

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ)

Кафедра воспроизводства лесных ресурсов

Е. И. Паршина

БОТАНИКА

(анатомия, морфология и систематика растений)

Учебное пособие

Утверждено учебно-методическим советом Сыктывкарского лесного института в качестве учебного пособия по дисциплине «Ботаника» для студентов направления бакалавриата 250700 «Ландшафтная архитектура», по дисциплинам «Ботаника. Морфология и систематика растений», «Ботаника. Анатомия растений» для студентов направления бакалавриата 250100 «Лесное дело» всех форм обучения

Электронный аналог печатного издания

СЫКТЫВКАР 2014

УДК 581
ББК 28.5
П18

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Сыктывкарского лесного института

Ответственный редактор:

В. И. Прошева, доктор биологических наук, лауреат Государственной премии РФ
(Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН)

Рецензенты:

кафедра географии и экологии

(Сыктывкарский государственный университет, педагогический институт);

В. В. Володин, доктор биологических наук, профессор
(Коми НЦ УрО РАН, Институт биологии)

Паршина, Е. И.

П18 **БОТАНИКА (АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ)** [Электронный ресурс] : учебное пособие : электронный аналог печатного издания / Е. И. Паршина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2014. — 76 с.

ISBN 978-5-9239-0641-7

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям бакалавриата 250700 «Ландшафтная архитектура» и 250100 «Лесное дело» всех форм обучения. Содержит краткие теоретические сведения об анатомо-морфологическом строении, онтогенезе, систематике, экологии низших и высших растений, грибов.

УДК 581
ББК 28.5

Темплан I полугодия 2014 г. Изд. № 98.

ISBN 978-5-9239-0641-7

© Паршина Е. И., 2014
© СЛИ, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. ТКАНИ	5
1.1. Основы микроскопии: микроскоп, приготовление временных препаратов	5
1.2. Общая организация типичной растительной клетки и физиологические процессы в ней	11
1.3. Растительные ткани	15
Контрольные вопросы	18
2. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ.....	20
2.1. Понятие органа в морфологии растений. Общие закономерности строения вегетативных органов.....	20
2.2. Корень.....	21
2.3. Побег. Стебель. Лист. Почка.....	23
Контрольные вопросы	30
3. ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ И РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ.....	32
Контрольные вопросы	37
4. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ.....	39
4.1. Систематика растений: принципы таксономии, работа с определителем	39
4.2. Систематика растений. Низшие растения. Высшие споровые растения.....	45
4.3. Систематика растений. Семенные растения.....	53
Контрольные вопросы	57
5. ОСНОВЫ ГЕОГРАФИИ, ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ФИТОЦЕНОЛОГИИ.....	58
Контрольные вопросы	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	72

ВВЕДЕНИЕ

Ботаника (*гр. botane — росток, трава*) — наука, изучающая строение, распространение, процессы жизнедеятельности, происхождение и эволюционное развитие растений. Развитие ботаники связано с практическим освоением растительного мира человеком. В настоящее время насчитывается около 500 тыс. видов растений. Роль растений в биосфере уникальна, они являются основным звеном, преобразующим солнечную энергию в энергию химических связей органических соединений, поддерживают необходимый уровень кислорода и углекислого газа в атмосфере, являются основными звеньями пищевых цепей и круговоротов веществ, выполняют климаторегулирующие, водо- и почвозащитные функции. Незаменимы растения и в хозяйственной жизни человека — это и промышленное сырье, топливо, источник для получения лекарственных препаратов. Зеленые насаждения улучшают состояние воздушной среды и микроклимата городских территорий, создавая экологический каркас урбанизированных территорий. Обладая декоративными свойствами, древесные и травянистые растения занимают важное место в ландшафтном дизайне. Именно растения являются тем важным и неотъемлемым компонентом, который участвует в создании общей пространственной структуры садов и парков, именно они создают красоту и привлекательность урбанизированных территорий, обеспечивая комфортное пребывание человека в искусственной среде зданий, промышленных и жилых районах, магистральных трасс и т. д. При выборе растительного материала особое значение имеют эстетические особенности растений, которые обусловлены как их морфологической структурой, так и особенностями роста, развития, сезонными циклами жизнедеятельности и пр. Поэтому будущие ландшафтные архитекторы и инженеры в области лесного хозяйства должны обладать знаниями о биологических особенностях растений, их многообразии и экологических связях.

Целью изучения дисциплины «Ботаника» является создание условий для всестороннего познания многообразия растительного мира, закономерностей его структуры и развития, географических закономерностей распространения отдельных видов и растительных сообществ в целом; подготовить студентов к восприятию профессиональных дисциплин цикла, базирующихся на знании ботаники.

При подготовке учебного пособия автором были использованы материалы изданий разных авторов (А. Е. Васильева, Т. А. Сауткиной, И. Г. Серебрякова, А. А. Уранова, Р. Е. Левиной и др.).

1. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. ТКАНИ

1.1. Основы микроскопии:

микроскоп, приготовление временных препаратов

Основной структурной и функциональной единицей любого живого организма является клетка. Размеры клеток варьируют от 1—3 до 100 мкм. Для изучения микроскопических объектов, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза человека используют методы микроскопии. *Микроскопия* — совокупность методов наблюдения микрообъектов с помощью специальных приборов (микроскопов). Основу микроскопических методов исследования составляет световая и электронная микроскопия.

Микроскоп — сложный оптико-механический прибор, служащий для рассмотрения объектов, недоступных невооруженному глазу. В зависимости от метода получения увеличенного изображения объекта различают световую и электронную микроскопию. Максимальное увеличение светового микроскопа 1 000—1 500 раз, а электронного 10 000—100 000. Главная характеристика микроскопа — его *разрешающая способность* (это минимальное расстояние между двумя точками объекта, при котором они видны раздельно). Максимальная разрешающая способность светового микроскопа 0,13—0,20 мкм, электронного 0,1—0,2 нм (например, разрешающая способность человеческого глаза составляет около 100 мкм).

$$1 \text{ микрон (микрометр, мкм)} = 10^{-6} \text{ м} = 10^{-3} \text{ мм}$$
$$1 \text{ нанометр (нм)} = 10^{-9} \text{ м}$$

Разрешающая способность микроскопа зависит от длины волны используемого света и числовой апертуры оптической системы микроскопа. Микроскоп состоит из оптической и механической систем.

Оптическая система микроскопа включает объектив, окуляр, конденсор, зеркало. *Объектив* представляет наиболее важную часть оптической системы: строит геометрически подобное объекту увеличенное изображение с обратным расположением частей по отношению к препарату, от него зависит четкость и увеличение изображения. Объектив состоит из нескольких линз, вправленных в металлическую гильзу. На объективе имеются цифровые и буквенные обозначения (например, 40×/0,65 или 40×/0,65). Первая цифра показывает увеличение объектива («×» — крат, раз), вторая отвечает апертуре объектива (апертура — это его способность собирать свет и противостоять дифракционному размытию деталей изображения. Чем выше апертура объектива, тем более тонкую структуру

объекта можно рассмотреть, но при этом уменьшается резкость). Ниже располагаются цифры заводского номера: две первые обозначают год выпуска микроскопа; буквы ВИ, МИ на объективе указывают на иммерсию среды — водную или масляную; АХРО, АПО, ПЛАН — обозначают категорию объектива, связанную с абберацией линз (недостатками, искажающими изображение). *Окуляр* строит мнимое изображение и увеличивает его и состоит из двух линз, вставленных в металлический цилиндр. Окуляры нередко состоят из двух линз. Они могут иметь различное увеличение и позволяют проводить наблюдения в полях зрения разного диаметра. Увеличение объектива указано на оправе, там же указана и числовая апертура (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Характеристика некоторых окуляров

Маркировка окуляра	Увеличение	Диаметр поля зрения, мм
K5×	5	22
K10×	10	13
K20×	20	9

При работе с объективами следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить линзы. Особенно это важно при работе с объективами с большим увеличением, для которых *рабочее расстояние* (расстояние между поверхностью покровного стекла и линзой объектива) составляет 0,10—0,12 мм.

Для определения общего увеличения микроскопа (V_m) увеличение объектива ($V_{об}$) умножают на увеличение окуляра ($V_{ок}$) (табл. 1.2):

$$V_m = V_{об} \cdot V_{ок}.$$

Таблица 1.2. Увеличение микроскопа

Объектив	Окуляр			Увеличение
	7×	10×	15×	
8×	56	80	120	Малое
20×	140	200	300	Большое
40×	280	400	600	Большое

Конденсор с апертурной диафрагмой служит для наилучшего освещения изучаемого объекта, изменением его положения и размера апертурной (ирисовой) диафрагмы регулируют яркость освещения и четкость изображения (увеличение диаметра отверстия диафрагмы уменьшает освещение объекта, но увеличивает глубину резкости). *Зеркало* (при его наличии) имеет вогнутую и плоскую поверхности, служит для направления

лучей от источника света через конденсор и отверстия предметного столика на объект. Плоская сторона используется при работе с источником искусственного света специального осветителя, вогнутая — при удаленных источниках освещения, чаще всего, рассеянного естественного и при работе с большими увеличениями.

Механическая система микроскопа предназначена для удобства пользования оптикой микроскопа. Она состоит из основания (штатива, подставки), тубусодержателя, механизмов макрометрической и микрометрической (макро- и микровинт) фокусировок, тубуса, револьвера и предметного столика, системы освещения. *Тубусодержатель* служит для крепления тубуса. *Тубус* — полый цилиндр, в верхнее отверстие которого вставляется окуляр, а к нижней его части подвижно присоединяется револьвер. Он предназначен для быстрой смены объективов и представляет собой диск с гнездами, в которые ввинчиваются объективы, дающие разное увеличение. *Механизм макрометрической настройки* имеет два винта и может перемещаться в вертикальном направлении в пределах 50 мм и используется для грубой настройки микроскопа. Механизм микрометрической настройки предназначен для тонкой фокусировки. Величина перемещения тубусодержателя с помощью механизма микрометрической механизма равна 2,2—2,4 мм. *Предметный столик* служит для установки микроскопа, он имеет круглую или квадратную форму и неподвижно соединен со штативом микроскопа. Отверстия на поверхности столика служат для установления зажимов (клемм), закрепляющих препарат, и *препаратопроводителя* (перемещения препарата на столике микроскопа в двух взаимно перпендикулярных направлениях).

Для того чтобы повысить разрешающую способность микроскопа, необходимо увеличить показатель преломления среды, граничащей с линзой. Для этого расстояние между фронтальной линзой объектива и исследуемым объектом заполняется иммерсионной жидкостью (прозрачное веществом с показателем преломления (n) больше единицы: вода ($n = 1,3$), глицерина ($n = 1,4$) или кедрового масла ($n = 1,5$)). Для увеличения разрешающей способности микроскопа также применяются ультрафиолетовые лучи, длина волны которых меньше, чем у видимых лучей. При этом должна быть использована специальная оптика, прозрачная для ультрафиолетового света. Поскольку человеческий глаз не воспринимает ультрафиолетовое излучение, необходимо либо прибегнуть к средствам, преобразующим невидимое ультрафиолетовое изображение в видимое, либо фотографировать изображение в ультрафиолетовых лучах¹.

¹ Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1988. 271 с.

Порядок работы с микроскопом

1. Перед работой необходимо расчехлить микроскоп и поставить его в удобное для работы положение: на столе против левого плеча, примерно на 5 см от края стола, тубусодержателем к себе, перпендикулярно к краю стола, и не сдвигать до конца занятий. Работать с микроскопом можно только сидя. С правой стороны должны находиться необходимые предметы (лабораторное оборудование, тетрадь и т. д.).

2. Перед работой микроскоп осмотреть, вытереть от пыли мягкой салфеткой из хлопчатобумажной ткани объективы, окуляр, зеркало. Если грязь не удаляется, тряпочку смачивают бензином или смесью спирта с эфиром.

3. Начинают микроскопирование всегда при малых увеличениях (4× с красной полосой).

4. Направляют зеркало к источнику света и устанавливают максимальную освещенность, контролируя ее через окуляр (если микроскоп оснащен осветителем включают его).

5. Помещают препарат на предметный столик так, чтобы оптическая ось проходила через объект.

6. Движением макровинта, глядя сбоку на препарат, осторожно опускают объектив. Глядя в окуляр и вращая макровинт на себя, постепенно поднимают тубусодержатель до тех пор, пока изучаемый объект не попадет в фокус. Неясное изображение необходимо сфокусировать микровинтом (микрометрический винт можно вращать не более чем на пол-оборота).

7. При переходе к работе с большим увеличением (объективы 10×, 40× и 100×) объект или интересующую часть объекта устанавливают в центр поля зрения, препарат закрепляют клеммами, поворотом револьвера устанавливают в рабочее положение объектив с необходимым увеличением. Винты вращают плавно (микрометрический винт можно вращать влево и вправо только на пол оборота). Неясное изображение необходимо сфокусировать сначала макро-, а потом микровинтами. Резкость изображения регулируют с помощью диафрагмы.

8. По окончании работы микроскоп снова переводят на малое увеличение и только после этого снимают препарат с предметного столика. Со штатива убирается пыль и следы жидкости. Выключают осветитель, надевают чехол на микроскоп.

9. Микроскоп переносят двумя руками: одной берут за изгиб тубусодержателя, другой поддерживают за основание.

Приготовление временных препаратов

Для приготовления временных микропрепаратов необходимо иметь: набор предметных и покровных стекол, препаровальные иглы, пипетку, безопасную бритву, скальпель, стеклянную палочку, фильтровальную бумагу, реактивы. Некоторые растения (их органы, например, при изучении водорослей, строения пыльцы, спор растений) можно рассматривать под микроскопом целиком, такие препараты называют *тотальными*. Но чаще приходится делать срезы изучаемых органов. Для их приготовления используют свежие или фиксированные части растений. Различают два основных вида срезов (рис. 1.1) — *поперечный* (проходит перпендикулярно оси органа и позволяет изучать его в поперечном сечении) и *продольный* срез: *продольный радиальный* срез проходит по радиусу оси органа и дает возможность изучать его в продольном сечении; *продольный тангентальный* срез проходит перпендикулярно радиусу цилиндрической структуры (корня, стебля); *парадермальный* — проходит параллельно поверхности плоской структуры (например, листа).

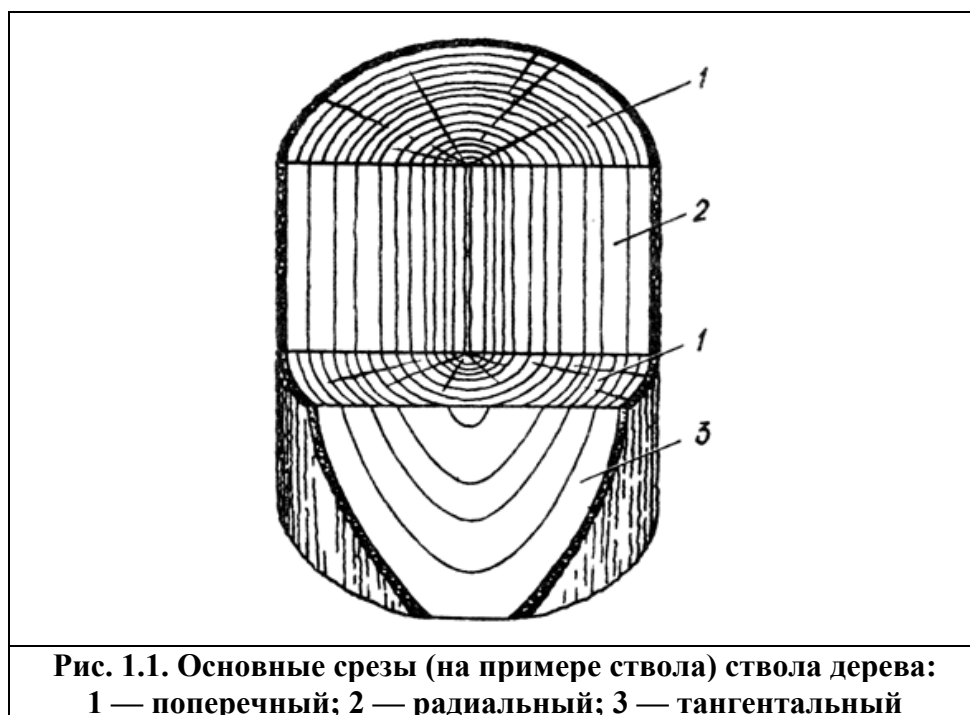


Рис. 1.1. Основные срезы (на примере ствола) ствола дерева:
1 — поперечный; 2 — радиальный; 3 — тангентальный

Микропрепараты, не предназначенные для длительного хранения, называются *временными*, при этом изучаемый объект помещают на предметное стекло в каплю воды, глицерина, раствора, реактива или красителя и накрывают покровным стеклом. Такие препараты можно хранить в течение нескольких дней, поместив во влажную атмосферу. Если объекты помещают в бальзам, глицерин с желатиной или целлоидин, то такие препараты сохраняются годами и их называются *постоянными*.

При изготовлении временных препаратов необходимо выполнить следующее.

1. Предметное и покровное стекла хорошо промыть водой и насухо протереть мягкой тряпочкой. Взять покровное стекло (**осторожно!**), чтобы не сломать и не пораниться, поместить его в складку салфетки между большим и указательным пальцами правой руки и осторожно вытереть его круговыми движениями.

2. Взять в правую руку бритву, большим и указательным пальцем держа ее за шейку, а остальными прижать рукоятку к ладони (руки должны быть совершенно свободны; ими нельзя опираться на стол или прижимать их к туловищу).

3. Положить лезвие на середину подготовленной площадки (не следует делать срез, начиная с края, так как срезы при этом получаются толстыми) и слегка прижимая к ней, плавными скользящими движениями под косым углом вести бритву на себя. Направление движения бритвы может быть слева направо или справа налево (нельзя вести бритву прямо на себя или «пилить» бритвой, вода ее то в одну, то в другую сторону; не следует также делать бритвой коротких отрывистых движений — при этом получаются срезы неровной толщины). Срез делается одним скользящим движением. Срезы должны быть очень мелкими (1—2 мм) и тонкими (прозрачными). Причем за один прием разными участками лезвия делается несколько срезов с тем, чтобы в последствие выбрать лучший. Если же делать только один срез, он может оказаться неудачным, и всю работу придется начинать сначала. При приготовлении срезов бритву и поверхность, с которой делаются срезы, с помощью мягкой кисточки все время смачивают водой. Для изготовления срезов мелкие объекты помещают между кусочками из сердцевины бузины или пенопласта (рис. 1.2).



4. Перенести полученные срезы в заранее приготовленную каплю воды на предметное стекло. Для этого переложить бритву в левую руку, в правую взять мягкую кисточку и снять срезы, при этом, не касаясь лезвия, так как даже волоски кисточки могут его затупить.

5. Накрывать каплю покровным стеклом так, чтобы вода вытеснила воздух и заполнила все пространство под покровным стеклом. Для этого большим и указательным пальцами правой руки взять покровное стекло за уголки, завести его за каплю и противоположным краем стекла, наклоняя его под острым углом к предметному, коснуться краем капли. Затем осторожно и постепенно опустить стекло на каплю (если опускать покровное стекло резко, в препарате могут оказаться пузырьки воздуха, которые под микроскопом видны в виде сферических тел с черными контурами, что затрудняет изучение объекта). Если вода не заполняет всего пространства под покровным стеклом, то пипеткой или стеклянной палочкой сбоку покровного стекла добавляют небольшую каплю.

6. Если вода выступит за края покровного стекла, ее следует удалить, прикладывая сбоку полоску фильтровальной бумаги.

7. При необходимости окрашивания препарата реактивом воду из-под покровного стекла удаляют с помощью фильтровальной бумаги, а капельку реактива наносят с противоположной стороны на край покровного стекла. В качестве реактивов используют:

- йод, растворенный в йодиде калия (для окрашивания крахмальных зерен);
- фуксин (для окрашивания цитоплазмы);
- гематоксилин (для окрашивания ядер);
- хлор-цинк-йод (для окрашивания целлюлозных клеточных оболочек);
- флороглюцин и соляная кислота (для окрашивания одревесневших оболочек);
- глицерин (для просветления препарата) и др.

1.2. Общая организация типичной растительной клетки и физиологические процессы в ней

Клетка — основная структурная единица организма. Клетка представляет собой элементарную живую систему, способную к самовоспроизведению, саморегуляции и самовозобновлению и является предметом изучения цитологии. Открыта клетка была в 1665 г. Робертом Гуком, он же и ввел сам термин «клетка» («cellula»). Основные представления о клеточном строении живых организмов (клеточная теория) были сформулированы в 1838—1839 гг. ботаником Маттиасом Шлейденом и зоологом Теодором Шванном. Современная клеточная теория включает следующие

положения: 1) клетка — основная единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого; 2) клетки разных организмов сходны (гомологичны) по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ; 3) размножение клеток осуществляется только путем деления (клетка от клетки); 4) в сложных многоклеточных организмах клетки специализированы и образуют ткани; они тесно связаны между собой и включены в единую систему нервной и гуморальной регуляции.

Растительные клетки разнообразны по форме, размерам, строению, что определяется выполняемыми ими функциями. К важнейшим отличительным признакам растительной клетки, возникшим в результате приспособления к автотрофному питанию, относятся следующие: жесткая углеводная оболочка; пластиды; центральная вакуоль; плазмодесмы; основное запасное вещество — крахмал (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Схема строения растительной клетки

Являясь частью целостного многоклеточного организма, клетка выполняет свойственные всему живому функции. Клетка обладает раздражимостью (двигательные реакции) и способна к размножению путем деления. Обмен веществ в клетке (внутриклеточные биохимические процессы, синтез белков, ферментов) осуществляется за счет затраты и освобождения энергии. Движение клеток возможно при участии появляющихся и исчезающих выпячиваний или при помощи специализированных выростов.

Растительная клетка представляет собой осмотическую систему. *Осмотическими* называют явления, происходящие в системе, состоящей из двух растворов, разделенных полупроницаемой мембраной.

Осмоз — процесс переноса растворителя (преимущественно воды) через полупроницаемую перегородку (мембрану), разделяющую два раствора с разной концентрацией веществ (например, чистую воду и раствор соли) (рис. 1.4).

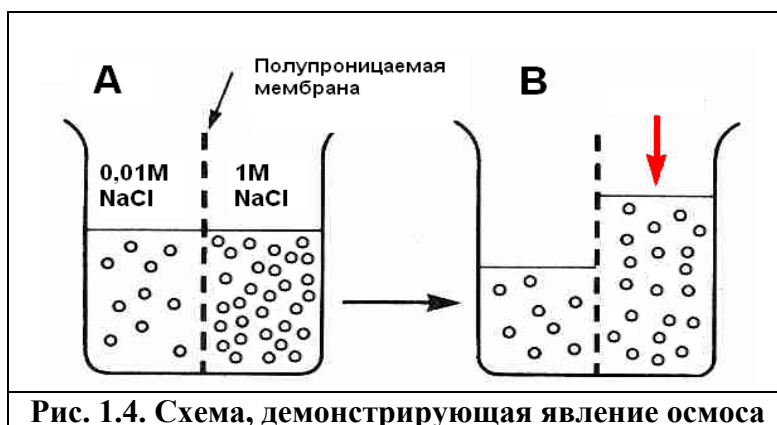


Рис. 1.4. Схема, демонстрирующая явление осмоса

В растительной клетке роль полупроницаемых пленок выполняют пограничные слои цитоплазмы: *плазмалемма* (наружная мембрана цитоплазмы, прилегающая к клеточной оболочке.) и *тонопласт* (внутренняя мембрана, окружающая вакуоль). Если внутриклеточная концентрация веществ выше, чем во внешней среде, вода из среды будет поступать в клетку (в вакуоль), с большей скоростью, чем в обратном направлении. При увеличении объема клеточного сока, вследствие поступления в клетку воды, увеличивается его давление на цитоплазму, плотно прилегающую к оболочке. При полном насыщении клетки водой она имеет максимальный объем. Состояние внутреннего напряжения клетки, обусловленное высоким содержанием воды и развивающимся давлением содержимого клетки на ее оболочку, носит название *тургора*. Тургор обеспечивает сохранение органами формы (например, листьями, неодревесневшими стеблями) и положения в пространстве, а также сопротивление их действию механических факторов. С потерей воды связано уменьшение тургора и увядание.

Если клетка находится в *гипертоническом* растворе (его концентрация больше концентрации клеточного сока), то скорость диффузии воды из клеточного сока будет превышать скорость диффузии воды в клетку из окружающего раствора. Вследствие выхода воды из клетки объем клеточного сока сокращается, тургор уменьшается и это сопровождается отделением цитоплазмы от оболочки — происходит явление *плазмолиза*. Форма плазмолиза зависит от стадии процесса, от свойств цитоплазмы клетки: ее вязкости, гидрофильности, коллоидного состояния (гель или золь) (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Плазмолиз растительной клетки: А — клетка в состоянии тургора; Б — угловатый; В — вогнутый; Г — выпуклый; Д — судорожный. 1 — оболочка, 2 — вакуоль, 3 — цитоплазма, 4 — ядро, 5 — нити Гехта (<http://do.gendocs.ru>)

Если плазмолизированную клетку поместить в гипотонический раствор (его концентрация меньше концентрации клеточного сока), вода из окружающего раствора будет поступать внутрь вакуоли, в результате этого увеличивается объем вакуоли, повышается давление клеточного сока на цитоплазму и клетка приобретает первоначальную форму. Такое явление называется *деплазмолизом*.

Избыточное накопление веществ в клетке часто приводит к выпадению их в осадок в аморфном виде или в форме кристаллов в различных органеллах, цитоплазме и реже в клеточной оболочке.

Вещества содержимого протопласта и продукты его жизнедеятельности условно объединяют в две группы. Первая — это конституционные вещества (белки, жиры, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и др.), входящие в состав живой материи и участвующие в обмене вещества. Вторая группа (*эргастические вещества*) включает компоненты, играющие вспомогательную роль в его жизни. Эти вещества являются источниками материи или энергии при росте и развитии клетки, либо являются продуктами метаболизма. Одни из них — запасные и временно исключаемые из обмена вещества (белки, липиды, углеводы: крахмал, инулин). Другие — собственно конечные продукты метаболизма — соли кальция.

Деление клеток возможно двумя путями: *непрямое* (митоз, митотический цикл, кариокинез) и *прямое* (простое) (амитоз — встречается редко и представляет собой разделение клетки и ее ядра на две части, равные или неравные величине). В процессе митоза сначала происходит удвоение, а затем равномерное распределение между дочерними клетками наследственного материала. Биологическое значение мейоза состоит в обеспечении постоянства числа хромосом. Кроме того, в результате кроссинговера происходит рекомбинация генетического материала и как следствие — появление новых наследственных признаков и свойств будущего организма².

² Ботаника. Анатомия и морфология растений : учеб. пособие для студ. биол. спец. пед. ин-тов / А. Е. Васильев [и др.]. Москва : Просвещение, 1978. 478 с. ; Сауткина Т. А., По-

1.3. Растительные ткани

Тканями называют устойчивые, т. е. закономерно повторяющиеся комплексы клеток, сходные по происхождению, строению и приспособленные к выполнению одной или нескольких функций. Возникновение тканевого строения связано с переходом растений к наземному образу жизни. Растения, у которых тело не расчленено на органы, как правило, не содержат дифференцированных тканей. Существуют различные подходы к классификации растительных тканей (табл. 1.3), из которых наиболее признанным является классификация тканей, основанная на основе анатомо-физиологических принципов, т. е. на основе строения и выполняемых функций.

Таблица 1.3. Классификация растительных тканей

Классификационная структура/тип тканей	Особенности, функции
По строению	
1. Простые	Состоит из одного типа клеток: ассимиляционная и механическая ткань.
2. Сложные	Состоит из разных типов клеток: покровная и проводящая ткань.
По времени и особенностям образования	
1. Первичные (<i>прокамбий</i>)	Возникают непосредственно под апексами и являются их производными.
2. Вторичные (<i>камбий и феллоген</i>)	Образуются из тканей первичных или из клеток постоянных тканей в процессе упрощения их структуры и приобретения свойств меристемы.
По строению и выполняемым функциям	
1. Образовательные ткани (меристемы):	Образование новых клеток, рост и утолщение органов.
А) <i>Апикальные</i> (верхушечные)	Обеспечивают рост побега в длину: на верхушке побега, кончике корня.
Б) <i>Латеральные</i> (боковые)	Рост органа в толщину. Располагаются параллельно боковой поверхности того органа, в котором они находятся.
В) <i>Интеркалярные</i> (вставочные)	Рост в длину, поднятие стебля. Располагаются у основания междоузлий.
Г) <i>Раневые</i> (<i>травматические</i>)	Приобретают способность к делению и образуют раневую ткань <i>каллус</i> , которые постепенно превращаются в клетки постоянной ткани (раневой пробки). Располагаются в любой части растения при поранениях.
2. Покровные ткани	Защищают внутренние ткани от влияния факторов внешней среды, регулируют испарение и газообмен.

Классификационная структура/тип тканей	Особенности, функции
А) <i>первичная покровная (эпидерма, ризодерма)</i>	Наружный слой на листьях и молодых стеблях. Ризодерма — покровная ткань корня.
Б) <i>вторичная покровная (перидерма)</i>	Перидерма, состоит из феллемы (пробки), феллогена (пробкового камбия) и феллодермы.
В) <i>третичная (ритидом, корка)</i>	Возникает у большинства древесных растений из перидермы (у сосны формируется на 8—10 год жизни, у дуба в 25—30 лет).
<i>Трихомы (волоски) — выросты эпидермы (фиалки, мать-и-мачеха, росянка и др.). Эмергенцы образованы клетками эпидермы с лежащими под ней слоями клеток (шипы розы, малины, ежевики и др.).</i>	
3. Механические ткани	Обуславливают прочность растения.
А) <i>колленхима</i>	Функция опоры растущих листьев и стеблей, живая ткань, имеет первичное происхождение.
Б) <i>склеренхима</i>	Состоит из мертвых клеток с равномерно утолщенными, лигнифицированными оболочками (первична и вторична по происхождению). Различают два типа склеренхимы: волокна (могут входить и в состав других тканей) и склереиды (плоды груши, айвы) (одиночные склереиды называют идиобластами).
4. Проводящие ткани	Транспорт воды, органических и минеральных веществ
А) <i>ксилема</i>	Выполняет функции передвижения воды и минеральных веществ. Включает: водопроводящие элементы (трахеиды (у голосеменных, хвощей, папоротников) и трахеи (сосуды) (у покрытосеменных)), механические волокна, клетки паренхимы.
Б) <i>флоэма</i>	Транспорт продуктов ассимиляции (органических веществ). Первичная флоэма (<i>протофлоэма</i> и <i>метафлоэма</i>), дифференцируется из прокамбия, вторичная (луб) — является производной камбия. В состав флоэмы входят ситовидные трубки, ситовидные клетки, клетки-спутницы, лубяные волокна и клетки паренхимы.
<i>Проводящий пучок совокупность элементов проводящей ткани (флоэмы и ксилемы). Сосудисто-волокнистый пучок — совокупность проводящих элементов, механических тканей и паренхимы.</i>	
5. Основная ткань (паренхима)	Занимает пространство между другими тканями. Функции разнообразны.
5.1. Ассимиляционная ткань (хлоренхима)	Фотосинтез, газообмен. Располагается в зеленых частях растения (под эпидермисом в листьях, неодревесневших стеблях, незрелых плодах, чашелистиках и т. д.).
5.2. Запасающие ткани	Клетки паренхимные, тонкостенные корневища, стебли, листья. Отложение в запас белков, жиров, углеводов. Располагается в различных органах (луковицы, плоды, семена и т. д.).
5.3. Воздухоносная ткань (аэренхима)	Наличие больших межклетников, осуществляющих газообмен и сообщающихся с внешней средой. Хорошо развита у водных растений.
5.4. Выделительные ткани	Структуры, выделяющие вещества.

Классификационная структура/тип тканей	Особенности, функции
<p><i>Выделяемые наружу или накапливаемые внутри жидкие и твердые продукты метаболизма называются экскретами или секретами. Как правило, секреты являются продуктами вторичного обмена (смесь терпеноидов — эфирные масла, смолы, сапонины и т. д.; алкалоиды, флавоноиды, дубильные вещества и др.), либо растения выделяют вещества первичного обмена и капельножидкую воду.</i></p>	
<p><i>А) внешней секреции:</i></p>	<p>Вещества выделяются в окружающую среду или на поверхность органа.</p>
<p>железки</p>	<p>Выделяют смолы, эфирные масла, камеди, слизи (почечные чешуи древесных растений, реже стебли и листья). У насекомоядных растений (росянка и др.) имеются переваривающие железки, которые вырабатывают и выделяют пищеварительные ферменты.</p>
<p>осмофоры</p>	<p>Расположенные на лепестках и других частях цветка, в них вырабатываются эфирные масла, от которых зависит аромат цветков розы, орхидеи, нарцисса, лютика, душистого горошка и т. д.</p>
<p>железистые волоски</p>	<p>Выделяют эфирные масла (листья и стебли растений семейства Яснотковые, Астровые, Пасленовые, Гераниевые и др.).</p>
<p>гидатоды</p>	<p>Выделяют воду с минеральными веществами, располагаются, как правило, по краю листа растений (на зубчиках), характерны для растений тропиков, растений семейств Мятликовые, Крестоцветные.</p>
<p>нектарники</p>	<p>Выделяют растворы углеводов (сахара), привлекающие насекомых-опылителей. Располагаются у оснований лепестков и тычинок (семейства Пасленовые, Яснотковые), завязи пестиков (Розоцветные), в шпорцах и медовых ямках лепестков (Лютиковые), иногда образуются на видоизмененных тычинках — стаминодиях (Барбарисовые).</p>
<p><i>Б) внутренней секреции:</i></p>	
<p>млечники</p>	<p>Содержат млечный сок (латекс), в его состав входят углевод (крахмальные зерна у молочайных, сахара у Сложноцветных), белки (у фикуса), жиры, слизи, дубильные масла, каучук (его содержание в гевее бразильской около 50 %). Располагаются млечники в стеблях и листьях.</p>
<p>вместилища выделений</p>	<p>Во вместилищах накапливаются летучие терпены, вязкие бальзамы, камеди, слизи и другие вещества, различают:</p> <p>а) <i>лизигенные вместилища</i> образуются в результате лизиса (растворения) оболочек клеток, наполненных секретом. В результате появляются полости и ходы, окруженные секреторирующими клетками, характерны для листьев и плодов цитрусовых; б) <i>схизогенные</i> — развиваются в молодых тканях вследствие значительного увеличения размеров межклетников, при этом образуются полости и ходы, выстланные секреторирующими эпителиальными клетками (характерны для аралиевых, астровых, миртовых, сельдерейных. У сосновых они представлены многочисленными смоляными ходами, расположенными в корнях и стволах деревьев, в листьях и шишках).</p>

Классификационная структура/тип тканей	Особенности, функции
идиобласты	Обособленные клетки, которые располагаются среди клеток других тканей, встречаются в коре и листьях растений и способны накапливать слизи, танины, соли. Эфиромасляные идиобласты характерны для представителей семейств Лавровые, Магнолиевые, Липовые и др. Из щавелевокислого кальция в идиобластах образуются одиночные кристаллы, кристаллический песок, друзы, рафиды, цистолиты. Оболочки идиобластов могут пропитываться суберином, изолируя ядовитое содержимое клетки от окружающих живых тканей растения.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные части светового микроскопа.
2. Какие элементы входят в состав механической части микроскопа, каково их значение?
3. Назовите значение оптической части микроскопа и ее составляющих. Дайте характеристику объективов.
4. Что такое разрешающая способность микроскопа и каковы способы ее увеличения? Определите увеличение микроскопа при условиях: увеличение окуляра 10×, объектива 8×, 90×.
5. Каков порядок работы с микроскопом?
6. Какие препараты называю временными, какие постоянными? Назовите последовательность этапов приготовления временных препаратов.
7. Какие реактивы используют при окраске растительных образцов?
8. Каковы особенности строения клеток растительных организмов? Как различаются растительные клетки по форме? Приведите примеры паренхимных и прозенхимных клеток. Чем они отличаются?
9. В чем заключается физиологическая сущность явлений плазмолиза и деплазмолиза? Может ли происходить плазмолиз в мертвой клетке?
10. С какими свойствами цитоплазмы и вакуоли связаны осмотические явления клетки?
11. Растения болот (клюква) обладают признаками, присущими для ксерофитных растений. Объясните, почему.
12. Назовите включения, образованные органическими веществами и включения, образованные минеральными веществами.
13. В чем разница между простым, сложным и полусложным крахмальным зерном? Что такое алейроновое зерно?
14. Где в растении образуются крахмальные зерна из первичного крахмала, а где из вторичного?
15. С помощью каких реактивов можно обнаружить в клетке запасные вещества: крахмал, белки, масла?
16. Какова роль эргастических веществ (включений) в жизни растений?
17. Дайте сравнительную характеристику митоза и мейоза.
18. Охарактеризуйте основные подходы к классификации растительных тканей.
19. С чем связано появление и усложнение тканей у растений?
20. Охарактеризуйте виды тканей, используя анатомо-физиологическую классификацию.

Литература

- ✎ Ботаника. Анатомия и морфология растений [Текст] : учеб. пособие для студ. биол. спец. пед. ин-тов / А. Е. Васильев [и др.]. — Москва : Просвещение, 1978. — 478 с.
- ✎ Ботаника [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н. В. Степанов, И. Е. Ямских, Е. А. Иванова [и др.]. — Электрон. дан. — Красноярск : ИПК СФУ, 2009. — Ботаника : УМКД № 1341-2008 / рук. творч. колл. Н. В. Степанов. — 1 электрон. опт. диск (DVD). — Режим доступа: http://library.krasu.ru/ft/ft/_umkd/1341/u_lecture.pdf. — Загл. с экрана.
- ✎ Сауткина, Т. А. Морфология растений [Электронный ресурс] : курс лекций : в 2 ч. / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. — Минск : БГУ, 2004. — Ч. 1. — 115 с. — Режим доступа: http://www.bio.bsu.by/botany/files/pub_saut2004.pdf. — Загл. с экрана.

2. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

2.1. Понятие органа в морфологии растений.

Общие закономерности строения вегетативных органов

Орган — часть организма, служащая для обеспечения его жизни и в связи с этим имеющая своеобразное строение. Основной движущей силой дифференциации тела растения были контрастные условия окружающей среды в период «выхода» растений на сушу: часть вегетативного тела высших растений, находящаяся в почве, приспособилась к обеспечению процесса водоснабжения и минерального питания и постепенно превратилась в корневую систему, а надземная часть, обеспечивающая процесс фотосинтеза, впоследствии стала побегом. У растительных организмов различают два типа: *вегетативные* (составляют тело растения и выполняют основные функции его жизнедеятельности, включая и вегетативное размножение (побег и корень)) и *генеративные* органы (участвуют в размножении: спорангии и гаметангии). Вегетативные органы могут быть³:

- моносимметричными (через орган можно провести только одну плоскость симметрии: листья сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) и березы повислой (*Betula pendula*), крылатый стебель чины лесной (*Lathyrus sylvestris*);

- бисимметричными (через органы можно провести две плоскости симметрии (мятлик сплюснутый — *Poa compressa*, опунция многоколючковая — *Opuntia polyacantha*);

- полисимметричными (радиальносимметричными) (через орган можно провести более двух плоскостей симметрии: круглые стебли (подсолнечник однолетний — *Helianthus annuus*), корни (тыква обыкновенная — *Cucurbita pepo*), корнеплоды (редька посевная — *Raphanus sativus*, свекла обыкновенная — *Beta vulgaris*), унифациальные листья (очиток едкий — *Sedum acre*, лук репчатый — *Allium cepa*);

- ассиметричными (через такие органы нельзя провести ни одной плоскости симметрии: листья вязов (вяз гладкий — *Ulmus laevis*, вяз шершавый — *Ulmus scabra*), бегонии королевской (*Begonia rex*) и др.

Аналогичными называются органы, которые имеют различное происхождение, но выполняющие одинаковые функции (как правило, имеют сходное морфологическое строение): колючки и усики стеблевого и листового происхождения (колючки стеблевого происхождения выходят из пазухи листа, а листового — располагаются на стеблевом узле). Гомоло-

³ Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч. ; Ботаника. Анатомия и морфология растений

гичными называются органы, имеющие одинаковое происхождение, но выполняющие разные функции. Так, например, листу колючки листового происхождения у барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris*) гомологичны усики листового происхождения у гороха посевного (*Pisum sativum*) и чины луговой (*Lathyrus pratensis*), сухие чешуи на корневищах пырея ползучего (*Elytrigia repens*), сочные чешуи луковиц лука репчатого (*Allium cepa*) и др.

Морфологически тело высших растений подразделяют на *побег* (включает стебель и почки) и *корень*.

Вследствие изменения или смены функций органа под влиянием факторов среды в процессе эволюции возникли видоизменения органов (метаморфозы).

2.2. Корень

Корень — вегетативный орган растения осевого строения, обладающий радиальной симметрией и верхушечным ростом. Основная его функция — обеспечение водоснабжения и минерального питания. Кроме того, корень может выполнять функции запасаания, синтеза различных веществ, взаимодействия с другими организмами (бактериями, грибами, корнями других растений). Тип корневой системы является наследственно закрепленным признаком, так у высших споровых растений (плауны, хвощи, папоротники) корневая система называется *первично гоморизной* (состоит из одних придаточных корней). У голосеменных и покрытосеменных двудольных растений — *аллоризная*, или стержневая (представлена главным корнем, от которого отходят боковые и придаточные). Для однодольных растений присуща *вторично гоморизная*, или мочковатая, корневая система (состоящая из придаточных корней, при этом главный корень рано отмирает или вообще не развивается), но ее мощность и расположение корней в почве значительно варьируются в зависимости от типа почвы, ее влажности, аэрации и других свойств. К диагностическим анатомическим признакам корня относят: пропорции первичной коры и стелы; наличие или отсутствие вместилищ, смоляных каналов, млечников; тип организации энтодермы; число лучей ксилемы и флоэмы (архность); количество пучков при вторичном строении.

На поперечном срезе у большинства растений в корне можно выделить две топографические зоны: покровная ткань и центральный цилиндр (стела — совокупность первичных проводящих пучков вместе с заключенными между ними прочими тканями и примыкающим к коре перициклом). Первичное строение корня формируется за счет первичных меристем, характерно для молодых корней всех групп растений, у плаунов,

хвощей, папоротников и однодольных растений такое строение сохраняется в течение всей жизни. На поперечном срезе корня в зоне всасывания можно различить три части: эпиблему, первичную кору и центральный осевой цилиндр (стелу). У двудольных и голосеменных растений наблюдается вторичное утолщение корня, связанное с деятельностью камбия и феллогена. Для корней, выполняющих запасную функцию, возможны отклонения от нормального вторичного утолщения (у свеклы закладывается не один, а несколько слоев камбия, за счет этого происходит разрастание в толщину).

Поглощение из почвы и передвижение к наземным органам воды и минеральных веществ — одна из важнейших функций корня. Основной зоной поглощения питательных веществ, снабжающей и надземные органы растения, является зона растяжения клеток и зона корневых волосков. Поглощение воды и минеральных веществ растением происходит независимо друг от друга, так как эти процессы основаны на различных механизмах действия. Вода проходит в клетки корня пассивно, а минеральные вещества поступают в клетки корня в основном в результате активного транспорта, идущего с затратами энергии.

Горизонтальное движение воды и минеральных веществ в корне осуществляется в следующем порядке: корневой волосок, клетки первичной коры (экзодерма, мезодерма, эндодерма), клетки стелы — перицикл, паренхима осевого цилиндра, сосуды корня. Горизонтальный транспорт воды и минеральных веществ происходит тремя путями: *апопластным* (включает в себя все межклеточные пространства и клеточные стенки и является основным для транспорта воды и ионов неорганических веществ), *симпластным* (служит для транспортировки минеральных и органических веществ через систему протопластов клеток, соединенных посредством плазмодесм) и *вакуолярным* (используется исключительно для транспорта воды: вода переходит из вакуоли в вакуоль через другие компоненты смежных клеток (плазматические мембраны, цитоплазма и тонопласт вакуолей)).

Вертикальный транспорт осуществляется по мертвым клеткам и обеспечивается деятельностью самого корня и листьев (корень «подает» воду в сосуды стебля под корневым давлением). Корневое давление — это сила, с которой корень нагнетает воду в стебель, возникает главным образом в результате повышения осмотического давления в сосудах корня над осмотическим давлением почвенного раствора. Величина корневого давления обычно 1—3 атм. Доказательством наличия корневого давления служит *гуттация* (выделение воды у неповрежденного растения через гидатоды) и выделение *пасоки* (жидкости, которая выделяется из перерезан-

ного стебля). Вертикальный транспорт воды обеспечивается и благодаря транспирации (испарения воды с поверхности листьев).

Специализация корней достаточно разнообразна, в одних случаях она связана с приспособлением к выполнению запасующей функции, размножения, в других — как результат приспособления к особенностям среды обитания растений (слабо аэрируемые почвы или почвы с избыточным увлажнением и др.). Среди некоторых представителей высших растений есть виды, не имеющие корней, например, у ряда водных растений (сальвиния плавающая, роголистник и др.), у растений-паразитов (повилика), (такие растения являются вторично бескорневыми). У плюща обыкновенного на концах придаточных корней, которые в большом количестве образуются на стебле, возникают особые присоски. При помощи таких корней-присосок плющ прикрепляется к стволам деревьев, а в южных районах, где его используют для вертикального озеленения, — к стенам зданий⁴.

2.3. Побег. Стебель. Лист. Почка

Побег состоит из осевой части (стебля) с расположенными на нем листьями и почками. Развитие побега из почки начинается с деления клеток конуса нарастания, разрастания листовых зачатков и роста междоузлий (побег, развивающийся из зародышевого стебелька, называют главным). В узлах расположены боковые почки, из которых формируются боковые побеги. Образуется система побегов. Нарастание побега осуществляется за счет апикальных меристем. У апекса побега, в отличие от апекса корня, отсутствует чехлик, выделяются листовые зачатки (примордии).

Стебель представляет собой осевую часть побега растений, состоящую из узлов и междоузлий и имеющую возможность неограниченного роста. Рост стебля в длину осуществляется за счет деятельности верхушечных и вставочных меристем. Стебель выполняет опорную, проводящую, листонесущую, запасующую функции и функцию размножения.

В результате ветвления различных типов у древесных растений формируется *крона* (система побегов, ветвей и сучьев), ее естественный характер (форма, размеры) зависит от типа ветвления, характера расположения, конфигурации, скорости и направления роста ветвей и отражает приспособление к условиям существования.

Морфологическое строение стеблей растений очень разнообразно (по характеру поперечного сечения, роста, ветвления и т. п.). По характеру и направлению роста (положению в пространстве) можно выделить

⁴ Ботаника (органография и размножение растений) : учеб. пособие / М. И. Демина, А. В. Соловьев, Н. В. Четкина. Москва : Рос. аграр. заоч. ун-т, 2011. 139 с. ; Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч.

стебли прямостоячие, приподнимающиеся, вьющиеся, цепляющиеся, ползучие, стелющиеся, укороченные⁵.

Лианы (франц. *liane*, от *lier* — связывать) — растения, не способные самостоятельно сохранять вертикальное положение стебля и использующие в качестве опоры другие растения, скалы, постройки и т. п.

Для *прямостоячих* стеблей характерны хорошо развитые механические ткани, что позволяет им самостоятельно поддерживать вертикальное отрицательно геотропичное положение (стволы деревьев). У растений, имеющих приподнимающийся стебель, основание лежит на поверхности субстрата и дуговидно изогнуто, а верхушка стебля располагается вертикально. *Вьющиеся* стебли отличаются способностью к круговым (нутационным) движениям, что позволяет растениям обвиваться вокруг различных опор и принимать вертикальное положение. Различают растения с правовращающимися (по часовой стрелке, жимолость-каприфоль — *Lonicera caprifolium*; хмель обыкновенный — *Humulus lupulus*) и левовращающимися (преобладающая часть) (против часовой стрелки, ипомея пурпуровая — *Ipomea purpurea*, фасоль огненно-красная — *Phaseolus coccineus*, вьюнок полевой — *Convolvulus arvensis*) стеблями. У винограда амурского (*Vitis amurensis*), винограда девичьего пятилисточкового (*Partenocissus quinquefolia*) и других представителей семейства виноградных, бобовых (горошек тонколистный — *Vicia tenuifolia*, чина клубненосная — *Lathyrus tuberosus*) стебель цепляется за опору при помощи усиков (такие стебли называют *цепляющиеся*). При помощи черешков листьев, которые обвиваются вокруг опоры, поднимаются на высоту двух-четырёх метров стебли многих видов ломоноса (*Clematis*). *Ползучими* называются стебли, у которых в узлах образуются придаточные корни, при помощи которых растение прикрепляется к субстрату (характерны для лютика ползучего — *Ranunculus repens*, живучки ползучей — *Ajuga reptans*, земляники лесной — *Fragaria vesca*. *Стелющиеся* стебли не образуют придаточных корней и их олиственные или безлистные стебли распростерты по субстрату (ястребиночка обыкновенная — *Pilosella officinarum*))⁶.

В результате деятельности первичных меристем складывается первичное строение стебля. Если камбий энергично откладывает вторичные проводящие ткани, то первичное строение сменяется вторичным (характерно для большинства двудольных и голосеменных растений). В стебле первичного строения, как и в корне, различают эпидермис, центральный осевой цилиндр (стелу) и первичную кору. Но соотношение этих тканей

⁵ Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч. ; Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. Москва, 1962. 378 с.

⁶ Там же.

совершенно иное: бо́льшую часть поперечного сечения занимает центральный цилиндр, имеющий нередко в центре крупную воздушную полость. В отличие от корня, первичная кора стебля покрыта типичной эпидермой с устьицами (в корне экзодерма). Вторичные изменения в стебле связаны с деятельностью камбия и феллогена: клетки камбия активно работают, откладывая наружу слои вторичной флоэмы, а внутрь слои вторичной ксилемы. Различают следующие типы вторичных утолщений⁷.

1. При **пучковом типе**: а) закладывается пучковый и межпучковый камбий. Межпучковый камбий дифференцируется в лучевую паренхиму или механические элементы (стебель кирказона — *Aristolochia clematitis*); б) закладывается только пучковый камбий, т. е. камбий находится только внутри пучков. Пучки разделены основной паренхимой, которая даже в наиболее старых участках стебля не одревесневает.

При пучковом строении стебля у двудольных растений пучки расположены в один ряд по окружности, параллельно поверхности стебля (стебель лютика — *Ranunculus repens*).

2. При **переходном типе** — закладывается как пучковый, так и межпучковый камбий. Межпучковый камбий образуется из паренхимы. Из него дифференцируются новые проводящие пучки, которые расположены между более крупными пучками (подсолнечник — *Helianthus annuus*; клещевина — *Ricinus communis* L.).

3. При **непучковом типе** камбий закладывается в виде непрерывного кольца, откладывая сплошные слои вторичных проводящих тканей (стебель липы — *Tilia cordata*).

Наиболее характерная черта анатомического строения однодольных — отсутствие камбия, им свойственны проводящие пучки закрытого типа. В структуре стебля однолетнего травянистого двудольного растения выделяют видоизмененный центральный цилиндр, включающий ткани, возникшие из перицикла, остатки первичной и вторичную флоэму, камбий, вторичную и остатки первичной ксилемы и сердцевину. Видоизмененный центральный цилиндр окружен первичной корой.

У древесных и кустарниковых двудольных, а также у хвойных вторичные утолщения могут продолжаться многие годы. В итоге в стебле выделяют три основные части: *кору*, *древесину* и *сердцевину*. Граница коры и древесины проходит по камбию. *Кора* многолетнего стебля древесного растения включает перидерму, остатки первичной коры, группы механических элементов различного происхождения, располагающихся на границе остатков первичной коры и флоэмы, и всю массу флоэмы (вторичную фло-

⁷ Ботаника. Анатомия и морфология растений ... ; Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч.

эму — луб и остатки первичной). У ряда древесных растений с возрастом на смену перидерме формируется корка (*ретидом*). Луб дифференцирован на *мягкий луб*, состоящий из проводящих и паренхимных элементов. Совокупность механических элементов вторичной флоэмы получила название *твердого луба*. Вторичную ксилему с несколькими кольцами прироста называют *древесиной*. Она расположена внутрь от камбия и занимает большую часть стебля. Слой древесины, отложенный камбием за один вегетационный период, называется *годовым кольцом*. Как правило, в годовом кольце выделяют *весеннюю* и *летне-осеннюю древесину*. Сердцевина представлена паренхимными клетками. В радиальном направлении стебель пронизан лубодревесинными (сердцевинными) лучами, первичными и вторичными, осуществляющими связь между всеми зонами стебля.

В стебле голосеменных растений имеются смоляные каналы. Проводящая система в древесине у них представлена только трахеидами с большим числом окаймленных пор. Ситовидные элементы флоэмы представлены ситовидными клетками, не сопровождающимися клетками-спутницами, *либриформ* отсутствует.

Морфолого-анатомические особенности стебля имеют важное диагностическое значение и используются при идентификации видов растений. При выполнении дополнительных функций стебель метаморфозизируется, а вместе с ним метаморфозизируются и листья, т. е. правильнее говорить не просто о метаморфозе стебля, а о метаморфозе побега в целом.

Лист — вегетативный орган растения, развивающийся на стебле, имеющий двустороннюю симметрию, нарастающий основанием путем вставочного роста (однодольные) или всей поверхностью (двудольные). Листья растений выполняют важные функции в жизни растительного организма — ассимиляция органических веществ (фотосинтез); транспирация (испарение воды); газообмен (поглощение и выделение CO₂ и O₂); запасание питательных веществ и воды; вегетативное размножение. Типичный лист состоит из листовой пластинки, прилистников и черешка. Прилистники развиты у представителей примитивных семейств (сем. Бобовые — *Fabaceae*, Розоцветные — *Rosaceae*). У представителей семейства Гречишные (*Polygonaceae*) пленчатые прилистники срастаются и образуют раструб, который на большем (горец змеиный — *Bistorta major*) или меньшем (щавель кислый — *Rumex acetosa*) протяжении охватывают стебель. Крайне редко встречаются у однодольных (рдесты — *Potamogeton*, водокрас обыкновенный — *Hydrocharis morsus-ranae*). Иногда они метаморфозизируются в колючки (робиния ложноакациевая — *Robinia pseudoacacia*)⁸.

⁸ Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч.

Большинство листьев имеют дорсовентральное строение (*бифациальные*), выражающееся в различии морфологического (характер жилок, опушение) и анатомического строения их верхней и нижней сторон. Листья, у которых строение верхней и нижней сторон практически не различается, носят название *эквифациальных*. У *унифациальных* листьев вся поверхность пластинки соответствует лишь нижней стороне, такие листья либо листья округлые в сечении (лук), либо уплощенные с боков.

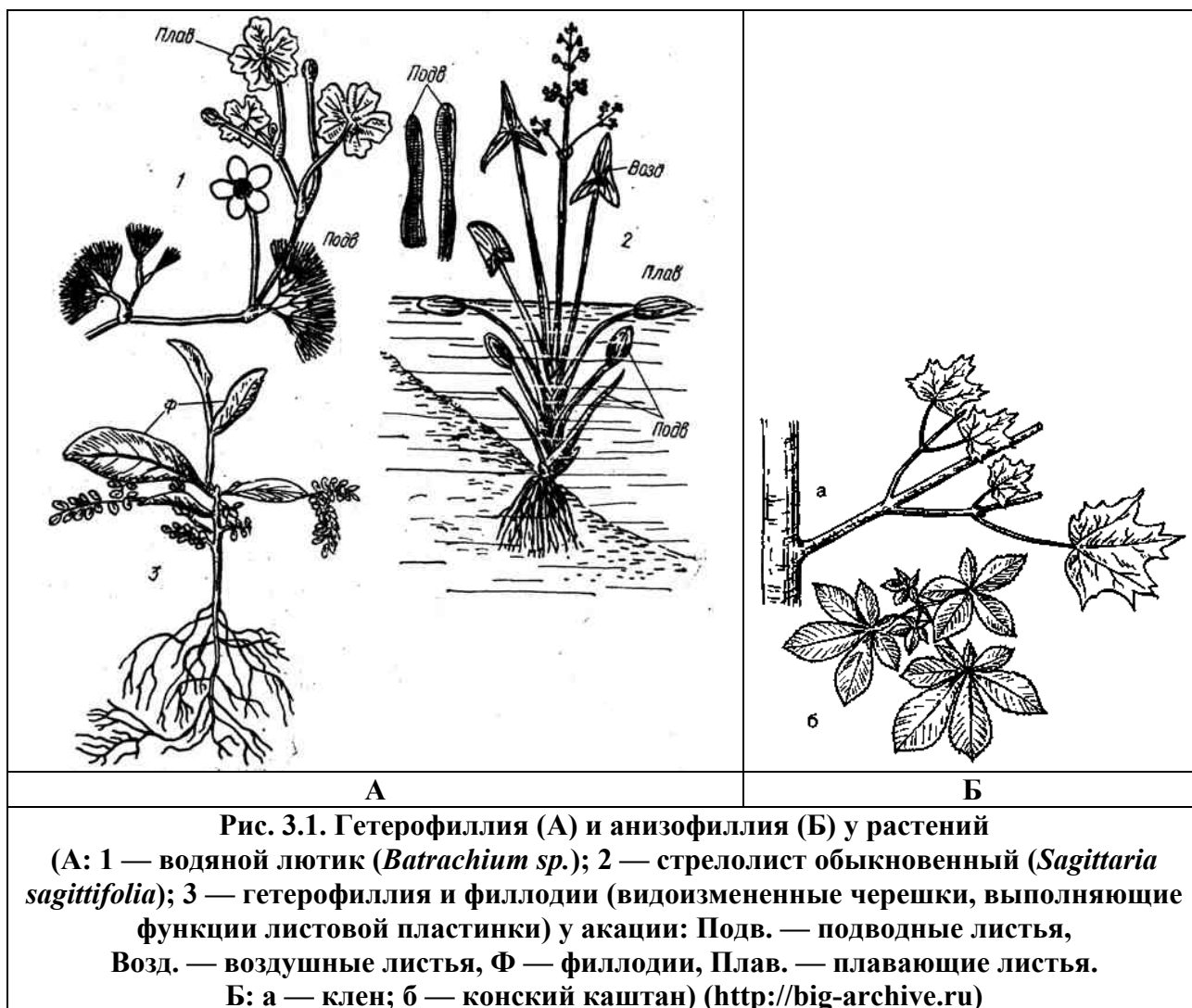
По морфологическому строению листья подразделяют на простые и сложные. У *простых* листьев развивается одна листовая пластинка цельная или в разной степени расчлененная. У *сложных* — на общем черешке (рахисе) располагаются несколько листовых пластинок, так называемых листочков сложного листа. Листочки сложного листа прикрепляются к рахису при помощи собственных черешков, как, например у клевера равнинного (*Trifolium campestre*), люцерны посевной (*Medicago sativa*) или резко суженным основанием листовой пластинки, если листочки сидячие (люпин многолетний — *Lupinus polyphyllus*, земляника лесная — *Fragaria vesca*). Морфологическое разнообразие листьев огромно. Название им дается с учетом характера расчленения листовой пластинки, характеру края листовой пластинки (листочков сложного листа), и его основанию, по способу прикрепления листа к стеблю и т. д.

Различают три основных типа листорасположения: очередное (в каждом узле прикреплен один лист), или спиральное, супротивное (в узле находится два листа) и мутовчатое (в узле находится три и более листа). Наиболее часто встречается спиральное листорасположение, при котором.

У многих представителей семейств Ароидные (*Araceae*), Бромелиевые (*Bromeliaceae*) прицветные листья образуют ярко окрашенные покрывала красного (антуриум Шерцера — *Anturium scherzerianum*), розового (бильбергия поникающая — *Billbergia nutans*), кремового (монстера деликатесная — *Monstera deliciosa*) или белого (белокрыльник болотный — *Calla palustris*, зантедешия эфиопская — *Zantedeschia aethiopica*) цветов и выполняют функцию привлечения насекомых-опылителей.

В пределах одного растения листья могут иметь неодинаковое строение. При *гетерофиллии*, или разнолистности, различия между ними бывают очень резкими, связана она с различными условиями развития разных по возрасту листа или их функциональной дифференциацией. Гетерофиллия хорошо выражена у водных растений (стрелолист обыкновенный — *Sagittaria sagittifolia*, шелковник водный — *Batrachium aquatile*, поручейник водный — *Sium latifolium* (рис. 3.1)), у наземных, например, лютика кашубского (*Ranunculus cassubicus*), колокольчика круглолистного (*Campanula rotundifolia*), бедренца камнеломки (*Pimpinella saxifraga*), ле-

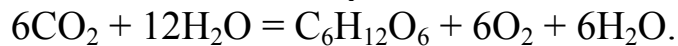
шины разнолистной (*Corylus heterophylla*), шелковицы белой (*Morus alba*), эвкалиптов (*Eucalyptus*), большинства видов семейства Виноградные (*Vitaceae*). Различие в форме, величине и структуре листьев, сидящих на одном и том же узле побега (при супротивном или мутовчатом расположении), называется *анизофиллия* (например, у клена остролистного — *Acer platanoides*, конского каштана обыкновенного — *Aesculus hippocastanum*, плюща обыкновенного — *Hedera helix*). Помимо указанных форм выделяют разнолистность онтогенетическую, когда форма листьев в разные периоды жизни одного и того же растения разная⁹.



Фотосинтез может протекать в различных органах растения, содержащих хлорофилл, однако, основным фотосинтезирующим органом является лист. Его анатомическое строение обуславливает поступление угле-

⁹ Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч. ; Ботаника. Анатомия и морфология растений ...

кислого газа к клеткам, содержащим хлорофилл, наличие межклетников облегчает этот процесс. Густая сеть жилок облегчает снабжение паренхимы водой и способствует быстрому оттоку органических веществ из листа. Углекислый газ поступает внутрь листа через устьица. Фотосинтез — это сложный многоступенчатый окислительно-восстановительный процесс, в котором происходит восстановление углекислого газа до уровня углеводов и окисление воды до кислорода:



Процесс фотосинтез включает фотофизический (кванты света поглощаются и переводят молекулы пигмента в возбужденное состояние), фотохимический (световой), ферментативный (темновой) этапы. Световая стадия — это процесс использования света для расщепления воды; при этом выделяется кислород и образуются богатые энергией соединения. Темновая стадия включает группу реакций, в которых используются высокоэнергетические продукты световой стадии для восстановления CO_2 до простого сахара, т. е. для ассимиляции углерода.

Листопад — это биологическое явление, обусловленное жизнедеятельностью растений и их развитием. Этому процессу предшествует старение листа, при котором замедляются жизненно важные процессы: дыхание, фотосинтез; преобладают процессы гидролиза, а не синтеза веществ, в результате чего образуются балластные вещества. Питательные минеральные и органические вещества оттекают из листа с наступлением листопада, старые листья опадают. У многих древесных растений листопад сопровождается изменением окраски листьев (с наступлением холодов и уменьшением освещенности хлорофилл не синтезируется, это способствует образованию и появлению пигментов золотисто-желтого цвета (ксантофилл и каротин), и листья приобретают разнообразную окраску — желтую, оранжевую; багряная и лиловая окраска листьев связана с *пигментами антоцианами*). У некоторых растений листья остаются зелеными до отмирания (ольха, сирень). Опадание листьев до наступления зимы предотвращает у растений физиологическую засуху, так как оставшиеся листья испаряли бы воду, которая не может в это время в достаточном количестве поступить в корни. Кроме того, вместе с опадающими листьями из растения выводятся продукты жизнедеятельности и вредные для растений вещества (соединения серы, хлора, кальция, кремнезем и др.).

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте понятие органа растений. С чем связано его появление? Укажите свойства органов.
2. Какие функции выполняет корень? Что такое корневая система? Перечислите типы корневых систем.
3. Какие топографические зоны выделяют в структуре корня (назовите функции каждой из зон)?
4. Что представляет собой корневой волосок? Какова его функция, как долго он ее выполняет?
5. Опишите первичное строение корня. Корни каких растений имеют только первичное строение?
6. Опишите вторичное строение корня. У каких растений первичное строение сменяется вторичным? По каким анатомическим признакам можно отличить корень первичного строения от корня вторичного строения?
7. Приведите примеры метаморфозов корней.
8. В чем заключаются различия в морфологической структуре корнеплодов моркови, свеклы и репы? Почему морковь и петрушку называют корнеплодами флюэтного типа, а редьку и репу — ксилемного?
9. Что такое побег? Какие побеги называются удлиненными, а какие — укороченными?
10. Что собой представляет почка? Каково ее строение? Как классифицируются почки по положению на побеге, строению, степени защищенности, физиологическому состоянию?
11. Назовите типы почкорасположения. На каждый тип приведите примеры растений.
12. Какие морфологические признаки побега используются при определении вида древесных растений в безлистном состоянии?
13. Что представляет собой ветвление, в чем его биологический смысл?
14. Как доказать, что клубень картофеля и луковица лука являются метаморфозами побега?
15. Что такое филлоклады, кладодии и каудекс? Усы земляники и колючки боярышника — это метаморфозы побега? Докажите.
16. С чем связано вторичное утолщение стеблей? Каковы особенности строения стеблей с вторичным утолщением?
17. По каким гистологическим элементам можно отличить стебель голосеменного растения от стебля древесного покрытосеменного?
18. Каковы особенности проводящей системы хвойных?
19. Каковы особенности строения стебля однодольных растений?
20. Чем отличаются пучковый, переходный и непучковый типы строения стебля друг от друга?
21. С чем связано образование годичных колец в древесине? От чего зависит их толщина? Где на спиле ствола находится самое молодое (последнее) и старое (первое) годичное кольцо?
22. Какую роль выполняют сердцевинные лучи в стебле?
23. Что такое твердый и мягкий луб? Что такое лыко?
24. Что такое смоляной ход? У каких растений имеются смоляные ходы?
25. Какие особенности анатомической структуры стебля сосны свидетельствуют о примитивной организации?
26. Какие функции выполняют: сердцевина, флоэма (луб), ксилема (древесина)?
27. Охарактеризуйте роль листьев в жизни растений.
28. Какие функции выполняет лист в жизни растений? Из каких морфологических частей состоит лист?
29. Перечислите типы листорасположения. Приведите примеры.
30. Чем отличаются друг от друга простые и сложные листья? Назовите основные типы сложных листьев.
31. Опишите анатомическое строение листа. Назовите различия в строении листа свето- и тенелюбивых растений, световых и теневых листьев.

32. Раскройте понятия: бифациальные (дорсовентральные, двусторонние) листья, эквивациальные листья, унифациальные листья.
33. Приведите примеры растений, имеющих видоизмененные листья.
34. С каким биологическим процессом связан листопад?
35. Что такое фотосинтез? Укажите основные факторы протекания фотосинтеза.

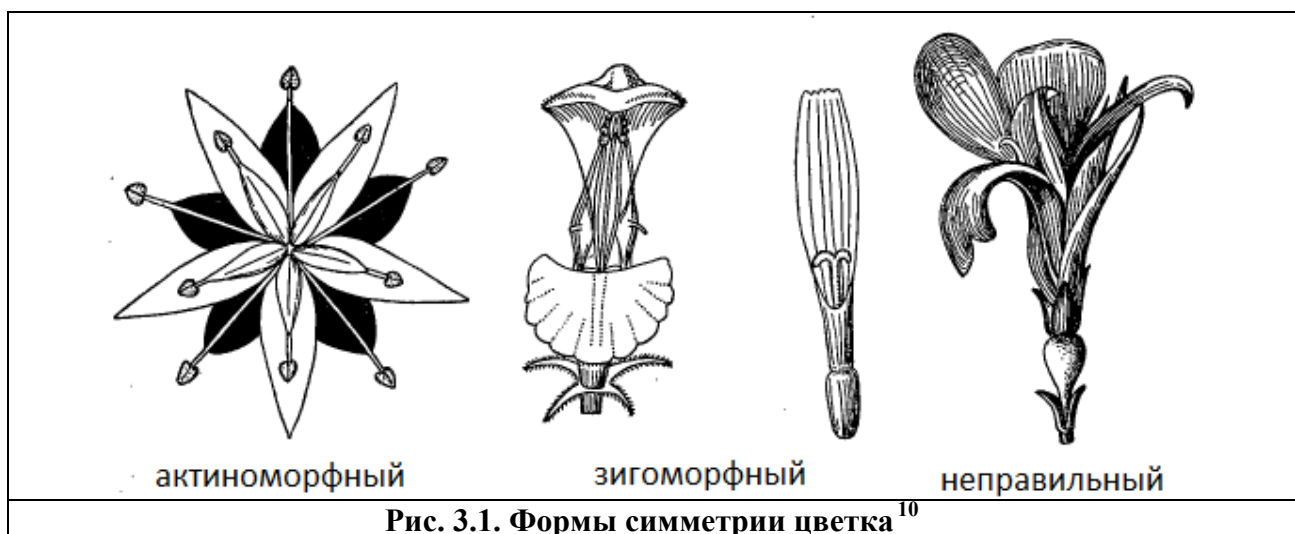
Литература

- ❖ Ботаника [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н. В. Степанов, И. Е. Ямских, Е. А. Иванова [и др.]. — Электрон. дан. — Красноярск : ИПК СФУ, 2009. — Ботаника : УМКД № 1341-2008 / рук. творч. колл. Н. В. Степанов. — 1 электрон. опт. диск (DVD). — Режим доступа: http://library.krasu.ru/ft/ft/_umkd/1341/u_lecture.pdf. — Загл. с экрана.
- ❖ Сауткина, Т. А. Морфология растений [Электронный ресурс] : курс лекций : в 2 ч. / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. — Минск : БГУ, 2004. — Ч. 1. — 115 с. — Режим доступа: http://www.bio.bsu.by/botany/files/pub_saut2004.pdf. — Загл. с экрана.
- ❖ Андреева, И. И. Ботаника [Текст] : учеб. для студ. вузов по агроном. спец. / И. И. Андреева, Л. С. Родман. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Колос, 2001. — 488 с.

3. ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ И РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Генеративные (репродуктивные) органы растений представляют структуры, обеспечивающие половое и бесполое (в т. ч. вегетативное) размножение: у водорослей, мохообразных, папоротников, грибов репродуктивные органы представлены *спорангиями* (бесполое размножение) и *гаметангиями* (половое), у прокариот с отсутствием полового процесса и чередования поколений — *спорами*, у высших семенных растений формируются такие генеративные структуры, как цветок (и плод) (покрытосеменные) и *стробилы* (мужские и женские шишки) (голосеменные).

Цветок (видоизмененный побег) — это высокоспециализированный репродуктивный орган покрытосеменных растений. В нем происходят процессы микро- и мегаспорогенеза, микро- и мегагаметогенеза, опыления, оплодотворения, образования плода и семени. Цветок представляет собой укороченный метаморфизированный побег, в нем происходят процессы микро- и мегаспорогенеза, микро- и мегагаметогенеза, опыления, оплодотворения, образования плода и семени. Основные части цветка: *цветоложе*, *цветоножка*, *лепестки* (образуют *венчик*), *чашелистики* (образуют *чашечку*), *тычинки* (их совокупность — *андроцей*), *пестики* (совокупность пестиков — *гинецей*). Чашечка и венчик образуют околоцветник (если в составе цветка присутствует обе составляющие, такой околоцветник называется двойным; если только чашечка или только венчик — простым). Существенным признаком цветка является характер расположения и формы его органов (симметрия) (рис. 3.1).



¹⁰ Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок / А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. Ленинград : Наука, 1975. 352 с.

У некоторых растений цветок подвергается многочисленным модификациям, причем полностью сформированный он часто утрачивает некоторые части. Например, цветки тополей (*Populus*) и черного ореха (*Juglans nigra*) не имеют венчика (у тополей они сидят в пазухах прицветных чешуи (прицветников)), а цветок ивы (*Salix*) лишен и чашечки и венчика. Другая модификация цветка — срастание его частей (например, у винограда (*Vitis*) и рододендрона (*Rhododendron*) срастаются плодолистики, у калины (*Viburnum*) — чашелистики). Части околоцветника или плодолистиков могут срастаться либо в начале их образования, либо на более поздней стадии их развития. Однако не все цветки у древесных растений выполняют репродуктивные функции, у некоторых они являются бесплодными (стерильными) и выполняют функцию привлечения насекомых (например, у калины есть краевые цветки, которые отличаются крупными размерами, стерильные цветки имеет и гортензия крупнолистная (*Hydrangea*))¹¹.

Система видоизмененных побегов, несущих цветки, называется *соцветием*. При классификации соцветий используют признаки¹²:

1) характер олиственности (фрондозные, т. е. олиственные (фуксия (*Fuchsia sp.*), фиалка трехцветная (*Viola tricolor*)); брактеозные, имеющие прицветники-чешуи (ландыш (*Convallaria sp.*), сирень (*Syringa sp.*)) и эбрактеозные, не имеющие листьев (пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*));

2) порядок ветвления: простые (на главной оси располагаются одиночные цветки) и сложные (ветвление достигает двух и более порядков);

3) способ нарастания (монохазий, дихазий, плейохазий);

4) состояние апикальных меристем (открытые (апикальные меристемы остаются в вегетативном состоянии) и закрытые (апикальные меристемы главной оси формируют цветок)). В открытых соцветиях (бокоцветных, неопределенных) апикальная меристема не формирует цветки и обладает неограниченным ростом, при этом цветки возникают на боковых осях и распускаются снизу вверх (ландыш (*Convallaria sp.*), черемуха (*Padus sp.*)). В закрытых соцветиях (верхоцветных, определенных) апикальная меристема расходуется на образование верхушечного цветка (чистотел (*Chelidonium sp.*), барбарис (*Berberis sp.*)), а цветки распускаются сверху вниз;

¹¹ Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок ... ; Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Указ. соч. : Ботаника (органогрфия и размножение растений)

¹² Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие / Ал. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. Ленинград : Наука, 1997. 296 с. ; Сауткина Т. А., Поликсенова В. Д. Морфология растений : курс лекций : в 2-х ч. Минск : БГУ, 2005. Ч. 2. 69 с.

5) способ ветвления осей. В случае моноподиального ветвления каждая ось формируется за счет деятельности одной верхушечной меристемы, такие соцветия называют моноподиальными, или рацемозными: а) простые: *кисть, колос, початок, головка, щиток, зонтик, корзинка*; б) сложные: *сложный колос, двойная кисть, сложный зонтик, метелка*.

Если оси ветвятся симподиально, то соцветия относят к симподиальным (цимозным): *монохазий, дихазий, плейохазий*.

Тирс — соцветие, имеющее моноподиально ветвящуюся главную ось, несущую боковые цимозные соцветия (монохазии и дихазии) (пример: сережки березы).

После созревания пыльца попадает на рыльце пестика (этот процесс называют *опылением*). Различают два способа опыления: самоопыление и перекрестное опыление. Опыление с помощью насекомых называется *энтомофилией*, с помощью ветра — *анемофилией*, воды — *гидрофилией*, птиц — *орнитофилией*, летучими мышами — *хироптерофилией*. Попав на рыльце пестика, пыльца прорастает в пыльцевую трубку (на ее конце располагается два спермия). Через микропиле пыльцевая трубка входит в семязачаток, где происходит слияние одного из спермиев с яйцеклеткой (образуется зигота ($2n$), дающая начало *зародышу семени*), второй сливается с центральной клеткой зародышевого мешка (образуется триплоидная клетка ($3n$), которая дает начало запасному веществу семени — *эндосперму*). Из семязачатка формируется семя, а из стенок завязи — *околоплодник*. Так происходит *двойное оплодотворение*, свойственное только покрытосеменным (открытие принадлежит С. Г. Навашину (1898 г.)).

1. Семя является конечным этапом полового воспроизведения высших растений. Семя — это оплодотворенный и видоизмененный семязачаток (или семяпочка). С помощью семян осуществляется преемственность сменяющих друг друга поколений. Семя формируется или в пазухе семенной чешуи (Голосеменные), или в плоде (Покрытосеменные). Основными его частями являются зародыш, семенная кожура и эндосперм¹³.

2. Плод представляет собой конечный этап полового размножения покрытосеменных растений, он образуется после оплодотворения из стенок завязи, причем в образовании плода могут принимать участие и другие части цветка, например цветоложе. Разросшаяся и видоизмененная стенка завязи, включая ткани, прирастающие к ней из других частей цветка, называется околоплодником (перикарпием). В околоплоднике различают три зоны: наружную — внеплодник (экзокарпий), среднюю — межплодник (мезокарпий) и внутреннюю — внутрислодник (эндокарпий).

¹³ Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя / А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. Ленинград : Наука, 1990. 204 с.

Наиболее четко эти зоны различимы в плодах типа костяник. Экзокарпий представлен тонким кожистым слоем, мезокарпий — мясистый или сочный, эндокарпий — твердый, состоит из сильно одревесневевших клеток, образующих стенку косточки. У яблока эндокарпий хрящеватый, волокнистый, у типичных ягод весь околоплодник сочный (кроме наружной кожицы) и границы между слоями трудно различимы. Плод служит главным образом для распространения и защиты семян. Важным морфологическим признаком плода, положенным в основу современной классификации, служит тип гинецея, из которого он развивается. На основании этого признака выделяют апо-, син-, пара- и лизикарпные плоды (табл. 3.1)¹⁴.

Таблица 3.1. Классификация плодов¹⁵ (с доп. и испр. автора)¹⁶

Тип и вариация плодов	Таксон
АПОКАРПИИ (образованы из несросшихся плодолистиков)	
Многолистовка сухая:	
полимерная	калужница, купальница, магнолия
олигомерная	толстянковые, борец, живокость, пион, пузыреплодник, рябинник, спирея, сусак
Многолистовка сочная	лимонник
Однолистовка сочная:	
многосемянная	воронец
односемянная	Мускатниковые
Боб:	
типичный	горох, горошек, дрок, фасоль, чина, лядвенец и др.
спирально свернутый	люцерна (ряд видов)
ложнодвугнездый	астрагал, остролодочник
Боб членистый	копеечник, мимоза стыдливая
Боб сочный	гледичия, софора японская
Боб односемянной:	
типичный	донник, дрок, клевер, эспарцет, язвенник, солодка иглистая, люцерна хмелевая
крылатковидный	птерокапус, аммодрендрон (песчаная акация)
Многоорешек:	
полимерный	адонис, ветреница, гравилат, лапчатка, лютик, прострел, тюльпанное дерево
олигомерный	василистник, лабазник, платан, рдест, частуха, айлант
погруженный	лотос
земляничина	дюшения, земляника
шиповник	роза, Каликантовые

¹⁴ Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. Ленинград : Наука, 1986. 392 с. ; Левина Р. Е. Морфология и экология плодов. Ленинград : Наука, 1987. 160 с.

¹⁵ Левина Р. Е. Указ. соч.

¹⁶ Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод

Тип и вариация плодов	Таксон
Померанец	Цитрусовые
Яблоко: типичное костянковидное	айва, груша, яблоня, рябина боярышник, кизильник
Тыква	Тыквенные (огурец, дыня и др.)
Граната	гранат
Семянка: верхняя нижняя	Осоковые, Гречишные; крылатка — вяз, ясень, птелея Сложноцветные, Валериановые; крылатка — береза, ольха
Орех: верхний нижний	Ильмовые (дзельква), Осоковые (склерия) граб, лещина, хмелеграб
Ореховидный стручочек	свербига, несля
Ореховидный ценокарпий	Коноплевые, Крапивные, липа
Желудь	Буковые (дуб, бук)
Сухая костянка: верхняя нижняя	скумпия, сумах, фисташка, пальмы (кокосовая, сейельская, пальмира), ежеголовник Ореховые
Сочная костянка (однокосточковая): верхняя нижняя	каркас, масличная пальма, Маслиновые (маслина, бирючина), кокаиновый куст Кизилловые, калина
Ягода односемянная: верхняя нижняя	омела волчник алтайский и обыкновенный

Контрольные вопросы

1. Из каких основных элементов состоит цветок? Назовите основные морфологические типы цветков.
2. Каково строение и основные функции частей околоцветника?
3. Опишите морфологическое и анатомическое строение тычинки. Где происходят процессы микроспорогенеза, формирования мужского гаметофита, микрогаметогенеза у покрытосеменных растений?
4. Назовите основные части пестика. Какое значение имеет появление завязи в эволюции растений? Опишите строение семязачатка.
5. Опишите смысл двойного оплодотворения у Цветковых. Какое биологическое значение имеет этот процесс?
6. Какие признаки используют при описании и классификации соцветий? Назовите основные типы простых, сложных соцветий, цимозных, рацемозных, приведите примеры.
7. Из каких основных частей состоит семя покрытосеменного растения? Какие элементы семязачатка участвуют в формировании семени? Опишите строение зародыша двудольного и однодольного растений.
8. Какие условия необходимы для прорастания семян? Что такое покой семян и каковы его причины? Опишите основные этапы и типы прорастания семени.
9. Из каких элементов развивается плод покрытосеменных растений и каково его строение? Каково биологическое значение плода?
10. Какие признаки положены в основу морфологических классификаций плодов?

11. Что такое околоплодник (перикарпий)? Из каких частей он состоит? Какие элементы околоплодника способствуют распространению большинства плодов? Что такое экзокарпий, мезокарпий, эндокарпий?
12. Приведите примеры син-, апо-, лизикарпных плодов.
13. Какие существуют приспособления семян и плодов к расселению с помощью ветра, животных?
14. Назовите и охарактеризуйте плоды рябины, малины, клюквы, абрикоса, груши, апельсина, арбуза, банана, кабачка, грецкого ореха, миндаля.
15. Приведите примеры растений с ядовитыми плодами (задание выполнить письменно).

Литература

- ❏ Ботаника [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н. В. Степанов, И. Е. Ямских, Е. А. Иванова [и др.]. — Электрон. дан. — Красноярск : ИПК СФУ, 2009. — Ботаника : УМКД № 1341-2008 / рук. творч. колл. Н. В. Степанов. — 1 электрон. опт. диск (DVD). — Режим доступа: http://library.krasu.ru/ft/ft/_umkd/1341/u_lecture.pdf. — Загл. с экрана.
- ❏ Сауткина, Т. А. Морфология растений [Текст] : курс лекций : в 2-х ч. / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. — Минск : БГУ, 2005. — Ч. 2. — 69 с.
- ❏ Андреева, И. И. Ботаника [Текст] : учеб. для студ. вузов по агроном. спец. / И. И. Андреева, Л. С. Родман. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Колос, 2001. — 488 с.

4. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

4.1. Систематика растений: принципы таксономии, работа с определителем

Систематика — наука о разнообразии растительных организмов, определяющая их место в системе органического мира. Образование и применение латинских научных названий регулируются сводом правил — «Международным кодексом ботанической номенклатуры» (МКБН). МКБН включает перечень латинских названий соподчиненных систематических групп (таксонов): отдел (*division*), подотдел (*subdivisio*), класс (*classis*), подкласс (*subclassis*), подкласс (*subclassis*), порядок (*ordo*), подпорядок (*subordo*), семейство (*familia*), подсемейство (*subfamilia*), колено (*tribus*), подколono (*subtribus*), род (*genus*), подрод (*subgenus*), секция (*sectio*), подсекция (*subsectio*), вид (*species*), подвид (*subspecies*) и др.

Процесс установления и характеристики таксонов (т. е. их классификации) проводится на основе определенных принципов, составляющих раздел систематики — таксономии. Согласно МКБН, принята следующая система таксономических рангов (категорий) (табл. 4.1)¹⁷.

Таблица 4.1. Соподчинение систематических групп — таксонов

Таксономический ранг (латинское название, окончание в латинском названии)	Таксономический ранг (латинское название)
Царство	Род (<i>genus</i>)
Подцарство (окончание <i>-bionta</i>)	Подрод (<i>subgenus</i>)
Отдел (<i>regnum</i>) (окончание <i>-ophyta</i>)	Секция (<i>sectio</i>)
Подотдел (<i>subdivisio</i>) (окончание <i>-phytina</i>)	Подсекция (<i>subsectio</i>)
Класс (<i>classis</i>) (окончание <i>-opsida</i>)	Вид (<i>species</i>)
Подкласс (<i>subclassis</i>) (окончание <i>-ae</i>)	Подвид (<i>subspecies</i>)
Порядок (<i>ordo</i>) (окончание <i>-ales</i>)	Внутривидовые таксоны
Подпорядок (<i>subordo</i>) (окончание <i>-ineae</i>)	Разновидность (<i>varietas</i>)
Семейство (<i>familia</i>) (окончание <i>-aceae</i>)	Подразновидность (<i>subvarietas</i>)
Подсемейство (<i>subfamilia</i>) (окончание <i>-oideae</i>)	Форма (<i>forma, f</i>)
Триба (<i>tribus</i>) (окончание <i>-eae</i>)	Подформа (<i>subforma</i>)
Подтриба (<i>subtribus</i>) (окончание <i>-inae</i>)	

¹⁷ Международный кодекс ботанической литературы (Венский кодекс) / пер. с англ. Т. В. Егоровой [и др.] ; отв. ред. Н. Н. Цвелев. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2009. 288 с.

Например:

Царство	<i>Plantae</i> или <i>Vegetabilia</i> (Растения)	
Подцарство	<i>Embryobionta</i> (или <i>Telomobionta</i> — Высшие растения)	
Отдел	<i>Magnoliophyta</i> (Покрытосеменные)	<i>Pinophyta</i> (Голосеменные)
Подотдел		
Класс	<i>Magnoliopsida</i> (Магнолиописиды, Двудольные)	<i>Pinopsida</i> (Хвойные, или пинопсида)
Подкласс	<i>Hamamelididae</i> (Гамамелидиды)	<i>Pinidae</i> (Пиниды, Хвойные)
Порядок	<i>Fagales</i> (Буковые)	<i>Pinales</i> (Сосновые)
Семейство	<i>Betulaceae</i> (Березовые)	<i>Pinaceae</i> (Сосновые)
Подсемейство	<i>Betuloideae</i> (Березовые)	
Триба	—	<i>Pineae</i> (Сосновые)
Род (<i>genus</i>)	<i>Betula</i> (Береза)	<i>Pinus</i> (Сосна)
Подрод	—	<i>Pinus</i> (Пинус)
Вид (<i>species</i>)	<i>Betula pendula</i> Roth (Береза повислая, бородавчатая)	<i>Pinus silvestris</i> L. (Сосна обыкновенная)

Название (наименование) вида растений является биномиальным (двуименным), так как состоит из двух слов — *названия рода* (выражено именем существительным в единственном числе либо прилагательным, выступающим в роли существительного) и следующего за ним *видового эпитета* (обозначение вида выражается прилагательным или существительным в именительном или в родительном падеже):

Родовое наименование (nomen genericum)	Видовой эпитет, собственно видовое наименование (nomenspecificum)	Русское научное название
<i>Mentha</i>	<i>piperita</i> (прилаг.)	Мята перечная
<i>Thymus</i>	<i>vulgaris</i> (прилаг.)	Тимьян обыкновенный
<i>Thymus</i>	<i>serpillum</i> (сущ.-приложение)	Тимьян ползучий, чабрец
<i>Primula</i>	<i>veris</i> (сущ. в род. п.)	Первоцвет весенний
<i>Rubia</i>	<i>tinctorum</i> (сущ. в род. п. мн.ч.)	Марена красильная
<i>Polygonum</i>	<i>bistorta</i> (прилаг.)	Горец змеиный

В некоторых случаях видовое название состоит из двух слов, соединенных дефисом (например, *Arctostaphylos uva-ursi* — толокнянка обыкновенная, *Vaccinium vitis-idaea* — брусника).

Родовые наименования пишутся с прописной буквы, а видовые эпитеты со строчной. Рядом с названием ставится начальная буква фамилии (иногда имени) человека, впервые его описавшего, и год открытия (описания): DC — Декандоль, L. — Линней, Vascbг., — Баккеберг, В. Л. Комарова — «Ком.» и т. п.), например¹⁸:

¹⁸ Международный кодекс ботанической литературы (Венский кодекс)...

Наименование вида	Название рода	Видовой эпитет (обозначение вида)	Описал вид	Дата
<i>Pinus silvestris</i> L., 1753	<i>Pinus</i>	<i>silvestris</i>	L.	1753
Сосна обыкновенная	Сосна	обыкновенная	Линней	1753

В некоторых названиях видовой эпитет представлен не одним, а двумя словами, соединенными дефисом. В таких названиях видовой эпитет состоит из существительного в именительном падеже, которое снабжено согласованным или несогласованным определением, например: *Vaccinium vitis-idaea* — брусника.

В названии растений часто используются и другие сокращения: **anon.** (сокр. от лат. *anonymus*) — автор неизвестен; **auct. pl.** (сокр. от лат. *auctorum plurimorum*) — у разных авторов; **cv.** (сокр. от лат. *cultivar*) — культивар (группа растений, поддерживаемая культивированием); **et** (лат.) — и; **et al.** (сокр. от лат. *et alii*) — и другие; **ex** (лат.) — из, в соответствии с, согласно, в ботанике используется для связи фамилий двух авторов, из которых второй действительно обнаружил название таксона, предложенное, но действительно не обнаруженное первым; **spp.** (сокр. от лат. *species*) — виды, используется после родового названия; **()** — признак двойного цитирования; показывает, что имело место изменение систематического положения ранга, при этом сокращение первоначального автора ставится в круглые скобки; **×** — знак гибридного происхождения.

Родовое название растений может представлять собой имя античного героя (как в случае с нарциссом и гиацинтом, названными в честь одноименных греческих героев), описание растения (например, белоцветник — растение с белыми цветками) или производное от фамилии ученого, обнаружившего растение. Видовой эпитет часто отражает географию распространения или характерные признаки растения. Иногда он образован от фамилии человека, описавшего вид, или дан открывателем в честь значимого для него лица (родного, близкого, друга...):

<p><u>Географический признак</u> (распространение):</p> <p><i>Atropa caucasica</i> — красавка кавказская <i>Olea europaea</i> — оливка европейская <i>Artemisia taurica</i> — полынь таврическая</p>	<p><u>Экологический признак</u> (условия произрастания):</p> <p><i>Arnica montana</i> — арника горная <i>Gnaphalium uliginosum</i> — сушеница болотная, топяная</p>
<p><u>Морфологический признак</u> (особенности строения, внешний вид); свойства (цвет, вкус, запах и др.):</p> <p><i>Cassia acutifolia</i> — кассия остролистная <i>Magnolia grandiflora</i> — магнолия крупноцветковая <i>Hypericum perforatum</i> — зверобой продырявленный</p>	<p><u>Сходство с другими растениями:</u></p> <p><i>Ephedra equisetina</i> — хвойник хвощевый <i>Arcynum cannabinum</i> — кендырь коноплевый</p>

Латинские названия растений по существу латинизированы, т. е. сконструированы с помощью латинских приставок, суффиксов, окончаний, т. е. с помощью чисто морфологического аппарата. В основе многих терминов, особенно родовых названий и видовых эпитетов, лежат слова из многоликого «вавилонского смешения языков», которые раскрывают историю изучения растений. В названиях много греческих слов и корней, это связано с тем, что именно древнегреческие трактаты по медицине и лекарственным растениям легли в основу более поздних сочинений римских авторов. Точные описания внешнего вида растений, мест их произрастания и применения позволяли в целом ряде случаев достаточно четко определять многие упомянутые в греческих книгах виды (например, название «мимоза» произошло от греч. *mimos* — мим, мимика. Настоящая мимоза (*Mimosa pudica*) — тропическое растение, способное складывать свои перистые листья при легчайшем прикосновении к ним, при этом вместо ярко-зеленой верхней части можно увидеть красноватую нижнюю). Названия некоторых растений имеют арабское происхождение, например, «алоэ» (*Aloe*), обозначающее многолетние суккулентные растения, обладающие мясистыми листьями и стеблями и способные переносить длительную засуху.

В ботанической латыни широко применяются корни слов, заимствованные из живых языков: европейских, тюркских, китайского, японского, для словообразования используются имена людей (знаменитых и ныне забытых) (например, цезальпиния (*Caesalpinia*), турнефорция (*Tournefortia*), тунбергия (*Thunbergia*)), имена мифологических героев (нарцисс (*Narcissus*) и гиацинт (*Hyacinthus*)).

Для распознавания растений, уточнения их систематической (видовой принадлежности) необходимо уметь пользоваться определителями и знать терминологию основных морфологических признаков. Определение растений производится по определителям (см., например, рекомендуемую дополнительную литературу в библиографическом списке в конце пособия, где приведены определители растений по некоторым территориям нашей страны, в т. ч. Республики Коми). В настоящее время существуют и электронные определители, например:

1) www.plantarium.ru — интерактивный определитель флоры Средней России, диагностические признаки и качественные фотографии растений, определенные ведущими флористами МГУ им. М. В. Ломоносова и Ботанического института РАН;

2) <http://www.ecosystema.ru> — компьютерные определители растительного и животного мира и др.

Общие принципы работы с определителями¹⁹

Большинство определителей построены по дихотомическому признаку: комплекс определительных признаков разделяется на две группы, первая — *теза* (обозначается номером ступени, например, 1), вторая — *антитеза* (противоположное утверждение) — набор признаков противоположного тезе значения (обозначается знаками «0», «+» или «-») (рис. 4.1).

¹⁹ Паршина Е. И. Дендрология : учеб.-метод. пособие. Сыктывкар : СЛИ, 2013. 168 с.

1. Почки явные.....	2	<u>Первая ступень</u>	Теза первой ступени
- Почки скрытые	22		Антитеза первой ступени
2. Почки очередные	4	<u>Вторая ступень</u>	Теза второй ступени
- Почки супротивные	16		Антитеза второй ступени

Рис. 4.1. Схема дихотомического принципа построения таблиц в определителе

В конце каждой тезы или антитезы стоит цифра, указывающая номер ступени, к которой следует перейти, если признаки, указанные в тексте, совпадают с образцом. При определении растений внимательно читаются теза и антитеза, сравниваются описанные в них признаки с образцом и устанавливается соответствие. После перехода по указанному номеру ступени определение проводится аналогичным образом до тех пор, пока в конце текста (тезы или антитезы) не будет указано название таксона (семейство, род, вид).

Образец работы с определителем

Внимательно изучаем образец (это может быть побег с листьями, побег в безлиственном состоянии или цветущий, с плодами и т. п.). Например, по рис. 4.2 проводим определение древесного растения по облиственному побегу.



Рис. 4.2. Образец определяемого растения
(вяз гладкий — *Ulmus laevis* Pall.)

Работу начинаем с первой ступени в определителе.

✓ Читаем текст тезы и антитезы первой ступени.			
Сту- пень	ТЕЗА	1. Листья лопастные, раздельные или рассеченные.....	2
	АНТИТЕЗА	- Листья цельные.....	25
<p>✓ У вяза гладкого листья цельные, значит, нам подходит антитеза. Напротив нее стоит цифра 25, означающая номер ступени, на которую нам надо перейти.</p> <p>✓ Спускаемся на ступень 25. Читаем тезу и антитезу ступени № 25.</p> <p>✓ Записали в тетради номер ступени, так как подошла антитеза номер ступени берем в скобки — (1)</p>			
Сту- пень	ТЕЗА	25. Листья цельнокрайние (иногда редкозубчатые).....	26
	АНТИТЕЗА	- Листья по краю зубчатые, пильчатые, городчатые.....	47
<p>✓ Внимательно изучили край листьев нашего образца (рис. 4.2) — край листьев дважды остропильчатый, с серповидными зубцами, следовательно, подходит описание, указанное в антитезе.</p> <p>✓ Справа от антитезы стоит цифра 47, значит, нам нужно перейти на ступень № 47.</p> <p>✓ Записали номер ступени — (25) и спустились на ступень 47.</p> <p>✓ Аналогично проводим определение дальше. Дошли до ступени 77.</p> <p>✓ Внимательно прочитали тезу и антитезу.</p>			
Сту- пень	ТЕЗА	77. Листья с неравнобоким основанием (одна сторона длиннее другой на 1—1,5 см), эллиптические или обратнояйцевидные, на вершине заостренные, по краю двоякозубчатые, 6—12 см длиной и 3—6 см шириной, сверху темно-зеленые, обычно голые, снизу светлее и опушенные. Черешки коротковолосистые, 0,3—0,9 см длиной. Дерево до 35 м высотой.....	
		Вяз гладкий — <i>Ulmus laevis</i> Pall.	
	АНТИТЕЗА	Неравнобокость листовой пластинки выражена слабее. Комплекс признаков другой.....	78
✓ Признаки, указанные в тезе подходят к нашему образцу, вид определен.			
Ключ: (1) (25)77			
Пояснение. (1) — цифра означает номер ступени, скобки — антитеза (отсутствие скобок — теза данной ступени).			

Памятка для работы с определителем

1. Во всех случаях необходимо читать полностью и тезу, и антитезу.
2. Определение проводить обязательно с ведением записей ключа, например, если подошла теза первой ступени ставим цифру соответствующей ступени — 1; если подошла антитеза, то номер ступени берем в скобки — (1).
3. Не пытайтесь проводить определение по рисункам, так как рисунки не всегда полно отражают все признаки. Пользоваться рисунками можно тогда, когда на них есть ссылка в тексте.
4. Если при определении возникли трудности:

возникли сомнения отнесения признаков к тезе или антитезе	➡	определение продолжается по наиболее вероятному (подходящему) комплексу признаков, при этом необходимо отметить на какой ступени возникли трудности, чтобы в последствие начать определение заново с сомнительной ступени
определяемый вид отсутствует в определителе	➡	воспользуйтесь более полным определителем или академическими сводками
возникли сомнения в определении морфологического строения органов (например, формы листа, жилкования)	➡	воспользуйтесь литературными источниками по морфологии растений (раздаточным материалом, таблицами, схемами, рисунками в определителе)

4.2. Систематика растений. Низшие растения. Высшие споровые растения

К *прокариотам* относятся организмы, в цитоплазме которых нет обособленного ядра, ядрышка, а имеется один или несколько участков с высокой концентрацией ДНК (нуклеотиды или нуклеоплазма). В настоящее время их насчитывается около 3 тыс. видов — *дробянки* (бактерии, микоплазмы, актиномицеты, спирохеты) и *синезеленые водоросли* (цианобактерии). У прокариот отсутствуют митохондрии, пластиды. Имеются лизосомы, у некоторых — газовые вакуоли, основу клеточных стенок составляет гликопептид (мукопептид) муреин. Клетки всегда гаплоидны, смены ядерных фаз не наблюдается. Половой процесс или отсутствует, или проходит по типу конъюгации. Вследствие удвоения нити ДНК нуклеотида происходит деление клетки на две путем образования поперечной перегородки. Среди прокариот наиболее широко распространенная группа микроорганизмов в природе — бактерии (*Eubacteria*). Большинство прокариот гетеротрофы, часть из них — паразиты человека, животных, растений и человека. К фототрофным и хемоавтотрофным прокариотам принадлежат пурпурные и зеленые бактерии и синезеленые водоросли.

Низшие растения объединяются в подцарство Thallomobionta, *высшие* (речь идет о высших растениях) — в подцарство Cormobionta. Для

низших растений характерно примитивное строение тела, без дифференциации на ткани и органы, и водные или влажные условия существования. Под названием «низшие растения» (в данном курсе) условно объединены следующие группы организмов: прокариоты — отдел дробянки, включающий микоплазмы, бактерии, спирохеты, и отдел синезеленые водоросли (цианобактерии); эукариоты — ряд отделов, относящиеся к водорослям, грибы, представители которых не содержат хлорофилл и лишайники — симбиотические организмы²⁰.

Царство Грибы — обширная группа организмов, включающая около 100 тысяч видов. Они занимают особое положение в системе органического мира. Грибы существенно отличаются от растений неспособностью к фотосинтезу и соответственно гетеротрофным способом питания. Их объединили на основе таких черт сходства, как хорошо выраженная клеточная стенка, адсорбция питательных веществ из растворов, отсутствие большей частью подвижности в вегетативном состоянии. Однако гетеротрофный способ питания накладывает отпечаток на характер обмена у грибов. По таким признакам, как присутствие в обмене мочевины, образование в качестве запасного продукта гликогена, а не крахмала, а также содержанием хитина в клеточной стенке грибы сходны с животными. Царство грибов коренным образом отличается от растений и животных, оно характеризуется следующими признаками: образование хорошо выраженной клеточной стенки; абсорбтивное питание; размножение спорами; неподвижность в вегетативном состоянии и неограниченный рост; первично гетеротрофный способ питания; запасной продукт — гликоген. Вегетативное тело большинства грибов представляет собой мицелий, состоящий из ветвящихся нитей — гиф с апикальным ростом и боковым ветвлением. Мицелий пронизывает субстрат и всей поверхностью поглощает из него питательные вещества, а также располагается на его поверхности и может подниматься над субстратом. На воздушном мицелии обычно образуются органы размножения. При вегетативном размножении от мицелия отделяются неспециализированные его части, которые дают начало новому мицелию. У дрожжей вегетативное размножение происходит путем почкования клеток.

Бесполое размножение происходит при помощи специализированных клеток — спор. Споры у грибов развиваются эндогенно — внутри спорангиев или экзогенно — на специализированных веточках мицелия — *конидиеносцах*. В зооспорангиях зооспоры (голые подвижные клетки, снабженные жгутиками) образуются эндогенно. В спорангиях развивают-

²⁰ Шостаковский С. А. Систематика высших растений : учеб. для студ. пед. ин-тов и ун-тов. Москва : Высш. шк., 1971. 352 с.

ся неподвижные споры, спорангии находятся на специализированных гифах — *спорангиеносцах*. Конидии, как и спорангиоспоры, неподвижны, но они образуются на мицелии или его специализированных ветвях — конидиеносцах экзогенно.

Формы полового процесса у грибов разнообразны. Их можно разделить на три большие группы: *гаметогамия*, *гаметангиогамия* и *соматогамия*. В результате полового процесса зигота дает начало мейоспорам, диплоидных образований не бывает. У низших грибов зигота прорастает зооспорангием или спорангием, у высших грибов для формирования спор полового поколения образуются плодовые тела²¹.

Подразделение грибов на отделы основано на исследовании комплекса признаков, из которых ведущими являются количество, строение и расположение жгутиков у грибов, имеющих в цикле развития подвижные стадии, характер развития спор полового размножения, типы полового процесса и бесполого размножения, состав полисахаридов клеточных стенок.

Отдел Хитридиевые грибы (*Chytridiomycota*).

Отдел Оомицеты (*Oomycota*).

Отдел Зигомицеты (*Zygomycota*).

Отдел Аскомицеты (*Ascomycota*).

Отдел Базидиомицеты (*Basidiomycota*).

Отдел Дейтеромицеты, или Несовершенные грибы (*Deuteromycota*).

Первые три отдела грибов относятся к низшим грибам, аскомицеты и базидиомицеты — высшие грибы, несовершенные грибы характеризуются отсутствием полового процесса.

Водоросли относятся к обширному подцарству низших или слоевищных растений, лишенных расчленения на стебель и листья. Размножаются водоросли при помощи спор, имеют в клетках хлорофилл, живут преимущественно в воде. Формы тела — от одноклеточных, микроскопических до многоклеточных макрофитов. Большое разнообразие отмечается и в способах размножения. По окраске водоросли также неодинаковы: одни содержат только хлорофилл, другие — ряд дополнительных пигментов, окрашивающих их в различные цвета. В зависимости от совокупности различно действующих экологических условий водоросли образуют многообразные группировки или сообщества, это: планктонные водоросли, нейстонные (живущие в зоне поверхностной пленки у границы раздела водной и воздушной сред), бентосные, аэрофильные, почвенные, водоросли горячих источников, водоросли снега и льда, водоросли соленых вод, водоросли известкового субстрата. Главнейшими типами ценозов являются планктон и бентос.

²¹ Жизнь растений : в 6 т. Москва : Просвещение, 1976. Т. 2. Грибы / под ред. М. В. Горленко. 479 с.

Систематика водорослей достаточно противоречива. Разделение водорослей на систематические группы (таксоны) — отделы — в основном совпадает с характером их окраски, связанной, конечно, с особенностями строения (изучением водорослей занимается альгология), к основным группам относят: зеленые водоросли (*Chlorophyta*), желто-зеленые или разножгутиковые водоросли (*Xanthophyta*), золотистые (*Chrysophyta*), диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*), бурые (*Phaeophyta*), красные, или Багрянки (*Rhodophyta*)²².

Лишайники — своеобразная группа организмов, в теле которых сочетаются два компонента: автотрофный фикобионт (водоросль) и гетеротрофный микобионт (гриб), образующие единый симбиотический организм. Вегетативное тело лишайников — слоевище (таллом), как и у других низших растений. Окраска слоевища лишайников обусловлена различными пигментами и может быть серой, сизой, зеленоватой, бурокоричневой, желтой, оранжевой, почти черной и др. По форме различают три основных морфологических типа слоевищ лишайников: накипной (корковый), листоватый и кустистый. Их отличительные особенности:

- симбиотическое сожительство гетеротрофного гриба и автотрофной водоросли постоянное и исторически выработавшееся, где грибной компонент окружает водоросль и даже может проникать в ее клетки;

- лишайники образуют особые морфологические типы и жизненные формы, не встречающиеся отдельно слоевища грибов и водорослей, на основе симбиоза произошел исторически длинный формообразовательный процесс;

- особый тип метаболизма, их физиология отлична от физиологии свободноживущих грибов и водорослей;

- специфическая биохимия, образование лишайниковых веществ не встречается в других группах организмов;

- особая биология: медленный рост, способы размножения, отношение к экологическим условиям.

У лишайников существует три типа размножения: вегетативное, бесполое и половое. Размножается либо собственно лишайник, либо микобионт. Вегетативное размножение встречается наиболее часто. Либо это фрагментация слоевища, либо размножение с помощью специальных образований — соредей, изидий. Соредии имеют вид пылинок, они состоят из одной или нескольких водорослей, окруженных грибными гифами. Образуются соредии в водорослевом слое. Изидии — выросты на верхней поверхности слоевища, они покрыты корой. Лишайники, имеющие изидии

²² Жизнь растений : в 6 т. Москва : Просвещение, 1977. Т. 3. Водоросли / под ред. М. М. Голлербаха. 487 с.

и соредии почти полностью полностью утратили способность к половому размножению. Бесполое размножение осуществляется микобионтом, элементами бесполого размножения являются конидиоспоры, пикноконидии. Половое размножение также возможно только грибом, при этом образуются плодовые тела — апотеции, перитеции или гастеротеции утратили способность к половому размножению.

Наиболее характерная морфологическая особенность *высших растений* является наличие хотя бы одного-двух вегетативных органов (исключение составляет вторичный переход растений в водную среду или выработавшийся у некоторых паразитизм, приведший к частичной или полной редукции некоторых из этих органов). Для высших растений характерно вегетативное, собственно бесполое и половое размножение. Почти для всех представителей этой группы наиболее характерно наличие и чередование двух способов размножения — бесполого и полового (наблюдается и у низших растений — водорослей, грибов и др.). Бесполое размножение происходит при помощи спор, клеток, покрытых двумя оболочками (наружная — экзина, внутренняя — интина) (в противоположность зооспорам многих низших растений, например, водорослей, у которых зооспоры часто бывают голыми (лишенными клеточных оболочек) и способны к самостоятельному движению при помощи жгутиков и ресничек, споры таковых не имеют)). Споры могут быть одинаковыми или разными (изоспоры или микро- и мегаспоры). Вырастающие из них впоследствии растения, несущие половые органы (гаметофиты), могут быть двуполыми (если споры одинаковые) или однополыми (если споры разные) и дают начало либо двуполому, либо мужскому или женскому растению — гаметофиту²³.

Половое размножение у высших растений происходит по типу оогамии (т. е. резкого различия гамет). Мужские половые клетки — подвижные сперматозоиды, снабженные жгутиками, или ресничками, или спермии, лишенные их и неспособные к движению. Сперматозоиды образуются у Мохообразных и Папоротникообразных в специальных многоклеточных мужских половых органах — антеридиях, развивающихся на гаметофите. У семенных растений (Голосеменных и Покрытосеменных) антеридиев уже нет и сперматозоиды (у низших Голосеменных) или спермии (у всех остальных семенных) развиваются внутри проросших микроспор, или пыльцы. Сперматозоиды в антеридиях развиваются чаще в большом количестве, спермии — в числе двух. Женские половые клетки (яйцеклетки), образуются по одной в многоклеточных женских половых органах — архегониях, развивающихся на гаметофите у большей части Покрытосеменных (Мохообразных, Папоротникообразных) или внутри мегаспоран-

²³ Шостаковский С. А. Указ. соч.

гиев — семязпочек, содержащих гаметофит у семенных растений (Голосеменных и Покрытосеменных).

Оплодотворение происходит внутри архегониев, куда сперматозоиды активно проникают при условии дождя или росы, у семенных растений (сперматозоиды или спермии) — через пыльцевую трубку в семязпочку.

У растений от Мохообразных до Цветковых, *цикл развития* осуществляется по одному плану: удвоение хромосом происходит тоже при половом процессе, а редукция (мейоз) — всегда при образовании спор. Поэтому у высших растений надо четко отличать две фазы развития или две генерации (часто называют поколениями). Одна из этих генераций, дающая половые органы и половые клетки, имеет в своих клетках n хромосом (половая генерация) и называется гаметофитом, или гаплоидом. Другая, возникающая из зиготы (бесполая генерация), называется спорофитом или диплоидом. Она имеет в клетках $2n$ хромосом и дает споры, из которых вновь вырастает гаметофит с половыми органами и половыми клетками и т. д. В цикле развития высших растений могут быть только два случая соотношения гаметофита и спорофита с явным преобладанием либо гаметофита, либо спорофита. У Мохообразных гаметофит преобладает над спорофитом. Начиная же с Папоротникообразных происходит постепенное усложнение и усовершенствование спорофита и соответственно редукция гаметофита, наибольшая у Цветковых растений²⁴.

Наибольшей сложности достигает и анатомическое строение высших растений, что связано с переходом на сушу и резким изменением условий существования организмов: у них развилась покровная ткань, защищающая наземные растения от излишнего испарения, влияния разнообразных факторов среды; вследствие необходимости подачи воды в надземные органы и обратного оттока веществ в нижние части растения образуется высокодифференцированная и сложная проводящая ткань древесины (ксилемы) и луба (флоэмы). Наряду с проводящими элементами (сосудами, трахеидами, ситовидными трубками) развиваются и паренхимные живые клетки, запасующие питательные вещества, а также механические элементы, придающие прочность надземным органам и обеспечивающие их устойчивость в условиях низкой плотности воздуха (древесинные и лубяные волокна). В связи со значительным увеличением фотосинтезирующих органов у высших растений получает наибольшее развитие ассимиляционная ткань (наблюдается четкая дифференциация ее на палисадную, или столбчатую, и губчатую паренхиму).

Высших растений в настоящее время по отдельным данным значительно больше 300 тыс. видов, распределяются они по основным отделам

²⁴ Там же.

следующим образом: мхи — 26—30 тыс. видов; плауны — 1,2 тыс. видов; хвощи — 29 видов; псилотовые — 12 видов; папоротники — 10 тыс. видов; голосеменные — около 600 видов; покрытосеменные — 250—300 тыс. видов.

Мохообразные (Bryophyta) — достаточно разнообразная группа организмов, насчитывающая около 25 тыс. видов, распространенных преимущественно в увлажненных местообитаниях, но встречаются они и в пустыне, и на бесплодной скальной поверхности. Преобладающая генерация — гаметофит. У низших представителей он часто имеет дорзовентральное (двустороннее) слоевище, у остальных низших и всех высших представителей Мохообразных — два вегетативных органа — стебель и лист. Корня нет, у отдельных представителей его заменяют одноклеточные или многоклеточные *ризоиды*. Рост гаметофита происходит при помощи верхушечной клетки. Спорофит представлен лишь коробочкой и гаусторией.

В отделе моховидных выделяют три класса: антоцеротовые, печеночники и листостебельные мхи. Бриофлора Республики Коми включает 630 видов 207 родов и 72 семейства. В ряду бриофлор России, входящих в циркумбореальную область Голарктического флористического царства, флора листостебельных мхов Республики Коми по количественным показателям таксономического разнообразия является довольно богатой и сходна с ними. Она включает 466 видов, относящихся к 146 родам, 44 семействам, 17 порядкам и трем подклассам. В список мохообразных, нуждающихся в охране на территории РК, включены 54 вида листостебельных мхов и 17 — печеночников.

Для *хвощевидных (Equisetophyta)* характерно наличие побегов, состоящих из четко выраженных члеников (междоузлий) и узлов с мутовчаторасположенными листьями, наличие у них своеобразных несущих спорангии структур — спорангиофоров, отличных по строению от спорофиллов других растений. Мутовки спорангиофоров или образуют на стебле спороносные зоны, чередующиеся с обычными вегетативными листьями, или сидят на концах осей, образуя чистые (только из спорангиофоров) или смешанные (со стерильными листьями) стробилы. Подавляющее большинство Хвощевидных — равноспоровые растения. Половое поколение — гаметофит, или заросток, у ныне живущих хвощей представлено одно- или обоеполыми недолговечными, очень маленькими (до 1 мм) зелеными растениями. На гаметофитах образуются половые органы — архегонии и антеридии. Оплодотворение возможно при наличии капельно-жидкой воды, из зиготы без периода покоя вырастает новое поколение — спорофит. Отдел хвощевидные в настоящее время представлен одним классом — хвощовые (*Equisetopsida*) и только одним родом — хвощ (*Equisetum*), насчитывающим около 30 видов.

Отдел *Папоротникообразные (Polypodiophyta)* представлен видами с разнообразными жизненными формами и особенностями внешнего и внутреннего строения. Основное отличие от Мохообразных — в иной смене поколений — в преобладании спорофита (диплоида, или бесполой генерации) над гаметофитом (гаплоидом, или половой генерацией). Для папоротников характерны макрофилия, отсутствие камбия и стробилов. *Вайя* (лист) состоит из черешка, продолжающегося в листовую пластинку рахисом, и листовой пластинки. Рассеченная листовая пластинка, в свою очередь, состоит из перьев и перышек. Если вайя однажды перистая, рахис несет по бокам по одному ряду сегментов, называемых перьями (например *Nephrolepis*). Трехжды перистая вайя имеет перья первого, второго и третьего порядков (перышки — перья второго и третьего порядков), а также рахис первого, второго и третьего порядка (если перышки не сидячие). Большинство видов — равноспоровые растения, для них характерно отсутствие специализированных спороносных побегов — стробилов. Спорангии у большинства сгруппированы в сорусы, место прикрепления их к листу называется плацентой. Гаметофит чаще обоеполый. У видов умеренной зоны таллом сердцевидный, у видов тропической зоны — имеет форму нити или ветвистой пластинки, приспособлен к жизни во влажных условиях.

Отдел папоротниковидные включает восемь классов, пять из них представлены ископаемыми формами, к современным классам относят: уховниковые (*Ophioglossopsida*), мараттиевые (*Marattiopsida*) и многоножковые (*Polypodiopsida*). Птеридофлора Республики Коми включает 35 видов (11 семейств, 17 родов). В Красную книгу внесено 54 вида²⁵.

Плауновидные (Lycopodiophyta) — древняя группа растений, представленная в современный период только травянистыми формами. У Плаунов спорофит преобладает над гаметофитом и имеет все три вегетативных органа, т. е. корень, стебель и лист. Спорофит несет спорангии со спорами, из которых вырастает гаметофит в виде слоевища — пластинки, кубаревидного или даже нитевидного тела. У равноспоровых форм он одноклеточный, с антеридиями и архегониями, у разноспоровых из микроспоры вырастает весьма редуцированный мужской гаметофит, а из мегаспоры — немного более развитый женский. Размножаться Плауновидные могут и вегетативно путем отделения от растения обычных или специализированных побегов. Особенность Плауновидных — дихотомическое ветвление их стебля и корня, а кроме того, микрофилия²⁶.

²⁵ Паламодова М. В. Папоротники Республики Коми: вопросы биологии, географии, экологии, охраны : дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2002. 212 с.

²⁶ Шостаковский С. А. Указ. соч. ; Жизнь растений : в 6 т. Москва : Просвещение, 1978. Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения / под ред. И. В. Грушевицкого и С. Г. Жилина. 447 с.

4.3. Систематика растений. Семенные растения

Основными отличительными признаками семенных растений (к ним относятся отделы: Голосеменные (*Pinophyta*), Покрытосеменные (*Magnoliophyta*, или *Angiospermae*)) являются следующие.

1. Образуют семена. Семена, в отличие от спор, имеют не только вполне сформированный зародыш будущего спорофита, но и запасные питательные вещества, необходимые на первых этапах его развития.

2. Доминирование спорофита и дальнейшая редукция гаметофита (гаметофит полностью зависит от спорофита — он развивается и проходит полный цикл своего развития на спорофите).

3. Половой процесс не связан с капельножидкой средой. В связи с независимостью процесса оплодотворения от воды, возникли неподвижные мужские половые клетки — спермии, которые достигают женских половых клеток — яйцеклеток — при помощи специального образования — пыльцевой трубки.

4. Разноспоровость (различие спор по размерам, количеству: мегаспоры дают начало женскому гаметофиту и образуются в мегаспорангиях на мегаспорофиллах, а микроспоры (дают начало мужскому гаметофиту) — в микроспорангиях на микроспорофиллах. У семенных растений структура, эквивалентная мегаспорангию, называется семязачатком (внутри него развивается всего одна мегаспора, или один женский гаметофит, который называется зародышевым мешком). Процесс оплодотворения и развитие зародыша происходит внутри семязачатка. Структура, эквивалентная микроспорангию, называется пыльцевым мешком. В пыльцевом мешке образуется много микроспор, которые называются пыльцевыми зернами или пылинками.

5. Усложнение строения органов и тканей.

Отдел *Голосеменных* включает шесть классов: два из них — вымершие (семенные папоротники и беннеттитовые), Саговниковые (*Gymnosperms*), Гнетовые (*Gnetopsida*), Гинкговые (*Ginkgoopsida*), Хвойные (*Pinopsida*). В современной флоре насчитывают около 800 видов этого отдела. Их спорофиты представлены преимущественно деревьями, кустарниками и реже одревесневающими лианами (травянистых форм нет). Ветвление боковое, нарастание побегов моноподиальное. Стебель имеет вторичное утолщение. Сосудов у большинства видов нет, древесина состоит из трахеид. У большинства голосеменных *спорофиллы* собраны в однополые *стробилы*, которые состоят из микроспорофиллов (мужские стробилы) или из мегаспорофиллов (женские стробилы). Семязачатки расположены открыто на мегаспорофиллах или аналогичных структурах, из них после оплодотворения образуются семена. Класс *хвойные*

(*Pinopsida*), включает два подкласса: вымершие кордаитовые и современные хвойные, или пиниды. В подклассе хвойных насчитывается около 560 (592) видов.

Древесина хвойных на 90—95 % состоит из трахеид. Трахеиды с округлыми окаймленными порами наряду с проводящей функцией выполняют одновременно и опорную функцию. Функциональным усовершенствованием трахеид является возникновение особого утолщения замыкающей пленки окаймленной поры — торуса (торус — это центральная линзовидно утолщенная часть замыкающей пленки в окаймленных порах, дает возможность жидкости передвигаться из трахеиды в трахеиду даже при закрытых порах). В древесине и коре хвойных много смоляных ходов, имеющих форму длинных узких каналов, наполненных эфирными маслами, смолой и бальзамами, выделяемыми выстилающими клетками. Листья покрыты обычно толстым слоем кутикулы с мелкими эпидермальными клетками с сильно утолщенными стенками. Устьица погружены в углубления. Ветвление моноподиальное. У многих представителей класса два типа побегов: удлиненные (ауксибласты) и укороченные (брахибласты). Хвойные — разнополые, однодомные, реже двудомные растения. Микростробилы («мужские колоски») состоят из укороченной оси, на которой расположены сильно редуцированные микроспорофиллы с микроспорангиями. Расположение микроспорофиллов у большинства хвойных спиральное (очередное). Женские стробилы (макро или мегастробилы) состоят из центральной оси, на которой сидят кроющие чешуи, в пазухе каждой из которых находится так называемая «семенная чешуя», несущая на своей верхней стороне семязачатки, или семяпочки. Оплодотворение у хвойных происходит вскоре после опыления (у видов сосны между опылением и оплодотворением проходит от 12 до 14 месяцев). Семена очень разнообразны по величине и форме. Крупные семена с деревянистой кожурой бескрылые, а кожистые и перепончатые семена большинства хвойных снабжены одним крыловидным придатком или двумя небольшими крыльями, что способствует их распространению ветром. Семейство *Сосновые (Pinaceae)* включает древесные растения, изредка кустарники (около 250 видов, 10 родов) с типичными хвоевидными листьями, расположенными обычно по спирали или на концах укороченных побегов, обычно вечнозеленые, реже листопадные. У одних побеги только удлиненные и листья располагаются одиночно (ель пихта), у других имеются и укороченные, на которых хвоя располагается пучками (виды сосен, лиственница).

Микростробилы обычно малозаметные и располагаются на концах побегов (красные или желтые), мелкие микроспорофиллы несут на ниж-

ней стороне по два микроспорангия, содержащих пыльцу. Мегастробилы образуют шишки, на каждой чешуе которых развивается два семени²⁷.

Отдел *Покрытосеменные* насчитывает около 250 тыс. видов растений различных жизненных форм с развитой стратегией патиентности (выносливости к экстремальным условиям среды) и эксплерентности (способности к быстрому заселению незанятых местообитаний). Именно представители этого отдела играют главную роль в растительном покрове нашей планеты. Покрытосеменные (*Angiospermae*) получили свое название по причине того, что семена у них развиваются под покровом плодовой оболочки. Второе их название — Цветковые растения (*Anthophyta*), указывает на то, что у них органом семенного размножения является цветок. Позднее, когда было предложено давать названия таксонам с учетом наименования наиболее древних типичных представителей, они получили название — отдел Магнолиофиты (*Magnoliophyta*). Эти три названия отдела используются как синонимы, но предпочтение отдается последнему, поскольку он более точно соответствует современной ботанической номенклатуре. Основные отличительные признаки Покрытосеменных²⁸:

✓ наличие цветка. Микроспорофиллы в подавляющем большинстве случаев расчленены на тычиночную нить, связник и пыльники (образование микроспор в микроспорангиях, или пыльцевых мешках, пыльника носит название микроспорогенез). Мегаспорофиллы, срослись боковыми краями, образовав полость — гнездо завязи, в котором располагаются семязачатки (развитие микроспоры в мужской гаметофит, или пыльцевое зерно — микрогаметогенез). После оплодотворения семязачаток дает семя, заключенное в завязи, которая одновременно (иногда вместе с сопутствующими ей структурами) развивается в плод. Эволюция цветка шла от первичных актиноморфных цветков со спиральным расположением неопределенных в числе органов цветка с верхней завязью и однопокровными семязачатками — к цветкам циклическим, с определенным числом членов, часто более менее сросшихся, к цветкам зигоморфным с нижней завязью, часто с редукцией числа семязачатков;

✓ крайняя редукция гаметофита;

✓ двойное оплодотворение — в результате слияния одного спермия с яйцеклеткой образуется диплоидная зигота. Соединение другого спермия с двумя полярными ядрами, т. е. тройное слияние, дает триплоидное первичное ядро эндосперма;

²⁷ Жизнь растений : в 6 т. Москва : Просвещение, 1978. Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения ... ; Шостаковский С. А. Указ. соч.

²⁸ Жизнь растений : в 6 т. Москва : Просвещение, 1980. Т. 5. Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. 430 с. ; Шостаковский С. А. Указ. соч.

✓ за исключением некоторых родов из *Magnoliales* и близких к нему порядков все Цветковые имеют развитую проводящую систему с настоящими сосудами.

Для Покрытосеменных характерна также высокая эффективность фотосинтеза. Их мезофилл, дифференцированный на столбчатую хлоренхиму и губчатую рыхлую хлоренхиму, пронизан густой сетью проводящих пучков (в зависимости от обеспеченности влагой различаются типы фотосинтеза: C_3 у растений, хорошо обеспеченных влагой, и C_4 у растений сухих местообитаний), имеют развитую проводящую систему с настоящими сосудами. Покрытосеменные имеют большое разнообразие жизненных форм, из числа которых преобладают многолетние и однолетние травы, а также исключительное разнообразие вегетативных, генеративных органов.

Удовлетворительных филогенетических систем Покрытосеменных в настоящее время не существует. Существуют различные подходы к систематике Покрытосеменных (например, система А. Л. Тахтаджяна (1966), основанная на исключительной первичности многоплодниковых, в частности порядка магнолиецветных, и выведении от них всех других порядков). Отдел Покрытосеменные делится на два класса: Двудольные (*Magnoliopsida* или *Dicotyledone*) и Однодольные (*Liliopsida* или *Monocotyledones*) (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Отличительные признаки классов Покрытосеменных

Класс Двудольные	Класс Однодольные
Корневая система стержневая. Чехлик и эпиблема имеют общее происхождение	Корневая система мочковатая. Чехлик и эпиблема имеют разное происхождение
Стебли древесные или травянистые. Травянистые растения возникли из древесных	Стебли чаще травянистые. Первично древесных растений нет
Сосудисто-волокнистые пучки открытые. Наличие камбия способствует вторичному утолщению стебля	Сосудисто-волокнистые пучки закрытые. Отсутствие камбия исключает вторичное утолщение стебля
Проводящие пучки расположены по кругу	Проводящие пучки расположены по спирали
Флоэма обычно с паренхимой	Флоэма без паренхимы
Кора и сердцевина стебля дифференцированы достаточно четко	Кора и сердцевина стебля дифференцированы плохо
Листья разные по форме, часто сложные, могут быть с прилистниками. Черешок обычно ясно выражен	Листья чаще простые, линейные или ланцетовидные, чаще без прилистников. Черешок обычно отсутствует
Жилкование листьев перистое или пальчатое. Концы жилок незамкнутые. Листовых следов обычно один-три.	Жилкование листьев параллельное или дуговое. Концы жилок замкнутые. Число листовых следов обычно большое
Листья, как правило, без влагалищного основания	Листья как правило с влагалищным основанием
Цветки 5- или 4-, редко 3-членные	Цветки обычно 3-, иногда 2- или 4-членные
Околоцветник чаще двойной	Околоцветник чаще простой

Класс Двудольные	Класс Однодольные
Нектарники разных типов, часто являются видоизмененными тычинками, редко бывают септальными	Нектарники чаще септальные, т. е. расположены на перегородках завязи
В процессе микроспорогенеза оболочки микроспор закладываются симультанно (одновременно)	В процессе микроспорогенеза оболочки микроспор закладываются сукцессивно (последовательно)
Оболочка пыльцевых зерен обычно трехбороздчатая или производных от нее типов	Оболочка пыльцевых зерен обычно однобороздчатая или производных от нее типов. Чаще однопоровая
Зародыш семени имеет, как правило, 2 семядоли (иногда 1, 3, 4). Семядоли с 3 главными проводящими пучками	Зародыш семени имеет 1 семядолю. Семядоля с 2 главными проводящими пучками
Эндосперм целлюлярный (клеточный) или нуклеарный (ядерный), редко гелобиаальный (базальный)	Эндосперм семени гелобиаальный или нуклеарный, очень редко целлюлярный

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные таксономические единицы, используемые в систематике растений.
2. Что понимают под бинарной номенклатурой? Приведите пример.
3. Охарактеризуйте общие принципы работы с определителем.
4. Перечислите признаки, отличающие высшие растения от низших.
5. Что такое разноспоровость?
6. Какие растения относят к семенным, а какие к споровым?
7. Укажите важнейшие черты анатомо-морфологического строения моховидных, их органов размножения. Раскройте цикл воспроизведения моховидных. В чем его особенности?
8. Укажите важнейшие черты анатомо-морфологического строения папоротников. В чем заключаются особенности воспроизведения (размножения) растений этой систематической группы?
9. Каково соотношение гаметофита и спорофита в жизненном цикле представителей отделов Плауновидные, Хвощевидные?
10. Перечислите признаки растений отдела Голосеменные. Приведите примеры растений.
11. Опишите особенности морфологического и анатомического строения (вегетативных и генеративных органов) представителей класса Хвойные.
12. С чем связано образование ранней и поздней древесины в годичном кольце у хвойных? Как происходит размножение хвойных?
13. Охарактеризуйте отдел Цветковые, или Покрытосеменные, растения.
14. Дайте общую характеристику растений, относящихся к классу двудольные и однодольные.

Литература

- ❏ Еленевский, А. Г. Ботаника. Систематика высших, или наземных, растений [Текст] : учеб. для студ. педвузов, обуч. по спец. «Биология» / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. — 4-е изд., испр. — Москва : Академия, 2006. — 464 с.
- ❏ Общая ботаника (систематика растений, грибов и лишайников) [Текст] : практикум для студ. с.-х. фак. спец. «Лесное хозяйство» оч. и заоч. форм обуч. / Федер. агентство по образованию, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад., Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ; сост. : Г. С. Шушпанникова. — Сыктывкар : СЛИ, 2005. — 160 с.

5. ОСНОВЫ ГЕОГРАФИИ, ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ФИТОЦЕНОЛОГИИ

Одновременно с ростом растений происходит их развитие. Генетически обусловленная последовательность всех этапов развития особи (от формирования зародыша до ее смерти или полного отмирания всех ее вегетативных поколений) называется *большим жизненным циклом*. Процесс индивидуального развития сопровождается значительными морфологическими изменениями. Определенный этап онтогенеза растений, характеризующийся наличием ряда индикаторных признаков, как морфологических, так и биологических — *возрастное (онтогенетическое) состояние* особи (или биологический возраст особи). Совокупность особей одного возрастного состояния образуют *возрастную группу*. В ценопопуляционных исследованиях выделение возрастных групп особей обычно производится в соответствии с классификацией возрастных состояний, предложенной Т. А. Работновым (1950) (табл. 5.1). Отнесение растений к тому или иному возрастному состоянию производится на основании комплекса качественных признаков, среди которых наиболее существенными являются: способ питания (связь с семенем); наличие зародышевых, ювенильных или взрослых структур и количественные соотношения их у особи; способность особей к семенному или вегетативному размножению, соотношение и интенсивность этих процессов, соотношение процессов новообразования и отмирания у особи, степень сформированных у особи основных признаков биоморфы (жизненная форма, которая формируется у взрослых особей, находящихся в средневозрастном генеративном состоянии)²⁹.

Растительный организм и среда находятся в тесном единстве. Факторы среды определяют распределение растений по земной поверхности, формируя зоны растительности, оказывают влияние на создание определенных растительных сообществ. Неоднозначность действия экологических факторов, их взаимообусловленность и многообразие действия обуславливают особенности строения растительного организма и протекания его жизненных процессов. Каждый растительный организм предъявляет индивидуальные требования к совокупности экологических факторов.

²⁹ Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7—33 ; Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. Вып. 3. С. 7—204.

Таблица 5.1. Периодизация онтогенеза Цветковых растений

Период	Возрастное состояние растений	Признак
Латентный	Семена (<i>sc</i>)	Покоящиеся семена
Прегенеративный	Проростки (<i>p</i>)	Смешанное питание, наличие зародышевых структур: семядолей, первичного корня и побега
	Ювенильные (<i>j</i>)	Наличие листьев иной формы и расположения, чем у взрослых особей, возможно иной тип нарастания и ветвления особи, сохранение некоторых зародышевых структур (корня, побега), отсутствие семядолей.
	Имматурные (<i>im</i>)	Развитие листьев и корневой системы переходного типа, появление отдельных взрослых черт в структуре побегов
	Виргинильные (<i>v</i>)	Растения имеют характерные для вида взрослые листья, побеги и корневую систему
Генеративный	Молодые генеративные (<i>g₁</i>)	Появление генеративных органов. Преобладание процессов новообразования над отмиранием
	Средневозрастные генеративные (<i>g₂</i>)	Уравновешивание процессов новообразования и отмирания. Максимальный ежегодный прирост. Максимальная семенная продуктивность
	Старые генеративные (<i>g₃</i>)	Преобладание процессов отмирания над процессом новообразования: снижение генеративной функции, ослабление процессов корне- и побегообразования
Постгенеративный	Субсенильные (<i>ss</i>)	Полное отсутствие плодоношения. Резкое преобладание процессов отмирания над процессами новообразования, упрощение жизненной формы, вторичное появление листьев переходного (имматурного) типа
	Сенильные (<i>s</i>)	Накопление отмирающих частей растения. Предельное упрощение жизненной формы, вторичное появление некоторых ювенильных черт организации (форма листьев, характер побегов), в некоторых случаях полное отсутствие почек возобновления

Приспосабливаясь к условиям жизни, растения эволюционно выработали внешний облик, внутреннее строение, физиологические и биологические особенности, наиболее отвечающие окружающей их обстановке, — *жизненную форму (ЖФ), или биоморфу* (своеобразный внешний облик (габитус) растения, который возникает в онтогенезе в результате роста в определенных экологических условиях. Понятие ЖФ введено Е. Вармингом в 80-х гг. XIX в.). Существуют разные подходы к классификации жизненных форм растений: биологическая (по К. Раункиеру, 1934), эколого-морфологическая (по И. Г. Серебрякову, 1962; и Т. И. Серебря-

ковой, 1962), фитоценотическая (по Г. М. Зозулину, 1959), эколого-биологическая (по В. Н. Голубеву, 1957) и др. Под жизненной формой по классификации И. Г. Серебрякова понимается совокупность взрослых генеративных особей данного вида в определенных условиях произрастания, обладающих своеобразным обликом, включая надземные и подземные органы. Им выделены четыре отдела жизненных форм³⁰.

Отдел А. Древесные растения. Включает три типа: деревья, кустарники, кустарнички. *Деревья* — многолетние растения с одним одревесневшим стволом, сохраняющимся на протяжении всей жизни растения (могут быть листопадными и вечнозелеными и т. д. По высоте различают: деревья первой (выше 25 м), второй (высота 10—25 м), и третьей (до 10 м) величины. По форме роста: прямостоячие (ортотропная) и стелющаяся (анизотропная) или стланцы). *Кустарники* в начале жизни имеют главный ствол, который в дальнейшем практически не выделяется по длине среди боковых (по высоте делятся на высокие (выше 2,5 м), средние (1—1,25 м), низкие (до 1,0 (0,5) м). *Кустарнички* имеют низкий рост стеблей (от 5—7 до 50—60 см), главный стебель существует не более трех-семи лет. На смену ему развиваются укореняющиеся боковые подземные одревесневающие стебли, как правило, из спящих почек.

Отдел Б. Полудревесные растения. Представляет собой промежуточную форму между древесными растениями и травами, включает два типа — *полукустарники* (степные полыни, прутняк, астрагал прутняковый и др.) и *полукустарнички* (шлемник, тимьян). Для них характерно регулярное отмирание верхних частей надземных побегов. Оставшиеся части стеблей одревесневают и сохраняются в таком виде на протяжении нескольких лет. На этих одревесневших надземных частях стебля имеются почки возобновления, из которых на следующий год развиваются многочисленные новые травянистые стебли.

Отдел В. Наземные травы. Включает два типа: *поликarpические* (многократно плодоносящие) и *монокarpические* (однолетники — вегетируют и цветут в течение одного сезона, например, овес посевной, горох; многолетние и двулетние — вегетативная фаза жизни длится от двух и более лет: виды бодяков, чертополохов, дудник лекарственный, тмин обыкновенный). *Поликarpики*, или поликарпические растения, сильно различаются по строению корневых систем, отражающих их приспособленность к разным почвенным условиям, и подразделяются по характеру их многолетних подземных органов на следующие.

³⁰ Серебряков И. Г. Указ. соч.

- Стержнекорневые, или каудексовые (*каудекс* — орган побегового происхождения, формирующийся из коротких оснований отмирающих цветоносных побегов (*свербига восточная*) или из погружающихся в почву укороченных осей розеточных побегов (*клевер*)). Стержнекорневые многолетние травы имеют хорошо выраженный главный корень (*дудник, клевер горный, свербига восточная, все виды васильков*).

- Кистекарневые — корневая система состоит только из придаточных корней, кистевидно собранных на очень коротком корневище (*подорожник большой, средний; купальница европейская, некоторые виды лютиков: многоцветковый, едкий, кашубский*).

- Длиннокорневищные (*корневище* — долговечный подземный побег, горизонтальный, вертикальный или косой по направлению роста, выполняющий функцию отложения запасных веществ, возобновления, а иногда и вегетативного размножения) — имеют корневище с удлинненными междоузлиями чаще гипогенного происхождения (*майник двулистный, грушанка круглолистная, мятлик узколистный, пырей ползучий*).

- Короткокорневищные имеют корневище с укороченными междоузлиями (*манжетка обыкновенная, ирис русский, купена душистая, гравилат городской, окопник лекарственный*).

- Дерновинные (*тимофеевка степная, овсяница луговая, белоус торчащий, виды ковылей, щучка дернистая*) имеют короткое корневище, но в результате и интенсивного ветвления и развития мощной системы придаточных корней образующие рыхлые (*тимофеевка луговая*) или плотные (*щучка*) дерновины.

- Клубнеобразующие — группа, включающая растения с одним многолетним клубнем гипокотильно-стеблевого происхождения, на котором сменяются надземные побеги, а также корневищно-клубневые растения с однолетними клубнями и столоно-клубневые с отделяющимися от материнского растения клубнями (*виды цикламенов, хохлаток, картофель, борец дубравный, пальчатокоренники*).

*Клубень — видоизмененный подземный побег, выполняющий запасную функцию. Может быть различного происхождения: **корнестеблевого** (виды рода *очиток*), **корневого** (из придаточных корней, тогда они называются **корнеклубнями** (*таволга шестилепестная, любка двулистная*)); **стеблевого** (в образовании клубня принимает участие только гипотиль (например, у *цикламена*) или вместе с гипокотилем и эпикотиль с укороченными междоузлиями (у *хохлаток*). Главный корень рано отмирает и у взрослых растений функционирует вторичная корневая система из придаточных корней); **корневищного** (*корневищноклубневые растения (крокусы, гладиолусы)*); **столонного** (образование клубня на верхушке stolона ведет за собой отмирание его не утолщенного начала, благодаря чему клубень изолируется от материнского растения и дает начало новой особи. Столонные клубни функционируют в течение одного вегетационного периода: *картофель, топинамбур, стрелолист стрелолистный*); **побегового** (*надземноклубеньковые растения*) основная масса клубенька образована первым междоузлем бокового побега и его почками (*горец живородящий*)) и **листового**.*

Столоны — недолговечные наземные или подземные видоизмененные побеги, служащие для захвата территории и вегетативного размножения (наземные столоны имеют земляника (усы), костяника и ежевика (плети), а подземные — картофель, седмичник европейский).

- Луковичные имеют подземный побег — луковицу со сменяющейся придаточной корневой системой (лук, лилия кудреватая, пролеска сибирская).

- Надземно-ползучие и надземно-столонные — растения с плагиотропными ползучими побегами (земляника, будра плющевидная, костяника каменистая).

Отдел Г. Водные травы. Включает два типа: земноводные травы (болотные или гелофиты, их почки возобновления находятся под водой, побеги — над водой (тростник обыкновенный, рогоз узколистный, камыш озерный, манник большой, частуха подорожниковая, стрелолист стрелолистный, сусак зонтичный, водяная сосенка, хвощ речной), плавающие и подводные травы (гедатофиты и гидрофиты: ряска малая, водокрас). Процентное соотношение видов, обладающих разными жизненными формами на исследуемой территории, называется *биоморфологическим спектром*.

Рассмотренные выше системы жизненных форм отражают главным образом морфологическую приспособленность растений к господствующим условиям произрастания. При экологическом анализе флоры важным является ее подразделение на группы видов, сходных по своим требованиям к отдельным факторам среды обитания (например, к условиям увлажнения, освещения, свойствам почв и грунтов и т. д.). Специфика той или иной ЖФ проявляется в особенностях сезонного развития, способах ежегодного нарастания и возобновления, внешней и внутренней структуре органов.

Условия обитания растений очень разнообразны. В зависимости от особенностей увлажнения, освещения, богатства почв и т. п. в ходе эволюции выработалась целая система взаимосвязанных между собой анатомических, морфологических и физиологических приспособлений (часто это выражается в видоизменении тех или иных органов и их функций). Изучением взаимоотношений растений с окружающей средой занимается *экология*. Группа растений, сходно реагирующих на действие какого-либо фактора среды (освещенность, влажность и т. п.), называется *экологической группой* (термин был введен в 1912 г. Б. А. Келлером, а целенаправленное выделение экологических групп связано с именем Г. Элленберга). При выделении экологических групп обычно выбирают ведущий (наиболее важный в данных условиях) фактор и весь градиент его разбивают на ступени. Выделение экологической группы возможно по одному или нескольким факторам, например, можно выделить группы только по отношению к увлажнению, а затем каждую из групп последовательно дробить на подгруп-

пы по отношению к кислотности почвы, свету и т. д. Каждая экологическая группа может включать растения разных жизненных форм, а растения одной и той же жизненной формы могут относиться к разным экологическим группам. От экологических групп следует отличать *эколого-ценотические группы* — группы видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов, присущих биотопам того или иного типа (например, бореальная лесная эколого-ценотическая группа, бореальная опушечная, неморальная лесная, нитрофильная лесная и др.).

По отношению к свету выделяют растения *световые (гелиофиты)*, *теневыносливые (гелиосциофиты)*, *сциофиты*. В соответствии с условиями увлажнения выделяют несколько экологических групп: *ксерофиты* — виды, обитающие в условиях излишней инсоляции и недостатка влаги: а) склерофиты — виды, способные переносить недостаток влаги путем увеличения объема механических тканей, развития мощного опушения и кутикулы, сильного рассечения листьев или уменьшения их размеров и т. п.; б) суккуленты — виды, способные переносить недостаток влаги в среде путем накопления ее в своих тканях. Вторая и третья группы — это *мезофиты* (виды, произрастающие в условиях достаточного увлажнения) и *гигрофиты* (виды, обитающие в условиях повышенной влажности воздуха и почвы). К *гидрофитам* относят виды, произрастающие в условиях повышенной влажности, — а) растения водных сообществ, собственно гидрофиты (растения береговой линии и отмелей); б) аэрогидатофиты — растения, обитающие в воде, листья и соцветия/цветы которых находятся на поверхности; в) гидатофиты — растения, обитающие в толще воды)³¹.

Тепловое состояние окружающей среды характеризуется через температуру, при этом используются такие показатели, как среднегодовая температура (T), абсолютный минимум и максимум, средняя T самого теплого и самого холодного месяца, динамические характеристики — суточный или сезонный ход температур. На основе особенностей сезонного хода температур выделяют следующие основные термические пояса.

Тропический Температура (T) не бывает ниже 0 °С, кроме высокогорий; средняя T холодного месяца +15—20 °С; годовой ход T выровнен; амплитуда не более 5 °С; суточные колебания T выражены сильнее сезонных; вегетация круглый год (кроме засушливых областей).

³¹ Ботаника с основами геоботаники : учеб. для высш. с.-х. учеб. заведений по спец. «Агрохимия и почвоведение» / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. Ленинград : Колос, 1979. 560 с.

<u>Субтропические</u>	T самого холодного месяца выше $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, самого теплого выше $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$; минимальная T ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ не каждый год, могут быть кратковременные морозы до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$; устойчивый снежный покров не образуется; у сельскохозяйственных культур два вегетационных периода — зимний и летний.
<u>Умеренные</u>	Хорошо выражены летний вегетационный сезон и зимний период покоя; безморозный период 70—90 дней; зимой — устойчивый снежный покров; весна, осень — заморозки.
<u>Холодные</u>	Вегетационный период 1,5—2 месяца; заморозки возможны даже летом; безморозный период отсутствует.

Растения частично способны к регуляции температуры: за счет транспирации температура понижается, температура темно-окрашенных частей растений при солнечном освещении увеличивается.

Высокие температуры могут привести к обезвоживанию, иссушению, ожогам, разрушению хлорофилла, денатурации белков. Для уменьшения воздействия высоких температур растениям служат густое опушение, светлая окраска, уменьшение поверхности листьев, усиленная транспирация, состояние анабиоза, биохимические особенности и пр.

Опасность низких температур для растений состоит в обезвоживании, торможении физиологических процессов, ухудшении аэрации, механических повреждениях клеток и тканей при замерзании воды. Защитные приспособления растений к зиме подразделяют на холодостойкость — способность к перенесению низких температур и зимостойкость — способность к перенесению всего комплекса условий. Приспособления в основном комплексные — и от сильного ветра, и от иссушения, и от низких температур: опушение почечных чешуй; зимнее засмоление почек у хвойных; утолщенный пробковый слой; толстая кутикула, опушение листьев (защита от иссушения); небольшие размеры, стелющиеся формы роста, мелкие листья, короткие междоузлия — нанизм (карликовость).

Растения умеренного климата приспособлены к суточному и сезонному термопериодизму. Потребность к низким температурам приурочена к осени, когда растения впадают в состояние покоя. Покой — 1) глубокий органичный (не начинается развитие при повышении T) или 2) вынужденный.

Флорой называется совокупность видов растений, встречающихся в данной области (местности, стране). К совокупности видов растений отдельного лесного массива, болота, луга и т. п. понятие «флора» лучше не применять — традиционно этот термин подразумевает именно географи-

ческий аспект. Совокупности же видов, выделенные по признаку связанности с определенным типом местообитания, являются частями флоры. Анализ флоры в первую очередь включает в себя ее инвентаризацию, т. е. составление списка видов, встречающихся в районе проведения практики, а также перечисления и других вышестоящих таксономических категорий, к которым эти виды относятся. Далее анализ флоры предусматривает разделение ее на группы видов в соответствии с их географическими, экологическими, хозяйственными или какими-либо иными свойствами. *Эколого-фитоценологический анализ* — разделение флоры по условиям произрастания, по типам растительности. В основе биоморфологического анализа лежит разделение растений по группам жизненных форм. Систематический анализ флоры предполагает сравнительный анализ количественных и качественных характеристик различных систематических групп, входящих в состав данной флоры. Анализ *географического элемента* предполагает выделение видов, имеющих более или менее одинаковые ареалы (области распространения), приуроченные к основным ботанико-географическим зонам. Анализ географического элемента флоры в ряде случаев позволяет делать заключения об истории формирования исследуемых растительных сообществ. Основными географическими элементами флоры России являются следующие³².

- **Арктические** элементы — виды, ареалы которых расположены в безлесной арктической тундре, например злак дюпонция. Характерные представители лесотундры, заходящие в тундру и тайгу, относятся к **гипоарктической** (субарктической) группе. Эта немногочисленная в средней полосе группа включает в себя такие виды, как багульник болотный, подбел, дубровник, мирт болотный, толокнянка обыкновенная, морошка, клюква мелкоплодная, береза карликовая и др. Нередко арктические элементы имеют также фрагменты ареалов в альпийском поясе гор Европы и Сибири. Такие виды относят к *аркто-альпийским* элементам, например родиола розовая, ива травянистая и др.

- **Бореальные** виды распространены в пределах таежной зоны, частично заходят в тундру на севере или в смешанные и широколиственные леса на юге. Их роль в сложении сообществ средней полосы намного больше, чем представителей предыдущего элемента флоры. Из древесных пород широкое распространение имеют сосна, ель, пихта, березы (повислая и пушистая), осина, ольха черная, черемуха, ивы (козья, ломкая, пятиччинковая, чернеющая, пурпурная), из кустарников — лещина, крушина

³² География растений с основами ботаники : учеб. пособие для пед. ин-тов по спец. 2107 «География» / Т. В. Курнишкова, В. В. Петров ; под ред. А. Г. Воронова. Москва : Просвещение, 1987. 207 с.

ломкая, малина. Среди травянистых растений бореальными являются большинство наших папоротников (щитовники, кочедыжник женский, теллиперис болотный), хвощей (болотный, зимующий, лесной, луговой, полевой), плауны (сплюснутый, годичный), многие виды осок (например, острая, пузырчатая, вздутая, дернистая, просяная), а из представителей разнотравья — такие характернейшие растения, как вероника лекарственная, грушанки, кислица обыкновенная, майник двулистный, рамишия однобокая, седмичник европейский, линнея северная, лесные и болотные полукустарнички (брусника, голубика, черника), лапчатка прямостоячая, лютик ползучий, пижма обыкновенная, золотая розга, иван-чай, вахта трехлистная, калужница болотная, незабудка болотная, гравилат речной, сабельник болотный и многие другие.

- **Неморальные** (или среднеевропейские) виды являются уже умеренно теплолюбивыми растениями, типичными для смешанных и широколиственных лесов. Тем не менее некоторые из них проникают и далеко на север, где встречаются совместно с бореальными. Наиболее типичными представителями неморального элемента флоры являются: среди деревьев — дубы (черешчатый и сидячецветный), вязы (шершавый, гладкий), тополь черный (осокорь), ясень обыкновенный, граб, липа мелколистная; из кустарников — бересклеты (европейский и бородавчатый); из травянистых растений — вероника дубравная, ветреница дубравная, вороний глаз, звездчатки ланцетолистная и жестколистная, зеленчук желтый, копытень европейский, купена лекарственная, лютик многоцветковый, чистяк весенний, чина весенняя, марьянник дубравный, осока волосистая, подлесник европейский, сныть обыкновенная, живучка ползучая, подмаренники мягкий и душистый, василек луговой, райграс высокий, медуница неясная и целый ряд других.

- **Степные** (понтические и сарматские) виды растений, как следует из названия, имеют ареалы, захватывающие лесостепную и степную зоны. В средней полосе Европейской России они являются «южными», поэтому и приурочены к местообитаниям с достаточным количеством тепла и света — лесным вырубкам, обнаженным склонам холмов, склонам речных долин южной экспозиции, пескам и т. п. Среди них следует отметить василистник светлый, вязель разноцветный, гвоздику песчаную, лапчатку серебристую, клевер альпийский, клевер горный, астрагалы (датский, песчаный, солодколистный), цмин песчаный, осоку гвоздичную, полынь австрийскую, тонконог сизый и некоторые другие.

- **Средиземноморские** — виды, ареалы которых охватывают присредиземноморские и причерноморские страны, например земляничник мелкоплодный (*Arbutus andrachne*), самшит (виды рода *Buxus*) и др.

- **Плюризональные** виды отличаются широким распространением или не связаны с какой-либо определенной географической зоной. Среди них выделяют виды-космополиты, ареал которых захватывает несколько континентов (например, орляк обыкновенный, тростник, ясколка дернистая). Особенно много в этой группе сорных растений, широко расселившихся при помощи человека (осот огородный, пастушья сумка, вьюнок полевой, марь белая, череда трехраздельная, повой заборный и прочие).

Более узко распространенные виды также объединяются в группы. Так, например, виды, встречающиеся в разных зонах только северного полушария, относят к плюризональным голарктическим; только Европы и Азии — к плюризональным палеоарктическим и т. д. Подобными элементами флоры являются многие злаки (особенно открытых местообитаний: лугов, полей, вырубок) — душистый колосок, зубровка, щучка дернистая, овсяницы (луговая и красная), мятлик луговой, ежа сборная, пырей ползучий, тимофеевка луговая, лисохвост луговой, трясунка средняя. Из представителей разнотравья это хвощ приречный, частуха подорожниковая, колокольчик круглолистный, кошачья лапка, сердечник луговой, купырь лесной, тысячелистник обыкновенный, мать-и-мачеха.

В состав флоры того или иного района могут входить растения, различные по своему происхождению. При генетическом анализе флоры все ее элементы делят на *автохтонные* (виды, возникшие на данной территории) и *аллохтонные* — виды, первоначально появившиеся за пределами территории флоры и проникшие туда в результате последующего расселения (миграции).

Одна из важных особенностей любой флоры — присутствие эндемичных и реликтовых растений. *Эндемики* — виды, роды, семейства и другие таксоны (систематические категории) растений и животных, ограниченные в своем распространении относительно небольшой областью. Например, к эндемичным видам, встречающимся только на Урале, относят ветреницу пермскую, лен северный, качим уральский и др. Под *реликтами* подразумеваются виды, входящие в состав ныне существующей флоры, но являющиеся остатками флор минувших геологических эпох. Присутствие реликтов в какой-либо флоре также указывает на ее древность и характер климата в былые эпохи. Например, в Республике Коми к реликтам климатического оптимума голоцена относят липу мелколистную (*Tilia cordata*), реликтам позднеплейстоценового времени — на Урале тимьян Талиева (*Thymus talijevii*), ветреницу лесную (*Anemone sylvestris*), астру альпийскую (*Aster alpinus*)³³.

³³ Мартыненко В. А. Охраняемые редкие растения Республики Коми // Вестн. Ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН. 2002. № 1. С. 18—19.

Весьма важным является и анализ соотношения во флоре видов растений различных хозяйственных групп. Наиболее целесообразно знакомить учащихся с ними на примере изучения луговой растительности. По кормовому значению среди растений лугов выделяют четыре агроботанические группы: злаки, бобовые, осоковые и разнотравье.

Флористический состав — это полная совокупность видов растений, встречающихся в пределах конкретного растительного сообщества. Флористический состав — важнейший конституционный признак, во многом определяющий структуру и функции сообщества. Это очень информативный признак, говорящий об экологических условиях, в которых находится сообщество, о его истории, степени и характере его нарушенности и т. д. Флористический состав характеризуется рядом показателей. Первый — это *видовое богатство*, т. е. общее количество видов, свойственное фитоценозу. Этот показатель может изменяться в пределах от 1 (монодоминантные одновидовые сообщества) до 1 000 и более видов (некоторые тропические леса). Видовое богатство — самая простая мера **альфа-разнообразия**, т. е. биотического разнообразия на уровне фитоценоза. В геоботанике гораздо чаще используется **показатель видовой насыщенности** — число видов, отнесенное к единице площади.

Итогом сравнительного изучения флор земного шара является *флористическое районирование* — разделение поверхности Земли на участки (регионы), различающиеся по систематическому составу флоры и истории становления и развития флор. Каждый регион представляет собой территорию, в пределах которой флора более или менее однородна, однотипна, имеет свою специфику и в большей или меньшей степени отличается от флоры других регионов. При флористическом районировании выделяют территориальные единицы различного ранга, которые находятся в строгом соподчинении. Самая крупная единица — *царство* (это территории, очень сильно различающиеся одна от другой по флоре, ведущий фактор в формировании флоры царства — исторический). Выделяют царства: Голарктическое (Holarctis), Палеотропическое (Palaeotropis), Неотропическое (Neotropis), Капское (Capensis), Австралийское (Australis), Голантарктическое (Antarctis). Царства подразделяют на *области*, области — на *провинции*, провинции — на *округа*. Флористические округа можно подразделять на *флористические районы*, а последние — на *районы конкретных флор*.

Состав и структура флоры таежной зоны Республики Коми

В равнинной части таежной зоны РК насчитывается 916 видов сосудистых растений, из них 797 представляют флору аборигенную (местную), а 119 относятся к адвентивным (заносным) видам. Флористическое разнообразие увеличивается с севера на юг (в северной подзоне тайги отмечено

645 видов, в южной 736). Систематическая структура определяется десятью ведущими семействами. В северной и средней подзоне тайги к ним относятся астровые (*Asteraceae*), злаковые (*Poaceae*), осоковые (*Cyperaceae*), розоцветные (*Rosaceae*), лютиковые (*Ranunculaceae*), гвоздичные (*Caryophyllaceae*), крестоцветные (*Brassicaceae*), включающие не менее 40 видов. Десятое место занимают ивовые (*Salicaceae*). Эти десять ведущих семейств объединяют 55 % состава флоры каждой из двух подзон. Свыше 30 % семейств сосудистых растений имеют только по одному виду, что свидетельствует о молодости и миграционном характере флоры (липовые (*Tiliaceae*), ирисовые (*Iridaceae*), ароидные (*Araceae*)).

Ведущими по числу видов родами являются осока (*Carex*) и ива (*Salix*) (с 53 и 23 таксонами), далее лютик (*Ranunculus*), манжетка (*Alchemilla*), звездчатка (*Stellaria*), рдест (*Potamogeton*), лапчатка (*Potentilla*), мятлик (*Poa*) (10—20 видов). Около 60 % родов имеют по одному виду: ежа (*Dactylis*), медуница (*Pulmonaria*), адонис (*Adonis*) и др. 12 семейств природной флоры представлены древесными жизненными формами.

Видовое богатство и облик таежной зоны определяют бореальные виды, их участие составляет 60 % флоры территории, в тундровой зоне всего 38 %. Видов гипоарктической и арктоальпийской групп, сохранившихся в таежной зоне с плейстоцена, значительно меньше (11 %). Представители дубравной группы встречаются, как правило, в ее южной части и составляют 4 %; такие, как *Daphne mezereum* L., *Milium effusum* L., встречаются по всей таежной зоне. Степная и лесостепная растительность составляет более 7 % (*Adonis sibirica*, *Silene repens* Patr., *Carex praecox* Schreb.). Для тундр характерны северные зональные группы — гипоарктическая, аркто-альпийская и арктическая (*Salix reticulata* L.), в составе всей флоры их участие составляет 60, в тайге до 12 %. Основной областью гипоарктических видов являются северная часть тайги и юг тундровой зоны, в средней и южной они являются реликтами приледниковой растительности болотных сообществ (*Betula nana* L.). Зональные особенности природной флоры РК определяются таксономическим составом и доминированием определенных жизненных форм растений в плакорных типах растительности: главная фитоценотическая роль принадлежит деревьям, кустарникам и кустарничкам. Темнохвойные леса определяют характер таежной зоны республики, они образованы тремя формациями: еловой, пихтовой и кедровой. Светлохвойные леса Республики Коми представлены сосновой и лиственничной формациями. Среди лиственных лесов наибольшие площади занимают насаждения березы пушистой и повислой (*Betula pubescens* и *B. Pendula*), осины (*Populus tremula*), ольхи серой

(*Alnus incana*). Поймы крупных рек, а на юге безлесные водораздельные участки заняты лугами. Основная роль в формировании травостоя лугов принадлежит таволге вязолистной (*Filipendula ulmaria*), акониту северно (*Aconitum septentmyrionale*), мятлику луговому (*Poa pratensis*), герани лесной (*Geranium sylvaticum*), вейнику пурпурному (*Calamagrostis purpurea*), осоке дернистой (*Carex cespitosa*), щучке дернистой (*Deschampsia cespitosa*) и др. Основу растительности болот составляют кустарнички: багульник (*Ledum palustre*), подбел (*Andromeda polifolia*), *Oxycoccus palustris* Pers. и *O. microcarpus* Turcz.), среди травянистых растений типичными являются *Carex limosa* L., виды *Eriophorum*³⁴.

Контрольные вопросы

1. Раскройте термины и понятия, выделенные в тексте курсивом.
2. Какие признаки лежат в основе выделения возрастных групп особей? Перечислите периоды и возрастные состояния растений, охарактеризуйте их.
3. Что такое жизненная форма? Приведите примеры классификационных систем жизненных форм растений. Что лежит в основе классификации жизненных форм растений по И. Г. Серебрякову? Перечислите категории жизненных форм растений, выделяемые согласно данной классификации.
4. Укажите признаки жизненных форм: дерево, кустарник, кустарничек. Приведите примеры растений Республики Коми на каждую из перечисленных групп.
5. Охарактеризуйте экологические группы растений по отношению к свету, влажности и температуре. Опишите особенности строения растений различных экологических групп.
6. Перечислите основные географические элементы флоры России.
7. Какие семейства являются доминирующими (по числу видов) в Республике Коми (назовите пятерку лидирующих семейств)?

Литература

✎ Высшие растения: краткий курс систематики с основами науки о растительности [Текст] : учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. А. Мулдашев. — Москва : Логос, 2001. — 264 с.

³⁴ Локальные флоры таежной зоны Республики Коми / В. А. Мартыненко, Б. И. Груздев, В. А. Канев. Сыктывкар, 2008. 76 с. ; Мартыненко В. А. Изучение и охрана растительности Севера // Сб. стат. Коми фил. АН СССР. Сыктывкар, 1984. С. 143. ; Флора Северо-Востока европейской части СССР как ботанико-географическая система / В. А. Мартыненко, Г. В. Железнова, М. В. Гецен [и др.] // Науч. докл. Коми фил. АН СССР. Сыктывкар, 1987. Вып. 166. 24 с. ; Леса Республики Коми / Г. М. Козубов, А. И. Таскаев, С. В. Дегтева [и др.] ; под ред. Г. М. Козубова и А. И. Таскаева. Москва : Дизайн. Информация. Картография, 1999. 332 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ботаника как наука прошла длительный путь своего развития, ее формирование связывают с трудами таких известных естествоиспытателей, как Теофраст (371—286 гг. до н. э.) и Аристотель (384—322 гг. до н. э.). Несмотря на свою «древность», ботанические знания с каждым годом пополняются новыми открытиями.

В настоящее время ботанические знания являются необходимым звеном в подготовке специалистов разных сфер деятельности: биологов, медиков, экологов, ландшафтных дизайнеров, сельскохозяйственных работников и др. Необходимы они и при разработке вопросов рационального использования растительных богатств, оценки состояния окружающей среды, решения проблемы борьбы с болезнями, голодом, поиска и выявлении новых источников энергии. Особо следует подчеркнуть значимость ботанических знаний для сохранения биоразнообразия планеты, создания комфортных условий жизни человека в условиях урбоэкосистем.

Данное издание охватывает лишь небольшой круг вопросов по основным разделам ботаники. Автор ставил цель — уделить внимание только базовым знаниям, необходимым при подготовке будущих специалистов в сфере лесного хозяйства и ландшафтной архитектуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Рекомендуемая литература

Основная учебная литература

Ботаника [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н. В. Степанов, И. Е. Ямских, Е. А. Иванова [и др.]. — Электрон. дан. — Красноярск : ИПК СФУ, 2009. — Ботаника : УМКД № 1341-2008 / рук. творч. колл. Н. В. Степанов. — 1 электрон. опт. диск (DVD). — Режим доступа: http://library.krasu.ru/ft/ft/_umkd/1341/u_lecture.pdf. — Загл. с экрана.

Еленевский, А. Г. Ботаника. Систематика высших, или наземных, растений [Текст] : учеб. для студ. педвузов, обуч. по спец. «Биология» / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. — 4-е изд., испр. — Москва : Академия, 2006. — 464 с.

Дополнительная учебная и учебно-методическая литература

Андреева, И. И. Ботаника [Текст] : учеб. для студ. вузов по агроном. спец. / И. И. Андреева, Л. С. Родман. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Колос, 2001. — 488 с.

Высшие растения: краткий курс систематики с основами науки о растительности [Текст] : учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. А. Мулдашев. — Москва : Логос, 2001. — 264 с.

Общая ботаника (систематика растений, грибов и лишайников) [Текст] : практикум для студ. с.-х. фак. спец. «Лесное хозяйство» оч. и заоч. форм обуч. / Федер. агентство по образованию, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад., Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ; сост. : Г. С. Шушпанникова. — Сыктывкар : СЛИ, 2005. — 160 с.

Дополнительная литература

Денисов, В. Г. Определитель растений Коми АССР [Текст] / В. Г. Денисов, А. А. Кичигин ; под ред. А. А. Кичигина. — Вологда, 1977. — 145 с.

Мартыненко, В. А. Определитель сосудистых растений окрестностей Сыктывкара [Текст] / В. А. Мартыненко, Б. И. Груздев. — Екатеринбург, 2005. — 262 с.

Определитель растений Коми ССР [Текст] / В. Г. Денисов, А. А. Кичигин. — Сыктывкар : Коми кн. изд-во, 1991. — 208 с.

Определитель высших растений Европейской части СССР [Текст] / С. С. Станков, В. И. Талиев. — Москва : Советская наука, 1959. — 743 с.

Скворцов, В. Э. Атлас-определитель сосудистых растений таежной зоны Европейской России [Текст] / В. Э. Скворцов. — Москва : Гринпис России, 2000. — 589 с.

Станков, С. С. Определитель высших растений Европейской части СССР [Текст] / С. С. Станков, В. И. Талиев. — Москва : Советская наука, 1959. — 743 с.

Использованная литература и интернет-источники

Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод [Текст] / А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. — Ленинград : Наука, 1986. — 392 с.

Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя [Текст] / А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. — Ленинград : Наука, 1990. — 204 с.

Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие [Текст] / Ал. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. — Ленинград : Наука, 1997. — 296 с.

Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок [Текст] / А. А. Федоров, З. Т. Артюшенко. — Ленинград : Наука, 1975. — 352 с.

Ботаника (органография и размножение растений) [Текст] : учеб. пособие / М. И. Демина, А. В. Соловьев, Н. В. Чечеткина. — Москва : Рос. аграр. заоч. ун-т, 2011. — 139 с.

Ботаника с основами геоботаники [Текст] : учеб. для высш. с.-х. учеб. заведений по спец. «Агрохимия и почвоведение» / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. — Ленинград : Колос, 1979. — 560 с.

Ботаника. Анатомия и морфология растений [Текст] : учеб. пособие для студ. биол. спец. пед. ин-тов / А. Е. Васильев [и др.]. — Москва : Просвещение, 1978. — 478 с.

География растений с основами ботаники [Текст] : учеб. пособие для пед. ин-тов по спец. 2107 «География» / Т. В. Курнишкова, В. В. Петров ; под ред. А. Г. Воронова. — Москва : Просвещение, 1987. — 207 с.

Жизнь растений [Текст] : в 6 т. — Москва : Просвещение, 1974. Т. 1. Бактерии и актиномицеты / под ред. чл.-кор. АН СССР, проф. Н. А. Красильникова и проф. А. А. Уранова. — 487 с.

Жизнь растений [Текст] : в 6 т. — Москва : Просвещение, 1976. Т. 2. Грибы / под ред. М. В. Горленко. — 479 с.

Жизнь растений [Текст] : в 6 т. — Москва : Просвещение, 1977. Т. 3. Водоросли / под ред. М. М. Голлербаха. — 487 с.

Жизнь растений [Текст] : в 6 т. — Москва : Просвещение, 1978. Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения / под ред. И. В. Грушевицкого и С. Г. Жилина. — 447 с.

Жизнь растений [Текст] : в 6 т. — Москва : Просвещение, 1980. Т. 5. Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. — 430 с.

Жизнь растений [Текст] : в 6 т. — Москва : Просвещение, 1980. Т. 6. Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. — 430 с.

Левина, Р. Е. Морфология и экология плодов [Текст] / Р. Е. Левина. — Ленинград : Наука, 1987. — 160 с.

Леса Республики Коми [Текст] / Г. М. Козубов, А. И. Таскаев, С. В. Дегтева [и др.] ; под ред. Г. М. Козубова и А. И. Таскаева. — Москва : Дизайн. Информация. Картография, 1999. — 332 с.

Локальные флоры таежной зоны Республики Коми [Текст] / В. А. Мартыненко, Б. И. Груздев, В. А. Канев. — Сыктывкар, 2008. — 76 с.

Мартыненко, В. А. Изучение и охрана растительности Севера [Текст] / В. А. Мартыненко, А. Н. Лашенкова // Сб. стат. Коми фил. АН СССР. — Сыктывкар, 1984. — С. 143.

Мартыненко, В. А. Охраняемые редкие растения Республики Коми [Текст] / В. А. Мартыненко // Вестн. Ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН. — 2002. — № 1. — С. 18—19.

Международный кодекс ботанической литературы (Венский кодекс) [Текст] / пер. с англ. Т. В. Егоровой [и др.] ; отв. ред. Н. Н. Цвелев. — Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2009. — 288 с.

Паламодова, М. В. Папоротники Республики Коми: вопросы биологии, географии, экологии, охраны [Текст] : дис. ... канд. биол. наук / М. В. Паламодова. — Сыктывкар, 2002. — 212 с.

Паршина, Е. И. Дендрология [Текст] : учеб.-метод. пособие / Е. И. Паршина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — 168 с.

Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений [Текст] / З. П. Паушева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Агропромиздат, 1988. — 271 с. — (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

Работнов, Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах [Текст] / Т. А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. — 1950. — Вып. 3. — С. 7—204.

Сауткина, Т. А. Морфология растений [Текст] : курс лекций : в 2-х ч. / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. — Минск : БГУ, 2004. — Ч. 1. — 115 с.

Сауткина, Т. А. Морфология растений [Текст] : курс лекций : в 2-х ч. / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. — Минск : БГУ, 2005. — Ч. 2. — 69 с.

Серебряков, И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных [Текст] / И. Г. Серебряков. — Москва, 1962. — 378 с.

Уранов, А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов [Текст] / А. А. Уранов // Биологические науки. — 1975. — № 2. — С. 7—33.

Флора Северо-Востока европейской части СССР как ботанико-географическая система [Текст] / В. А. Мартыненко, Г. В. Железнова, М. В. Гецен [и др.] // Науч. докл. Коми фил. АН СССР. — Сыктывкар, 1987. — Вып. 166. — 24 с.

Шостаковский, С. А. Систематика высших растений [Текст] : учеб. для студ. пед. ин-тов и ун-тов / С. А. Шостаковский. — Москва : Высш. шк., 1971. — 352 с.

<http://do.gendocs.ru>. — Режим доступа: <http://www.kodeks-luks.ru>. — Загл. с экрана.

<http://big-archive.ru>. — Режим доступа: <http://www.kodeks-luks.ru>. — Загл. с экрана.

<http://e-lib.gasu.ru/>

Учебное издание

Паршина Елена Ивановна, кандидат биологических наук

БОТАНИКА (АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ)

Сан.-эпид. заключение № 11.РЦ.09.953.П.000015.01.09

Подписано в печать 04.07.14. Формат 60 × 90 1/16. Уч.-изд. л. 4,3. Усл. печ. л. 4,8.
Тираж 35. Заказ №

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ).
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39. www.sli.komi.com. E-mail: institut@sfi.komi.com.

Редакционно-издательский отдел СЛИ.
Отпечатано в СЛИ.