**Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Эколого-биологический центр» Министерства просвещения, науки и по делам молодежи Кабардино-Балкарской республики**

«Ботаника и экология растений»

Объединение «Изучение особенностей произрастания сфагновых мхов и рододендрона кавказского»

Учебно - исследовательская работа на тему:

**Изучение особенностей совместного произрастания сфагновых мхов и рододендрона кавказского»**

**Выполнил:**

Джуртубаев Мухамад Юсуфович

уч-к 10 класса МБОУ «СОШ №33»

ГБУ ДО «ЭБЦ»

**Руководитель:**

Моллаева Аминат Бузжигитовна

п.д.о. ГБУ ДО ЭБЦ

Нальчик, 2022

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение……………………………………………………………… | 3 |
| **ГЛАВА I. Литературный обзор……………………………………** | **5** |
| 1.1 История изучения мхов Кавказского заповедника…………………... | 5 |
| 1.2 История изучения сфагновых мхов озерно-болотного комплекса горных территорий КБР…………………………………………………… | 7 |
| 1.3 История возникновения и эволюция типов микориз………………… | 8 |
| 1.4 Систематика, распространение и экология Рода Rhododendron L….. | 10 |
| **ГЛАВА III. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ..** | **13** |
| **ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ………………..** | **15** |
| Заключение…………………………………………………………... | 21 |
| Список литературы………………………………………………….. | 22 |

**Введение**

Формирование флоры горных болот Северного Кавказа связано с периодом плейстоценового оледенения. В настоящее время сфагновые мхи на Кавказе встречаются редко и, как правило, на очень ограниченных территориях. Это особенно характерно для центральных и восточных районов Кавказа. Изолированность и небольшие размеры сфагновых болот являются причиной их деградации и исчезновения наиболее уязвимых видов растений (Doroshina, Nikolayev, 2018). Нередко указания местонахождений сфагновых мхов содержатся в работах геоботаников и зоологов конца XIX — середины XX веков. Повторный поиск таких местонахождений спустя несколько десятков лет представляет особый интерес для исследователей флоры Кавказа. Сфагновые мхи образуют устойчивые сообщества с рододендроном кавказским, который также произрастает в горных условиях на крутых склонах и служит почвозакрепителем.

**Актуальность темы** заключается в том, чтобы определить механизм взаимодействия двух родов (Sphagnum и Rhododеndron) так как в экосистемах гор сфагнум встречается во взаимодействии с рододендроновыми сообществами. Определить каким образом рододендрон влияет на сохранность сфагна в связи с тем, что он произрастает на типичном для себя субстрате, в связи с чем является наиболее подверженным неблагоприятным условиям.

**Цель исследования:** изучить взаимосвязи Рододендрона Кавказского и сфагновых мхов.

**Задачи исследования:**

1. Рассмотреть литературные источники по изучению мхов на территории республики и Кавказа в целом и систематику, распространение и экологию рода Rhododendron L., историю возникновения и эволюцию различных типов микориз;

2. Изучить методики исследования и научиться применять их на практике;

3. Провести сбор исследуемых групп растений;

4. Выявить виды мхов, нуждающихся в охране и провести анализ по восстановлению численности их популяций.

**Материалы и методы исследования.** При выполнении работы использован маршрутный метод исследования. Сырьем для исследования служили дерновины 5 видов мхов рода сфагнум, собранные в экспедиционных условиях на территории Хазнидонского ущелья в мае 2021 г.Анализ в полевых условиях был осуществлен при помощи карманной лупы, дальнейшее определение происходило в лабораторных условиях при помощи микроскопов «МБС-10», «МСП-1» и «Биолам».

Для исследования микроскопических признаков готовили плоскостные препараты веточных и стеблевых листьев, гиалодермиса, поперечные срезы стебля и веточного листа. Измерения проводили под микроскопом с помощью измерительной шкалы окуляр-микрометра. Фотографии выполнены с использованием цифровых микроскопов. Обрабатывали на компьютере в программах «Microsoft Photo Editor» и «Corel PHOTO-PAINT 12».

**Практическая значимость работы.** Изучается механизм для восстановления популяции редких и исчезающих видов сфагновых мхов в горных территориях КБР в условиях ООПТ с участием микоризы, находящейся в Рододендроне Кавказском.

**Сроки выполнения:** 3 месяца.

**ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР**

**1.1 История изучения бриофитов Кавказского заповедника**

К концу прошлого века флора мхов Кавказа в целом была выявлена довольно полно, однако изученность отдельных его районов имела разную степень детальности. Целенаправленные исследования бриофлоры проводились преимущественно в республиках Закавказья. Результатом обобщения этих работ явились опубликованные сводки по флоре мохообразных Азербайджана (Любарская, 1986), Грузии (Чиковани, 1986; Chikovani, Svanidze, 2004), Армении (Манакян, 1995). Мхи на остальной территории изучались менее интенсивно. На российском Кавказе наиболее полно изучена бриофлора Карачаево-Черкесии (Игнатова и др., 2008), имеются отдельные публикации по мхам Дагестана (Дылевская, Кимеридзе, 1965; Абрамов, Абачев, 1968), Кабардино-Балкарии (Харзинов и др., 2005), Краснодарского края (Ignatova et al., 2005; Акатова, 2006) и др. При этом информация по бриофлоре российской части Кавказа до сих пор не обобщена, а многие ее районы и к настоящему времени остаются практически не обследованными.

Согласно Конвенции о сохранении биологического разнообразия, принятой на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г., одним из направлений природо-охранной стратегии являются региональные исследования биоразнообразия. В решении этой задачи ведущая роль принадлежит особо охраняемым природным территориям, и, прежде всего, заповедникам (Пузаченко, 1988; Матюшкин, 1999; Нухимовская, 1999).

Инвентаризация флоры всегда являлась одним из приоритетных направлений научной деятельности Кавказского заповедника. Однако основное внимание исследователей, как правило, уделялось изучению высших сосудистых растений, поэтому сведения о листостебельных мхах этой охраняемой территории долгое время оставались разрозненными и неполными. На необходимость выявления видового разнообразия мохообразных указывали многие ботаники, работавшие в заповеднике (Альпер, 1947; Алтухов, 1965; Алтухов, Семагина, 1977; Голгофская, 1977).

Предположительно первые упоминания о мхах с территории, входящей в настоящее время в состав Кавказского заповедника, появились в 1909 г. (Шапошников, 1909). В работе приводится список из 37 видов мхов, собранных Х.Г. Шапошниковым в 1899–1900 гг. в центральной части Северо-Западного Кавказа и определенных Иоганном Микутовичем. В 1928–30 гг. с целью изучения флоры Кавказского заповедника на его территории работала организованная Н.А. Бушем ботаническая экспедиция под руководством А.И. Лескова. Основным направлением работ являлось изучение флоры высших сосудистых растений, однако А.И. Лесковым и А.П. Русалеевым проводились также сборы мхов. Собранные ими образцы, идентифицированные З.Н. Смирновой, хранятся в гербарии Отдела споровых растений Ботанического института РАН (LE), некоторые экземпляры находятся в гербарии Кавказского заповедника (18 образцов).

Изучение мхов заповедника было продолжено в 1935 г. Л.Н. Васильевой (научный архив КГПБЗ, рукопись, инв. № 76). При инвентаризации флоры заповедника наряду с высшими сосудистыми растениями ею учитывались также мхи, лишайники и грибы. В результате было выявлено 149 видов мхов, некоторые из которых являются редкими и интересными видами, например, Leucodon flagellaris (Васильева, 1936). В настоящее время в гербарии КГПБЗ находится 135 образцов мхов, собранных Л.Н. Васильевой на его территории. Ее сборы хранятся также в гербариях БИН РАН (LE) и Московского государственного университета (MW). К сожалению, работа Л.Н. Васильевой не была продолжена в последующие годы, список собранных и определенных ею мхов опубликован не был.

В 1938 г. ботаник заповедника В.Н. Альпер провела описание растительности Хостинской тисо-самшитовой рощи с учетом произрастающих там мохообразных. Ею было обнаружено 4 вида печеночников и 16 видов листостебельных мхов, которые были определены З.Н. Смирновой (Альпер, 1960). Однако данные образцы в гербарии заповедника отсутствуют. В 1951 г. В.Н. Альпер произвела сборы мхов в бассейне р. Мзымта. Эта чудом сохранившаяся коллекция была случайно обнаружена в середине 90-х годов на чердаке административного здания в г. Майкопе, в настоящее время все образцы (более 200) нами определены. Кроме того, в гербарных фондах заповедника хранилась небольшая (80 образцов) коллекция мхов, собранная также в 1951 г. на территории Северного лесничества студенткой Казанского университета А.П. Сеничевой. Эти образцы в основном также были определены нами.

За время существования заповедника эпизодически его территория и прилегающие к ней районы посещались бриологами, о чем свидетельствуют находящиеся в гербарии БИНа образцы (в частности, сборы А.С. Лазаренко 1937 г., И.А. Паламарчук 1939, 1950, 1952 гг., Н.П. Арискиной 1951 г. и ряда других бриологов). Впоследствии некоторые образцы из этих коллекций были просмотрены А.Л. Абрамовой и И.И. Абрамовым, результаты опубликованы (Абрамова, Абрамов, 1952; 1962; 1979).

В отдельных случаях при геоботанических описаниях растительности заповедника наряду с сосудистыми растениями отмечались также мхи. Так, в 1930–31 гг. Н.П. Введенским проводилось изучение фитоценозов пастбищного массива Большой Бамбак. В списке растений этого района указывается 2 вида печеночников и 31 вид листостебельных мхов (Введенский, 1939). При описании Азмычского болота (истоки р. Мзымта) Р.А. Еленевским упоминается 7 видов мхов, из них 5 видов сфагновых (Еленевский, 1949). В результате изучения водно-болотной растительности Кавказского заповедника (1981–1985 гг.) В.В. Акатовым составлен список растений водно-болотных и прибрежных местообитаний, в котором значится 49 видов мхов (часть из них собрана и определена автором данной публикации) (Акатов, 1986, 1989, 1991; Акатова, 1994).

Целенаправленное проведение инвентаризации листостебельных мхов Кавказского заповедника было начато нами в 1995 г. К этому времени на его территории и в прилегающих районах было отмечено 155 видов мхов, большинство из которых были известны по единичным образцам, собранным в нескольких наиболее посещаемых районах заповедника либо за его пределами. За прошедший почти двадцатилетний период нами была обследована практически вся территория заповедника. Многие районы посещались неоднократно. В целом район исследований охватывал северный и южный макросклоны Главного Кавказского хребта (ГКХ) в бассейнах рек Малая и Большая Лаба, Белая, Пшеха, Шахе, Хоста, Мзымта. Кроме того, были проведены две экспедиции с московскими бриологами: в 1999 г. по Лагонакскому нагорью до Солох-Аула совместно с М.С. Игнатовым (Главный ботанический сад РАН – ГБС); в 2002 г. – в Хостинскую тисо-самшитовую рощу совместно с М.С. Игнатовым и Е.А. Игнатовой (МГУ).

**1.2 История изучения сфагновых мхов озерно-болотного комплекса горных территорий КБР**

Известными исследователями Кавказа Н. А. Бушем и Е. А. Буш в долине р. Карасу (урочище Агаштан), впадающей в р. Балкарский Черек, в 1925 и 1927 гг. были обнаружены болота озерного происхождения со сфагновыми мхами в составе болотной растительности (Bush, 1932). Тридцатью годами позже исследователь Кавказа Д. А. Тарноградский предпринял попытку посетить водоемы, обследованные Н. А. Бушем и Е. А. Буш. По причине разрушения моста через р. Балкарский Черек в районе с. Ишканты экспедиция Тарноградского не смогла проникнуть в урочище Агаштан и вынуждена была обследовать доступные территории ниже разрушенного моста с целью поиска сходных болот. Эти поиски увенчались успехом — было oбнаружено несколько озер с осоково-сфагновыми сплавинами. Образцы четырех видов сфагновых мхов, хранящиеся в гербарии БИН РАН (LE), были собраны здесь Тарноградским и определены А. Л. Абрамовой (Tarnogradskiy, 1959) как Sphagnum balticum (Russow) C. E. O. Jensen, S. fallax (H. Klinggr.) H. Klinggr. (как S. apiculatum H. Lindb.), S. fuscum (Schimp.) H. Klinggr., S. magellanicum Brid.

В сравнительно недавно опубликованной обобщающей сводке по мхам Кабардино-Балкарии (Shkhagapsoevet al., 2012) мы не обнаружили информации о мхах, собранных Тарноградским, что послужило поводом усомниться в том, что эти болота сохранились до настоящего времени. В упомянутой выше публикации Тарноградского есть указание, что озера «… расположены одно над другим на террасах северного склона в широкой поперечной долине, идущей параллельно Боковому хребту между р. Балкарский Черек и ее притоком р. Псыган-су». Такая долина расположена к востоку от с. Верхняя Балкария, поэтому именно там нам предстояло искать осоково-сфагновые болота. Тарноградский указывал на то, что озера расположены на левом берегу р. Балкарский Черек, что противоречит описанию, поскольку р. Псыган-су является правым притоком р. Балкарский Черек.

Время обнаружения озер датируется 18–19 июля 1957 г., однако на всех гербарных образцах значится 19 июля 1954 г. Скорее всего, сфагновые озера были обнаружены Тарноградским именно в 1954 г. Поскольку в период с 1944 по 1957 г. балкарское население было полностью депортировано из этих мест, автор опасался обнародовать информацию о проведении здесь научной экспедиции в указанный период. По этой же причине отсутствует привязка к населенному пункту, в котором летом 1954 г. еще не было жителей.

**1.3** **История возникновения и эволюция типов микориз**

Согласно данным палеоботаники, высшие растения были микотрофны с момента их возникновения. Наиболее древние палеонтологические свидетельства существования микориз известны из ризоидов первых сосудистых растений, но весьма вероятно, что эти ассоциации впервые возникли в талломах мохообразных наземных растений. Предполагают, что первые наземные растения были сходны с современными печеночными мхами с горизонтальным талломом и раздельными гаметофитным и спорофитным поколениями.

Эндофитные ассоциации повсеместно встречаются у растений, и могли быть первоисточником микоризного симбиоза. Вначале они были случайны, и оба партнера не утратили способности существовать по отдельности. Грибы-эндофиты получили ряд преимуществ: доступ к экссудатам растения, наиболее быстрый доступ к органическим веществам после гибели растения-хозяина, а также уход от конкуренции, выедания и паразитизма со стороны других почвенных обитателей. Микофильные грибы, сходные с теми, которые в настоящее время паразитируют на грибах, существовали уже в палеозое (Brundrett, 2002). Первые наземные растения находились на открытых пространствах и в атмосфере, более богатой углекислым газом, чем современная, что подразумевает большие возможности для фотосинтеза и накопления органических соединений, выделяемых в виде экссудатов (Raven, Edwards, 2001). Эти растения имели достаточно слабую структуру, и должны были иметь высокую проницаемость для поглощения воды и минеральных веществ. Они могли быть весьма привлекательны для почвенных грибов, как современные мохообразные. Самые первые эндофиты могли не приносить пользу растению, но в дальнейшем отбор благоприятствовал микофитным ассоциациям, «выгодным» растениям. Палеозойские фоссилии растений содержат предположительно паразитические грибы, и первичной функцией эндофитов могла быть защита растения от более опасных грибов (Taylor, Osborn, 1996).

Сравнительно недавно начато изучение микотрофии у Мохообразных (Read et al., 2000. Из трех отделов Мохообразных безмикоризны только представители отд. Bryophyta. Для отд. Hepatophyta и Anthocerophyta показаны симбиотические структуры, образованные грибами разных таксономических групп и подземными частями талломов Мохообразных, получившие название «микоталлии». Группа представляет большой теоретический интерес, так как первые вышедшие на сушу в ордовикском периоде и вступившие в симбиоз с грибами растения, как предполагается, были сходны с современными

Печеночными мхами (Taylor et al., 1995). В зависимости от типа микобионта и морфологии образующихся структур выделяют три типа грибных ассоциаций Мохообразных (табл. 6). АМ-подобная образована грибами из отд. Glomeromycota, причем мхи часто делят микобионт АМ с Покрытосеменными. В талломе мхов – представителей пор. Marchantiales

Аскомицетные ассоциации, характерные для сем. Cephaloziaceae и близких к нему представителей пор. Jungermanniales, сходны с эрикоидной микоризой (далее ЭрМ) Вересовых и образованы теми же микобионтами, заселяющими вздутые кончики ризоидов мхов (Telaraneanematodes) и образующие гифальные клубки в клетках. Гифы микобионтов имеют характерное для аскомицетов строение септы и окрашиваются специфичными для этой группы грибов красителями. В чистой культуре симбионты мхов Cephalozia и Сurzia образуют типичную ЭрМ с сеянцами видов Calluna, Erica и Vaccinium. И, напротив, микобионт ЭрМ с широким кругом хозяев Hymenoscyphus Ericae образует в культуре ассоциации с несколькими видами Печеночных мхов. К третьему типу относят ассоциации, образованные печеночными мхами из сем. Lophoziaceae, Arneliaceae и Scapaniaceae и базидиомицетами и аналогичные ЭМ или ОМ.

Микобионт с долипоровыми септами образует подобные ОМ клубки гиф в талломе мха (Read et al., 2000). Среди мохообразных имеются и микогетеротрофные представители. Так, печеночный мох c подземными бесхлорофилльными талломами Cryptothallus mirabilis специфично паразитирует на ЭМ березы или сосны с базидиомицетами из рода Tulasnella, известными как микобионты ОМ. Показан перенос органических веществ – продуктов фотосинтеза дерева к таллому мха через мицелий микобионта (Bidartondo et al., 2003). К настоящему времени исследование грибных ассоциаций Мохообразных находится на описательной стадии, и возможно только констатировать их наличие и определенное структурное сходство с микоризами семенных растений. Такие вопросы как функциональная значимость микоталлий и их физиологической аналогии с микоризой требуют дальнейшего изучения.

**1.4** **Систематика, распространение и экология Рода Rhododendron L.**

Виды рода Rhododendron L. известны как лекарственные, эфирномасличные, дубильные, в культуре как ценнейшие декоративные растения. Рододендроны – это в большинстве своем вечнозеленые или листопадные кустарники, реже невысокие, до 12-15 м высотой (Rhododendron arboretum Sm., Rh. giganteum Forrest), иногда эпифитные кустарники (Rh. javanicum (Bl.)), Rh. nuttallii Booth.).

Впервые в литературе рододендроны упомянул под их современным названием Цезальпино в 1585 г. [1]. В Древней Греции Плиний и Диоскорид словом “рододендрон” обозначали олеандр. Рододендроны (по- гречески - “rhodo” - роза и “dendron” - дерево) являются одной из самых красивых и интересных групп растений[2].

Род Rhododendron L. богат видами, одни авторы насчитывают их около 200, другие – 400-600, третьи более тысячи [3, 4, 5]. Систематика рода Rhododendron L. сложна и еще недостаточно разработана, поскольку среди чистых видов в природе встречаются большое количество естественных гибридов, открываются все новые и новые виды, разновидности, формы рододендронов.

Первую попытку систематизациирододендронов предпринял К. Линней в 1753 г. описал 9 видов рододендронов (три вечнозеленых и шесть листопадных), причем вечнозеленые виды относил к роду Rhododendron L., а листопадные - к роду Azalea L. Так как систематические различия между азалиями и рододендронами незначительны, с 1834 г. по предложению С. Эндлихера роды Azalea L. и Rhododendron L. Были объединены в род Rhododendron L. [2, 6].

Систематике рода Rhododendron L. определенное внимание уделял A. Rehder [4]. Он распределил род Rhododendron L. на подроды, секции, подсекции и серии. Известные ему виды рододендронов он относил к четырем подродам - Eurhododendron, Azaleastrum, Anthodendron, Therhodion. Вечнозеленые виды подрода Eurhododendron подразделил на четыре секции (Leiorhodium, Lepipherum, Pogonanthum, Rhodorastrum).

В современной систематике для дополнения существующих и разработки новых таксонов используются не только морфологические признаки видов, но и данные биохимических и анатомических исследований. А. Hoff показал, что ряд рододендронов отличается разнообразием формы волосков на листьях, являющихся для них точным систематическим признаком [7].

Российские ботаники, занимающиеся вопросами систематики, род Rhododendron L. Классифицируют несколько иначе, чем зарубежные. В таких изданиях, как “Флора СССР” [8]. (Пояркова, 1952) и “Деревья и кустарники СССР” [9]. (Полетико, 1960), род Rhododendron L. подразделяют на подроды без выделения подчиненных им секций. В настоящее время насчитывается 18 видов рододендронов природной флоры России.

Согласно системам российских ботаников, отечественные рододендроны относятся к: Leiorhodium Rehd., Rhododendron Endl., Rodorastrum (Maxim.) Drude, Tsutsutsi (G. Don f.) Pojark., Sciadorhodion (Rehd. Et Wils.) Copeland., Pentanthera (G. Don f.) Pojark., Therorhodion (Maxim.) Drude in Engl. [6].

В природе дикорастущие виды рода рододендрон встречаются в северном полушарии, в основном в зонах умеренного климата. Родиной большинства известных видов является восточная Азия. Главным центром видового богатства рода Rhododendron L. являются Гималаи, Западный и Центральный Китай, прибрежные районы Китая, Северо-Восточная Азия, Япония, Малайский архипелаг, Европа, Северная Америка. Рододендроны не встречаются в Южной Америке и Африке [2].

Природный ареал распространения рододендронов в основном области с холодным и умеренным климатом, редко встречаются в горных районах тропиков, на равнине и низменностях, в тропических областях рододендроны не встречаются.

Богатейшее разнообразие рододендроны получили в горных районах, влажный горный воздух является одним из благоприятных экологических факторов, способствующих росту и развитию рододендронов. Многие виды приспособились к суровым условиям обитания, так рододендрон канадский Rhododendron canadense L. является самым морозо- и зимостойким видом. [2].

Почвенные условия играют немаловажную роль в жизни рододендронов. Обычно они непритязательны к плодородию почвы. Для нормального роста и развития необходим рыхлый, богатый перегноем, водо- и воздухопроницаемый субстрат.

Одной из экологических характеристик рододендронов является способность развиваться на первичных продуктах разрушения горных пород, главным образом на каменистых развалах, скалах, осыпях. В результате жизнедеятельности рододендронов образуется мощный слой (30-40 см) темноокрашенной горноторфянистой (или рододендроновой) почвы [2, 6].

Для подавляющего большинства рододендронов pH почвы в пределах 4,5- 5,5, оптимальная величина – 4,7. Лишь немногие (рододендрон кавказкий, рододендрон понтийский, рододендрон Кочи) способны произрастать на известняках и доломитах, однако и здесь верхний слой почвы кислый. На почвах с нейтральной и щелочной реакцией рододендроны растут слабо.

На корнях рододендронов имеется эндотрофная микориза эрикоидного типа.

Микоризообразующие грибы пронизывают растения, включая семя и семенную кожуру. Грибы, которые вместе с корнями способны образовывать микоризу, связывают свободный азот воздуха, улучшая, таким образом, условия азотного питания рододендронов. Только благодаря эндотрофной микоризе, вересковые растения могут расти в неблагоприятных почвенных условиях. Потребность в кислых почвах можно объяснить именно образованием микоризы, поскольку для развития микотрофных грибов необходима кислая реакция среды [2].

Таким образом, несмотря на то, что с самого начала изучения рода рододендрон многие специалисты (ботаники, систематики, дендрологи) уделяли ему большое значение, единая система классификации пока еще не разработана, однако существующие системы все же дают возможность практикам и теоретикам ориентироваться в этом обширном и сложнейшим роде растений. Ареал распространения рододендронов довольно обширен, встречается в северном полушарии в зонах умеренного климата, родиной многих видов рододендронов является восточная Азия. Нормальный рост и развитие рододендронов зависит от благоприятных экологических условий (влажный горный воздух, рыхлые кислые почвы и др.).

Исходя из экологических особенностей видов, можно предположить, что виды с широкой экологической амплитудой могут быть успешно интродуцированы, чем не обладающие высокой биологической пластичностью.

**ГЛАВА II.** **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

При выполнении работы использован маршрутный метод исследования. Сырьем для исследования служили дерновины 5 видов мхов рода сфагнум, собранные в экспедиционных условиях на территории Хазнидонского ущелья в мае 2021 г.: Сфагнум скрученный - Sphagnum contortum Schultz, Сфагнум Гиргензона - Sphagnum girgensohnii Russow, Сфагнум Варнсторфа - Sphagnum warnstorfii Russow, Сфагнум ушковидный - Sphagnum auriculatum Schimp, Сфагнум болотный - Sphagnum palustr. Также отдельно были собраны дерновины Сфагнум болотный - Sphagnum palustre L., у которого, вместе с Rhododendron l. образуется микориза.

Сбор сырья производился в естественных местах обитания видов. При определении видов сфагновых мхов использовали определитель листостебельных мхов Томской области [9] флору мхов средней части Европейской России [6], определители сфагновых мхов СССР [7] и листостебельных мхов Арктики СССР [5]. Из собранной дерновины выбирали 10 взрослых, нормально развитых, без явных механических повреждений особей. Для них отмечали качественные признаки (форму и цвет головки, цвет склеродермиса) и количественные (диаметр головки, длина и количество веточек в пучке, длина стебля между пучками). Форму головки определяли согласно классификации С.Ю. Попова [11]. Для исследования использовали верхнюю часть растений (до 5 см).

При определении мхов использовался сравнительно – анатомо-морфологический метод определения растений, который состоит в следующем: из дерновинки мха освобождают отдельный стебелек и под бинокуляром при слабом увеличении исследуют внешний облик или габитус мха, характер ветвления, способ облиствения, прсутствие спорогонов. Затем мох размачивается в воде и переносится на предметное стекло в каплю воды. Из него изготовляются препараты листьев и стебля. Собранные образцы были без спорогона. Для изготовления постоянных препаратов используется канадский бальзам, для временных препаратов – глицерин.

Анализ в полевых условиях был осуществлен при помощи карманной лупы, дальнейшее определение происходило в лабораторных условиях при помощи микроскопов «МБС-10», «МСП-1» и «Биолам».

Для исследования микроскопических признаков готовили плоскостные препараты веточных и стеблевых листьев, гиалодермиса, поперечные срезы стебля и веточного листа. Измерения проводили под микроскопом с помощью измерительной шкалы окуляр-микрометра.

Помимо измерений, отмечались качественные признаки: форма листьев, положение и форма хлорофиллоносных клеток, наличие и характер пор и волокон в водоносных клетках веточного листа, количество слоев гиалодермиса, форма его клеток, наличие в них пор и волокон.

Фотографии выполнены с использованием цифровых микроскопов. Обрабатывали на компьютере в программах «Microsoft Photo Editor» и «Corel PHOTO-PAINT 12».

**ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Были изучены и определены следующие виды мхов:

1. Сфагнум скрученный – Sphagnum contortum Schultz. Пучковато-ветвистые дерновинки; водно-болотный, эпигейный; гигрофит; гелиофит; ацидофил; бореальный; в мочажинах, в воде.

2. Сфагнум Гиргензона – Sphagnum girgensohnii Russow. Пучковато-ветвистые дерновинки; лесо-болотный; эпигейный или эпиксил; гигромезофит; гелиосциофит; ацидофил; арктобореальный; на приствольном возвышении; на гниющей древесине; в мочажине; в воде; на подстилке; на вывале. Распространение на Кавказе. В Кавказском заповеднике отмечен как часто встречающийся вид; обычен на осоково-моховых и ключевых болотах, по берегам водоемов, на заболоченных лугах, в зарослях кавказского рододендрона (Akatova, 1994). В Карачаево-Черкессии выявлен в Тебердинском заповеднике на ключевых болотах, в заболоченной пойме на высоте 2100–2500 м над ур. м. (Ignatova et al., 2008). В Карачаево-Черкессии также собран в верховьях реки Махар (Sofronova et al., 2018). В Кабардино-Балкарии приводится для урочища Агаштан (Bush, 1932). В Северной Осетии известен для болота Чефандзар (Bush, Bush 1931, Doroshina, Nikolayev, 2018). В Закавказье вид отмечен для Грузии (Chikovani, Svanidze, 2004) и Армении (Manakyan, 1995).

3. Сфагнум Варнсторфа – Sphagnum warnstorfii Russow. Пучковато-ветвистые дерновинки; лесо-болотный; эпигейный; гигрофит; гелиофит; ацидофил; плюризональный; на приствольном возвышении. Ущелье Хазнидон на границе с РСО - Алания– на влажной почве, обнаружен в двух точках: первая - у перевала Тоторс, на берегу озера Тоторс, на высоте 2550-2555м н. у. м. (территория РСО-Алания); вторая - в 300 м от летнего пастбища у перевала Тоторс, у ручья - 2320-2330 м н.у.м. (КБР). Для флоры РСО-Алания обнаружен новый вид. В последних сводках Дорошиной Г.Я. «Сфагновые мхи (Sphagnaceae, Bryophyta) болот Чефандзар и Масота в Северной Осетии (Кавказ)» (2018) данный вид также не встречается. [16]

4. Сфагнум ушковидный - Sphagnum auriculatum Schimp. Растения серо-зелёные, зелёные, зеленовато-жёлтые, буровато-зелёные, иногда красноватые. Гиалодермис стебля 2‑слойный, местами 1‑слойный. Стеблевые листья сходны по форме, величине и порам с веточными листьями или крупнее их, яйцевидно-языковидные, почти лопаточковидные или овальные, узко окаймлённые, в водоносных клетках без перегородок или с немногими, с волокнами и порами почти до основания или только в верхней половине листа. Веточные листья рыхло черепитчатые, на наружной поверхности с мелкими кольчатыми или перепончато продырявленными порами, на внутренней — без пор или с немногими, реже с более многочисленными порами. Хлорофиллоносные клетки, на срезе бочонковидные или прямоугольные. Двудомный. Находится в Красной книге Мурманской области.

5. Сфагнум болотный - Sphagnum palustre L. Дерновинки крупные, бледно-желтые пли желтовато-зеленые, до темно-зеленых. Гиалодермис трехслойный, но может быть двух- или четырехслойным. В наружных клетках его 3-6 округлых пор. Стеблевые листья 1,5-3 мм длиной и около 1 мм шириной, форма их языковидная. Веточные листья - несколько отстоящие, иногда с оттопыренно-отогнутыми верхушками. Длина их до 2 мм, а ширина 1,5-1,8 мм. Форма яйцевидная или широкояйцевидная. На наружной поверхности водоносных клеток видны многочисленные поры, расположенные по линии границы с хлорофиллоносными клетками. На внутренней стороне такие поры имеются только в клетках верхней половины листа. Редкий и охраняемый вид в Кабардино-Балкарии (Krasnaya…, 2000). Распространение на Кавказе. В Кабардино-Балкарии приводится для болота Къфш-Сырты (2800 м над ур.м.), Суканского ущелья (2300 м над ур.м.) (Shkhagapsoev et al., 2012) и окрестностей с. Ташлым-Тала (Sofronova et al., 2018). В Северной Осетии известен для Тарского торфяника (Doroshina, Nikolayev, 2017).

При проведении исследований особое внимание привлек Сфагнум болотный - Sphagnum palustre L. В связи с тем, что данный вид имеет тенденцию к сокращению своей численности и ареалов обитания, можно предположить, что мох и рододендрон образуют симбиотическое сообщества, так как на данной территории они произрастают вместе. Возможность их совместного произрастания и взаимовыгодных отношений доказывает тот факт, что для подавляющего большинства рододендронов pH почвы в пределах 4,5- 5,5, оптимальная величина – 4,7 и лишь немногие (рододендрон кавказкий, рододендрон понтийский, рододендрон Кочи) способны произрастать на известняках и доломитах, однако и здесь верхний слой почвы кислый. На почвах с нейтральной и щелочной реакцией рододендроны растут слабо, что также соответствует для произрастания сфагновых мхов.

На корнях рододендронов обнаружена эндотрофная микориза эрикоидного типа. Гриб, образующий микоризу, проникает во все части растения, включая семя и семенную кожуру. Грибы связывают свободный азот воздуха, улучшая условия азотного питания растений. Только благодаря эндотрофной микоризе вересковые растения могут расти на бедных песчаных почвах. Очевидно, потребность рододендронов в кислых почвах объясняется именно образованием микоризы, так как для развития микотрофных грибов необходима кислая среда. Кроме того, так как корневая система рододендронов очень компактна, сосредоточена в небольшом комке, верхний почвенный слой.

Изучение механизмов образования и влияния микоризы не только на рододендроны, но и на Сфагнум болотный, даст возможность восстановить популяцию сокращающегося вида Sphagnum palustre L.

Для более детального понимания этого процесса необходимо изучить весь лесной фитоценоз, на территории которого произрастают Rhododendron luteum и SweetSphagnum palustre L. Бланк геоботанического описания лесного фитоценоза представлен ниже.

**Бланк**

**геоботанического описания лесного фитоценоза (*упрощенный вариант*)**

**Бланк заполнил(а)**: Гузиев Хусейн Юсупович

**Описание №**: 01\_ \_05 июня\_2021 г.

**Величина пробной площади (*м.*)**: **10х10**.

**Географическое положение**: Кабардино-Балкарская республика, Лескенский район, с.п. Ташлы-Тала. GPS: *43⁰ 08` 41.42`` N; 43⁰ 41` 18.71`` E; высота 1120 м.над у.м.*

**Погодные условия:**

* *Температура: +17⁰C*
* *Давление: 866.5 мБар*
* *Влажность: 74%*
* *Видимость: 97%*
* *Радиационный* фон:

*α=35,1; поток=0,4 {почва}*

*β=13,5; поток=0,2 {почва}*

*γ=0,19 мкЗв/ч {норма}*

**Общий характер рельефа**: овраг, с преобладанием ольхи черной (клейкой), высота склонов от 3 до 15 м.; склоны пологие, до 40-50⁰. Речка с дождевым типом питания: глубина до 70 см, ширина 50-100 см, сильно извилистая, скорость течения около 0,1 м/с.

**Микрорельеф**: равнинная площадка с неглубокими (до 30 см.) впадинами (от вымывания водой, но задернованые) и кочками, образованными мхами.

**Почва:** серые лесные, рН~5,6-6.

**Мёртвая подстилка** (состав, мощность, степень покрытия, характер распределения): мизерная, в основном состоит из опавших веток и листьев ольхи черной.

1. **Ярусы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название яруса** | **Виды растений** | **Доминирующий вид** |
| 1 | А (деревья) | *Alnus glutinosa (L.) Gaertn.* | *Alnus glutinosa (L.) Gaertn.* |
| 2 | B (подлесок) | *Rhododendron luteum Sweet* | *Рододендрон желтый* |
| *Frangula alnus Mill.* |  |
| 3 | C (травяной) | *Carex sp.* | *Carex sp.* |
| *Gentiana sp.,* |  |
| *Poaceae (1 вид)* |  |
| 4 | D (мохово-лишайниковый) | *Polytrichum juniperinum Hedw.* | *Polytrichum juniperinum Hedw.* |
| *Sphagnum palustre L.* |  |
| *Climacium dendroides (Hedw.) F.Weber & D.Mohr* |  |

**Количество ярусов**: **4**

**Тип леса**: ольшаник.

1. **Древостой**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Порода** | **Ярус** | **Высота, м.** | **Количество стволов** |
| 1 | *Alnus glutinosa (L.) Gaertn*. | А | 10м | 2 |

**Степень сомкнутости крон**: 0,8 {сомкнутость обеспечивается за счет деревьев из смежных площадок}

**Формула состава древостоя**:*10*О {формула распространяется на соседние площадки, ольха черная является полностью доминирующим видом}

1. **Возобновление (всходы и подрост)**

**Всходы** *— не обнаружены*

**Подрост** *– ольха черная, от основания материнского дерева. Плотно.*

**Степень сомкнутости** (как для деревьев): 0,7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Порода** | **Преоблад. возраст** | **Обилие** | **Происхождение** | **Высота** | **Характер размещения** |
| **1** | *Alnus glutinosa (L.) Gaertn.* | **~**60-80 | 3 | вегетативное | 60-110 | густое |

1. **Подлесок (кустарниковый ярус)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Порода** | **Высота** | **Обилие\*** | **Фенофаза** |
| **1** | *Rhododendron luteum Sweet* | 40-110 см | 4 б | 2-3 |
| **2** | *Frangula alnus Mill.* | 80 см | 2 б | вег.1 |

**\*Обилие** в баллах (по Хансону): очень редко-1 балл; редко-2 балла; не часто-3 балла; часто-4 балла; обильно-5 баллов).

**Фенофаза**: вегетация до цветения (вег.1), бутонизация (бут.), начало цветения (цв.1), полное цветение (цв.2), отцветание (цв.3) плодоношение (пл.1), рассеивание семян (пл.2) вегетация после цветения (вег.2).

1. **Травяно-кустарничковый ярус**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Семейство** | **Вид растения** | **Ярус** | **Обилие** | **Проективное покрытие в %** | **Фенофаза** | **Характер размещения** |
| 1 | Cyperaceae | *Carex sp.* | С | 5 | 30 | Вег.1 | равномерн |
| 2 | Gentianaeae | *Gentiana sp.,* | С | 4 | 15 | Вег.1 | равномерн |
| 3 | Poaceae  | *Poaceae-1 вид* | С | 4 | 10 | Вег.1 | равномерн |

**Степень проективного покрытия общая (всех видов в целом в %):** 55

1. **Мохово-лишайниковый покров**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Группы лишайников** | **Наличие (+)** | **Отсутствие (-)** | **Проективное покрытие %** |
| *1* | *Кустистые* |  | **-** |  |
| *2* | *Листоватые* | **+** |  | **1** |
| *3* | *Накипные* | **+** |  | **1** |
|  | **Мохообразные** |  |  |  |
| *1* | *Печеночники* |  | **- (?)** |  |
| *2* | *Антоцеротовые* |  | **-** |  |
| *3* | *Листостебельные мхи* | **+** |  | **90** |

**Общее покрытие (%):** 92

**Общие замечания для всего фитоценоза**:

Древостой полностью состоит из Alnus glutinosa (L.) Gaertn. Подлесок формирует Rhododendron luteum Sweet, с редкими включениями Frangula alnus Mill. Ольшанниковая формация однотипна на значительной площади из-за сильной увлажненности почвы. Моховой покров «закрывает» почти 90% поверхности учетной площадки.

На данной площадке *Sphagnum palustre* обнаружен 4 мая 2021 г. Средняя площадь всех дерновин сфагнума около 4м2. Редкий (предыдущая находка микропопуляции в 2000 г. около водонапорной башни – не найдена). Других находок популяции сфагнума в пределах радиуса 3-5 км. нет. **Необходим мониторинг площадки!**



Рис.1. Схема расположения дерновин *Shagnum palustre* (дерновины отмечены зеленым цветом и пронумерованы, масштаб не соблюден).

**Заключение**

Формирование флоры горных болот Северного Кавказа связано с периодом плейстоценового оледенения. В настоящее время сфагновые мхи на Кавказе встречаются редко и, как правило, на очень ограниченных территориях. Это особенно характерно для центральных и восточных районов Кавказа. Изолированность и небольшие размеры сфагновых болот являются причиной их деградации и исчезновения наиболее уязвимых видов растений (Doroshina, Nikolayev, 2018). Нередко указания местонахождений сфагновых мхов содержатся в работах геоботаников и зоологов конца XIX — середины XX веков. Повторный поиск таких местонахождений спустя несколько десятков лет представляет особый интерес для исследователей флоры Кавказа. Сфагновые мхи образуют устойчивые сообщества с рододендроном кавказским, который также произрастает в горных условиях на крутых склонах и служит почвозакрепителем.

**Выводы:**

1. Описано 5 видов мха, из которых Сфагнум болотный - Sphagnum palustre L. представляет наибольший интерес, так как имеет тенденцию к сокращению своей численности и ареалов обитания;

2. Из проведенных исследований в предыдущие годы, можно сделать вывод о резком сокращении популяции мха Sphagnum palustre, что говорит о необходимости изменения статуса краснокнижного вида;

3. На корнях рододендронов имеется эндотрофная микориза эрикоидного типа. Микоризообразующие грибы пронизывают растения, включая семя и семенную кожуру. Грибы, которые вместе с корнями способны образовывать микоризу, связывают свободный азот воздуха, улучшая, таким образом, условия азотного питания рододендронов. Дальнейшее изучение данного явления даст возможность раскрыть механизмы восстановления численности Сфагнума болотного.

**План дальнейшей работы:**

1. Подробно изучить и микроскопировать микоталии грибов и рододендрона;

2. Исследовать процесс образования сообщества сфагнум-рододендрон;

3. Увеличить площадь исследований;

4. Провести работу над изменением природоохранного статуса Сфагнума болотного.

**Список литературы**

1. Александрова М.С. Рододендроны. М.: Лесная промышленность, 1989. 72 с.

2. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как фор-ма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 232 с.

3. Тихменев Е.А. Цветение и опыление некото-рых вересковых (Ericaceae) на севере Дальнего Во-стока // Ботан. журн. 1979. Т. 64. № 4. С. 595–601.

4. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыле-ния растений // Полевая геоботаника. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 9–19.

5. Шумихин С.А. Антэкологические исследования в селекции декоративных геофитов // Материалы между-нар. конф., посвящ. 60-летию Главного бот. сада им. Н.В. Цицина РАН, «Ботанические сады как центр со-хранения биоразнообразия и рационального использо-вания растительных ресурсов», М., 2005. С. 554–556.

6. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т. 59. № 6. С. 826–831.

7. Паушева З.П. Практикум по цитологии расте-ний. М.: Колос, 1986. 304 с.

8. Фирсова М.К. Оценка качества зерна и семян. М.: Колос, 1981. 220 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351

10. Великанов Л.Л., Сидорова И.И. Регуляция высшими базидиомицетами структуры мико- и микробиоты почв и подстилки лесных экосистем. I. Влияние базидиомицетов на численность грибов и бактерий // Микол. и фитопатол. 1997. Т. 31. № 4.С. 20 - 26.

11. Великанов Л.Л., Сидорова И.И. Регуляция высшими базидиомицетами структуры мико- и микробиоты почв и подстилки лесных экосистем. II .Влияние базидиомицетов на видовое разнообразие почвенных микромицетов // Микол. и фитопатол. 1998. Т. 32. № 1. С. 33 - 36.

13. Горбунова Н.П. Анатомическое строение микориз растений // Труды конференции по микотрофии растений. М., АН СССР, 1955. С. 182 - 193. Доминик Т. Классификация микориз // Микориза растений п/ ред Лобанова Н.В. М., Наука, 1963. С. 245-260.

14. Каменский Ф.М. О симбиотическом соединении мицелия грибов с корнями высших растений // Тр. СПб об-ва естествоиспытателей. 1886. Т. 17. № 34. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений. СПб., Наука, 1993. С. 119. Каратыгин И.В., Снегиревская Н.С. Палеонтологические свидетельства о происхождении основных таксономических групп грибов // Микол. И фитопатол. 2004. Т. 38. № 5. С. 15-32.

15. Катенин А.Е. Принципы классификации эктотрофных микориз // Ученые записки ПГПИ. 1968. Т. 64. С. 224 - 227.

16. Келли А. Микотрофия у растений. М., Наука, 1952. С. 238. Кивиниеми С.Н. О взаимоотношениях микоризных грибов между собой и с грибами других экологических групп // Микоризные грибы и микоризы лесообразующих пород Севера. Петрозаводск, Наука, 1980. С. 45 - 64.

17. Коваленко А.Е. Эктомикоризные грибы: ценологический аспект // Микол. и фитопатол. 1994. Т. 28. № 3. С. 84 – 89.

18. Мантейфель А.Я., Жукова А.И., Демьянова Е.К. Изучение микрофлоры ризосферы дуба // Микробиология. 1950. Т. 19. С. 5 47 - 556.