

Управление образования города Калуги
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования
«Центр развития творчества детей и юношества «Созвездие» города Калуги

**Схистостега перистая (Schistostega pennata) -
светящийся мох - реликтовый вид памятника
природы и истории «Чёртово городище»**

Авторы: Тютин Григорий Дмитриевич, Тютин Полина Дмитриевна
Руководитель: Балина Ирина Вениаминовна

Калуга, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Общая характеристика мохообразных	5
Флора мхов России: состояние изученности и перспективы	9
Характеристика реликтовой бриофлоры урочища «Чертово городище»	10
Реликтовый мох - Схистостега перистая (<i>schistostega pennata</i>) – бриологическая характеристика	16
Реликтовый мох - Схистостега перистая (<i>schistostega pennata</i>) - механизм свечения	18
Лабораторные исследования мха Схистостега перистая (<i>schistostega pennata</i>)	22
Заключение	26
Список литературы	27
Приложение. Глоссарий	29

ВВЕДЕНИЕ

Наш первый опыт краеведческого исследования «Чертова городища» был связан с оценкой выявленных гипотез происхождения урочища и формированием собственного исследовательского взгляда на феномен «Чертова городища». Он и подтолкнул нас к дальнейшим исследованиям конкретных объектов памятника. «Чертово городище» расположено на территории национального парка «Угра», специалисты которого занимаются изучением его геологии, флоры и фауны, осуществляют природоохранные мероприятия, обустривают туристические маршруты. Урочище «Чертово городище» - почти такой же региональный «бренд», как «Калуга космическая». Природный памятник со следами древнего городища; населенный реликтовыми растениями и редкими видами насекомых притягивает всех своими суровыми красотами. Природа урочища совсем не характерна для средней полосы России. «Чертово городище» представляет собой поросший лесом холм, сложенный кварцевыми песчаниками. Его площадка расположена на высоте 27 метров над уровнем воды в речке Чертовская и занимает чуть более полутора гектаров. Урочище «Чертово городище» - уникальный ботанический участок парка, на котором произрастают 230 видов высших сосудистых растений, 8 из которых являются объектами охраны в Калужской области. Среди них Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) - светящийся мох, сохранившиеся еще с доледникового периода. Увидев загадочное изумрудное сияние в полумраке пещеры, мы пришли к выводу, что темой нашего исследования станет редкое интересное растение - Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) - светящийся мох.

Цель исследования:

изучить особенности строения, размножения, образ жизни и среду обитания мха - Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) произрастающего на территории Национального парка «Угра» в урочище «Чертово городище»;

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть, как связано строение мха *Схистостега перистая* с его образом жизни;
- изучить ареал распространения мха, значение в природе и жизни человека;
- определить лимитирующие факторы и предложить меры по охране уникального растения;
- провести полевые исследования и экспериментальные опыты на основе собранного материала;
- сформировать навыки проведения лабораторного исследования природных объектов;
- ввести в словарный запас новые понятия (наука о растениях – ботаника, учёный-бриолог и т.д.);
- проанализировать теоретические источники по исследуемой проблеме.

Объект исследования: *Схистостега перистая* (*Schistostega pennata*).

В работе использованы следующие методы: флористический анализ, фотографирование, камеральная обработка, анатомо-морфологический метод при помощи микроскопа BRSSER, статистический метод обработки данных.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОХООБРАЗНЫХ.

В растительном мире нашей планеты третье место по количеству видов - занимает обширная группа растений, объединяемых общим названием - мхи. Все они составляют особый отдел растительного мира - отдел мохообразных, или бриофитов.

Современная наука, изучающая мхи называется бриология. Сферой ее интересов является изучение роста, развития и размножение мхов, их экология, использование в быту и медицине.

Что же представляют собой мохообразные или бриофиты?

Мохообразные, мхи или бриофиты являются очень древними растениями. Они появились на земле после водорослей и считаются первыми растениями, вышедшими на сушу. Время появления мхов в разных источниках датируется по-разному. В основном называют интервал 420 - 350 миллионов лет назад.

Мхи смогли приспособиться к жизни на суше благодаря тому, что у них впервые появились прочные клеточные стенки, препятствующие испарению влаги, а также системы транспортировки воды и питательных веществ между тканями растения. По типу питания они сходны со всеми зелеными высшими растениями, способными создавать органические вещества из углекислого газа и воды. Но это - самые примитивные, наиболее просто устроенные высшие растения. У них нет, например, настоящих корней со многими специализированными тканями. Роль корней выполняют ризоиды - мелкие нитевидные отростки, поглощающие из земельного субстрата воду и питательные вещества.¹

Мохообразные - самые мелкие среди высших растений. Их размеры исчисляются немногими миллиметрами, реже сантиметрами. Изучение

¹ Петров В.В. Мир лесных растений. / В.В. Петров - М.: Наука, 1978. – С.78-79.

мохообразных началось значительно позже, чем изучение большинства других групп растительного мира. Оно стало возможным лишь после изобретения микроскопа, что произошло в начале XVII в.

Мохообразные - самые мелколистные растения. Листья многих видов мхов настолько малы, что почти не различимы простым глазом. Стебли и листья у них имеют очень простое, однородное микроскопическое строение (здесь, как правило, почти не выделяются различные ткани). Если посмотреть поперечный разрез листа под микроскопом, то можно увидеть сплошную цепочку из отдельных клеток, соединенных друг с другом в ряд. Таким образом, лист мха - это пластинка толщиной в одну клетку. Меньшую толщину невозможно себе представить. Лишь у немногих видов мхов листья многослойны и имеют более сложное микроскопическое строение. Другая удивительная особенность: листья мхов лишены наружного защитного слоя, который препятствует испарению воды из клеток. Таким образом, листья мха совершенно не защищены от высыхания. Этим мохообразные также отличаются от многих других высших растений, живущих на суше.

Жизнь мхов очень своеобразна. Эти маленькие хрупкие растения круглый год остаются зелеными. Такими они остаются даже зимой под снегом. Они как будто не чувствуют холод. Весной, едва сойдет снег и чуть прогреет солнце, мхи быстро оживают. Однако дальше их активная жизнь зависит от того насколько они смочены водой. Эти растения по-настоящему живут лишь в отдельные периоды, когда достаточно влажно и можно листьями, всей поверхностью тела (из-за отсутствия корней), впитывать воду с растворенными в ней питательными веществами, именно в это время, у них идет фотосинтез, рост, размножение. Некоторые из них способны в этот период поглотить количество воды, превышающее их воздушно-сухой собственный вес в 20 - 25 и даже 35 раз. Интересная особенность: растения впитывают воду совершенно пассивно - так же, как впитывает воду вата или

губка. Столь же легко мхи и отдают влагу при высыхании. Они не прилагают особых усилий, чтобы удержать ее. Когда же дождя долго нет, мхи высыхают и все жизненные процессы останавливаются. Однако растения не погибают, а просто переходят в стадию покоя, словно впадают в глубокую спячку. И так до следующего дождя. Ничего подобного, конечно, нет у более крупных сухопутных растений.

Но зато по этой причине мхи способны жить практически везде - был бы только достаточно влажный воздух. Для них тоже не очень-то важно место поселения. Камень, почва, дерево для мхов – прежде всего субстрат для прикрепления.

Мхи, нетребовательные к условиям обитания, заселяют новые участки одними из первых. Это пожарища, вырубки, песчаные дюны, участки с нарушенной почвой и так далее. Отмирая, эти растения, вместе с другими первопоселенцами, дают начало почве, которая позволяет поселиться на этом месте многим другим растениям.

Отчего же зависит выносливость мха? Дело здесь в особых свойствах клеток этих растений. Живое содержимое клетки - протопласт, представляющий собой крохотный комочек живого вещества, при частичном высыхании не погибает, а переходит в покоящееся состояние. Благодаря удивительным свойствам протопласта мохообразные переносят высыхание без всякого вреда для себя.

Сколько же времени мох может оставаться живым после того, как он высохнет? Этим вопросом заинтересовался почти полвека назад эстонский ботаник Мальта. Он брал сухие мхи, смачивал их водой и наблюдал, оживут ли они, будут ли появляться у них признаки роста. Для своих опытов ученый взял мхи, пролежавшие некоторое время в гербарии (сколько именно времени - можно было точно установить по гербарной этикетке). И тут

выяснилась поразительная живучесть этих растений. Некоторые мхи ожили и стали давать новые побеги даже после девятилетнего хранения, а один вернулся к жизни, пролежав в гербарном шкафу целых 19 лет. Так долго не сохраняют всхожесть при хранении в сухом виде даже семена некоторых цветковых растений.

После замерзания мхи так же способны восстанавливаться. Долгое время считалось, что мох может возвратиться к нормальной жизни после 20 лет замораживания. Образец, добытый в Антарктике в 2014 году, имел по показаниям радиоуглеродного анализа возраст 1530 лет. Его поместили в инкубатор, где были созданы подходящие условия, и через несколько недель мох начал расти! Это открытие стало настоящей сенсацией.

В чем ещё важная особенность мхов? Цветков у мха нет. Мхи размножаются спорами - мельчайшими живыми частичками. Споры образуются в особых коробочках, имеющих у разных мхов различную величину и форму. Молодые коробочки прикрыты оригинальным войлочным колпачком. Его нетрудно снять - и тогда обнажается маленькая зеленая коробочка, немного похожая на спортивный кубок. Наверху коробочки - крышечка, которая опадает, когда споры становятся зрелыми. Но коробочка все же при этом не открывается, она остается сверху закрытой. Мельчайшие споры понемногу высыпаются через особые отверстия в верхней части коробочки. Они рассеиваются постепенно, небольшими порциями. Споры мхов настолько мелки, что их легко подхватывают и переносят потоки воздуха. Попав в подходящие условия, споры прорастают и дают начало новым растениям. У некоторых видов споры имеют липкую поверхность, и тогда распространение спор происходит с помощью животных, т.н. зоохорный способ.

Интересно проследить, как происходит прорастание споры мха. Из споры сначала появляется микроскопическая зеленая нить, так называемая

протонема. Она совершенно не похожа на взрослый мох, но очень напоминает нитчатую зеленую водоросль. Эта нить разрастается, ветвится, и только через некоторое время на ней образуются почки, а из них уже вырастают и стебельки с листьями. У некоторых мхов протонема имеет вид крошечной зеленой пластинки. Размножаясь в благоприятных условиях мхи, могут освоить значительную территорию.

ФЛОРА МХОВ РОССИИ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Бриология как наука сформировалась в 19 веке, когда стало более доступно применение микроскопической техники, необходимой для изучения строения этих мелких растений. Первые сведения, касающиеся растительных особенностей мхов европейской части России относятся к 1837 году. Они связаны с исследованиями известного русского ботаника А.Г. Шренка. В 1848-1855-х годах А.Г. Шренк организовал первую экспедицию по северной части России, где наряду с животными и растениями активно изучались и мхи. Им было лично открыто 25 видов мхов, главным образом листостебельных мхов. В 1847-1850 годах была предпринята комплексная экспедиция Русского географического общества на Северном Урале. Ее руководителем был географ Э.К. Гофман. В ее составе были ботаники Ф.И. Рупрехт и М.Э. Циккендрат, которые наряду с растениями, собрали и ценную коллекцию мхов из 110 видов.

С 30-х годов 20 века бриологическим центром России становится Институт биологии Коми, автономный филиал Уральского отделения РАН. Среди его сотрудников были такие известные бриологи как А.М. Леонтьев, Н.В. Дылис, И.Д. Кильдюшевский, Б.П. Колесников, В.М. Болотова, А.Н. Лащенко, Я.Я. Гетманов, А.А. Дедов, О.С. Полянская, Н.С. Котелина, Н.И. Непомилуева, И.С. Хантимер, Р.Н. Алексеева. В настоящее время в гербарии Института биологии Коми находится около 30 000 образцов

мохообразных. Недавно появилось сообщение, что были найдены еще 34 новых вида мохообразных.

По мнению известного современного российского бриолога Игнатова М.С. за последние 15 лет количество видов в бриофлоре России возросло почти на 10%. Такому увеличению способствовали активные полевые исследования по всей стране, но особенно в районах Дальнего Востока, Кавказа и в Калининградской области. Исследования с использованием ДНК также показывают наличие скрытых видов, которые чаще всего считались нетипичными формами, но при учете данных ДНК-анализа должны, считаться самостоятельными видами. Дальнейшее увеличение числа видов будет некоторое время продолжаться, и в ближайшие десять лет, учитывая современную концепцию вида, разнообразие мхов России достигнет 1200–1300 видов.²

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛИКТОВОЙ БРИОФЛОРЫ УРОЧИЩА «ЧЕРТОВО ГОРОДИЩЕ»

В огромном мире мохообразных есть очень редкие реликтовые виды, которые подлежат охране. В каждом регионе Российской Федерации проводятся специальные бриологические исследования с целью выявления и изучения реликтовой флоры конкретного региона. Проводятся такие исследования и на территории Калужской области на охраняемых природных территориях - Национального парка «Угра» и Государственного природного заповедника «Калужские Засеки». В ходе последней проведенной инвентаризации флоры листостебельных мхов Калужской области (226 видов) были выявлены редкие виды мхов и подготовлен соответствующий раздел для Красной книги Калужской области.³

² Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2 // *Арктоа* 11, Приложение 2. - М.: КМК, 2004. - С. 609-944.

³ Телеганова В.В. Флора и репродуктивная биология мхов Калужской области АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук Москва 2011.



Рис. Национальный парк «Угра», урочище «Чертово городище» местообитание *Схитостеги перистой*.

Что же следует понимать под реликтовым видом? В чем особенность реликтовой флоры конкретного региона? По мнению В.В. Телегановой, современный состав растительного покрова того или иного региона представляет собой результат длительного исторического развития флоры. Реликтовые виды, сохранившиеся с древнейших времен геологической истории, - свидетели тех многообразных преобразований физико-географической обстановки, которые претерпела та или иная территория до настоящего времени.⁴ О справедливости этого утверждения говорит тот факт, что на территории национального парка «Угра» в урочище «Чертово городище» сохранилась популяция редких растений. Бриофлора этого района стала привлекать внимание ученых еще в начале XX века – профессор кафедры ботаники Московского университета А.Е. Жадовский приводит список мхов и печеночников, собранных на скалистых выходах

⁴ Телеганова В.В. Флора и репродуктивная биология мхов Калужской области АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук Москва 2011.

песчаников и в пещерах - 22 вида.⁵ Наличие такого видового разнообразия объясняется благоприятными экологическими условиями – данное место сильно отличается от окружающего ландшафта. По мнению геологов, «Чертово городище» представляет собой естественный выход (не характерный для средней полосы России) серых кварцевых песчаников каменноугольного возраста, образующих скальные выступы в береговых обрывах реки Чертовской. Песчаниковый холм возвышается над рекой на 26 метров, благодаря чему последнее Московское оледенение не затронуло данную территорию.⁶ Подобное благоприятное геологическое месторасположение биоценоза, по мнению другого исследователя бриофлоры Л.В. Бардунова, характеризуется как, «малая экологическая микрониша», в которой реликтовые виды растений способны переживать «значительные макроклиматические изменения».⁷ Другой специалист в области флорогенеза Н.А. Миняев писал: «Примитивный образ жизни и связанный с этим консерватизм в процессе эволюционного развития, характерный, для всех низкоорганизованных растительных организмов, способствовал тому, что отдельные их виды сумели до настоящего времени сохранить в почти неизменном виде свои прежние, подчас очень древние, ареалы».⁸ Далее он отмечал, что, по этим «живым ископаемым», ученые могут в значительной мере воспроизвести те связи во флорах, которые уже оказались, потеряны высшими растениями. Следовательно, урочище «Чертово городище» по богатству видового разнообразия мохообразных и по количеству произрастающих здесь редких видов мхов, по праву может быть признано обиталищем тех самых «живых ископаемых» видоые остатки которых известны с третичного периода.

⁵ Жадовский А.Е. Реликтовая колония *Polypodium vulgare* в Калужской губернии и необходимость ее охраны // Охрана природы. - М., 1928. - №3. - С.5-13.

⁶ Есипов В.П. Комплексный памятник «Чертово городище» /В.П. Есипов, О.Л. Прошкин, Е.А. Телеганова// Очерки по истории и культуре Калужского края. – Калуга, КНЦ, 1996. – С. 12-14

⁷ Бардунов Л.В. Древнейшие на суше. / Л.В. Бардунов - Новосибирск: Наука, 1984. – С.118.

⁸ Миняев Н.А. Определитель высших растений Северо-Запада европейской части РСФСР/ Н.А. Миняев, Н.И. Орлова, В.М. Шмидт - Изд-во ЛГУ, 1981 – С.125.

Этот перечень редких и необычных видов предложенный А.Е. Жадовским в дальнейшем был подтвержден и значительно расширен. Отдельные сведения были получены при изучении флоры сосудистых растений и не имели систематического характера. Целенаправленные исследования бриофлоры «Чертова городища» стали проводиться здесь лишь с 80-х гг. XX века. Основная часть имеющихся на сегодня данных была собрана Н.Н. Поповой при составлении сводки по мхам Среднерусской возвышенности. Ею были отмечены 96 видов мхов, 32 из которых - редкие.⁹ Дополнением к ним послужили данные накопленные в результате бриологического исследования с 1996 года по 2004 год, проведенного на «Чертовом городище» В.В. Телегановой. Связано это с разнообразием микрорельефа данной территории, с произрастанием на ней различных по древесному составу участков леса и, конечно, с уникальным для этого места выходом серых песчаников. Бриофлора песчаниковых глыб, по мнению В.В. Телегановой наиболее богата, что объясняется, с одной стороны, большим разнообразием экотопов, т.е. совокупностью условий среды обитания вида в одном и том же месте с другой - отсутствием конкуренции со стороны сосудистых растений, что позволяет поселяться здесь многим редким видам со сниженной конкурентной способностью.¹⁰ Самым нетипичным для нашей полосы и представляющим большой интерес в ботанико-географическом отношении можно считать реликтовый мох - Схистостега перистая (*Schistostega pennata*), встречающийся на сырых стенах небольших пещер, протонема которого способна светиться изумрудно-зеленым светом, отражая солнечные лучи.

⁹ Попова Н.Н., Обьедкова С.И. Предварительные данные о бриофлоре юго-восточной части национального парка «Угра» (в пределах Калужской области) // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. Воронеж, 2000. С. 173–176.

¹⁰ Телеганова В.В. Бриофлора урочища «Чертово Городище» // Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья: Материалы XI Всероссийской научной конференции 5-7 апреля 2005 г. Калуга: Издательство «Полиграф-Информ» - 2005 - С. 327-330.

Реликтовый мох - Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) встречается во многих странах Северной и Центральной Европы, в Японии, США и Канаде. В России этот мох широко распространен в Карелии, в Сибири и на Дальнем Востоке. В средней части европейской России он встречается в таежных зонах. Растет этот мох чаще всего во влажных, темных углублениях в скалах, пещерах, а также в ямах под корнями упавших деревьев, особенно сосны и ели. Для урочища «Чертово городище» Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) была впервые указана А.Е. Жадовским, и долгое время говорили о реликтовом характере этого местонахождения. Однако исследования последних лет показали, что этот мох встречается помимо Калужского региона, в Московской и Смоленской областях. Расширение ареала в Центральной России, по мнению ученых, связано с достаточной концентрации поваленных деревьев в последние десятилетия, а также зоохорный способ распространения спор.¹¹ Таким образом, по мнению ученых, Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) представляет собой остаток древней флоры, имеющий реликтовый ареал, занимаемый им с момента вхождения в состав флоры.

При каких условиях способны выжить реликты? По мнению Бардунова Л.В. важнейшим условием обеспечения выживания реликтов является сохранение биоценозов, в составе которых эти виды существуют в данное время. Большую роль в сохранении разнообразия играют особо охраняемые природные территории, необходимо также сохранение отдельных видов в ботанических садах, создание банков семян и культур тканей.¹² Такой особо охраняемой территорией Калужской области является Национальный парк «Угра», получивший в 2002 году статус биосферного резервата. Благодаря научным исследованиям и экологическому мониторингу проводимых на территории парка, «Чертово городище» было выделено в отдельную

¹¹ Игнатов М.С. Дополнительные наблюдения протонемы *schistostega pennata* (bryophyta) / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова, А.А. Белоусова, А.О. Сигаева – *Arctoa* – 2012. - №21: - С. 1-20.

¹² Бардунов Л.В. Древнейшие на суше. / Л.В. Бардунов - Новосибирск: Наука, 1984. – С.13-15.

экосистему в рамках международной программы «Оценка экосистем на пороге тысячелетия». Исследования по программе позволят предвидеть, сможет ли природа, при постоянно нарастающем давлении со стороны человека, обеспечить нас чистым воздухом и водой, питанием и, конечно, той красотой и гармонией, которую ученые называют эстетическими услугами экосистемы. Урочище «Чертово городище» по праву можно считать украшением национального парка. Так что любой житель области или ее гость при условии соблюдения строгих правил бережного отношения к природе может полюбоваться суровыми красотами урочища, и своими глазами увидеть на сырых стенах небольших пещер реликтовый мох - Схистостега перистая (*Schistostega pennata*), протонема которого способна светиться изумрудно-зеленым светом, отражая солнечные лучи. Вот эти яркие зелёные брызги на стене пещер должно быть, в неверном свете факелов древних вятичей производили впечатление сияющих подземных сокровищ, зарытых нечистой силой. Так и рождались легенды, прославившие урочище «Чертово городище» далеко за пределами Калужской области.

**РЕЛИКТОВЫЙ МОХ - СХИСТОСТЕГА ПЕРИСТАЯ (SCHISTOSTEGA
PENNATA) – БРИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**



Внешний вид. Растения светло - или сизовато-зеленые. Стебель высотой до 1 см, прямостоячий, в основании с ризоидами и с остающейся протонемой. Вегетативные побеги при основании безлистные, от середины и выше двуряднооблиственные, с продольно прикрепленными ромбическими листьями, срастающимися друг с другом своими основаниями. Генеративные побеги у верхушки пятиряднооблиственные, с поперечно или косо прикрепленными ланцетными листьями. Листья бледно-зеленые, без жилки. Ножка спорогония тонкая, удлинённая, почти бесцветная, до 1,5 см высотой. Коробочка прямостоячая, очень маленькая, почти шаровидная, буроватая, с маленькой крышечкой и покрывающим ее конусовидным, цельным или расщепленным, скоро опадающим колпачком.

Органы размножения. Двудомный. Ножка удлинённая, 2-4 мм длиной, прямая, почти водянисто прозрачная. Коробочка овальная или шаровидная, почти без шейки, на прямостоячей ножке. Перистом и колечко отсутствуют. Крышечка маленькая, выпуклая. Колпачок маленький, конический, скоро спадающий. Споры 8-12 мкм, 1/2 гладкие, созревают весной. Вегетативное размножение посредством булабовидных или заостренных, легко отваливающихся протонемных веточек.

Из почек, образующихся на протонеме Схитостеги перистой, вырастают прямостоячие листостебельные побеги, длина которых варьирует от долей миллиметра. Стебель у мха тонкий, 0,1-1 мм в диаметре, до 1 см высотой почти бесцветный в нижней части покрытый ризоидами - однорядными многоклеточными, обычно бурыми разветвленными волосками. Ризоиды, соприкасающиеся с субстратом, внедряются в него, прикрепляют к субстрату растение и снабжают его водой с растворенными в ней минеральными солями; на остальной части стебля ризоиды нередко образуют густой войлок, который может объединять отдельные побеги в более или менее плотную дерновинку.

Распространение. Редкий, заслуживающий охраны вид, встречающийся только в умеренном поясе Северного полушария. В мире: Европа, Азия, Северная Америка. В России: в единичных пунктах Европейской части, в Восточной и Южной Сибири, на Дальнем Востоке.

Условия и места обитания, биология. Однолетний мох. Единственный представитель рода, семейства и порядка схитостеговых. Предпочитает слабую освещенность, кислые и бедные гумусом почвы, низкие температуры, а влажность воздуха высокую. Обычно образует чистые мягкие отмирающие на зиму дерновинки в хвойных, преимущественно еловых, лесах, под выворотами корней деревьев, в пещерках и трещинах скал. Довольно часто встречается в горах и редко - на равнине.

Численность на территории Калужской области. Встречается спорадически. Динамика популяций не изучена.

Лимитирующие факторы и угрозы. Узкая экологическая приуроченность. Возможно, потребность в высокой влажности воздуха в сочетании с низкой конкурентоспособностью.

Принятые и необходимые меры охраны. Охраняется в Национальном парке «Угра» Необходим контроль состояния популяции.

Статус вида на территории Российской Федерации и соседних субъектов Российской Федерации. На территории других субъектов Российской Федерации взят под охрану. Включен в Красную книгу мохообразных Европы.¹³

РЕЛИКТОВЫЙ МОХ - СХИСТОСТЕГА ПЕРИСТАЯ (SCHISTOSTEGA PENNATA) - МЕХАНИЗМ СВЕЧЕНИЯ

Схистостега перистая – *Schistostega pennata* - единственный вид и род в семействе схистостеговых – очень древний мох, живущий на Земле с мезозойской эры. В третичном периоде он был широко распространен, а сейчас встречается редко и на небольших участках, одним из которых является урочище «Чертово городище». В условиях крайне слабого освещения, чуть ли не в полной темноте, мох растет в небольших пещерках скальных выходов песчаника на вершине урочища. Дерновинки мха встречались на расстоянии нескольких метров от входа. В пещере можно было обойтись без фонариков, слабого света проникающего внутрь пещеры было достаточно, чтобы полюбоваться изумрудным свечением. При этом нельзя сказать, что названный мох выглядел угнетенно. Нет. Свечение было настолько ярким, что складывалось впечатление, будто ты внутри «сказочной горы самоцветов».

¹³ Гарибова Л.В. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / Л.В. Гарибова, Ю.К. Дундин, Т.Ф. Коптяева, В.Р. Филин - Москва: Мысль, 1978 - 365с.

Однако если в пещере будет совсем темно, никакого свечения не будет, за неимением источника света.

Таким образом, Схистостега перистая обитает в очень своеобразных условиях. Наверное, немного найдется на Земле видов, способных жить рядом со схистостегой. Отсутствие конкурентов и позволило этому оригинальному мху освоить очень неординарную экологическую нишу - пещеры, гроты, скальные выступы и даже дупла деревьев. В итоге среда обитания наложила отпечаток на его анатомическое строение, определяющее оптические свойства схистостеги: мох излучает не собственный, а отраженный свет, подобно тому как «светятся» глаза некоторых животных. Анатомия мха подразумевает наличие органа имеющего специальные функции, предназначенные для свечения – эту роль выполняет протонема схистостеги перистой. Что представляет собой протонема мха?

Протонема – это основная жизненная форма растения, она образуется при прорастании спор и у подавляющего большинства видов мхов является короткоживущей юношеской формой, при которой ранее возникшие структуры (листья, стебли, корни и т.д.) растений заметно отличаются от более поздних. У зеленых мхов протонема имеет вид сильноразветвленной, стелющейся по поверхности субстрата нити, от которой в почву отходят незеленые ризоиды. После разрастания по субстрату протонема образует почки, из которых развиваются взрослые растения, а затем отмирает, и таким образом она служит для размножения мхов.

У схистостеги перистой протонема имеет долгоживущую форму, приспособленную для фотосинтеза в условиях слабого освещения. Одни ветви протонемы, прикрепляющие ее к субстрату, нитчатые, формируют незеленые ризоиды другие, располагающиеся над субстратом, снабжены особыми пластинчатыми структурами, сидящими на прямостоячих веточках, растущих по направлению к свету, что позволяет пластинкам располагаться перпендикулярно по отношению к слабым световым лучам, проникающим в

пещеру. Пластинчатые структуры состоят из одного слоя клеток шаровидной или линзообразной формы напоминающей хрусталик глаза. Передняя верхняя стенка этих клеток, обращенная к свету, имеет сферическую форму. Задняя нижняя стенка - воронкообразную. В углублении задней нижней стенки располагаются 4-6 хлоропластов, а передней верхней - вакуоли, играющие роль линз, между ними подобно хрусталику в глазном яблоке, располагается бесцветная масса цитоплазмы. Лучи света преломляются сферической выпуклой передней стенкой, и с помощью вакуолей концентрируются на хлоропластах, собирающихся на нижней части клетки. Пройдя насквозь хлоропласт, часть падающих на них лучей, которые не участвует в процессе фотосинтеза, отражаются задней стенкой; вновь преломленные в передней стенке, выходят параллельно входному лучу уже в виде изумрудно-зеленого свечения. При изменении угла падения световых лучей изменяется и положение хлоропластов, собирающихся снова в фокусе преломленных лучей. Фокусированием световых лучей на хлоропластах достигается оптимальный для фотосинтеза эффект в условиях рассеянного света.¹⁴

Интересная особенность - на дневном свету мох не светится.

Таким образом, свечение схистостеги перистой следует рассматривать, как приспособление для повышения энергии фотосинтеза с помощью фокусировки рассеянных лучей света на хлорофилловые зерна. Способность отражать лучи позволяет хлоропластам более экономно использовать скудный свет, проникающий в пещеру.

Рис. Полины

Мох схистостега перистая (*Schistostega pennata*) известен народам Европы (где этот вид распространен сравнительно широко) с очень давних пор. В полумраке пещер и расщелин в скалах мох изобилует в горах Средней Европы.

¹⁴ Сергиевская Е.В. Систематика высших растений: Практический курс./ Е.В. Сергиевская - СПб.: «Лань», 2002.- С.9-11

Свечение протонемы мха послужило источником, основой для множества легенд и мифов, рассказывающих о таинственных золотых кладах, не дающихся в руки. Человеку, оказавшемуся в пещере, населенной схистостегой, кажется, что своды усыпаны драгоценными камнями.

Именно этот мох имел в виду великий немецкий поэт Гёте, философ и ботаник, вложив в уста Мефистофеля во время его прогулки с Фаустом в горах Гарца слова (перевод А.С. Лазаренко)

«Но освещает ли для пира

здесь Маммон пышно свой чертог?»

Вот что писал об этом А. Кернер в знаменитой книге «Жизнь растений»: «Это свечение, прекращающееся в тот же момент, когда светящийся предмет выносят из пещеры на яркое солнце, настолько поражает наблюдателя, что становится понятным, откуда произошли сказки о шаловливых гномах, о пещерных духах, показывающих жадным смертным золото и алмазы. Восхищенные кладоискатели с восторгом принимаются за работу, но гномы готовят им сильное разочарование: когда открывают мешки с нарытым второпях пещерным кладом, то вместо самоцветных камней из них вываливается грязная земля».¹⁵

Фото в темноте. Фото с изображением мха

Следует отметить, что этот удивительный мох со всем его оптическим совершенством может расти лишь недалеко от входа в пещеры или там, где через щели и дыры в породе проникают с поверхности земли хоть какие-то лучи света. В отдаленные глубины пещер еще ни один луч естественным путем не попадал, и любой самый тонкий оптический прибор бессилён здесь поймать и сконцентрировать световую энергию.

¹⁵ Антон Кернер фон-Марилаун. Жизнь растений. Том 1 С.-Петербург: Просвещение, 1901. – С.385-386.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МХА СХИСТОСТЕГА ПЕРИСТАЯ
(SCHISTOSTEGA PENNATA)**

Работа №1

Цель работы:

изучить внешний вид мха Схистостега перистая (*Schistostega pennata*);

Материалы и оборудование: образец растения Схистостега перистая (*Schistostega pennata*), микроскоп BRSSER, предметные и покровные стекла, пинцет.

Начало лабораторной работы 15 августа 2015 года

Ход работы

Образец растения схистостега перистая (*Schistostega pennata*) был помещен на предметное стекло и рассмотрен под микроскопом. При увеличении более чем в 40 раз можно рассмотреть внешнее строение мха Схистостега перистая - стебель, веточки, ризоиды отчетливо видны. При 610-кратном увеличении, хорошо просматривались характерного вида зонтичные структуры протонемы. По итогам наблюдений были сделаны рисунки и фотографии.

Вывод: внешний вид мха схистостега перистая (*Schistostega pennata*) по итогам самостоятельного детального исследования образцов мха соответствует анатомо-морфологическому описанию, представленному в теоретических трудах ученых-бриологов.

Работа №2

Цель работы:

изучить растительные клетки протонемы мха Схистостега перистая (*Schistostega pennata*);

Материалы и оборудование: образец растения Схистостега перистая (*Schistostega pennata*), чашка Петри, микроскоп BRSSER, предметные и покровные стекла, пинцет.

Начало лабораторной работы 25 августа 2015 года

С помощью микроскопа мы рассмотрели внешнее строение протонемы мха схистостега перистая. При 610-кратном увеличении, хорошо просматривались

зонтики протонемы мха. Клетки рыхлые ромбовидные, тесно прилегая, друг к другу, образуют подобие раскрытого зонтика. Вокруг каждой клетки виден твердый темный слой, который называется клеточной стенкой. При 900 кратном увеличении мы наблюдали единичную клетку на зонтичных структурах протонемы мха, рассмотрели ее верхнюю и нижнюю стороны определили вакуоли и хлорофилловые зерна, фокусирующие рассеянные лучей света для повышения энергии фотосинтеза.

Чтобы лучше рассмотреть особенности строения клетки мха был изготовлен окрашенный препарат: образец растительной ткани положили в чашку Петри с раствором красителя (капля чернил), извлекли препарат, взяв его пинцетом, сполоснули в посуде с чистой водой и положили на поверхность предметного стекла, сверху опустили покровное стекло. Клетки рассматривали в микроскоп, освещая снизу. По итогам наблюдений были сделаны фотографии.

Вывод: внутреннее строение клетки бедное хлоропластами, устроено таким образом, чтобы в условиях очень скудного освещения поймать и сконцентрировать световую энергию, необходимую для развития растения.

Работа №3

Цель работы:

Изучить строение спорофита мха Схистостега перистая (*Schistostega pennata*).

Материалы и оборудование: образец растения Схистостега перистая (*Schistostega pennata*), чашки Петри с водой, микроскоп BRSSER, предметные и покровные стекла, пинцет.

Начало лабораторной работы 20 августа 2015 года

Ход работы

У всех мохообразных есть специальные органы, предназначенные для воспроизводства потомства. В бесполом поколении растений для этого служит спорофит, состоящий из ножки и колпачка-спорангия со спорами. При 100-кратном увеличении образца мха Схистостеги перистой видны нежная прозрачная ножка спорофита и яйцевидная прямостоячая спороносная коробочка. При 1100-кратном увеличении видно как внутри спорангия зреют

тысячи микроскопических похожих на пылинки спор. Споры можно собрать и рассмотреть под микроскопом. Для этого снимается с помощью пинцета со спороносной коробочки колпачок и крышечка. Затем в воде на предметном стекле нужно раздавить спорангий, и сделать микропрепарат спор, рассмотреть их под микроскопом и сделать фотографии и рисунки.

Вывод: наличие большого количества спор способствует при благоприятных условиях появлению и развитию новых растений. Споры схистостеги перистой очень мелкие их легко могут перенести потоки воздуха, наощупь они имеют липкую поверхность, и тогда распространение спор происходит с помощью животных, т.н. зоохорный способ.

Работа №4

Цель работы:

исследовать влияние водной среды на жизнеспособность мха Схистостега перистая (*Schistostega pennata*).

Материалы и оборудование: образец растения Схистостега перистая (*Schistostega pennata*), чашки Петри с водой, микроскоп BRSSER, предметные и покровные стекла, пинцет.

Начало лабораторной работы 15 августа 2015 года

Ход работы

Образец растения Схистостега перистая (*Schistostega pennata*) был поделен на три равные части. Поскольку протонема мха чувствительна к иссушению, было проведено исследование влияния водной среды на жизнеспособность мха. Три части растения поместили в три чашки (нужно использовать чашку Петри) В чашке номер 1 образец не увлажнялся, в чашке номер 2 установился определенный режим влажности, при котором проводилось сильное капельное орошение растительного образца и субстрата, в чашке номер 3 увлажнялся только субстрат. Режим увлажнения поддерживался средний. Субстрат взят с места произрастания растения. Увлажнение проводилось так чтобы, почва поддерживалась в свежем состоянии, сходном с тем, на котором мох растет в природе. Температура помещения составляла 24 градуса. Каждые

пять дней велась съемка микроскопом BRSSER. Результаты занесены в таблицу.

Дни	Образец №1 без орошения	Образец №2 сильное орошение	Образец №3 среднее орошение
15-20/ 08	Изменений не наблюдалось	Изменений не наблюдалось	Изменений не наблюдалось
20-25 /08	Наметились признаки иссушения	Прямое увлажнение грунта привело к налипанию растительных структур к почвенному субстрату, начало их деформации.	Изменений не наблюдалось
25-30 /08	Признаки иссушения усилились	значительные нарушения структуры растения	Изменений не наблюдалось
30/08- 4/09	Засыхание растения продолжилось	Восстановить свою прежнюю структуру мох не в состоянии	Нормальное состояние растения
4-8/09	Растение в засушенном состоянии	Растение погибло	Нормальное состояние растения

Выводы:

Отсутствие водной среды в образце №1 остановило все жизненные процессы мха, растение постепенно высыхало и словно переходило в иную стадию покоя, уменьшаясь зрительно в весе. (Получился гербарный образец) Режим прямого увлажнения сверху мха и субстрата в образце №2 привел к

значительным нарушениям структуры растения, а затем и к гибели растения. Вместе с тем, увлажнение только грунта в образце №3 продемонстрировало возможности неограниченно долгого существования растения. При этом следует отметить, что в этой серии опытов в образец №3 рост растения не наблюдался.

Следовательно, особенности роста растения в лабораторных условиях зависят не только от влажности комков грунта, но и от того насколько его состав приближен к естественным условиям, от оптимального температурного и светового режима. Реконструировав подобные условия, мы можем иметь возможность наблюдать рост и развитие растения в искусственно созданных биоценозах. Однако это задача серьезных научных лабораторий. Для нас очевидным остается тот факт, что мох *Schistostega pennata* растет в достаточно специфических условиях и его уникальность определяется лимитирующими факторами: требовательность к определенной влажности воздуха и умеренного температурного режима в сочетании с потребностью в обусловленных почвенных субстратах.

Данные по возможности культивирования мха нами в литературе по исследуемой теме не найдены.

Необходимой мерой охраны можно считать возможность включения в Красную книгу Калужской области, контролировать численность популяции на территории Национального парка «Угра», выявлять новые места обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мох *Schistostega pennata* является единственным членом семьи Схитостеговые, что подтверждают последние данные на основе анализа ДНК (Беккерт & Al, 1999, 2001, Самигуллин и др, 1998)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антон Кернер фон-Марилаун. Жизнь растений. Том 1 С.-Петербург: Просвещение, 1901. - 840с.
2. Бардунов Л.В. Древнейшие на суше. / Л.В. Бардунов - Новосибирск: Наука, 1984. – 344 с.
3. Бобровский М.В. Козельские засеки (эколого-исторический очерк). / М.В. Бобровский – Калуга: Изд-во Н.Ф. Бочкаревой, 2002. – 92 с
4. Гарибова Л.В., Дундин Ю.К., Коптяева Т.Ф., Филин В.Р. 'Водоросли, лишайники и мохообразные СССР - Москва: Мысль, 1978 - с.365
5. Есипов В.П. Комплексный памятник «Чертово городище» /В.П. Есипов, О.Л. Прошкин, Е.А. Телеганова// Очерки по истории и культуре Калужского края. – Калуга, КНЦ, 1996. – С. 12-14.
6. Жадовский А.Е. Реликтовая колония *Polypodium vulgare* в Калужской губернии и необходимость ее охраны // Охрана природы. - М., 1928. - №3. - С.5-13.
7. Игнатов М.С. Дополнительные наблюдения протонемы *Schistostegia pennata* (bryophyta) / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова, А.А. Белоусова, А.О. Сигаева – Arctoa – 2012. - №21: - С. 1-20.
8. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Зоохория у *Schistostegia pennata* (*Schistostegaceae*, *Musci*. // Arctoa 10. — М.: КМК, 2001. С. 83 — 96
9. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1 // Arctoa 11, Приложение 1. — М.: КМК, 2003. — С. 1—608.
10. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2 // Arctoa 11, Приложение 2. — М.: КМК, 2004. — С. 609—944.
11. Майоров С.Р. Данные к бриофлоре Козельского района Калужской области // Флористические исследования в Центральной России на рубеже веков: Материалы научного совещания (Рязань, 29—31 января 2001 г.) /Под ред. В.С. Новикова и С.Р. Майорова. — М.: Изд-во Ботанич. сада Моск. ун-та, 2001. — С.87—89.

12. Миняев Н.А. Определитель высших растений Северо-Запада европейской части РСФСР/ Н.А. Миняев, Н.И. Орлова, В.М. Шмидт - Изд-во ЛГУ, 1981 – 376 с.
13. Петров В.В. Мир лесных растений. / В.В. Петров - М.: Наука, 1978. - 166 с.
14. Попова Н.Н. Бриофлора Среднерусской возвышенности. I // *Arctoa* 11. — М.: КМК, 2002. — С. 101—169.
15. Попова Н.Н., Обьедкова С.И. Предварительные данные о бриофлоре юго-восточной части национального парка «Угра» (в пределах Калужской области) // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. Воронеж, 2000. С. 173—176.
16. Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. Н. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхоплодные мхи. М.: Наука, 1970 – 826 с.
17. Сергиевская Е.В. Систематика высших растений: Практический курс. - СПб.: «Лань», 2002.- С.9-11
18. Телеганова В.В. Бриофлора урочища «Чертово Городище» // Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья: Материалы XI Всероссийской научной конференции 5-7 апреля 2005 г. Калуга: Издательство «Полиграф-Информ» - 2005 - С. 327-330.

ГЛОССАРИЙ

Бриофиты (лат. *Bryophyta*) – мохообразные - отдел высших растений, насчитывающий около 20 000 видов, объединённых примерно в 700 родов и 110-120 семейств. Как правило, это мелкие растения, длина которых лишь изредка превышает 50 мм; исключение составляют водные мхи, некоторые из которых имеют длину более полуметра, и эпифиты, которые могут быть ещё более длинными. Бриофиты - очень своеобразные растения, замечательные во многих отношениях, в целом, собрание уникалов. Изучением их занимается особый раздел ботаники - бриология.

Бриоло́гия (от греч. Βρύον «мох» и ...логия) - раздел ботаники, изучающий мохообразные растения (*Bryophyta sensu lato*).

Учёных, специалистов в области бриологии, называют бриологами.

Автотро́фы (от греч. αὐτός - сам + τροφή - пища) - организмы, синтезирующие из неорганических веществ (главным образом воды, диоксида углерода, неорганических соединений азота) все необходимые для жизни органические вещества. Большинство Автотрофных организмов являются фотоавтотрофами, имеющими хлорофилл. Это - растения (цветковые, голосеменные, папоротникообразные, мхи, водоросли) и цианобактерии. Они осуществляют фотосинтез с выделением кислорода, используя неисчерпаемую и экологически чистую солнечную энергию.

Ризи́ды (от др.-греч. ῥίζα - корень и εἶδος - вид) - нитевидные образования из одной или нескольких однорядных клеток; служат для прикрепления к субстрату и поглощения из него воды и питательных веществ. Имеются у мхов, лишайников, некоторых водорослей и грибов. Внешне напоминают корневые волоски.

Протопласт (от др.-греч. πρῶτος - «первый» + πλαστός - образованный, вылепленный и др.) — содержимое растительной или бактериальной клетки.

Протонэма, или **предросток** (лат. *protonema*, множ. ч. *protonemata*) - одна из жизненных форм растений отдела моховидных.

Эндемики, или **эндемы** (от греч. ἔνδημος - местный) - виды, роды, семейства животных и растений, представители которых обитают на относительно ограниченном ареале, представлены небольшой географической областью. Эндемичные виды растений и животных, в связи с ограниченным ареалом и, следовательно, ограниченной численностью, часто заносятся в Красные книги как редкие или исчезающие виды.

Биоценоз (от греч. βίος - «жизнь» и κοινός - «общий») - это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство (определённый участок суши или акватории), и связанных между собой окружающей их средой.

Флорогенез - историческое развитие флоры вообще или флоры того или иного региона, в частности в результате процессов видообразования и сложения растительных сообществ.

Зоохорными называются способы распространения плодов и семян с помощью животных. Они очень разнообразны.

Спорофит - бесполое поколение растений, производящее споры. Спорофит быстро усыхает и состоит только из ножки и колпачка-спорангия со спорами.

