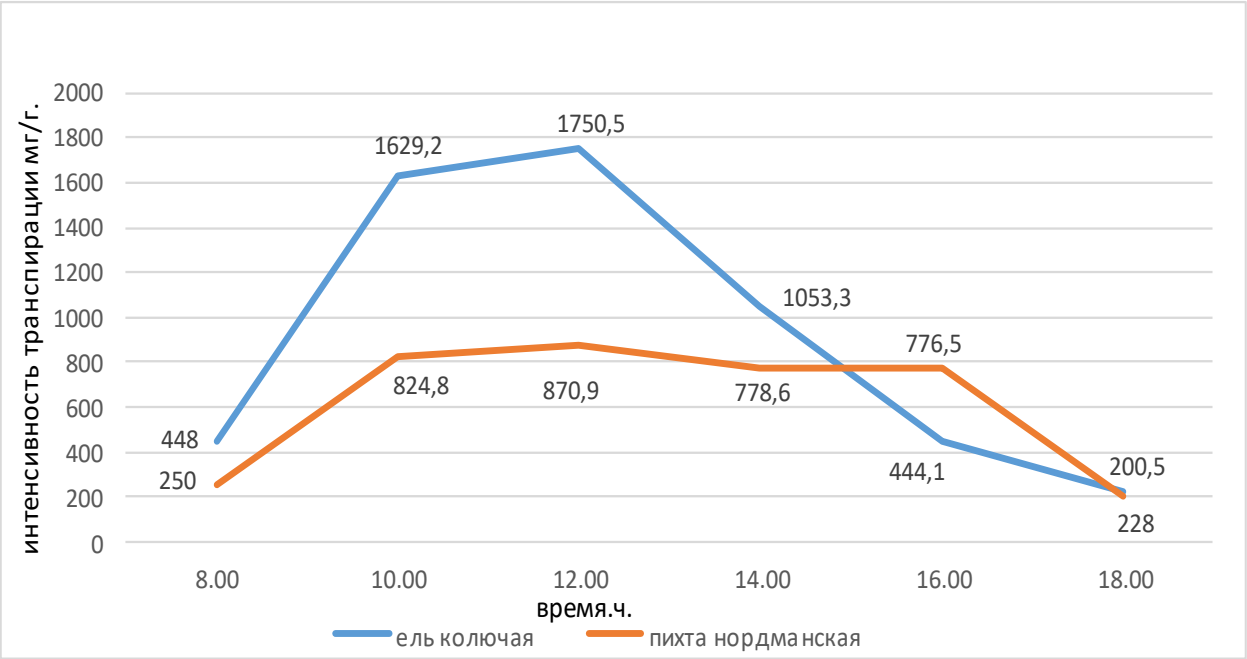


Рисунок. 3.3.12. - Интенсивность испарения воды у Пихты нордмана и Ели колючей в конце сентября (30.09.2022)

Между водным обменом деревьев и температурой существует корреляция. Влажность хвои зависит от того, насколько почва хорошо обеспечена влагой, через которую к хвое поступает вода. Высокая температура воздуха в свою очередь приводит к дефициту воды.

Таблица 3.3.9. - Сравнительная оценка интенсивности испарения воды у Пихты нордманской в месяц сентябрь (мг/г.ч)

Время	9.09.2022	20.09.2022	30.09.2022	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	379,3 ± 0,01	291,6 ± 0,2	250 ± 0,01	13	12	38
10.00	917,2 ± 1,01	914,2 ± 0,8	824,8 ± 1,1	16,6	15	36
12.00	1071,4 ± 0,04	920,4 ± ,4	870,9 ± 1,03	16,4	17,1	34
14.00	857,5 ± 1,05	869,7 ± 1,04	778,6 ± 0,9	16	19,4	33,6
16.00	723,1 ± 0,7	437,3 ± 0,06	776,5 ± 1,3	18	20,83	32,33
18.00	218,5 ± 0,3	181,9 ± 0,5	200,5 ± 1,02	17	18	30

Излагая данные, мы получаем следующие кривые (рис. 3.3.12), которые также наглядно показывают интенсивность испарения воды с поверхности хвои обоих видов охватывающий почти весь активный вегетационный период

Таблица 3.3.10. Сравнительная оценка интенсивность испарения воды у Ели колючей в месяце сентябре (мг/г.ч.)

Время	9.09.2022	20.09.2022	30.09.2022	t. почвы, ^{0}C	t. воздуха, ^{0}C	Влажность воздуха, %
8.00	701,26 ± 1,2	563,36 ±0,04	448,0 ± 0,2	14	15	36
10.00	1716,1 ± 1,3	1649,9 ±0,02	1629,2 ± 0,7	16,6	17,1	34
12.00	2111,0 ±1,01	1805,6 ±1,4	1750,5 ± 0,8	16,4	19,4	33,6
14.00	1160,7 ±0,06	1117,8 ± 1,1	1053,3 ± 1,04	16.5	20,83	32,33
16.00	687,5 ± 0,5	518,2 ± 1,02	444,1 ± 0,01	16.4	20.0	32.0
18.00	300,9 ± 0,3	200,5 ± 0,9	216,06 ±1,03	16,33	19,11	33,31

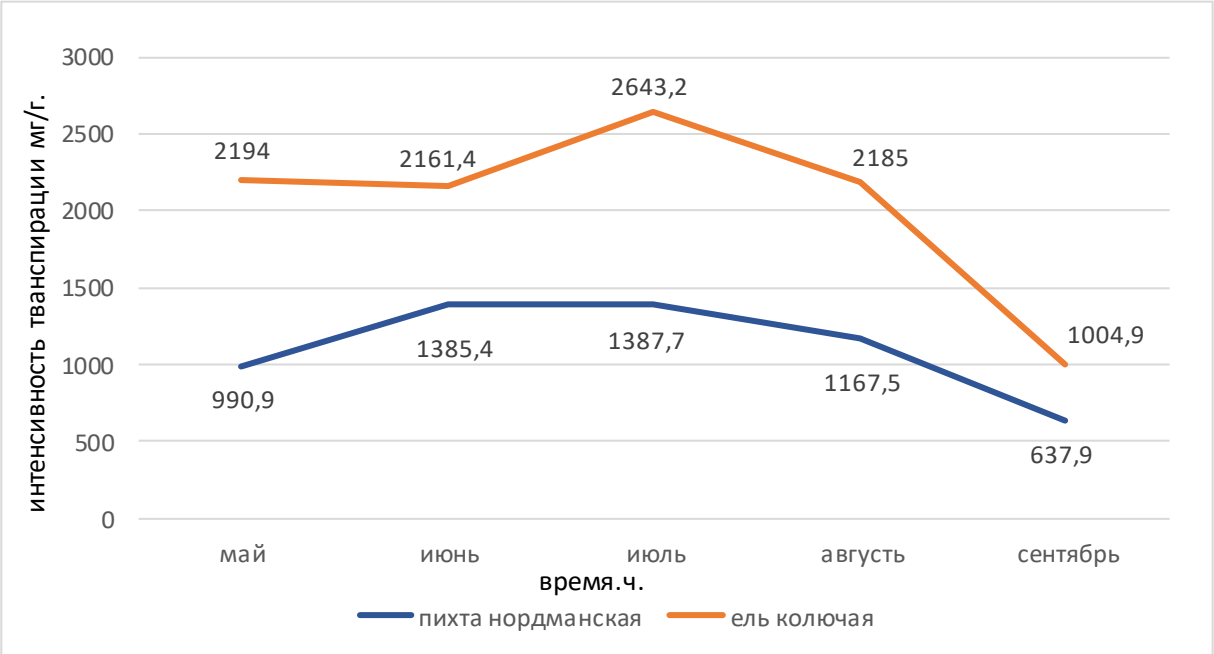


Рисунок 3.3.13. Интенсивность транспирации у Пихты нордмана и Ели колючей с мая по сентябрь (2022 г.).

Из Рис. 3.3.13 видно, что максимальная интенсивность у обоих видов, достигается в месяце июле, а минимальная в сентябре. У ели колючей интенсивность транспирации намного выше, чем у пихты нормандской. В зонах усыхания ельников показатели влажности хвои могут выступать в качестве индикатора для реальной оценки состояния деревьев [12 с.161]. Согласно исследованию, В.Н. Карасева, «При изучении влажности хвои и побегов хвойных интродуцентов установлено более высокое значение данного показателя в начале вегетационного периода, затем влажность хвои закономерно снижается» [49, с.57]. Показаны изменения в водном режиме и покровных тканях четырех видов хвойных семейства Pinaceae Lindl. «Представители древесных растений семейства Pinaceae Lindl. имеют своё преимущество перед лиственными породами декоративных деревьев и кустарников» [75, с.113]. Проведена оценка реакции разных видов хвойных на изменение почвенных влагозапасов, что позволяет выявить степень чувствительности видов и отдельных анатомических признаков на промежуточные состояния водного режима почвы [83, с.40]. При исследовании основной фазы водного режима летне-осеннего периода, связанной с характерной для региона циклонической активностью, установлена связь максимального стока малых речных бассейнов Южного Сихотэ Алания (Данный Восток, Россия) с динамикой лесного покрова.

Многими авторами били изучены особенности водного обмена и транспирации хвойных растений в разных климатах. В том числе показано, что по мере увеличения высоты над уровнем моря уменьшалась длина хвои, однако увеличивались площади смоляных ходов, а также ассимилирующей и проводящей тканей. Отмечалось снижение оводнённости хвои, изменение соотношения свободной и связанной форм воды и возрастание водного дефицита. С подъёмом в горы содержание зелёных пигментов в хвое уменьшалось [23, с.91]. Установлено, что удельные расходы влаги, необходимые для прироста и поддержания жизнедеятельности фитомассы, определяются в первую очередь особенностями лесорастительных условий.

Согласно исследованию Карпечко, Ю.В. «Процесс потребления древостоем воды из почвы тесно связан с минеральным питанием и формированием листового аппарата» [52, с.78].

Интенсивность испарение воды в сентябре по отношение предыдущим месяцам уменьшился в 2 раза. Первые 10 дней испарение у Ель колючей в 8:00 ч. достигает 701,2мг/г., у Пихты нордмана 379,3 мг/г. Постепенно с повышением температурой воздуха, интенсивность испарение усиливается и к 12;00 ч. Уже достигает 2111,0 мг/г., и 1071,4 мг/г., Ель колючая и Пихта нордмана соответственно. После чего начинается спад интенсивности и в конце дня составляет 300,9 мг/г., у Ель колючей и 218,5 мг/г., у Пихты нордмана. **(**Табл. 3.3.8, - Табл. 4.1.9. – Табл. 3.3.10). Исследования показали, что в таком режиме интенсивность испарение сохраняется до конца месяца. Между водным обменом деревьев и температурой существует корреляция. Влажност хвои зависит от того насколько почва хорошо обеспечена влагой, через которых к хвое поступает вода. Высокая температура воздуха в свою очеред приводит к дефициту воды. Максимальная интенсивность у обоих видов достигается в месяц июль, а минимальная в сентябре. У ель колючей интенсивность транспирации намного выше чем у пихты нормандской.

В 2025 году была изучена интенсивность транспирации у биоты восточной (устойчивый вид по многим показателям - интродуцент) и можжевельника шугнанского (местный вид) на высоте 2100 м над уровнем моря.

Результаты исследования показали, что у биоты восточной интенсивность транспирации в 8.00 соответствовало 1683, 7 мг/г. и медленно увеличивался к полдню – 2860, 5 мг/г., (12.00ч.), постепенно уменьшаясь к концу дня до 600, 2 мг/г. к 18.00ч. В июнь месяц интенсивность транспирации соответственно увеличивался в два раза так как среднемесячная температура воздуха повысилась от 18 ^{0} С (май) до 22^{0}С (июнь). В июль месяц в 8.00 транспирационный коэффициент составлял 1175,6 мг/г., в 12.00 – 5570,5 мг/г., в 18.00 1315,3 мг/г. Июль самый жаркий месяц и транспирационный коэффициент достигает своего максимума в полдень – 5570,5 мг/г. Начиная с

август месяца наблюдается медленный спад в интенсивности транспирации у биоты восточной. Результаты исследования показали, что в утренние часы у биоты восточной данный показатель приравнялся к 991,0 мг/г., а в полдень 4068,9 мг/г. К 18.00 оно опустилось до 1373, мг/г. естественно в сентябре степен транспирации намного уменьшилось по сравнению с другими месяцами так как температура воздуха интенсивно начало снижаться (21^0C).

И к концу дня этот показатель опустился до 1373, мг/г. Соответственно в сентябре уровень испарения воды намного уменьшилось по сравнению с другими месяцами так как температура воздуха интенсивно начало снижаться (21^0C). Показатели 327,3 мг/г.;1012,0 мг/г.;215,8 мг/г. соответственно 8.00; 12.00; 18.00.

В целом сезонный ход транспирации не отличался от предыдущих лет, однако межгодовые климатические колебания в той или иной степени оказывали влияние на её динамику. 2025 год по сравнению с прошлыми годами оказался более тёплым: после 12:00 температура воздуха достигала 36 °C, при этом относительная влажность снижалась до уровня менее 10 %. Хвойные растения произрастали на открытом участке где, полив осуществлялся еженедельно. Почва под растениями была постоянно насыщена влагой, что обеспечивало достаточное водоснабжение корневой системы. Несмотря на это, можжевельник шугнанский характеризовался более высоким расходом воды, тогда как у биоты восточной отмечалась хорошо выраженная водоудерживающая способность. Наблюдения показали, что у биоты восточной эффективно функционирует механизм регуляции водного баланса даже в стрессовых условиях (табл. 3.3.11).

Таблица 3.3.11. - Сравнительный анализ интенсивности транспирации у некоторых видов хвойных растений (Май - Сентябрь), мг/г.

Пихта нордмана					
№	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 за 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	6841,5±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 за месяц	2766,2 ±0,02	2213±0,9	4757,6 ±0,03	2986,2 ±0,5	1309,3 ±0,04
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	6128,0± 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

У можжевельника шугнанского – эндем памиралая и местный вид, по сравнению с интродуцентами транспирация протекала интенсивнее за вес вегетационный период (с мая по сентябре). Так, в май месяц в утренние часы - 8.00 показатель интенсивности транспирации соответствует 2200,4 мг/г., в 12.00 – 3163,5 мг/г., в 18.00 -1407,2 мг/г Табл. 3.3.11. Самый высокий показатель также, как и у биоты восточной наблюдался в самый жаркий месяц лето – июль – 6128,0 мг/г. в 12.00, постепенно спадая до 3258,6 мг/г. в августе и 1918,6 мг/г. в сентябре. Таким образом, уровень транспирации можжевельника шугнанского как сезонный ритм, так и дневной ход транспирации выше биоты восточной.

Характер испарения воды у можжевельника шугнанского в значительной степени зависит от климатических условий. В тёплый период при достаточной влажности почвы транспирация протекает интенсивно, тогда как при дефиците влаги и стрессовых условиях растение способно снижать испарение и сохранять воду в хвое. Это свидетельствует о его адаптивной способности к изменяющимся и экстремальным условиям среды, что отражается в незначительных колебаниях интенсивности транспирации.

Если провести параллель с остальными изученными видами, то появляется следующая картина в май месяц в полдень (пик интенсивности транспирации) самый высокий показатель у ель колючей 4157,0 мг/г.; следом можжевельник шугнанский 3163,5 мг/г. затем биота восточная 2860,3 мг/г. и самое низкое испарение у пихты нордмана 1623,0 мг/г. В месяц июнь в полдень также доминирует ель колючая по интенсивности испарения (8674,0 мг/г.), на втором месте м. шугнанский (6128 мг/г.), а биота восточная и пихта нордмана имеют приблизительно одинаковый показатель испарения 5570,5 мг/г., 5122,0 мг/г. соответственно биота восточная и пихта нормандская. В месяц сентябр наблюдается такая же картина – ель колючая и можжевельник шугнанский на первом месте по испаряемости – 1889,1 мг/г биота восточная и пихта нордмана, 1918,6 мг/г биота восточная и пихта нормандская соответственно е. колючая и м. шугнанский. Наименыший результат показали пихта нордмансая и биота

восточная – 954,2 мг/г, 1012,0 мг/г – пихта нордмана и биота восточная. Таким образом, несмотря на высокие температурные показатели в летний период на Западном Памире биота восточная и пихта нордмана, увеличивая водоудерживающую способность испаряют мало воды в ходе транспирации тем самим отлично проявляют адаптацию к окружающей среды высокогорий Памира. В связи с этим резонно рекомендовать биоту восточную и пихту нордманскю как наиболее засухоустойчивый вид для условий Западного Памира. Между тем можжевельник шугнанский местный вид и отлично растёт и развивается в условиях Западного Памира, не смотря на высокий коэффициент транспирации. Что касается ель колючий которого можно отнести ко второй категории засухоустойчивых видов хвойных растений, то он за счет другого анатома - физиологического механизма проявляет высокую адаптивную способность к засушливому условию высокогорий Памира т.е. у этого вида хорошо сформирована гиподерма, также обладающая водоудерживающей силой. Подробное описание роль гиподермы в эколого-физиологическом механизме адаптации хвойных к засушливому условию Западного Памира представлен в Главе 3.

ГЛАВА 4. ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ И ЗИМОСТОЙКОСТЬ

4.1. Особенности засухоустойчивость хвойных растения в условиях высокогорий Памира

Западный Памир характеризуется разнообразием рельефа и экспозиций, что в свою очередь способствует нормальной интродукции древесных пород. Территория сада включает склоны с южной, северной, восточной и западной экспозицией, а также террасированные участки, что позволяет моделировать широкий спектр природных условий, характерных для районов Западного Памира. Влияние микроклимата, экспозиция и высотная поясность на развитие хвойных растений нами изучалось в течение нескольких лет. Территория ботанического сада экспозиции. Которые характеризуются своеобразными микроклиматическими условиями.

Южная экспозиция. Южные склоны отличаются максимальной инсоляцией, высокой сухостью воздуха и почвы, выраженной амплитудой суточных температур. Рельеф варьирует от пологих до умеренно крутых участков. Почвы здесь преимущественно маломощные, щебнисто-каменистые, слабообогащённые органическим веществом, но хорошо дренированы. В условиях южной экспозиции размещены следующие исследуемые объекты: *Juniperus schugnanica* (можжевельник шугнанский) — типичный представитель местной ксерофитной флоры, устойчив к высокой инсоляции и засухе. *Pinus wallichiana* (сосна гималайский) — интродуцирована на южные террасы, в раннем возрасте требует полива и ухода, но приживается при условии регулярной агротехники. *Picea pungens* (ель колючая) — отличается высокой светолюбивостью и засухоустойчивостью, успешно развивается на хорошо освещённых и дренированных участках.

Северная экспозиция. Склоны северной экспозиции более защищены от прямого солнечного излучения, имеют повышенную влажность воздуха и почвы. Почвенный покров представлен более мощными гумусированными слоями суглинистой или супесчаной структуры. Температурный режим более стабильный, с меньшей амплитудой. На этих участках высажены следующие

виды: *Picea abies* (ель обыкновенная) — влаголюбивый и теневыносливый вид, успешно приживается в условиях тени и стабильной почвенной влагообеспеченности. *Abies nordmanniana* (пихта Нордмана) — чувствительна к солнечным ожогам и засухе, требует условий с повышенной влажностью и притенением.

Восточная экспозиция. Восточные склоны получают мягкое утреннее освещение, что обеспечивает более равномерный режим температуры и испарения. Почвы здесь умеренно увлажнённые, рыхлые, хорошо аэрируемые, с умеренным содержанием органического вещества. На восточной экспозиции размещены: *Thuja occidentalis* (туя западная) — предпочитает участки с равномерным освещением и умеренной влажностью почвы. *Juniperus virginiana* (можжевельник виргинский) — пластичный вид, устойчивый к колебаниям температуры и влажности, хорошо развивается на восточных склонах с умеренной инсоляцией.

Западная экспозиция. Западные склоны подвергаются активному солнечному воздействию во второй половине дня, что может приводить к перегреву растений в летний период.

Почвы близки по структуре к южной экспозиции, но, как правило, имеют более выраженный гумусовый горизонт.

Таблица 4.1.1. - Размещение хвойных интродуцентов по экспозициям склонов

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

В этих условиях высажены: *Platycladus orientalis* (биота восточная) — вид обладает высокой засухоустойчивостью, однако в условиях перегрева требует частичного затенения; размещён в северо-западной и западной части сада. Размещение видов производилось с учётом их эколого-физиологических особенностей. Засухоустойчивые и светолюбивые виды размещались преимущественно на южной и западной экспозиции. Влаголюбивые и теневыносливые — на северной и восточной. Такой подход обеспечивает более успешную акклиматизацию интродуцентов в условиях экстремального высокогорного климата (Табл 4.1.1.).

При изучении засухоустойчивости 4-5 летних сеянцев хвойных в открытых питомниках при соблюдении режима полива (1-й питомник) и нарушение режима полива (2-й питомник), выявлено, что у Ель европейской цвет хвои изменяться через 25 дней и постепенно наблюдается высыхание (Рис. 4.1.1.).

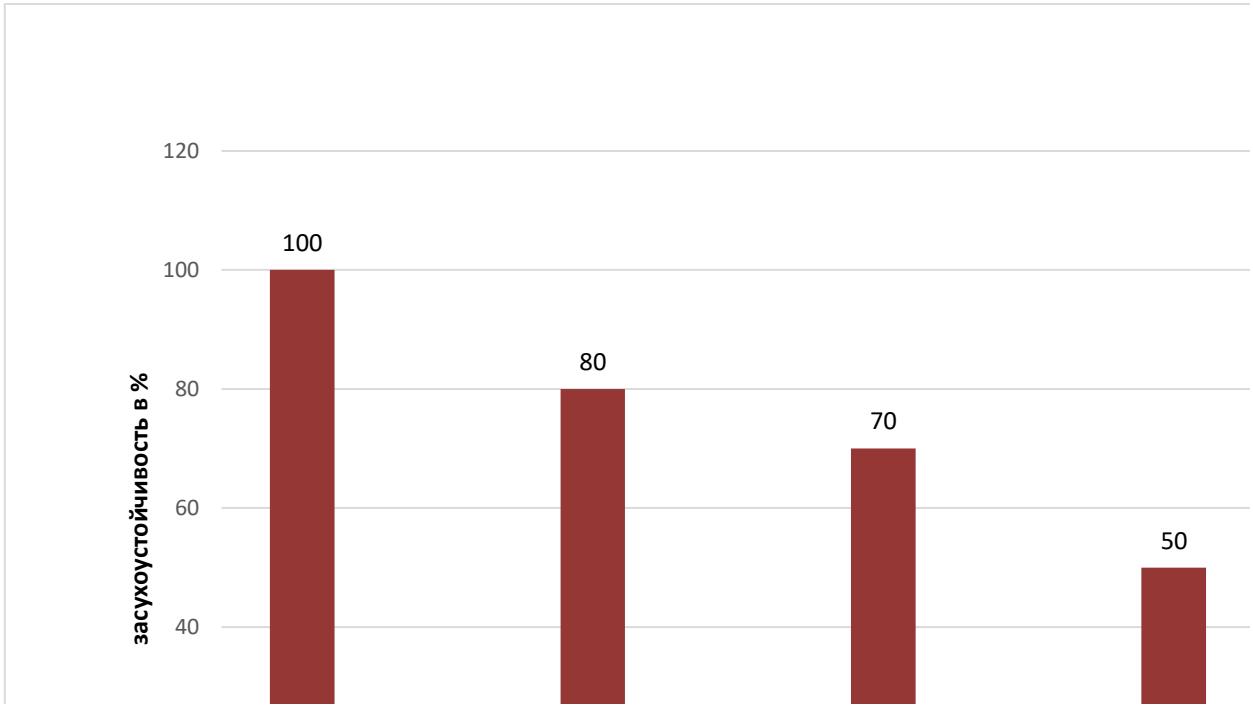


Рисунок 4.1.1. - Засухоустойчивость хвойных растений, в %

Сосна Гималайская может обойтись без воды 65 дней, биота восточная очень засухоустойчивая (70-80 дней) и уступает можжевельнику шугнанскому – местный вид (более 80 дней).

Наблюдения показали, что биота восточная нормально выдерживает самые жаркие (июль – август месяца) месяца на Западном Памире без воды (Табл. 4.1.2.).

Таблица 5.1.2. 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 Гималайская	21	Более 65	90
Ель колючая	18	70	80
Ель европейская	14	56	60
Туя западная	14	30	65

По данным исследования наименьший результат по уровню устойчивости к засухе наблюдалось у туя западной Растение прихотливое требует оптимальное количество влаги, рыхлую почву. При таких условиях она может дат максимальный результат. При дефиците воды сеянцы туи западной начинают терять жизнеспособность после 30 дней.

Таблица 4.1.3. Оценка засухоустойчивости хвойных растений (по пятибалльной шкале)

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

Плотность устьиц высшее у можжевельника шугнанский, сосны гималайской. Биоты восточной и ель колючей. По толщине кутикули

отличаются виды рода можжевельников, биота восточная и ель колючая. На втором месте сосна гималайская. на третьем туя западная, пихта нормандская и ель обыкновенная. Восковой налёт хорошо развит у ель колючей (Табл. 4.1.3). Эти показатели указывают на способность приспособится к условиям окружающей среды.

Таким образом, многолетние опыты показали, что биота восточная (Плосковеточник) благодаря засухоустойчивостью прекрасно подходит для условий высокогорий Памира. Также сосна обыкновенная оправдывала себя как засухоустойчивый вид. В отличие от них ели колючей и обыкновенной, имеют среднюю засухоустойчивость. В связи со своей засухоустойчивостью идеально подходят для климата высокогорий Памира. Следом идет сосна обыкновенная, у ели колючей и обыкновенной, которые можно отнести к второй категории, засухоустойчивость средняя. Туя западная прихотливое, незасухоустойчивое растение, которого не рекомендуется возделывать во многих районах Западного Памира.

Что касается Можжевельника Шугнанской это эндем Памироалая хорошо растёт и развивается на территории исследования. Исследования по изучению можжевельника шугнанского не только на территории ботанического сада (2320 м над ур.м.), но также на высоте 2850 м над ур.м. в естественных условиях её произрастания показали, некоторые различия её произрастания от высот 2100 (Варсушчдашт) и 2320 (ПБС им А.В.Гурского) метров над уровнем моря. На высоте 2850м на Шугнанском хребте в юго-западные направления показали, что среди крутизны склонов встречается можжевельник шугнанский ростом до 4-х метров с раскидистой формой. Встречаются по одиночке среди огромных камней или под склонами. Исследования показали, что на такой высоте форма стволов и соответственно форма кроны, произрастающие на каменистых склонах, из-за перегрева в дневное время суток уклоняются в сторону. Наблюдалось, что рост верхних побегов ослаблен, а рост нижних побегов ускоряется. Влияние аридного климат на высоте 2800 метров способствует деформации центрального стебля,

который становится извилистым. В дневное время суток температура поднимается до 30 градусов и создает сухую теплую атмосфера вокруг объекта. В таких высотах наблюдаются частые ожоги хвои, а также иссушение побегов. Причина в том, что в условиях интенсивной солнечной инсоляция можжевельник шугнанский усиленно испаряет воду, которая не компенсируется поглощаемой корнями воду из замершей почвы в начале весны. Ствол постепенно сужается снизу-вверх. Дерево формирует мелкие семена. Также необходимо указать, что растения, произрастающие на таких высотах, имеют специфический ароматический запах эфирных масел, отличающихся от деревьев произрастающие в ботаническом саду и Варцушчдаште (Юго-западная часть ПБИ. им Х.Ю. Юсуфбекова)

Таблица 4.1.4. - Средние оценки засухоустойчивости хвойных растений в ПБС им А.В.Гурского.

Вид	Средний балл	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

Таблица показывает, что хвойные растения, произрастающие в ПБС им. А. В. Гурского и находящиеся здесь в течение многих лет, успешно прошли этап адаптации и в настоящее время характеризуются различной степенью засухоустойчивости.

Выявлено, что интродуценты хорошо адаптировались к условиям высокогорий Памира и многие из них нормально выдерживают засуху. На основе результатов исследования для озеленения районов Западного Памира кроме можжевельника шугнанского из интродуцентов в первую очередь можно рекомендовать биоту восточную и сосну обыкновенную, следом ель колючую и ель европейская.

Существуют много исследований по адаптационным механизмам хвойных растений к неблагоприятным и экстремальным факторам природы. Роль водообеспечения в адаптации хвойных деревьев освещена в работах многих авторов С.Г. Князева, (2010) «Параметры хвои более изменчивы и характеризуются, как правило, средним уровнем изменчивости. Несколько больше варьирует длина хвои, чем ее ширина. Максимальный коэффициент изменчивости не превышает 20-25 %. Наиболее изменчивым является годичный прирост побегов, который характеризуется высоким и очень высоким уровнями изменчивости. Максимальные коэффициенты вариации превышают 40. %, средние для большинства популяций составляют около 30°%.» [55, с.92]. Физиологическая адаптация к экстремальным факторам окружающей среды дается в работах других авторов [65 с.126, 74 с.82]. На Памире также некоторые ученные во второй половины 20-го столетия занимались изучением адаптационного механизма хвойных растений, особенно их биологические свойства (рост и развитие) [6, с.165;9, с.69].

Хвойные деревья адаптируются под действием различных экологических факторов в том числе и экстремальных, которые влекут за собой изменения от молекулярного до популяционного уровня [72, с.72]. Согласно исследованию Б.Н. Шамшиева (2004); «Адаптация интродуцентов к условиям арчевников – главное направление деятельности КараКойского лесоопытного хозяйства (ККЛОХ). Уникальное местоположение участка в поясе арчовых лесов на высоте 2500 м над уровнем моря с разнообразными орографическими формами рельефа выделяет его как природную лабораторию, где представляется широкая возможность для изучения адаптационных реакций интродуцентов и выявления степени их акклиматизации» [124, с.40]. С изменением окружающей среды хвойные растения в состоянии выработать новые механизмы адаптации или используют существующие для сходных условий [71, с.112]. Согласно исследованию М.В. Ломоносова, (2016); «У исследуемых растений отмечены

адаптационные перестройки анатомических показателей, заключающиеся в увеличении площади проводящих пучков и смоляных ходов» [74, с.84].

4.2. 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 им А.В. Гурского 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. 4.2.1.).

Таблица 4.2.1. - 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

Исследования также показали, что у б. восточной и м. 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 65 развития побегов ели европейской дольше и составляет примерно (90 дней). Данные указывают на то что интродуценты пока находятся в состояние адаптации к условиям Западного Памира. Это явление можно объяснит 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.

Совокупность этих условий создает серьёзные препятствия для нормальной адаптации растений к условиям Западного Памира. В трудах Ю.Д. Гусева (1959); [30, с.160], показано влияние природно-климатических факторов на способность адаптации растений к условиям высокогорий Памира. Холодный климат и расположение на больших высотах создают много препятствий для адаптации хвойных растений на Памире. На адаптацию растений к окружающей среде влияет комплекс факторов, в том числе и зимостойкости Е.В. Авдеева, (2014); «Реакция растений на стрессовые воздействия городской среды проявляется в изменении габитуса деревьев: формы, размеров, насыщенности крон фитомассой. Анализ динамики фитонасыщенности крон исследуемых видов древесных растений выявил различия в темпах достижения кульминации по величине фитозаполнения крон в городских насаждениях. Хвойные растения сильнее реагируют снижением фитонасыщенности на увеличение техногенных нагрузок» [3, с.11]. Наши опыты подтверждают сказанное.

Морозоустойчивость это один из важных механизмов приспособления хвойных растений к окружающей среде. Данный показатель играет важную роль при интродукции хвойных к условиям высокогорий Памира, особенно в период изменения климата. Выявлено, что ель колючая имеет хорошую морозоустойчивость. Однако другие виды проявляли меньше устойчивость к морозу. Так, сеянцы туи западной (пирамидальной), ели европейской и другие хвойные показали низкий уровень морозостойкости и очень слабо развивались. Выявлено, что сеянцы ели обыкновенной также проявляют слабую морозоустойчивость и плохо переносят зиму. Виды, которых.

Также изучен рост побегов хвойных деревьев и определена их устойчивость к холоду. Выявлено, что у ель обыкновенной побеги хорошо, развиваются и переносят зиму даже в сухие холодные годы. Продолжительность рост побегов ели европейской примерно 90 дней, что

касается ели колючей этот показатель равен 65 дня. Наблюдая за развитием можжевельника шугнанского можно выявить, что растение устойчиво к изменению климата и морозостойкий. По и по морозостойкости биота восточная приравняется к можжевельнику шугнанскому. Необходимо указать, что осенние – зимние заморозки способствуют изменению цвета кроны хвойных растений, поэтому хвоя становится сухой и её цвет становится тёмной зелёный с фиолетовым оттенком.

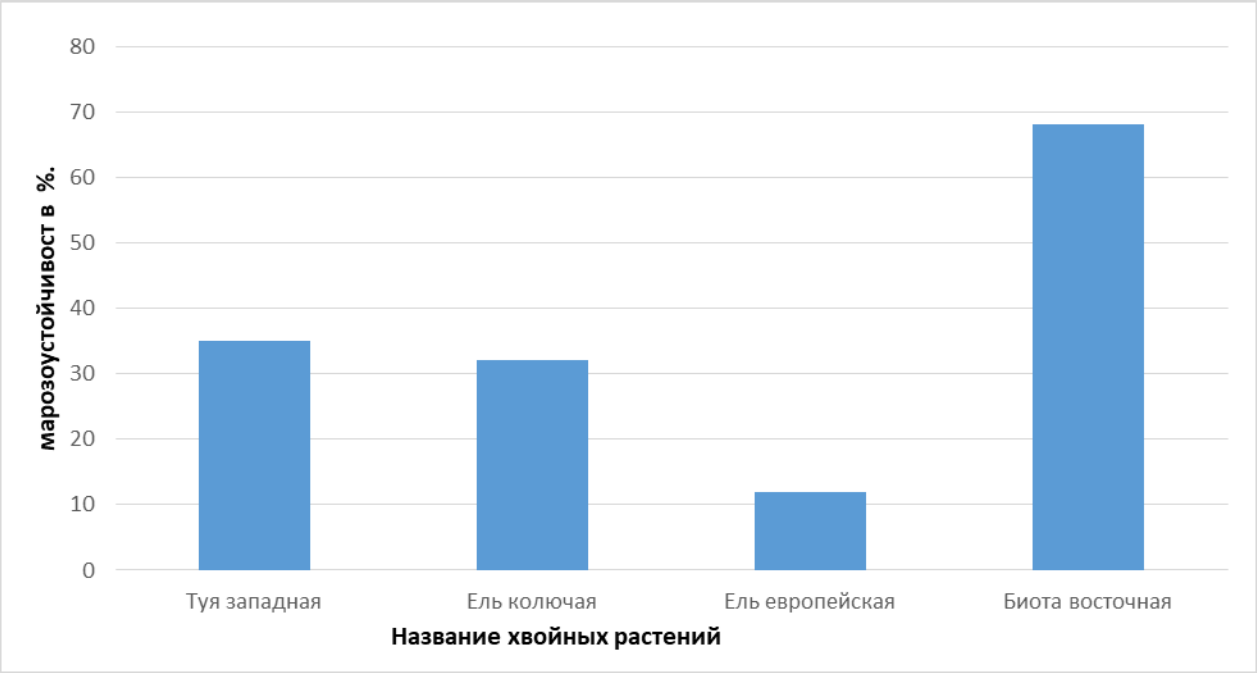


Рисунок 4.2.1. - Морозоустойчивость хвойных растений в условиях Западного Памира

Из рис. 4.2.1. видно, что хвойные растения, произрастающие в ПБС им. А. В. Гурского в течение многих лет, подвергались воздействию экстремальных климатических изменений и в настоящее время характеризуются различной степенью морозоустойчивости.

ГЛАВА. 5. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ

5.1. Рост и развитие

Рост и развитие побегов некоторых видов хвойных были изучены в течение многих лет в условиях ПБС. Многолетние данные показывают, что побеги Пихты нормандской и Сосны гималайская трогаются в рост с конца третьей декады марта и продолжают расти до первой декады июля. После чего их рост прекращается и в таком стабильном состоянии они проводят до конца года. В отличие от пихты нормандской у сосны гималайской наблюдался резкий рост побега и к концу июня он достигает около 15 см. Максимальная длина хвои сосны гималайской составляла 17 см. Пихта нормандская намного уступает по росту побега за весеннее - летний вегетационный период сосне гималайской, и длина её побегов составляет около7 см.

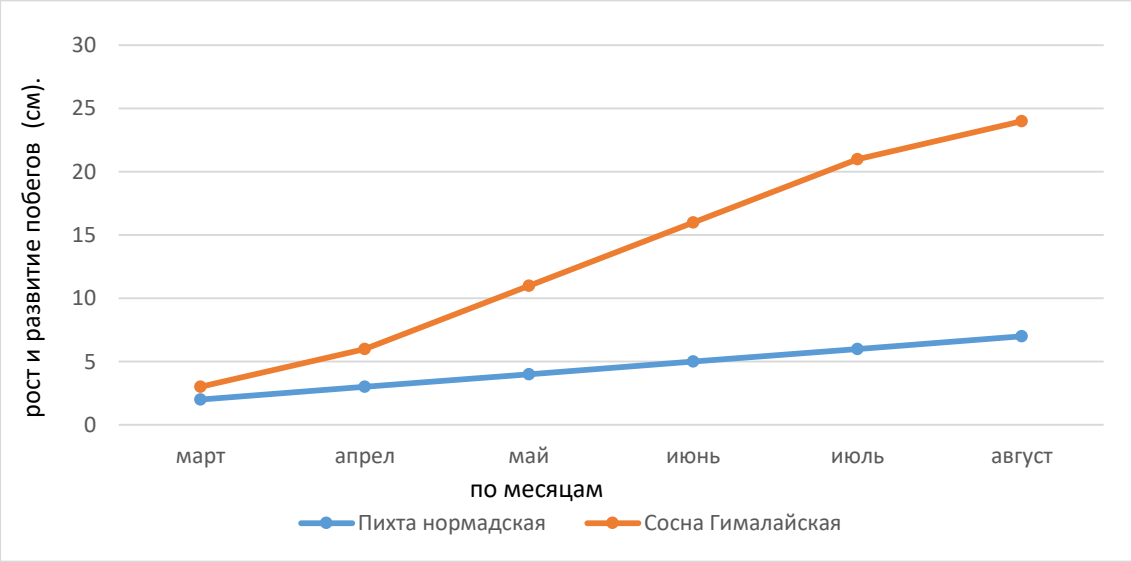


Рисунок 5.1.1. - Рост и развитие побегов сосны гималайской и пихты Нордмана

Анализ сравнительной оценки развития побегов хвойных в отдельные годы показало, что года с большим количеством осадков положительно влияют на рост и развитие побегов исследуемых объектов. Так, в 2018 года, период с достаточной атмосферной осадкой, по сравнению с 2019 и 2020 годов рост и развитие побегов обоих исследуемых объектов показало хороший

результат – 17 см и 8 см соответственно сосна гималайская и пихта нормандская. Продолжительность периода развития побегов составляло около 65-90 дней. С ростом у растения также наблюдалось постепенное изменение цвета хвои. Особенно это было заметно у хвои пихты нордмана, поверхность которой приобретал серебристый цвет к концу роста (рис.5.1.1).

Наблюдение за ростом побега Можжевельника шугнанского произрастающее в разных экспозициях показало, что в северной экспозиции сада побегообразование начинается в начале мая в то время как на южном экспозиции - второго мая. Это связано с тем, что на северном склоне, за счет влияние северного ветра, развития побегов идет медленное с образованием тонких хвоинок и мелких семян. По сравнение сними деревья, находящиеся на южном экспозиции, имеют более активный рост побегов. Потому что здесь деревья защищены от влияния ветра, как же, как и от прямых попаданий солнечных лучей. Это создало благоприятные условия для их развития и формирование семян. Вегетационный период можжевельника шугнанской на разных высотах отличается. Так, на высоте 2300-2320 м. над ур. м. в начало вегетации совпадает с средины Апреля и продолжается до второй половине октября. На высоте 2850 м. над ур. м. с конца апреля до конца сентября.

Таблица 5.1.1. - Рост сеянцев хвойных растений в ПБС им А.В.Гурского (2011-2020 гг.).

Название растения	Год посадка	Рост корней 2020 гг., см	Высота сеянцев 2020 гг., см	Высота над уровнем моря
Ель колючая	2011.	44±1,3	45±0,9	2320
Ель европейская	2011.	36±1,2	33±0,8	=//=//=
Туя западная	2011.	46±1,03	43±1,01	=//=//=
Биота восточная	2011.	72±0,06	75±0,7	=//=//=
Можжевельник Шугнанский	2011.	85±0,02	87±1,4	=//=//=

Результаты исследования показали, что за 9 лет можжевельник шугнанский и биота восточная показали наилучший результат 87 и 75 см соответственно. На втором мест по росту идут ель колючая и туя западная 45 и 43 см соответственно и на третьем месте ель европейская с ростом в 33 см за 9 лет развития (Табл. 5.1.1.).

Проводился сравнительный анализ биологических особенностей саженцев ель колючей на двух высотах (2100 и 2320 м над ур. м.) на Западном Памире.

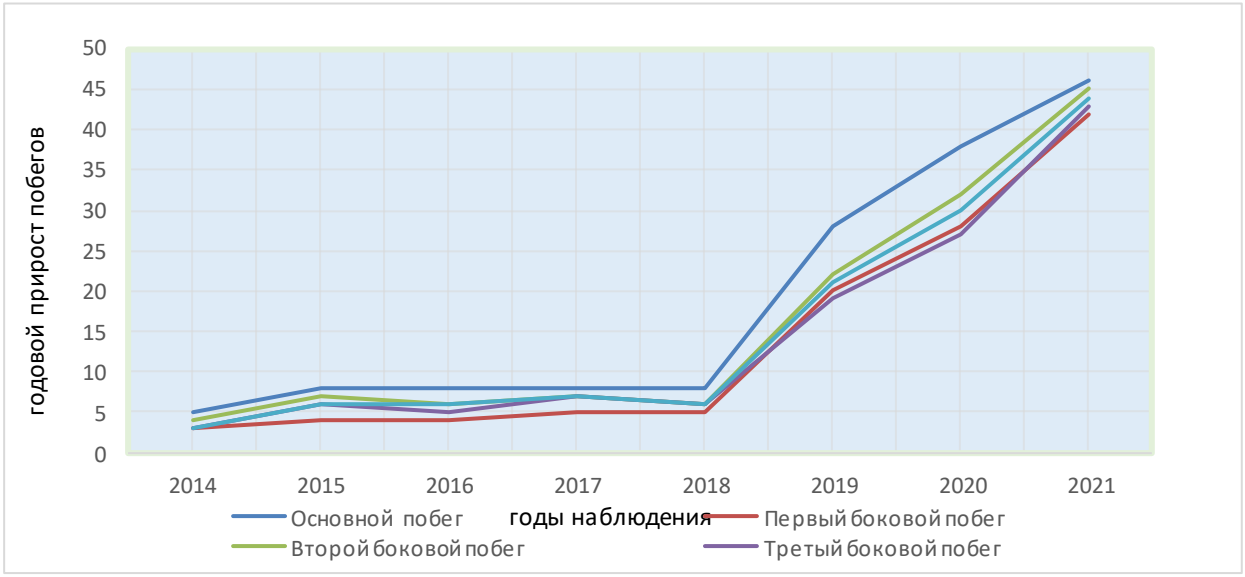


Рисунок 5.1.2. - Показатели роста побега у ели колючей формы глаука (*Picea pungens* f.Glauca) на высоте 2100 м. над у. м.

Определено, что у Ель колючей заметные признаки роста появились после 4 года (Рис. 5.1.2). побеги шестилетних объектов начали интенсивно развиваться с первой декады апреля до начала лета. На высоте 2320 м рост побегов идет медленнее (Рис. 5.1.3.).

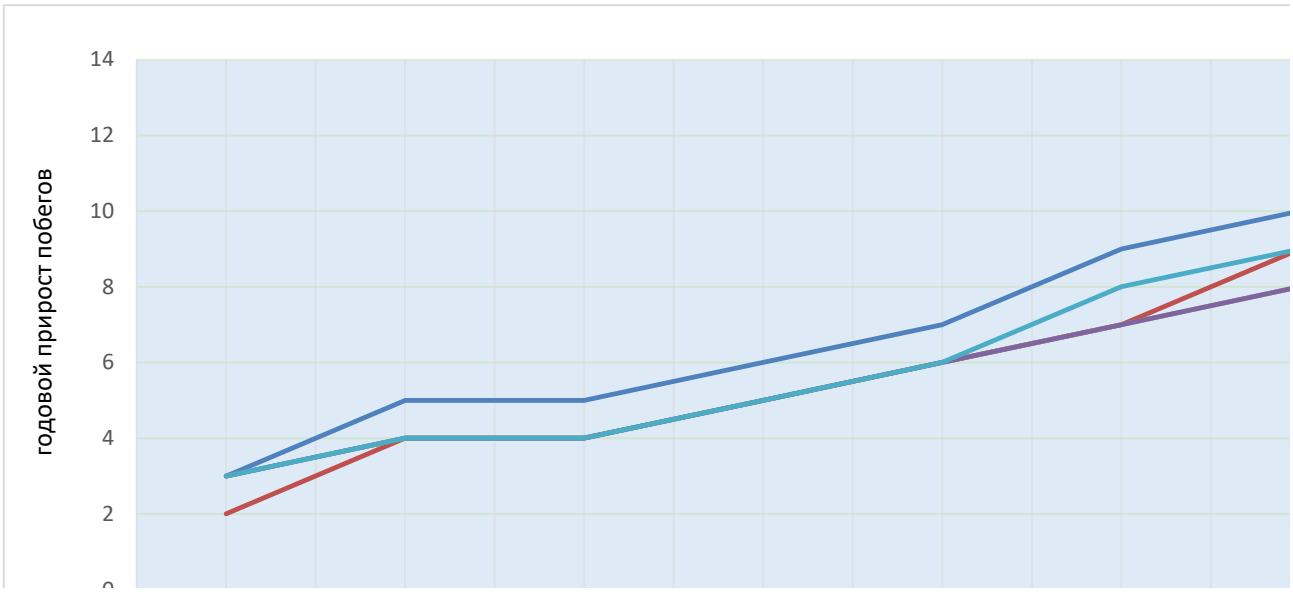


Рисунок 5.1.3. - Показатели роста побегов у ели колючей формы глаука (Picea Pungens f. Glauca) на высоте 2320 м. над у. м.

На высоте 2100 м. хорошо формировались годовые побеги у ель колючей - 25 см до 45 см. Высота восьмилетнего растения составляла 150 см. На высоте 2320 м. рост побегов и цвет хвои (светло - сребристый и бело – синеватый) имели другие показатели. Максимальная высота здесь было - 75 - 97см.

Таким образом результаты исследования показали, что сеянцы ель колючей, хорошо растут и развиваются на высоте 2100 м. над у. м. и умеренно на высоте 2320 м над ур. м. Рост основного побега составляет 42 и 13 см соответственно высота 2100 и 2320 м над ур. море. Боковые побеги также интенсивнее растут на высоте 2100м. -150 см. по сравнению с высотой 2320 м. – 97 см.

Согласно О.Ю. Емельянова (2020) из 10 исследуемых хвойных растений рода ель только ели сербская имеет низкую устойчивость к зимним холодам [34, с.32].

Интродуценты посаженные в разные годы в ПБС им А.В.Гурский, достигают от 3 до 20 метров высоты [4, с.152]. Ель колючая - *Picea pungens* Engelm отличается в этом плане достигая высоты 20 м, с проекцией кроны 3,6 м. С.В. Лапиным и П.И. Сидневой изучалось жизнеспособность хвойных в новых экологических условиях определялась суммой баллов и выражалась как интегральным числом [100, с.56]. Некоторыми авторами разработаны теоретические основы и рекомендации по восстановлению и рациональному использованию, и ведению в хозяйства арчовые леса и редколесья [72, с.72,].

5.2. Изучение продуктивность хвойных растений, произрастающих в условиях ПБС им А.В.Гурского

Одним из основных показателей приспособление растений к условиям среди является их продуктивность. Нами проводились исследования по изучению семенной продуктивности хвойных растений в условиях Западного Памира. Установлены различия в массе и размерах шишкоягод и показателях качества семян видов и форм объектов исследования, а также определён

выход полнозернистых семян. Исследованиями выявлено, что показатели массы и размеров шишкоягод, а также показатели качества семян разных форм можжевельника виргинского, имеют некоторые различия. Так, у раскидистой формы масса шишкоягод почти в два раза больше, чем у полушаровидный формы, также их размеры на 2 мм большее, чем у шишкоягоды полушаровидной формы.

Полнозернистость семян у раскидистой формы составляет 78,84 %, что на 4% больше, чем у полушаровидной формы. Масса 1000 штук семян раскидистой формы, равна 14 граммов. На 1,8 г больше, чем у полушаровидной формы. Количество семян в 1 шишкоягоде у раскидистой формы 1-3 шт, у полушаровидной формы 1- 2 шт.

Таблица 5.2.1. - Продуктивность хвойных растений, произрастающих в Памирском ботаническом саду ПБС им А.В. Гурского

№	Название растений	Количество семян в шишке, шт.	Польнозёрность 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	1,6±0,2
5.	Можжевельник виргинский	2 – 3	78,84±0,3	14±0,7
6.	Можжевельник шугнанаский	2 - 4	80,9±1,01	16±0,01

По комплексу изученных количественных показателей семенного материала дана оценка репродуктивной способности объектов исследований. Установлено, что масса семян можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana* L.) имеет (14 г), у можжевельника шугнанского 16 г, что является больше чем у м. виргинского. У можжевельника виргинского в одной шишке содержится 2 – 3 шт. семян, выход чистых семян – 78,84 %. В одной

шишкоягоде можжевельника шугнанского содержится в среднем 2 - 4.шт. семян, выход чистых семян – 80,09 %.

Также изучена продуктивность двух форм ели колючей. Результаты приведены в таб. 5.2.1. показывают, что масса 1000 шт. семян ели колючей составляла 10г, у ели зеленной 12 г, что является больше, чем у ели колючей. Изучение плодоношения показало, что в одной шишке ели колючей от 90-95 шт. семян (выход чистых семян – 64,2 %.) В одной шишкоягоде ели зелёной от 145 до 148 шт. семян, выход чистых семян – 69,23 %.

Масса 1000 г. семян туи западной составляло 1,6 г, у биоты восточной - 15г. Показано, что в шишкоягоде туи западной 6 шт. семян, выход чистых семян – 66,6 %. В шишкоягоде биоты восточной от 6 до 8 шт, семян и выход чистых семян – 87,5 %.

Температурный показатель является основным фактором определяющий продуктивность семян. Особенно в период изменения климата. Выявлено, что годы высокими температурными показателями (2016, 2017) и весенними дождями довольно положительно воздействовали на созревание семян исследуемых объектов. В то время как в более холодные и сухие годы (2012) созревание семян задерживался и продуктивность было низкое.

Как видно из таб. 5, 2,1, самая высокая продуктивность наблюдается у можжевельника шугнанского которая составляет 16 мг, затем у биоты восточной – 15 г. Самая низкая отмечена у туи западной, и составляет 1,6 мг.

Результаты исследований показывают формирование полноценных семян хвойными растениями в условиях Западного Памира, полнозернистость которых с выше 60%, что в свою очередь свидетельствует об адаптации исследуемых объектов к условиям Западного Памира. Естественно, что можжевельник шугнанский, как местный вид обладает хорошей репродуктивной способностью и образует качественные семена.

Также некоторыми авторами дана оценка репродуктивной способности, выявлены особенности размножения различных видов можжевельника в культуре. Исследованиями некоторых авторов показано, что семена *Juniperus*

virginiana L. (10 г) меньше по массе семян обыкновенных массе семян *Juniperus sabina* L. (24 г) [20, с.363]. Для можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*), произрастающего на Южном Урале и в Предуралье, характерны следующие средние морфометрические показатели генеративных органов: длина шишкоягод составляет около 6,1 мм, ширина — 5,5 мм. Масса 1000 шишкоягод равна 47,5 г. Семена имеют среднюю длину 4,4 мм и ширину 2,6 мм. В одной шишкоягоде обычно формируется около 2–3 семян, а масса 1000 семян достигает 10,6 г [111, с.327].

5.3. Особенности размножения хвойных растений

5.3.1. Семенное размножение хвойных растений на открытом грунте и под полиэтиленовым покрытием

Цель семенного размножения является увеличение количества хвойных растений и создания маточного участка деревьев и кустарников по сбору семян собственной репродукции, увеличения ассортимента посадочного материала для озеленения города Хорога и районов ГБАО.

Наблюдения показали, что всходы у видов рода можжевельник появились через два года и в процентном соотношение соответствовали 40 - 42%. У ели колючей этот показатель составил 20% у ель европейский чуть больше 30%. У туи западной 35%. Данные показатели низкие для дальнейшего полноценного роста и развития этих растений. Корнеобразование ель европейский поверхностно паутинистое. Это связано с влиянием северных ветров на открытом грунте. Где произрастали саженцы, а также осенне-весенние заморозки и другие факторы.

Поэтому возникло необходимость постановки опытов в закрытом грунте. В литературе по проведению опыта с семенным размножением хвойных растений при закрытом грунте имеется мало информации. Поэтому нами впервые в условиях высокогорий проводились исследования семенного размножения хвойных пород под полиэтиленовым покрытием. В качестве посадочного материала служили туя западная, ель колючая (форма серебристая), ель, биота восточная и можжевельник шугнанский. Теплицы

находятся в защищённом от ветра и прямого попадания солнечных лучей. Влажность воздуха в теплицах в пределах 70–75%. Полив проводили три раза в день утром. В полдень и вечером. Проветривание проводилось при повышении температуры выше 40 °С.

Исследованиями выявлено, что процент семенного размножения под полиэтиленовым покрытием достаточно высокое. Так, у биоты восточной оно равно 95%, у обоих видов ель - 80–85%, у туи 55–60%. У туи западной которая является очень прихотливым растением наблюдался сильный контраст в посевах на открытом грунте и под полиэтиленовым прикрытием 3% и 90% соответственно Результаты исследования приведены в табл. 5.4.2.2.

Кроме того, сеянцы имели хорошие показатели надземной и подземной части. Высота сеянцев за 1,5–2 месяцев составила уже 2 см. Для сравнения на открытом грунте растения могут достичь такого результата только по окончание сезон вегетации.

Таблица 5.3.1.1. - Приживаемость сеянцев хвойных растений на начальных стадиях развития в защищённом 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 обыкновенная	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

Необходимо подчеркнут, что у можжевельника шугнанского в течение 2 лет всходы не были заметны. На это также указывает в своих работах Л.П. Макаренкова [76, с. 16]. Видимо это связано с тем, что растение местный вид и нет необходимости возделывать его в защищенном грунте. Однако нами разработана методика для оптимизации семенного размножения в закрытом грунте с последующем перенос растения на открытый грунт. Принцип заключается в том, что в первый год в парнике необходимо обеспечить 80% влажность и ежедневно проветривать всходы. Во второй год ее уменьшают до 60–50%, на третий год – до 40–45%. После этого сеянцы переносятся на

открытый субстрат с целью их адаптация к аридным природно-климатическим условиям внешней среды.

5.3.2. Влияние ультрафиолетового облучения семян хвойных растений на их всхожесть

Одним из перспективных методов ускорения роста семян является их излучение УФ радиацией. Выявлено, что УФ лучи с длиной волны 254 нм, 313 нм и 365 нм в зависимости от дозы и качества радиации стимулируют всхожесть семян [6, с.39]. Это помогает увеличивать посадочный материал хвойных растений, тем самим способствует большему озеленению города и населенных пунктов.

Исследования показывают, что лучший количественный результаты обоих параметров – энергия прорастания и всхожесть семян исследуемых объектов наблюдается при длине волн 365 нм периодом 60 минут с дозой 7 вт/м^2 у биоты восточной, и туи западной. Тоже самое можно сказать о длине волн 313 нм и 254 нм УФ –радиации соответственно средневолновая и коротковолновая. Они также способствовали энергию прорастания и всхожесть семян хвойных растений, естественно в значительно меньшей степени. По сравнению с длинноволновым облучением (Таб. 5.3.2.1).

В данном опыте парадоксально биота восточная также показала высокий результат по сравнение с другим объектом исследования. В целом обработка семян УФ – радиацией разной длины волн приводить к увеличению уровень значений энергии прорастания и всхожести семян всех исследуемых объектов. Относительно средневолновых и длинноволновых УФ-радиации коротковолновая несколько губительно влияет на развитие растений.

В полевые исследования в опыты двухгодичных растений, выращенных из семян обработанные УФ-радиацией разной длины волн в экспозиции 60 минут и химическим стимулятором роста ИУК (концентрации 10 мг/л). Результаты показали, что радиация в диапазоне 365 нм по сравнению с контролем увеличивает рост растений. Химическим стимулятором роста ИУК в сочетании с УФ-радиацией разной длины волн также до некоторой степени способствует росту растений. Лучший результат показало биота восточная (12

до 23 %) в то время как у м. шугнанского этот показатель соответствовал 6-9%. Средневолновые и длинноволновые УФ облучения тоже стимулировали рост растений, но в меньшей степени чем коротковолновой (5.3.2.1.).

Таблица 5.3.2.1. - 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	108
313 нм 60 мин	14,8 ± 1,6	114
365 нм 60 мин	16,2 ± 0,7	200
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

УФ радиация заметно повлияло на энергию прорастания и всхожесть семян (по сравнение с контролем на 12 -23%). Интенсивность облучения выявилось микровольтнанамперметрам Ф-136 (табл. 5.3.2.2.).

Таблица 5.3.2.2. Результаты измерений интенсивности излучения лампы ДКСШ-1000 и ДБ- 60

Зона УФ излучения	Спектральный диапазон, нм	Расстояние от лампы до объекта (см)	Энергетическая освещенность, Вт/м^2
УФ-А	315- 400	70 50	25,5 33,0
УФ-В	280- 315	70 50	10 14
УФ-С	200- 280	70 50	11 8

Таблица 5.3.2.3. Влияние УФ- радиации разной длины волн на энергию прорастания и всхожесть семян туя пирамидальной

Доза облучения	Среднеарифметические значения всхожести, %	% к контролю	Точность опыта, %
Энергия прорастания			
Контроль	23,0 ± 0,6	100	2,6
254 нм 60 мин.	22,5 ± 0,9	98	5,4
313 нм 60 мин	24,8 ± 1,6	108	7,0
365 нм 60 мин	26,2 ± 0,7	114	3,0
Всхожесть			
Контроль	82,0 ± 1,7	100	2,1
254 нм 60 мин.	84,8 ± 1,8	102	2,8
313 нм 60 мин	85,2 ± 1,8	104	2,1
365 нм 60 мин	84,0 ±2,3	104	2,1

Высокие дозы УФ естественно негативно сказываются как на энергию прорастания, так и на всхожесть семян.

Таблица 5.3.2.4. Основные статистические показатели результатов эксперимента (семена туи западной 3 класса качества)

Доза облучения	Среднеарифметические значения всхожести, %	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Энергия прорастания				
Контроль	-	-	-	-
0,74 кДж/м^2	8,4 ± 1,2	-	19,0	14,2
1,48 кДж/м^2	11,2 ± 0,8	-	15,9	7,1
2,2 кДж/м^2	11,6 ± 0,4	-	7,7	3,4
3,3 кДж/м^2	9,6 ± 0,6	-	11,0	6,2
Всхожесть				
Контроль	28,6±2,8	100	17,5	10,0
0,74 кДж/м^2	50,0 ±2,2	175	8,0	4,6
1,48 кДж/м^2	50,0 ± 5,0	175	17,4	10,0
2,2 кДж/м^2	54,6 ± 4,6	190	14,7	8,5
3,3 кДж/м^2	44,4 ± 2,6	165	17,3	5,8

Таблица5.3.2.5. Основные статистические показатели результатов эксперимента (ель колючая 3 класса качества)

Доза облучения	Среднеарифметические значения всхожести, %	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Энергия прорастания				
Контроль	28,0±0,8	100	5,8	2,9
3,7 кДж/м^2	30,0±2,2	107	13,3	7,7
6,2 кДж/м^2	42,6±1,8	152	7,2	3,6
9,9 кДж/м^2	50,0±4,6	178	16,0	9,2
12,4 кДж/м^2	38,6±3,4	137	15,8	9,1
Всхожесть				
Контроль	51,6±4,2	100	18,1	8,1
3,7 кДж/м^2	52,0±6,8	101	26,8	13,4
6,2 кДж/м^2	52,4±5,2	101	20,2	10,1
9,9 кДж/м^2	59,0±4,4	114	15,0	7,5
12,4 кДж/м^2	47,2±6,4	91	30,0	13,4

Результаты исследования показали, что во всех вариантах опыта длина проростков семян туи западной 1 класса качества практически одинаковые. Облученные семян 3 класса имеют значительно большую длину у проростков по сравнению с контрольным вариантом ($t_{факт.}$ =8,05> $t_{табл.}$=2,57 при P = 0,05).

Таблица 5.3.2.6. - Длина проростков облучённых семян туи западной 1 класса качества

Доза облучение	Среднеарифметические значения длины, мм	% к контроль	Коэффициент вариации, %	Точность опыта %
Контроль	28,6±0,6	100	16,6	2,0
0,74 кДж/м^2	28,4±0,6	99	17,5	2,0
1,48 кДж/м^2	*28,8±0,6*	101	18,2	2,0
2,2 кДж/м^2	29,2±0,4	102	15,4	1,0

Таблица 5.3.2.7. - Длина проростков облученных семян туи западной 3 класса качества

Доза облучения	Среднеарифметические значения длины, мм	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Контроль	16,4±1,4	100	52,9	8,5
0,74 кДж/м^2	24,9±1,2	151	41,9	8,0
1,48 кДж/м^2	28,3±1,2	172	35,5	4,2
2,2 кДж/м^2	30,9±1,1	188	32,6	3,5

При дозе УФ радиацией свыше 12,4 кДж/м^2, наблюдается резкое снижение показателей и это связано с угнетающим действием УФ облучение.

Таблица 5.3.2.8. Длина корешков проростков облучённых семян ели колючей 3 класса

Доза облучения	Среднеарифметические значения длины, мм	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Контроль	21,5±0,3	100	42,4	1,3
6,2 кДж/м^2	21,8±0,3	101	43,2	1,3
9,9 кДж/м^2	22,2±0,2	103	44,5	0,9
12,4 кДж/м^2	15,8±0,1	73	41,9	0,6

Несмотря на то, что опыты химической обработки семян дали достаточно хорошие количественные показатели, высокий результат опыта наблюдался варианте с использованием УФ радиацией, значение которого превышает даже контроль.

Таким образом, способ предпосевной обработки семян хвойных растений ультрафиолетовым облучением перспективен и с экологической стороны более выгоден.

Таблица 5.3.2.9. - Основные статистические показатели приживаемости сеянцев

Вариант опыта	Среднеарифметические значения приживаемости, %	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Ель колючая				
Контроль	21,8±1,0	100	9,9	4,4
Стратификация	22,2±0,9	101	8,7	3,8
Облучение	22,2±0,5	101	4,9	2,2
Химическая стимуляция	24,4±1,0	111	9,4	4,2
Туя западная				
Контроль	10,8±1,1	100	22,1	9,9
Стратификация	9,8±2,1	91	46,9	21,0
Облучение	26,2±1,0	243	8,3	3,7
Химическая стимуляция	31,8±3,8	294	26,6	11,9

Следует следующий вывод вытекает из результатов исследования: предпосевная обработка семян хвойных растений УФ облучением разной длины волн, это один из способов стимуляции всхожести семян и ускорение их энергии прорастания. Данный подход является более экологически чистым. по сравнению с использованием химических стимуляторов в виде ИУК, который в свою очередь может способствовать ещё и загрязнению почвы.

5.3.3. Черенкование хвойных растений в ПБС им А.В. Гурского

В ходе исследования определялся оптимальный срок черенкования для видов ели, туи, биоты и др. С учетом климатических условий местности черенкование проводилось в апреле. Именно этот период является более подходящим для возделывания древесных культур на Западном Памире. Опыты в данный период – апрель месяц проводились в три срока: начало, середина и конец месяца. Размер черенков соответствовал 10 - 25 см. Процент приживаемости черенков в начале апреля согласно результатам исследования, не очень отличается от середины и конца данного месяца. В этом плане только туя западная немного отличалась от остальных исследуемых объектов. Для

этой культуры конец апреля являлся более оптимальным сроком для дальнейшего роста и развития.

Таблица 5.3.3. - 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 Гималайская	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

Более интенсивное укоренение наблюдалось у двулетних весенних черенков по сравнению с черенками первого года развития, так как они достаточно накопили запасных веществ. Формирование каллуса у черенков фиксировалось в начале сентября. По результатам исследования последующих годов выявлено, что укоренившиеся черенки хорошо растут и развиваются. Это указывает на то, что весенний срок черенкования является наиболее оптимальным сроком для большинства хвойных растений в условиях Западного Памира. Определено, что количество укоренивших черенков, возделываемых весной составило 40–70 %, в то время как черенки, возделываемые в летний период, имели всего 20–30 % приживаемость.

Выявлено, что весенний срок черенкование, проводимое в месяц апрел для условий Западного Памира наиболее оптимален по сравнению с летним периодом. Определено, что Туя западная (*Thuja occidentalis*) имеет очень хороший процент приживаемости (60%) по сравнению с елью колючей и елью европейской, которые уступают ей на 15–20 %.

Вопросы размножения хвойных растений освещаются в работах [82 с.74, 62 с.38, 96 с.34,].

ГЛАВА 6.
ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

6.1. Морфолого-анатомическое строение хвойных растений, произрастающих в Памирском ботаническом саду

6.1.1. Морфологическая характеристика исследуемых объектов

Можжевельник шугнанский (*Juniperus schugnanica* Kom.) — местный вид, эндемик Памиро-Алая. Небольшое дерево с густой полушаровидной кроной.

Можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana* L.) в условиях ПБС достигает 6–7 м высоты, молодые растения — 4–5 м. В молодом возрасте листья игольчатые, у взрослых растений — чешуевидные. Побегообразовательная способность высокая: в среднем формируется 3–18 побегов текущего года на одном побеге.

Плосковеточник восточный (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) в условиях ПБС достигает около 3 м высоты. Встречаются также кустарниковидные формы. Побеги плоские, веерообразные; крона плотная, коническая или яйцевидная.

Ель колючая (*Picea pungens* Engelm.) достигает 8–12 м высоты. Крона правильная, плотная, коническая, её проекция составляет около 3,5 м. Хвоя жёсткая, острая, сизо-голубая или серебристая, длиной до 3 см. Побегообразовательная способность низкая: на двухлетнем побеге формируется 1–2 побега текущего года.

Ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.) в условиях ПБС достигает 9–10 м высоты. Хвоя четырёхгранная, тёмно-зелёная, длиной до 2 см. Крона густая, коническая, с поникающими ветвями; её проекция составляет около 5,5 м. На двухлетнем побеге формируется 2–3 побега текущего года.

Туя западная (*Thuja occidentalis* L.) достигает 8–10 м высоты. Листья чешуевидные, тёмно-зелёные, расположены супротивно-крестно. Проекция кроны составляет около 4,5 м. Побегообразовательная способность низкая. Шишки продолговато-яйцевидные, длиной до 1 см.

Сосна Гималайская (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks.) в условиях ПБС достигает 7–9 м высоты. Хвоя длиной 10–15 см, мягкая, голубовато-зелёная, собрана в пучки по пять. Крона у взрослых деревьев широкопирамидальная или зонтиковидная, её проекция около 5 м. Побегообразовательная способность низкая. Шишки длинные, тонкие, свисающие, до 20 см.

Пихта Нордмана (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach) достигает 8 м высоты. Хвоя мягкая, плоская, тёмно-зелёная сверху и с двумя белыми полосами снизу, длиной до 3 см. Крона симметричная, коническая, равномерно развитая; её проекция около 5 м. Побегообразовательная способность низкая. Шишки цилиндрические, длиной до 10 см, расположены вертикально и при созревании распадаются.

6.1.2. Анатомическое строение хвои хвойных растений

Анатомическое исследование хвои показало, что форма и размеры устьичного аппарата различаются у изученных видов. У сосны гималайской устьичный аппарат овальной формы; его размеры, согласно проведённым измерениям, составляют 1663 и 2557 мкм. У можжевельника шугнанского устьичный аппарат продолговатый, длина устьичной щели — 313 мкм. У ели колючей длина и ширина устьичного аппарата составляют соответственно 1035 и 974 мкм. У можжевельника виргинского при увеличении ×1000 размеры устьичного аппарата составляют 4928 и 3332 мкм.

На поперечном срезе хвои хорошо различаются клетки эпидермиса, гиподермы и паренхимы. У большинства исследованных хвойных эпидермис покрыт толстой кутикулой, а клеточные стенки имеют признаки утолщения и одревеснения. Эпидермис и гиподерма повышают механическую прочность хвои и ограничивают потерю воды.

Гиподерма располагается непосредственно под эпидермисом. Её развитие рассматривается как один из анатомических признаков, связанных с устойчивостью хвойных растений к недостатку влаги. У сосны гималайской, ели колючей, плосковеточника восточного, ели европейской и можжевельника шугнанского гиподерма развита хорошо. У ели европейской отмечено

формирование второго слоя гиподермы; при увеличении ×1000 размеры её клеток составляют 2035 мкм в длину и 1831 мкм в ширину.

Изучение проводящих пучков и устьичного аппарата позволяет оценить особенности водного режима и транспирации растений. По совокупности исследованных анатомических признаков плосковеточник восточный, сосна гималайская и ель колючая характеризуются хорошо развитой гиподермой и признаками, связанными с ограничением потери воды. Эти особенности могут способствовать их адаптации к засушливым условиям Западного Памира.

У ели колючей и сосны гималайской выявлены смоляные ходы, расположенные продольно вдоль хвои. Смолообразование наиболее интенсивно наблюдалось в июне. Смола выделяется из секреторных структур и может покрывать поверхность органов растения, выполняя защитную функцию.

Таблица 6.1.2.1 Анатомические показатели объектов исследования (оценка по пятибалльной шкале)

№	Признак	Биота восточная	Туя западная	Можжевельник шутнанский	Можжевельник виргинский.	Сосна Гималайская	Пихта нормандская	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 показател

Толстая кутикула хвои ограничивает испарение воды и способствует сохранению влаги в условиях высокой температуры и низкой влажности воздуха. Для хвои хвойных характерна одна средняя жилка, содержащая один или два проводящих пучка. Таким образом, анатомическое строение хвои изученных видов характеризуется комплексом признаков, связанных с

регуляцией водного режима. Хорошо развитая гиподерма у ели колючей, плосковеточника восточного и сосны гималайской, а также наличие смоляных ходов могут рассматриваться как важные структурные особенности их адаптации к условиям Западного Памира.

6.2. Водный режим и транспирация хвойных растений, произрастающих в ПБС им. А.В. Гурского

Интенсивность транспирации изучали в период с мая по сентябрь у пихты нордмана, ели колючей, плосковеточника восточного и можжевельника шугнанского. Выбор видов был обусловлен их морфолого-анатомическими особенностями и перспективностью для условий Западного Памира.

Дневной ход транспирации определяли с интервалом два часа с 08:00 до 18:00. В мае в утренние часы (08:00–08:30) интенсивность транспирации у пихты нордмана составляла 1607,6 мг/г, у ели колючей — 2106,5 мг/г при температуре воздуха 18 °C и относительной влажности 26 %. В период 10:30–12:20 при температуре 26 °C и влажности 30 % показатели увеличивались до 2136,1 и 3361,9 мг/г соответственно. После полудня интенсивность транспирации снижалась. В третьей декаде мая максимальное значение у ели колючей достигало 3456 мг/г в 12:00 при температуре 24 °C и влажности 20 %, тогда как у пихты нордмана - 839 мг/г.

В июне интенсивность транспирации у обоих видов возрастала с 08:00 до 12:00. У ели колючей показатель увеличивался с 1433,1 до 5037,8 мг/г, у пихты нордмана — с 416,5 до 2796,9 мг/г. После полудня наблюдалось снижение транспирации. Относительная влажность воздуха в течение дня уменьшалась примерно с 50 до 15 %.

Наиболее высокая интенсивность транспирации отмечена в июле. У ели колючей максимальное значение составляло 6841 мг/г в 12:00. В 08:00 показатель достигал 3042,2 мг/г, после чего к 14:00 происходило резкое снижение. У пихты нордмана к 18:00 интенсивность транспирации составляла 460,6 мг/г.

Во второй декаде июля у ели колючей при температуре 25 °С и относительной влажности 35 % интенсивность транспирации в утренние часы составляла 3395,6 мг/г. При повышении температуры воздуха до 31 °С и снижении влажности до 0,5 % в дневные часы наблюдалось дальнейшее изменение интенсивности транспирации.

В начале августа у ели колючей интенсивность транспирации в утренние часы составляла 1423,7мг/г, к 10:00 достигала 6789,2 мг/г, а к 18:00 снижалась до 1916 мг/г. У пихты нордмана соответствующие показатели составляли867,1; 4575,8 и 1371,9 мг/г. Более низкая интенсивность транспирации пихты нордмана по сравнению с елью колючей может быть связана с её расположением на северной экспозиции ПБС и соответствующими микроклиматическими условиями.

В сентябре интенсивность транспирации снижалась по сравнению с летними месяцами. В первые десять дней месяца в 08:00 у ели колючей она составляла 701,2 мг/г, у пихты нордмана 379,3 мг/г. К 12:00 значения возрастали до 2111,0 и 1071,4 мг/г соответственно, а к концу дня снижались до 300,9 и 218,5 мг/г.

Согласно средним месячным значениям, максимальная интенсивность транспирации у пихты нордмана отмечена в июле — 2685,6 мг/г, у ели колючей — также в июле, 4757,6 мг/г. У плосковеточника восточного максимальное значение отмечено в июне — 2592,5 мг/г, у можжевельника шугнанского — в июле, 2826,6 мг/г. Минимальные значения у всех видов в целом наблюдались в сентябре.

В 2025 г. дополнительно изучали транспирацию плосковеточника восточного и можжевельника шугнанского на высоте 2100 м над уровнем моря. У плосковеточника восточного в мае интенсивность транспирации составляла 1683,7 мг/г в 08:00, 2860,5 мг/г в 12:00 и 600,2 мг/г в 18:00. В июле эти значения составляли соответственно 1175,6; 5570,5 и 1315,3 мг/г. В августе интенсивность транспирации снижалась, а в сентябре достигала минимальных значений — 327,3; 1012,0 и 215,8 мг/г соответственно.

Таблица 6.2.1. - Сравнительный анализ интенсивности транспирации у некоторых видов хвойных растений (Май - Сентябрь), мг/г.

Пихта нордмана					
№	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 за 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	6841,5±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 за месяц	2766,2 ±0,02	2213±0,9	4757,6 ±0,03	2986,2 ±0,5	1309,3 ±0,04
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	791,4±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 целом сезонная динамика транспирации в 2025 г. сохраняла общую закономерность предыдущих лет, однако более высокая температура и низкая относительная влажность воздуха усиливали транспирационную нагрузку.

После 12:00 температура воздуха достигала 36 °С, а относительная влажность снижалась менее 10 %.

У можжевельника шугнанского транспирация в течение вегетационного периода была выше, чем у плосковеточника восточного. В мае значения составляли 2200,4 мг/г в 08:00, 3163,5 мг/г в 12:00 и 1407,2 мг/г в 18:00. Максимальное значение отмечено в июле — 6128,0 мг/г в 12:00. В августе и сентябре интенсивность снижалась до 3258,6 и 1918,6 мг/г соответственно.

В целом у изученных видов максимальная транспирация наблюдалась преимущественно в середине дня и в наиболее тёплые месяцы. Ель колючая характеризовалась более высокой интенсивностью транспирации, тогда как у плосковеточника восточного отмечалась более выраженная способность к удержанию воды.

Таким образом, сезонная динамика транспирации у изученных хвойных связана с изменением температуры воздуха и обеспеченности растений влагой. Максимальные значения преимущественно наблюдались в июле, минимальные — в сентябре. Различия между видами отражают неодинаковую способность регулировать водный баланс в условиях высокогорья Западного Памира.

6.3. Засухоустойчивость и зимостойкость хвойных растений Западного Памира

6.3.1. Засухоустойчивость хвойных растений в условиях Памира

Засухоустойчивость хвойных растений изучали в ПБС им. А.В. Гурского на высоте 2320 м над ур. м. Установлено, что сосна обыкновенная сохраняла жизнеспособность без полива до 65 дней, биота восточная — 70–80 дней, а можжевельник шугнанский — более 80 дней. Наименьшей засухоустойчивостью характеризовалась туя западная: при дефиците влаги признаки снижения жизнеспособности у её сеянцев отмечались после 30 дней.

Анатомо-морфологические признаки также свидетельствуют о различной степени адаптации видов к недостатку влаги. Более высокая плотность устьиц отмечена у можжевельника шугнанского, сосны

гималайской, биоты восточной и ели колючей. Толщина кутикулы наиболее выражена у видов можжевельника, биоты восточной и ели колючей; хорошо развитая кутикула отмечена также у сосны гималайской. Восковой налёт наиболее выражен у ели колючей. Совокупность этих признаков характеризует адаптационные возможности растений к засушливым условиям.

Многолетние исследования показали, что наиболее устойчивыми к дефициту влаги в условиях Западного Памира являются биота восточная, сосна обыкновенная и местный вид — можжевельник шугнанский. Ель колючая и ель обыкновенная характеризуются средней засухоустойчивостью, тогда как туя западная отличается низкой устойчивостью к недостатку влаги.

Можжевельник шугнанский, являющийся эндемичным видом Памиро-Алая, хорошо растёт и развивается как на территории ПБС (2320 м), так и в естественных условиях на высоте 2850 м над ур. м., что свидетельствует о его высокой экологической пластичности.

В целом большинство исследованных интродуцентов адаптировались к условиям высокогорий Памира и способны переносить продолжительный дефицит влаги. Для озеленения Западного Памира наряду с можжевельником шугнанским целесообразно использовать биоту восточную и сосну Гималайскую, а также ель колючую и ель европейскою.

6.3.2. Зимостойкость и морозоустойчивость хвойных растений

Зимостойкость и морозоустойчивость являются важными показателями адаптации хвойных растений к условиям высокогорного климата. Исследования, проведённые в 2008–2020 гг. в ПБС им. А.В. Гурского, показали замедленные темпы роста и развития интродуцентов, что свидетельствует о постепенном процессе их адаптации.

Наиболее высокий показатель зимостойкости отмечен у биоты восточной — 68 %. У туи западной и ели колючей он составил соответственно 35 и 32 %, тогда как ель европейская характеризовалась наиболее низким уровнем зимостойкости.

Таблица 6.3.2.1 Зимостойкость некоторых интродуцентов хвойных растений в ПБС им А.В.Гурского 2020г.

Растение	Дата посев	Всхожесть, %	Перенос зимы, %	Рост сеянцы в через 2 года
Туя западная	Апрель	40	35	3 см
Ель колючая	=//=//=	35	32	4.5см
Ель европейская	=//=//=	42	0.7	7.2см
Биота восточная	=//=//=	70	68	8.5см

У биоты восточной и можжевельника шугнанского прирост корней уступал приросту побегов лишь на 2–3 см. У ели колючей, ели европейской и туи западной рост корней незначительно превышал прирост побегов. Продолжительность развития побегов у ели колючей составляла около 65 дней, у ели европейской — около 90 дней, что также указывает на различия в темпах адаптации видов.

Морозоустойчивость исследованных растений проявлялась неодинаково. Ель колючая относительно хорошо переносила зимние морозы, тогда как у туи западной пирамидальной формы и ели европейской отмечалось снижение темпов роста и развития после воздействия низких температур. Можжевельник шугнанский отличался высокой устойчивостью к зимним температурам; сходной морозоустойчивостью характеризовалась биота восточная.

Осенне-зимние заморозки сопровождались изменением окраски хвои у отдельных видов: она приобретала тёмно-зелёную окраску с фиолетовым оттенком и признаки подсыхания

6.4. Биологические особенности хвойных растений6.4.1. Продуктивность хвойных растений, произрастающих в ПБС им. А.В. Гурского

Для оценки адаптации хвойных растений к условиям Западного Памира изучали их семенную продуктивность и качество семенного материала.

Установлены видовые и формовые различия по массе шишкоягод, массе 1000 семян, количеству семян в шишкоягодах и выходу полнозернистых семян.

У раскидистой формы можжевельника виргинского масса шишкоягод почти в два раза превышала данный показатель у полушаровидной формы, а их размеры были больше примерно на 2 мм. Полнозернистость семян составляла 78,84 %, масса 1000 семян — 14 г, количество семян в одной шишкоягоде — 1–3 шт. У полушаровидной формы эти показатели были ниже.

Масса 1000 семян можжевельника шугнанского составляла 16 г, количество семян в одной шишкоягоде — 2–4 шт., выход чистых семян — 80,09 %. У можжевельника виргинского масса 1000 семян составляла 14 г, а выход чистых семян — 78,84 %.

У ели колючей масса 1000 семян составляла 10 г, количество семян в шишке — 90–95 шт., выход чистых семян — 64,2 %. У ели европейской эти показатели составляли соответственно 12 г, 145–148 шт. и 69,23 %.

У туи западной масса 1000 семян составляла 1,6 г, количество семян в шишке — около 6 шт., выход чистых семян — 66,6 %. У биоты восточной масса 1000 семян достигала 15 г, количество семян — 6–8 шт., выход чистых семян — 87,5 %.

Наиболее высокие показатели массы 1000 семян отмечены у можжевельника шугнанского (16 г) и биоты восточной (15 г), наиболее низкие — у туи западной (1,6 г). У всех исследованных видов выход полнозернистых семян превышал 60 %, что свидетельствует об их способности формировать полноценный репродуктивный материал в условиях Западного Памира. Наиболее выраженной семенной продуктивностью характеризовался можжевельник шугнанский как местный вид.

6.4.2. Черенкование хвойных растений в ПБС им. А.В. Гурского

Для определения оптимальных сроков черенкования ели, туи, биоты и других хвойных растений опыты проводили в апреле — начале, середине и конце месяца. Использовали черенки длиной 10–25 см.

Средняя укореняемость черенков, заготовленных в апреле, составляла 40–70 %, тогда как при летнем черенковании (июнь) она снижалась до 20–30 %. Наиболее интенсивное укоренение отмечено у двулетних весенних черенков, что связано с большим накоплением запасных питательных веществ. Каллусообразование наблюдалось в начале сентября.

Туя западная характеризовалась относительно высокой укореняемостью — около 60 %, превышая показатели ели колючей и ели европейской на 15–20 %. Для туи наиболее благоприятным сроком являлся конец апреля. Полученные результаты показывают, что весеннее черенкование является наиболее эффективным способом вегетативного размножения большинства исследованных хвойных растений в условиях Западного Памира.

6.4.3. Влияние ультрафиолетового облучения на прорастание семян хвойных растений

Изучено влияние УФ-облучения с длиной волн 254, 313 и 365 нм на энергию прорастания и всхожесть семян хвойных растений. Установлено, что эффективность воздействия зависит от длины волны и дозы облучения.

Наиболее выраженный стимулирующий эффект отмечен при использовании излучения с длиной волны 365 нм в течение 60 мин при дозе 7 Вт/м² у биоты восточной и туи западной. Облучение в диапазоне 313 и 254 нм также влияло на показатели прорастания, однако его эффективность была ниже.

В целом предпосевное УФ-облучение способствовало повышению энергии прорастания и всхожести семян исследованных видов на 12–23 % по сравнению с контролем. При повышении дозы свыше 12,4 кДж/м² наблюдалось снижение этих показателей, что связано с угнетающим воздействием избыточной УФ-радиации.

Полевые исследования двухлетних растений показали, что обработка семян УФ-радиацией с длиной волны 365 нм способствовала увеличению их роста по сравнению с контролем. Дополнительное применение ИУК (10 мг/л) усиливало ростовой эффект в отдельных вариантах опыта. Наиболее

выраженная реакция отмечена у биоты восточной — 12–23 %, у можжевельника шугнанского — 6–9 %.

Таблица 6.4.3.1 Основные статистические показатели приживаемости сеянцев

Вариант опыта	Среднеарифметические значения приживаемости, %	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Ель колючая				
Контроль	21,8±1,0	100	9,9	4,4
Стратификация	22,2±0,9	101	8,7	3,8
Облучение	22,2±0,5	101	4,9	2,2
Химическая стимуляция	24,4±1,0	111	9,4	4,2
Туя западная				
Контроль	10,8±1,1	100	22,1	9,9
Стратификация	9,8±2,1	91	46,9	21,0
Облучение	26,2±1,0	243	8,3	3,7
Химическая стимуляция	31,8±3,8	294	26,6	11,9

Таким образом, предпосевное УФ-облучение является перспективным экологически безопасным способом стимуляции энергии прорастания и всхожести семян хвойных растений. Эффективность метода определяется оптимальным сочетанием длины волны и дозы облучения.

ВЫВОДЫ

1. При исследовании анатомического строение 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 смоловыводящие 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 сравнения 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 укоренивших 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 сравнение 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 положительного 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 арчовые леса на территории Западного Памира.

2. Ель колючая - зимостойкая. Биота восточная 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 адаптация к аридным природно-климатическим условиям внешней среды.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях рекомендуемые ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

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

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

[3-А]. Қурбонбеков Ҷ. Ш. Омӯзиши маҳсулнокии тухми сузанбаргон дар шароити Боғи ботаникии Помир / Ҷ. Ш. Наврузшоев, А. Б. Сафаралихонов. // 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 / Дж. Ш. Курбонбеков. // Вестник Хорогского университета. 2025, №3(03). - С.100-104.

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

[6-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Дневной ход транспирации ели колючей в условиях Памирского ботанического сада / Дж. Ш. Курбонбеков, А. Б. Сафаралихонов // 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. / Дж. Ш. Курбонбеков. // Вестник педагогический университет Душанбе, №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 / Дж. Ш. Курбонбеков. // Душанбе, Вестник педагогический университет, 2023, № 2(18). - С.149-152.

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

[10-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Зимостойкость хвойных растений в условиях Западного Памира. Душанбе: / Дж. Ш. Курбонбеков. // 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. / Дж. Ш. Курбонбеков. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии 21(2), 2022, - С. 95-97.

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

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

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

[15-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Адаптационный период хвойных растений в Памирском ботаническом саду / Дж. Ш. Курбонбеков, 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 / Дж. Ш. Курбонбеков, М. С. Хубоншоева, К. Одилбеков. // VIII-ой Международной конференции “Экологические особенности биологического разнообразия” Душанбе – 2019. - С. 155.

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

[18-А]. Курбонбеков Дж. Ш. Изучение морозоустойчивости некоторых интродуцентов хвойных растений в Памирском ботаническом саду / Дж. Ш. Курбонбеков. // 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 / Дж. Ш. Курбонбеков. // Материалы республиканской научной конференции” Биоразнообразие горных экосистем в условиях глобального изменения климата” Душанбе - 2025. - С. 168 – 169.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абсатаров Р.Р. Рубрика биология экологическое состояние можжевельника виргинского в урбанизированной среде города Ош. / Р.Р. Абсатаров, А.К. Бекболотова // Журнал «Инновации в науке» sibac.info. - № 1 (62), - 2017. - С. 5 - 8.

2. Абраменко А.Л. К вопросу о семеноведении можжевельника виргинского /А.Л. Абраменко. С.С. Таран. // Студенческий научный вестник 2016. - С. 362 – 363.

3. Авдеева Е.В. Дендроиндикация экологической комфортности городских территорий / В.Ф. Надемянов, К.В. Черникова // Хвойные бореальной зоны, XXXII. 2014; - № 5 - 6. С.7 -12.

4. 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.

5. Аксянова Т. Ю. Использование хвойных растений в типовых ландшафтных проектах / Е.В. Авдеева, О.М. Ступакова, Е.А. Усова, М. В. Филина, А.А. Горошко // 2021. Биология и экология, лесное хозяйство Хвойные бореальной зоны. Т. XXXIX. - № 4.- С.245–252.

6. 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.

7. Александрова Е.Ю. Оценка качества окружающей среды в городе Кировск (Мурманская область) по состоянию хвои ели сибирской/ Е.Ю. Александрова, А.А. Троценко, Л.С. Калиновская // Самарский научный вестник. Т. 9, 2020. - № 3 - С. 10 -14.

8. Алпатова А.В. Размножение разных форм туи западной / Научный журнал молодых ученных, 2016. - С 9 – 11.

9. Антонов А.М. Сравнительный анализ эффективности корнеобразования черенков в аэропонных и гидропонных системах/ А.М. Антонов, Ю.В. Александрова, Н.О. Пастухова, А.И. Лютикова // Вестник красгау. 2019. № 2,62. - С. 62 – 69.

10. Арестова С.В. Рост и состояние хвойных видов дальневосточной флоры в дендрарии НИИСХ юго-востока. / С.В. Арестова, Е.А. Арестова // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2007. - С. 101 -108.

11. Атрощенко Г.П. Оценка зимостойкости декоративных качеств различных форм туи западной для ландшафтного дизайна / Г.П. Атрощенко, С.Ф. Логинова // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2017.- С. 19 – 24.

12. Бабарыкина И. В. Экологические особенности сезонного роста побегов хвойных видов древесных растений в г. Омске / И. В. Бабарыкина, А. И. Григорьев // Омский научный вестник 3 (36)2006 - С. 161- 164.

13. 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.

14. Бендер О.Г. Особенности водного обмена и состояния пигментного комплекса хвои кедра сибирского (pinus sibirica du tour) в горах северо-восточного алтая. / О.Г. Бендер, А.П. Зотикова С.Н. Велисевич // Вестник Томского государственного университета. Биология № 3,7,2009. - С. 63 -72.

15. 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.

16. Бондарук С. Влияние урбосреды на некоторые показатели растений туи западной (thuja occidentalis) в условиях г. Минска // Журнал белорусского государственного университета. Экология. 2021 - С. 36 – 43.

17. Бочкова Ю.И. Исследование видового состава хвойных видов растений на территории бульварного кольца города Москвы / Ю.И. Бочкова, Ю.А Хохлачева, А.В. Баева // Лесной вестник/ Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. - С. 5–12.

18. Буторова О.Ф Черенкование кипариса вечнозеленого в оранжерее // педагогический вестник, – 2012 – № 4 – Том III (Естественные науки) - С. 112 – 114.

19. Бухарина И.Л. Пашкова А.С. Формирование корневой системы хвойных растений в насаждениях г. Ижевска (удмуртская республика) / И.Л. Бухарина, А.С. Пашкова // Лесной вестник. Forestry Bulletin, том 24, № 6, 2020. - С. 96 - 102.

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

21. Варлам С.Н. Некоторые результаты научно-исследовательских работ для создания Агро лесомелиоративных насаждений на сельскохозяйственных землях крестьянского хозяйства «Нуркен» Карагандинской области / С.Н. Варлам, И. И. Кравченко, И. В. Казарцева, К.В. Петрович, А.В. Абильдинов, Н.Д. Бабков // Экология лесных сообществ, лесопользование, лесоустройство. 2016. - С. 5 -10.

22. Вернигора Е.Г. Морфологические реакции эпидермы хвойных пород на изменение климатических условий ростав / Вестник КрасГАУ. 2008. №4 - С. 122 -130.

23. Ворошилов В.П. Козин Е.К. Рост хвойного подроста в высоту за вегетационный период. Физиология и экология древесных растений Приморья. Владивосток ДВНЦ АН СССР, 1973, - 91 с

24. Воскресенская О.Л. Леухин, А.В. Накопление и распределение радионуклидов в органах туи западной, произрастающей в условиях городской среды. / В. С. Воскресенский, А. Сазонов //Естественные науки. 2012. - С. 39 -42.

25. Герасимова Е.Ю. Декоративные формы и сорта хвойных древесных растений, рекомендуемые для озеленения Южно-Уральского региона (на примере г. Оренбурга) / Е.Ю. Герасимова, В.Ф. Абаимов, А.А. Кулагин, // агрономия и лесное хозяйство, 2017 - С. 108 -111.

26. Горбунова С.И. Всхожесть семян хвойных растений различных географических образцов issn 0536 – 1036. / ИВУЗ. «Лесной журнал». 2007. № 4 - С. 31- 34.

27. Григоренко А. В. Физиологические и морфологические показатели хвои сосны обыкновенной (pinus sylvestris l.) в условиях аэротехногенного загрязнения / Вестник красгау. 2015. №4 - С.15 -19.

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

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

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

31. Густова А.И, о повышении мелиоративной эффективности защитных лесонасаждений в степи на основе теплофизических свойств древесины слагающих их пород. / А.И. Густова, Д. К. Терехина, Е. Ю. Бондаренко, Н.С. Назаренко // Нижневолжского Агро университетского комплекса 1 агрономия и лесное хозяйство. Известия № 2(26), 2012 - С. 1-5.

32. Давлеткулов Д.И. Относительное жизненное состояние сосны обыкновенной (pinus sylvestris l.) В лесопарке имени лесоводов Башкирии / Экология и природопользование. 2019 - С. 123 – 123.

33. 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.

34. Емельянова О.Ю. Эколого-биологические особенности видов хвойных растений рода picea при оценке перспективности их распространения в орловской области. / О.Ю. Емельянова, М.Ф. Цой, Л.И. Масалова, Г.А. Павленкова, А.Н. Фирсов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. № 3-2020. - С. 30-34.

35. Зайцева М.И. Особенности применения порубочных остатков березы при выращивании сеянцев сосны обыкновенной. / Resours and Tekhnology 2010, 8, - С. 053 - 056

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

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

38. 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.

39. Зарубина Л.В. Физиологическое состояние хвойного подроста при разном световом режиме в лесах таёжной зоны европейского севера / Л.В. Зарубина, В. И. Пенюгалов. // Актуальные проблемы достижения в сельскохозяйственных науках, 2015. - С 52 – 54.

40. Зверева Г.К. Пространственная организация мезофилла в листьях некоторых хвойных (pinaceae) / Г.К. Зверева, С.А Урман // 2010. - С.164 – 168.

41. Зеленяк А.К. 1ν 03.01.00 physico-chemical biology. Результаты адаптации хозяйственно-ценных хвойных интродуцентов в аридных условиях

нижнего Поволжья / А.К. Зеленяк, А.П. Иозус, Е.В // Морозова Фундаментальные исследования № 7, 2015. - С. 20 – 23.

42. Зотикова А.П. сравнительная оценка структурно-функциональной организации листового аппарата хвойных растений на территории г. Горно-Алтайска / А.П. Зотикова, О.Г. Бендер, Р.О. Собчак, Т.П. Астафурова // Вестник томского государственного университета № 299(i) июнь 2007. - С. 197 – 200.

43. Иващенко Е.А. Аадаптивные реакции и водный статус саженцев хвойных растений в условиях вегетационного опыта / Е.А. Иващенко, Л.Б. Козина // Сб. биологические на Горнотаежной станции. Интродукция и рациональное использование растительных ресурсов южного Приморья, 2011. - С.152 - 168.

44. 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.

45. Ильницкий О. А. Плугатар, Ю.В. Взаимосвязь динамики и интенсивности транспирации Pinus nigra sabsp. Pallasianac фотосинтезом, температурой хвои и некоторыми факторами внешней среды в ходе вегетации в … / О. А. Ильницкий, Ю.В. Плугатар // Биология растений и садоводство: теория, инновации 2019. - С. 5 -12.

46. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Наук. Думка, 1978. - С. 164-167.

47. Калиниченко Е.П. Изменение показателей водообмена и адаптационные признаки хвойных пород в условиях различного влагоснабжения почвы. Физиология и экология древесных растений Приморья / Владивосток ДВНЦ АН СССР, 1973. - С. 38 – 52.

48. Кабанова С.А. Опыт создания Агро лесомелиоративных насаждений в условиях сухой степи Казахстана (на примере фермерского хозяйство»

Байтуган») /Кабанова С.А. Абильдинов А.Д. Алека В.П. Шахматова П.Ф.// Успехи современного естествознания, 2017. - С. 21 – 25.

49. 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.

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

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

52. Карпечко Ю. В. Особенности формирования листового аппарата и транспирации хвойного древостоя / Ю.В. Карпечко, Н.А. Мясникова // Ученые записки петрозаводского государственного университета. 2014. - С. 78 -84.

53. Карпун Ю. Н. Классификация садовых форм туи западной (thuja occidentalis l.) / Ю. Н. Карпун, Г.Ф. Перфильева // Hortusbotanicus, 2004. 2, - С. 33–41.

54. 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.

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

56. Князева С.Г. База данных по внутривидовой изменчивости хвойных растений Сибири / С.Г. Князева, Л.И. Милютин, Е.Н. Муратова, А.Я. Ларионова, Н.В. Орешкова // Хвойные бореальной зоны, XXIV, № 2 - 3, 2007 - С. 2001 – 2006.

57. Князева С.Г. Морфолого - анатомические особенности хвои можжевельника обыкновенного / Хвойные бореальной зоны, XXX, № 1 - 2, 2012. - С. 92 – 96.

58. Козловский Б.Л. Технология размножения плосковеточника восточная (Platycladus orientalis (1.) Franco). Для целей зеленного строительства в Ростовской области. М. М. Середа, Т.В. Вардуни, М.П // Богословенко, Инженерный вестник Дона 2014. - С 67 – 76.

59. Козина Л.В. Влияние протравителей семян инсектицидного действия на посевные качества семян сосны обыкновенной / Л.В. Козина, А.В. Репин Козел, Ю.А. Ларинина, А.И. Блинцов, А.В. Хвасько, Н.К. Крук // Труды БГТУ Серия 1 № 1 -36Е.Н.2, 2018. - С. 31- 36.

60. Коляда Н.А Об использовании североамериканских хвойных растений в озеленении городов России / Вестник КрасГАУ. №9. 2010. - С. 73 -76.

61. Красноперова В. В. Роль вегетативного размножения хвойных растений в культуре in vitro для нужд лесного и садово-паркового хозяйства / В. В. Красноперова, Д. Н. Власевский // Пермский аграрный вестник №4 (20) 2017 - С.18 -22.

62. Краснопёрова В.В. К вопросу о современных технологиях размножения древесных пород / В.В. Краснопёрова, Н.А. Исламова, И.Л. Бухарина // Международный научно-исследовательский журнал ▪ № 5 (47) ▪ Часть 6 ▪ Май. 2016. - С.36 -38

63. Кузина Л. В Биоморфологические особенности видов и сортов рода можжевельник в коллекции ботанического сада самарского университета и возможности их использования на урбанизированных территориях / Л. В Кузина, Т.М. Жавкина // 2019. - С.273 – 277.

64. Кузнецов В.В. Физиологические механизмы адаптации хвойных к засухе / В.В. Кузнецов, И.Е. Карташов, А.В. Злобин, Б.А. Сарвин, А.Р. Ставрианиди, П.П. Пашковский, Ю.В. Иванов // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, 2018. - С. 17 -20.

65. Кулагин Ю.К. Сосна обыкновенная и нефтехимическое загрязнение / Федеральное государственное унитарное предприятия Академический научно

– издательский, производственно – полиграфический и книгораспространительский центр Наука 2006. 124 с.

66. Кулагин Ю.К. О фотосинтетичности почв, измененных промышленными дымовыми выбросами на Урале / Растения и промышленная среда. Вып. 3. – Свердловск, 1974. -С. 56 - 64.

67. Кухлевская Ю.Ф Размножение семенами интродуцентов семейства Cupressaceae Bartl Ю.Ф Кухлевская, В.И. Авдеев / Известия Оренбургского государственного аграрного университета 2018. - С 61 – 64.

68. Кухлевская Ю.Ф Размножение семенами интродуцентов семейства Cupressaceae Bartl / Ю.Ф Кухлевская, В.И. Авдеев, Н.В. Овсянникован, П.А. Феклистов, Н.В. Волкова. Б.А. Мочалов В.И Мелехов. И.И. Дроздов // Показатели водного режима хвои ели в черничном типе леса, ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК 3/ 2012. - С. 24-29.

69. Лебедев В.М. Морфологические, функциональные и физиологические особенности активной части корневой системы лесообразующих пород Волго – Вятского региона сеянцев сосны обыкновенной в различных лесорастительных зонах / В.М. Лебедев, Е.В. Лебедев // Агрохимия, 2011. - С. 38 – 34.

70. Левин С. В. Биоэкологические особенности интродукции вида сосны Паласса в центрально – Черноземном регионе России / Пащенко В.И. // Лесохозяйственная информация, 2018. - С. 74 -79.

71. Лежнин К.Т. Влияние фитомелиорантов на физиологическое состояние культур сосны обыкновенной / К.Т. Лежнин, А.А. Маторкин В.Н. Карасев, М.А. Карасева // Журнал. Хвойные бореальной зоны. 2005. - С. 110-113.

72. Лескова О.В. Формовое разнообразие можжевельника обыкновенного в среднем Поволжье / О.В. Лескова, Е.Ю. Христофорова М.А. Карасева // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2006. - С. 71 – 72.

73. Лова Л.В. Пихта грациозная в Санкт - Петербурге и Ленинградской области / Л.В. Лова, Г.А. Фирсов, Л.П. Трофимук, А.В. Карамышева //Hortus botanicus 15, 2020. - С. 140 – 160.

74. Ломоносова М.В. Особенности адаптационных перестроек *хвои Pinus sylvestris* L. в условиях породного отвала угольного разреза / М.В. Ломоносова, П.А. Феклистов, Б.А. Мочалов, О.Л. Цандекова, Е.Ю. Колмогорова // Вестник Оренбургского государственного университета № 6 (194).2016. - С. 85 -81.

75. Лоскутов Л.И. Рост и развитие древесных растений -интродуцентов семейства pinaceae lindl. Хвойные бореальной зоны, XXV, № 1 – 2, 2008. - С. 113– 115.

76. Макаренкова Л.П. Биологические особенности хвойных растений в Памирском ботаническом саду - Автореф. канд. дисс. Душанбе, 1988. 20 с.

77. Мартинов Л.Г. виды хвойных в коллекции ботанического сада института биологии коми научного центра и перспективы их использования в озеленении / Известия Коми научного центра уро РАН. Выпуск 1(21) Сыктывкар, 2015. - С. 36 - 43.

78. Мастич А.А. Влияние антропогенного фактора на произростание ели колючей в условиях города Гомеля / Липская, БГТУ, 2021. - С. 112 - 116.

79. Матраимов М.Б. Ахматов, М.К. Петр Салаш. Рациональное использование арчовых и еловых лесов Кыргызстана, сохранение биоразнообразия Juniperus L. и Picea L. в условиях культуры и возможности их реинтродукции / / М.Б. Матраимов, М.К. Ахматов, Петр Салаш, 2007. - С. 112 -115.

80. Маторкин В.Н. комплексная экспрес диагностика физиологического состояния pinus silvestris l. При формировании семенных участков и плантаций / В.Н. Маторкин, А.А. Карасев, М.А. Карасева // Хвойные бореальной зоны, XXVIII, № 1 - 2, 201. 2011. - С. 78 – 82.

81. Николаевский В.С Временные нормативы допустимого загрязнениея воздуха для растительности / В.С. Николаевский, Якубов Х.Г.// Известия Южного федерального университета. Технические науки 14(4), 1999 - С. 23 – 27.

82. Нурманбетова Т. Ахматова М.К. Роль разработок технологий вегетативного размножения хвойных растений семейства pinaceaelindl. В развитии декоративного питомниководства / Т. Нурманбетова, М.К. Ахматова. Бюллетень Никитинского ботанического сада. Вып. 102, 2011. - С. 71 -75.

83. Нурманбетова Т. Ахматова М.К. Особенности вегетативного размножения *Picea Shrenkiana* Fischer et Mey, и *Picea pungens* «Glauca» / Т. Нурманбетова, М.К. Ахматова // Проблемы современной науки и образования 2016. - С. 35 - 40.

84. Овсянников А.Ю. Шавнин С.А. Сезонная динамика водного режима рода Picea на Среднем Урале* Биологические науки. Опыт интродукции Ели колючей «IselyFastigiata» (PiceapungensIseliFastigiata) в г. Екатерноминбурге Свердловской области / А.Ю. Овсянников, С.А. Шавнин // Леса России и хозяйства вних. №3. 2017. - С. 47- 53.

85. Павлов И.Н. Анатомо-морфологические закономерности в реакции *Pinussibirica* Dutour, *Picea obovata* Ledeb. *Abies sibirica* Ledeb. *Pinus sylvestrisL.* на дефолиацию кроны *Dendro limus superans sibiricus* Tschetv / И.Н. Павлов, А.Б. Панов // Вестник КрасГАУ. №1, 2014. - С.110 – 114.

86. Папина О.Н. Влияние урбанизированной среды на покровные ткани и вестник содержание воды в хвое видов семейства Pinaceae Lindl С. / О.Н. Папина, Р.О. Собчак, Т.П. Астафурова // Томского государственного университета. Биология. № 3 (23). 2013. - С.152–161.

87. Пономарева Т.В. Влияние влагозапасов почвы на рост видов хвойных в условиях эксперимента / Т.В. Пономарева, Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин // Вестник КрасГАУ. №12. 2009. - С.45 -49.

88. ПаштецкийА.В.Моделирование особенностей водного режима Juniperu s excelsa M. Bieb при помощи экофизиологических параметров в условиях Юж ного берега Крыма / А. В. Паштецкий, О. А // Ильницкий, Экология растения. 2022. - С. 50 -60.

89. Пащенко В. И. Биоэкологические особенности интродукции вида сосны Палласа в Центрально-Черноземном регионе России. В. И. Пащенко, С. В. Левин. Лесная селекция. 2018. - С. 74 -90

90. Пентелькина Н.В. Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях севера и дальнего востока с использованием стимуляторов роста (ПГСХА, г. Уссурийск, Приморский край) / Н.В. Пентелькина, М.О. Пушкино, Л.Ю. Острошенко // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2005. - С. 125 – 129

91. Пономарева Т.В. Влияние влагозапасов почвы на рост видов хвойных в условиях эксперимента / Т.В. Пономарева, Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин // Вестник КрасГАУ. 2009. №12. - С.45 - 49.

92. Понкратьева С.В, «ведьмины мётела» мутационного типа на примере ели сибирской (picea obovata ledeb) как потенциал для развития декоративных древесных в сибири / С.В. Понкратьева, М.С. Ямбуров // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс. 2015. - С. 142 - 146.

93. Ракманалиевич А. Р. Экология (по отраслям) влияние среднегодового количества осадков на радиальный прирост насаждений можжевельника виргинского в городской среде (на примере г. Ош) / А. Р. Ракманалиевич, А. К. Бекболотова // Химия и биология: электрон. научн. журн. 2017.- С. 9 – 12.

94. Сапронова Д. В. Семеноведение и выращивание посадочного материала Pseudotsuga menziesii для защитного лесоразведения и озеленения в условиях Нижнего Поволжья Сапронова А. П. Иозус, А.К. Зеленяк // Современные проблемы науки и образования, 2014. - С. 550 – 550.

95. Сапронова Д. В. Адаптированные таксоны хвойных растений для питомниководства в нижнем Поволжье / Д. В. Сапронова, А.К. Зеленяк // Научно - агрономический журнал. 2018. - С. 75 -76.

96. Севастьянов В. Изучение элементов технологии размножения хвойных пород методом черенкования в условиях степного крыма / Известия сельскохозяйственной науки Тавриды, № 16 (179), 2018. - С. 31 -39.

97. Сенькина С.Н. Биопродукционные показатели влагообмена сосны и ели в хвойных фитоценозах средней тайги С / Хвойные бореальной зоны, XXXI, № 3 - 4, 2013. - С. 71 - 75.

98. Сенькина С.Н. Динамика водообмена хвои сосны в разных подзонах тайги / «Лесной журнал». № 5. 2016. - С. 61 -72.

99. Сенашова В.А. Влияние фитонцидной активности хвойных растений на эпифитные микроорганизмы в условиях средней сибири / В.А. Сенашова, Н.Д. Сорокин / Вестник КрасГАУ. №3 2011. - С. 93 -97.

100. 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.

101. Скосырева И.Г. Особенности влияния осадков на рост хвои форм ели колючей (Picea pungens engelm.) в условиях г. Омск / Эколого – экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития западно – сибирского региона, 2017. - С. 54 – 55.

102. 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.

103. Собчак Р.О. Диагностика состояния видов хвойных в зонах техногенного загрязнения республики алтай / Сибирский ботанический журнал 2009. - С. 185 – 190.

104. 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.

105. Собчак Р.О. Морфофункциональные особенности видов хвойных в условиях урбанизированной среды / Р.О. Собчак, Л.В. Куровская // «Биология» 1 июня 2009. - С. 214 – 216.

106. Соловьева М.С. Опыт интродукции ели колючей» Isely Fastigiata» (Picea pungens Isely Fastigiata) в г. Екатеринбурге Свердловской области / Леса России и хозяйство в них, 2017. - С. 47 – 53.

107. Старикова Е.А. Изменение фракционного состава воды в хвое picea 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.

108. Тарабрин В.П. Использование зеленых насаждений для оптимизации среды в зоне загрязнения предприятий черной металлургии. / Л.В. Чернышова, Р.И.Пельтихина // Растения и промышленная среда. Вып. 10. – Свердловск, 1984. - С. 101 – 106.

109. Тишкина Е.А. Летиратура 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.

110. Урбах Ю. Математическая статистика для биологов и медиков / С.: Издательство АН СССР, 1964, 323с

111. Фарукшина Г.Г. Параметры генеративных органов можжевельника обыкновенного на Южном Урале / Г.Г.Фарукшина, В.П. Путенихин // Региональные геосистемы 15(9 – 1 (104)), 2011. - С. 324 – 328.

112. Цандекова, О.Л. Особенности адаптационных перестроек *хвои Pinus sylvestris* L. в условиях породного отвала угольного разреза / М.В. Ломоносова, П.А. Феклистов, Б.А. Мочалов, О.Л. Цандекова, Е.Ю. Колмогорова // Вестник Оренбургского государственного университета, № 6 (194). 2016 - С. 85 -81.

113. Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях Л.А. Иванов, Ю.Л. Силина, Ю.Л. Цильникер // Ботанический журнал35(2) 1950. - С. 171 – 185.

114. Цепляев, А.Н. Инергический эффект применения стимуляторов ризогенеза и подогрева субстрата при зеленом черенковании хвойных пород /

А.Н. Цепляев, Э.И. Трещевская, // Лесотехнический журнал 2/2019. - С.14 – 21.

115. Чербарь, В.В. Почвы Западного Памира. Основные типы и подтипы почв. Ч.2. –Кишинеу: Изд-во Lexon-Plus, 2014. - 280 с.

116. Чернышёв, М.В. Сравнительные анатомо-физиологические показатели в оценке адаптпции четырех видов хвойных к условиям южного приморья / Международный научно-исследовательский журнал ▪ № 5 (47) ▪ Часть 5, 2010. - С. 100-103.

117. Чернышев, В.Д. Пути физиолого – энергетических адаптаций хвойных в экстремальных условиях / Биологические проблемы Севера Симпозиум / 1974. - С. 13 -17.

118. Чернышенко, О.В. Экофизиологические аспекты водного обмена, растущего дерево / Лесной вестник. 1998. - С. 116 -121.

119. Чернявская, И.В. Культивары, рода Thuja L. в Ботаническом саду Адыгейского государственного университета / И.В. Чернявская, Т.Н. Толстикова, Е.М. Еднич, Д.А. Куашева // Рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ». Выпуск 1 (133) 2014 - С. 43 – 50.

120. Чойжинжав, О. Бат-Ердэнэ Жигжид, Энхсайхан Дамдинсүрэн // Биологические науки некоторые итоги исследований качественных и посевных показателей семян пихты сибирской в монголии / О. Чойжинжав, Бат-Ердэнэ Жигжид, Энхсайхан Дамдинсүрэн // Евразийский союз ученых (есу) # 5 (26), | биологические науки 2016. - С.112 -115.

121. Чуваев А.П., Кулагин Ю.З., Гетко Н.В. Вопросы индустриальной экологии и физиологии растений // Центральный ботанический сад НАН Белорусии, 220012, Минск. 1973. - 56 с

122. Чумакова, Н. И. Усовершенствование технологии вегетативного размножения хвойных растений методом черенкования / Известия ТСХА, Выпуск 5, - 2011. - С. 161 -164.

123. Шамшиев, Б.Н. Лесоводственно-экологические и лесокультурные основы восстановления арчовых лесов и редколесий Тянь-Шаня / На правах рукописи. 2004. - С.3 – 45.

124. Шамшиев, Б.Н. Интродукция и акклиматизация деревьев и кустарников в поясе Соловьёв арчовых лесов каракойского лесоопытного хозяйства / Лесной вестник 2/2004. - С.39 – 43.

125. Шуляковская, Т.А., Ветчинникова Т.Ю. Вариабельность физиологических показателей в онтогенезе сосны обыкновенной (Pinus sylvestris l.) / Т.А. Шуляковская, Т.Ю. Ветчинникова // ИВУЗ. «Лесной журнал». 2004. № 6 - С. 20 -26.

126. Яковлев, А.А, Пространственное размещение смешанных древостоев сосны и ели на примере северо-востока ленинградской области / А.А, Яковлев, Д.А. Данилов // 2011. 83 с

127. Albin Lobo * , Jens Iver Find 1 , Jon Kehlet Hansen , Anders Ræbild , Erik Dahl Kjær Effect of temperature and osmotic stress during somatic embryogenesis on phenology and physiology of abies nordmanniana emblings Department of Geosciences and Natural Resource Management (IGN), University of Copenhagen, Rolighedsvej 23, 1958 Frederiksberg C, Denmark Forest Ecology and Management 514 120212 (2022) p.1-7.

128. Alberta Lance W. Lazaruk, Gavin Kernaghan, S. Ellen Macdonald, and Damase Khasa Effects of partial cutting on the ectomycorrhizae of Picea glauca forests in northwestern Albtrta. Canadian Journal of Forest Reserch 35 (6), 2005, p.1442 -1454.

129. K. Al-Abras - F. Lapeyrie - F. Le Tacon. - F. Martin. Appréciation De La Qualité Des Systèmes Racinaires Des Plants Forestiers Par Leur État Symbiotique. Incidence Sur La Crise De Transplantation De L'épicéa Commun (Picea Excelsa (Lam) Link.) Revue forestiere francaise 40 (Special), 1988, p. 140 – 148.

130. B. S. Bhandari Journal Of Tropical Forest Science 15(1): Blue Pine (Pinus Wallichiana) Forest Stands Of Garhwal Himalaya: Composition, Population

Structure And Diversity Department Of Botany, P.O. Box-17, H.N.B. Garhwal University Srinagar (Garhuial)-246174, Uttaranchal, India(2003) p.26-36

131. Carlos A. Graciaa,b, Anabel Sa´ncheza Likely effects of climate change on growth of Quercus ilex, Pinus halepensis, Pinus pinaster, Pinus sylvestris and Fagus sylvatica forests in the Mediterranean region Santiago Sabate´ a,b,*, Forest Ecology and Management 162 (2002) p. 23–37.

132. Caruntu S., Cicei A., Kinga Olah.,Don I., Thuja occidentalis(Arbor vitae): A Review of its Pharmfceutical and Clinical Properties. Evidence - Based Complementary and Alternative medicain 2(1), 2005, p. 69 -78.

133. Daniel García, Regino Zamora, José M. Gómez, José a. Hódar. Frugivory at Juniperus communis depends more on population characteristics than on individual attributes. Grupo de Ecología Terrestre, Universidad de Granada, Granada 18071. 89(4), 2001, P. 639 – 647.

134. Dimitroula Tsiri 1,2, Konstantia Graikou 1, Loretta Pobłocka-Olech 3 Molecules 2009, molecules Article Chemosystematic Value of the Essential Oil Composition of Thuja species Cultivated in Poland—Antimicrobial Activity, Miroslawa KrauzeBaranowska 3 , Caroline Spyropoulos 2 and Ioanna Chinou.14(11), 2009, p. 4707-4715.

135. Gwenae¨l Vourc'h, Bruno Vila, Dominique Gillon Disentangling the causes of damage variation by deer browsing on young Thuja plicata, Jose´ Escarre´, Fre´de´ric Guibal, Herve´ Fritz, Thomas P. Clausen and Jean-Louis Martin Vourc'h, G., Vila, B., Gillon, D., Escarre´, J., Guibal, F., Fritz, H., Clausen T. P. and Martin, J.-L. 2002. Disentangling the causes of damage variation by deer browsing on young Thuja plicata. – Oikos 98: p. 271–283.

136. Hakan Sevık. M. Getin O.Kapusu. Effect of liht on young structures of Turkish fir Variation in seedling morphology of Turkish fir (Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana) Oxidation Commuyications 39(1), 2016, p. 485 – 492.

137. Helmisaari, H.-S., Forest Ecology and Management, Nutrient retranslocation in three Pinus sylvestris stands Heljä-Sisko Helmisaari Finnish

Forest Research Institute, 1992. Nutrient retranslocation in three Pinus sylvestris stands. For. Ecol. Manage., 5 1: p. 347-367.

138. Hendrie, M.L.I & Bella, I.E. Journal Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre (Vegetation Science 8: 1997, p.241-254.

139. Iduna Arduini, Douglas L. Godbold and Antonino Otinis Arduini, I., Godbold, D.L. and Onnis, 675-680. 1994 Physiol. Plant. 92: p.675-680.

140. Jalene m. Lamontagne* and Stan boutin Local-scale synchrony and variability in mast seed production patterns of Picea glauca Journal of Ecology British Ecological Society 2007 95, p. 991–1000.

141. Johann M. Housset, Martin P. Girardin, Mathieu Baconnet1, Unexpected warming-induced growth decline in Thuja occidentalis at its northern limits in North America Johann M. Housset, Martin P. Girardin, Mathieu Baconnet1, Christopher Carcaillet 3, 4 and Yves Bergeron Journal of Biogeography (J. Biogeogr.) (2015) 42, p.1233–124.

142. Lillie Andersena, Niclas Scott BENTSENb Survival and growth of Abies nordmanniana in forest and field in relation to stock type and root pruning prior to transplanting a Danish Institute of Agricultural Sciences, 2002; Ann. For. Sci. 60 (2003) p.757–762.

143. Marija M. Lesjak a, Ivana N. Beara a, Dejan Z. Orcˇic´ a, Goran T. Anacˇkov b, Kristina J. Balog a, Marina M. Franciškovic´ a, Neda M. Mimica-Dukic Juniperus sibirica Burgsdorf. As a novel source of antioxidant and anti-inflammatory agent, Novi Sad, Serbia Food Chemistry 124 (2011) p.850–856.

144. M. Briggs,2 Greg Assessing the Rate, Mechanisms, and Consequences of the Conversion of Tallgrass Prairie to Juniperus virginiana Forest John Hoch,1 * and Loretta C. Johnson1 1 Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, Kansas 66502, USA; 2 Department of Plant Biology, Arizona State University, Tempe, Arizona. Ecosystems 5(6), 2002. p. 578 – 586.

145. Melvin t. Tyree and Michael A. Dixon. Cavitation Events in Thuja occidentalis L. Utrasonic Acoustic Emissions from the Sapwood Can Be Measured. Plant Physiol. 72(4), (1983) p.1094 -1099.

146. Nigar Mursal, Naiba P. Mehdiyeva maxent modeling for predicting the potential habitat and future distribution of a rare species ophrys apifera huds. in the greater caucasus (azerbaijan) вып. 27. 2021 p.1- 3

147. O.E. McCabe', S. Mclnni~ R. Ramachandran~ O.R. Russelr, K.M. Wallace~ B.J. Martinell', O.R. Robe~ K.F. Raffa' and S.H. McCown' Stable Transformation of Picea glauca by Particle Acceleration BiofTechnology Vo1.11. No.1, January 1993. p. 89-89.

148. Patrick Lenz, Alain Cloutier, John MacKay, and Jean Beaulieu Genetic control of wood properties in Picea glauca — an analysis of trends with cambial age Can. J. For. Res. Vol. 40, 2010. p. 703-715.

149. Peng Li, Jean Beaulieu, and Jean Bousquet Genetic structure and patterns of genetic variation among populations in eastern white spruce (Picea glauca) Canadian journal of forest Research 27(2), 1997. p.189-198.

150. Phelps J. E., Saniewski, M.& Smolinski I., Pieniqiek J. and AdcGinnes E. A. A note on the structure of morphactininduced wood in two coniferous species (received 1 April 1974) p. 13-17.

151. Richard F. Miller Western Juniper (Juniperus occidentalis) Range ecologist, Eastern Oregon Agricultural Research Center, Oregon State Univ 6391-6395/biology, ecology, and management of western juniper. p. 69 -76.

152. S. Bais., N. Singh., N. Rana. A. Phytopharmacological Review on a Medicinal Plant: Juniperus communis. International schoiarly research njtices. 2014. (1), p. 634-723.

153. Soma Majumder1 Ashalata D'rozario2 Subir BERA1, Occurrence of non-protoplasmic mineral deposition in seed coat of Biota orientalis Endl. (Cupressaceae) current science, scientific correspondence vol. 100, no. 12, 25 june 2011 p. 1788 -1790.

154. Tanja Pyhäjärvi1,2 Sonja T Kujala Outi Savolainen. Special issue review and syntheses 275 years of forestry meets genomics in Pinus sylvestris. Evolutionary Applications 13(1), 2020.p.11-30.

155. Tanja Pyhajarvi, S.Kujala. Outi Savolainen.Revisiting protein heterozygosity in allozyme coding genes of conifer Pinus sylvestris. Tree genetics & genomes 7(2), 2011.385-397.

156. Variabilite De L'epicea (« Pícea excelsa » Link.) dans le jura français répartition et caractères des divers typesrevue forestière française pierre bouvarel variabilité de l'epicea (picea excelsa, link.) dans le Jura français. Répartition et caractères des divers types To cite this version: Pierre Bouvarel. Variabilité de l'Epicea (Picea excelsa, Link.) dans le Jura français. 2021 85-98. H. Campbell And A. E. Vines He Efeect Oe Lophodermellina Macrospora (Hartig) Tehon On Leae-Abscission In Picea Excelsa Link. By Department of Botany, University of Bristol p.358-368.

157. Y B. dell', b. botton', F. martin" and f. le tacson Glutamate dehydrogenases in ectomycorrhizas of spruce {Picea excelsa L.) and beech (Fagus sylvatica L.) 'School of Biological Sciences, Murdoch University, Murdoch 6150, New phytol (1989) 111.p.683 692.

158. Zhang1†, Dong Ki Park1 Growth-promoting activity of hot water extract of Thuja orientalis Nan-nan, 2† and Hye-Jin Park1 Zhang et al. BMC Complementary and Alternative Medicine 2013, p.13-93.

Приложение

Таблица 1. Сравнительный анализ интенсивности транспирации у Пихты нормандской в май месяце

Время	9.06.2022 г	22.06.2022 г	30.06.2022 г
8.00	416,39 ± 0,06	785,8 ± 0,9	1447,3 ± 1,01
10.00	1007 ± 0,04	1245,6 ±1,2	5088,7 ± 0,08
12.00	2797,5 ± 1,01	2996,4 ±0,03	2314,3 ± 0,07
14.00	1110,6 ±1,3	897,8 ±0,05	1231,05 ± 0,06
16.00	612,46 ± 0,9	730,06 ±1,07	1064,9 ± 0,03
18.00	432,3 ± 0,01	633,9 ±0,02	738,± 1,1

Таблица 2. Сравнительный анализ интенсивности транспирации у Ель колючей в май месяце

Время	12.05	24.05	30.05
8:00	2106,56 ±0,7	2414,5 ±1,2	2443,6 ±1,03
10:00	2323,3 ± 1,03	2759,9 ±1,01	2479,8 ±0,09
12:00	3361,9 ± 0,9	3456,0 ±0,08	5395,2 ±0,7
14:00	2852,8 ± 0,3	2614,6 ±1,03	1611,4 ±1,3
16:00	392,81 ± 0,03	2440,3±0,6	945,8 ±1,05
18:00	280,7 ± 0,8	822,2 ±0,06	656,9 ±0,2

Таблица 3. Динамика интенсивности транспирации Ель колючей в июне месяц месяце 2022 г.

Время	Дата и показатели (мг/г.)		
	9.06.	22.06.	30.06.
8.00	4299.8±1,4	3555.47±1,1	7360±0,3
10.00	9912.9±1,2	7340±0,2	17187±0,8
12.00	15113.5±0,01	10693.6±1,3	7064.2±0,01
14.00	7309.5±±0,7	4422.9±1,01	4520.7±1,03
16.00	4841.7±1,04	2452.1±0,5	3876.5±0,03
18.00	2270.6±0,04	1227±0,06	3272.5±0,02

Таблица 4. Динамика интенсивности транспирации у Пихты нордманской в июне месяце 2022 г.

Время	Дата и показатели (мг/г.)		
	9.06.	22.06.	30.06.
8.00	1249.17±1,3	2357.5±1,2	4342±1,1
10.00	3021±0,9	3736.9±1,03	15266.2±0,02
12.00	8390.7±0,8	8989.37±0,06	6943±0,01
14.00	3332±0,04	2693.5±0,7	3693.17±0,3
16.00	1837.4±0,5	2190.2±1,4	3194.7±0,01
18.00	1296.9±1,05	1901.7±0,2	2214.7±1,01

Таблица 5. Сравнительный анализ интенсивности транспирации Пихты нордманской и Ель колючий и разница потери воды.

Месяцы	Пихта нормандская	Разница	Ель колючая	Разница
Май	2972,9±0,01	1074,3±0,8	6582±0,7	83,6±0,03
Июнь	4156,2±1,02	1183,3±1,03	6484,4±1,4	97,6±1,2
Июль	4163,63±0,2	7,43±1,01	7929,67±0,06	1445,27±0,02
Август	3502,7±0,04	660,93±1,04	6855,1±1,1	1074,57±0,5
Сентябрь	913,9±0,01	1588,8 ±1,3	3014,8±0,9	3840,3±1,05

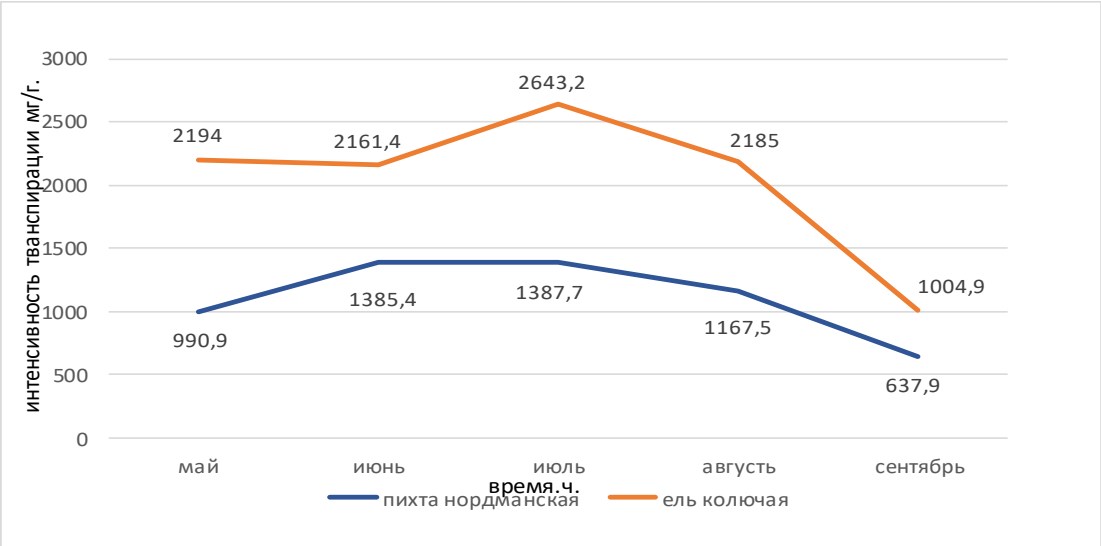


Рисунок 1. Интенсивность транспирации у Пихты нордманской и Ели колючей с мая по сентябрь (2022 г.)

Фото 1-6. Определение интенсивности транспирации у хвойных растений, в условиях ПБС



Фото 7-14. Вегетация хвойных растений, в условиях ПБС

