

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова
Кафедра ботаники и микробиологии

Г. В. Кондакова

**Выполнение индивидуальных работ
по ботанике на летней учебно-
полевой практике (раздел
«Систематика низших растений»)**

Методические указания

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета для студентов,
обучающихся по специальности Биология*

Ярославль 2010

УДК 582.2/.3
ББК Е 5я73
К 64

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2009/10 года*

Рецензент
кафедра ботаники и микробиологии
Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова

Кондакова, Г. В. Выполнение индивидуальных работ по ботанике на летней учебно-полевой практике (раздел «Систематика низших растений»): метод. указания / Г. В. Кондакова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2010. – 60 с.

В методических указаниях приведены темы индивидуальных работ по ботанике, описаны общие и частные методики их выполнения, указана основная литература. Некоторые методики даны достаточно подробно, так как взяты из книг, являющихся библиографической редкостью.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 020201.65 Биология (дисциплина УПП по ботанике (учебная практика), блок СД), очной и заочной форм обучения. Могут быть также полезны при выполнении курсовых и дипломных работ.

УДК 582.2/.3
ББК Е 5я73

© Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова, 2010

Учебно-полевая практика по ботанике (раздел «Систематика низших растений») на 1-ом курсе углубляет и расширяет знания, полученные студентами на лекционном курсе и лабораторном практикуме. Ее задачи: знакомство с наиболее важными и часто встречающимися представителями водорослей, грибов, миксомицетов и лишайников в природе; выявление экологических особенностей их обитания; овладение методиками сбора, гербаризации и хранения, а также навыками самостоятельного определения указанных групп. Кроме того, в ходе прохождения практики студенты приобретают первые навыки выполнения научно-исследовательской работы. Для этого программой практики предусмотрено выполнение студентами индивидуальных заданий по заранее выбранной теме. Во время прохождения практики студенты самостоятельно собирают и обрабатывают материал по теме индивидуальной работы, анализируют полученные результаты, оформляют работу в виде отчета и делают доклад на заключительной конференции.

Список тем индивидуальных работ

1. Водоросли временных водоемов.
2. Аэрофильные водоросли.
3. Обрастания естественных и искусственно внесенных субстратов в р. Улейма.
4. Бентос р. Улейма.
5. Почвенные водоросли.
6. Трутовые грибы – возбудители заболеваний древесных пород.
7. Грибные заболевания культурных растений
8. Ржавчинные грибы – паразиты высших растений.
9. Строение плодовых тел высших грибов.
10. Миксомицеты (слизевики) в районе биостанции «Улейма».
11. Морфолого-анатомические особенности строения кустистых лишайников.
12. Морфолого-анатомические особенности строения листоватых лишайников.
13. Строение апотециев различных видов лишайников.

14. Эпифитные лишайники в районе биостанции «Улейма».

15. Эпигейные лишайники в районе биостанции «Улейма».

Правила оформления индивидуальной работы

Введение.

Дают обоснование выбора темы, ее актуальность, указывают цель и задачи работы.

1. Обзор литературы.

Приводят краткий анализ литературных данных по теме работы со ссылками на источники.

2. Экспериментальная часть.

2.1. Объекты и методы исследования.

2.1.1. Характеристика места исследования.

Дают характеристику участка, где проводили исследование (например, название фитоценоза или населенного пункта и их расположение относительно биостанции «Улейма», карта-схема обследованной территории и т. п.).

2.1.2. Объекты исследования.

2.1.3. Методы исследования.

2.2. Результаты.

2.3. Обсуждение результатов.

Выводы.

Выводы делают в соответствии с поставленными задачами. При большом количестве полученных результатов по одной задаче может быть сделано несколько выводов.

Литература.

Список использованной литературы приводят в алфавитном порядке с указанием фамилий и инициалов авторов, полного названия источников, издательства, года издания, общего количества страниц или номеров страниц, которые были использованы для написания обзора литературы.

Приложения.

Здесь можно поместить первичные расчетные данные, которые были использованы для построения графиков, рабочие таблицы, карты-схемы и т. п.

1. Методики, необходимые для выполнения работ

1.1. Подсчет клеток в камерах Горяева

Этот метод применяют для подсчета крупных объектов – одноклеточных водорослей, конидий грибов и т. п. Обычно используют камеру Горяева – Тома (рис. 1), хотя можно применять и другие счетные камеры. Камера Горяева представляет собой толстое предметное стекло, разделенное бороздками. На центральную часть стекла нанесена сетка (рис. 1, А, В). Площадь квадрата сетки указана на одной из сторон предметного стекла и соответствует $1/25 \text{ мм}^2$ (большой квадрат) или $1/400 \text{ мм}^2$ (малый квадрат).

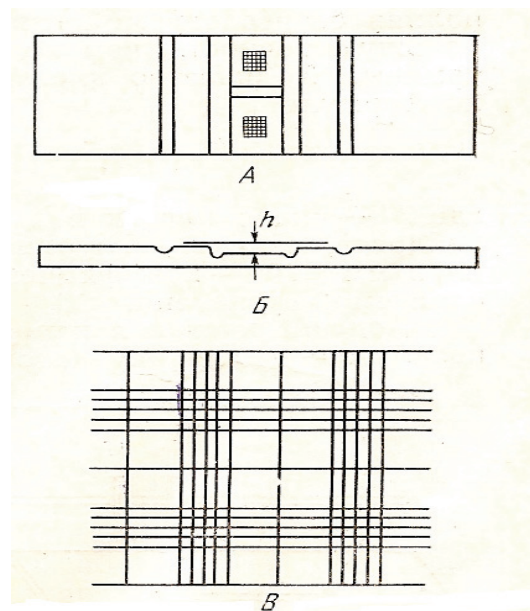


Рис. 1. Счетная камера Горяева-Тома: А – вид сверху; Б – вид сбоку; В – при малом увеличении микроскопа

Часть предметного стекла, на которой нанесена сетка, на 0,1 мм ниже двух других сторон (рис.1, Б). Это глубина камеры; она всегда указывается на предметном стекле.

При работе с камерой необходимо соблюдать определенный порядок её заполнения. Вначале углубление с сеткой накрывают специальным шлифованным покровным стеклом и, слегка прижимая, смещают покровное стекло в противоположные стороны до появления колец Ньютона. Это указывает на то, что покровное стекло притерто к сторонам камеры. Только при таком условии объем жидкости, находящейся в камере, соответствует расчетному. После этого камеру заполняют исследуемой жидкостью. Ее вносят пипеткой через бороздку камеры. Подсчет клеток рекомендуется начинать через 3–5 мин после заполнения

камеры, чтобы клетки осели и при микроскопировании были видны в одной плоскости.

Число клеток подсчитывают с объективом 8 × или 40×. Обычно подсчитывают клетки в 10 больших или 20 маленьких квадратах сетки, перемещая их по диагонали. Учитывают все клетки, пересекающие верхнюю и правую стороны квадрата. При подсчете количество клеток в большом квадрате не должно превышать 20, а в малом – 10, в противном случае исходную жидкость разводят водопроводной водой. Для получения достоверного результата общее число подсчитанных клеток должно быть не менее 600.

Подсчет клеток повторяют 3–4 раза, каждый раз заново монтируя камеру и заполняя её исследуемой жидкостью. Это обеспечивает большую точность, чем подсчет 600 клеток при однократном монтаже камеры. Количество клеток в 1 мл исследуемой жидкости вычисляют по формуле:

$$M = a \times 10^3 \times n / h \times S, \quad (1)$$

где M – число клеток в 1 мл (1 см^3); a – среднее число клеток в квадрате сетки; 10^3 – коэффициент перевода мм^3 в см^3 ; n – разведение исследуемой жидкости; h – глубина камеры в мм; S – площадь квадрата сетки в мм^2 .

1.2. Оценка частоты встречаемости водорослей

При качественной обработке проб желательно определить частоту встречаемости отдельных видов, пользуясь для этого условными обозначениями. Существуют различные шкалы для оценки частоты встречаемости водорослей. В качестве примера ниже приводится *шкала Стармаха*:

- «+» – очень редко (вид присутствует не в каждом препарате);
- 1 – единично (1–6 экземпляров в препарате);
- 2 – мало (7–16 экземпляров в препарате);
- 3 – порядочно (17–30 экземпляров в препарате);
- 4 – много (31–50 экземпляров в препарате);
- 5 – очень много, абсолютное преобладание (более 50 экземпляров в препарате).

1.3. Определение прозрачности воды

Прозрачность воды определяется высотой столба воды (в см), при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (как правило, шрифт средней жирности высотой 3,5 мм). В последнем случае воду наливают в мерный цилиндр диаметром 5–7 см, под который подкладывают бумагу с текстом, и, глядя сверху, отмечают момент, когда текст невозможно будет прочитать. Замеряют высоту столба воды.

1.4. Полевые методики определения механического состава и влажности почвы

Для определения *механического состава* почвы чаще всего пользуются мокрым методом.

Образец растертой почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, при котором почва обладает наибольшей пластичностью. Из подготовленной почвы на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм, затем свернуть в кольцо диаметром 2–3 см. В зависимости от механического состава почвы или породы показатели «мокрого» метода будут различны. *Песок* не образует ни шарика, ни шнура. *Супесь* образует шарик, который раскатать в шнур не удастся. Получаются только зачатки шнура. *Легкий суглинок* раскатывается в шнур, но последний очень непрочен, легко распадается на части при раскатывании или при взятии с ладони. *Средний суглинок* образует сплошной шнур, который можно свернуть в кольцо. Кольцо с трещинами и переломами. *Тяжелый суглинок* легко раскатывается в шнур. Кольцо с трещинами. *Глина* образует длинный, тонкий шнур, кольцо без трещин.

При определении *степени увлажнения* почвы выделяют 5 ступеней:

1. *Сухая* почва. Она пылит, влага в ней на ощупь не определяется, не холодит руку.

2. *Влажноватая*. Она холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет.

3. *Влажная*. В такой почве на ощупь явно ощущается влага, проба увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную ей при сжатии рукой.

4. *Сырая*. Эта почва при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцев.

5. *Мокрая*. При сжимании в руке из нее выделяется вода, которая сочится между пальцами, почвенная масса образует текучесть.

Можно ограничиться и общими замечаниями относительно влажности почвы (нормальное, избыточное, недостаточное).

1.5. Особенности определения трутовых грибов

При исследовании грибов обычно пользуются сухим материалом. Сушат их различными способами, в полевых условиях можно сушить на солнце. Однако при определении трутовых грибов используют целый ряд признаков, которые хорошо заметны в большинстве случаев только на свежесобранных грибах и иногда сильно изменяются при высушивании. Поэтому необходимо уже при сборе отмечать эти сведения в дневнике. К таким признакам относятся: окраска и форма шляпки; консистенция и цвет ткани; запах плодовых тел, который иногда бывает очень сильным и характерным в свежем состоянии; размер и форма пор и некоторые другие. Сбирать грибы лучше с кусочком субстрата, т. к. точное его название во многих случаях является весьма существенным при определении.

Плодовые тела трутовых грибов чрезвычайно разнообразны. Они могут быть распростертыми и полностью прирастающими к субстрату; в виде небольших шляпок, отогнутых от распростертой части плодового тела (распростерто-отогнутые), половинчатые, копытовидные сидячие или с более или менее развитой ножкой.

Гименофор трутовых грибов может быть нескольких типов. Наиболее простой тип гименофора гладкий. По мере усложнения

на нем развиваются бугорки, складки, шипики, пластинки или трубочки, несущие на своей поверхности гимений. Эти особенности имеют важное систематическое значение.

Плодовые тела трутовиков могут быть однолетними или многолетними, ежегодно разрастающимися в толщину и ширину. Точный возраст многолетнего трутовика можно определить по числу слоев гименофора. Однолетние плодовые тела образуют лишь один слой гименофора.

Для определения трутовых грибов с трубчатым гименофором очень важно знать размер и форму пор. Лучше измерять величину пор при сборе, т. к. при высыхании они могут изменять свой вид. Для этого надо иметь прозрачную миллиметровую линейку, которую накладывают в разных местах на поровую поверхность гриба и определяют, сколько помещается в среднем пор на 1 мм. Величина пор получается в долях миллиметра.

При исследовании гимения и ткани плодового тела берут кусочек плодового тела, включающий участок гименофора и прилегающей трамы (стерильной ткани), и, держа его в руке, делают поперечные или продольные срезы. Последние предпочтительнее, т. к. тогда сразу можно увидеть строение гимения и ткани плодового тела. Вначале эти срезы делают более или менее толстыми, как бы «рекогносцировочными», по которым можно судить о наличии искомых элементов (базидии со стеригмами и спорами, псевдопарафизы, цистиды, щетинки). Когда путем таких сравнительно толстых срезов будет обнаружено подходящее место в шляпке, тогда можно приступить к изготовлению тонких срезов, на которых рассматривают детальное строение гимения и ткани.

Если исследуют сухое плодовое тело, то тонкие срезы переносят на предметное стекло в каплю 5–10%-ного раствора КОН, в который для окраски бесцветных препаратов прибавляют краситель эозин. От действия щелочи ткани и споры набухают и делаются примерно такими, как они выглядят на свежем материале; применение красителя делает контуры более резкими и лучше заметными. Можно резать не сухой кусочек шляпки, а предварительно распаренный в горячей воде, и, если ткань сделается слишком мягкой, ее режут в бузине или пробке.

При изучении спор обычно берут те, которые отпали от базидий. Следует иметь в виду, что споры на препаратах ложатся в разных плоскостях и не всегда одинаковы по внешнему виду. Поэтому для установления точной формы и размеров надо просмотреть значительное количество спор. Контуры спор зарисовывают. Выясняют другие подробности их строения и окраску. Когда предполагается, что споры должны быть окрашенными, а на препаратах имеются только бесцветные, следует попытаться получить споры путем соскабливания скальпелем с поверхности шляпки, куда они случайно заносятся после отделения от стеригм, созревают и затем довольно долго сохраняются.

Если требуется изучать гифы, то лучше всего поступить следующим образом: отщипнув иглами немного ткани из разных мест шляпки, раздвигают ее в капле жидкости на предметном стекле, а затем накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом. Ткань надо брать из разных мест шляпки, т. к. строение ее у самого гименофора и у поверхности часто бывает совершенно различным. При рассматривании гиф под микроскопом необходимо установить отсутствие или наличие перегородок и пряжек, выяснить характер ветвления, сделать замеры толщины гиф. Для этих целей препарат следует нагреть и даже прокипятить на спиртовке, чтобы удалить пузыри воздуха и восстановить спавшиеся контуры гиф. Для просветления препарата необходимо, как было указано, прибавлять маленькую каплю раствора КОН, который лучше вносить до нагревания.

1.6. Приготовление анатомических срезов изучаемых объектов

Для приготовления анатомических срезов используют бритву или скальпель и сердцевину бузины.

При изготовлении срезов лишайников объект, например апотеций или часть слоевища, прежде всего следует очистить от почвы и пыли, размочить его, положив на 3–4 мин на предметное стекло в каплю воды. Когда объект размокнет, его следует перенести на лист фильтровальной бумаги, чтобы убрать

лишнюю воду с поверхности. Чтобы препарат получился ясным, из лишайника вытесняют воздух, подержав его 2 мин в спирте. Размачивать следует и образцы высушенных растений, если не удалось исследовать их в свежесобранном виде. При изготовлении срезов грибов учитывают особенности, изложенные в п. 1.4.

Очищенную от древесины сердцевину бузины разрезают вдоль (лучше использовать однолетние недревесневшие побеги диаметром 1–1,5 см, имеющие светлую сердцевину, упругую и, вместе с тем, мягкую). Между получившимися половинками закладывают подготовленный объект, срезы которого необходимо получить. Держа половинки сердцевины бузины с заложенным между ними объектом в одной руке, скальпелем или бритвой, взятой в другую руку, выравнивают край одной половинки. Затем производят серию движений по направлению к себе и наискось, стараясь при этом сделать как можно более тонкие срезы. Полученные срезы переносят с бритвы кисточкой или препаровальной иглой, смоченной в воде, в заранее приготовленную каплю воды на предметное стекло. Срезы лишайников лучше рассматривать в капле глицерина. Препараты накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении. Из сделанных срезов выбирают самые тонкие, на которых всегда лучше видны детали строения.

1.7. Оценка степени сходства видового состава

При сравнении видового состава двух фитоценозов можно использовать коэффициент флористического сходства, или коэффициент общности, определяемый как число видов, общих для двух фитоценозов, выраженное в процентах от общего числа видов.

Коэффициент общности K_o (по Жаккару) вычисляется по формуле:

$$K_o = (c \times 100) / (a + b - c), \%$$

где a – число видов в первом фитоценозе;

b – число видов во втором;

c – число общих для двух фитоценозов видов.

1.8. Краткие рекомендации по засушиванию растений

Наиболее быстрым способом засушивания растений с сохранением цвета является засушивание в пористой бумаге (например, старые газеты). Листы бумаги с помещенными в них растениями закладывают в ботанические прессы. При укладке в пресс листы с растениями чередуют с прокладками, в качестве которых также можно использовать старые газеты. После укладки растений следует положить 3–4 листа бумаги сверху пачки, прикрыть рамку прессы и туго стянуть пресс веревкой так, как это показано на рис. 2.

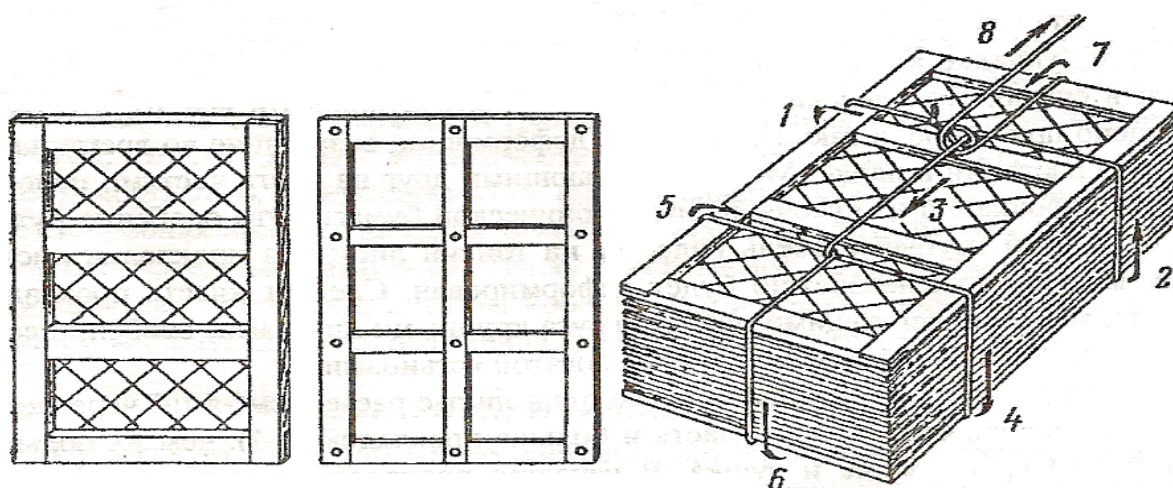


Рис. 2. Образцы гербарных сеток и способ их завязывания

Затянутый пресс вывесить на солнечное, хорошо продуваемое место. Бумагу при сушке надо ежедневно менять. Окончание сушки растений определяют по исчезновению живого зеленого цвета или путем прикладывания к губам: ощущение холода свидетельствует о том, что сушка не закончена. Если растение приподнять за стебель, то еще не высохшие его части обвисают, так как лишены упругости.

К высушенному растению должна быть приложена этикетка (рис. 3). Надписи на ней лучше делать черной тушью или черной пастой.

Russinia coronifera Kleb. – возбудитель корончатой ржавчины овса
(0 и I стадии на листьях *Rhamnus cathartica* – крушины слабительной)

Ярославская обл, Угличский р-н,
березняк-черничник на территории б/с Улейма

07.2010 г. Собр. Иванова И.Б.

Опр. Петрова М. А.

Рис. 3. Образец этикетки

1.9. Способы сбора и сушки лишайников для гербария и коллекций

Для сбора лишайников необходимы нож для срезания со стволов деревьев и пней тонких кусочков коры с прикрепленными к ней лишайниками; мягкая бумага для завертывания некоторых образцов; лупа для того, чтобы выбрать хорошо развитые экземпляры с плодоношением; бумага для этикеток; простой карандаш; картонные коробки разных размеров; пакеты (конверты), которые легко приготовить самим. Для сбора лишайников с камней необходимо иметь геологический молоток или зубило для откалывания кусочков породы.

Собранные лишайники сразу на месте упаковывают в коробки или пакеты. В один пакет помещают лишайники только из одного местообитания – с одного участка ствола и т. д. Таких пакетов с лишайниками из одного местообитания может быть несколько. Каждый образец снабжают этикеткой, где указывают область, район, условия местообитания, характер субстрата, дату, фамилию коллектора. Для эпифитных лишайников в этикетке, кроме обычных сведений, надо указать название древесной породы, примерный возраст, диаметр ствола, высоту взятия образца. Если название дерева или кустарника неизвестно, следует взять побег растения с листьями для определения. Для эпигейных лишайников, кроме обычных сведений, в этикетке надо указать особенности почвы, среди каких видов высшей растительности встречается.

Эпигейные лишайники с легко разламывающимися шиловидными и сцифовидными подециями лучше собирать в коробки, предварительно завернув в мягкую бумагу, чтобы сохранить первичный и вторичный таллом.

Собранные лишайники (листоватые, кустистые) для гербария сушат под прессом, для музейных коллекций – на воздухе. Лучше всего листоватые и кустистые лишайники сохнут в пасмурную погоду, когда их слоевища эластичные и мягкие. Лишайники, собранные в сухую погоду, перед сушкой следует слегка смочить водой для придания им эластичности. Если субстрат (почва) влажен, его следует просушить на воздухе, иначе лишайник покроется мицелием гриба и испортится. Высушенные под прессом и определенные лишайники монтируют на гербарные листы: 2–3 конверта с одним видом лишайника нижней стороной приклеивают к гербарному листу бумаги один над другим. К верхней полосе конверта подклеивают этикетку, на которой указывают название лишайника и семейство, место и время сбора, фамилии коллектора и лица, определившего образец. Лишайники для музейных коллекций, а также мелкие напочвенные лишайники с субстратом и крупные камни с накипными лишайниками хранят в коробках.

2. Описание тем индивидуальных работ

2.1. Водоросли временных водоемов

Данная тема может выполняться по двум направлениям, студенты выбирают любое из них.

1. *Цель работы:* изучение состава и динамики альгофлоры временного водоема.

Для выполнения работы необходимо обследовать один из временных водоемов, расположенных в окрестностях б/с «Улейма». Оценку видового состава альгофлоры следует произвести дважды: в начале и в конце практики.

2. *Цель работы:* сравнительная характеристика альгофлоры временных водоемов.

Для выполнения данной работы необходимо сравнить два временных водоема, отличающихся по экологическим условиям (освещенность, температура воды, характер грунта, зарастание высшей водной растительностью) или степени антропогенного воздействия. Пробы для исследования берут один раз, желательно одновременно из обоих водоемов.

Задачи по первому направлению:

1. Определить общую численность альгофлоры временного водоема (в кл/мл).
2. Изучить качественный состав альгофлоры.
3. Определить долю различных отделов водорослей в составе общей численности альгофлоры (в %).
4. Оценить частоту встречаемости видов (в баллах).
5. Проследить динамику альгофлоры за период практики, попытаться объяснить наблюдаемые изменения.

Задачи по второму направлению:

- Задачи 1–4 те же, только для двух водоемов.
5. Сравнить данные, полученные по разным водоемам, попытаться объяснить полученные результаты.

Ход работы

Отбор проб

Для выполнения работы по первому направлению из выбранного временного водоема следует просчитать по две средние пробы, отобранные в разное время (лучше всего в начале и конце ботанической практики). Среднюю пробу делают из 5 проб, которые отбирают в различных участках водоема, захватывая воду и грунт, и помещают в общую банку. Отбор можно проводить с помощью пробирки или стеклянной трубки. В лаборатории полученную среднюю пробу тщательно взбалтывают в течение двух минут, отстаивают 1 мин. Исследуют надосадочную жидкость, повторность исследования – двукратная. При обработке результатов находят средние значения из двух просчитанных повторностей. Точно так же обрабатывают вторую среднюю пробу.

Для выполнения работы по второму направлению следует просчитать по две средние пробы из каждого выбранного

временного водоема. Отбор средних проб и их обработку проводят по описанной выше методике.

Определение общей численности и изучение качественного состава альгофлоры проводят в камере Горяева (см. п. 1.1).

Для этого следует:

а) нанести пипеткой на решетку счетной камеры каплю отстоявшейся пробы и притереть покровным стеклом;

б) рассмотреть в камере представителей альгофлоры;

в) в каждом просчитываемом квадрате камеры провести определение всех водорослей до рода и подсчитать число клеток каждого рода (у нитчатых водорослей считают каждую клетку таллома); суммируя результаты по численности каждого рода, получают общее число клеток в данном квадрате;

г) просчитав необходимое количество квадратов, определить общую численность водорослей (кл/мл), используя формулу (1);

д) зарисовать каждую водоросль пробы и коротко записать ее диагноз и экологию;

е) сделать вывод о качественном и количественном составе альгофлоры изучаемого водоема.

Оценку частоты встречаемости видов в баллах проводят по шкале *Стармаха* (см. п. 1.2).

В отчете необходимо дать подробную характеристику исследованных водоемов: расположение, глубина, освещенность, температура воды на момент взятия проб, прозрачность (см. п. 1.3), характер грунта, зарастание высшей водной растительностью, степень антропогенного воздействия. При обсуждении результатов для наглядности можно построить таблицы и различные диаграммы (столбчатые, круговые и др.) по общей численности, по качественному составу и т. п. При сравнении данных, полученных по разным водоемам, можно воспользоваться расчетным коэффициентом флористического сходства (коэффициент общности по Жаккару) – см. п. 1.7.

Литература: 2, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16.

2.2. Аэрофильные водоросли

Цель работы: изучение аэрофильных водорослей, произрастающих на различных наземных субстратах.

При выполнении работы следует обследовать различные субстраты: древесные породы – лиственные (береза, осина и др.) и хвойные (сосна, ель), стены строений и пр. Выбор субстратов лучше проводить систематическим (регулярным методом), целенаправленно выбирая те, на которых присутствует водорослевый налет.

Задачи:

1. Изучить качественный состав аэрофильных водорослей, произрастающих на различных субстратах.
2. Определить их общую численность (в кл/ см²).
3. Определить долю различных отделов водорослей в составе общей численности (в %).
4. Оценить частоту встречаемости видов (в баллах).
5. Сравнить данные, полученные при изучении аэрофильных водорослей различных субстратов, попытаться объяснить полученные результаты.

Ход работы

Отбор проб

Пробы отбирают с 1 см² из 10 мест ствола или другого субстрата. Поверхность стволов деревьев исследуют с разных сторон. Пробы смешивают, взбалтывают в пробирке с 10 мл воды и проводят подсчет в камере Горяева. Для того чтобы меньше повреждать гладкоствольные живые деревья, кору с налетом водорослей с них не срезают, а берут с нее пробу, аккуратно соскабливая скальпелем или препаровальной иглой водорослевый налет как можно полнее на чистый белый лист бумаги, после чего переносят в пробирку. Можно также отобрать пробы методом смыва. Для этого используют небольшой марлевый тампон, закрепленный на палочке и помещенный в пробирку с 10 мл воды. Смывы производят с указанной выше площади, тщательно протирая поверхность ствола. В процессе отбора проб тампон периодически помещают в ту же пробирку и тщательно

встряхивают. Если водорослевый налет слабый, можно использовать для приготовления пробы 5 мл воды.

С упавших стволов срезают ножом участок коры дерева, покрытый водорослевым налетом, со стен строений делают соскоб ножом. Пробы помещают в бумажный пакет, указав на нем место взятия, а затем все необходимые манипуляции по приготовлению пробы для подсчета клеток водорослей производят уже в лаборатории.

При отборе проб необходимо примерно оценить общую площадь покрытия водорослевым налетом исследуемого субстрата (S , см^2), а также указать площадь, с которой непосредственно была взята проба (10 см^2). Кроме того, следует отметить следующие особенности субстрата и расположения на нем водорослевого налета:

- интенсивность освещенности субстрата или отдельных его участков;

- для деревьев – примерный возраст, характер коры (гладкая, шершавая, морщинистая), развитость кроны;

- расположение водорослевого налета и его обилие относительно сторон света;

- место его расположения: на деревьях – нижняя часть ствола (от поверхности почвы до уровня груди исследователя), средняя часть ствола (от уровня груди исследователя до нижних сучьев кроны); на стенах строений – указать высоту.

Определение общей численности и изучение качественного состава проводят в камере Горяева (см. п. 1.1).

Для этого следует:

- а) нанести пипеткой на решетку счетной камеры каплю пробы и притереть покровным стеклом;

- б) рассмотреть в камере представителей аэрофильных водорослей;

- в) в каждом просчитываемом квадрате камеры провести определение всех водорослей до рода и подсчитать число клеток каждого рода; суммируя результаты по численности каждого рода, получают общее число клеток в данном квадрате;

- г) просчитав необходимое количество квадратов, определить общую численность водорослей ($\text{кл}/\text{см}^2$);

д) зарисовать каждую водоросль пробы и коротко записать ее диагноз и экологию;

е) сделать вывод о составе аэрофильной альгофлоры изучаемого субстрата.

Для определения общей численности клеток на единицу площади поверхности субстрата (N , кл/см²) сначала подсчитывают количество клеток (M) в полученном объеме пробы (5 или 10 мл). Для этого используют формулу

$$M = a \times 10^3 \times V / h \times S, \quad (2)$$

где M – число клеток в исследуемом объеме; a – среднее количество клеток в квадрате; 10^3 – коэффициент перевода мм³ в см³; h – глубина камеры в мм; S – площадь квадрата сетки в мм²; V – объем исследуемой пробы (мл, см³)

Далее подсчитывают N , кл/см²:

$$N = M / s', \quad (3)$$

где s' – площадь, с которой собиралась проба (см²).

Оценку частоты встречаемости видов в баллах проводят по шкале **Стармаха** (см. п. 1.2).

При обсуждении результатов можно построить сводные таблицы по характеристике субстратов, а также таблицы и различные диаграммы по общей численности, по качественному составу и т. п.

Литература: 2, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16.

2.3. Обрастания естественных и искусственно внесенных субстратов в р. Улейма

Цель работы: изучение перифитона – водорослей, произрастающих на различных естественных и искусственных субстратах реки.

Задачи:

1. Изучить качественный состав перифитона.
2. Оценить частоту встречаемости видов (в баллах).

3. Сравнить флористический состав обрастаний различных субстратов.

4. Сделать выводы по приуроченности водорослей к различным субстратам.

Ход работы

Отбор проб и их обработка

Пробы фитообрастаний следует взять с различных естественных и искусственных субстратов реки (камни, коряги, сваи, высшая водная растительность, мостки, раковины моллюсков и др.). Для этого при помощи ножа или ложки с заостренным краем делают срез или соскоб с субстрата, покрытого водорослями, помещают его в банку и заливают водой из водоема. Если есть возможность, лучше собрать водоросли вместе с субстратом, который полностью или частично извлечь из воды так, чтобы с него не смыло водоросли (кусочки стеблей и листьев высшей водной растительности, гальку, куски коряг, моллюски), также поместить в банку и залить водой из водоема.

В лаборатории обработку каждой пробы обрастаний проводят в следующем порядке:

- приготовить временный препарат из пробы и рассмотреть при малом, а затем при большом увеличении микроскопа;
- определить по определителю систематическое положение каждой водоросли, находящейся в поле зрения; подсчитать число клеток водорослей каждого рода;
- записать диагностические признаки каждой водоросли и ее экологию;
- зарисовать изучаемые объекты.

В приготовленном временном препарате следует рассмотреть несколько полей зрения (3–4), перемещая последние по диагонали.

Приготовление временных препаратов из каждой пробы и их изучение следует произвести не менее трех раз.

Оценку частоты встречаемости видов в баллах проводят по ***шкале Стармаха*** (см. п. 1.2).

При обсуждении результатов для наглядности можно построить таблицы и различные диаграммы. При сравнении

данных, полученных по разным субстратам, можно воспользоваться расчетным коэффициентом флористического сходства (коэффициент общности по Жаккару) – см. п. 1.7.

Литература: 2, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16.

2.4. Бентос р. Улейма

Данная тема может выполняться по двум направлениям, студенты выбирают любое из них:

1. *Цель работы:* изучение бентосных форм водорослей в зависимости от характера грунта р. Улейма.

Станции для исследования берут на участках реки с песчаным и илистым грунтом.

2. *Цель работы:* изучение пространственной динамики фитобентоса р. Улейма.

Станции берут вдоль реки.

Независимо от выбранного направления для исследования нужно обследовать не менее четырех станций.

Задачи по первому направлению:

1. Определить общую численность бентосных водорослей (кл/см²).

2. Изучить качественный состав бентосных водорослей в зависимости от характера грунта.

3. Выявить доминирующие отделы и роды бентосных водорослей в зависимости от характера грунта, попытаться объяснить полученные результаты.

Задачи по второму направлению:

1. Определить общую численность бентосных водорослей (кл/см²).

2. Изучить качественный состав бентосных водорослей на различных участках реки.

3. Выявить доминирующие роды и отделы бентосных водорослей на обследованных станциях.

4. Проследить динамику фитобентоса в пространстве и попытаться объяснить полученные результаты.

Ход работы

Отбор проб

Методы отбора проб фитобентоса предусматривают сбор водорослей, обитающих на поверхности донных грунтов и отложений, в их толще (глубиной до 1 см) и придонном слое воды толщиной 2–3 см. Для изучения видового состава фитобентоса достаточно извлечь на поверхность некоторое количество донного грунта с отложениями.

На учебно-полевой практике пробы фитобентоса можно отобрать на мелководье (до 0,5–1,0 м глубины) с помощью стеклянной трубки с известной площадью сечения (πr^2). Трубку погружают в грунт на высоту ~ 2 см (по край резиновой трубки, надетой на стеклянную). Пробу помещают в пробирку и доставляют в лабораторию. В лаборатории пробирку с пробой бентоса тщательно взбалтывают в течение двух минут, отстаивают 1 мин. Исследуют надосадочную жидкость, т. к. осевшие на дно пробирки частицы песка и глины практически не содержат водорослей. На каждой станции следует взять и обработать не менее трех проб, а затем найти средние значения.

Определение общей численности и изучение качественного состава фитобентоса проводят в камере Горяева (см. п. 1.1).

Для этого следует:

а) нанести пипеткой на решетку счетной камеры каплю отстоявшейся пробы фитобентоса и притереть покровным стеклом;

б) рассмотреть в камере представителей фитобентоса;

в) в каждом просчитываемом квадрате камеры провести определение всех водорослей до рода и подсчитать число клеток каждого рода; суммируя результаты по численности каждого рода, получают общее число клеток в данном квадрате;

г) просчитав необходимое количество квадратов, определить общую численность водорослей (кл/см²);

д) зарисовать каждую водоросль пробы и коротко записать ее диагноз и экологию;

е) сделать вывод о составе фитобентоса обследованной станции.

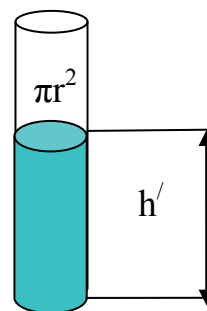
Для подсчета общей численности клеток на единицу площади (N , кл/см²) сначала подсчитывают количество клеток в полученном объеме пробы по формуле (2) (см. п. 2.2).

Объем пробы (V) определяют по формуле:

$$V = s' \times h' \quad (4)$$

где s' – площадь сечения трубки ($s' = \pi r^2$), см²;

h' – высота, на которую трубку погружали в грунт, см.



Далее подсчитывают N по формуле (3) (см. п. 2.2).

Подставив формулы (2) и (4) в формулу (3), можно сразу получить формулу для подсчета N :

$$N = a \times 10^3 \times h' / h \times S.$$

Выявление доминирующих отделов и родов бентосных водорослей

Для выявления доминирующих отделов следует определить долю различных отделов водорослей в составе общей численности фитобентоса (в %).

Для выявления доминирующих родов можно воспользоваться шкалой *Стармаха* (см. п. 1.2.).

В оформленной работе должна присутствовать карта-схема реки с расположением точек отбора проб, а также подробная характеристика каждой станции: глубина, характер грунта, наличие или отсутствие высшей водной растительности, температура воды, прозрачность (см. п. 1.3), скорость течения, освещенность, наличие антропогенных источников загрязнения и т. д. При обсуждении результатов можно построить таблицы и различные диаграммы.

Литература: 2, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16.

2.5. Почвенные водоросли

Цель работы: изучение почвенных водорослей различных фитоценозов (сосняк зеленомошный, сосняк черничный; березняк бруснично-черничный и др.). Можно также взять для исследования «микроагроценозы» – грядки в огородах близлежащих деревень.

Задачи:

1. Изучить качественный состав почвенных водорослей двух различных фитоценозов.
2. Определить их общую численность (в кл/г почвы).
3. Определить долю различных отделов водорослей в составе общей численности (в %).
4. Оценить частоту встречаемости видов (в баллах).
5. Сравнить данные, полученные при изучении почвенных водорослей различных фитоценозов, попытаться объяснить полученные результаты.

Ход работы

Отбор проб

В каждом фитоценозе закладывают пробную площадку в виде квадрата размером 10х10 м ($S=100 \text{ м}^2$). Пробы отбирают методом конверта. Для этого в пяти местах пробной площадки (по концам диагоналей и в точке их пересечения) берут точечные пробы почвы примерно по 100 г с глубины около 5 см и делают объединенную пробу путем смешивания точечных проб. При изучении огородных почв в качестве пробной площадки можно взять одну грядку, пробы отбирают также методом конверта с глубины примерно 10 см. В лаборатории полученную объединенную пробу почвы тщательно перемешивают, берут из нее навеску 10 г и помещают в колбу. Добавляют 100 мл воды, получая, таким образом, почвенную суспензию, содержащую 0,1 г почвы в 1 мл (т. е. делают разведение пробы в 10 раз). Суспензию тщательно взбалтывают в течение двух минут, отстаивают 1 мин. Исследуют надосадочную жидкость. Суспензию почвы готовят трижды, каждый раз заново тщательно перемешивая пробу почвы. Обрабатывают все три повторности, а затем берут средние значения.

Определение общей численности и изучение качественного состава почвенных водорослей проводят в камере Горяева (см. п. 1.1).

Для этого следует:

а) нанести пипеткой на решетку счетной камеры каплю отстоявшейся почвенной суспензии и притереть покровным стеклом;

б) рассмотреть в камере представителей почвенных водорослей;

в) в каждом просчитываемом квадрате камеры провести определение всех водорослей до рода и подсчитать число клеток каждого рода; суммируя результаты по численности каждого рода, получают общее число клеток в данном квадрате;

г) просчитав необходимое количество квадратов, определить общую численность водорослей в клетках на грамм почвы (N , кл/г); для этого используют формулу (1) (см. п. 1.1), коэффициент разведения (n) принимают равным 10;

д) зарисовать каждую водоросль пробы и коротко записать ее диагноз и экологию;

е) сделать вывод о составе почвенных водорослей обследованного образца почвы.

Оценку частоты встречаемости видов в баллах проводят по *шкале Стармаха* (см. п. 1.2).

В оформленной работе должна быть дана подробная характеристика исследованных пробных площадок: название фитоценозов и их расположение, характер растительности на площадке, освещенность, механический состав и влажность почвы (см. п. 1.4). При обсуждении результатов можно построить таблицы и различные диаграммы.

Литература: 2, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 25.

2.6. Трутовые грибы – возбудители заболеваний древесных пород

Трутовые грибы развиваются как сапротрофы на мертвой или как паразиты на живой древесине. Мицелий трутовых грибов образуется внутри древесного субстрата, густо пронизывает его и

формирует на поверхности плодовые тела. По наличию плодовых тел и выявляют пораженные растения.

Цель работы: изучение трутовых грибов, вызывающих поражения различных древесных пород.

Задачи:

1. Провести лесопатологическое обследование двух различных фитоценозов и оценить состояние деревьев по результатам обследования.

2. Выявить породы, наиболее подверженные заболеваниям, вызываемым трутовыми грибами.

3. Изучить видовой состав трутовых грибов, поражающих различные древесные породы.

4. Дать оценку степени и масштабов поражений на обследованной территории.

5. Собрать коллекцию трутовых грибов.

Ход работы

При выполнении работы сравнить два различных типа леса – хвойный (ельник, сосняк) и лиственный (березняк, осинник). В каждом фитоценозе на основании предварительного рекогносцировочного обследования заложить по три пробные площади 10×10 м ($S = 100 \text{ м}^2$). Начертить карту-схему с указанием местоположения фитоценозов и пробных площадей.

На выбранных пробных площадях подсчитать количество деревьев каждой породы и оценить их состояние. Подсчитать количество деревьев, пораженных трутовыми грибами, количество плодовых тел на стволе, определить виды поражающих грибов. При определении трутовых грибов следует пользоваться указаниями, изложенными в п. 1.5.

Состояние деревьев оценивают по упрощенной шкале, составленной на основе шкалы категорий состояния деревьев из «Санитарных правил в лесах Российской Федерации» (утв. приказом МПР РФ от 27.12.2005 № 350).

Хвойные породы:

– *здоровые* деревья – без внешних признаков ослабления; хвоя зеленая блестящая, крона густая, прирост текущего года

нормальный для данной породы, возраста и условий местопроизрастания;

– *ослабленные* деревья – деревья с разной степенью ослабления и усыхающие: с укороченным приростом или без него, с повреждением $1/3$ – $2/3$ и более хвои и ее осыпанием, с усыханием отдельных ветвей, суховершинные, сухокронные, с повреждением и заселением вредителями в различной степени корневых лап и ствола;

– к *погибшим* относят свежий сухостой (деревья, усохшие в текущем году), старый сухостой (деревья, усохшие в прошлые года, без хвои, кора и мелкие веточки частично или полностью осыпались, под корой – обильная буровая мука и грибница), а также поваленные деревья и пни.

Лиственные породы:

– *здоровые (условно здоровые)* – без внешних признаков ослабления; листва зеленая блестящая, крона густая, плодовые тела трутовиков на стволе отсутствуют;

– *ослабленные (больные)* – деревья с разной степенью ослабления и усыхающие: крона изрежена, зеленая, но в ней есть листва светлее обычной и желтая, имеются усохшие ветви, количество которых связано со степенью ослабления дерева, возможны признаки заселения вредителями (наличие плодовых тел грибов на стволе, насекомые на коре, под корой и в древесине);

– *погибшие* – сухостой (часто с признаками заселения стволовыми вредителями и поражения грибами, на коре и под корой – грибница и плодовые тела грибов), а также поваленные деревья и пни.

При обсуждении результатов берут данные по всем пробным площадям. Необходимо установить связь между ослаблением или гибелью деревьев и наличием грибной инфекции. При описании результатов зарисовать внешний вид плодовых тел собранных трутовых грибов, записать диагностические признаки каждого гриба и признаки заболеваний, которые они вызывают у растений. Результаты можно свести в таблицу (табл. 1), а также построить диаграммы, графики и т. п.

Таблица 1

Состояние деревьев в обследованных фитоценозах

Фито- ценоз	Поро- ды дере- вьев	Общее кол-во деревьев каждой породы, шт.	Распределение деревьев каждой породы по категориям состояния, шт. и % от общ. кол-ва			Кол-во деревьев, поражен- ных трутови- ками, шт. и %	Виды грибов, вызыва- ющие болезнь	Кол-во плодовых тел на стволе, шт. (от...до)
			Здоро- вые	Ослаб- лен- ные	Погиб- шие			
I								
II								

По полученным результатам оценить степень (можно ориентироваться на число плодовых тел на стволе) и масштабы поражений растений (например, в % пораженных деревьев от общего их количества на обследованной площади и т. п.).

Литература: 1, 2, 8, 12, 14, 15, 17, 20, 21, 23.

2.7. Грибные заболевания культурных растений

Цель работы: изучение паразитических грибов, вызывающих заболевания культурных растений на приусадебных участках в окрестностях б/с «Улейма».

Задачи:

1. Собрать культурные растения, пораженные паразитическими грибами, и определить возбудителей каждого заболевания.

2. На основании литературных данных и собственных исследований определить стадию жизненного цикла каждого возбудителя.

3. Провести количественный учет поражений.

4. Освоить технику приготовления срезов изучаемых объектов.

5. Смонтировать гербарий пораженных растений (см. п. 1.8).

6. Изучить меры борьбы с обнаруженными возбудителями и провести информационно-разъяснительную работу с жителями деревень, предоставивших образцы растений для исследования.

Ход работы

Объектом наблюдения в саду должны быть плодовые деревья и ягодники. Во время сбора материала осматривают стволы, ветви, листья и плоды. На огороде тщательно исследуют надземные и, по возможности, подземные части овощных культур. Особое внимание следует обратить на парники и теплицы. Образцы повреждений (в том числе и опавшие листья) следует собрать для определения в лаборатории. Если возможно, следует познакомиться со способами хранения плодов и овощей, осмотреть заложенный на хранение урожай и, при наличии поражений, также взять несколько экземпляров для определения возбудителей.

При определении болезни в первую очередь обращают внимание на внешние признаки ее проявления. Наиболее частыми типами проявления болезней растений являются:

– местные, когда поражаются отдельные органы: пятнистость, налет, пустулы (или подушечки), наросты, деформация, гниль;

– общие, когда поражается проводящая система: увядание.

Затем, принимая во внимание характерные внешние признаки, определяют болезнь по отдельным пораженным органам (листьям, плодам и т. п.). С этой целью используют определительные таблицы, которые имеются по каждой культуре.

После этого приступают к детальному ознакомлению с признаками болезней и микроскопическому изучению их возбудителей для определения характера спороношения и стадии жизненного цикла. Микроскопические препараты готовят различными способами в зависимости от изучаемого материала.

1. Если спороношение паразита имеет вид поверхностного налета или подушечек, то в этом случае их снимают препаровальной иглой и переносят в каплю воды на предметное стекло. Налет слегка расправляют иглами, затем осторожно

накрывают покровным стеклом так, чтобы не оставалось пузырьков воздуха, и рассматривают под микроскопом.

2. Если поверхностное спороношение отсутствует, необходимо микроскопически проанализировать пораженную ткань, чтобы выяснить причину болезни (например, загнивание ткани). В этом случае можно использовать два способа приготовления препаратов:

– из пораженной ткани вырезают маленький кусочек, помещают его на предметное стекло в каплю воды, затем разрывают иглами на возможно более мелкие части и накрывают покровным стеклом. На таком препарате под микроскопом в случае грибного заболевания видна грибница в виде бесцветных или окрашенных нитей или же плодовые тела паразита, из которых выходят споры. В случае бактериального заболевания видна масса мельчайших частиц, выходящих из ткани;

– приготовление срезов пораженной ткани с использованием сердцевинки бузины (см. п. 1.6).

Кроме определения болезней и их возбудителей необходимо провести количественный учет поражений.

Количественный учет – это определение частоты встречаемости болезни и степени поражения отдельных растений или их органов.

Частота встречаемости (пораженность) выражается в процентах. Для этого на исследуемом участке подсчитывают общее количество культурных растений того или иного вида и отдельно – только пораженных, после чего определяют процент пораженных растений. Например, из 8 яблонь в саду 3 имели повреждения листьев и плодов, в этом случае пораженность составит 37,5 %. Такой подсчет необходимо провести по всем произрастающим на данном участке видам культурных растений с признаками заболеваний.

Степень поражения. При учете заболеваний, образующих пятна различной величины и формы или вызывающих поражения в виде налетов (настоящая и ложная мучнистая роса, парша семечковых и т. п.), определяют степень поражения, которую можно выразить:

1 – в процентах поверхности листьев, покрытой пятнами или пустулами;

2 – оценить в баллах.

В первом случае непосредственно на месте сбора материала следует осмотреть не менее 50 листьев растений каждого вида, имеющих поражения. Определяют пораженность каждого листа. Для этого мысленно соединяют вместе всю пораженную площадь листа и обозначают ее в процентах ко всей площади листа, округляя до 10, 20, 30 % и т. д. Затем определяют средневзвешенный процент развития болезни. Например, из 50 листьев 8 листьев имели 20 % пораженности, 20 листьев – 40 %, 12 – 60 % и 10 – 80 %. Отсюда процент развития болезни или степень поражения (X) будет:

$$X = (8 \cdot 20) + (20 \cdot 40) + (12 \cdot 60) + (10 \cdot 80) / 50 = 48,4 \, \%$$

Во втором случае при учете болезней типа пятнистостей можно воспользоваться следующей шкалой:

0 – отсутствие заболевания; 1 – поражение охватывает не более 1/3 листьев; 2 – поражение охватывает около 2/3 листьев; 3 – поражение охватывает более 2/3 или все листья.

В зависимости от ситуации можно воспользоваться одним из описанных способов.

В оформленной работе, наряду с описанием биологии возбудителей, должны быть сделаны зарисовки как внешнего вида пораженных растений, так и микроскопической картины, отражающей обнаруженную стадию жизненного цикла возбудителя. Кроме того, необходимо привести расчетные данные и результаты по количественному учету поражений. При обсуждении результатов можно использовать такие сведения, как местоположение участка, густота посева, сорта растений, наличие возможных резервуаров инфекционного начала и т. д.

Литература: 2, 8, 10, 11, 12, 14, 15.

2.8. Ржавчинные грибы – паразиты высших растений

Цель работы: изучение ржавчинных грибов, вызывающих поражения дикорастущих растений на территории б/с «Улейма» и близлежащих окрестностей.

Задачи:

1. Собрать дикорастущие растения, пораженные ржавчинными грибами, и определить возбудителей каждого заболевания.
2. На основании литературных данных и собственных исследований определить стадию спороношения каждого возбудителя.
3. Освоить технику приготовления срезов изучаемых объектов.
4. Смонтировать гербарий пораженных растений (см. п. 1.8).
5. Изучить масштабы поражения леса ржавчинными грибами, возможные причины и меры борьбы с обнаруженными возбудителями.

Все представители ржавчинных грибов – облигатные паразиты растений. Для многих видов характерно последовательное чередование нескольких стадий в жизненном цикле (рис. 4). Отдельные стадии обозначают римскими цифрами:

0 – гаплоидные спермогонии (пикнии) со спермациями и воспринимающими гифами;

I – эции (эцидии) с дикариотическими эциоспорами;

II – урединии (уредоспороношения) с дикариотическими урединиоспорами;

III – телии (телейтоспороношения) с дикариотическими телиоспорами (телейтоспорами);

IV – фрагмобазидии с гаплоидными базидиоспорами.

В жизненном цикле многих ржавчинных грибов происходит смена питающих растений-хозяев, вследствие чего разные стадии жизненного цикла развиваются на разных растениях. Такие грибы называются разнохозяинные в отличие от однохозяинных, весь жизненный цикл которых проходит на одном виде растения. У разнохозяинных ржавчинных основным хозяином называют то растение, на котором формируются телиоспоры, а второй хозяин

получает название промежуточного. Ржавчинные грибы не образуют плодовых тел, и базидиоспоры образуются на фрагмобазидии, появляющейся при прорастании телиоспоры.

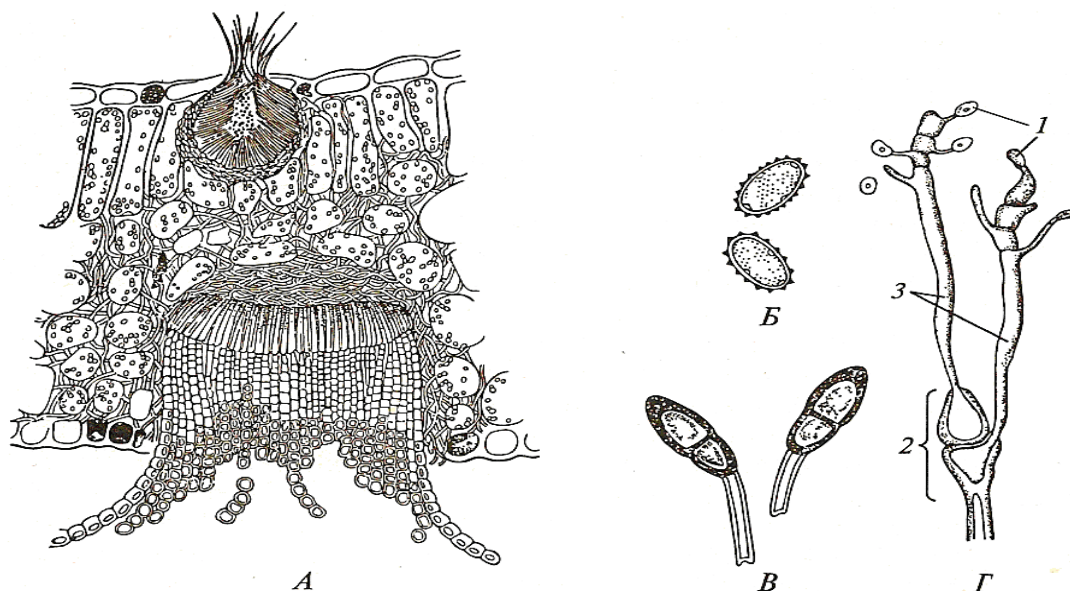


Рис. 4. Стадии спороношения возбудителя стеблевой ржавчины злаков *Puccinia graminis*:

А – поперечный разрез листа барбариса со спермогониями на верхней и эциями на нижней стороне;
Б – урединиоспоры на стеблях злака; В – телиоспоры;
Г – прорастание телиоспоры: 1 – базидиоспора, 2 – телиоспора, 3 – фрагмобазидия

Ход работы

При выполнении работы необходимо разобраться в особенностях жизненного цикла каждого из обнаруженных возбудителей.

При оценке масштабов поражения проводят рекогносцировочное обследование территории биостанции, во время которого выявляют участки наибольшего поражения растений ржавчиной. Оценивают суммарную площадь этих участков и ее процент от общей площади обследованной территории. Составляют карту-схему обследованной территории с обозначением таких участков.

Более подробно изучают один из участков. Для этого на его территории проводят количественный учет больных растений,

который включает определение частоты встречаемости болезни и степени поражения отдельных растений или их органов.

Частоту встречаемости болезни (пораженность) определяют сплошным пересчетом растений и отдельно только пораженных, после чего определяют процент пораженных. Кроме того, выявляют 1–2 древесные породы, наиболее подверженные поражению ржавчинными грибами.

Степень поражения оценивают у одной из таких пород. Это можно сделать, например, по степени поражения листьев. Степень поражения обычно выражают в процентах поверхности листьев, покрытой пятнами, или оценивают в баллах.

В первом случае для объективности оценки учитываемые органы (в данном случае листья) сравнивают со специальными шкалами, на которых изображена та или иная степень поражения. Например, можно использовать шкалу, предложенную для учета поражения злаков линейной (стеблевой) ржавчиной (рис. 5).

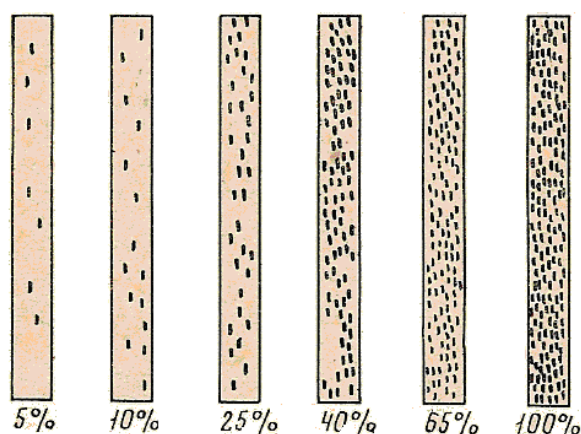


Рис. 5. Шкала учета поражения злаков линейной (стеблевой) ржавчиной (по Л. В. Русакову)

Во втором случае можно воспользоваться 3-балльной шкалой учета, приведенной в предыдущей работе (см. п. 2.7).

Студенты могут воспользоваться тем или иным способом по своему выбору.

В оформленной работе, наряду с описанием биологии возбудителей, должны быть сделаны зарисовки внешнего вида пораженных растений и микроскопической картины, отражающей обнаруженную стадию жизненного цикла возбудителя. Так-

же необходимо привести расчетные данные и результаты по количественному учету поражений (в виде схем, таблиц, графиков и т. п.).

Литература: 2, 8, 12, 14, 15, 17, 21, 22, 23.

2.9. Строение плодовых тел высших грибов

Цель работы: изучение особенностей строения плодовых тел сумчатых и базидиальных грибов.

Задачи:

1. Изучить морфологические и анатомические особенности строения плодовых тел сумчатых грибов.
2. Изучить морфологические и анатомические особенности строения плодовых тел гетеробазидиальных грибов.
3. Изучить морфологические и анатомические особенности строения плодовых тел гомобазидиальных грибов – представителей афиллофороидных, агарикоидных и гастероидных базидиомицетов.
4. Освоить технику приготовления срезов изучаемых объектов.
5. Представить коллекцию изученных грибов.

Изучение строения плодовых тел сумчатых грибов (аскомицетов)

Строение плодовых тел аскомицетов на учебной полевой практике лучше всего изучать на примере класса Пезизомицеты (*Pezizomycetes*), имеющих открытые плодовые тела – апотеции. Морфология апотециев у представителей класса достаточно разнообразна. Типичные апотеции имеют дисковидную, блюдцевидную, чашевидную или бокаловидную форму. Они могут быть сидячими или обладать более или менее длинной ножкой. У некоторых родов апотеции могут быть булаво-видными, шпательевидными, лопастевидными, в виде шляпки на ножке, а также сильно складчатыми – мозговидной формы. Виды пезизовых с четкой дифференциацией на шляпку и ножку известны как «сморчковые грибы». Вся верхняя поверхность плодового тела покрыта гимением – слоем сумок, чередующихся с парафизами.

Приготовление препаратов из плодоносной ткани сумчатых грибов

Изучать строение плодовых тел лучше на свежесобранных образцах. Если нет возможности провести исследование в день сбора материала, то собранные плодовые тела можно высушить и затем хранить в виде гербарных образцов.

Для приготовления препарата из свежесобранных плодовых тел снимают иглой или скальпелем небольшой кусочек с внутренней поверхности плодовых тел, имеющих вид бокальчиков или блюдечек (например, у рода *печица* – *Peziza*), или с наружной поверхности шляпки сморчка, тщательно расщепляют в капле воды на предметном стекле и сильно придавливают покровным стеклом.

Для приготовления препарата из высушенных плодовых тел из фрагментов апотеция под бинокуляром половинкой лезвия безопасной бритвы нарезают тонкие стружки и переносят их в каплю 5–10 %-ного КОН, в котором срезы лучше регидратируются и его элементы быстрее восстанавливают исходную форму.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть общую структуру апотеция. Найти плодущий гимениальный слой, который образован палисадным слоем сумок, находящихся на разных стадиях формирования и созревания, и парафизами. При большом увеличении рассмотреть сумки, их форму и способ вскрывания. В сумках рассмотреть аскоспоры, их форму, поверхность, цвет, присутствие капель масла, сосчитать количество спор в сумке. В препаратах, приготовленных из высушенных образцов, в спорах часто можно видеть круглые, сильно преломляющие свет газовые пузырьки. При добавлении в препарат раствора йода верхушки сумок синеют, проявляя амилоидную реакцию. Найти и рассмотреть парафизы, их форму. Найти субгимениальный слой, который подстилает гимений, и слои, состоящие из стерильных гиф, рассмотреть их строение.

Изучение строения плодовых тел базидиомицетов

Представители класса образуют базидии на поверхности или внутри плодовых тел.

Подкласс Гетеробазидиомицеты (*Heterobasidiomycetidae*).

Представители гетеробазидиомицетов отличаются строением базидий, разделяющихся на две части: гипобазидию и эпибазидию. Плодовые тела гетеробазидиальных грибов бугорковидной или подушковидной формы, блюдцевидные или прямостоячие, цилиндрические, студенистой или восковидной консистенции. Вздутыми и студенистыми они бывают в сырую или дождливую погоду, а в сухую превращаются в тонкие темные корочки.

Образцы берут вместе с субстратом и высушивают. Перед изготовлением препаратов их необходимо поместить в воду и размочить, чтобы они приобрели нормальную форму. Для приготовления препарата необходимо кончиком препаровальной иглы осторожно снять фрагмент кожицы, покрывающей плодовое тело. Сначала при малом, а затем при большом увеличении микроскопа найти гимениальный слой и рассмотреть его строение. Отмечают форму базидий, наличие или отсутствие у них перегородок, находят стеригмы, базидиоспоры, отмечают форму спор, цвет, определяют количество клеток в спорах.

Подкласс Гомобазидиомицеты (*Homobasidiomycetidae*).

Подкласс объединяет несколько групп порядков, из которых наибольшее значение имеют представители афиллофороидных, агарикоидных и гастероидных базидиомицетов.

Афиллофороидные базидиомицеты

К афиллофороидным базидиомицетам относятся так называемые трутовые грибы, которые развиваются как сапротрофы на мертвой или как паразиты на живой древесине. Для изучения строения их плодовых тел пользуются указаниями, изложенными в п. 1.5. При сборе материала необходимо найти представителей с разными типами гименофора, а также однолетние и многолетние грибы.

Сначала следует зарисовать и описать внешний вид плодовых тел, отмечая такие особенности, как запах, форма, цвет,

размеры, характер гименофора и т. д. Далее сделать, рассмотреть и зарисовать радиальный разрез всего плодового тела, обозначить гименофор и траму. После этого приступить к изучению микроскопического строения гименофора и ткани плодового тела на срезах. Срезы лучше делать со свежесобранных плодовых тел с еще не затвердевшим гименофором.

При изучении трубчатого гименофора рассмотреть и зарисовать продольный и поперечный срез. На поперечном срезе при малом увеличении микроскопа рассмотреть полости разрезанных поперек трубочек гименофора, выстланных слоем гимения. Трубочки разделены трамой. При большом увеличении рассмотреть детальное строение гимения и зарисовать фрагмент внутреннего слоя трубочки: многочисленные булабовидные псевдопарафизы и редко рассеянные между ними крупные базидии, на вершине которых на длинных тонких стеригмах находятся 4 базидиоспоры. Эти же элементы строения найти и обозначить на продольном срезе.

При изучении других типов гименофора предпочтительнее делать продольные срезы, т. к. сразу можно увидеть строение гимения и ткани плодового тела. Рассмотреть и обозначить вышеназванные элементы.

Агарикоидные базидиомицеты

Агарикоидные базидиомицеты, в отличие от афиллофороидных, образуют мягкие, чаще мясистые, недолговечные и легко загнивающие плодовые тела, состоящие из шляпки и ножки. К этой группе относится большинство лесных съедобных и ядовитых грибов. Гименофор расположен на нижней стороне шляпки и представлен системой пластинок или трубочек.

Порядок Болетовые (Boletales)

Грибы, относящиеся к данному порядку, имеют трубчатый гименофор. Сначала зарисовывают общее строение плодового тела. Затем делают вертикальный разрез через шляпку и ножку и зарисовывают строение на срезе, указав траму и слой гименофора из вертикально расположенных трубочек, который легко отделяется от трамы (в отличие от трубчатого гименофора афилло-

фороидных грибов). После этого изучают строение гименофора болятусовых грибов таким же образом, как трубчатый гименофор у трутовиков.

Порядок Агариковые (Agaricales)

Гименофор у представителей этого порядка состоит из пластинок, радиально расходящихся от ножки. Так же, как и у болятусовых грибов, сначала зарисовывают общее строение плодового тела и строение на вертикальном срезе через шляпку и ножку, делают необходимые обозначения. Отмечают (при наличии) общее и частное покрывала. Указывают форму шляпки и способ прикрепления пластинок (рис. 6, 7).

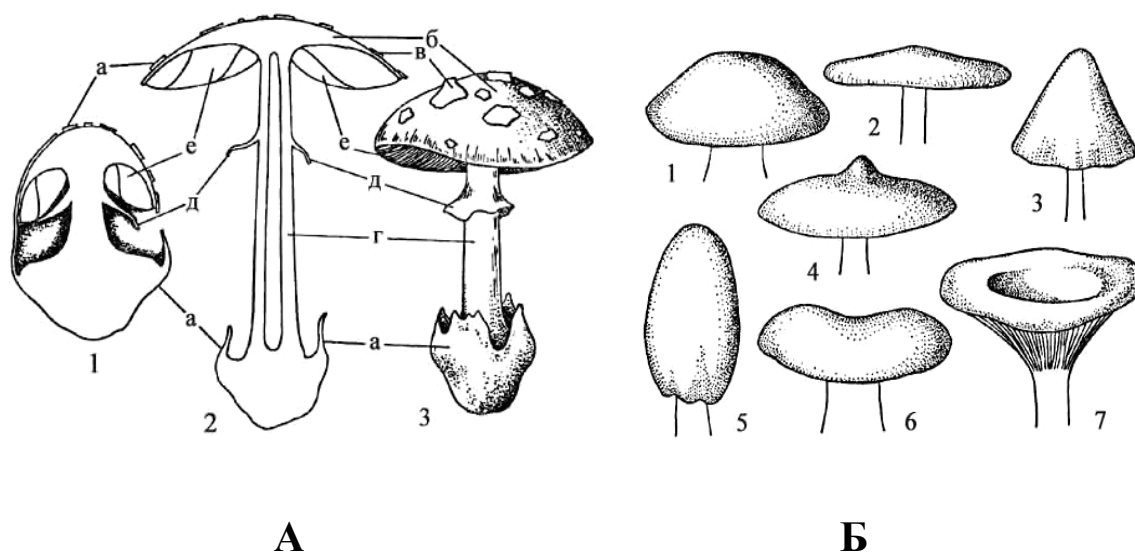


Рис. 6. А – строение плодового тела агарикового гриба: 1, 3 – разные стадии развития плодового тела; 1, 2 – плодовое тело в разрезе (а – вольва, б – шляпка, в – остатки общего покрывала, г – ножка, д – кольцо, е – пластинки гименофора); Б – форма шляпки у агариковых грибов: 1 – выпуклая, 2 – плоская, 3 – коническая, 4 – плоская с бугорком, 5 – яйцевидная, 6 – вогнутая, 7 – воронковидная

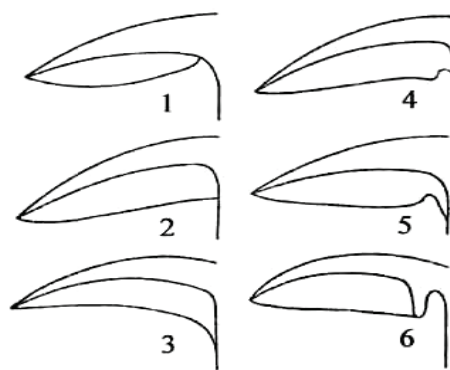


Рис. 7. Типы прикрепления пластинок у агариковых грибов: 1 – свободные; 2 – приросшие; 3 – низбегающие; 4 – выемчатые; 5 – приросшие зубцом, 6 – коллариум

Затем изучают строение гименофора на продольном срезе через пластинки. Для этого из шляпки вырезают небольшой кусочек в форме сектора с радиально идущими пластинками, сдавливают его между большим и указательным пальцами левой руки и режут бритвой так, чтобы получился тонкий срез в форме гребешка. Удобнее делать срезы с использованием бузины (см. п. 1.6).

Рассматривают срез под микроскопом и отмечают расположение трамы и гименофора, находят базидии со спорами и стерильные гимениальные элементы (цистиды, псевдопарафизы). Если на препарате среза спор не видно, то, чтобы убедиться в их наличии на шляпке, следует приготовить отдельно препарат спор, соскоблив их влажным скальпелем с поверхности пластинок. Рассматривают споры, отмечая их форму и цвет.

Гастероидные базидиомицеты

Гастероидные базидиомицеты образуют замкнутые плодовые тела различной формы, внутри которых развиваются базидии с базидиоспорами. Споры освобождаются после полного разрушения стенки плодового тела или образования в ней отверстий.

Плодовые тела гастеромицетов после сбора необходимо быстро высушить. Высушенные плодовые тела длительное время хорошо сохраняются в коробках. Часть плодовых тел нужно

собрать в незрелом (не пылящем) состоянии, разрезать вдоль и тоже высушить.

Изучить внешнее строение незрелых и зрелых плодовых тел, отметить их цвет, форму, наличие ножки. Сделать продольный разрез молодого плодового тела и рассмотреть оболочку (перидий) и глебу – белую рыхлую массу мицелия внутри. Затем изучить его микроскопическое строение. Для этого нужно сделать продольные срезы молодого плодового тела в виде тонких пластинок с помощью бритвы, что осуществляется довольно легко благодаря плотной внутренней ткани. Под микроскопом найти и рассмотреть перидий и его слои, более или менее правильные камеры (полости), траму – слои стерильного мицелия между камерами. Внутри камер рассмотреть базидии со спорами на длинных стеригмах. Для лучшего рассмотрения спор готовят препарат из зрелых плодовых тел. Для этого кончиком препаровальной иглы, смоченной в воде, берут содержимое зрелого плодового тела, помещают в каплю 5–10 %-ного КОН и рассматривают под микроскопом базидиоспоры.

Оформленная работа должна содержать описание всех изученных представителей высших грибов, их систематическое положение, зарисовки внешнего вида и микроскопического строения плодовых тел и спор с обозначением всех структур.

Литература: 1, 2, 8, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 24.

2.10. Миксомицеты (слизевики) в районе биостанции «Улейма»

Миксомицеты отличаются тем, что вегетативное тело у них амeboидное: либо одна гигантская многоядерная амeba (плазмодий), либо колония амeb, сохраняющих свою индивидуальность (псевдоплазмодий). В этом состоянии они способны к активному передвижению и захвату пищи. На определенном этапе своего жизненного цикла они образуют споры.

Цель работы: изучение видового разнообразия миксомицетов, обитающих в районе б/с «Улейма».

Задачи:

1. Изучить видовой состав миксогастровых, или собственно слизевиков, обитающих в районе б/с «Улейма».
2. Изучить макро- и микроскопическое строение плодовых тел собранных представителей, а также строение спор.
3. Проследить отдельные этапы развития некоторых представителей (в природе и лабораторных условиях).
4. Подготовить гербарный материал.

Сбор и хранение плодовых тел миксогастровых слизевиков

Миксогастровые, или собственно слизевики (настоящие слизевики), обычно обитают на почве и мертвом органическом субстрате и питаются путем внутреннего переваривания растворенных в воде веществ и твердых частиц пищи (в том числе бактерий, зооспор грибов, одноклеточных водорослей). Для обнаружения свободноживущих слизевиков обычно используют два метода: сбор спороношений в природе и метод влажной камеры.

В природе спороношения многих слизевиков можно увидеть благодаря их крупным размерам (*Fuligo*, *Lycogala*), яркой окраске (*Trichia*, *Arcyria*) или большому количеству спорокарпов, расположенных тесными группами (*Hemitrichia*, *Stemonitis*). При поиске слизевиков в природе следует с особым вниманием осматривать разлагающиеся растительные остатки – пни, стволы гниющих деревьев, валежник, опад, солому и т. д. При использовании метода влажной камеры собирают образцы таких субстратов. Их фрагменты раскладывают в чашки Петри, увлажняют и на несколько дней оставляют в тепле при неярком освещении. Обычно появление плазмодия, а затем и плодовых тел слизевиков наступает на 3–8-е сутки.

Образцы спороношений, собранные в природе на субстратах и полученные во влажной камере, хранят в виде хорошо высушенного гербарного материала в отдельных коробочках из-за большой хрупкости образцов.

Изучение строения плодовых тел и спор слизевиков

1. При макроскопическом описании плодовых тел отмечают их цвет, форму, размер, скученность, тип (плазмодиокарпы, спорангии, псевдоэталии или эталии), наличие извести в оболочке.

2. При изучении внутреннего строения плодовых тел и содержащихся в них спор применяют микроскопический метод. Для этого необходимо приготовить препарат из созревшего споровместилища. Препараты готовят в 10 %-ном растворе КОН, предварительно удалив из плодового тела значительную часть спор (продувка, отмыв и т. д.) для лучшего рассмотрения капиллиция и псевдокапиллиция.

2.1. При изучении плодовых тел, имеющих оболочку, кончиком препаровальной иглы захватывают нитчатые структуры, видимые внутри плодовых тел после удаления спор – это капиллиций или псевдокапиллиций. Их помещают в каплю щелочи, сверху накрывают покровным стеклом и рассматривают сначала при малом, а затем при большом увеличении. Отмечают следующие признаки: нити сплошные или полые внутри, разветвленные или неразветвленные, отдельные или анастомозирующие между собой, наличие узлов, спиралевидных утолщений, шипиков, имеются ли у нитей свободные окончания или капиллиций представляет собой замкнутую сеть нитей, у свободных окончаний нитей – закругленная или заостренная форма на концах.

Кроме созревшего споровместилища, также рассматривают строение еще не созревших плодовых тел, имеющих мягкую консистенцию. Для этого из них готовят срезы, используя сердцевину бузины (см. п. 1.6).

2.2. У таких представителей, как стемонитис, оболочка (перидий) спорангия быстро разрушается и замещается сетью капиллиция. При изучении строения таких плодовых тел препарат готовят из целого спорангия, рассматривают ножку, колонку, капиллиций и его форму.

2.3. Для приготовления препарата спор в каплю щелочи помещают небольшой фрагмент споровой массы и накрывают

покровным стеклом. Морфологию спор следует рассматривать при большом увеличении микроскопа. Отмечают характер поверхности (гладкие, шиповатые, бородавчатые, сетчатые, с каплей), а также их цвет в массе и в проходящем свете.

Изучение развития отдельных представителей

Проследить отдельные этапы и даже циклы развития некоторых представителей можно в природе и в лабораторных условиях.

Для наблюдений в природе предварительно отыскивают места обитания слизевиков. Наблюдения за их развитием проводят в течение нескольких дней в разное время суток и при разных погодных условиях. Отмечают время выплзания плазмодия на поверхность субстрата, начало формирования плодовых тел, созревания спор.

Для наблюдения в лабораторных условиях на предметное стекло помещают споры миксомицета и добавляют несколько капель воды. Необходимым условием является то, что споры должны быть со всех сторон окружены жидкостью и не соприкасаться с воздухом. Подходящая температура $+15-20^{\circ}\text{C}$. После выхода из спор миксамеб следует обеспечить им необходимые условия для развития: питание (например, культуру бактерий или одноклеточных водорослей), большую влажность и отсутствие света. Для этого чашку Петри, в которой находятся пророщенные споры, помещают в темное место. Для образования плодового тела часть или весь плазмодий переносят на растительный субстрат, который помещают в светлое сухое место, что связано с изменением таксисов у плазмодия при спороношении. Таким образом, можно проследить весь цикл развития слизевиков от споры до споры.

Оформленная работа должна содержать описание всех обнаруженных представителей миксогастеромицетов, зарисовки внешнего вида и микроскопического строения плодовых тел, спор, плазмодия, а также описание тех этапов развития некоторых представителей, которые удалось проследить в природе и лабораторных условиях.

Литература: 2, 14, 15, 26.

2.11. Морфолого-анатомические особенности строения кустистых лишайников

Для определения лишайников надо хорошо знать не только морфологическое, но и анатомическое строение слоевища и органов плодоношения. Необходимо усвоить ряд специальных морфолого-анатомических терминов, употребляемых в определителях и имеющих диагностическое значение. Это морфологический тип таллома – накипный (корковый), кустистый, или листоватый; анатомический тип таллома – гомеомерный, гетеромерный; наличие и особенности первичного и вторичного слоевища (для лишайников рода *Cladonia*); характер прикрепления лишайника к субстрату (ризоидами, ризинами или гомфом); строение и характер расположения структур, предназначенных для вегетативного размножения (изидиев, соредиев, соралей); наличие цефалодиев, макул (псевдоцифелл); типы апотециев – открытых плодовых тел, формируемых микобионтом сумчатых лишайников (леканоровые, лецидеевые, биаторовые).

Цель работы: ознакомление с морфолого – анатомическими особенностями строения лишайников на примере конкретных видов кустистых лишайников.

Задачи:

1. Освоить технику приготовления срезов талломов лишайников.
2. Изучить морфолого-анатомические особенности строения различных представителей кустистых лишайников.
3. Сопоставить результаты собственных исследований с литературными данными.
4. Оформить коллекцию изученных лишайников.

Ход работы

Берут по указанию преподавателя различные виды кустистых лишайников, имеющих наиболее характерные родовые и видовые особенности морфолого-анатомического строения талломов, например, представителей родов *Alectoria*, *Usnea*, *Evernia*, *Cladonia*, *Certraria* (*C. islandica*) и некоторые другие.

Изучение морфологии лишайников

Отмечают цвет таллома и его различных сторон или частей, цвет базальной части, характер прикрепления к субстрату (базальной частью, всей нижней поверхностью или только ее частью); рассматривают органы прикрепления и ориентировочно определяют их тип (гомф, ризоиды или ризины); изучают характер ветвления таллома, форму «веточек» в поперечном сечении, наличие фибрилл, макул, изидиев, соралей, характер расположения изидиев и соралей, наличие апотециев и их расположение на слоевище, а также их форму и окраску. Для лишайников р. *Cladonia* указывают наличие первичного таллома и дают его характеристику. Там, где это необходимо, проводят цветные реакции с химическими реактивами.

Изучение анатомического строения

Готовят срезы с использованием сердцевины бузины (п. 1.6) и рассматривают препараты под микроскопом.

2.1. Определяют анатомический тип слоевища. Для этого смотрят:

- наличие верхнего и нижнего коровых слоев;
- характер расположения клеток фотобионта (равномерно по всему слоевищу или в виде отдельного слоя; если в виде отдельного слоя, то указывают его прерывистость или непрерывность);
- наличие сердцевины и ее особенности (степень рыхлости, наличие или отсутствие плотного центрального тяжа, центральной полости);

2.2. Рассматривают строение органов прикрепления и окончательно определяют их тип (ризоиды, ризины или гомф).

2.3. Делают срез через сорали и изидии, а также, при наличии, через апотеций и определяют его тип.

Как вариант данной темы, для исследования могут быть взяты разные виды одного рода, например, несколько кладоний (*Cladonia rangiferina*, *C. deformis*, *C. coccifera*, *C. fimbriata*, *C. cenotea*, и др.) или эверний (*Evernia prunastri*, *E. mesomorpha* и др.). В данном случае знание особенностей строения таллома важно для установления видовой принадлежности лишайника известного рода.

В оформленной работе, наряду с описанием биологии изученных видов, должны быть сделаны зарисовки их внешнего вида (морфологические особенности), а также микроскопической картины, отражающей особенности анатомического строения таллома и структур, предназначенных для вегетативного и полового размножения.

Литература: 2, 7, 9, 13, 14, 15, 18.

2.12. Морфолого-анатомические особенности строения листоватых лишайников

Данная работа выполняется аналогично предыдущей, с той лишь разницей, что для исследования берут лишайники с листоватым типом таллома, например, представителей родов *Hypogimnia*, *Cetraria* (*C. pinastri*, *C. glauca*), *Pertigera*, *Physcia*, *Parmelia*, *Xanthoria* и др.

2.13. Строение апотециев различных видов лишайников

Одним из систематических признаков при определении лишайников является строение органов плодоношения, в частности, тип апотеция – открытого плодового тела, формируемого микобионтом сумчатых лишайников.

Цель работы: изучить особенности строения апотециев различных видов лишайников.

Задачи:

1. Освоить технику приготовления срезов апотециев лишайников.

2. Изучить морфолого-анатомические особенности строения апотециев различных представителей лишайников.

3. Сопоставить результаты собственных исследований с литературными данными.

4. Оформить коллекцию изученных лишайников.

Апотеции имеют обычно дисковидную или блюдцевидную форму или вид выпуклых подушечек. Диаметр их у некоторых видов может достигать 1 см, но у большинства значительно меньше.

Апотеции могут размещаться на всей верхней поверхности или большей частью в центре, или только на определенных участках, например по краям лопастей, на вершине веточек. Особенности размещения апотециев постоянны для вида и часто для рода и представляют важный систематический признак.

Апотеции могут быть поверхностными или слегка погруженными (в слоевище, субстрат), по характеру прикрепления поверхностные апотеции могут быть приросшими, сидячими или приподнятыми на ножке.

Выделяют два основных типа апотециев – **леканоровые** и **лецидеевые**, различающиеся как по внешнему виду, так и по анатомическому строению. Из апотециев лецидеевого типа выделяют еще **биаторовый тип** (рис. 8).

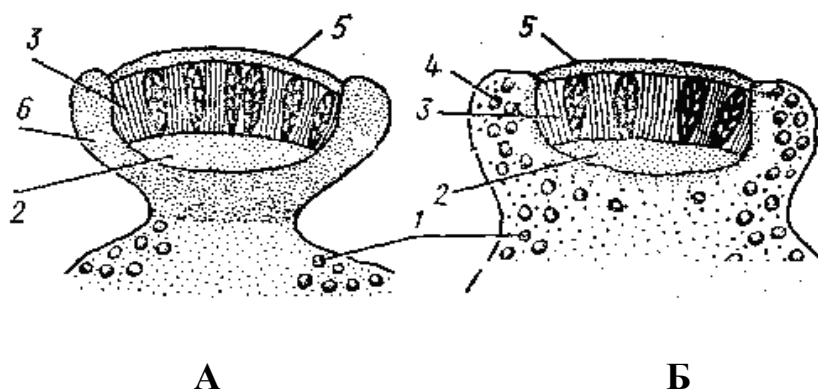


Рис. 8. Продольный разрез через апотеции разных типов: А – лецидеевый (биаторовый), Б – леканоровый: 1 – зона фотобионта; 2 – гипотеций, 3 – гимениальный слой (теций); 4 – слоевищный край; 5 – эпитеций; 6 – эксципул

На разрезе всех типов апотециев заметны слои. Эпитеций – верхняя часть плодоносящего слоя, где концентрируются верхушки парафиз. Он прикрывает теций, или гимениальный слой, состоящий из сумок и парафиз. Под тецием развивается гипотеций, или субгимениальный слой, из плотно переплетающихся гиф, от которых отрастают сумки и парафизы.

У леканоровых апотециев имеется ещё слоевищный край, образованный грибными гифами и клетками фотобионта, вследствие чего край апотеция по цвету отличается от диска. Здесь фотобионт присутствует и в слоевище под апотецием.

У лецидеевых апотециев хорошо развит слой из темно-окрашенных гиф гриба, подстилающий гипотеций снизу и охватывающий теций с боков. Он формирует оболочку апотеция – эксципул. Верхние концы гиф эксципула выступают наружу и образуют собственный край апотеция, сходный по окраске с его диском. Край лецидеевого апотеция не содержит клеток водорослей. Эксципул обособляет апотеций от слоевища, и фотобионт не входит в него и не развивается под ним. Цвет диска и края лецидеевых апотециев обычно чёрный, они всегда отличаются твердостью. По строению к лецидеевым апотециям близки биаторовые, но отличающиеся от них более мягкой консистенцией и яркой окраской.

Ход работы

Берут по указанию преподавателя представителей различных видов лишайников, образующих хорошо развитые апотеции, например, из родов *Certaria* (*C. islandica*), *Cladonia*, *Parmelia*, *Peltigera*, *Xanthoria*, *Physcia*.

Изучение морфологии апотециев

Рассматривают морфологические особенности апотециев, видимые невооруженным глазом, или используют для этой цели лупу. Отмечают их расположение на таллеме, характер прикрепления (приросшие, сидячие или на ножке), форму, диаметр, цвет диска, цвет края. По двум последним признакам предварительно определяют тип апотеция.

Изучение анатомического строения

Готовят срезы через апотеций с использованием сердцевины бузины (п. 1.6) и рассматривают препараты под микроскопом. Находят:

– гимениальный слой, в котором рассматривают сумки со спорами и парафизы; рассматривают форму сумок (цилиндрические, булавовидные, грушевидные и т. д.); форму спор (шаровидные, эллипсоидные, удлинённые, веретеновидные и др.) и их окраску; строение спор (одноклеточные и многоклеточные);

форму парафиз (цилиндрические, извилистые, простые или разветвленные, цельные или членистые) и их окраску;

- апотеций;
- гипотеций (в зависимости от вида он может быть бесцветным или окрашенным);
- эксципул;
- зону фотобионта и ее расположение по отношению к слоям, образованным микобионтом (наличие слоевищного края; наличие слоя фотобионта под гипотецием и, если этот слой присутствует, смотрят, сплошной он или прерывистый).

На основании микроскопического исследования подтверждают тип апотеция.

В оформленной работе должны быть сделаны зарисовки внешнего вида лишайников, апотециев с описанием их морфологических особенностей, а также микроскопической картины, отражающей особенности анатомического строения апотециев. Необходимо проанализировать особенности строения апотециев у изученных видов лишайников, выявить черты сходства и различия.

Литература: 2, 9, 13, 14, 15, 18.

2.14.–2.15. Эпифитные (эпигейные) лишайники в районе биостанции «Улейма»

Цели и задачи этих тем сходны. Одна тема предполагает изучение эпифитных лишайников, вторая – изучение эпигейных лишайников.

Цель работы: изучение видового разнообразия эпифитных (эпигейных) лишайников в районе б/с «Улейма».

Задачи:

1. Изучить видовой состав эпифитных (эпигейных) лишайников в двух различных фитоценозах.
2. Дать диагностическую характеристику каждого обнаруженного вида.
3. Освоить технику приготовления срезов талломов лишайников.
4. Оценить обилие и частоту встречаемости каждого вида.

5. Сравнить флористический состав лишайников в изученных фитоценозах.

6. Оформить коллекцию собранных видов лишайников.

Ход работы

При выполнении обеих тем исследуют два различных типа леса – хвойный и лиственный. В каждом фитоценозе закладывают по три учетные площади размером 10×10 м ($S=100 \text{ м}^2$). Составляют карту схему обследуемой территории и указывают на ней расположение учетных площадей. Дают характеристику учетных площадей: состав пород и преобладающая древесная порода, среднее расстояние между деревьями, степень сомкнутости крон древостоя, развитость подлеска. При изучении эпигейных лишайников следует также охарактеризовать травяно-кустарничковый ярус и моховой покров. Флористический список лишайников составляют в результате тщательного осмотра всех учетных площадей. При оформлении коллекции следует воспользоваться указаниями, изложенными в п. 1.9.

Методика изучения видового разнообразия эпифитных лишайников

Видовой состав эпифитных лишайников учитывают в зависимости от пород и возраста деревьев. Для этого на каждой учетной площади выделяют по 2–3 разновозрастных дерева каждой породы, а также кустарники, на которых будут производить учет лишайников. Обследуют также поваленные деревья и пни. Отбор стволов можно проводить комбинированием систематического (например, наиболее обросшие лишайниками) и случайного методов.

На каждом стволе выделяют два уровня поселения лишайников:

– основание ствола, или комель, – от поверхности почвы до высоты 0,3 м;

– стволовой – на высоте груди от 1,2 до 1,5 м.

Поверхность ствола на обоих уровнях тщательно исследуют с разных сторон. Кроме того, изучают видовой состав лишайников на сучьях и листьях дерева (эпифиллы). Методика сбора лишай-

ников описана в п. 1.9. Собранным лишайникам присваивают номера, а после определения в лаборатории номер заменяют латинским названием. Все данные заносят в рабочие таблицы (в качестве примера см. табл. 2).

Покрытие – поверхность субстрата, занятая слоевищами лишайников. Покрытие можно измерять с помощью палетки, которая представляет собой квадрат-сетку размером 20×20 см (в случае тонких стволов 10×40 см), разделенный на 100 маленьких квадратиков. Ее можно изготовить из проволоки. Палетку накладывают на ствол, степень покрытия того или иного вида лишайников определяют в процентах от всей площади квадрата-сетки.

Для каждого обследованного фитоценоза на основании данных рабочих таблиц составляют общий флористический список с указанием для каждого вида лишайников субстрата, частоты встречаемости и обилия. Данные заносят в таблицу (табл. 3).

Таблица 2

Эпифитные лишайники березняка

№ n/n	Субстрат	Назва- ния видов лишай- ников	Слоевище				Нали- чие плодо- ноше- ний	Нали- чие соре- диев, изидиев
			Морфо- логичес- кое строе- ние	кол-во на суб- страте, шт.	Раз- меры, см (от... до...)	Покры- тие, %		
Учетная площадь №1								
1.	Береза № 1 (возраст, d ствола, характер коры): а) основание ствола, б) ствол						
2.	Береза № 2						
3.	Ольха и т. д.							

**Флористический список лишайников
двух обследованных фитоценозов**

Виды лишай- ников	Фитоценоз... (название)			Фитоценоз... (название)		
	Суб- страт	Частота встречае- мости, %	Обилие, баллы	Суб- страт	Частота встречае- мости, %	Обилие, баллы
1.						
2.						
.....						

Частота встречаемости. Оценку частоты встречаемости эпифитных лишайников внутри того или иного фитоценоза проводят, используя данные по всем учетным площадям. Для этого определяют коэффициент встречаемости каждого вида лишайника по следующей формуле:

$$R = (a \times 100) / v, \quad (5)$$

где R – коэффициент встречаемости, %; а – число обследованных на всех учетных площадях деревьев и кустарников, на которых данный вид встречен; в – общее число обследованных деревьев и кустарников на всех учетных площадях.

В зависимости от значения R все обнаруженные виды подразделяют на группы: 1 гр. – виды с очень низкой встречаемостью 10 %; 2 гр. – с низкой 20–30 %; 3 гр. – со средней встречаемостью 40–50 %; 4 гр. – с высокой 60–100 %.

Обилие – количество особей (экземпляров) на единицу площади. Учет обилия производят в результате пересчета особей.

Для оценки обилия лишайников можно использовать упрощенную шкалу, предложенную Л. Г. Бязровым (2002): 1 = единично, очень редкий вид (3 или менее особей на всех учетных площадях); 2 = малообильный, редкий (4 – 10 особей); 3 = обычный (10 особей, но вид представлен менее чем на

половине стволов или ветвей); 4 = обильный (более 10 особей, вид представлен более чем на половине стволов или ветвей).

При сравнении видового разнообразия эпифитных лишайников двух фитоценозов можно использовать коэффициент общности по Жаккару (см. п. 1.7).

Методика изучения видового разнообразия эпигейных лишайников

На каждой учетной площади закладывают по три точечных площадки размером ~~500~~ 50 см, на которых будут изучать лишайники. Выбор точечных площадок можно проводить комбинированием систематического (например, наибольшее покрытие почвы лишайниками) и случайного методов.

Дают характеристику точечных площадок: освещенность (по сомкнутости крон древостоя), особенности микрорельефа (западины, кочки и т. п.) и почвы (механический состав, влажность – см. п. 1.4), характер растительности на площадке. На каждой площадке тщательно выявляют видовой состав лишайников. Методика сбора лишайников описана в п. 1.9. Незвестным видам присваивают номера, а после определения в лаборатории номер заменяют латинским названием.

Все данные заносят в рабочие таблицы, которые составляют по аналогии с вышеприведенной табл. 2. При характеристике субстрата отмечают его особенности, описанные выше (например, точечная площадка 1 в сосняке – сомкнутость крон 0,4, почва песчаная, сухая, покрытие мхами не более 1–2 %, и т. п.). Размеры слоевищ можно указывать только для листоватых лишайников. Более важно указать покрытие.

Покрытие для каждого вида лишайников дается в процентах от площади точечной площадки. Его можно оценить глазомерно. Если слоевища лишайников определенного вида сплошь покрывают поверхность почвы так, что не остается свободного места, покрытие оценивается как 100 %. Отмечают характер распределения слоевищ лишайников – равномерно или группами.

Составляют общий флористический список для каждого обследованного фитоценоза (табл. 3).

Оценку *частоты встречаемости* и *обилия* эпигейных лишайников внутри того или иного фитоценоза проводят, используя данные по всем точечным площадкам внутри обследованных учетных площадей. Для этого определяют коэффициент встречаемости (R) для каждого вида лишайников, пользуясь формулой (5), приведенной выше. Обилие учитывают по приведенной выше шкале Л. Г. Бязрова.

Для сравнения видового разнообразия эпигейных лишайников двух обследованных фитоценозов рассчитывают коэффициент общности по Жаккару (см. п. 1.7).

Литература: 2, 3, 4, 7, 9, 13, 14, 15, 18.

Список рекомендуемой литературы

1. Белякова, Г. А. Ботаника: в 4 т. Т. 1, 2. Водоросли и грибы: учебник для студентов высш. учеб. заведений / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов. – М.: Академия, 2006.
2. Бондарцев, А. С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа / А. С. Бондарцев. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 1106 с.
3. Борисова, М. А. Геоботаника / М. А. Борисова, В. В. Богачев. – Ярославль, ЯрГУ, 2009. – 160 с.
4. Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – М.: Научный Мир, 2002. – 336 с.
5. Водоросли: справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 608 с.
6. Воропаева, О. Г. Экологическая альгология с основами биоиндикации / О. Г. Воропаева. – Ярославль, 2009. – 83 с.
7. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / под ред. М. В. Горленко. – М.: Мысль, 1978. – 365 с.
8. Голлербах, М. М. Грибы. Их строение, жизнь и значение / М. М. Голлербах, А. А. Еленкин. – Л.; М.: Гос. учебно-педагогическое изд-во, 1938. – 120 с.
9. Голубкова, Н. С. Определитель лишайников средней полосы европейской части СССР / Н. С. Голубкова. – М.; Л.: Наука, 1966. – 256 с.
10. Дементьева, М. И. Фитопатология / М. И. Дементьева. – М.: Колос, 1970. – 464 с.
11. Доброзракова, Т. Л. Лабораторные занятия по фитопатологии / Т. Л. Доброзракова. – М.; Л.: Гос. изд-во с/х литературы, 1958. – 224 с.
12. Жизнь растений: в 6 т. / гл. ред. А. А. Федоров. – М.: Просвещение, 1976. – Т. 2. Грибы. – 479 с.
13. Жизнь растений: в 6 т. / гл. ред. А. А. Федоров. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. Водоросли и лишайники. – 487 с.
14. Курс низших растений: учеб. пособие / под ред. М. В. Горленко. – М.: Высшая школа, 1981. – 504 с.

15. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы / Т. Н. Барсукова и др. – М.: Академия, 2005. – 240 с.
16. Определитель низших растений: в 5 т. / под ред. Л. И. Курсанова. – М.: Сов. Наука, 1953. – Т. 1, 2. Водоросли.
17. Определитель низших растений: в 5 т. / под ред. Л. И. Курсанова. – М.: Сов. Наука, 1954, 1956. – Т. 3, 4. Грибы.
18. Солдатенкова, Ю. П. Малый практикум о ботанике. Лишайники / Ю. П. Солдатенкова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 128 с.
19. Сосин, П. Е. Определитель гастеромицетов СССР / П. Е. Сосин. – Л.: Наука, 1973. – 273 с.
20. Сержанина, Г. И. Макромицеты / Г. И. Сержанина, И. И. Змитрович. – Минск: Выш. шк., 1986. – 216 с.
21. Синадский, Ю. В. Курс лекций по лесной фитопатологии / Ю. В. Синадский. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 177 с.
22. Черемисинов, Н. А. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников / Н. А. Черемисинов, С. Ф. Негруцкий, И. И. Лешковцева. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 392 с.
23. Чураков, Б. П. Грибы и грибные болезни сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края / Б. П. Чураков. – Иркутск: Изд-во Ирк. ун-та, 1983. – 152 с.
24. Федоров, Ф. В. Грибы / Ф. В. Федоров. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 336 с.
25. Штина, Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М.: Наука, 1976. – 143 с.
26. Ячевский, А. А. Микологическая флора Европейской и Азиатской России / А. А. Ячевский. – М., 1907. – Т. 2. Слизевики. – 410 с.

Оглавление

Список тем индивидуальных работ	3
Правила оформления индивидуальной работы	4
1. Методики, необходимые для выполнения работ	5
1.1. Подсчет клеток в камерах Горяева	5
1.2. Оценка частоты встречаемости водорослей	6
1.3. Определение прозрачности воды	7
1.4. Полевые методики определения механического состава и влажности почвы	7
1.5. Особенности определения трутовых грибов	8
1.6. Приготовление анатомических срезов изучаемых объектов	10
1.7. Оценка степени сходства видового состава	11
1.8. Краткие рекомендации по засушиванию растений	12
1.9. Способы сбора и сушки лишайников для гербария и коллекций	13
2. Описание тем индивидуальных работ	14
2.1. Водоросли временных водоемов	14
2.2. Аэрофильные водоросли	17
2.3. Обрастания естественных и искусственно внесенных субстратов в р. Улейма	19
2.4. Бентос р. Улейма	21
2.5. Почвенные водоросли	24
2.6. Трутовые грибы – возбудители заболеваний древесных пород	25
2.7. Грибные заболевания культурных растений	28

2.8. Ржавчинные грибы – паразиты высших растений.....	32
2.9. Строение плодовых тел высших грибов.....	35
2.10. Миксомицеты (слизевики) в районе биостанции «Улейма»	41
2.11. Морфолого-анатомические особенности строения кустистых лишайников	45
2.12. Морфолого-анатомические особенности строения листоватых лишайников	47
2.13. Строение апотециев различных видов лишайников	47
2.14.–2.15. Эпифитные (эпигейные) лишайники в районе биостанции «Улейма»	50
Список рекомендуемой литературы	56

Учебное издание

Кондакова Галина Вячеславовна

**Выполнение индивидуальных работ
по ботанике на летней учебно-
полевой практике (раздел
«Систематика низших растений»)**

Методические указания

Редактор, корректор И. В. Бунакова
Верстка Е. Л. Шелехова

Подписано в печать 05.04.10. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бум. офсетная. Гарнитура "Times New Roman".
Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 2,38.
Тираж 100 экз. Заказ

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе Ярославского
государственного университета им. П. Г. Демидова.

Отпечатано на ризографе.

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова.
150000, Ярославль, ул. Советская, 14.

Г. В. Кондакова

**Выполнение индивидуальных работ
по ботанике на летней учебно-
полевой практике (раздел
«Систематика низших растений»)**

