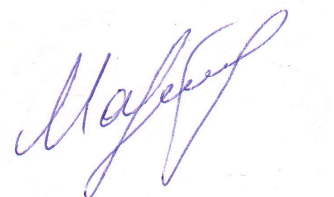


На правах рукописи



Маллалиев Максим Маллалиевич

**ОСОБЕННОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПАРЦИАЛЬНЫХ ФЛОР И
ДЕМУТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СКЛОНОВ
ГОРНОГО ДАГЕСТАНА**

1.5.9. Ботаника
(биологические науки)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Ялта - 2025

Работа выполнена в лаборатории интродукции и генетических ресурсов древесных растений Горного ботанического сада – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук».

Научный руководитель: **Асадулаев Загирбег Магомедович**,
доктор биологических наук, профессор, руководитель Горного ботанического сада – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», главный научный сотрудник, заведующий лабораторией интродукции и генетических ресурсов древесных растений.

Официальные
оппоненты: **Тайсумов Муса Анасович**,
доктор биологических наук, профессор, Государственное казенное научное учреждение «Академия наук Чеченской республики», Вице-президент, главный научный сотрудник отдела биологических исследований Института природных ресурсов.

Туниев Борис Сакоевич,
доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН», ведущий научный сотрудник лаборатории горного природопользования.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет».

Защита диссертации состоится «26» сентября 2025 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.199.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; e-mail: dissovet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «НБС-ННЦ» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52, адрес сайта: <http://obr.nbgnsr.ru>

Автореферат разослан « 26 » июля 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Корженевская Юлия Владиславовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Изучению особенностей пространственной дифференциации флор и деградации горных территорий под воздействием неблагоприятных антропогенных или естественных факторов посвящена обширная литература (Ванин и др., 1987; Юрцев, 1998; Болагаева, 2003; Кулик, Зыков, 2003; Валдайских, Махонина, 2007; Игошева, 2007; Атаев, 2009; Баламирзоев, 2009; Камелин, 2014; Milodowski et al., 2015; Кадыралиева, Никольская, 2017). От общего земельного фонда планеты, по оценкам специалистов, 75% почвенно-земельных ресурсов подвержены различным деградационным процессам, и к 2050 году этот показатель может составить 90 % (Крючков, 2022). Подвержены разрушениям и склоны хребтов Горного Дагестана со слабой растительностью, ливневым характером осадков в весенне-летний период и отвесными склонами.

Актуальность изучения восстановления растительного покрова на горных склонах Дагестана связана, прежде всего, с ярко выраженной водной эрозией на площади более 44 % (Баламирзоев, 2009). Больших масштабов в Республике достигли и осыпно-обвальные процессы на откосах горных автодорог. Изучение пионерной растительности и скорости обрастания выемочных и насыпных обнажений важно для решения природоохранных задач, так как строительство горных автодорог в Республике продолжается и достигло более 6,5 тыс. км. (Постановление Правительства РД № 134 от 15.08.2005).

Вместе с тем ранее было показано, что в горных условиях при снижении антропогенной нагрузки депрессивные сообщества постепенно превращаются в прогрессивные; по мере улучшения условий возрастает продуктивность фитоценозов, усложняется их структура, повышается альфа-разнообразие (Асадулаев и др., 2020).

Таким образом, выявление флоры деградированных склонов и откосов автодорог в зависимости от солярных и гравитационных процессов в условиях Горного Дагестана, изучение естественных механизмов их демутиации, а также разработка биоинженерных методов закрепления неустойчивых грунтов представляют не только теоретический, но и практический интерес.

Степень разработанности темы. Работы по изучению флоры, представленные в данной работе, можно разделить на три группы: общие вопросы флористики (Толмачев, 1941; Юрцев, 1974; Шмидт, Ильинский, 1982; Камелин, 1990; Иванов, 1998; De Candolle, 1855; Braun-Blanquet, 1913); флора Кавказа (Гроссгейм, 1936; Гагнидзе, 1974; Галушко, 1976; Середина, 1987) и флора Дагестана (Рупрехт, 1861; Радде, 1887; Фомин, 1900; Буш, 1905; Алексеенко, 1907; Кузнецов, 1909; Аболин, 1932; Порецкий, 1932; Флеров, 1938; Тумаджанов, 1940; Долуханов, 1946; Сосновский, 1947; Гроссгейм, 1948; Федоров, 1952; Львов, 1956; Харадзе, 1960; Проханов, 1961; Лепехина, 1963; Алексеев, 1965; Гагнидзе, 1966; Еленевский, 1966; Раджи, 1982; Теймуров, 1999; Муртазалиев, 2009; Солтанмурадова, 2009; Аджиева, 2012; Алиев, 2019 и др.).

Достаточно хорошо представлены также работы по изучению деградационных процессов, происходящих в растительности под воздействием неблагоприятных климатических или антропогенных факторов (Ванин и др., 1987; Болагаева, 2003; Валдайских, Махонина, 2007; Игошева, 2007; 2009; Курамагомедов, 2011; Кадыралиева, Никольская, 2017; Milodowski et al., 2015. Асадулаев и др., 2020), условий и причин естественных осыпных процессов (Душевский и др., 1974; Тищенко, 2011), интенсивности оползневых процессов на откосах автодорог (Гольдштейн, 1971; Магомедэминов, 2009; Кадыралиева, Никольская, 2017; Shihong et al., 2003; Koulouri and Giourga, 2007; Dar et al., 2017; Leung et al., 2018), биоинженерных методов восстановления

деградированных склонов (Методические..., 1970; Эксплуатация..., 1988; Панков и др., 1991; Черняк, 2003; Байраков, 2018; Joshi, 1990; Uzieblo, 2001; Burri et al., 2009 и др.).

Цель работы: выявление особенностей дифференциации флоры некоторых хребтов Внутреннегорного Дагестана в зависимости от их геоморфологической структуры, оценка демулационного потенциала деградированных склонов и откосов автодорог Горного Дагестана.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. Провести анализ флоры некоторых деградированных склонов хребтов Внутреннегорного Дагестана, исходя из их геоморфологических особенностей;
2. Выявить механизмы демулации деградированных склонов хребтов Внутреннегорного Дагестана;
3. Оценить устойчивость популяций некоторых редких видов растений на склонах, подверженных эрозии;
4. Изучить зависимость пространственного распространения видов растений от гипсометрического профиля склонов;
5. Изучить флору откосов автодорог Горного Дагестана и методы ее восстановления.

Научная новизна. Впервые в условиях Внутреннегорного Дагестана показано значение геоморфологических особенностей и экспозиций склонов хребтов для формирования обособленных растительных группировок независимо от возраста и состава геологических пород. Выявлены механизмы восстановления растительного покрова на деградированных известняковых плитах, показана роль некоторых видов-эдификаторов в этом процессе, последовательность смены древесных доминантов при изменении режима использования территории и переход сообщества из стадии гамады в новую стадию сукцессионного процесса – стадию фриганы. Обосновано значение и масштабы этих процессов для восстановления эродированных склонов Внутреннегорного Дагестана в настоящее время. Оценены последствия разрушения растительных сообществ при строительстве автодорог в горных условиях. Выявлены этапы и продолжительность формирования растительных группировок на выемочных и насыпных откосах, обоснована необходимость разработки методики применения биоинженерных подходов для стабилизации негативных гравитационных и эрозионных процессов.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты диссертационного исследования имеют теоретическое значение для выявления закономерностей пространственно-временной организации флоры Внутреннегорного Дагестана как основы сохранения многообразия ее реликтовых и эндемичных видов. Исследования позволили обосновать необходимость учета орографических факторов при оценке демулационного потенциала деградированных территорий, а также других элементов гипсометрии горных склонов. Доказана эффективность видов эдификаторов подушковидной жизненной формы при восстановлении растительности на оголенных известняковых плитах.

Практическое значение имеют результаты, полученные при изучении восстановления растительного покрова на откосах автодорог. Полученные данные по биологии и экологии пионерных видов могут быть использованы при разработке биоинженерных технологий с учетом локальных условий на откосах разной экспозиции и механического состава. Данные, полученные при оценке популяций редких видов, могут быть использованы при разработке мероприятий по их сохранению.

Данные об особенностях распространения редких видов с учетом условий элементов гипсометрического профиля склонов имеют фитосозологическое значение. Результаты исследования могут быть использованы при изучении студентами ДГУ

дисциплин «Геоботаника», «Экология горных территорий», «Рациональное природопользование».

Методология и методы исследований. Исследования проведены в соответствии с общепринятыми методами в области ботаники, экологии и геоботаники и изложены в разделе «Методы исследований».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Во Внутреннегорном известняковом Дагестане основой дифференциации флор являются условия макросклонов разных экспозиций, при этом распределение видов по склону определяется условиями микрорельефа и элементами гипсометрического профиля.

2. Демутация растительности на деградированных склонах Горного Дагестана при смене режима их использования связана с экологическими и биоморфологическими характеристиками видов-эдификаторов и конкурентными характеристиками видов доминантов.

3. Видовой состав растительных группировок на откосах автодорог при их обрастании зависит от крутизны склона, типа субстрата (сланец, глина, песчаник, известняк), близости природных растительных сообществ, жизнеспособности семян пионерных видов и высоты над уровнем моря.

Степень достоверности результатов. Теоретические положения, результаты и выводы диссертации достоверны, так как получены на основе корректного проведения сбора данных в течение десяти лет. Достоверность результатов подтверждается их соответствием литературным сведениям и верифицируемым данным, а также посредством применения дисперсионного, регрессионного и кластерного анализов, возможностью использования выявленных закономерностей и полученных флористических материалов при проведении природоохранных мероприятий.

Апробация работы. Результаты исследований по теме диссертации докладывались на Международных конференциях «Биологическое разнообразие Кавказа» (Махачкала, 5-6 ноября 2010 г.; Махачкала, 5-7 ноября 2012 г.); на IV Всероссийской школе-конференции «Актуальные проблемы геоботаники» (Уфа, 1-5 октября 2012 г.); на X Международной школе-семинаре по сравнительной флористике «Сравнительная флористика: анализ видового разнообразия растений. Проблемы. Перспективы» (Краснодар, 14-18 апреля 2014 г.); на Всероссийской научно-практической конференции «Почвенные ресурсы и проблемы продовольственной безопасности» (Махачкала, 4-6 декабря, 2015 г.); на Международной конференции «Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах» (Новосибирск, 1-8 августа 2016 г.); на XIV Съезде Русского ботанического общества (Махачкала 18-23 июня 2018 г.); на XXIII Международной научной конференции «Влияние изменения климата на биологическое разнообразие и распространение вирусных инфекций в Евразии» (Махачкала, 15-16 октября 2021 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 24 работы, в том числе 1 монография, 10 статей в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ, 6 из которых в индексируемых базах Web of Science, Scopus.

Личный вклад автора. Выбор темы, подбор методов исследований, разработка программы выполнены совместно с д.б.н. профессором З.М. Асадулаевым. Личный вклад автора в выполнении обзора литературных источников, проведении полевых исследований, камеральной обработки материала, статистической обработки данных, в подготовке публикаций и формулировке выводов составляет более 80%.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 293 страницах, содержит 191

страниц основного текста, 101 страниц приложений, 97 рисунков и 59 таблиц. Список литературы включает 304 наименования, из них 48 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность за всестороннюю помощь научному руководителю д.б.н., профессору З.М. Асадулаеву, за помощь в определении растений к.б.н. А.А. Теймурову и к.б.н. Р.А. Муртазалиеву, за содействие на всех этапах работы к.б.н. Г.А. Садыковой, за помощь в статистической обработке материалов к.б.н. Д.М. Анатову, за ценные советы при геологическом описании исследуемой территории Д.Б. Гуляеву, а также всем сотрудникам Горного ботанического сада, кто так или иначе поддерживал автора данной работы. Отдельная благодарность моей семье, родным и близким за понимание и поддержку.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В главе представлен анализ литературных источников по истории изучения флоры Республики Дагестан, исследованию деградационных процессов под воздействием климатических и антропогенных факторов, выявлению масштабов оползневых процессов и применению методов биоинженерии для восстановления растительности на антропогенно-трансформированных склонах горных автодорог.

ГЛАВА 2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

2.1 Физико-географические условия

Приводятся сведения о географическом положении, рельефе, водных ресурсах, климате, почвенном покрове, флоре и растительности Предгорного, Внутреннегорного и Высокогорного Дагестана.

2.2 Геолого-геоморфологические и почвенные условия района исследований

Модельным объектом для изучения флоры в зависимости от эдафических, геологических и геоморфологических факторов послужили эродированные склоны хребтов Дуцнабек и Чакулабек, прилегающих к Цудахарской экспериментальной базе (ЦЭБ) Горного ботанического сада в долине р. Сана, в 1.6 км выше места ее впадения в Казикумухское Койсу.

Хребет Дуцнабек сложен преимущественно терригенными осадками баррем-альба (рисунок 1). На верхней части юго-западного склона на карбонатных породах верхнего мела доминирует популяция редкого растения *Artemisia salsoloides*. У основания склонов хребтов Чакулабек и Дуцнабек присутствуют плейстоценовые моренные отложения. Северный склон хр. Дуцнабек сложен известняками верхнего мела. Здесь произрастает широколиственный грабовый лес.

Северо-восточный склон хр. Чакулабек сложен известняками готерива, в нижней его части имеются терригенные осадки байоса и бата. Здесь встречается крупная популяция редкого растения *Astragalus fissuralis*.

Почвенные условия

На юго-западном склоне почва горностепная карбонатная, тяжелосуглинистая эродированная, на северо-восточном склоне – горно-лугово-степная, на древнеаллювиальных карбонатных суглинках, на северном склоне (грабовая роща) – горная бурая лесная олуговелая тяжелосуглинистая на глинистых карбонатных отложениях.

Полученные результаты свидетельствуют о важности в формировании типов почв в Горном Дагестане и различий, связанных с интенсивностью солнечной радиации на склонах разных экспозиций, и типов растительности независимо от геологических пород, слагающих конкретный экотоп.

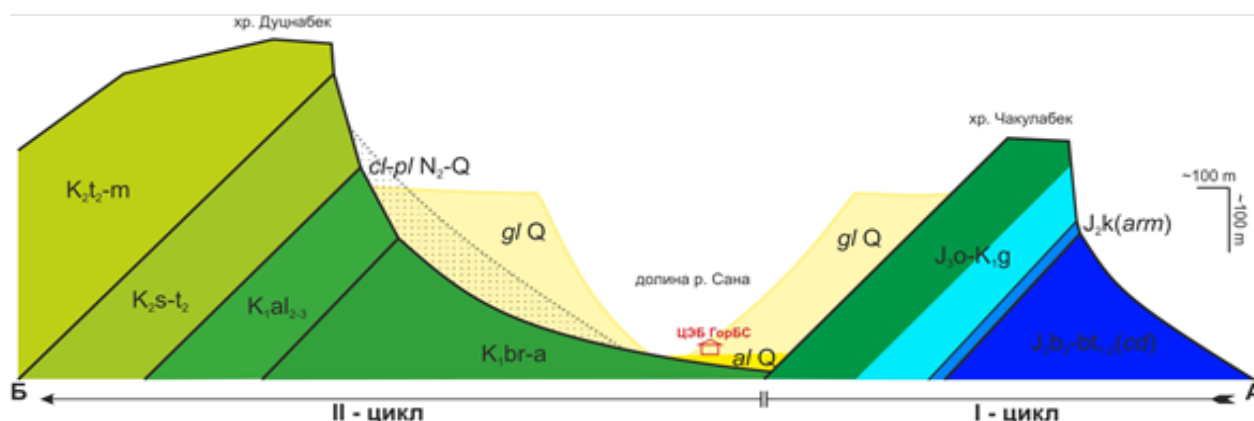


Рисунок 1 – Схематический геологический разрез хребтов Дуцнабек и Чакулабек через ЦЭБ
Условные обозначения: J_{2b2-bt1-2(cd)} – средняя юра, верхний байос-средний бат; J_{2k(arm)} – средняя юра, келловей; J_{3o-K1g} – верхняя юра, оксфорд-нижний мел, готерив; K_{1br-a} – нижний мел, баррем-апт; K_{1al2-3} – нижний мел, средний-верхний альб; K_{2s-t2} – верхний мел, сеноман-средний турон; K_{2t2-m} – верхний мел, средний турон-маастрихт; cl-pl N_{2-Q1} – коллювий и проллювий плиоцена-голоцена; gl Q – плейстоценовые ледниковые отложения; al Q – современный (голоценовый) аллювий.

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на склонах хребтов Чонкатау, Нарат-тубе (Предгорный Дагестан), Чакулабек, Дуцнабек, Кулимеэр, Турчидаг (Внутреннегорный Дагестан), Нукатлинский хребет (Высокогорный Дагестан) на высотах от 50 до 2500 м над уровнем моря (рисунок 2).



Рисунок 2 – Маршруты и физико-географические районы исследований

Всего совершено 60 экспедиционных выездов с протяженностью дорог более 8 тыс. км. Общая площадь территории, подвергнутая визуальной и метрической оценке, составила более 10 тыс. кв. км, а геоботаническому и флористическому анализу – 7000 га.

При изучении флоры и растительности руководствовались работами: Заугольной (1977), Злобина (1980), Федорова, Гильманова (1980), Понятовской (1964), Корчагина

(1976), Сукачева (1972, 1973, 1975), Нешатаевой (2009), Кораблёва, Нешатаевой (2014).

Закладку трансект и учетных площадок проводили после выделения биотопов, различающихся по деградированности почвы, составу материнской породы, крутизне склонов и элементов гипсометрического профиля террас: площадка, тыловой шов, уступ, бровка.

Продуктивность особей и их жизненность оценивали по пятибалльной шкале. Геоботанические исследования проводили во второй декаде июня в период наибольшего сезонного разнообразия флоры. Размеры учетных и пробных площадей составляли от 1 м² до 400 м² в зависимости от типа растительности. Всего заложено более 300 учетных и пробных площадей.

За время проведения исследований собран гербарный материал в количестве 2763 листов, которые хранятся в Гербарии DAG. В ходе работ выявлены 26 новых видов для флоры Дагестана, из которых новым для Кавказа является *Cardamine occulta* Hornem, а для России – *Ageratum conyzoides* L.

Исследование откосов автодорог Дагестана проводили по маршрутам Махачкала-Буйнакск, Губден-Леваши, Леваши-Хебда-Камилух и Гимры-Ботлих.

Методы изучения видов эдификаторов и видов доминантов на нарушенных склонах Внутреннегорного Дагестана. Три крупные популяции *Artemisia salsoloides* выявлены на южных макросклонах хребтов Чонкатау, Дуцнабек и Андийского на высотах от 600 до 1350 м над уровнем моря. Плотность произрастания вида в точке определяли по М.В. Маркову (2012).

Доминанты *Juniperus oblonga* M.Bieb. и *Gypsophila tenuifolia* M.Bieb. изучены на северо-восточном склоне хр. Чакулабек. Состояние кустов *J. oblonga* и пораженность их арцеутобиумом можжевельниковым оценено на 100 кустах. Развитие кустов *G. tenuifolia* в нижней, средней и верхней части склона оценено по биоморфологическим, количественным показателям. Жизненность особей видов определена на основе подходов А.А. Уранова (1960) и Ю.А. Злобина (1980) по 5-ти балльной шкале.

Возрастные группы и их характеристики даны по Т.А. Работнову (1950 б) с учетом биологических особенностей изучаемых видов. Латинские названия растений даны по С.К. Черепанову (1995).

Статистическая обработка результатов проведена с использованием методов описательной статистики (средние арифметические значения, их ошибки, коэффициент вариации), корреляционного, дисперсионного, регрессионного и кластерного анализов с помощью программ Statistica v.13.3, PAST 3.6, Microsoft Office Excel 2012 (Лакин, 1973, Мамаев, 1975).

Геологическое и стратиграфическое изучение отрогов хребтов Чакулабек и Дуцнабек в окрестности ЦЭБ проводилось совместно с Д.Б. Гуляевым в 2015–2018 гг.

При выделении парциальных флор на склонах хребтов Внутригорного Дагестана мы руководствовались положениями и определениями, которые встречаются в работах Б.А. Юрцева и Р.В. Камелина. Например, в работе «Основные понятия и термины флористики» (1991, стр. 27) под парциальной флорой понимается «Полная территориальная совокупность видов растений естественного (выделяющегося и по флористическим признакам) контура топологического (внутриландшафтного) уровня (полная естественная территориальная совокупность видов растений любого экологически и флористически своеобразного подразделения ландшафта)». Согласно такому пониманию термина можно выделить «парциальные флоры водоемов, прибрежно-водных местообитаний, низинных, переходных и верховых болот, южных степных каменистых склонов, послелесных лугов, пустырей, полей».

ГЛАВА 4 ОСОБЕННОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ФЛОРЫ ХРЕБТОВ ЧАКУЛАБЕК И ДУЦНАБЕК ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

4.1 Систематический анализ

В составе трех изученных флор на площади около 2 км² выявлено 455 видов высших растений (13,0% всей флоры Дагестана), относящихся к 257 родам (29,3%) и 80 семействам (48,5%) (таблица 1).

Таблица 1 – Состав главнейших систематических групп трех парциальных флор
Внутреннегорного Дагестана

Таксоны	Кол-во семейств	%	Кол-во родов	%	Кол-во видов	%
Северный склон (40 га). Грабовый лес						
Высшие споровые	2	4,3	2	2,1	4	3,5
Голосеменные	2	4,3	2	2,1	2	1,8
Покрывтосеменные	43	91,5	95	97,9	108	94,7
<i>Однодольные</i>	6	12,8	9	9,3	10	8,8
<i>Двудольные</i>	37	78,7	84	86,6	98	86,0
Итого:	47	100	97	100	114	100
Северо-восточный склон (80 га). Шибляково-фриганоидная растительность						
Высшие споровые	6	8,0	6	2,82	9	2,5
Голосеменные	3	4,0	3	1,4	4	1,1
Покрывтосеменные	66	88,0	204	95,8	347	97,5
<i>Однодольные</i>	8	10,8	25	11,7	39	11,0
<i>Двудольные</i>	58	77,3	179	84,0	308	86,5
Итого:	75	100	213	100	356	100
Юго-западный склон (80 га). Полупустынно-степная растительность						
Высшие споровые	-	-	-	-	-	-
Голосеменные	2	4,8	2	1,5	2	1,0
Покрывтосеменные	40	95,2	128	98,5	208	99,1
<i>Однодольные</i>	6	14,3	16	12,3	26	12,4
<i>Двудольные</i>	34	81,0	112	86,2	182	86,8
Итого:	42	100	130	100	210	100
Всего по склонам:	80	100	257	100	455	100

Наиболее богатой видами (356 видов) оказалась шибляково-фриганоидная растительность, произрастающая на северо-восточном склоне хребта Чакулабек. Далее идет полупустынно-степная растительность на юго-западном склоне хребта Дуцнабек (210 видов), в грабовом лесу на северном склоне этого же хребта представлено всего 114 видов. Общими для трех склонов являются 16 семейств, 22 рода и 27 видов. Общих видов выявлено больше (139 видов) между северо-восточным и юго-западным склонами разных хребтов, чем между юго-западным и северным склонами хребта Дуцнабек (32 вида).

Сходство изученных флор трех склонов очень низкое (коэффициент Сёренсена-Чекановского: СВ-С 0,34, С-ЮЗ 0,29 и СВ-ЮЗ 0,49), что обусловлено существенным отличием температурного и водного режима в связи с их экспозицией. Особенно значительны различия между флорами, произрастающими на двух смежных (С и ЮЗ) склонах хребта Дуцнабек.

Таксономический анализ трех флор показал, что самым многочисленным является семейство *Asteraceae* – 72 вида. Далее с большим отрывом идут *Fabaceae* – 35 видов, *Poaceae* – 31 вид, *Lamiaceae*, *Rosaceae* и *Brassicaceae* (по 29 видов). На долю первых 10 семейств, включая *Caryophyllaceae*, *Boraginaceae*, *Scrophulariaceae* и *Apiaceae*

приходится 266 видов, что составляет 58,21% от общего числа видов. Особенностью таксономического спектра трех парциальных флор является полное соответствие первой тройки типичному средиземноморскому спектру (Толмачев, 1986), где на первом месте семейство Asteraceae, на втором – Fabaceae, а затем – Poaceae.

Объединенный родовой коэффициент трех флор составляет 1,80; для шибляково-фриганоидной – 1,67, полупустынно-степной – 1,62, грабового леса – 1,18, последний показатель является очень низким.

Доминантами парциальных флор являются на северо-восточном деградированном склоне с обнаженными участками известняковых плит *Gypsophila tenuifolia*, на юго-западном склоне с среднеобломочным известняковым грунтом *Artemisia salsoloides* и на северном террасированном склоне *Carpinus caucasica*.

4.2 Географический анализ

Показано преобладание в флористическом составе склонов бореального геоэлемента – 215 видов (47,3%). Далее, также по трем склонам идут общеголарктические виды (114 видов), древнесредиземноморские (60 видов), связующие (48 видов), плюрирегиональные (10 видов) и адвентивные (8 видов) (рисунок 3). Среди бореальных элементов ведущее место занимают кавказские виды (71,6%), из которых примерно одинаковое количество общекавказских и эукавказских видов (соответственно 32,5 и 33,1%).

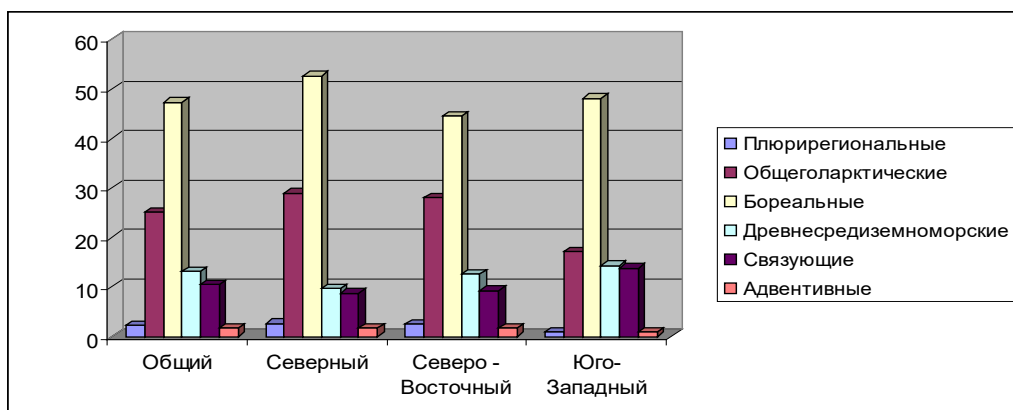


Рисунок 3 – Спектр геоэтипов парциальных флор Внутреннегорного Дагестана

С вычетом кавказских геоэлементов доля бореальной флоры снижается до 13,4%, что является отражением автохтонности флоры Внутреннегорного Дагестана.

4.3 Биоморфологический анализ

Во флористическом составе изученных хребтов подавляющее большинство составляют гемикриптофиты – 296 видов (65,0–68,1%) (таблица 2), что характерно и для всей умеренно-холодной зоны Голарктики.

На северном склоне на втором месте фанерофиты (23,01%), на третьем – криптофиты (4,43), представленные корневищными, клубневыми и луковичными растениями. Хамефитов и криптофитов мало. Богатство терофитов на северо-восточном склоне объясняется разнообразием биотопов, некоторым улучшением условий произрастания по сравнению со склоном южной солёности и, в связи с этим - увеличением общего видового богатства до 356 видов (210 и 114 видов на двух других склонах).

Однако при оценке проективного покрытия растений биоморфологических групп картина меняется. Площадь, занятая гемикриптофитами, снижается, хотя общая доля проективного покрытия, которая приходится на эту группу, остается высокой. Флора

северного склона всецело является лесной и здесь, естественно, господствуют фанерофиты.

Таблица 2 – Спектр жизненных форм по Раункиеру

№ пп	Жизненные формы (по Раункиеру)	Склоны							
		Все склоны		Северный		Сев.-Вост.		Юго-Зап.	
		Виды							
		число	%	число	%	число	%	число	%
1	Ph (фанерофиты)	46	10,1	26	22,8	36	10,1	19	9,1
2	Ch (хамефиты)	26	5,7	3	2,6	20	5,6	18	8,6
3	Hk (гемикриптофиты)	296	65,1	75	65,8	235	66,0	143	68,1
4	Kr (криптофиты)	18	4,0	5	4,4	12	3,4	5	2,4
5	Tr (терофиты)	69	15,2	5	4,4	53	14,9	25	11,9
Итого:		455	100	114	100	356	100	210	100

Распределение видов по способам размножения на всех трех склонах примерно одинаковое: семенами размножаются от 96,5 до 98,0%, апомиктически – от 3,5 до 4,2%, вегетативно надземными побегами – от 4,4 до 5,3%, вегетативно корневищем – от 18,6 до 26,6%.

Число видов, способных к размножению корневищем, оказалось намного выше, чем видов, распространение которых обеспечивается надземными побегами, что объясняется общей засушливостью территории Внутреннегорного Дагестана. Кроме того, из-за критической засушливости условий на юго-западном склоне не встречается группа споровых растений.

Всеми тремя способами (семенами, апомиксис, вегетативно) размножается *Bothriochloa ischaetum* (абсолютный доминант на юго-западном склоне). Семенами и надземными побегами размножается 21 вид. Семенами, корневищем и корневыми отпрысками размножаются 96 видов. Виды последней группы очень разнообразны как по экологии, так и по распространению. Генетически закрепленные способы размножения и их интенсивность позволяют растениям обеспечить себе преимущество при захвате новых, еще не освоенных деградированных территорий.

4.4 Флороценотический анализ

В составе флористических комплексов склонов выделены семь флороценотипов: полупустынный, степной, лесной, луговой, петрофильный, водный и сорный. Наиболее многочисленной является группа петрофитов (194 вида), которая сосредоточена на известняковых скальных обнажениях по гребню хребта Дуцнабек и Чакулабек.

Наиболее бедно представлена полупустынная группа (16 видов). Наличие водной растительности объясняется тем, что склоны хребтов Дуцнабек и Чакулабек разделяет река Сана со своей прибрежной водной растительностью и наличием выходов родников на северо-восточном склоне.

Особую группу (157 видов) составляют виды, отнесенные к фриганоидной нагорно-ксерофитной растительности – нагорноксерофитный флороценоэлемент. Из многолетних трав это *Androsace villosa*, *Astragalus alexandri*, *Galium brachyphyllum*, *Euphorbia virgata*, *Jurinea arachnoidea*, *Onobrychis petraea*, *Scabiosa gumbetica*. Среди них встречаются кустарнички, полукустарники и подушкообразные растения: *Astragalus fissuralis*, *Artemisia salsoloides*, *Fumana procumbens*, *Satureja subdentata*, *Thymus daghestanicus*, *Thymus collinus*, *Onobrychis cornuta*.

4.5 Фитосоциологический анализ

Всего в составе флор изученных хребтов выявлено 24 редких и исчезающих вида растений, занесенных в Красную книгу Дагестана, из которых 10 включены и в Красную книгу России (*Woodsia fragilis*, *Stipa pennata*, *Psathyrostachys daghestanica*, *P. rupestris*, *Allium gunibicum*, *Astragalus fissuralis*, *Hedysarum daghestanicum*, *Tanacetum akinfiewii*, *Iris timofejewii* и *Artemisia salsoloides*). На северо-восточном склоне обнаружено 14 видов (*Astragalus fissuralis*, *Woodsia fragilis*, *Allium gunibicum*, *Psephellus galushkoi*, *P. boissieri*, *Cheilanthes pteridioides*, *Gentiana grossheimii*, *Convolvulus ruprechtii*, *Stipa pennata*, *Campanula czerepanovii*, *C. daghestanica*, *Scutellaria daghestanica*, *S. granulosa* и *Helianthemum daghestanicum*) и юго-западном – 16 видов (*Iris timofejewii*, *Tanacetum akinfiewii*, *Silene chloropetala*, *Salsola daghestanica*, *Psathyrostachys daghestanica*, *P. rupestre*, *Hedysarum daghestanicum*, *Convolvulus ruprechtii*, *Stipa pennata*, *Campanula czerepanovii*, *C. daghestanica*, *Scutellaria daghestanica*, *S. granulosa*, *Helianthemum daghestanicum*, *Artemisia salsoloides*, *Sosnovskya ruprechtii*). На северном склоне в грабовом лесу из редких растений произрастает один лесной вид – *Lilium monadelphum*. **Общих для всех склонов редких видов не выявлено.** Для северо-восточного и юго-западного склонов общими являются 6 редких видов (*Convolvulus ruprechtii*, *Stipa pennata*, *Campanula czerepanovii*, *Campanula daghestanica*, *Scutellaria daghestanica* и *Scutellaria granulosa*).

Наибольшее число (16) редких видов на юго-западном склоне объясняется тем, что флора этого склона менее деградирована по сравнению с флорой северо-восточного склона и более соответствует типичной, уникальной нагорно-ксерофитной флоре Внутреннегорного Дагестана, описанной и оцененной еще Н.И. Кузнецовым. Флора Грабового леса не типична для Внутреннегорного Дагестана, является исключением для этой территории и отнесена к Памятникам природы Дагестана. Обнаруженный здесь редкий вид *Lilium monadelphum* характерен для смешанных березово-сосновых лесов субальпийского среднегорного Дагестана.

4.6 Анализ эндемизма

В составе флор склонов выявлено 28 эндемиков, относящихся к 15 семействам и 23 родам. **Общих для всех трёх склонов эндемичных видов не выявлено.** Отсутствие таковых на северном склоне и большое количество на юго-западном склоне (24,4% от общего количества по Дагестану) объясняется типичностью условий последнего с условиями всего Внутреннегорного Дагестана. Общими для северо-восточного и юго-западного склонов являются 11 эндемиков (*Medicago dagestanica*, *Scabiosa gumbetica*, *Convolvulus ruprechtii*, *Dianthus awarica*, *Satureja subdentata*, *Scutellaria granulosa*, *Campanula daghestanica*, *C. czerepanovii*, *Helianthemum daghestanicum*, *Scorzonera filifolia* и *Jurinea ruprechtii*).

В Красную книгу Республики Дагестан (Красная..., 2020) отнесены 24 эндемичных вида, из которых на изученных склонах встречаются 18 видов, а в Красную книгу РФ (Красная..., 2008), в свою очередь, из этого списка включены 6 видов: *Astragalus fissuralis*, *Allium gunibicum*, *Hedysarum daghestanicum*, *Iris timofejewii*, *Psathyrostachys daghestanica* и *Tanacetum akinfiewii*.

Таким образом, проведенный анализ эндемизма флоры, представленной на общей площади около 200 га, еще раз продемонстрировал, что **самобытные черты флоры Внутреннегорного Дагестана могут быть отражены во флоре малых территорий**, при условии тщательного подбора всего разнообразия биотопов с контрастными геоморфологическими, почвенными и климатическими условиями, растительность которых может быть идентифицирована как парциальная флора. Такой подход имеет

методологическое значение, так как выделение биотопов с контрастными условиями в качестве учетных единиц во флоре горных территорий, позволит экономить материальные и человеческие ресурсы и получить информацию, необходимую для решения поставленных задач.

ГЛАВА 5 ДЕМУТАЦИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ СКЛОНОВ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

5.1 Особенности демутации растительности на северо-восточном склоне хребта Чакулабек

Оползневые процессы на склоне связаны с близким залеганием от поверхности почвы известняковой плиты, вырубкой леса местным населением на хозяйственные нужды и интенсивной пастбищной нагрузкой. Растительность склона хребта Чакулабек отнесена к фриганоидному типу.

Для получения максимально объективной картины при интерпретации полученных результатов на склоне выделено десять различных биотопов. На таблице 3 видно, что оголенные участки составляют наибольшую долю от общей площади склона.

Таблица 3 – Разнообразие биотопов и их доля (%) от общей площади северо-восточного склона хребта Чакулабек

№	Биотопы	Высотная позиция на склоне			Средняя по склону, %
		нижняя, %	средняя, %	верхняя, %	
1	Приречные заливные участки	1,7	-	-	0,6
2	Природниковые луговые участки	5,2	-	-	1,7
3	Пологие террасные участки	6,5	7,3	8,6	7,5
4	Осыпные овражные участки	-	0,4	0,5	0,3
5	Конусы выноса галечников	-	0,3	0,3	0,2
6	Ложбины временного водостока	6,3	16,8	24,3	15,8
7	Межложбинные выпуклости	8,8	21,4	30,4	20,2
8	Узкие гребневидные выпуклости	1,5	6,3	3,7	3,8
9	Шлейфы из щебня	1,3	3,5	3,4	2,7
10	Оголенные известняковые плиты	68,7	44,0	28,8	47,2
Всего		100,0	100,0	100,0	100,0

В настоящее время на оголенных участках происходит биотическая трансформация растительными группировками собственной среды обитания, формирование почвы и восстановление (демутация) первичного сообщества.

Из 265 видов высших растений на участках, недоступных для выпаса скота, преобладают в основном бобовые (28 видов) и злаковые (23 вида). На послеоползневых эродированных участках больше сложноцветных (33 вида), также появились адвентивные виды, произошло увеличение проективного покрытия последних. Пионерными видами каменных плит оказались: *Gypsophila tenuifolia*, *Scabiosa gumbetica*, *Fumana procumbens*, *Thymus daghestanicus* и *Astragalus fissuralis*. Такие виды, в результате своей жизнедеятельности создающие условия для произрастания в последующем других видов, называются депрессивными эдификаторами.

Наиболее константными с относительно высокими показателями проективного покрытия оказались виды: *Gypsophila tenuifolia* и *Juniperus oblonga* – встречаемость по 80 %, а *Elytrigia gracillima*, *Salvia canescens*, *Salvia verticillata*, *Scorzonera filifolia* – по 60 %.

Имея высокую встречаемость, такие виды, как *Spiraea hypericifolia* L., *Salvia verticillata*, *Potentilla erecta*, *Scabiosa gumbetica* (эндемик Дагестана), на данном этапе играют незначительную роль в восстановительном процессе. В результате жизнедеятельности некоторых из них, особенно *G. tenuifolia* и *S. filifolia*, формируются «подушки», которые являются, на наш взгляд, элементами, запускающими механизм зарастания и восстановления биотического преобразования по типу «память» (Миркин и др., 2000).

При этом преобразование и освоение оголенных известняковых плит происходит путем постепенного накопления почвенного слоя под подушкообразной надземной частью *G. tenuifolia* и *S. filifolia* и последующего слияния этих «подушек» по всему склону. В конечном счете при полном смыкании нарастающих подушковидных образований функциональные депрессивные эдификаторы отмирают, сообщества из стадии гамады переходят в новую стадию сукцессионного процесса – стадию фриганы.

Регрессионный анализ выявил некоторое снижение ($r = -0,17$) видового богатства на единицу площади «подушек» *G. tenuifolia* при возрастании их размеров и увеличение при этом общего видового разнообразия ($r = 0,48$) (рисунок 4).

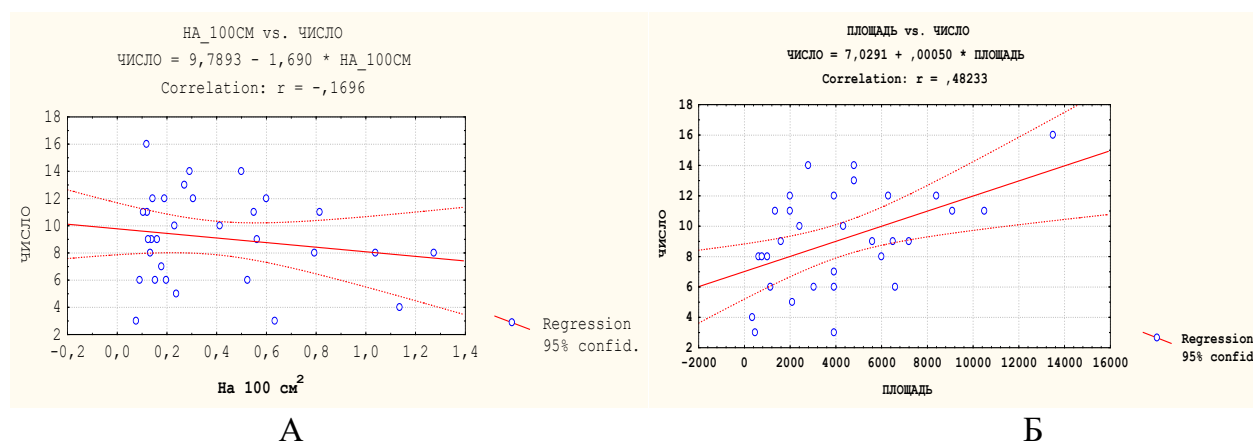


Рисунок 4 – Уменьшение числа видов на единицу площади (А) и увеличение общего флористического богатства «подушек» (Б) качима тонколистного при их старении

Таким образом, подтверждено предположение о средообразующей, эдификаторной роли петрофитов с подушкообразной жизненной формой на известняковых оголенных плитах горных хребтов Внутреннегорного Дагестана.

5.2 Смена древесных доминантов при демутации на северо-восточном склоне хребта Чакулабек

На исследованном склоне наиболее распространенными из древесных видов являются *Juniperus oblonga* и *Pinus kochiana*. При первичном обследовании склона нами выявлено угнетенное состояние кустов *J. oblonga* и их пораженность полупаразитом *Arceuthobium oxycedri* при хорошем состоянии других кустарников.

Первоначально было выдвинуто предположение, что причиной угнетенного состояния популяции можжевельника является массовое их поражение *A. oxycedri*. Однако дальнейшие исследования показали, что состояние кустов можжевельника напрямую не зависит от пораженности их *A. oxycedri*. Обнаружено, что пораженность можжевельника по склону явно усиливается при возрастании числа особей *P. kochiana* в сообществе (таблица 4).

Степень пораженности кустов можжевельника арцеутобиумом имеет линейную положительную зависимость от размеров первого и не связана с условиями их произрастания (рисунок 5).

Таблица 4 – Состояние и пораженность арцеутобиумом кустов можжевельника вдоль северо-восточного склона хребта Чакулабек в % ($N = 100$)

Группировки кустов	Участки по склону		
	нижний	средний	верхний
Всех возрастов	37	48	15
Молодые	52	41	7
Мужские	22	14	7
Женские	25	23	21
Пол не определяется	53	63	72
Здоровые	27	19	6
Полусухие	45	48	43
Сухие	28	33	51
Пораженные арцеутобиумом	63	77	92
Плотность произрастания сосны	1	16	83

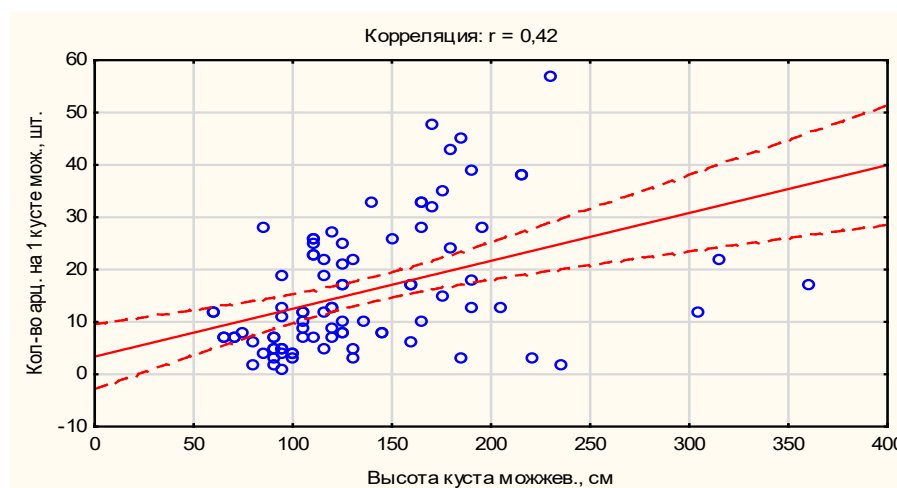


Рисунок 5 – Зависимость числа растений *A. oxycedri* от высоты кустов *J. oblonga*

Одновременно с высотой по склону биометрические показатели уменьшаются не только кустов *J. oblonga*, но и *A. oxycedri*, что объясняется взаимозависимым характером отношений между этими двумя видами.

Положительная связь биометрических показателей арцеутобиума и можжевельника мы объясняем поражением кустов последнего в раннем возрасте, т.е. рост и развитие арцеутобиума происходят одновременно с ростом и развитием можжевельника. Единовременное и массовое поражение еще молодых кустов можжевельника может быть связано с общим снижением защитных механизмов, в том числе со слабым развитием покровных тканей и наличием микротрещин на коре. И, наконец, увеличение числа особей *A. oxycedri* на кустах можжевельника приводит ($r_{xy} - 0,47$; $-0,45$ соответственно) к общему снижению виталитета обоих видов.

Для выявления роли *Pinus kochiana* в восстановлении нарушенного склона проведено исследование ценопопуляции этого вида. Количество молодых особей *P. kochiana* за последние десятилетия на склоне резко увеличивалось. При этом большинство из них имеет возраст 15–20 лет (рисунок 6). Анализ соотношения возрастных групп позволяет полагать, что массовое распространение сосны началось на склоне 30–35 лет назад.

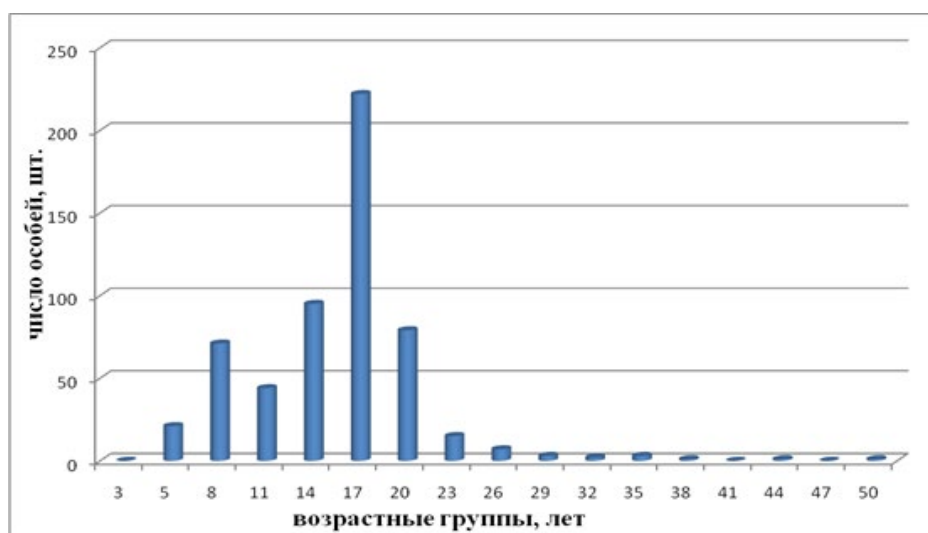


Рисунок 6 – Распределение частот по признаку «возраст деревьев» *Pinus kochiana*, произрастающих на северо-восточном склоне отрога хребта Чакулабек

Результаты изучения структуры ценопопуляции *J. oblonga* в зависимости от пораженности *A. oxycedri* и массовое заселение склона растениями *P. kochiana* показывают, что на исследованном склоне наблюдается неблагоприятное воздействие на растения можжевельника не только полупаразита, но и будущего доминанта – растений сосны. Угнетенное состояние растений *J. oblonga* при этом наблюдается на фоне хорошего состояния других кустарниковых и травянистых растений. Полупаразит арцеутобиум поселяется и развивается на функционально подавленных сосной растениях можжевельника и его массовое распространение является следствием, а не причиной деградации популяций можжевельника.

5.3 Характеристика популяций *Artemisia salsoloides* как доминанта южного склона хребта Дуцнабек

В сообществах с участием *A. salsoloides* выявлено 103 вида цветковых растений, из которых 16 относятся к древесным растениям. Из древесно-кустарниковых видов наиболее часто встречаются *Onobrychis cornuta*, *Cerasus incana* и *Thymus daghestanicus*, которые и определяют аспективность территории в разные сезоны года.

Из травянистых видов постоянны и наиболее обильны *Galium brachyphyllum*, *Salvia canescens*, *Teucrium polium*, из которых *S. canescens* имеет более высокие показатели покрытия. Виды *Satureja subdentata*, *Helianthemum daghestanicum*, *Anthemis fruticulosa*, *Ephedra procera*, *Helianthemum nummularium* встречаются несколько реже (27 и 67%). Помимо *A. salsoloides*, высокая плотность популяций характерна для видов *S. subdentata* и *T. daghestanicus*.

Сравнительная оценка морфометрических признаков растений *Artemisia salsoloides* показала некоторое снижение их значений вверх по склону, одновременное снижение их вариативности и значительное увеличение расстояния между кустами. Более высокие показатели развития вегетативной и генеративной частей побегов имеют растения цудахарской популяции.

Сделана попытка оценки возрастного состава популяций *A. salsoloides* на основе особенностей биоморфологической конструкции кустов. Показано, что распределение частот индексных показателей формы кустов, лучше соответствует реальному соотношению возрастных групп в изученных популяциях.

Отсутствие проростков в популяции при обильном плодоношении особей и

высокой жизнеспособности их семян объяснено особыми требованиями растений этого вида к мелкообломочной структуре субстрата и определенной ритмичностью формирования на склонах гор участков с мелкообломочным грунтом под воздействием климатических факторов при наличии известняковых обнажений.

5.4 Особенности гипсометрии и флора северного склона хребта Дуцнабек

«Грабовая роща» является уникальным монодоминантным комплексом и представляет собой систему террас. Общая площадь лесного массива составляет 15 га. Сомкнутость крон древесного яруса 80–85%. Проективное покрытие травянистого яруса здесь сильно колеблется: от мертвопокровного до 60%.

Деревья и кустарники в грабовой роще представлены 27 видами (23,9%), а травянистые растения – 86 видами (76,1%).

Отсутствие здесь видов, включенных в Красную книгу Дагестана, и эндемичных видов высших растений Дагестана, широко представленных на ближайших участках, определяет специфику данной территории.

По элементам гипсометрического профиля склона экологические группы растений имеют следующее распределение: мезофиты приурочены к площадке; ксерофиты приурочены к бровке (таблица 5).

Таблица 5 – Соотношение экологических групп видов по элементам гипсометрического профиля в памятнике природы «Грабовая роща» (%)

Экологические группы	Площадка	Тыловой шов	Уступ	Бровка
ксерофиты	7,7	0	6,4	84,8
мезофиты	92,3	100	85,5	9,1
ксеро-мезофиты	0	0	8,1	6,1
Все виды	15,5	3,2	68,2	13,1
Распределение по видам				
<i>Carpinus caucasica</i>	23,1	5,1	71,8	0,0
Остальные виды	3,1	0	62,5	34,4

Преобладание в древесно-кустарниковой растительности мезофитов (мезофиты – 54%, ксерофиты – 33%, ксеро-мезофиты – 13%) в аридных условиях Внутреннегорного Дагестана и определяет уникальность памятника природы.

ГЛАВА 6 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФЛОРЫ НА ОТКОСАХ АВТОДОРОГ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

6.1 Флора откосов автодороги на хребте Чонкатау Предгорного Дагестана

Флористическое различие придорожных откосов связано здесь, прежде всего, не с экспозицией склона, а с механическим составом субстрата. В последнем случае, видимо, структура сланцевого грунта способствует большему накоплению и сохранению влаги, что и определяет существенное различие.

В целом, к 2018 году на четырех пробных площадях (ПП) видовое богатство составило 117 видов. Более высокую встречаемость за все годы – выше 60 % - имели *Elytrigia gracillima*, *Teucrium polium*, *Cirsium echinus*, *Pimpinella saxifraga*, *Artemisia taurica* (таблица 6).

На основе результатов десятилетних наблюдений сделано заключение о том, что на откосах автодорог хребта Чонкатау Предгорного Дагестана за этот период не произошло полное восстановление растительности. О завершении демуляции растительности здесь можно говорить только после закрепления на откосах характерной для окрестностей древесной флоры.

Таблица 6 – Проективное покрытие и встречаемость некоторых видов на откосах автодороги хр. Чонкатау

Высота над ур. м.	722	763	763	727	Проект ивное покрыт ие, %	Встреча емость, %
Экспозиция склона	СЗ	Ю	ЮЗ	ЮВ		
Крутизна откоса	40	40	55	50		
Субстрат	ми	сс	ки	ми		
Проективное покрытие, %						
<i>Elytrigia gracillima</i>	–	2,1	0,9	1,0	1,1	77,8
<i>Teucrium polium</i>	1,8	0,1	0,1	0,1	0,4	77,8
<i>Cirsium echinus</i>	7,3	4,6	1,0	0,1	2,6	66,7
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1,5	0,7	0,3	0,5	0,6	66,7
<i>Artemisia taurica</i>	–	1,8	3,2	24,4	7,7	66,7
<i>Artemisia absinthium</i>	–	1,1	3,0	–	1,1	55,6
<i>Bupleurum polyphyllum</i>	0,8	1,4	0,6	–	0,7	55,6
<i>Astrodaucus orientalis</i>	0,7	0,7	0,3	0,4	0,5	55,6
<i>Galium brachyphyllum</i>	–	–	0,8	2,0	0,7	50
<i>Calamagrostis caucasica</i>	4,7	–	17	9	8	50
<i>Cichorium intybus</i>	–	0,5	0,7	–	0,3	44,4

Примечание. Ми – мелкообломочный известняк, сс – сыпучий сланец, ки – крупнообломочный известняк.

6.2 Флора откосов автодороги на Нарат-тубинском хребте Предгорного Дагестана

Вдоль автодороги были заложены десять ПП с высотными отметками от 256 до 515 м над уровнем моря. Крутизна склонов откосов составляет 40–50°.

За первый год после завершения дорожно-ремонтных работ на всех ПП выявлено 17 видов. Из них 20,4 % приходится на вегетативно размножающиеся виды (*Cynanchum acutum*, *Phragmites australis*, *Capparis herbacea*, *Cynodon dactylon*, *Ulmus parvifolia*). На второй год флора обрастания обогатилась значительно (81 вид). Общее число видов увеличилось почти в пять раз за счет однолетних видов – эксплерентов (65,4 %). Доля многолетников снизилась с 41,1 до 34,5 %, что характерно для начального этапа первичной сукцессии обнажений (рисунок 7).

На ПП 2 и 7 растения отсутствуют, что связано с подвижностью грунта изсыпучего сланца. В целом на площадках, расположенных на северном макросклоне, число видов больше, чем на южном макросклоне, особенно на ПП 8, 9, 10 с глинистым грунтом (24, 29 и 30 видов соответственно - таблица 7).

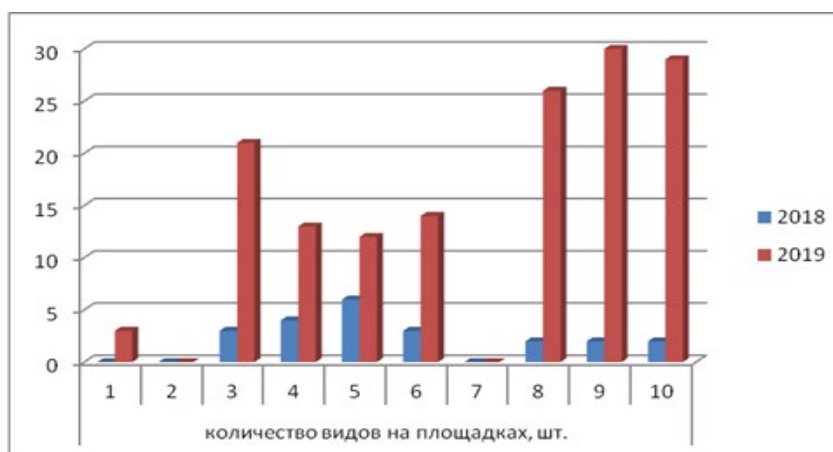


Рисунок 7 – Изменение флористического богатства за 2019 г. на выемочных и насыпных откосах автодороги «Нарат-тубинский перевал» Предгорного Дагестана

Таблица 7 – Некоторые обобщенные показатели обрастания откосов автодороги «Нарат-тубинский перевал» за 2018-2019 гг.

Показатели	Нумерация площадок по склонам										Сумма видов на площадках		
	южный макросклон					северный макросклон					все го	непо втор яющ ихся	повт оря ющи хся
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	микросклоны												
	ю	ю	ю	ю	ю	в	в	в	в	с			
	материнская порода												
	гл	сл	гл сл	гл сл	гл сл	сл	сл	суг л	суг л	гл пес			
Видов на ПП 2019 г.	3	0	22	13	12	14	0	24	30	29	147	81	66
Доля от общего числа, %	2,1	0	14, 9	8,8	8,2	9,5	0	16, 3	20, 4	19,7	100	55,1	44,9
Многолетники	2	0	10	7	7	6	0	6	7	11	56	28	28
Двулетники	0	0	2	2	1	1	0	1	7	3	17	6	9
Однолетники	1	0	10	4	4	5	0	17	16	15	72	53	19
Видов на ПП 2018 г.	0	0	3	4	6	3	0	2	2	2	22	17	5
Коэф. Жаккара (Kj)	0,22 – по макросклона м (Ю, С)			0,12 – по годам			0,16 – по годам, откосы южного склона			0,08 – по годам, откосы северного склона			

Примечание. сл- сланец, гл- глина, пес- песок, сугл- суглинок

В целом по флористическому составу сходство между изученными ПП низкое. Самым низким оказалось сходство между ПП, заложенными на откосах северного макросклона (Kj 0,08).

Факторами сближения флор ПП являются климатические условия макросклонов (южный и северный), тип субстрата откосов (сланец, глина и др.) и изменение почвенных условий в зависимости от высоты над уровнем моря. В дальнейшем различия видового состава ПП будут зависеть и от близости природных растительных сообществ (лес, шибляк, луг, степь), экологических (ксерофильность/мезофильность) и биологических (семенная продуктивность, жизнеспособность семян) характеристик видов этих сообществ.

6.3 Сравнительная оценка обрастания откосов автодорог Горного Дагестана

Описание обрастания откосов автодорог во Внутреннегорном Дагестане проведено по маршруту Шамилькала–Ботлих на высотах от 400 до 1145 м над ур. м. Крутизна откосов составляла 35–80°.

Проективное покрытие растений на ПП варьировало от 6,1 до 61,3 % и составило с крутизной склона значимую отрицательную корреляцию ($r = -0.53$) (рисунок 8).

На большинстве ПП встречается вид – *Parietaria judaica*. Виды *Onobrychis cornuta*, *Gypsophila capitata* встречаются на четырех из девяти площадках – 44 %. Встречаемость видов *Salvia canescens*, *Botriochloa ischaemum*, *Setaria viridis*, *Crepis sonchifolia*, *Myosotis sparsiflora*, *Clematis orientalis* по 33 %. Вид *Salvia canescens* можно считать индикатором нарушенности склонов Внутреннегорного Дагестана.

Кластерный анализ показал специфичность флоры обрастания откосов автодорог Предгорного и Внутреннегорного Дагестана.

Изучение обрастания откосов автодорог Высокогорного Дагестана проведено на склонах Нукатлинского и Богосского хребтов вдоль трассы Тлярата–Камилух на

высотах до 2500 м н.у.м. Здесь встречаются совершенно другие и явно однотипные группировки с преобладанием всего трех видов – *Crepis caucasigena*, *Rumex scutatus* и *Cirsium argillosum*.

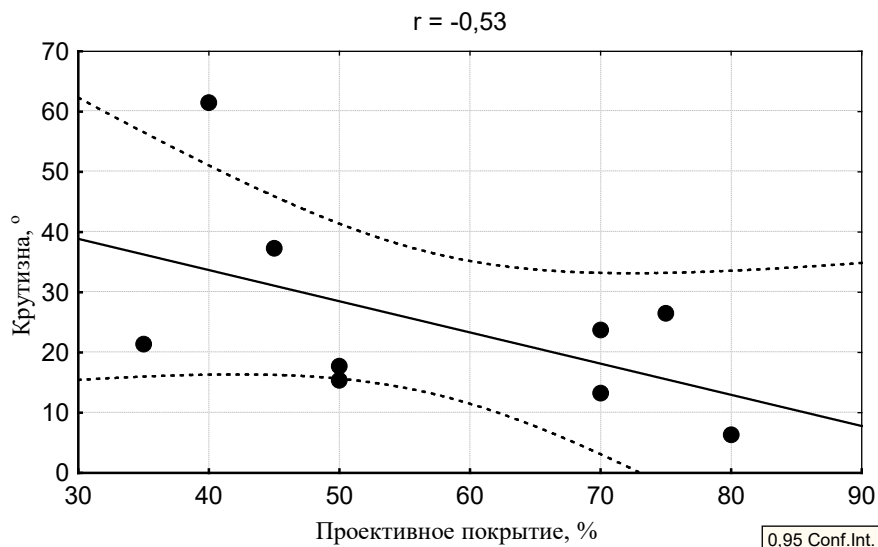


Рисунок 8 – Проективное покрытие геоботанических площадок в зависимости от крутизны выемочных откосов автодорог Внутреннегорного Дагестана

На придорожных откосах Предгорного, Внутреннегорного и Высокогорного Дагестана обнаружено всего 159 видов высших растений, из них только 14 имеют общее для трех территорий распространение. При этом с высотой над уровнем моря наблюдается уменьшение видового богатства ($r = -0,72$).

При объединении описаний ПП сохранили наибольшее участие в обрастании виды *Cirsium echinus*, *Crepis sonchifolia*, *Elytrigia gracillima*. Участие других видов Предгорного (*Teucrium polium*, *Artemisia taurica*, *Pimpinella saxifraga*) и Внутреннегорного Дагестана (*Parietaria judaica*, *Onobrychis cornuta*) снизилось.

Результаты многомерного шкалирования показали значительный разброс в пространстве описаний ПП как по первому, так и по второму фактору. При этом первый фактор отражает состав геологической породы грунта, а второй – его гранулометрический состав. Высота над уровнем моря здесь никак не интерпретируется (рисунок 9).

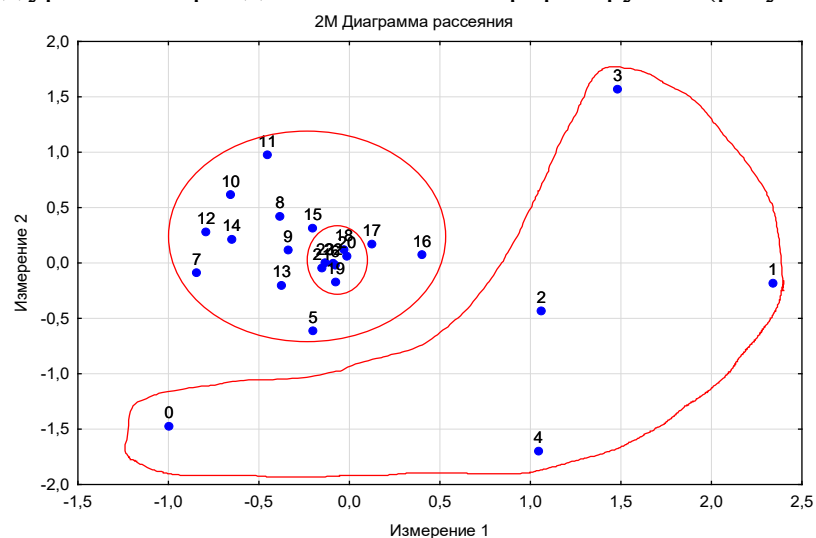


Рисунок 9 – Объединенное факторное распределение геоботанических описаний ПП откосов автодорог Горного Дагестана

Полученные (2009–2019 гг.) данные показывают, что основным фактором, определяющим различие видового состава растительных группировок и интенсивность протекания восстановительных процессов на оползневых обнажениях склонов и на откосах автодорог, является механический состав грунтов.

Приведенные примеры показывают, что с позиции биоинженерных подходов в закреплении откосов автодорог на первоначальном этапе важен подбор видов-эксплерентов, соответствующих определенным условиям грунта, экспозиции склона и высоты над уровнем моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам многолетних исследований (2008–2021 гг.) показано значение геоморфологических особенностей и экспозиций склонов хребтов в условиях Внутреннегорного Дагестана для формирования обособленных растительных группировок независимо от возраста и состава геологических пород, выявлены механизмы восстановления растительного покрова на деградированных известняковых плитах с приведением роли видов-эдификаторов, установлена последовательность смены доминантов при изменении режима использования территории и переход сообщества из стадии гамады в стадию фриганы, оценены последствия разрушения растительных сообществ при строительстве автодорог в горных условиях, выявлены этапы и продолжительность формирования растительных группировок на насыпных и выемочных откосах, обоснована необходимость разработки методики применения биоинженерных подходов для стабилизации негативных гравитационных и эрозионных процессов, разработан и рекомендован перечень перспективных декоративных и почвозакрепляющих видов из местной флоры для придорожных откосов.

1. На смежных склонах хребтов Чакулабек и Дуцнабек Внутреннегорного Дагестана на площади около 2 км² выявлены особенности дифференциации флоры в зависимости от геоморфологической структуры территории. Показано, что низкое сходство видового состава склонов ($K_{св-с}$ 0,35, $K_{с-юв}$ 0,29 и $K_{св-ю-з}$ 0,49) обусловлено различием их экспозиций. Проведенный флористический анализ выявил 455 видов высших растений (13,0% всей флоры Дагестана). При этом на склоне северо-восточной экспозиции распространена шибляково-фриганоидная растительность (74 семейства, 162 родов и 355 видов), на юго-западном склоне – сухостепная растительность с 211 видами, 131 родами и 44 семействами. На северном склоне произрастает грабовый лес, включающий 144 вида, 97 рода и 47 семейств.

2. На деградированных северо-восточных склонах Внутреннегорного Дагестана при снижении негативного антропогенного воздействия происходит смена сообществ с доминированием *Juniperus oblonga* на сообщества с доминированием *Pinus kochiana*. Аридные редколесья с доминированием можжевельника формируются здесь в результате антропогенного сведения ранее существовавших сосновых лесов, являющихся климаксовыми сообществами этих фаций. При этом угнетение растений можжевельника происходит в том числе и в результате массового поражения полупаразитом арцеутобиум.

3. На известняковых оголенных плитах горных хребтов Внутреннегорного Дагестана подтверждена средообразующая, эдификаторная роль петрофитов с подушкообразной жизненной формой. Демутация растительности здесь происходит путем постепенного накопления почвенного слоя под подушкообразными надземными частями видов *Gypsophila tenuifolia* и *Scorzonera filifolia* и последующего слияния этих «подушек». В конечном счете, при полном смыкании подушковидных образований

функциональные депрессивные эдификаторы отмирают, сообщества из стадии гамады переходят в новую стадию сукцессионного процесса – стадию фриганы. Значение и масштабы этих процессов для восстановления эродированных склонов Внутреннегорного Дагестана в настоящее время изучены не до конца.

4. Впервые на откосах автодорог Предгорного, Внутреннегорного и Высокогорного Дагестана изучена пионерная флора. Показано, что восстановление флоры происходит за счет остатков корневищ вегетативно размножающихся многолетников (до 17 видов), на 3-й год число видов увеличивается многократно за счет однолетников-эксплерентов (159 видов). На 5-й год состав флоры стабилизируется, число однолетников снижается, доля многолетних травянистых растений увеличивается. При этом в зависимости от климатических условий макросклонов, типа субстрата, близости природных растительных сообществ, жизнеспособности семян видовой состав меняется значительно. С высотой над уровнем моря на откосах видовое богатство снижается ($r = -0,72$) при относительной неизменности общего проективного покрытия ($r = -0,39$).

5. Завершен подбор перспективных видов растений для целей рекультивации. Собрана информация о биологии и экологии видов растений, оценена успешность их произрастания в придорожных экосистемах. Работа по применению биоинженерных подходов для восстановления растительности на откосах автодорог проводится нами впервые и будет продолжена в условиях Предгорного, Внутреннегорного и Высокогорного Дагестана.

6. На территории Горного Дагестана выявлены три крупные географически изолированные популяции *A. salsoloides*: губденская, цудахарская и ботлихская. В сообществах с доминированием *A. salsoloides* выявлено 103 вида цветковых растений. Выведены индексы формы кустов, количественно отражающие смену возрастных состояний и реальное соотношение возрастных групп в изученных популяциях этого вида. Оценены особые требования растений этого вида к мелкообломочной структуре субстрата и факторы, определяющие формирование на деградированных склонах гор таких участков под воздействием климатических факторов при наличии известняковых обнажений.

7. В памятнике природы «Грабовая роща» хребта Дуцнабек выявлены закономерности распространения доминанта *Carpinus caucasica* на различных элементах гипсометрического профиля склона, и связь биоморфологических параметров вида со специфичностью участков террас по плодородию и влажности почвы. Показана уникальность монодоминантного комплекса, образованного *Carpinus betulus* и необходимость его детального дальнейшего исследования.

РЕКОМЕНДАЦИИ НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ И ПОЧВОЗАКРЕПЛЯЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОТКОСОВ АВТОДОРОГ

Работа по применению биоинженерных подходов для восстановления растительности на откосах автодорог проведена нами впервые и позволила выбрать наиболее перспективные виды для условий Предгорного, Внутреннегорного и Высокогорного Дагестана. Данные по биологии и экологии пионерных видов могут быть использованы при разработке биоинженерных технологий на откосах разных экспозиций и механического состава, данные по оценке популяций редких видов имеют фитосозологическое значение.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Перечень статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Маллалиев, М.М. Некоторые итоги геоботанических исследований памятника природы «Грабовая роща» во Внутреннегорном Дагестане / М.М. Маллалиев, Г.А. Садыкова // Известия

- Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1 (5). – С. 1313–1315.
2. Асадулаев, З.М. Флористические и структурные особенности пионерных и демутиационных сообществ нарушенных известняковых склонов Дагестана / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев**, Г.А. Садыкова // Вестник Дагестанского научного центра РАН. – 2013. – № 51. – С. 80–85.
3. Асадулаев, З.М. Экологические группировки видов растений откосов автодорог Горного Дагестана / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев**, Г.А. Садыкова // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биол. – 2016. – Т. 121. – № 1. – С. 69–75.
4. Асадулаев, З.М. Состояние популяции *Juniperus communis subsp. oblonga* Bieb. в зависимости от распространения полупаразита *Arceuthobium oxycedri* (DC.) Bieb. и совместного произрастания с *Pinus kochiana* Klotzsch в условиях Внутреннегорного Дагестана / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев**, Г.А. Садыкова, З.Р. Рамазанова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 19. – №2 (3). – С. 406–411.

Входящие в международную базу данных Scopus и WOS

5. Gasanov, G.N. Floristic composition and productivity of mountain pastures of Dagestan / G.N. Gasanov, Sh.K. Salikhov, N.I. Ramazanova, T.A. Asvarova, K.M. Hajiyev, R.R. Bashirov, A.S. Abdulaeva, Z.N. Akhmedova, K.B. Gimbatova, Zh.O. Shaikhalova, V.V. Semenova, R.Z. Usmanov, **M.M. Mallaliev**, A.A. Aytemirov, M.R. Musaev, N.R. Magomedov // Ponte. – 2017. – Vol. 73. – No. 10. – P. 185–198.
6. **Маллалиев, М.М.** Новые виды сосудистых растений для флоры Дагестана и России / М.М. Маллалиев, М.Д. Залибеков // Ботанический журнал. – 2018. – Т. 103. – № 1. – С. 122–124.
7. Гасанов, Г.Н. О динамике травянистых растительных сообществ (Горный Дагестан) / Г.Н. Гасанов, Ш.К. Салихов, Н.И. Рамазанова, К.М. Гаджиев, **М.М. Маллалиев** // Ботанический журнал. – 2018. – Т. 103. – № 9. – С. 1152–1164.
8. Хабибов, А.Д. Роль режима использования экосистемы в структуре изменчивости некоторых элементов семенной продуктивности эндемика Дагестана – Астралагала щельного / А.Д. Хабибов, **М.М. Маллалиев** // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26. – № 3 (84). – С. 59–70.
9. Verkhovzina, A.V. Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 2 / A.V. Verkhovzina, O.A. Chernysheva, A.L. Ebel, A.S. Erst, N.V. Dorofeev, V.I. Dorofeyev, A.V. Grebenjuk, A.Ya. Grigorjevskaja, Z.A. Guseinova, A.V. Ivanova, A.A. Khapugin, A.Yu. Korolyuk, K.A. Korznikov, I.V. Kuzmin, **M.M. Mallaliev**, V.V. Murashko, R.A. Murtazaliev, K.B. Popova, I.N. Safronova, S.V. Saksonov, L.I. Sarajeva, S.A. Senator, V.I. Troshkina, V.M. Vasjukov, W. Wang, K. Xiang, E.G. Zibzeev, D.V. Zolotov, E.Yu. Zyкова, D.A. Krivenko // Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation. – 2020. – Vol. 9. – No. 1. – P. 139–154.
10. Асадулаев, З.М. Группировки пионерной растительности и некоторые подходы к искусственному обрастанию откосов автодорог Предгорного Дагестана / З.М. Асадулаев, Г.А. Садыкова, **М.М. Маллалиев** [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15. – № 2. – С. 61–77.

Монографии

11. Асадулаев, З.М. Флора эродированных склонов и откосов автодорог Горного Дагестана / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев**, Г.А. Садыкова. – Махачкала: Издательство ДГУ, 2020. – 145 с.

Научные статьи в рецензируемых научных журналах и сборниках

12. **Маллалиев, М.М.** Предварительный таксономический состав флоры аридных известняковых склонов хребта Чакулабек / М.М. Маллалиев, З.М. Асадулаев // Биологическое разнообразие Кавказа: Сб. матер. XII Междунар. конф. (Махачкала, 4–7 ноября). – Махачкала, 2010. – С. 173–175.
13. **Маллалиев, М.М.** Возрастная и виталитетная структура ценопопуляции *Pinus kochiana* на эродированном известняковом склоне Внутреннегорного Дагестана (Цудахар) / М.М. Маллалиев, З.М. Асадулаев // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: Сб. матер. XIV Междунар. конф., посвящ. 70-летию со дня рождения Гайирбега Магомедовича Абдурахманова (Махачкала, 7–9 ноября). – 2012. – С. 323–324.
14. **Маллалиев, М.М.** Систематический анализ флоры памятника природы «Грабовая роща» / М.М. Маллалиев, З.М. Асадулаев // Труды Дагестанского отделения РБО. – Махачкала: АЛЕФ, 2013. – Вып 2. – С. 99–101.

15. **Маллалиев, М.М.** Соляные и эдафические особенности дифференциации парциальных флор Внутреннегорного Дагестана / М.М. Маллалиев, З.М. Асадулаев // Сравнительная флористика: анализ видового разнообразия растений. Проблемы. Перспективы. «Толмачовские чтения»: Сб. матер. X Междунар. школы-семинара. – Краснодар, 2014. – С. 186–187.
16. Асадулаев, З.М. Экологическая характеристика условий произрастания и структура популяций *Artemisia salsoloides* в Дагестане / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев** // Ботанический вестник Северного Кавказа. – 2015. – Т. 1. – С. 18–29.
17. Гасанов, Г.Н. Экологические условия речных долин горного Дагестана и продуктивность фитоценозов / Г.Н. Гасанов, Н.И. Рамазанова, К.М. Гаджиев, К.Б. Гимбатова, Р.Р. Баширов, **М.М. Маллалиев** // Эколого-экономический потенциал экосистем Северо-Кавказского федерального округа, причины современного состояния и вероятные пути устойчивого развития социоприродного комплекса: Сб. матер. Всеросс. форума с междунар. участием (24–27 сентября). – Махачкала. – 2015. – С. 148–151.
18. Гасанов, Г.Н. О динамике гидротермических условий по экспозициям склонов и продуктивность горно-долинных почв Цудахарской экспериментальной базы Горного ботанического сада ДНЦ РАН / Г.Н. Гасанов, Н.И. Рамазанова, К.М. Гаджиев, К.Б. Гимбатова, Р.Р. Баширов, **М.М. Маллалиев** // Почвенные ресурсы и проблемы продовольственной безопасности: Сб. трудов Всеросс. конф. (4–6 декабря). – Махачкала: ПИБР ДНЦ РАН, 2015. – С. 44–49.
19. Асадулаев, З.М. Распространение *Arceuthobium oxycedri* (DC.) Bieb. на *Juniperus oblonga* Bieb. в условиях Дагестана / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев** // Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы: Сб. Междунар. конф. посвящ. 70-летию Центрального сибирского ботанического сада (Новосибирск, 1–8 августа). – Новосибирск, 2016. – С. 17–19.
20. Асадулаев, З.М. Распространение и вредоносность полупаразита арцеутобиума можжевельникового (*Arceuthobium oxycedri* (DC.) Bieb.) на можжевельнике продолговатом (*Juniperus oblonga* Bieb.) в Дагестане / З.М. Асадулаев, **М.М. Маллалиев**, Г.А. Садыкова // Вестник Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 62. – С. 9–14.
21. **Маллалиев, М.М.** Сравнительный анализ парциальных флор Внутреннегорного Дагестана / **М.М. Маллалиев**, З.М. Асадулаев // Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции: Сб. матер. Всероссийск. конф. (Махачкала, 18–23 июня). – Т. 1. – Махачкала: АЛЕФ. – 2018. – С. 158–160.
22. **Маллалиев, М.М.** Геологическое строение и некоторые особенности зарастания окрестностей Цудахарской экспериментальной базы Горного ботанического сада ДФИЦ РАН / М.М. Маллалиев, Д.Б. Гуляев // Ботанический Вестник Северного Кавказа. – 2019. – № 4. – С. 64–78.
23. **Маллалиев, М.М.** Новые чужеродные виды для флоры Дагестана / М.М. Маллалиев, Р.А. Муртазалиев // Ботанический Вестник Северного Кавказа. – 2023. – № 1. – С. 30–37.
24. **Маллалиев, М.М.** О некоторых новых адвентивных видах для флоры Дагестана / М.М. Маллалиев // Ботанический Вестник Северного Кавказа. – 2023. – № 2. – С. 25–32.