

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ ФАРМАЦИИ

Н. С. Гурина, О. А. Кузнецова, О. В. Мушкина

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ БОТАНИКА

Курс лекций



Минск БГМУ 2012

УДК 615.1:581 (042.4)
ББК 52.82 я73
Г95

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
курса лекций 18.01.2012 г., протокол № 4

Рецензенты: канд. биол. наук, зав. каф. ботаники Белорусского государственного университета В. Д. Поликсенова; канд. биол. наук, доц. каф. биологии Белорусского государственного медицинского университета Л. М. Сычик

Гурина, Н. С.

Г95 Фармацевтическая ботаника : курс лекций / Н. С. Гурина, О. А. Кузнецова, О. В. Мушкина. – Минск : БГМУ, 2012. – 140 с.

ISBN 978-985-528-642-5.

Включает материалы о строении вегетативных и генеративных органов растений, систематический обзор отделов, классов, порядков и семейств растений.

Предназначено для студентов 1–5-го курсов фармацевтического факультета.

УДК 615.1:581 (042.4)
ББК 52.82 я73

ISBN 978-985-528-642-5

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2012

ЛЕКЦИЯ 1

БОТАНИКА КАК ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА. ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ. ВОДОРОСЛИ

БОТАНИКА КАК ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА

Фармацевтическая ботаника — общепрофессиональная дисциплина, формирующая теоретические знания и практические навыки, необходимые в будущей работе провизора. Как наука ботаника изучает внешнее и внутреннее строение растений, особенности процессов жизнедеятельности, классификацию, взаимосвязь с условиями среды, распространение, значение в природе и жизни человека. Комплексное изучение растений обусловило необходимость выделения из ботаники нескольких фундаментальных дисциплин: морфологии растений, анатомии, физиологии, эмбриологии, систематики, географии и геоботаники, экологии растений, палеоботаники.

Значение ботаники для фармации:

1. Анатомия растений — основа микроскопического анализа лекарственного растительного сырья.
2. Морфология — основа макроскопического метода анализа лекарственного растительного сырья.
3. Физиология растений необходима для изучения метаболизма и накопления в растениях биологически активных веществ.
4. Систематика растений необходима для распознавания их в природе.
5. Ботаническая география — основа рациональной заготовки лекарственных растений и их охраны.
6. Экология растений (фитоценология) необходима при введении растений в культуру или их интродукции.

Как наука ботаника возникла под влиянием практических потребностей человека и развивалась одновременно с развитием человеческого общества. Первые научные сведения о растениях находят в трудах греческих классиков IV–III вв. до н. э. — Аристотеля и Теофраста, которого считают «отцом» ботаники, так как он впервые классифицировал растения на деревья, кустарники, полукустарники, травы (много-, дву-, однолетние).

В I в. Плиний Старший в «Естественной истории» описал около 1000 полезных растений. Древнегреческий врач Диоскорид написал трактат «О лекарственных средствах», где описал около 600 видов растений, используемых в медицине. В дальнейшем развитие ботаники представлялось лишь как накопление описательных сведений о растениях, так как экспериментальные методы исследования не развивались.

С начала эпохи Возрождения (XV в.) и до XVIII в. наблюдается развитие ботанических исследований: возникли основные морфологические понятия, научная терминология, методы и принципы классификации рас-

тений и первые искусственные системы (система К. Линнея (1707–1778), изложенная в трудах «Система природы» (1735), «Виды растений»; естественная система А. Жюссье (середина XVIII в.): с учетом развития и родства автор выделил 15 классов, 100 семейств, около 20 000 видов, ввел понятие семейства; система Ж. Б. Ламарка («Философия ботаники», «Философия зоологии») — в ее основу положены принцип градации, эволюция, отрицание реальности существования вида, целесообразность, внутреннее стремление организмов к прогрессу). 1714 г. — создание аптекарского огорода Петром I (ныне Ботанический институт им. В. Л. Комарова в Санкт-Петербурге). В целом этот период характеризуется господством метафизического мировоззрения.

С первой половины XIX в. развивается опытное, естественнонаучное познание и происходит накопление сведений, противоречащих представлениям о неизменности и постоянстве видов. Создание клеточной теории (1838), открытие биогенетического закона, работы Л. Пастера о невозможности самозарождения и др. явились научными предпосылками возникновения эволюционного учения Ч. Дарвина. В 1859 г. вышла книга «Происхождение видов путем естественного отбора».

Эволюционные идеи легли в основу исторического метода исследования в биологии. Возникли новые отрасли ботаники: филогенетическая систематика, эволюционная морфология, биогеография и палеонтология, а на рубеже XX в. — генетика (после работ Г. Менделя, а позже Корренса, Чермака, де Фриза).

Современная отечественная ботаника развивалась на известных исследованиях, проведенных в России в XVIII–XIX вв. Например, в результате экспедиций в стране появились труды С. П. Крашенинникова «Описание Земли Камчатки» (1755), И. Г. Гмелина «Флора Сибири» (1747–1759), П. С. Палласа «Флора России» (1784–1788). В XIX в. совершены крупные открытия в области ботаники: Л. С. Ценковский (1822–1887) и М. С. Воронин (1838–1903) заложили основы науки о водорослях и грибах; С. И. Виноградский (1856–1953) открыл хемосинтез у бактерий; Д. И. Ивановский (1864–1920) открыл и изучил вирусы; академик С. Г. Навашин (1898) открыл двойное оплодотворение у покрытосеменных. Н. И. Вавилов — выдающийся селекционер — создал учение о центрах происхождения культурных растений и географических закономерностях распределения их последовательных признаков. В результате организованных им экспедиций собран ценный фонд мировых растительных ресурсов, хранящийся в ВИР. Крупным исследователем флоры СССР является академик В. Л. Комаров, под руководством которого в 1934–1960 гг. создан коллективный труд «Флора СССР» в 30 томах — незаменимое пособие советских и зарубежных ботаников. В 1960-х гг. крупные систематические исследования проводились Б. М. Козо-Полянским, А. А. Гроссгеймом, А. Л. Тахтаджяном.

Современный период развития ботаники связан с возникновением новых методов исследований: электронной микроскопии, метода меченых атомов, культуры клеток, тканей, органов и др. С их помощью возможно изучение ультратонкого строения клеток тканей, особенностей обмена веществ на различных уровнях организации растительного организма.

Растение — живой организм. Каждый растительный организм — это открытая, саморегулирующаяся, самовоспроизводящая система, которой присущи потоки материи, энергии и информации. Поток материи лежит в основе обмена веществ. Обмен веществ — это совокупность реакций ассимиляции и диссимиляции, т. е. анаболизма и катаболизма. У растений выделяют обмен веществ (метаболизм) первичный (синтез и распад белков, углеводов, жиров, нуклеиновых кислот, аскорбиновой кислоты) и вторичный — образование, превращение органических соединений других классов (алкалоидов, гликозидов, дубильных веществ и др.). Поток энергии непрерывно связан с потоком материи, реализуется через синтез и распад АТФ и происходит соответственно при ассимиляции и диссимиляции. Организм — это открытая система, так как не может существовать без притока энергии извне. Для большинства растений источником энергии является солнце, и эта энергия накапливается в виде химических связей в процессе фотосинтеза. Такие организмы называются автотрофными (фототрофными). В отличие от растений животные, грибы, бактерии используют для жизнедеятельности энергию, высвобождаемую при расщеплении поглощаемых ими органических веществ, т. е. они гетеротрофы. Поток информации лежит в основе самовоспроизведения организмов и связан с функциями нуклеиновых кислот.

Растение как целостный организм имеет характерные уровни строения живого: молекулярный, клеточный, тканевой, органный, онтогенетический, популяционный, видовой, биогеоценотический, биосферный.

ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Систематика — наука, изучающая разнообразие всех существующих и вымерших организмов. Считается, что в настоящее время на Земле существует около 500 000 видов растений и около 2 млн видов других живых организмов.

Задачи систематики — выявление, описание и классификация организмов в систему.

Разделы систематики — таксономия, номенклатура и филогенетика.

Таксономия — теория и практика классификации организмов, т. е. распределение всех известных на настоящий момент организмов по определенной системе соподчиненных категорий на основании их сходства и различий. Сходство и различия устанавливаются с помощью различных методов и оцениваются по специально разработанным критериям.

Номенклатура — совокупность всех существующих названий таксонов.

Филогенетика изучает историческое развитие мира живых организмов (филогенез) и родство организмов в ходе этого развития.

Основные понятия систематики — таксоны и таксономические категории. **Таксономические категории** — определенные уровни в иерархической классификации. **Таксоны** — конкретные группы организмов, реально существующих или существовавших ранее.

Основным таксоном, объединяющим особей, наиболее близких друг к другу, является *вид* (species). Растения, используемые человеком, должны быть определены до вида, иногда еще точнее.

Первое определение вида дано К. Линнеем, который считал виды постоянными и неизменными.

До настоящего времени нет единого общепринятого определения вида, в равной степени подходящего как растениям, размножающимся половым путем, так и тем, которые размножаются бесполом путем, или вегетативно. Приведем одно из современных определений.

Вид — группа особей, сходных по морфологическим, физиологическим, биохимическим и другим признакам, свободно скрещивающихся между собой, дающих плодовитое потомство и проживающих на определенной территории, называемой ареалом.

Внутри вида могут быть разновидности, подвиды, которые в процессе эволюции могут давать новые виды. Какой бы большой ни была внутривидовая изменчивость, внутри вида все равно есть непрерывный ряд форм, в то время как между даже близкими видами, как правило, существует дискретность, нет переходных форм. Виды различаются не только по внешним признакам, но и по условиям существования. Обычно имеются барьеры для скрещивания.

Виды объединяются в роды. **Род** (genus) — более высокая таксономическая категория, объединяющая группу родственных видов. Для всех таксонов, начиная с рода, имеются научные названия, состоящие из одного латинского слова (униноминальные). Для видов же приняты биноминальные названия, состоящие из двух латинских слов: первое слово — название рода, к которому относится данный вид; второе — видовой эпитет. Например, подорожник большой, крапива двудомная и т. д. Введена такая биарная номенклатура Карлом Линнеем в 1753 г.

Таксономические категории более высокого ранга:

Семейство (familia) — включает один или несколько родов. Название семейства образуется из названия рода с окончанием *-aceae*, например: *Convallaria* — *Convallariaceae*.

Порядок (ordo) — систематическая категория, включающая несколько семейств. Называется с окончанием *-ales*.

Класс (classis) — значительно более высокая таксономическая категория. Число классов небольшое. Например, у покрытосеменных 2 класса — Однодольные и Двудольные. Для классов принято окончание *-psida*, но допускается употребление давно установившихся названий без этого окончания. Например, двудольные можно называть Magnoliopsida или Dicotyledones.

Самая крупная таксономическая единица в царстве растений — **отдел** (divisio). Отделы называются с окончанием *-phyta* и отличаются друг от друга фундаментальными признаками. Располагаются в порядке эволюционного усложнения.

Таким образом, любая система состоит из таксономических единиц, расположенных иерархически. Уровни этой иерархии — таксономические категории.

Первые системы появились еще до нашей эры, но до сих пор не создана общепринятая система, которая содержала бы максимум возможной биологической информации. Существуют искусственные, естественные и генеалогические системы растений.

Искусственные системы строятся на основе одного или нескольких случайно взятых признаков. Наиболее известная из них — система Линнея. Растительный мир был разделен им на 24 класса на основе количества тычинок и особенностей тычиночного комплекса. Карл Линней впервые дал понятие рода и вида, ввел бинарную номенклатуру, описал около 10 000 видов, распределив их в 1000 с лишним родов. Этот его труд не утратил своего значения до настоящего времени. Но вместе с тем система Линнея была искусственной, поскольку в один класс попадали растения, весьма далекие друг от друга, например рис и капуста, так как они имеют по 6 тычинок.

В отличие от искусственных *естественные системы* учитывают при классификации сходство и различия по многим признакам одновременно. Первая из таких систем создана Антуаном Жюссье в конце XVIII в. (1789). В ней он выделяет группы двудольных, однодольных, хвойных и бессемядольных (грибы, водоросли, мхи, папоротники).

Идея развития от простого к сложному, т. е. зачатки эволюционной теории, была положена в основу некоторых додарвиновских систем. Такова система Ламарка, а также система русского ботаника П. Ф. Горянинова (1834), который считал, что родственные таксоны имеют общее происхождение. Система Горянинова начинается с грибов и достаточно правильно, с современной точки зрения, располагает отделы высших растений в порядке их возникновения и развития.

Еще более разработана система Декандолля, которая впервые учитывала в классификации анатомическое строение растений (1824–1874). Система Дж. Гукера и Дж. Бенгема (1883) является логическим развитием системы Декандолля, но охватывает большее количество растений, а также

отличается оценкой беспокровных цветков как редуцированных, вторичных, а не первичных.

В конце XIX в. появилась и получила широкое распространение система А. Энглера. В ее основе лежит представление о первичности беспокровных однополых цветков, что в настоящее время оспаривается. Тем не менее, она является единственной системой, разработанной до уровня вида, поэтому применяется до настоящего времени: в большинстве гербариев мира растения расположены по этой системе, 30-томник «Флора СССР» также был издан на основе этой системы.

Еще в 1875 г. А. Браун выдвинул идею примитивности цветков магнолиевых и вторичности безлепестных цветков. Эта идея легла в основу многих современных систем: Ч. Бесси, Х. Гоби, Дж. Хатчинсона (начало XX в.). Несколько особняком стоит система А. А. Гроссгейма, в которой нет деления на классы Однодольных и Двудольных, что очень спорно.

Вышеназванные системы касаются покрытосеменных. Общепринятой системы до сих пор не существует. Нами в курсе систематики покрытосеменных используется система А. Л. Тахтаджяна.

Для создания современных систем применяются различные методы: сравнительно-морфологический, сравнительно-анатомический, сравнительно-эмбриологический, палинологический, географический, эколого-генетический, кариологический, гибридологический, цитологический, серодиагностический, хемотаксономический, палеоботанический и др.

Рассмотрим современную систему живой природы. Все многообразие органического мира делится на 2 империи:

– *Неклеточные организмы* (Noncellulata), к которым относят царство Вирусы (Virae);

– *Клеточные организмы* (Cellulata), в которых в свою очередь выделяют 2 подимперии: Доядерные, или Прокариоты (Procaruota), и Ядерные, или Эукариоты (Eucaryota).

ПОДИМПЕРИЯ ДОЯДЕРНЫЕ, ИЛИ ПРОКАРИОТЫ

Прокариоты — первые организмы, появившиеся на Земле приблизительно 3,2–3,3 млрд лет назад, которые включают в себя только микроскопически малые организмы, клетки которых не имеют оформленного ядра. Это одноклеточные или колониальные организмы. Клетки их мелкие, до 10 мкм, т. е. на порядок меньше эукариотических. У многих прокариот есть жгутики простого строения из белка флагеллина. В оболочке часто присутствует гликопептид муреин (для сравнения: у растений — целлюлоза, у грибов — хитин). В клетках отсутствуют митохондрии, хлоропласты, аппарат Гольджи. Рибосомы мельче, чем у эукариот, и отличаются по составу белков. Аналог ядра — генофор, состоящий из ДНК, белков и РНК. Генетическая система в виде кольца закреплена на клеточной мембране и

соответствует примитивной хромосоме. Митоз и мейоз отсутствуют, половой процесс очень редок. Размножаются прокариоты простым делением клетки на 2, перед этим происходит удвоение нити ДНК. Иногда встречается почкование. Существует процесс передачи наследственной информации от одного штамма другому с помощью кусочков нитей ДНК.

Прокариоты резко отличаются от эукариот особенностями метаболизма. Многие из них способны к фиксации атмосферного азота. Существуют анаэробные прокариоты.

Прокариоты включают 2 царства: Археобактерии (Arhaebacteria) и Настоящие бактерии, или Эубактерии (Eubacteria).

Царство Археобактерии. Отличаются от настоящих бактерий рядом физиологических и биохимических свойств. Клеточная стенка содержит не муреин, а кислые полисахариды, состав РНК резко отличается от всех остальных организмов. Наиболее известны метанобразующие бактерии, восстанавливающие углекислоту до метана. Обитают в строго анаэробных условиях. Возможно их применение для получения биогаза.

Царство Настоящие бактерии. Рассматривается в курсе микробиологии. Название «бактерия» происходит от греческого «бактерион» — палочка. По форме клеток делятся на несколько морфологических групп: кокки (шарообразные), бациллы (палочки), вибрионы (изогнутые) и спиллы (извитые). Часто имеются жгутики и ворсинки для передвижения путем скольжения.

С помощью способа окраски анилиновыми красителями, предложенного в 1884 г. К. Грамом, бактерии делят на *грамотрицательные* (подцарства Оксифотобактерии, Аноксифотобактерии, Скотобактерии, Спирохетобактерии) и *грамположительные* (подцарства Лучистые бактерии, Настоящие грамположительные бактерии и Микоплазмы) микроорганизмы.

У грамотрицательных микроорганизмов толстая оболочка не дает окрашивания по Граму. Основной компонент оболочки — муреин. У многих бактерий клетка окружена слоем слизи. Запасные вещества — волютин, иногда крахмал и гликоген. Не образуют эндоспоры.

Грамположительные бактерии способны образовывать эндоспоры.

Оболочка эндоспоры очень прочная, может выдерживать высокую и очень низкую температуру, высушивание и другие неблагоприятные условия, длительно сохраняя протопласт. В благоприятных условиях (тепло, влага, питательная среда) эндоспоры прорастают. Таких спор очень много в атмосфере, воде, почве — практически везде.

Известны *автотрофные* и *гетеротрофные* бактерии. В свою очередь автотрофные делятся на *хемотрофные* и *фототрофные*. Хемотрофные могут жить без света и органических веществ при условии наличия углекислого газа, кислорода и какого-либо неорганического соединения, спо-

способно окисляться. Таких бактерий немного, например нитрифицирующие бактерии, серобактерии, железобактерии. Роль их в круговороте веществ (биогеохимические циклы) очень велика. Многие важнейшие реакции, например азотфиксация и нитрификация, могут протекать только с участием бактерий.

Фототрофные бактерии содержат бактериохлорофилл, способны к фотосинтезу, но без выделения кислорода. Обитают в неглубоких прозрачных водоемах.

Гетеротрофные бактерии для получения энергии используют органические вещества. Среди них есть сапрофиты, паразиты, иногда симбионты.

Основная роль бактерий в природе — минерализация органических соединений. Деятельность бактерий используется человеком для получения многих пищевых и технических продуктов: кефира, сыра, кумыса, различных ферментов, спирта, лимонной кислоты, антибиотиков и др., а также при квашении продуктов, в генной инженерии и т. д.

Отрицательная роль бактерий связана с порчей ими пищевых продуктов, древесины, а также с вызываемыми ими болезнями у растений, животных и человека.

ПОДИМПЕРИЯ ЯДЕРНЫЕ, ИЛИ ЭУКАРИОТЫ

Эукариоты разделяют на царства: Протоктисты (Protoctista), Животных (Animalia), Грибов (Mycota или Fungi) и Растений (Vegetabilia или Plantae).

Царство Протоктисты. Это эукариотические организмы, обитатели вод, одноклеточные или колониальные, или с разветвленным слоевищем, не имеющим дифференциации на органы. У всех отсутствуют зародышевые стадии. Питание голозойное (путем заглатывания), осмотическое (путем всасывания), автотрофное.

Включают подцарства Простейшие животные организмы (Protozoa), Грибоподобные протоктисты и Водоросли (Algae).

Среди грибоподобных протоктистов выделяют следующие отделы:

- Оомицеты (Oomycota): фитофтора (Phytophthora) — поражает ботву и клубни картофеля; плазмодия (Plasmodium) — поражает виноградную лозу;
- Хитридиомикоты (Chytridiomycota): *Synchytrium endobioticum* — рак картофеля; *Olpidium brassicae* — «черная ножка» капусты;
- Слизевики (Mucoromycota): плазмодиофоромицота.

ВОДОРОСЛИ

Общая характеристика:

1. Тело не разделено на органы, представлено слоевищем, или талломом. Иногда имеются одноклеточные выросты — ризоиды.

2. Обитают: в водоемах, почве, на камнях, скалах, стволах деревьев, могут быть симбионтами лишайников.

3. Клетки устроены так же, как у растений. Имеют полисахаридную оболочку (у некоторых — пелликулу). Пластиды (хроматофоры) различной формы с пиреноидами.

4. Разнообразие пигментов: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины (фукоксантин, фикоэритрин, фикоцианин и др.).

Отдел Эвгленовые — это миксотрофные протоктисты.

Отдел Багрянки (Rhodophyta). Это самые глубоководные обитатели морей. Багрянки сходны с цианобактериями набором пигментов (хлорофиллы *a*, *d*, фикоцианин, фикоэритрин) и отличаются этим от всех других растений. Запасное вещество у них — особый багрянковый крахмал. Клеточная оболочка содержит особые пектиновые вещества, используемые человеком под названием агар-агар в микробиологии и кондитерской промышленности.

Тело багрянок — слоевище (таллом) в виде многоклеточных нитей, образующих псевдопаренхимные пластинки. К субстрату прикрепляются ризоидами.

Размножение вегетативное, половое и бесполое. Характерная особенность цикла развития — отсутствие жгутиковых стадий, споры и гаметы всегда неподвижны, переносятся током воды.

Типичные представители — порфира, батрахоспермум (рис. 1), немалион (рис. 2), каллитамнион. Рассмотрим половое размножение багрянок на примере немалиона, обитающего в Черном море. Таллом этой водоросли состоит из тонких нитей, скрепленных в пучки. Оогоний бутылкообразной формы и называется *карпогоном*. Яйцеклетка созревает в расширенной его части — брюшке. Верхняя часть карпогона называется *трихогиной*. В многочисленных антеридиях созревают неподвижные мужские гаметы — *спермации*. С током воды они пассивно перемещаются, прилипают к трихогине, протопласты спермация и яйцеклетки сливаются. Из образовавшейся зиготы формируется карпоспора, дающая начало новому растению. Бесполое размножение осуществляется тетраспорами.

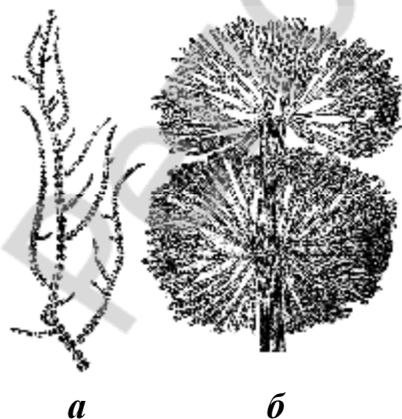


Рис. 1. Батрахоспермум:



Рис. 2. Немалион:

a — внешний вид таллома; *б* — часть таллома

a — поперечный срез слоевища; *б* — карпогонная ветвь

Отдел Диатомовые водоросли (Bacillariophyta). Резко отличаются от остальных групп водорослей наличием твердой кремнеземной оболочки (панциря). Одноклеточные или колониальные виды. Целлюлозная оболочка отсутствует. Панцирь состоит из 2 половинок — эпитеки и гипотеки. Хлоропласты в виде зерен или пластинок. Пигменты — хлорофилл, каротин, ксантофилл, диатомин. Запасной продукт — жирное масло. Размножение — вегетативное и половое. Живут повсеместно в морях и пресных водоемах. Представители изображены на рис. 3.

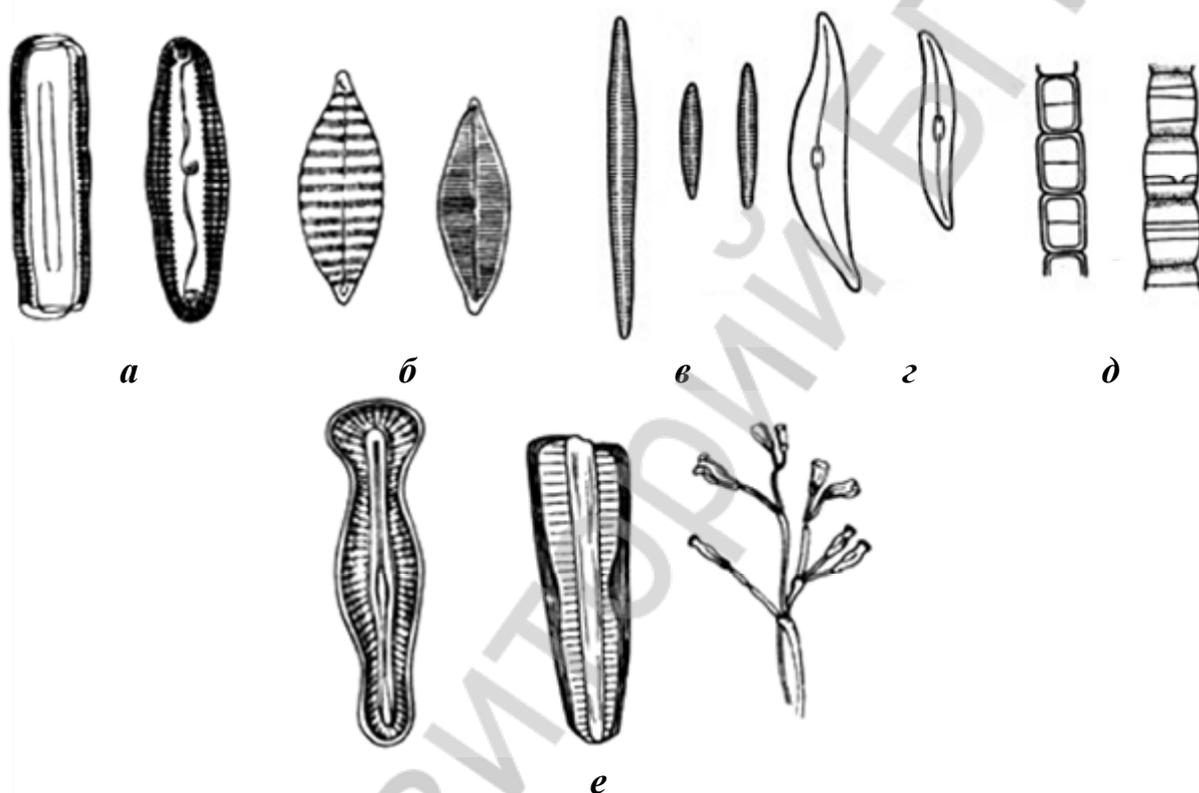


Рис. 3. Диатомовые водоросли:

a — пиннулярия; *б* — навикула; *в* — синедра; *г* — плевросигма; *д* — мелозира; *е* — гомфонема

Отдел Бурые водоросли (Phaeophyta). Многоклеточные обитатели морей, самые крупные из известных водорослей, иногда до 60 м длиной.

Клетки имеют ядро, одну или несколько вакуолей, оболочки сильно ослизняются. Хлоропласты окрашены в бурый цвет (пигменты: хлорофилл *a* и *c*, каротин, ксантофилл, фукоксантин). Запасной продукт — ламинарин, маннит и жиры. Размножение вегетативное, половое и бесполое, с четким чередованием поколений по изоморфному или гетероморфному типу.

Представители изображены на рис. 4.

Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta). Самый большой отдел среди водорослей, около 5 000 видов. Представители его весьма разнообразны

по внешнему виду: одноклеточные, многоклеточные, сифональные, нитчатые и пластинчатые. Обитают в пресной и морской воде, а также на почве.



Рис. 4. Бурые водоросли:

a — фукус; *б* — саргассум; *в* — нереоцистис; *г* — макроцистис; *д* — ламинария японская (морская капуста)

Отличительный признак — пигментный состав практически такой же, как и у высших растений (хлорофилл *a* и *в*, каротиноиды). Хлоропласты имеют двухмембранную оболочку, разнообразны по форме, могут быть пиреноиды. Оболочка клетки состоит из целлюлозы и пектиновых веществ. Встречаются подвижные формы, имеющие ундулиподии. Запасное вещество — крахмал, редко масло.

Представители (рис. 5): хламидомонада — одноклеточная водоросль, половой процесс изогамный; спирогира — нитчатая водоросль, половой процесс — конъюгация; каулерпа — имеет неклеточное строение (сифональное), внешне напоминающее стеблевые растения. Представляет собой гигантскую клетку с выростами длиной иногда до 50 см, имеющую единый протопласт с непрерывной вакуолью и многочисленными ядрами.

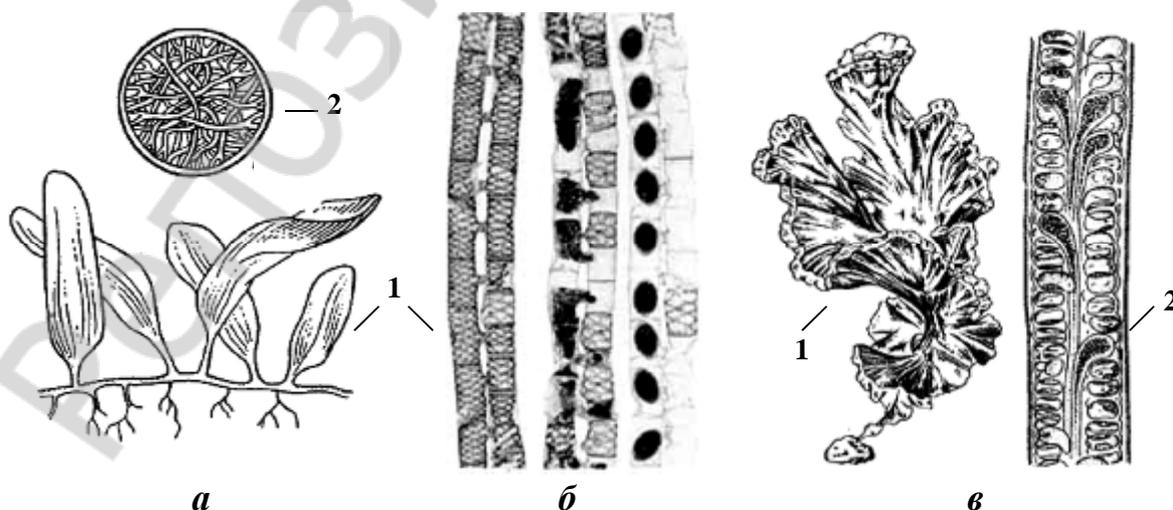


Рис. 5. Зеленые водоросли:

a — каулерпа; *б* — спирогира; *в* — ульва:

1 — внешний вид таллома; 2 — поперечный разрез таллома

Отдел Харовые водоросли (Charophyta). Это многоклеточные, расчлененные на части, внешне похожие на высшие растения водоросли. Размножение вегетативное и половое (оогамное). Оогоний имеет характерное строение, с оболочкой из 5 спирально закрученных клеток, на верхушке образующих коронку. Антеридий шарообразный. Зигота после периода покоя прорастает в новое растение. Представители показаны на рис. 6.

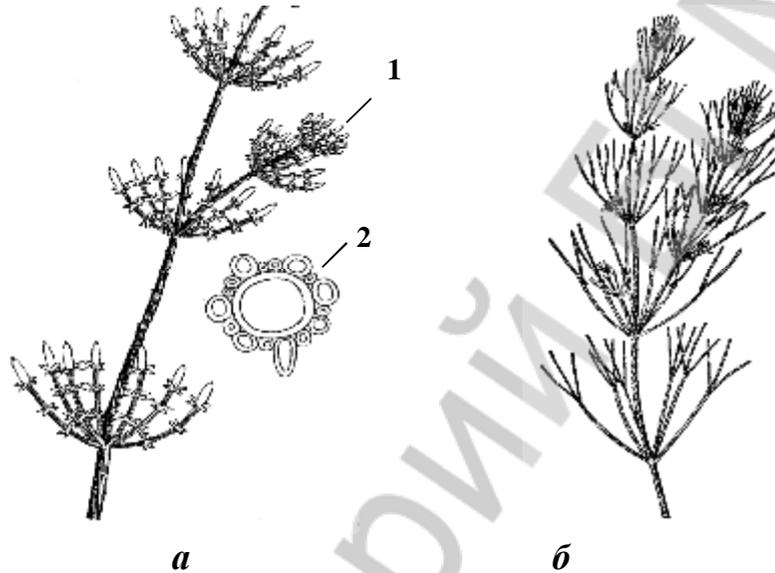


Рис. 6. Харовые водоросли:
а — хара: 1 — внешний вид таллома; 2 — таллом в поперечном сечении;
б — нителла

Значение водорослей. Огромную роль водоросли играют в создании органических веществ и кислорода на планете, в круговороте веществ, а также питания обитателей водоемов. Могут осуществлять очищение вод. Многие водоросли — индикаторы загрязнения местообитания. Могут использоваться в качестве продуктов питания для человека (всем известная морская капуста — смесь ламинарии и порфиры) и сельскохозяйственных животных, а также в качестве удобрений. Используются для получения агар-агара (анфельция), альгината натрия (клей), для изготовления растворимых нитей, применяемых в хирургии. В медицине используются ламинария, фукус, спирулина.

ЛЕКЦИЯ 2 ЦАРСТВО ГРИБЫ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРЕДСТАВИТЕЛИ

Грибы — это гетеротрофные организмы, выделенные в отдельное царство (Mycota, Fungi или Mycetalia).

Общая характеристика:

1. Являются сапротрофами, симбионтами, паразитами.

2. Тело представлено мицелием, или грибницей, состоит из тонких ветвящихся гиф (нитей) с апикальным ростом и боковым ветвлением. Мицелий может быть одноклеточным или многоклеточным (септированным). Последний может быть гаплоидным, дикарионным (сливаются только цитоплазмы, а ядра клеток сосуществуют самостоятельно), диплоидным.

3. Ткань, образованная мицелием, — плектенхима (ложная ткань).

4. Грибная клетка имеет хитиновую оболочку (у дрожжей оболочка образована глюканами). В протопласте имеются рибосомы, митохондрии, ядра. В вакуолях накапливается гликоген. Продуктом белкового обмена является мочевины.

5. Размножаются вегетативным, бесполом и половым путем. Вегетативное размножение осуществляется частями мицелия (грибницей), бесполое — за счет образования особых спор (конидиоспор), половое — за счет слияния гамет (гаметангиогамии) или соматических клеток (соматогамии). Созревание мужских и женских половых органов (антеридия и архегония) и последующее оплодотворение происходит внутри плодовых тел, образованных мицелием. Из образовавшейся зиготы (диплоидной или дикарионной) развиваются споры полового размножения (базидиоспоры, аскоспоры).

Классификация до конца не установлена. На сегодня выделяют: зигомицеты, сумчатые, базидиальные, несовершенные, лишайники.

Отдел Зигомицеты (Zygomycetes). Имеют хорошо развитый неклеточный мицелий, спорангиоспоры неподвижны, половой процесс — зигогамия.

Представитель — плесневый гриб мукор (*Mucor mucedo*). Развивается как сапрофит на растительных увлажненных продуктах. Мицелий после прорастания споры пышно развивается, пронизывая субстрат во всех направлениях. От мицелия вертикально приподнимаются спорангиеносцы, заканчивающиеся шаровидным спорангием. Споры после вскрытия спорангия разносятся токами воздуха и при благоприятных условиях прорастают в новый мицелий — так происходит бесполое размножение. Половое размножение осуществляется нитями мицелия от разных особей. На концах мицелиев делятся клетки (гаметангии), сливаются, образуется зигоспора с диплоидным ядром. Она разрастается, покрывается твердой шиповатой оболочкой. При прорастании из нее образуется неразветвленная гифа с зародышевым спорангием наверху. Перед образованием спор происходит редукционное деление. Гаплоидные споры дают разнополюй гаплоидный мицелий.

Отдел Сумчатые грибы, или Аскомицеты (Ascomycetes) — один из крупнейших отделов грибов, насчитывающий более 30 000 видов, что составляет 30 % всех известных видов грибов.

Основной признак аскомицетов — образование в результате полового процесса *сумок*, или *асков*, содержащих фиксированное число аскоспор (обычно 8). Мицелий многоклеточный из многоядерных или одноядерных клеток. На нем развиваются женские и мужские половые органы. Женский половой орган — *архикарп* — состоит из аскогона и трихогины (расширенная и узкая часть), мужской половой орган из одной цилиндрической клетки называется *антеридий*. Кончик антеридия срастается с трихогиной, и его содержимое переливается в архикарп. Однако ядра не сливаются, а сближаются, попарно образуя дикарионную зиготу, которая, прорастая, дает дикарионный мицелий. На нем развиваются выросты — аскогенные гифы. На их концах путем слияния ядер образуются сумки. Затем идет 3 деления ядра, одно из них редуцированное, и в каждой сумке образуется по 8 аскоспор. При прорастании они дают гаплоидный мицелий. Следовательно, в цикле развития аскомицетов чередуются 3 стадии:

- длительная гаплоидная, в течение которой происходит бесполое размножение;
- непродолжительная дикарионная (дикарионный мицелий, аскогенные гифы);
- очень короткая диплоидная (молодая сумка с диплоидным ядром).

В цикле развития сумчатых грибов большую роль играет бесполое размножение. Споры бесполого размножения — *конидии* — образуются на гаплоидном мицелии на конидиеносцах. Конидиальные спороношения развиваются в период вегетации грибов и служат для их массового расселения.

Сумки у большинства сумчатых грибов удлиненные, бывают на ножках и сидячие. Слой сумок называется *гимением*. Между сумками возникают стерильные волоски, или нити-парафизы, которые, по-видимому, способствуют разбрасыванию аскоспор.

Во время роста и ветвления аскогенные гифы обрастают со всех сторон обыкновенными гаплоидными вегетативными гифами и образуют плотное сплетение — *плодовое тело*.

Для сумчатых грибов характерны 3 типа плодовых тел (рис. 7).

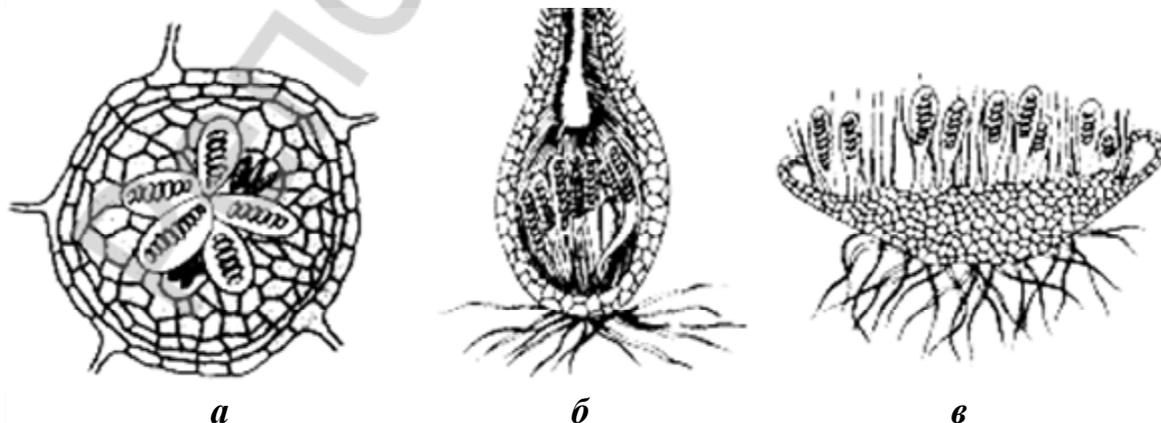


Рис. 7. Типы плодовых тел:
а — клейстотеций; б — перитеций; в — апотеций

Клейстокарпии (клеистотеции) — округлые, полностью замкнутые плодовые тела. Сумки освобождаются из них только при разрушении оболочки.

Перитеции — полузамкнутые плодовые тела, округлые или кувшиновидные с узким отверстием на вершине.

Апотеции — широко открытые при созревании плодовые тела, обычно блюдцевидные, дисковидные или шаровидные. На их верхней стороне располагается гимений.

В зависимости от наличия плодовых тел аскомицеты разделяются на 2 подкласса: Голосумчатые (*Hemiascomycetidae*) и Плодосумчатые (*Euascomycetidae*, *Loculoascomycetidae*).

К небольшому подклассу **Голосумчатых грибов** относятся примитивные аскомицеты, у которых отсутствуют плодовые тела и сумки развиваются одиночно или слоем непосредственно на мицелии. Наиболее распространенный представитель — дрожжевые грибки. Они не образуют типичного мицелия, их вегетативные клетки почкуются или делятся. Аскоспоры образуются в сумках, представляющих одиночные клетки.

Тело дрожжей в наиболее простой форме представляет одну клетку, которая имеет все основные структуры, характерные для грибов. Иногда клетки могут объединяться в различные более или менее прочные структуры в виде ложного или настоящего мицелия. Размеры одиночных дрожжевых клеток от 1 до 10 мкм. Форма дрожжевой клетки в значительной мере зависит от способа вегетативного размножения. Оно может происходить путем почкования или деления. У некоторых видов дрожжей известен гетерогамный половой процесс.

Дрожжи включают очень большую и разнородную группу организмов. Наибольшее значение для человека имеет род *Saccharomyces*, который объединяет как природные виды, так и производственные. Наиболее общим признаком их является способность к активному сбраживанию сахаров с образованием наибольшего, по сравнению с другими дрожжами, количества спирта. Сюда относятся пивные, винные, хлебные дрожжи.

Система **Плодосумчатых грибов** основана, в основном, на строении плодовых тел. Для удобства их делят на группы порядков соответственно типу плодовых тел и сумок.

Группа порядков Пиреномицеты. Плодовые тела — перитеции, реже — клейстотеции. Наибольший интерес в этой группе представляет порядок Спорыньевые, или Клавицепсовые, представитель — спорынья пурпурная (*Claviceps purpurea*), паразитирующая на злаках.

Цикл развития спорыньи (рис. 8). В конце лета на колосьях ржи появляются длинные слегка изогнутые темно-лиловые рожки — склероции. Они состоят из плотного сплетения гиф, заполненных питательными веществами и потерявшими воду. Опадая на почву, склероции перезимовывают, а весной из них прорастают красноватые головки на ножках — стромы. Строма — это несколько плодовых тел. В каждой стромахе образуется аскогон и антеридий, происходит оплодотворение, образуется дикарионная зигота, а из нее — аскогенные гифы с дикарионами. Перед образованием аскоспор происходит слияние ядер и 3 последовательных деления, в результате чего в каждой сумке содержится 8 гаплоидных аскоспор. Будучи выброшенными из сумок, они попадают при помощи ветра или насекомых на цветки колосьев, прорастают в мицелий, который внедряется в завязь пестика и выделяет сладкую липкую жидкость, так называемую «медвяную росу», привлекающую насекомых. Мицелий прорывает стенки завязи и образует множество спор — конидий, которые вместе со сладкой жидкостью прилипают к насекомым и переносятся на здоровые цветки. К концу лета мицелий в опустошенных им завязях начинает уплотняться и образует вновь склероции.

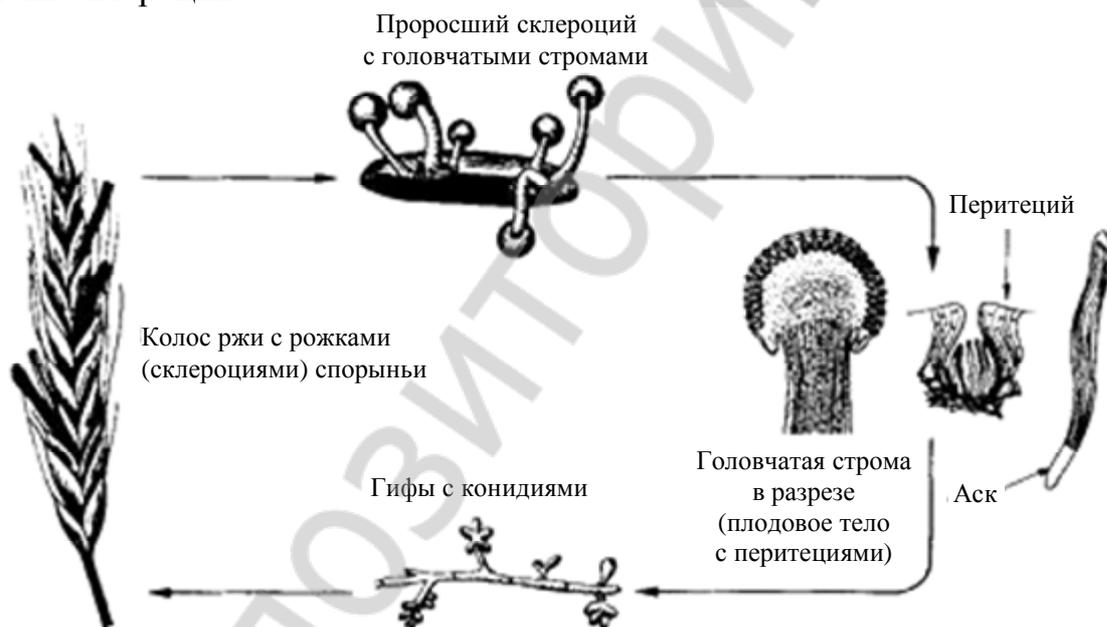


Рис. 8. Жизненный цикл спорыньи

Таким образом, в цикле развития спорыньи прослеживаются типичные для сумчатых грибов стадии: длительная гаплоидная, непродолжительная дикарионная и очень короткая диплоидная.

Склероции спорыньи содержат алкалоиды — эрготамин, эргометрин, эргокриптин и др.

Порядок Плектасковые. Это грибы-дерматофиты, которые обитают на волосах, ногтях, коже, вызывая дерматомикозы. Имеют замкнутое плодовое тело — клейстотеций.

Представители — трихофитон; эмерицеллопсис почвенный (*Emericella-lopsis terricola*) — продуцирует цефалоспорин.

Группа порядков Дискомицеты. Плодовые тела — апотеции. Наиболее распространенными являются представители родов строчок (*Gyromitra*) и сморчок (*Morchella*). По внешнему виду их плодовое тело напоминает шляпочный гриб, но поверхность его неровная, с чашевидными углублениями, на ней находится гимений — слой сумок со стерильными нитями (парафизами). Считаются условно патогенными.

Отдел Базидиальные грибы (Basidiomycetes). Высшие грибы с многоклеточным мицелием. Известно около 30 000 видов. Отличаются от сумчатых тем, что не имеют половых органов. Половой процесс (рис. 9) осуществляется путем слияния 2 вегетативных клеток гаплоидного мицелия, вырастающего из базидиоспоры.

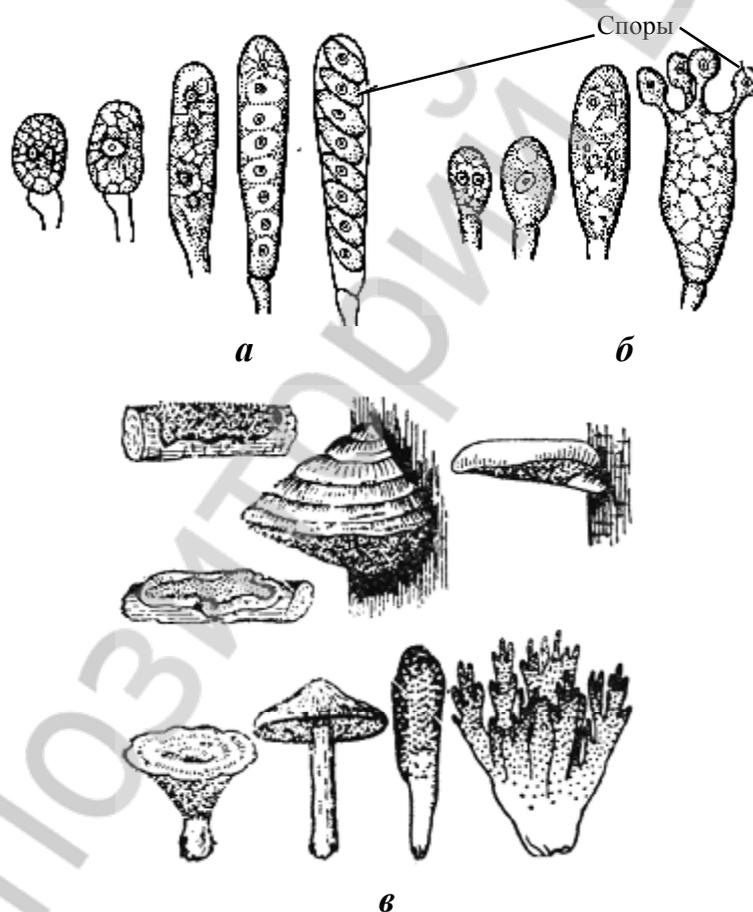


Рис. 9. Половое спороношение у базидиальных грибов:
а — схема развития сумки; б — схема развития базидии; в — плодовые тела

При этом происходит слияние цитоплазмы, а ядра образуют дикарионы, которые затем синхронно делятся. Такой дикарионный мицелий, пронизывая субстрат, может существовать длительное время. На концах дикарионных гиф образуются выросты — базидии, на них образуются 2–4 ба-

зидиоспоры. У большинства базидиомицетов базидии с базидиоспорами образуются на плодовых телах, сложенных из дикарионного мицелия. Базидии и парафизы составляют гимениальный слой, который на плодовом теле называется *гименофор*.

Сумки у сумчатых грибов и базидии отличаются тем, что споры в сумках формируются эндогенно, т. е. внутри сумки, а базидиоспоры развиваются экзогенно — на поверхности базидии на тонких выростах. У большинства базидиомицетов базидия остается одноклеточной и называется *холобазидией*, у некоторых же происходит деление и базидия состоит из 4 клеток (*фрагмобазидия*).

Выделяют 3 подкласса: Холобазидиальные (Holobasidiomycetidae); Гетеробазидиальные (Heterobasidiomycetidae); Телиоспоромицеты (Teliosporomycetidae).

Холобазидиомицеты включают 2 группы порядков: Гименомицеты и Гастромицеты.

Гименомицеты включают 2 крупных порядка: Афиллофоровые и Агариковые.

Порядок Афиллофоровые, или Трутовиковые. Представителем является настоящий трутовик (*Fomes fomentarius*). Плодовое тело одно- или многолетнее, в виде копыта или раковины; консистенция сочная или сухая, деревянистая. Мицелий внутренний, развивается в живой или мертвой древесине, а также в лесных почвах, где он является микоризным. Гименофор трубчатый. Поселяется на взрослых березах и буке, продолжая развиваться и на отмерших деревьях. Его необходимо отличать от гриба чаги (*Inonotus obliquus*), который поселяется на березе, реже ольхе, лещине, имеет бугорчатое плодовое тело в виде наростов и используется в качестве лекарственного растительного сырья. Согласно Государственной фармакопеи (ГФ) Республики Беларусь может заготавливаться в течение всего года, имеет вид кусков различной формы размером до 10 см с черным сильно растрескавшимся наружным слоем.

Представителем семейства является также домовый гриб (*Serpula domestica*) — опасный разрушитель домовых деревянных материалов. Проникая в сырую древесину, он вызывает ее распад.

Порядок Агариковые, или Пластинниковые (Agaricales). Включает семейство Пластинниковые (Agaricaceae). Грибы с пластинчатым гименофором, плодовое тело имеет форму шляпки, сидящей на ножке. На нижней стороне шляпки радиально расходятся многочисленные вертикально направленные пластинки, на которых развивается гимений. Большинство съедобных грибов относится к этому семейству: шампиньон, опенок осенний, сыроежка желтая, волнушка, груздь черный, рыжик и т. д. Из ядовитых: ложный опенок, мухомор красный, бледная поганка и др.

Телиоспориомыцеты включают ржавчинные (Ustilaginales) и головневые (Uredinales) грибы. Плодовых тел не имеют. Головневые грибы составляют несколько сот видов, являются паразитами. Мицелий членистый, сильно разветвленный, развивается в межклетниках и внедряется гаусториями в полость клетки. Больше всего страдают цветки, которые полностью разрушаются мицелием головневых грибов. Вместо урожая зерна в колосе или метелке злака оказывается огромное количество головневых спор. Распространены твердая головня пшеницы, пыльная головня пшеницы, пыльная головня овса и др. Все они наносят огромный ущерб сельскому хозяйству.

Ржавчинные грибы также паразитируют на хлебных злаках, распространены бурая и желтая ржавчины, поражающие пшеницу, другие виды ржавчины поражают подсолнечник, лен и т. д.

Отдел Несовершенные грибы (Fungi imperfecti/Deyteromycetes). Наряду с аско- и базидиомицетами представляют один из крупнейших отделов грибов — около 30 % всех известных видов. Характеризуются многоклеточным мицелием, но размножаются только бесполом путем — конидиями. Составляют группу опаснейших паразитов и сапрофитов. Различают 4 порядка:

1. **Гифомицеты.** Распространены в почве. Представители — грибы рода фузариум, которые вызывают различные болезни растений (фузариозы льна, злаков, хлопчатника).

2. **Меланкониевые.** Представитель — глеоспориум, вызывает заболевание растений (антракноз фасоли, винограда, смородины и др.).

3. **Сферосидные.** Представитель — грибы рода *Phoma*. Вызывают гниль корней и клубней свеклы и картофеля, особенно опасен в овощехранилищах.

4. **Плесневые грибы** (*Penicillium*, *Aspergillus*) (рис. 10).

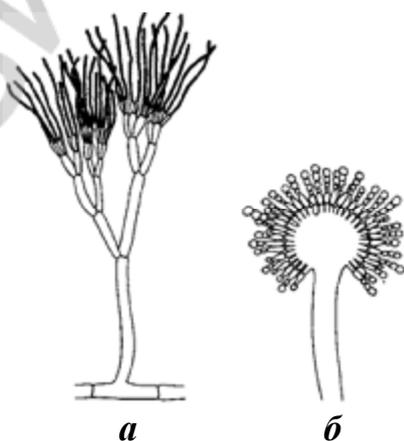


Рис. 10. Представители дейтеромицетов:
а — пеницилл; б — аспергилл

Экологические группы грибов:

1. *Почвенные* — минерализация органических веществ, образование гумуса (шляпочные грибы), микоризообразователи; копрофилы — на богатых перегноем почвах.

2. *Хищные* — могут быть сапрофитами, питаться нематодами (мелкими круглыми червями).

3. *Ксилофилы* — разрушители древесины, среди них домовые грибки.

4. *Водные* грибы.

5. *Грибы-паразиты* животных и растений.

Значение грибов. Грибы играют большую роль в круговороте веществ в природе: в разложении остатков животных и растений, попадающих в почву, образовании в почве органического вещества — повышают плодородие почвы, широко используются в пищу, для получения антибиотиков, лимонной кислоты. Грибы рода фузариум продуцируют ростовое вещество — гиббереллин, который используется в сельском хозяйстве. Грибы находят применение в медицине. Издавна применяются склероции спорыньи. Кроме того, исследованиями последних лет определено наличие БАВ (витамины, микроэлементы) в шампиньонах, опятах, груздях и др., что объясняет их промышленную культуру (шампиньоны). Установлено также, что мухомор наряду с известным алкалоидом мускарином содержит ряд ценных лекарственных веществ, обладающих противовоспалительным и антисептическим действием. Из грибов-паразитов насекомых получают боверин и триходермин, которые используют для борьбы с вредными насекомыми. Широко применяются грибы в хлебопечении, виноделии. Однако они приносят и вред: паразиты растений вызывают потерю урожая и порчу продуктов, наносят урон лесному хозяйству, разрушают деревянные постройки. Многие вредят здоровью людей и животных. Известны возбудители кожных заболеваний (лишай, парша, дерматиты), грибы являются причиной хронического гайморита. Очень опасны микотоксикозы, связанные с отравлением пищевых продуктов токсинами грибов.

Отдел Лишайники (Lichenes/Lichenophyta). Лишайник — сложный организм, образованный в результате симбиоза водоросли и гриба. Гриб получает от водоросли органические вещества — углеводы, а в то же время предоставляет водоросли среду обитания, защиту от пересыхания, перегревания, снабжает ее достаточным количеством воды с растворенными минеральными солями. Таким образом, хотя гриб в некоторой степени паразитирует на водоросли, но она извлекает из этого определенную пользу.

В результате этих сложных взаимоотношений в процессе эволюции возник новый самостоятельный комплексный организм, имеющий только ему присущие особенности строения и образа жизни.

Вегетативные тела лишайника — таллом, или слоевище — очень разнообразны по форме и окраске. По внешнему виду различают 3 типа талломов лишайников: накипные (или корковые), листоватые и кустистые.

Таллом *накипных лишайников* представляет собой корочку, прочно сросшуюся с субстратом — корой деревьев, поверхностью скал и камней. Этот таллом невозможно без повреждения отделить от субстрата. У некоторых накипных лишайников (например, стенная золотянка) почти весь таллом врастает в субстрат, и на поверхности видны только плодовые тела лишайникового гриба.

Листоватые лишайники имеют вид чешуек или пластинок. Их таллом прикрепляется к субстрату с помощью пучка гиф или ризоидов (пармелия, лобария).

Кустистые лишайники срастаются с субстратом только своим основанием, их таллом состоит из ветвей и толстых ветвящихся стволиков (кладония; цетрария — *Cetraria islandica*).

Водоросли, входящие в состав таллома, относятся к отделу зеленых и в меньшей степени к сине-зеленым. Из одноклеточных зеленых водорослей в лишайниках встречаются хлорелла, цистоккок, кладофора, плевроккок. Из сине-зеленых — чаще всего представители рода носток (*Nostoc*).

Грибы, входящие в состав лишайников, в основном, относятся к сумчатым. Гифы их составляют, как правило, основу таллома лишайников.

Анатомическое строение. Различают 2 типа таллонов: гомемерные и гетеромерные (рис. 11).

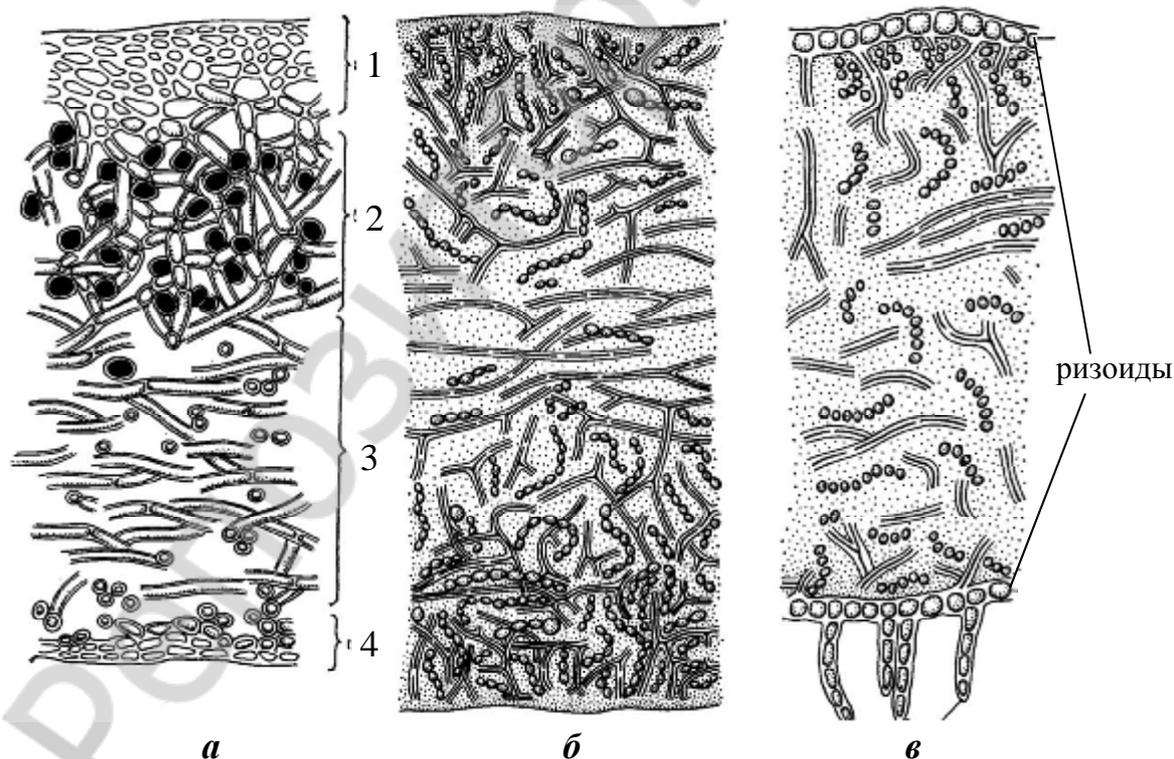


Рис. 11. Строение лишайников:
a — гетеромерный таллом: 1 — верхний коровый слой, 2 — слой водорослей, 3 — сердцевина, 4 — нижний коровый слой;
б, в — гомемерные талломы

В *гомеомерном*, более примитивном, клетки или нити водоросли равномерно распределены между гифами гриба. Такой таллом имеют слизистые лишайники, содержащие нитчатые сине-зеленые водоросли. *Гетеромерный* таллом имеет верхнюю кору, образованную плотным переплетением гиф гриба. Дальше идет гонидиальный слой, состоящий из клеток водоросли. Гифы гриба, заходящие в гонидиальный слой, образуют мелкие разветвления, которые плотно примыкают к клеткам водоросли. Здесь гриб получает от фотосинтезирующей водоросли углеводы. Далее расположена сердцевина — слой из рыхло переплетенных гиф гриба, с помощью которых внутри таллома поддерживается определенная влажность и воздушная среда, необходимая и для водоросли, и для гриба. За сердцевиной расположена нижняя кора из плотно переплетенных гиф гриба.

Размножаются лишайники несколькими способами:

1. Оба компонента размножаются автономно.

2. Соредиями, которые представляют собой мельчайшие образования, состоящие из одной или нескольких клеток водоросли, окруженных гифами гриба. Попав в благоприятные условия, прорастают и дают начало новому таллому.

3. Изидиями, представляющими собой простые или разветвленные выросты, густо покрывающие верхнюю сторону таллома. Снаружи покрыты корой, внутри содержат водоросли и гифы гриба. Изидии легко отламываются от поверхности таллома и, распространяясь с помощью дождя и ветра, также при благоприятных условиях образуют новые талломы.

Соредии и изидии характерны для листовых и кустистых лишайников. Размножение также может осуществляться участками таллома, которые легко отламываются от хрупких в сухую погоду лишайников ветром или животными и разносятся. В наибольшей степени такой способ присущ накипным лишайникам.

Лишайников известно около 25 000 видов, и они широко распространены по всему земному шару. Наиболее часто встречающиеся и важные лишайники — цетрария исландская, так называемый исландский мох (*Cetraria islandica*), кладония альпийская (*Cladonia alpestris*) — один из господствующих видов в наших тундрах и лесной зоне (называется ягелем). Интересен листоватый лишайник семейства Леканоровых, который имеет вид округлых или угловатых серых комочков и используется в пищу. Распространен в пустынях Африки и Азии. Легко отрывается ветром, поднимается в воздух и переносится на значительные расстояния. Иногда в виде дождя выпадает на землю, за что получил название «манна небесная» и явился поводом для всякого рода поверий.

Роль лишайников в природе. Лишайники являются пионерами растительности. Развиваясь на бесплодном субстрате, они постепенно подготавливают его для высших растений.

Имеют большое значение в качестве корма для северных оленей. Используются для получения чистой медицинской глюкозы, пищевого сахара, спирта, желатинирующих веществ.

В результате взаимодействия гриба и водоросли образуются специфические вещества, которые в природе нигде больше не встречаются. Это так называемые лишайниковые кислоты, некоторые из них обладают антибиотическим действием. Некоторые лишайниковые вещества действуют как стимуляторы, поднимающие тонус организма. На этом основано применение в народной медицине отвара цетрарии исландской, который используется и как отхаркивающее средство. Некоторые лишайники задействованы в парфюмерной промышленности, так как имеют приятный аромат.

Заключение. Грибы и лишайники представляют собой большую и недостаточно изученную, с точки зрения медицинского применения, группу организмов, которые имеют интересные биологические особенности и химический состав.

ЛЕКЦИЯ 3

ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРЕДСТАВИТЕЛИ

Представители данного царства — наиболее специализированные формы автотрофных организмов. Зигота дает начало многоклеточному зародышу, который развивается в спорофит (Embryophyta). Тело расчленено на стебель, лист и корень — их называют побеговыми или листостебельными (Cormophyta). Имеют типичное строение клетки, половой процесс — оогамия. Объединяют более 300 000 видов, некоторые — в ископаемом состоянии, и занимают господствующее положение на Земле. Включают 9 отделов:

1. Риниовидные (Rhiniophyta).
2. Зостерофилловые (Zosterophyllophyta).
3. Моховидные (Bryophyta).
4. Плауновидные (Lycopodiophyta).
5. Псилотовидные (Psilotophyta).
6. Хвощевидные (Equisetophyta).
7. Папоротниковидные (Polypodiophyta)
8. Голосеменные (Pinophyta/Gymnospermae).
9. Покрытосеменные, или цветковые (Magnoliophyta/Angiospermae).

Риниовидные и зостерофилловые — вымершие растения. Остальные отделы включают как вымершие, так и ныне существующие виды. По количеству видов и особенностям размножения растения делят на споровые и семенные. У споровых процессы споро- и гаметогенеза протекают на

разных организмах и в разное время. У семенных гаметофит редуцирован и развивается на спорофите.

Первыми наземными растениями были псилофиты, или риниовидные. Они имели относительно простое строение, представляли собой небольшие дихотомически ветвящиеся стебельки с листовидными выростами шиловидной или конической формы, на которых имелись устьица.

На кончиках ветвей стебелька развивались примитивные, в виде простых мешочков, спорангии. Вместо корней имелись ризоиды, дихотомически разветвленные до тонких веточек. Только ископаемые формы (куксония, риния) дают возможность судить о строении и жизни древнейших родоначальников наземных растений.

Высшие растения представлены большим разнообразием форм. Различают высшие архегониальные и цветковые растения. Среди архегониальных выделяют споровые и семенные растения.

Первыми в эволюционном ряду стоят высшие архегониальные споровые растения. Для них характерно образование яйцеклетки в архегонии и формирование одноклеточных спор.

Отдел Моховидные (Bryophyta). Представляет одно из ранних примитивных звеньев сложной и длительной цепи эволюции высших растений. Гаметофит преобладает над спорофитом. Имеют широкое распространение — от Арктики до субтропиков, поднимаются высоко в горы.

Слабо приспособлены к обитанию в сухих местах, поселяются в условиях повышенной влажности — лес, болота, сырые луга и т. д.

Размеры растений небольшие, до 20–30 см. Имеют хлоропласты и способны фотосинтезировать.

Отдел Моховидные делится на 3 класса: Антоцеротовые, Печеночные и Листостебельные мхи.

Класс Печеночные мхи (Hepaticopsida). Тело представлено слоевищем в форме пластинки дорзовентрального строения. От нижней (вентральной) стороны отходят одноклеточные ризоиды, соединяющие растение с субстратом. Представителем может служить маршанция многообразная (*Marsghantia polymorpha*). Слоевище ее покрыто эпидермой. Клетки нижней стороны образуют выросты — ризоиды. Верхняя эпидерма имеет дыхательные отверстия — дыхальца. К верхней эпидерме примыкает ассимиляционная ткань с крупными воздушными полостями, к нижней — запасаящая ткань. Растение разнородное. На женских экземплярах развиваются женские подставки с архегониями, на мужских — мужские подставки с антеридиями (рис. 12).



а *б*

Рис. 12. Маршанция многообразная:

а — мужское слоевище с подставками; *б* — женское слоевище с подставками и выводковыми корзиночками

Класс Листостебельные мхи (Bryopsida-Musci). Растения имеют хорошо выраженные стебель и листья. Ризоиды многоклеточные, сильно разветвленные. Включает 3 подкласса: Сфагновые, Андреевые, Бриевые мхи.

Подкласс Бриевые, или Зеленые, мхи (Bryiidae). Распространены, в основном, в местах избыточного или достаточного увлажнения. Типичным представителем является мох кукушкин лен (*Polytrichum commune*). Широко распространен в хвойных лесах, на лугах, болотах, образует густые дерновины. Стебель до 20 см высотой, покрыт жесткими листьями клиновидно-ланцетной формы. Подземная часть стебля — корневище, от которого отходят ризоиды. В центральной части стебля примитивный проводящий пучок. Снаружи стебель покрыт эпидермой. Цикл развития кукушкина льна представлен на рис. 13.

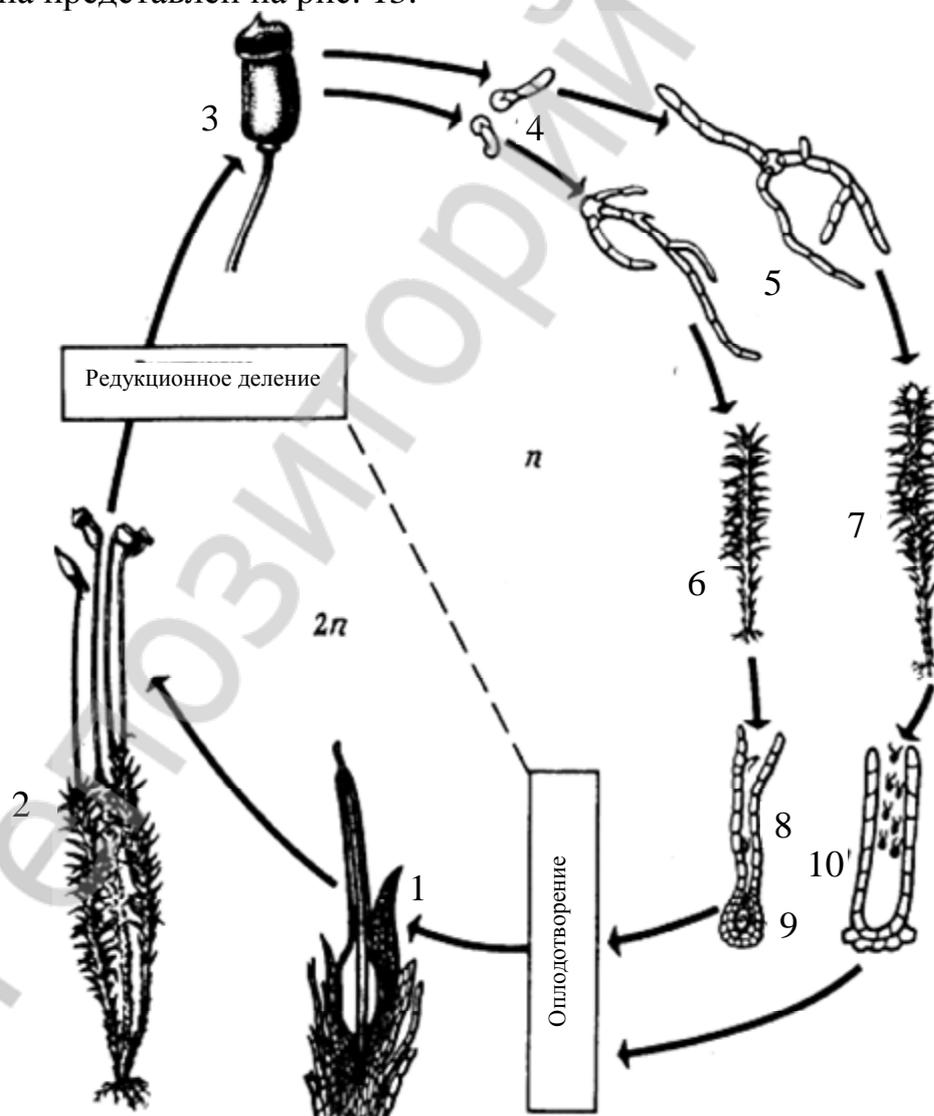


Рис. 13. Жизненный цикл кукушкина льна:

1 — молодой спорофит, развивающийся из зиготы на верхушке материнского растения; 2 — зрелый спорофит; 3 — зрелый спорогоний; 4 — проросшие споры; 5 — протонемы; 6 — женский гаметофит; 7 — мужской гаметофит; 8 — архегоний; 9 — яйцеклетка; 10 — антеридий

Растение двудомное. На вершине стеблей женских экземпляров образуются архегонии, на мужских — антеридии.

Женский половой орган мхов — архегоний — колбовидной формы. В нижней широкой части его — брюшке — формируются женская половая клетка (яйцеклетка) и над ней маленькая брюшная канальцевая клетка. Верхняя узкая часть — шейка — имеет канал с одним рядом мелких канальцевых клеток. Канальцевые клетки расплываются затем в слизь и обеспечивают передвижение сперматозоида к яйцеклетке.

Мужской половой орган мхов — антеридий — имеет вид продолговатого мешочка с однослойной стенкой. Внутри находятся мелкие сперматогенные клетки. Каждая из них дает 1–2 спирально изогнутых сперматозоида с 2 длинными жгутиками на переднем конце. Верхушки антеридиев вскрываются, из них выходят сперматозоиды и в капле воды (росы) могут достигнуть архегониев. Затем по каналу шейки они проходят к яйцеклетке, оплодотворяют ее. Оплодотворенная яйцеклетка одевается оболочкой, делится, и формируется коробочка на ножке — спорогоний. Клетки его имеют диплоидный набор хромосом.

Внутри коробочки-спорогония обособляется археспорий. Клетки его многократно делятся, и после редукционного деления (мейоза) образуются мелкие гаплоидные споры, служащие для бесполого размножения. Коробочки на верхушке вскрываются, споры высыпаются, разносятся ветром и в благоприятных условиях прорастают, дают тонкие нити — протонему. На протонеме развиваются почки, каждая из которых может дать растение мха. Вегетативно мхи могут размножаться также корневищем, кусочками слоевища и т. д.

Таким образом, споры, клетки протонемы, растения мха, его половые органы (архегонии и антеридии) имеют ядра с гаплоидным набором хромосом и представляют половое поколение — *гаметофит*.

Диплоидная фаза начинается с зиготы и кончается делением клеток археспория. Следовательно, спорогоний (коробочка с ножкой) — спорофит, бесполое поколение мха. Спорофит хоть и обособлен, но не отделен от гаметофита и питается за его счет, хотя и сам может фотосинтезировать. Отмирает спорофит в то же лето после рассеивания спор.

Другие бриевые мхи — птилиум (*Ptilium*), дикранум (*Dicranum*), мниум (*Mnium*), голокомиум (*Holocomium*) — образуют сплошной моховый покров в северных лесах-зеленомошниках.

Подкласс Сфагновые мхи (Sphagnidae). Объединяет около 300 видов, распространенных в северной лесной зоне на больших заболоченных пространствах. Сфагновые мхи имеют стебель и листья типа филлоидов.

Стебли и листья имеют мертвые клетки с кольчатыми и спиральными утолщениями оболочек. Между ними в виде сетки расположены мелкие живые хлорофиллоносные клетки. Мертвые клетки заполнены воздухом, что придает им белесый цвет и обуславливает огромную гигроскопичность. Одна часть сухого мха впитывает 25–30 частей воды. Представитель — *Sphagnum magellanicum* (рис. 14).

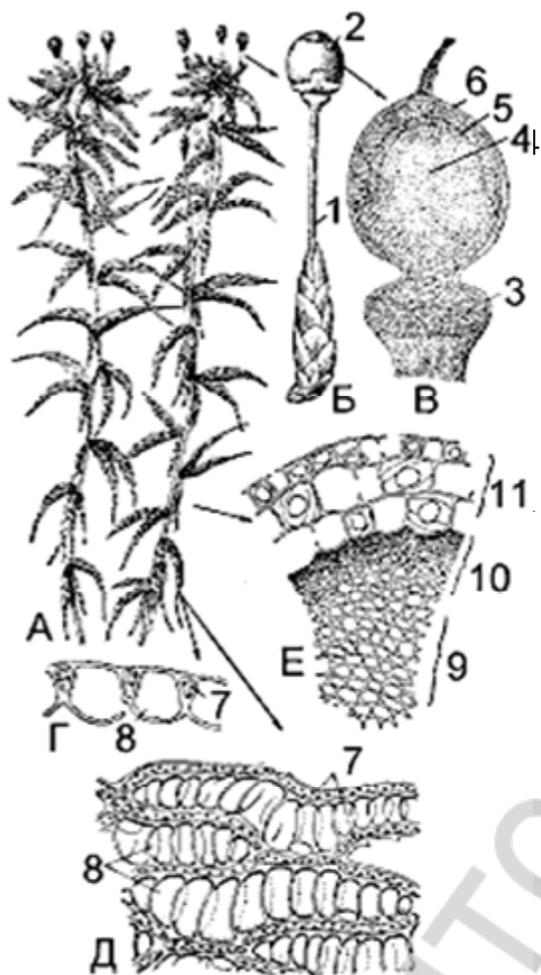


Рис. 14. Сфагнум:

a — общий вид; *б* — верхушка стебелька со спорангием; *в* — спорогон; *г, д* — филлоид в поперечном разрезе; *е* — стебель в поперечном разрезе:

1 — ложная ножка спорогона; *2* — спорогон; *3* — ножка; *4* — колонка; *5* — спорогенная ткань; *6* — стенка спорангия; *7* — хлорофиллоносные клетки; *8* — мертвые водозапасающие (гиалиновые) клетки; *9* — проводящие клетки; *10* — механические клетки; *11* — «кора»

значение в образовании каменного угля. Сохранились травянистые низкорослые, до 70 см высотой, растения со слабо разветвленными корнями и небольшими тонкими листьями типа филлоидов. Среди них имеются рав-

Сфагновые мхи образуют торфяные болота. Торф широко используется как топливо, удобрение, сырье в химической промышленности (спирт), уплотнитель и утеплитель. В медицине используется в качестве гигроскопического материала, для перевязок, подушек, прокладок и т. д.

Отделы Плауновидных, Хвощевидных и Папоротниковидных представляют собой большую группу высших наземных споровых растений, имеющих листья, стебли, корни с сосудисто-волокнистыми пучками. В жизненном цикле хорошо выражено чередование поколений. Спорофит представлен вегетативным растением. На нем в спорангиях формируются гаплоидные споры. У одних представителей — равноспоровых — они морфологически одинаковые, у других — разноспоровых — различные: микроспоры и мегаспоры. Из спор развивается заросток — половое поколение. У равноспоровых он обоеполый, у разноспоровых — раздельнополый (мужской и женский).

Отдел Плауновидные (*Lycopodiophyta*). Древовидные формы плауновидных вымерли, они имели важное

носпоровые и разноспоровые формы. Различают 2 класса: Плауновые и Шильниковые.

Класс Плауновые (Lycopodiopsida). Равноспоровые формы этого класса представлены растениями порядка Плауновых. Типичным представителем является плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*), который распространен в хвойных лесах (рис. 15). Имеет стелющийся, дихотомически разветвленный стебель с мелкими линейно-шиловидными листьями и слабо развитыми корнями. Длина стебля до 6 м и более. На верхушечных побегах несет парные спороносные колоски. Колосок состоит из стержня с листочками-спорофиллами. В пазухах спорофиллов сидят одиночные почковидные спорангии с большим количеством одинаковых спор. Спора дает заросток — двуполый гаметофит плауна. Заросток лишен хлорофилла, оплетен гифами гриба-микориза. На верхней стороне гаметофита развиваются архегонии с яйцеклетками и антеридии со сперматозоидами. После оплодотворения из зиготы развивается зародыш, из зародыша — взрослое



растение спорофитного типа. На образование из споры гаметофита и развитие из него спорофита уходит свыше 20 лет.

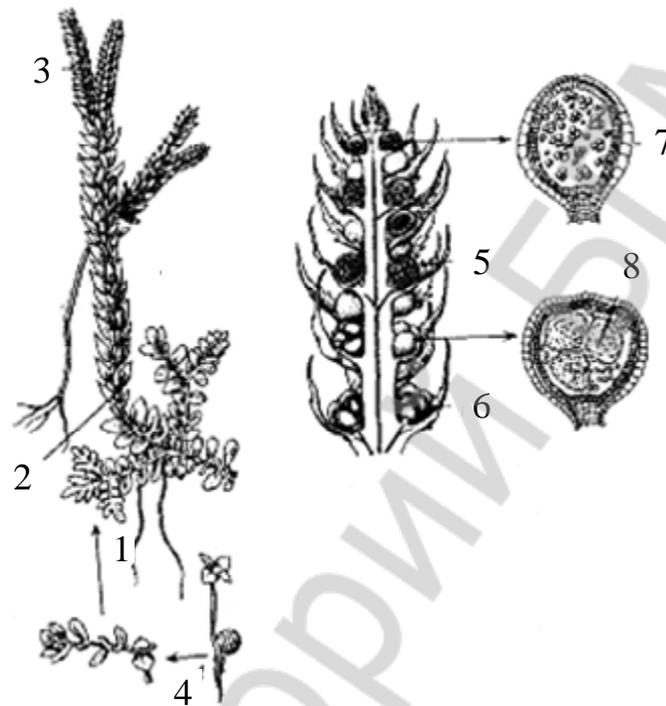
Рис. 15. Плаун булавовидный:

a — спорофит; *б* — спорофилл со спорангием; *в* — спора

Споры плауна используются в медицине в качестве детской присыпки, для обсыпки пилюль, в литейном производстве, пиротехнике и др.

Класс Полушниковые, или Шильниковые (Isoëtopsida). Разноспоровую форму представляет селягинелла (*Selaginella selaginoides*), которая распространена, в основном, в тропиках (рис. 16). В СНГ произрастает только 8 видов. Селягинелла имеет более нежные дихотомически ветвящиеся стебли небольших размеров. Образует небольшие кустики до 10 см.

Спороносные колоски имеют спорангии 2 типов: микроспорангии с большим количеством микроспор и мегаспорангии с 4 мегаспорами. Разноспоровость как начало половой дифференциации представляет прогресс эволюции. Споры дают заростки: микроспоры — мужской, мегаспоры — женский. Гаметофиты сильно редуцированы. Мужской состоит из антеридия и одной вегетативной клетки, на женском заростке несколько архего-



ниев с яйцеклетками. Заростки очень малы и не покидают оболочки споры. После оплодотворения яйцеклетки из зиготы образуется зародыш, а из него — взрослый спорофит. Большого практического значения не имеет. Тропические формы иногда разводятся как декоративные растения.

Рис. 16. Селягинелла обыкновенная:

а — спорофит; *б* — стробил со спорангиями:

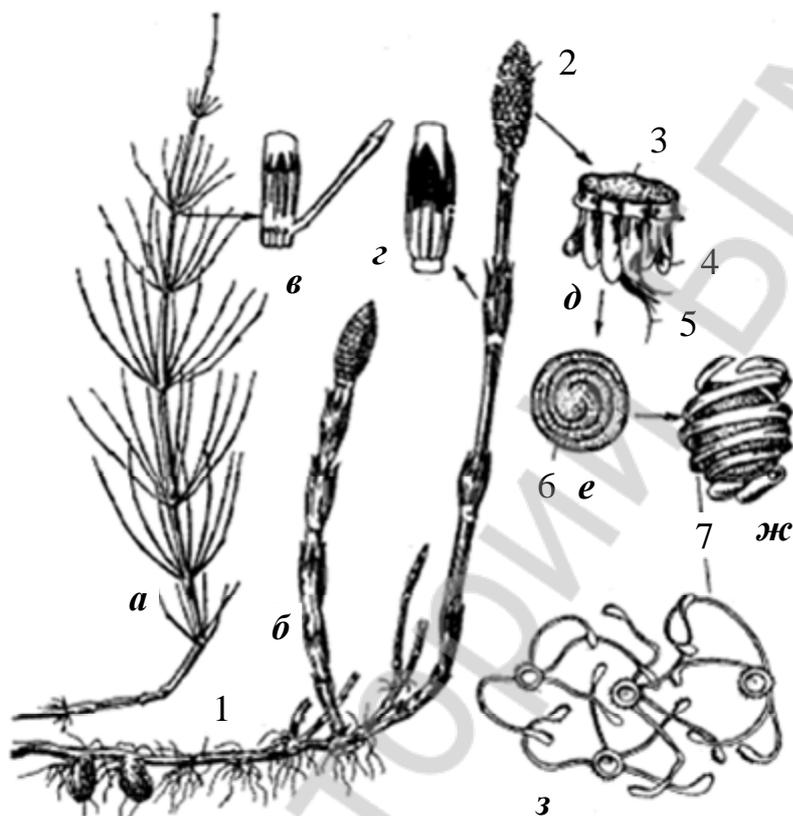
1 — придаточный корень; 2 — стебель с листьями; 3 — стробил; 4 — молодой спорофит; 5 — микроспорангий; 6 — мегаспорангий; 7 — микроспора; 8 — мегаспора

Отдел Хвощевидные (Equisetophyta). Представители этого отдела древовидной формы — каламиты — играли большую роль в растительном покрове Земли каменноугольного периода. До наших дней сохранились лишь мелкие травянистые растения рода хвощей, которых насчитывается около 20 видов. В СНГ распространены хвощи: полевой, луговой, болотный, лесной, топяной, ветвистый и др.

Особенности биологии и строения растений рассмотрим на примере хвоща полевого (*Equisetum arvense*) (рис. 17).

Как правило, это многолетний полевой сорняк. Зимует в виде корневища с запасом питательных веществ как в самом корневище, так и в клубнях, образующихся на нем.

Ранней весной из корневищ вырастают бледно-розовые спороносные побеги высотой около 20 см. Стебли этих побегов прямостоячие, сочные, неветвистые, с резко выраженными узлами и междуузлиями. Листья недоразвитые, мелкие, узкие, своими основаниями срастаются в трубку, располагаются мутовками. На верхушке побега спороносный колосок. Его ось покрыта видоизмененными листьями — споролистиками. На споролистиках



образуются спорангии, в спорангиях — споры. Внешне споры одинаковы, а физиологически могут быть различными. Каждая спора переkreщена 4 лентовидными придатками — элатерами, удерживающими несколько спор вместе. Ленты распрямляются при созревании спор и разбрасывают их.

Рис. 17. Жизненный цикл хвоща полевого:

- а* — вегетативный побег; *б* — спороносный побег; *в*, *г* — листовые влагалища; *д* — спорангиофор со спорангиями; *е-з* — споры:
1 — корневище с клубнями; *2* — стробил; *3* — щиток; *4* — спорангий; *5* — ножка; *6* — наружная оболочка споры; *7* — элатеры

В благоприятных условиях споры прорастают и дают двуполые или раздельнополые заростки, что зависит от условий произрастания. Архегонии и антеридии погружены в ткань заростка. В антеридиях образуются около 200 сперматозоидов, которые передвигаются в капле воды. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зигота, из нее — зародыш, из зародыша — взрослый спорофит.

После созревания и осыпания спор весенние спороносные побеги хвоща отмирают, вместо них из того же корневища образуются вегетативные побеги спорофита. Стебли этих побегов прямостоячие, ветвистые, с редуцированными чешуйчатыми листьями, обеспечивают пополнение запасных веществ в корневище. Таким образом, половое и бесполое поколения существуют самостоятельно. Большого практического значения не имеют. Вегетативные побеги хвоща полевого используются в медицине.

Отдел Папоротниковидные (Pterophyta/Polypodiophyta). Папоротники, как плауны и хвощи, происходят от псилофитов. Отдел объединяет около 10 000 видов, в СНГ — 100 видов. Включает классы: Marattiopsida, Polypodiopsida и др.

В качестве типичного представителя настоящих папоротников рассмотрим щитовник мужской (*Aspidium filix mas*), широко распространенный в лесах умеренной зоны (рис. 18).

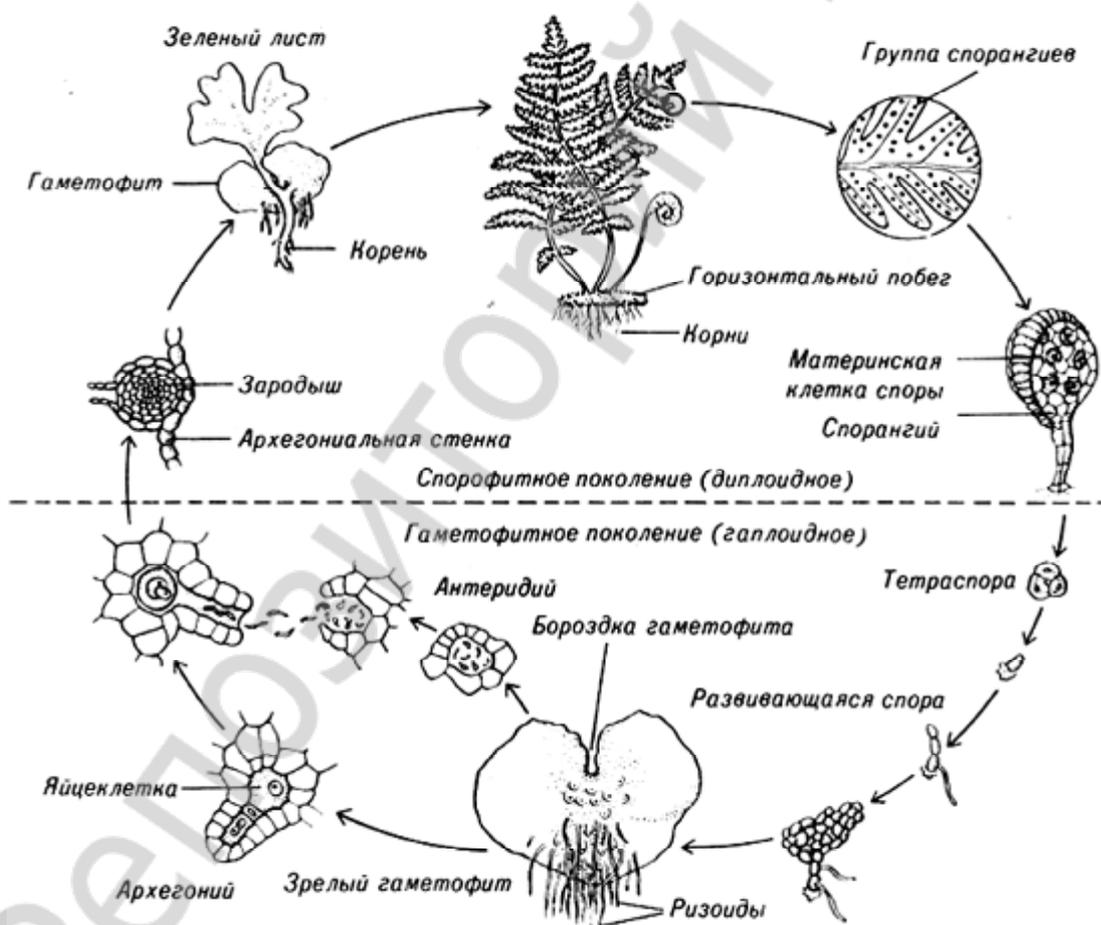


Рис. 18. Жизненный цикл папоротника

Размножается щитовник корневищами, бесполом и половым путем. Из корневищ вырастает пучок листьев. Молодые листья свернуты улиткой у основания взрослых, начинают разворачиваться под почвой и на третий год заканчивают формирование, достигая в длину 1 м и более. Сформиро-

ванные листья двоякоперисто-раздельные, растут верхушкой и каждый год отмирают. К середине лета на нижней стороне листа образуются спорангии. Спорангии сидят группами на толстом выросте (плаценте), образуя сорусы. В каждой спорангии споры округлой формы с двойной оболочкой (экзина и интина).

В благоприятных условиях спора прорастает и дает заросток (половое поколение — гаметофит). На нижней стороне заростка развиваются ризоиды, которыми он прикрепляется к земле, а также антеридии и выше — архегонии. Передвижение сперматозоидов связано с водой.

Из зиготы вырастает зародыш, а из зародыша развивается взрослое растение — спорофит (диплоидный); заросток погибает.

Кроме мужского щитовника растет орляк обыкновенный (*Pteridium angelinum*), щитовник женский (*Athyrium filix-femina*).

С точки зрения прогресса эволюции, представляет интерес водный папоротник — сальвиния (*Salvinia natans*), который образует микроспоры и мегаспоры в микро- и мегаспорангиях, что является началом половой дифференциации (рис. 19).



Рис. 19. Сальвиния плавающая:

a — общий вид растения (сверху); *б* — микро- и мегасорусы (в разрезе)

Большого практического значения папоротники не имеют. Корневища мужского щитовника и некоторых других видов используются в медицине для приготовления противоглистных препаратов.

Заключение. В эволюции высших споровых растений выделилось 2 направления. В одном — развивается и совершенствуется гаметофит, а спорофит занимает подчиненное положение. Это линия моховидных, не приведшая к возникновению новых форм растений. Она оказалась слепой линией эволюции. В другом — усложняется спорофит, который занял до-

минирующее положение в цикле развития растений, а гаметофит все больше редуцировался.

Эволюция спорофитной линии шла через развитие макрофилии, разносторонности, расчленения тела на органы, совершенствование и усложнение стебля, постепенный отход от оплодотворения в водной среде и обеспечила все разнообразие растительной жизни планеты.

ЛЕКЦИЯ 4

ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРЕДСТАВИТЕЛИ

Голосеменные (Pinophyta/Gymnospermae) — высшие архегониальные семенные растения. Родоначальником их считаются семенные папоротники, которые вымерли в конце каменноугольного периода в связи с похолоданием. В отличие от споровых растений голосеменные размножаются семенами, которые развиваются в семяпочке. Семена имеют зародыш и эндосперм — запас питательных веществ для зародыша. Зародыш развивается из зиготы. Эндосперм формируется из мегаспоры до оплодотворения (*материнское происхождение*). Играет большую роль в выживаемости растений. Покровы семяпочки (интегументы) защищают зародыш от неблагоприятных условий, затем становятся покровами семени. Семена не имеют околоплодника, расположены на чешуях шишки открыто. Наличие зародыша, эндосперма и интегументов — важнейшие приспособления голосеменных к наземному образу жизни.

Строение голосеменных. Обычно это древесные или кустарниковые формы. Имеется стержневой корень с клубеньками или микоризой, листья (хвоинки) мелкие, многочисленные (в отличие от папоротниковых), только у саговниковых сохраняются крупные листья. Хвоинки живут от 2 до 5 лет, отпадает только часть, поэтому растения вечнозеленые.

Стебель имеет моноподиальное ветвление. Побеги 2 типов:

1) удлиненные (с чешуйками);

2) укороченные (образуются в пазухах чешуек) — как правило, закрываются листьями.

Побеги заканчиваются шишками или стробилами. Стробилы, как правило, однополые, а растения однодомные (могут быть и двудомные — саговник).

Мужские стробилы состоят из оси и микроспоролистиков, формируются у основания молодых побегов, в пазухах чешуек (вместо укороченных побегов). Женские образуются на верхушках удлиненных весенних побегов. Процесс оплодотворения у древнейших представителей (саговник) осуществляется сперматозоидами, передвигающимися с помощью жгутиков в жидкой пыльцевой трубке, у современных — спермиями без

жгутиков, передвигающихся к яйцеклетке по пыльцевым трубкам, т. е. половой процесс независим от водной среды.

У голосеменных выражена смена поколений: бесполое — все растение, половое — сильно редуцированные мужской и женский гаметофиты. Они развиваются раздельно: женский гаметофит формируется из мегаспоры внутри семязачки, которая представляет видоизмененный *мегаспорангий*, мужской гаметофит — проросшая пыльца, а антеридий отсутствует совершенно.

Голосеменные широко распространены по земному шару.

Классификация до сих пор не стабилизирована. Чаще всего выделяют 6 классов: Семенные папоротники, Саговниковые, Беннетитовые, Гнетовые, Гинкговые, Хвойные.

Класс Семенные папоротники (Pteridospermae). Это вымерший класс. Известны только как ископаемые. Произшли от разноспоровых папоротников. Переходная группа от папоротниковых к голосеменным. С папоротниками их сближает строение и внешний вид листьев, с голосеменными — наличие семезачатков и семян, вторичный прирост стебля.

Класс Саговниковые (Cycadopsida). Объединяет около 20 видов ныне произрастающих растений. Распространены в тропических и субтропических областях Восточной Азии, Австралии, Африки, Америки. Эти медленно растущие деревья до 20 м высотой живут до 1 тыс. лет. Стебель не ветвистый, колонновидный. Имеют крупные перисто-рассеченные листья до 3 м. Сердцевина сильно развита, в ней запасаются огромные количества крахмала, издавна используется для изготовления крупы. Имеются крупные стробилы: женские (до 10 кг) используются в пищу, мужские собраны небольшими группами. Оплодотворение еще связано с водой. Сперматозоиды многожгутиковые. Прекрасные декоративные растения. Представители изображены на рис. 20.



Рис. 20. Саговники:

a — *Cycas revoluta*; *б* — *Stangeria paradoxa*; *в* — *Zamia floridana*

Класс Беннетитовые (Bennettitopsida). Полностью вымерли. Имели обоеполые шишки. По строению были похожи на саговники.

Класс Гинкговые (Ginkgoopsida). Представлены одним видом — гинкго двулопастным (*Ginkgo biloba*) (рис. 21). Это вечнозеленое дерево высотой до 40 м с ветвистой густой пирамидальной кроной. Листья черешковые, с широкой веерообразной пластинкой. Растение двудомное. Микроспорофиллы располагаются по спирали на оси сережки, на концах которой по 2 микроспорангия. Мегаспорофилл в виде бугорка несет по 2 семяпочки. Опыление производится ветром. Сперматозоиды многожгутиковые.

Семена крупные, похожи на костянку, используются в пищу. Древесина ценится наравне с древними хвойными. Родина — Юго-Западный Китай. Широко культивируется. Как священное дерево известно в Китае, Японии, во всех ботанических садах представлено как декоративное. Листья используются для приготовления лекарственных препаратов.

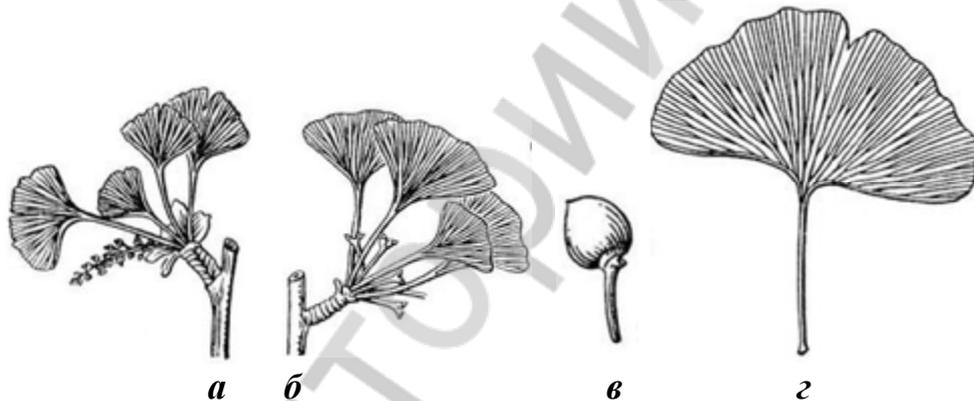


Рис. 21. Гинкго двулопастный:

a — укороченный побег с листьями и микростробилом; *б* — укороченный побег с листьями и мегастробилами; *в* — семя; *г* — лист

Класс Хвойные (Pinopsida). В современной флоре это самые многочисленные представители голосеменных — 600 видов. Наиболее распространены в Северном полушарии, где образуют обширные хвойные леса (сосна, ель, лиственница, пихта). В основном разнообразие хвойных сосредоточено по периметру Тихого океана. Являются деревьями и кустарниками, травянистые представители данного класса не известны. Ветвление моноподиальное, реже симподиальное. Хвойных отличает наличие хвои, отсутствие подвижных сперматозоидов, большинство представителей одноклеточные, а не двуклеточные. Мужские шишки намного меньше женских. Семена снабжены пленчатым крылатым присемянником.

Возникли хвойные задолго до того, как образовались современные горы и равнины. Наиболее древним считается Китайский очаг происхождения. Успех современных хвойных объясняется тем, что они достигли вы-

сокого ксероморфного строения по сравнению с другими голосеменными; в зимнее время, несмотря на наличие хвои, испаряют воды в несколько раз меньше, чем оголенные покрытосеменные — прогресс мелколистной линии эволюции.

Включают 2 подкласса: Кордаидиды — вымершие; Хвойные (Pinidae).

Подкласс Хвойные включает 7 порядков, из которых наиболее важны 3: Сосновые, Тиссовые, Кипарисовые.

Порядок Тиссовые (Taxales). Тисс (*Taxus orientalis*) — широко раскидистое теневое красивое дерево с несколькими вершинами. Древесина высокого качества. Ныне редкое растение. Сохранился на Кавказе, в Карпатах, Крыму, Беларуси.

Порядок Сосновые (Pinales). Наиболее обширный, имеющий огромный ареал и представленный на всех континентах. Листья очередные, одиночные или собранные в пучки. Одно-, иногда двудомные. Шишки при созревании деревянистые, раскрывающиеся. Пыльца с воздушными мешками (редко без них). Включает 10 родов, обитающих преимущественно в северном полушарии (сосна, ель, пихта, лиственница, кедр и др.).

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) — прямостоящее дерево до 50 м высотой, иглы по 2 в пучке, корень стержневой. Растение однодомное. Шишки одиночные или расположены по 2–4 около верхушек побегов. Светолюбиво. В коре, древесине, листьях имеются схизогенные смоляные ходы, содержащие эфирные масла, смолы, бальзамы. Цикл развития представлен на рис. 22.



Рис. 22. Цикл развития хвойных (сосны):

1 — мужская шишка; 2 — микроспорофилл с микроспорангием; 3 — пыльца; 4 — женская шишка; 5 — мегаспорофилл; 6 — чешуйка с двумя семязачатками; 7 — чешуя с

двумя семенами в шишке третьего года; 8 — проросток

Мужская шишка располагается у основания молодой ветки и имеет ось, на которой снизу доверху по окружности сидят микроспорофиллы. На нижней стороне каждый имеет 2 микроспорангия, в которых развиваются микроспоры.

Микроспора прорастает еще в микроспорангии. При делении ее ядра образуется 1 антеридиальная клетка и 1 вегетативная. Вегетативная клетка отмирает, а антеридиальная образует базальную и сперматогенную (генеративную) клетку, дающую 2 спермия. После образования этих 2 клеток микроспорангий вскрывается, и пыльца разносится ветром.

Женские шишки возникают на верхушках молодых побегов. На оси шишки расположены 2 вида чешуек: наружные бесплодные, называемые кроющими чешуями, и внутренние семенные, на верхней стороне которых в основании расположены 2 семяпочки (мегаспорангия). Кроющая чешуя — это стерилизованный мегаспорофилл.

Семяпочка состоит из нуцеллуса и покровов (интегументов). На верхушке семяпочки находится пыльцевход. Обычно одна из клеток нуцеллуса становится материнской клеткой мегаспор. Она делится с редукцией хромосом на 4 мегаспоры, из которых 3 верхние дегенерируют, 1 сохраняется. Прорастая, мегаспора дает женский многоклеточный заросток — эндосперм. На стороне заростка, обращенной к пыльцевходу, образуются 2 архегония, в каждом поляризуется 1 крупная яйцеклетка и 2–4 маленькие шейковые клетки.

Попав через пыльцевход на нуцеллус семяпочки, пыльца долгое время (год) остается в состоянии покоя, прилипая к нему, через год прорастает. Антеридиальная клетка делится на 2: генеративную и вегетативную. Последняя создает среду для продвижения генеративной, которая дает 2 спермия (не сперматозоида). Пыльцевая трубка доносит их до архегониев, лопается, и 1 спермий проникает к яйцеклетке и оплодотворяет ее. Зигота делится, образуя зародыш, который развивается за счет первичного эндосперма (материнского происхождения).

Созревание семян происходит в конце 2-го года. Женская шишка разрастается, из красной становится зеленой, чешуи во время оплодотворения и развития семени плотно примыкают друг к другу. Зрелая шишка становится бурой, чешуи раскрываются, и семена высыпаются.

Итак, подвижных сперматозоидов не образуется, вместо них спермии, доносимые до архегониев пыльцевой трубкой — половой процесс отошел, наконец, от водной среды.

В качестве лекарственного растительного сырья в ГФ Республики Беларусь указаны почки сосны как отхаркивающее средство и шишки ели обыкновенной (*Picea abies*) как противовоспалительное.

Порядок Кипарисовые (Cupressales). Листья кипарисовых бывают мутовчатые или супротивные, чешуйчатые или игловидные.

Род Можжевельник (*Juniperus* sp.). Представитель — можжевельник обыкновенный (красный, сибирский, казачий и др.) (рис. 23). Чешуи женской шишки мясистые, сростаются, образуя шишкоягоды, включенные в качестве лекарственного растительного сырья в ГФ Республики Беларусь под названием «плоды можжевельника», рекомендуемые как мочегонное средство.



Рис. 23. Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*)

Род Кипарис. Представитель — кипарис вечнозеленый (для зеленого строительства).

Класс Гнетовые (Gnetopsida). Одно- или двудомные растения. Семяпочка одна, с 1–2 покровами, вытянутыми на концах в трубку, имеющую некоторое сходство со столбиком у пестичных растений. Вторичная древесина имеет сосуды, нет лестничных трахеид, смоляные ходы отсутствуют, листья супротивные, зародыши двудольные. Эти признаки придают особое положение классу.

Включают 3 порядка: Эфедровые, Вельвичиевые, Гнетовые.

Порядок Эфедровые (Ephedrales). Эфедра хвощевая (*Ephedra equisetina*) (рис. 24) — небольшой кустарничек, до 40 см высотой, похожий на хвощ, распространен в Европейской и Азиатской части Северного полушария. Зеленый ребристый членистый стебель несет незаметные чешуйчатые супротивные листья. Растение двудомное. Стробилы похожи на соцветия колоски. Семяпочка заключена в особый покров, который после опло-

дотворения разрастается и напоминает сочный околоплодник (типа костянки). Содержит эфедрин (2–3 %). Применяют при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний нервной системы, бронхиальной астмы и т. д.

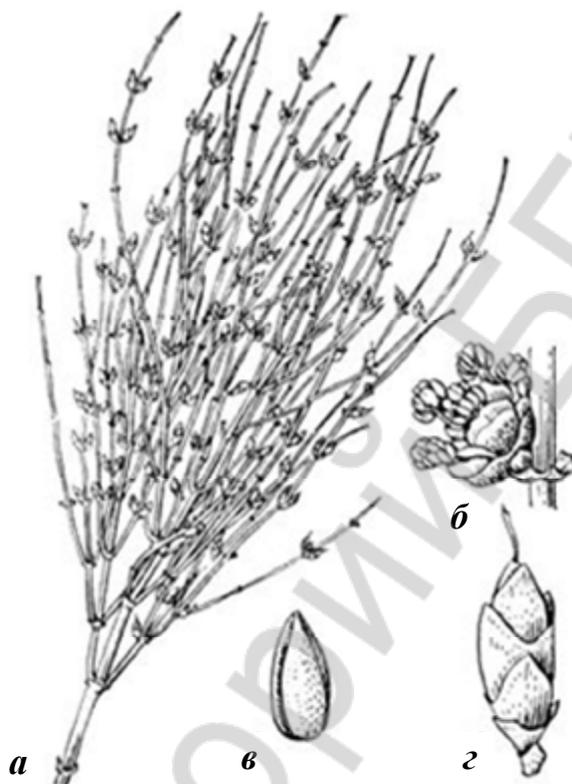


Рис. 24. Эфедра хвощевая:

а — ветвь цветущего пестичного растения; *б* — тычиночный колосок (собрание микро-стробилов); *в* — семя; *г* — семязачаток со стерильными кроющими чешуями

Порядок Вельвичиевые (Welwitschiales). Представлен одним видом — вельвичия удивительная (*Welwitschia mirabilis*), — сохранившимся как эндемичное растение в Анголе, Юго-Западной Африке. Представляет собой огромный проросток — 2 супротивных листа по 2–3 м.

Значение хвойных. Наибольшее значение имеют шишконосные. Древесина сосны и ели — строительный материал, из нее также получают бумагу; кора лиственницы содержит 10 % дубильных веществ, кедровые орешки — 50 % жирного масла; хвоя сосны — поставщик витамина С; эфирные масла, смолы и бальзамы используются для получения скипидара, канифоли, древесного уксуса, с лекарственной целью.

Эволюционное значение голосеменных. Голосеменные — огромный шаг в эволюции растительного мира. Появился ряд признаков, позволивший голосеменным занять значительное место в растительном мире: наличие семяпочки, семян, дифференциация на органы; проводящая система —

сосуды; преобладает спорофит (редукция гаметофита); половой процесс не связан с водой.

ЛЕКЦИЯ 5

ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ. ОБЩАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Покрывосеменные (Magnoliophyta/Angiospermae) — высшие цветковые растения. Занимают господствующее положение в растительном покрове земного шара. Появились в меловой период мезозойской эры, сейчас насчитывают 250 000–300 000 видов. Отличия от предыдущих отделов растительного мира:

1. Представлены деревьями, кустарниками, травами (одно-, дву- или многолетними).

2. Вегетативные органы состоят из очень разнообразных гистологических элементов, есть сосуды.

3. Имеют специализированные вегетативные органы: корень, стебель, лист, корневища, клубни, луковицы.

4. Имеют настоящие цветки.

5. Наличие пестика и плода (семязачатки находятся под покровом плодолистиков), семена укрыты околоплодником.

6. Дальнейшая редукция мужского и женского гаметофитов.

7. Двойное оплодотворение.

8. Эндосперм гибридный, триплоидный.

9. Зародыш имеет 1–2 семядоли.

Покрывосеменные стоят на первом месте по сложному химическому составу и разнообразию протекающих физиологических процессов. Имеют огромное значение в хозяйственной деятельности человека. Вся эволюция современного царства Животных, особенно млекопитающих, птиц и возникновение человека связаны с цветковыми растениями.

ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФАРМАКОПЕИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ К ВНЕШНЕМУ СТРОЕНИЮ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ

Листья (Folia) — лекарственное сырье, представляющее собой высушенные или свежие листья или отдельные листочки сложного листа.

Диагностические признаки (макроскопические):

1. Тип листьев (простые или сложные).

2. Форма листовой пластинки и черешка (рис. 25).

3. Характер края (рис. 26).

4. Способ прикрепления листа к стеблю (рис. 27).
5. Тип расщепления листовой пластинки (рис. 28).
6. Жилкование (рис. 29).
7. Опушенность.

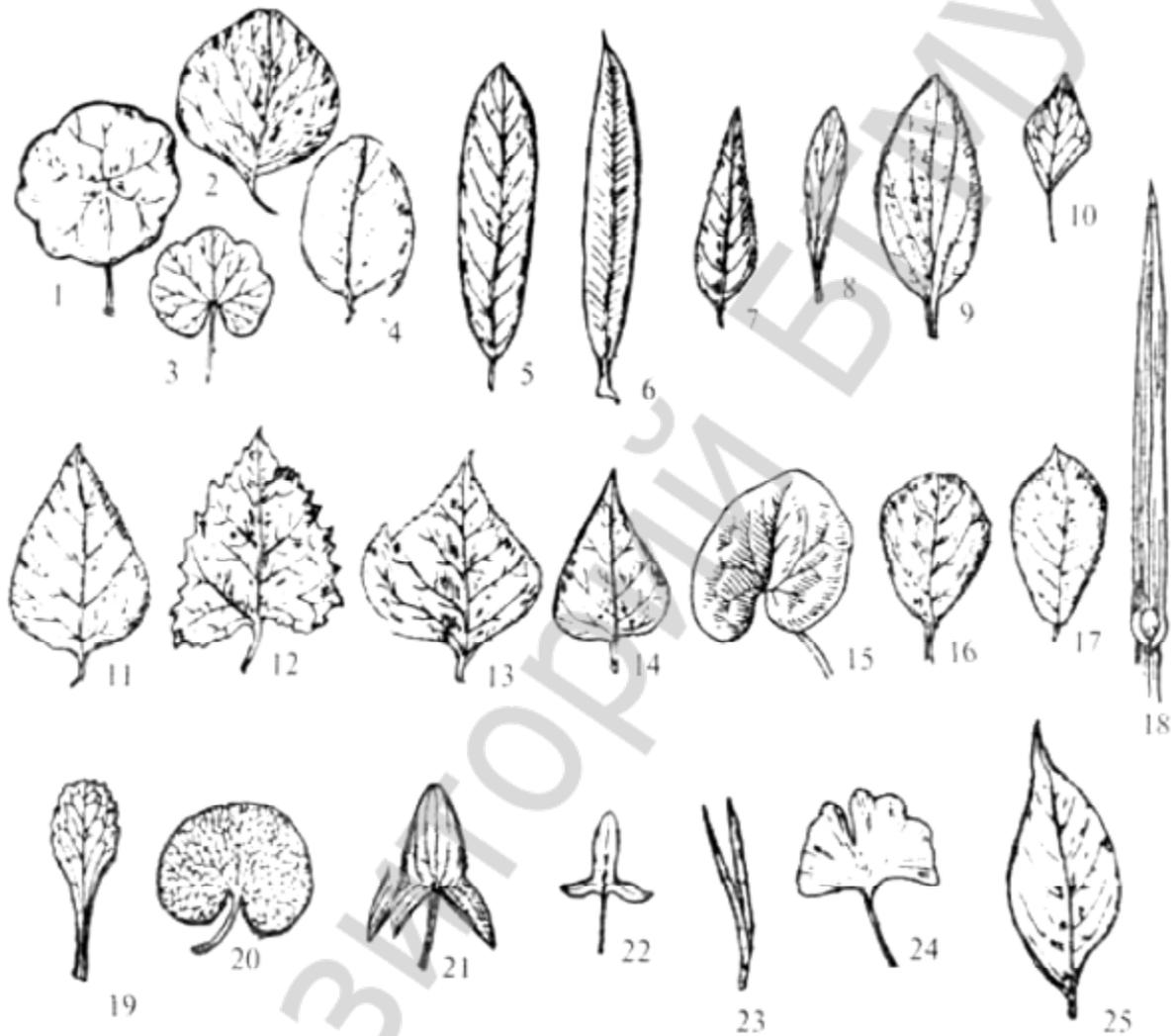


Рис. 25. Форма листовой пластинки:

1–3 — округлая; 4 — овальная; 5 — продолговатая; 6 — ланцетная; 7 — продолговато-яйцевидная; 8 — обратноланцетная; 9 — эллиптическая; 10 — ромбовидная; 11 — яйцевидная; 12 — яйцевидно-сердцевидная; 13 — широкояйцевидная; 14 — треугольная; 15 — сердцевидная; 16 — обратнойцевидная; 17 — продолговато-обратнойцевидная; 18 — линейная; 19 — лопатчатая; 20 — почковидная; 21 — стреловидная; 22 — копьевидная; 23 — игловидная; 24 — веерообразная; 25 — с неравнобоким основанием

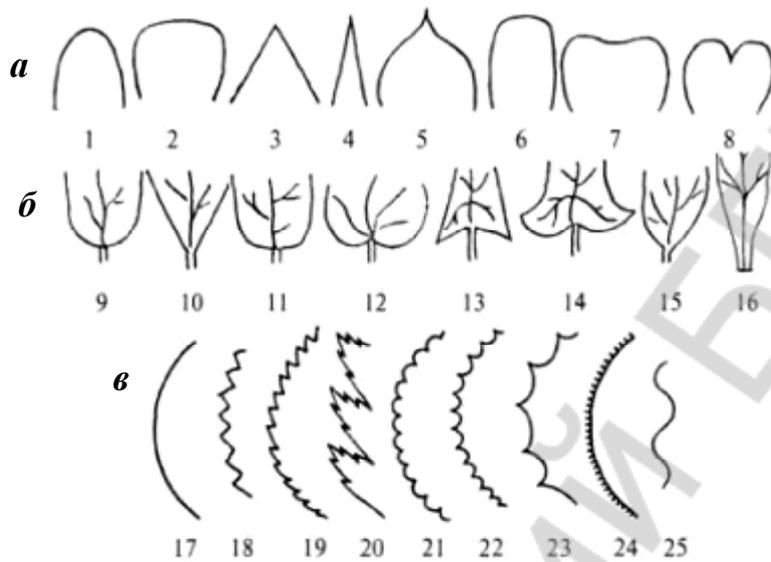


Рис. 26. Форма верхушки, основания и характер края:

a — верхушка: 1 — округлая, 2 — плоская; 3 — заостренная; 4 — острая; 5 — остроко-
нечная; 6 — притупленная; 7 — выемчатая; 8 — двулопастная;
б — основание: 9 — округлое; 10 — клиновидное, 11 — плоское; 12 — сердцевидное;
13 — стреловидное; 14 — копьевидное; 15 — неравнобокое; 16 — зауженное;
в — край: 17 — цельный; 18 — зубчатый; 19 — пильчатый; 20 — неравномерно двоя-
копильчатый; 21 — городчатый; 22 — выемчатый; 23 — крупновыемчатый; 24 — рес-
нитчатый; 25 — волнистый

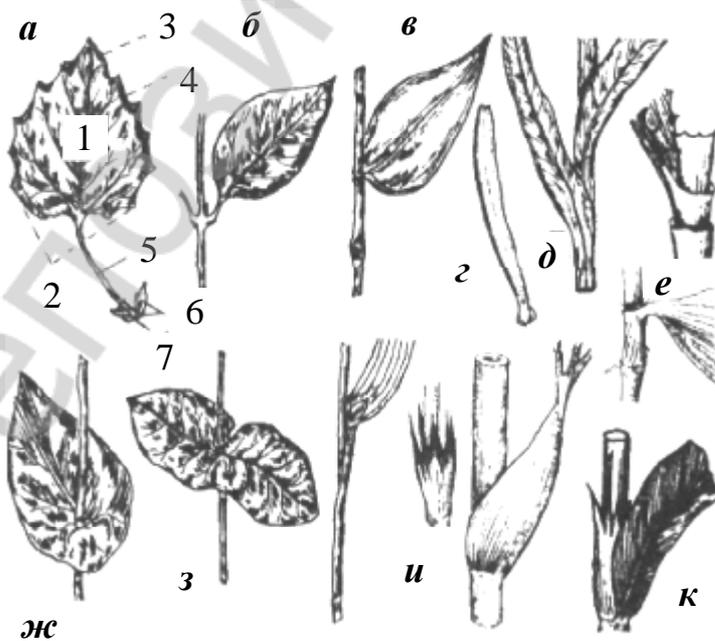


Рис. 27. Способ прикрепления листа к стеблю:

a — полный лист: 1 — листовая пластинка; 2 — основание листовой пластинки, 3 — верхушка, 4 — край; 5 — черешок; 6 — прилистники; 7 — основание листа;
б — лист короткочерешковый без прилистников; *в* — лист сидячий, прикрепленный основанием; *г* — лист с листовой подушкой; *д* — лист нисбегающий; *е* — листья стеблеобъемлющие; *ж* — лист пронзенный; *з* — листья супротивные, сросшиеся, пронзенные; *и* — листья с влагалищем; *к* — лист с раструбом

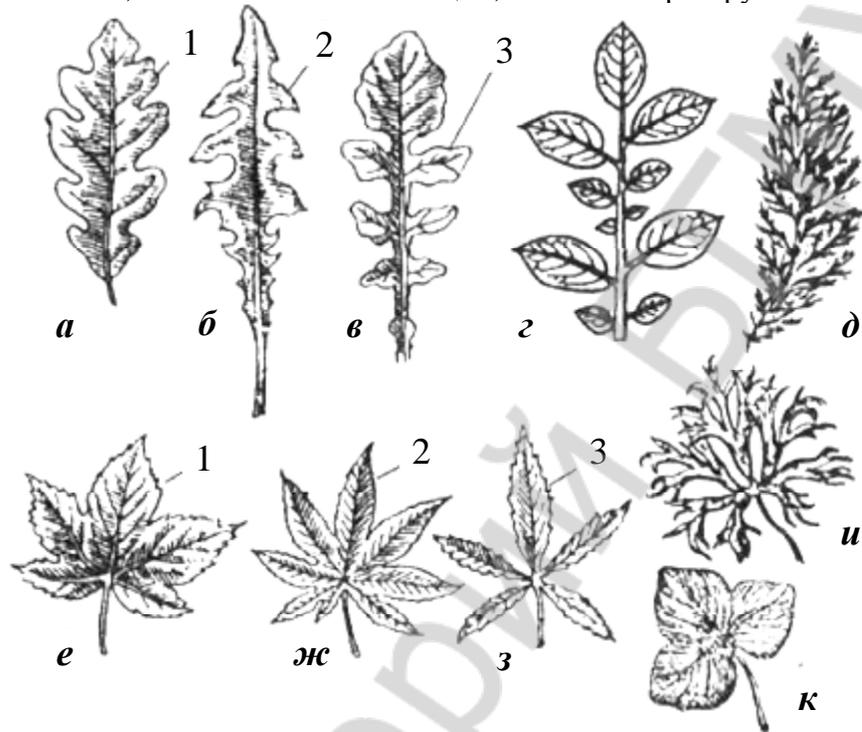


Рис. 28. Типы расщепления листовой пластинки:

a — перисто-лопастный; *б* — перисто-раздельный, или струговидный; *в* — перисто-рассеченный, или лировидный; *г* — неравномерно прерывисто-перисто-рассеченный; *д* — многократно перисто-рассеченный; *е* — пальчато-лопастный; *ж* — пальчато-раздельный; *з* — пальчато-рассеченный; *и* — трижды пальчато-перисто-рассеченный; *к* — тройчато-лопастный:

1 — лопасти; 2 — доли; 3 — сегменты

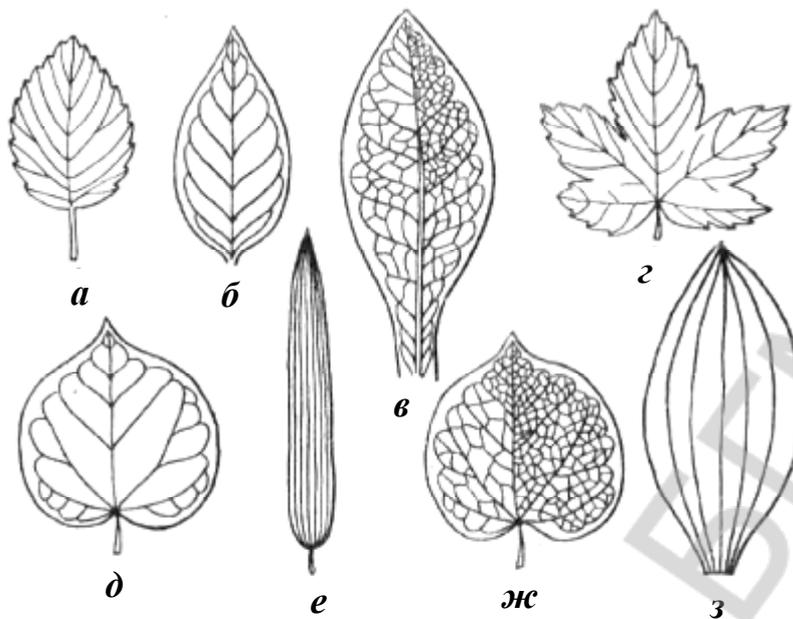


Рис. 29. Типы жилкования листьев:

а — перисто-краевое; *б* — перисто-петлевидное; *в* — перисто-сетчатое; *г* — пальчато-краевое; *д* — пальчато-петлевидное; *е* — параллельное; *ж* — пальчато-сетчатое; *з* — дуговидное

Метаморфозы листьев представлены на рис. 30.

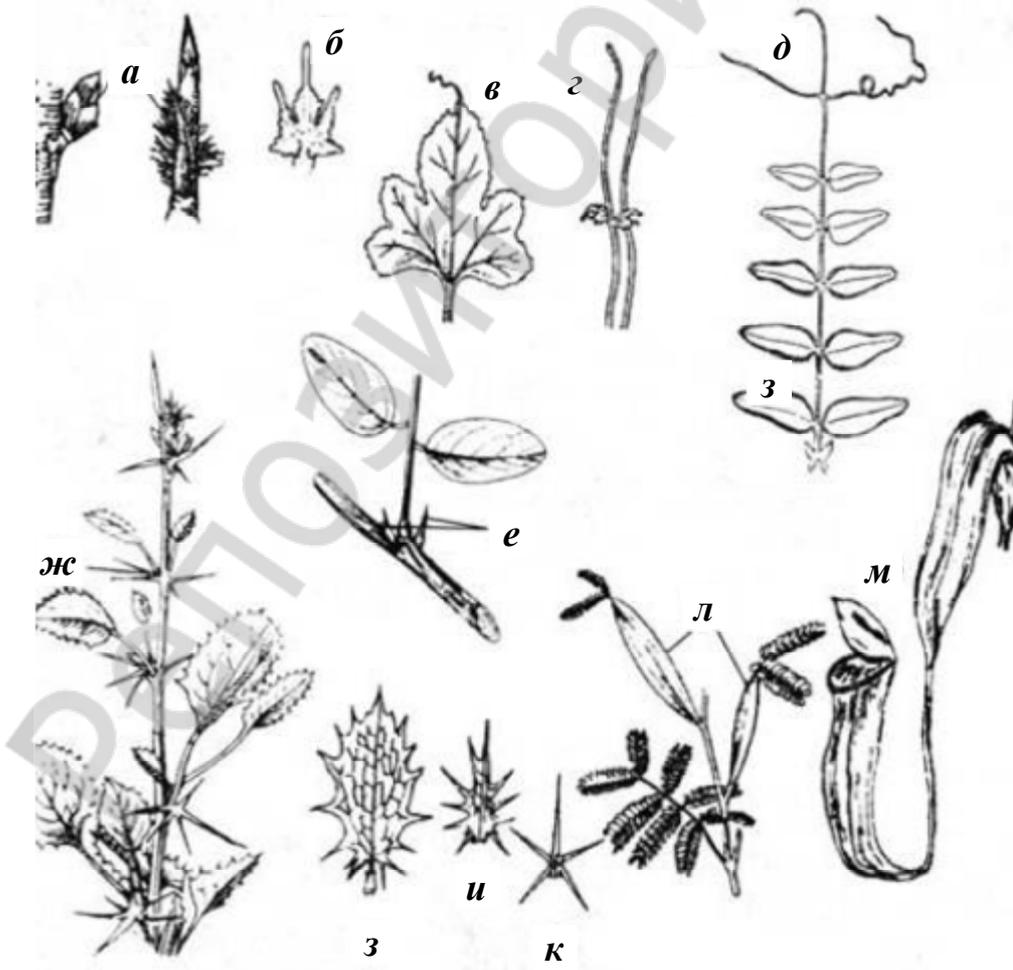


Рис. 30. Метаморфозы листьев:

a — почечные и кроющие чешуи; *б-г* — стадии видоизменения частей листа в усики; *д* — усики — видоизменения рахиса и верхних листочков сложного листа; *е* — прилистники, видоизмененные в колючки; *ж* — колючки — видоизмененные листья; *з-к* — стадии превращения частей листа в колючки; *л* — филлодии — уплощенные фотосин-

тезирующие черешки; *м* — ловчий аппарат насекомоядного растения

Травы (Herbae) — лекарственное сырье, представляющее собой высушенные или свежие надземные части травянистых растений (стебли с листьями и цветками, отчасти с бутонами и плодами).

Макроскопические диагностические признаки стеблей:

1. Положение стебля в пространстве (рис. 31).
2. Тип ветвления (рис. 32).
3. Листорасположение (рис. 33).
4. Форма поперечного сечения (рис. 34).
5. Размеры (длина и диаметр у основания).
6. Характер поверхности опушенность.



Рис. 31. Положение стебля в пространстве:

a — прямостоячий; *б* — цепляющийся за опору; *в* — вьющийся; *г* — лазающий с присосками; *д* — ползучий; *е* — стелющийся

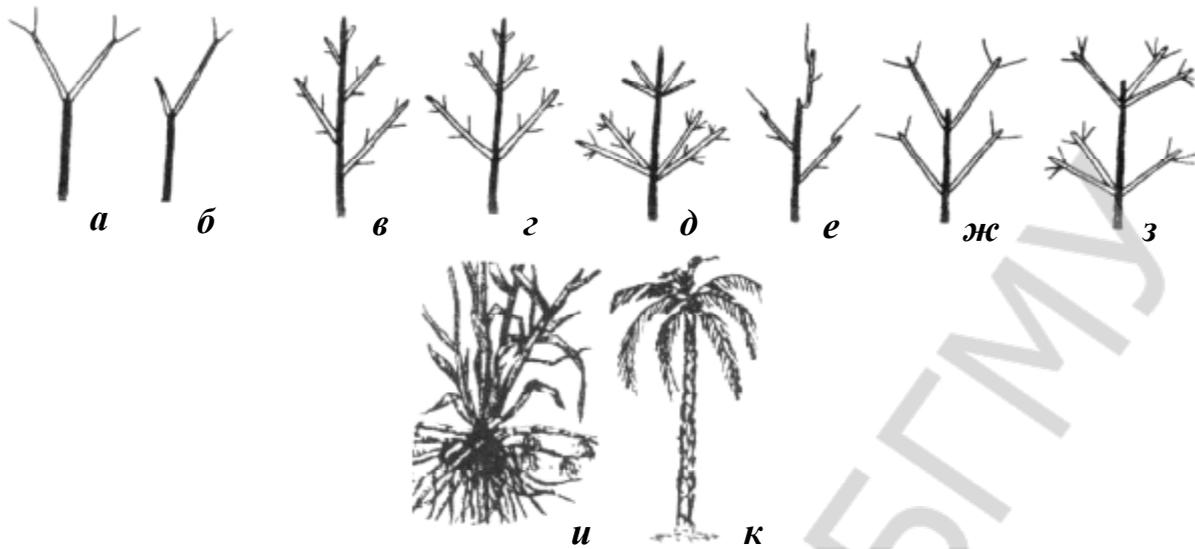


Рис. 32. Типы ветвления побегов:

a — верхушечное ветвление, дихотомическое нарастание равновильчатое; *б* — верхушечное ветвление, дихотомическое нарастание неравновильчатое; *в* — боковое ветвление, моноподиальное нарастание с очередным расположением боковых осей; *г* — боковое ветвление, моноподиальное нарастание с супротивным расположением боковых осей; *д* — боковое ветвление, моноподиальное нарастание с мутовчатым расположением боковых осей; *е* — боковое ветвление, нарастание моноазиальное; *ж* — боковое ветвление, нарастание дихазиальное, или ложнодихотомическое; *з* — боковое ветвление, нарастание плеюазиальное; *и* — кущение; *к* — колоновидный стебель

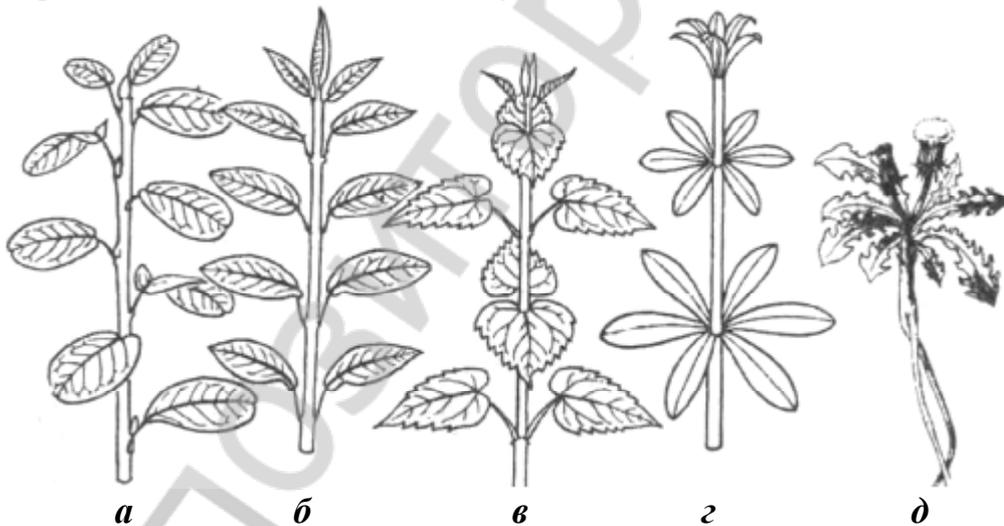


Рис. 33. Типы листорасположения:

a — очередное, или спиральное (в узлах по 1 листу); *б* — супротивное (в узлах по 2 супротивных листа); *в* — накрест супротивное; *г* — мутовчатое (в узлах более 2 листьев); *д* — розеточное

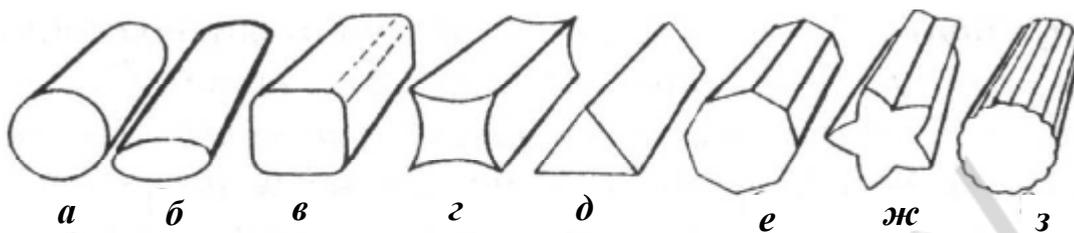


Рис. 34. Характер поперечного сечения стебля:

а — цилиндрический; *б* — эллиптический; *в* — округло-четырёхгранный; *г* — вогнуто-четырёхгранный; *д* — трёхгранный; *е* — многогранный; *ж* — ребристый; *з* — бороздчатый

Корни (Radices), **корневища** (Rhizomata), **клубни** (Bulbi), **луковицы** (Tubera), **клубнелуковицы** (Bulbotubera) — высушенные или свежие подземные органы многолетних растений, очищенные или отмытые от земли, освобожденные от остатков стеблей и листьев.

Макроскопические диагностические признаки:

1. Форма, размер.
2. Особенности наружной поверхности и излома.
3. Цвет поверхности и на свежем изломе.
4. Запах, вкус.

СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА. СОЦВЕТИЯ

Главная отличительная черта покрытосеменных — наличие цветка.

Существует несколько теорий происхождения цветка:

1. Цветок — видоизмененный спороносный побег (эвантовая, или стробилярная, теория). Цветок — укороченный и сильно ограниченный в росте спороносный побег, в котором мегаспорофиллы превращены в плодолистики, а микроспорофиллы — в тычинки; цветок служит для образования спор и гамет, для полового процесса, после которого образуется семя и плод.

2. Цветок — видоизмененное соцветие, а все его части — сросшиеся простые цветки (псевдантовая теория).

На рис. 35 представлено строение цветка.

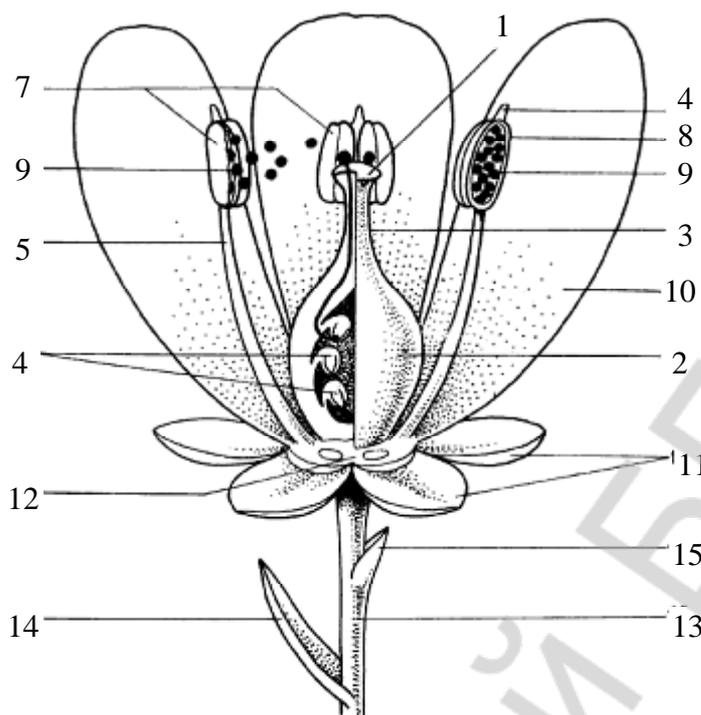


Рис. 35. Строение цветка:

1 — рыльце; 2 — завязь; 3 — столбик; 4 — семязачаток; 5 — тычиночная нить; 6 — связник; 7 — пыльник; 8 — пыльник в разрезе; 9 — пыльцевые зерна; 10 — лепесток; 11 — чашелистик; 12 — цветоложе; 13 — цветоножка; 14 — прицветник; 15 — прицветничек

Цветоножка — стеблевая часть цветка.

Цветоложе — расширенная часть цветоножки, к которой прикрепляются все другие части. Может быть плоским, выпуклым, вогнутым, а также дискообразным, блюдцеобразным, коническим и т. д.

Чашелистики (Calyx) — наружная часть околоцветника (чашечка); может быть цветной, зеленой, свободнолистной или сростнолистной. Чашелистики по форме могут быть шиловидными, ланцетовидными. Двойной круг чашелистиков образует подчашие.

Лепестки (Corolla) — составляют венчик; как правило, окрашены. Могут быть свободными и сросшимися, разнообразной формы и величины. Чашелистики и лепестки образуют двойной околоцветник. Если в цветке имеются только чашелистики или только лепестки, то это простой околоцветник (Perigonium). Околоцветник служит: 1) покровом для спорофиллов; 2) для привлечения насекомых.

Внутри от околоцветника на цветоложе расположены тычинки (Androceum) и пестики (Gineseum).

Тычинки — микроспорофиллы, состоят из тычиночной нити и пыльника. Редуцированные тычинки (без пыльников) называются стаминодиями. Пыльник состоит из 2 половинок, разделенных связником, в каждой имеется по 2 гнезда, где созревает пыльца. Число тычинок различно — от

одной до нескольких десятков. Они могут быть свободные и сросшиеся, поэтому андроцей может быть однобратственным, двубратственным, многобратственным.

Внутренний участок цветоложа занят *гинецеем*, т. е. совокупностью мегаспорофиллов (или карпелл), образующих пестик (один или несколько).

Пестик состоит из завязи (нижняя расширенная часть), столбика и рыльца. Столбик может отсутствовать (так называемое рыльце сидячее). Форма рыльца разнообразна: головчатое (слива, черешня, вишня), двухлопастное (валериана), трехлопастное (колокольчик), звездчатое и т. д.

Пестик образуется в результате срастания мегаспорофиллов, на внутренней стороне их развиваются семязпочки.

Завязь по положению на цветоложе бывает верхняя (цветок подпестичный), средняя, или полунижняя (до половины срастается с цветоложем), нижняя — все части цветка расположены над завязью (цветок надпестичный) (рис. 36).



Рис. 36. Положение завязи:
а, б — верхнее; в — нижнее; з — полунижнее

Типы гинецея (рис. 37):

- 1) монокарпный — из одного плодолистика;
- 2) апокарпный — из нескольких плодолистиков, каждый из которых образует собственный пестик (самый примитивный), семязпочки постенные (магнолия);
- 3) ценокарпный — один пестик из нескольких сросшихся плодолистиков, семязпочки в центре или на краях сросшихся мегаспоролистиков:
 - синкарпный — многогнездная завязь;
 - паракарпный — одногнездная завязь, постенная плацентация;
 - лизикарпный — одногнездная завязь, семязпочки в центре.

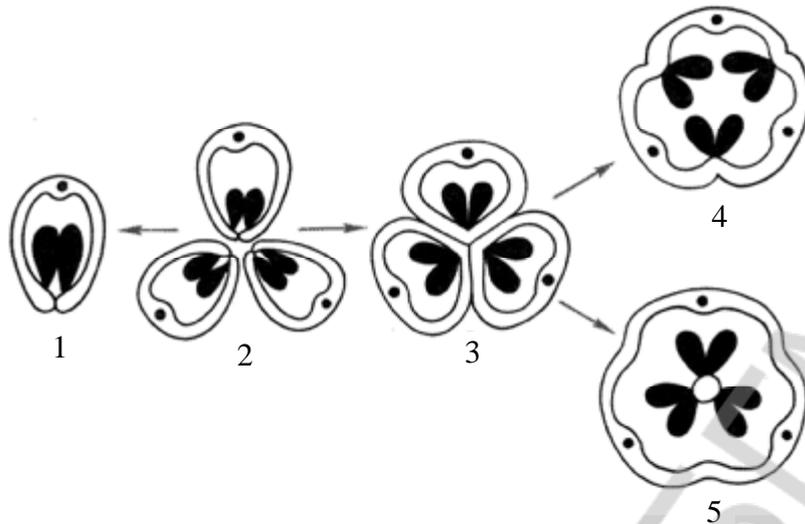


Рис. 37. Типы гинецея (поперечный срез) и вероятное направление его специализации: 1 — монокарпный; 2 — апокарпный; 3 — синкарпный; 4 — паракарпный; 5 — ли- зикарпный

Карпеллы могут срастаться полностью в единый пестик, от завязи до рыльца, иногда только завязями, а столбики свободны, иногда завязями и столбиками, а рыльца свободны.

Цветок называется актиноморфным, когда можно провести несколько плоскостей симметрии (табак, лен, хлопчатник), зигоморфным, когда не более одной (бобовые, губоцветные, фиалка), асимметричным, когда через него нельзя провести ни одной плоскости.

Строение цветка можно выразить в виде формулы или диаграммы. Части цветка подчиняются правилам листорасположения. **Формула** — буквенное и цифровое выражение строения цветка (*Ca₅Co₅AG), **диаграмма** — графическое (рис. 38, 39).

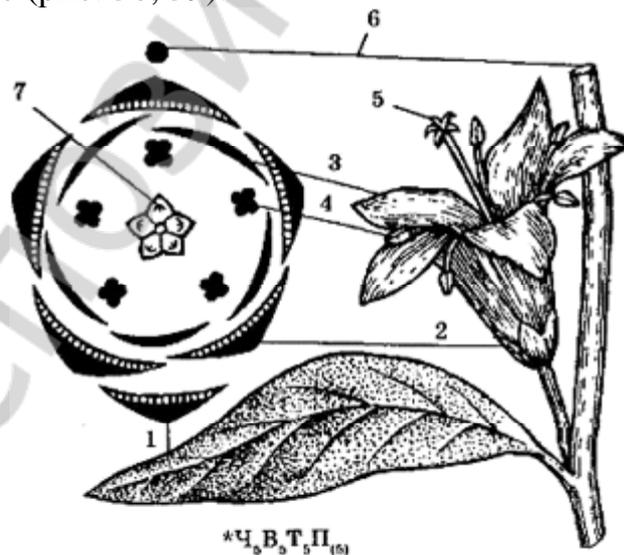


Рис. 38. Диаграмма цветка и его формула:

1 — кроющий лист; 2 — чашечка; 3 — венчик; 4 — тычинки; 5 — пестик; 6 — стебель; 7 — завязь

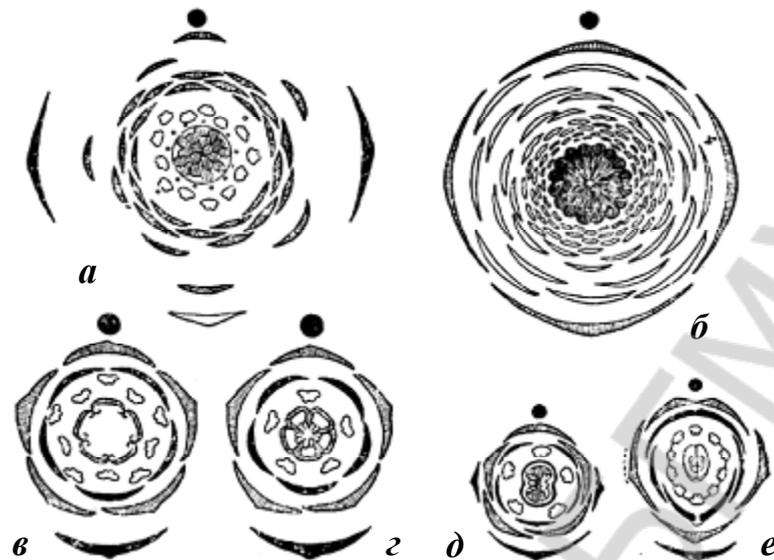


Рис. 39. Диаграммы цветков. Виды цветка:
a — ациклический; *б* — гемициклический (плодолистики образуют один круг); *в* — циклический актиноморфный, пятикруговой, пятичленный; *г* — циклический актиноморфный, четырехкруговой, пятичленный; *д* — венчик актиноморфный, но весь цветок имеет только одну плоскость симметрии; *е* — зигоморфный, место, где должны бы быть прицветники, показано пунктирными линиями

Соцветия — группа цветков на общем цветоносе.

Ботрические (моноподиальные) соцветия — главная ось не ограничена в росте. Цветение происходит в восходящем порядке. Различают простые (кисть, щиток, колос, початок, сережка, головка, зонтик, корзинка) и сложные — сложный колос, метелка, сложный зонтик, сложный щиток (рис. 40).

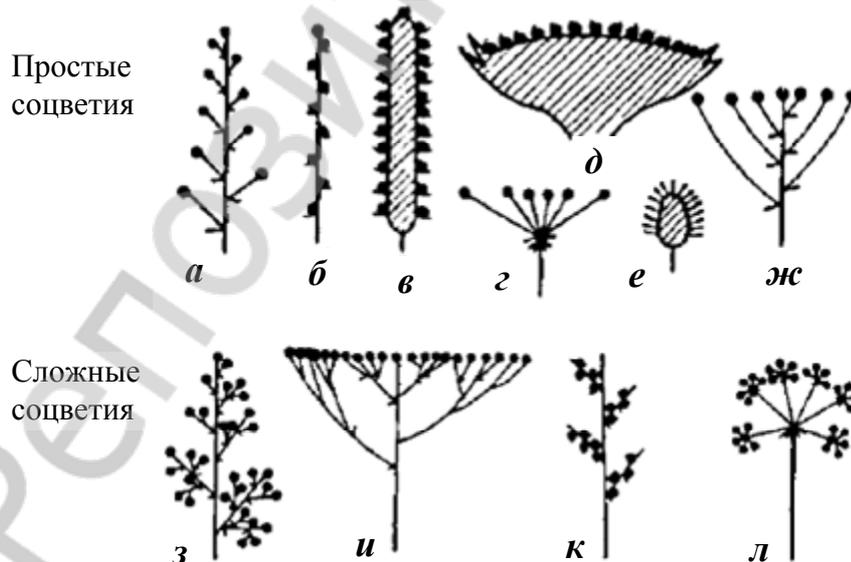


Рис. 40. Типы ботрических соцветий:
a — кисть; *б* — колос; *в* — початок; *г* — зонтик; *д* — корзинка; *е* — головка; *ж* — щиток; *з* — метелка; *и* — щитковидная метелка (сложный щиток); *к* — сложный колос; *л* — сложный зонтик

Симподиальные (цимозные) — это соцветия, у которых ограничен рост главной оси (как у побегов): монохазий (завиток, извилина), дихазий (гвоздичные), плейохазий (молочайные) (рис. 41).



Рис. 41. Типы симподиальных соцветий:
a — монохазии: 1 — извилина; 2 — завиток; 3 — двойной завиток;
б — дихазий; *в* — плейохазий

Тирсы — сложные соцветия, разветвленные, причем степень разветвления уменьшается от основания к верхушке. Главная ось тирса нарастает моноподиально, а боковыми соцветиями являются цимозы (конский каштан, коровяк, соцветия губоцветных, сложноцветных, березы).

Опыление — перенос пыльцы на рыльце пестика.

Самоопыление наблюдается в обоеполых цветках, когда пыльца высыпается на рыльце своего же цветка, причем обязательно одновременное созревание пыльцы и зародышевого мешка. Необходимо также отсутствие препятствий физического и биохимического порядка (например, пыльник вскрывается на стороне, противоположной рыльцу).

Приспособления к самоопылению:

- самоопыление в закрытом бутоне — клейстогамные цветки (арахис);
- соцветие находится еще во влагалище листа (у злаков);
- одновременное созревание пыльцы и завязи (зародышевого мешка).

Кроме того, то, что растение самоопыляемое, не значит, что его пыльца не может опылить другой цветок данного вида.

Перекрестное опыление — перенос пыльцы с тычинок на рыльце пестиков разных цветков растений одного вида.

В зависимости от способа переноса пыльцы различают растения:

- *анемофильные* — мелкие невзрачные цветки, не имеют аромата и нектарника, цветков много, пыльцы много (мелкая, сухая) — береза, ольха, дуб, орешник;

– *энтомофильные* — одно из замечательных явлений природы — результат филогенетического развития организмов в условиях естественного отбора. Пища для насекомых — нектар. Нектарники бывают в виде желобков, бугорков, шпорцев и т. д. Пыльца вырабатывается в большом количестве. Цветки крупные, яркие или собраны в соцветия.

Махровость — превращение тычинок или пестиков в лепестки. Семян такие цветы не дают (георгины, хризантемы, махровые розы).

Заключение. Цветок — орган семенного размножения растений, приспособленный для обеспечения полового и бесполого размножения.

При макроскопической диагностике цветков и соцветий в качестве лекарственного сырья (согласно ГФ Республики Беларусь) отмечают тип соцветия, опушенность, строение околоцветника (чашечковидный, венчиковидный или двойной, актиноморфный или зигоморфный), число и форму чашелистиков (или зубчиков чашечки), число и форму лепестков (или зубчиков венчика), число и строение тычинок и пестиков, особенности строения завязи, измеряют размеры цветков или соцветий.

Препараты готовят из отдаленных частей соцветия (цветки, листочки обертки) или частей цветка (лепестки, чашелистики). Рассматривая их поверхности, обращают внимание на строение эпидермиса, наличие и строение волосков, железок, кристаллических включений, механических элементов (в листочках обертки), форму и размеры пыльцевых зерен и др.

ЛЕКЦИЯ 6

БИОЛОГИЯ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ. РАЗВИТИЕ И СТРОЕНИЕ ПЛОДОВ И СЕМЯН

МИКРОСПОРОГЕНЕЗ, ИЛИ ОБРАЗОВАНИЕ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА

Взрослая тычинка состоит из пыльника, связника и тычиночной нити, которая одета эпидермой (рис. 42). Тычинка образуется из бугорка конуса нарастания цветоносного побега, который сначала однороден, а затем дифференцируется. Постепенно в двух участках каждого пыльцевого мешка начинается заложение гнезд пыльника, выделяются *археспориальные* клетки, которые делятся, образуя *париетальные* и *спорогенные* клетки. Париетальные клетки дают *субэпидермальный фиброзный слой* и выстилающий — *тапетум*, обеспечивающий спорогенную ткань питательными веществами. Спорогенные клетки, делясь мейозом, дают клетки микроспор, в дальнейшем дифференцирующихся в пыльцу.

Ядро микроспоры делится на вегетативное и генеративное ядра. Вегетативное — крупное, содержащее жирное масло и крахмал. Генеративное мельче, с хроматином.

Генеративное может делиться еще в пыльнике, образуя 2 спермия (сложноцветные, злаки, маревые, гвоздичные), или же в пыльцевой трубке (орхидные, норичниковые).

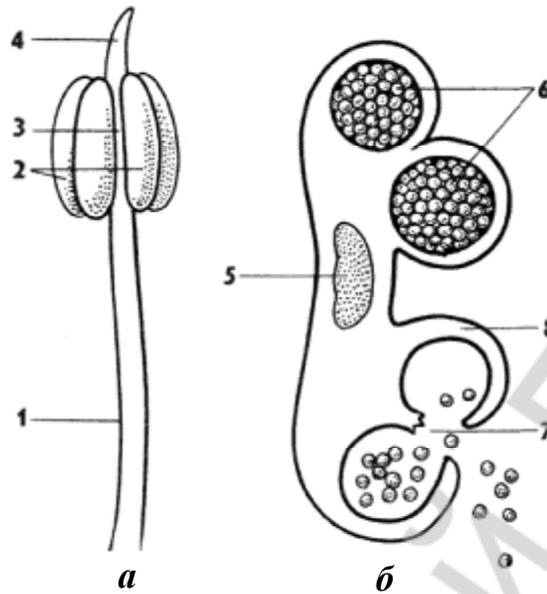


Рис. 42. Строение тычинки:

а — тычинка; *б* — пыльник (поперечный разрез):

1 — тычиночная нить (филамент); 2 — пыльник; 3 — связник; 4 — надсвязник; 5 — сосудистый пучок; 6 — гнездо пыльника (соответствующее одному микроспорангию); 7 — раскрывающаяся половинка пыльника с высыпавшимися пыльцевыми зёрнами; 8 — стенка пыльника

Следовательно, зрелые пыльцевые зёрна могут быть 2- и 3-ядерные, покрыты спородермой, состоящей из экзины и интины (рис. 43). **Экзина** — утолщенная слоистая оболочка с выростами в виде шипиков, бугорков и т. д. Состоит из полленина — клетчатки, пропитанной кутиноподобными веществами. Экзина имеет поры. Форма и характер поверхности экзины — диагностический признак.

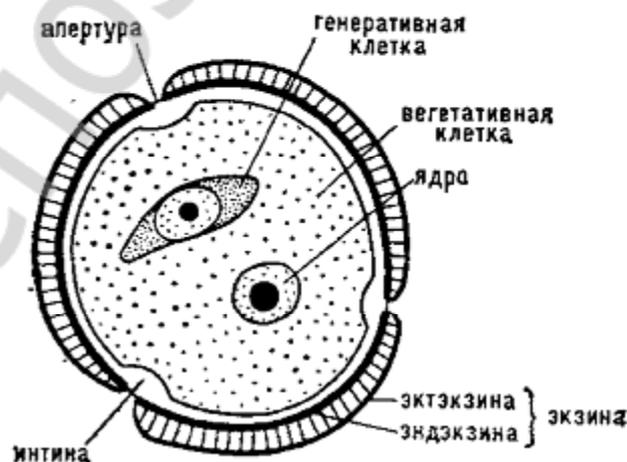


Рис. 43. Строение пыльцевого зёрна (схема)

Интина состоит из пектиновых веществ.

Вскрывание пыльников обусловлено, в основном, сокращением клеток эпидермы при подсыхании.

Строение пыльцевых зерен у разных растений различно (рис. 44).

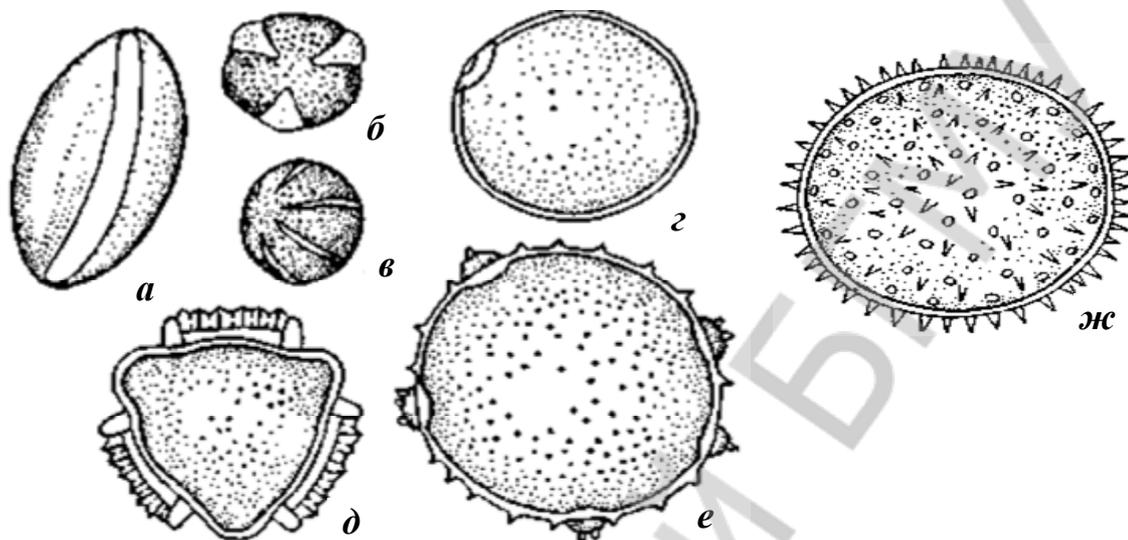


Рис. 44. Строение пыльцевых зерен:

a — однобороздное (у магнолии); *б* — трехбороздное (у пиона); *в* — многобороздное (у гименократера — *Hymenocrater*); *г* — однопоровое (у многолетней пшеницы); *д* — трехпоровое (у кок-сагыза); *е* — многопоровое (у тыквы); *ж* — гигантское многопоровое (у хатьмы — *Lavatera*)

МЕГАСПОРОГЕНЕЗ, ИЛИ ФОРМИРОВАНИЕ ЖЕНСКОГО ГАМЕТОФИТА

Семяпочки развиваются на внутренних стенках завязи и являются мегаспорангиями, заключенными в интегументы. Закладываются в виде бугорков на плаценте (место прикрепления семяпочки). Главная масса семяпочки — эмбриональные клетки, образующиеся из бугорков, формирующие *нуцеллус* (питательная и защитная ткань зародышевого мешка). Нуцеллус покрыт *интегументами*, оставляющими узкий канал в виде пыльцевхода (микропиле). Часть семяпочки, противоположная пыльцевходу — халаза.

Количество семяпочек в завязи неодинаково (слива, вишня — 1–2; злаки — 1; мак — много), соответственно этому неодинаково и число семян.

Как и в пыльнике, в семяпочке мегаспорогенез начинается с заложения археспория (против пыльцевхода) — обособляется одна из клеток нуцеллуса, делится митозом, образуется тетрада мегаспор, из которых 3 — дегенерируют, а внутренняя прорастает в женский гаметофит, который называется *зародышевым мешком*. Внутри него происходит 3 деления ядра митозом — образуется 8-ядерный зародышевый мешок. По 4 ядра располагаются по полюсам, от каждого полюса отходит по одному ядру к центру — образуется *вторичное ядро* (около него обособлена цитоплазма). На микропиллярном конце 3 клетки облекаются цитоплазмой и образуется более

крупная яйцеклетка с крупным ядром и вакуолью — женская гамета, а также 2 синергиды. На противоположном — 3 клетки-антипода. Таким образом, зрелый 8-ядерный мешок имеет 1 яйцеклетку, 2 синергиды, 3 антипода и диплоидную центральную клетку. Это классический тип строения, встречаемый у 82 % растений (покрытосеменных).

Форма зародышевого мешка разнообразна: овальный, прямой, изогнутый и т. п. В цитоплазме зародышевого мешка имеются лейкопласты, хондриосомы, крахмальные зерна, капли масла и т. д.

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

После опыления начинается прорастание пыльцы. Липкая и неровная поверхность рыльца способствует удержанию большого числа пыльцевых зерен. Кроме того, если партнеры совместимы, рыльце выделяет специальный фермент, стимулирующий прорастание пыльцы. Прорастает несколько пыльцевых зерен. От индивидуальной скорости роста зависит успех той или иной пыльцы. В пыльцевую трубку переходят 2 спермия и вегетативное ядро, которое располагается у растущего конца трубки. Трубка входит в семяпочку через микропиле, конец ее лопаются, и содержимое изливается в полость зародышевого мешка. Один спермий сливается с гаплоидной яйцеклеткой, другой — с диплоидной вторичной клеткой.

Обычно в зародышевый мешок проникает одна пыльцевая трубка, если семяпочек много, то несколько.

Из диплоидной зиготы развивается зародыш семени, из триплоидной — эндосперм. Описанный универсальный для покрытосеменных процесс — *двойное оплодотворение* (рис. 45) — открыт Сергеем Гавриловичем Навашиным в 1898 г.



Рис. 45. Двойное оплодотворение:

1 — пыльник с пыльцевыми зёрнами; 2 — прорастающее пыльцевое зёрно; 3 — рыльце; 4 — тычиночная нить; 5 — завязь; 6 — зародышевый мешок; 7 — лепесток; 8 — чашелистик; 9 — пыльцевая трубка; 10 — вегетативное ядро; 11 — спермии; 12 — яйцеклетка; 13 — центральные клетки; 14 — зачаток эндосперма

В отличие от голосеменных у покрытосеменных:

- 1) гибридный, триплоидный эндосперм;
- 2) 2 (а не 1) спермия;
- 3) время от опыления до оплодотворения — 1–2 дня.

Смена ядерных фаз и чередование поколений. Женский гаметофит — зародышевый мешок, мужской — пыльца.

Обыкновенный тип двойного оплодотворения — *амфимиксис*. Но у некоторых растений зародыш развивается из неоплодотворенных элементов. Отклонение от нормального хода оплодотворения — *аномиксис*. Различают:

1. *Партеногенез* — развитие зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки.

2. *Апогамия* — развитие зародыша из антипода или синергиды.

3. *Аноспория* — зародыш развивается из клетки нуцеллуса или интегумента.

После оплодотворения начинается деление оплодотворенных элементов внутри зародышевого мешка. Триплоидная зигота образует эндосперм раньше зародыша. Зародыш развивается из зиготы. Может быть и *перисперм* — из нуцеллуса (вне зародышевого мешка). Интегументы становятся кожурой семени.

Зародыш, эндосперм, перисперм и кожура образуют *семя*.

Различают 4 типа семян:

1. Зародыш занимает всю полость зародышевого мешка, вытесняя весь эндосперм и перисперм. Питательные вещества находятся в семядолях (бобовые, тыквенные, розоцветные, сложноцветные).

2. Зародыш занимает меньшую часть семени, большая принадлежит эндосперму. Перисперм не образуется (злаки, пасленовые, зонтичные).

3. Есть только перисперм. Эндосперм полностью потреблен зародышем в процессе формирования (гвоздичные, маревые).

4. Сохраняется эндо- и перисперм — редкий тип семян (черный перец, лотос).

При образовании зародыша зигота делится на 2 клетки, образуя:

- 1) подвесок, или суспензор;
- 2) собственно зародыш.

Подвесок погружает зародыш в эндосперм, нередко выполняет функции присоски.

Зародыш состоит из зародышевого корешка, стебелька, к верхней части которого прикрепляются семядоли — первые листья растения. Стебелек ниже семядолей — *гипокотиль*, выше — *эпикотиль*; верхушка стебля — *почечка*.

Плод — семя с околоплодником. Нормальный плод образуется из завязи: из семяпочки — семя, из стенок завязи — околоплодник. Последний состоит из 3 слоев: наружный — *экзокарп*, средний — *мезокарп*, внутрен-

ний — *эндокарп*. Экзокарп — тонкий, 1–2 слоя клеток. Мезокарп — сочный, мясистый, клетки паренхимные. Эндокарп — косточка или соковые мешочки.

Наружные и внутренние слои могут образовывать выросты, ниши, волоски, одревесневать, что способствует распространению плодов (летучки, крылатки).

Околоплодники пронизаны развитой системой проводящих пучков. Это видно на плодах люфы (мочалка), в стенках коробочки мака. Незрелые плоды богаты хлоропластами, зрелые окрашены антоцианом (вишня, слива) или хромопластами (томат, рябина).

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОДОВ

Эволюционная классификация разделяет плоды по типу строения гинецея:

1. **Апокарпии** — образуются из цветков с апокарпным гинецеом и верхней завязью, наиболее древние из них: многолистовка (лютик, пион); цинародий (липовые); земляничина (фрага); сочные апокарпии (многокостянка).

2. **Монокарпии** — монокарпный гинецей, всегда с верхней завязью. Образуется из апокарпиев в результате редукции всех плодиков, кроме одного. Характерны для розоцветных, лютиковых: боб, однолистовка (дельфиниум), однокостянка (персик, абрикос, слива), одноорешек (манжетка, кровохлебка, репешок).

3. **Ценокарпии** — развивается из цветков с ценокарпным гинецеом, основа — сложный пестик. Ценокарпный плод может быть разделен перегородками, соответствующими перегородкам сложного пестика (2-, 3-, многогнездный плод). Иногда гнезда полностью изолированы и плод легко распадается на отдельные членики (у крестоцветных). *Сухие* ценокарпные плоды бывают вскрывающиеся, невскрывающиеся, распающиеся продольно. *Сочные* обычно не распаются: ягода, яблоко, тыква, гесперидий (железистый экзокарпий, губчатый мезокарпий и разросшийся эндокарпий у цитрусовых). Иногда ценокарпии распаются на отдельные доли — мерикарпии, а сам плод схизокарпный. Например, у зонтичных вислоплодник при созревании распадается на 2 мерикарпия, нависающих на кариофоре. У бурачниковых и губоцветных плод — ценобий — схизокарпный, состоит из 4 долей, называемых эремами.

4. **Псевдомонокарпии** — внешне похожи на монокарпии, образуются из гинецея, в котором сначала закладывается 2 или большее число плодolistиков, но развивается только один, поэтому плод обычно одногнездный с одним семязачатком (орех, зерновка, семянка, мешочек).

Из соцветий, в которых плоды срастаются между собой, образуются **соплодия**. При созревании отделяются целиком (инжир, шелковица, малина).

По происхождению плоды могут быть истинные и ложные. У истинных околоплодник образуется из стенок завязи, у ложных в образовании околоплодника принимают участие другие части цветка (цветоложе).

Многообразие плодов представлено на рис. 46.

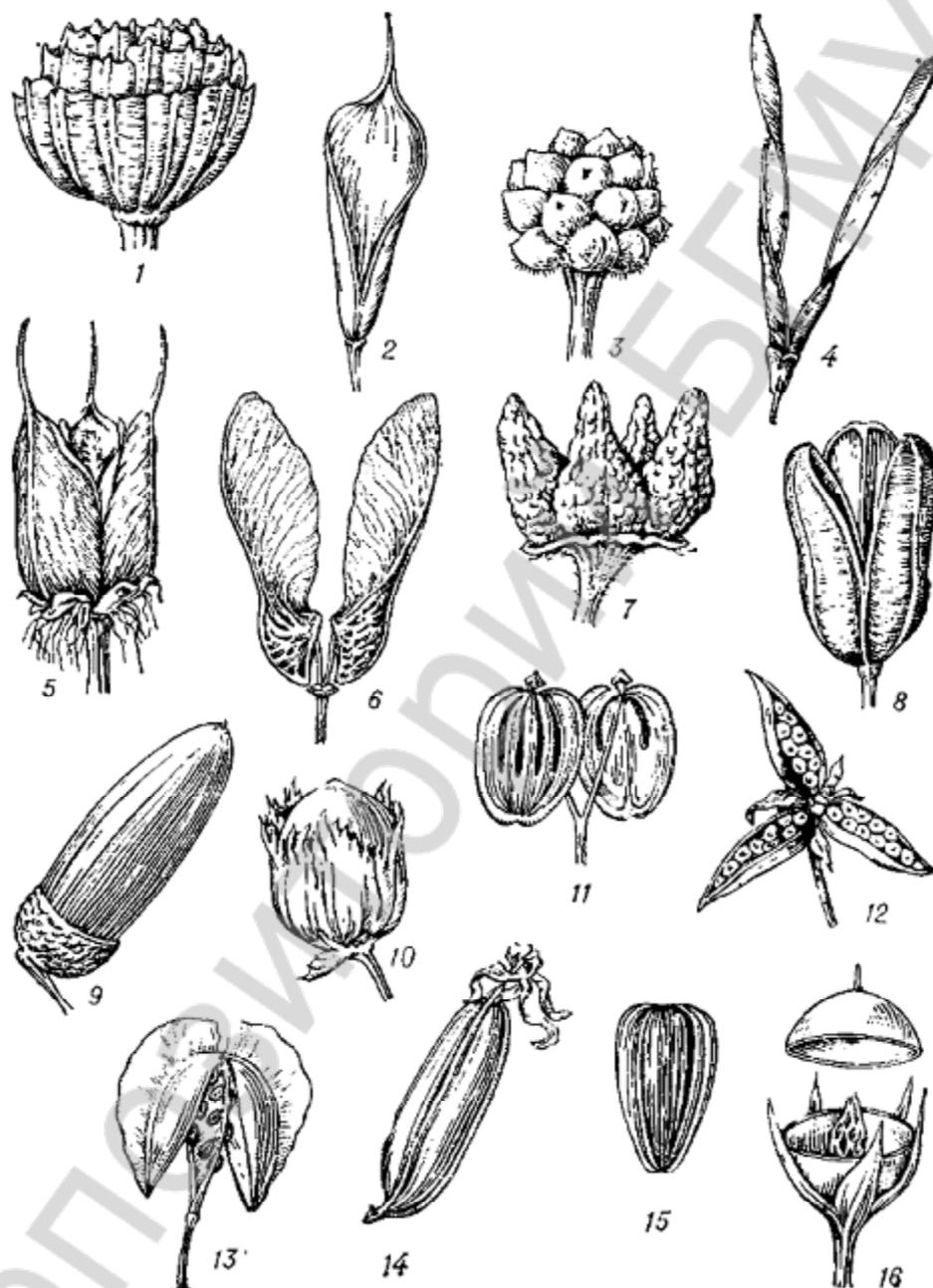


Рис. 46. Плоды:

1 — многолистовка (купальница европейская); 2 — однолистовка (живокость полевая); 3 — многоорешек (чистяк весенний); 4 — боб (желтая акация); 5 — верхняя синкарпная коробочка (зверобой продырявленный); 6 — двукрылатка (клен татарский); 7 — ценобий (воробейник полевой); 8 — нижняя синкарпная коробочка (касатик сибирский); 9 — желудь (дуб черешчатый); 10 — орех (лещина обыкновенная); 11 — вислоплодник (борщевик сибирский); 12 — верхняя паракарпная коробочка (фиалка полевая); 13 — стручочек (ярутка полевая); 14 — нижняя паракарпная коробочка (ятрышник); 15 — семянка (подсолнечник); 16 — лизикарпная крыночка (очный цвет)

Заключение. Согласно ГФ Республики Беларусь диагностическое значение при анализе плодов имеют цвет, характер поверхности околоплодника, размеры (длина, толщина, поперечник плода), запах, вкус, число гнезд в плоде, наличие эфирномасличных каналов, вместилищ.

При микроскопической диагностике обращают внимание на форму и строение клеток эпидермиса, на наличие и особенности строения волосков; в мезокарпии важное значение имеет наличие механических элементов, их форма и расположение, число и расположение эфирномасличных канальцев, проводящих пучков, наличие кристаллических включений, форма клеток паренхимы и др.

При анализе семян отмечают: форму; размеры; характер поверхности; цвет; запах; вкус; форму, размеры и расположение зародыша; наличие и форму рубчика (или семяшва) и др. На микропрепаратах обращают внимание на характер и строение семенной кожуры, величину и форму запасной питательной ткани, форму и строение зародыша — семядолей, корешка, стебелька, почечки. Наиболее важное диагностическое значение имеет семенная кожура, которая состоит из нескольких слоев характерного строения. Для некоторых семян характерно наличие слизи в эпидермальных клетках кожуры, для других — пигментного слоя. Также важны форма клеток эндосперма, запасное питательное вещество и кристаллические включения.

ЛЕКЦИЯ 7

СИСТЕМЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДКЛАССОВ *MAGNOLIDAЕ, RANUNCULIDAЕ, CARYOPHYLLIDAЕ*

Господство покрытосеменных над остальными представителями растительного покрова Земли обусловило значительный интерес систематиков к их классификации. Еще К. Линней положил строение цветка в основу деления покрытосеменных на классы.

Первой генеалогической системой считается система немецкого ботаника А. Энглера. В ней впервые учтена возможная преемственность морфологических признаков и эволюционное положение каждого рода. Энглер считал наиболее примитивными цветки однополые, без околоцветника, а таксоны с такими цветками наиболее архаичными. Однако другие систематики (А. Браун, Х. Галлир, Ч. Бесси, Дж. Хатчинсон) указывали на большую примитивность крупных обоеполюх многолепестных цветков и, следовательно, наиболее архаичными считали магнолиевые и лютиковые. По этому принципу построена система покрытосеменных А. Л. Тахтаджяна, принятая большинством ботаников. В этой системе древнейшей группой покрытосеменных считаются магнолиевые, от предков которых произошли

все покрытосеменные. В основе системы лежит оценка архаичности (примитивности) или продвинутости морфологических особенностей растений. Для этого используют так называемые эволюционно-морфологические ряды, построенные в соответствии с критериями эволюционной продвинутости. Начальные члены каждого ряда оцениваются как относительно примитивные, конечные — как эволюционно продвинутые.

Примеры эволюционных рядов:

1. Деревья – кустарники – многолетние травы – однолетние травы (линия, обычная для двудольных). Травы – вторично древесные растения (для однодольных).
2. Стебель прямостоячий – стебель стелющийся, вьющийся, лазающий.
3. Вечнозеленые растения – листопадные растения.
4. Круговое расположение проводящих пучков – рассеянное расположение пучков.
5. Простые цельные листья – простые расчлененные листья – сложные листья – видоизмененные листья.
6. Соцветие сложное – соцветие простое.
7. Актиноморфные цветки – зигоморфные цветки.
8. Цветки с большим и неопределенным числом частей – цветки с небольшим и фиксированным числом частей.
9. Двойной околоцветник – простой околоцветник – цветки без околоцветника.
10. Части цветка свободные – части цветка сросшиеся.
11. Семена с двумя семядолями – семена с одной семядолей.
12. Апокарпные плоды – ценокарпные плоды.

Согласно системе Тахтаджяна, покрытосеменные разделяются на 2 класса: Двудольные и Однодольные. Однодольные произошли от двудольных на ранних этапах эволюции покрытосеменных путем срастания двух семядолей в одну. Переходной формой являются нимфейные.

Класс Двудольные (Magnoliopsida, Dicotyledones) включает подклассы Магнолииды (Magnoliidae), Лютиковые (Ranunculidae), Гвоздичные (Caryophyllidae), Гамамелидиды (Hamamelididae), Диллениевые (Dilleniidae), Розоцветные (Rosidae), Губоцветные (Lamiidae), Сложноцветные (Asteridae).

Класс Однодольные (Liliopsida, Monocotyledones) включает подклассы Частуховые (Alismatidae), Триуридиды (Triurididae), Лилейные (Liliidae), Арековые (Arecidae).

КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ

Подкласс Магнолииды (Magnoliidae). Включает 5 надпорядков, 18 порядков, 43 семейства, около 340 родов и примерно 10 000 видов. Современные магнолиевые (остатки обширной и процветавшей ранее группы примитивных цветковых растений) представлены древесными растениями,

реже травами, водными растениями или паразитами. Для проводящей системы характерно отсутствие сосудов либо наличие примитивных сосудов с лестничными перфорациями. Имеются секреторные клетки, выделяющие эфирные масла, смолы, бальзамы. Цветки обоеполые, спиральные или спироциклические с полимерным андроцеом и большей частью апокарпным гинецеом. Семена с эндоспермом, реже с периспермом. Нашей программой предусмотрено изучение 3 порядков: Магнолиецветные, Лавроцветные, Бадьяноцветные.

Порядок Магнолиецветные (Magnoliales). Включает 3 семейства. Представители данного порядка главным образом вечнозеленые или листопадные деревья, иногда кустарники или лианы. Для анатомического строения характерно наличие масляных или слизевых клеток, а в древесине, кроме трахеид, имеются сосуды с лестничными (или простыми) перфорациями; есть виды, имеющие только трахеиды. Листья цельные или лопастные, перистые. Цветки одиночные, актиноморфные, крупные или мелкие в соцветиях, спиральные, спироциклические или циклические, энтомофильные. Околоцветник простой или двойной, андроцей многобратственный, с примитивным строением тычинок, часто не дифференцированных на тычиночную нить и связник. Гинецей апокарпный, встречается ценокарпный. Семена с маленьким зародышем и обильным эндоспермом. Характерным признаком цветка является сильно разросшееся цветоложе, особенно разрастающееся при плодах.

Центральное место порядка занимает семейство Магнолиевые.

Семейство Магнолиевые (Magnoliaceae). Включает 12 родов и около 240 видов, распространенных большей частью в горных лесах Юго-Восточной Азии и на юго-западе Северной Америки. Один из представителей семейства — магнолия обратнойцевидная (*Magnolia obovata* L.) — в естественном виде встречается на острове Кунашир (Курильские острова), а магнолию крупноцветковую (*Magnolia grandiflora* L.) выращивают в садах и парках Черноморского побережья. Здесь же выращивают и тюльпанное дерево (*Liriodendron tulipifera* L.).

Магнолиевые — листопадные или вечнозеленые древесные растения либо кустарники. Листья простые, очередные, с крупными рано опадающими прилистниками. Содержат масляные железки. Околоцветник 3-, 6-, 9-членный, простой или двойной, его окрашенные сегменты расположены циклически в 1–2 круга. Тычинки имеют лепестковидную форму, многочисленны. Гинецей апокарпный, часто незамкнутые плодолистики располагаются на коническом цветоложе спирально. Формула цветка: $*P_9A_\infty G_\infty$. Цветки магнолий приспособлены к опылению жуками, проникающими в незакрытые бутоны. Плоды — спиральная листовка, многоорешек. Семена окружены сочной яркоокрашенной оболочкой и подвешены на нитевидных семяножках, распространяются птицами. Крылатые орешки тюльпанного

дерева разносятся ветром. Некоторые представители — *Magnolia grandiflora* L. (прил., рис. 1), *Liriodendron tulipifera* L. — культивируются как декоративные растения.

Magnolia grandiflora L. — высокое дерево с эффектными крупными вечнозелеными листьями, со сросшимися прилистниками, которые закрывают почки. В мезофилле листа имеются крупные железки с эфирным маслом. Цветки крупные, диаметром 35 см, листочки околоцветника белые со слегка желтоватым оттенком, душистые. Число их неопределенно, но можно видеть верхние 3 листочка околоцветника, образующие круг, т. е. наблюдается тенденция к образованию тройного околоцветника. Андроцей многобратственный, тычинки лентовидные, не дифференцированы на тычиночную нить и связник, пыльники располагаются в виде длинных полосок по краю тычинок, а над пыльниками выступает хорошо заметный связник. Пыльца опадает на ложковидные листочки околоцветника и поедается жуками — опылителями магнолий (кантарофилия). Гинецей представлен многочисленными свободными плодолистиками, расположенными по спирали, с сидячими рыльцами.

Порядок Лавроцветные (Laurales). Содержит 11 семейств. К этому порядку принадлежат листопадные и вечнозеленые древесные и кустарниковые растения, реже — полукустарники, еще реже — травы с очередными или супротивными листьями. Цветки циклические, чаще обоеполые, иногда однополые, мелкие, собранные в соцветия. Характерной особенностью цветка является расширенное и вогнутое цветоложе и цветочная трубка (сросшиеся в основании листочки околоцветника и приросшие к нему тычинки). Гинецей апокарпный, часто мономерный (из одного плодолистика), иногда синкарпный. Наиболее известны семейства Мономиевые и Лавровые.

Семейство Лавровые (Lauraceae). Включает до 45 родов и 2500–3000 видов, распространенных главным образом в тропических и субтропических областях. Почти все представители семейства — это деревья, кустарники. Листья очередные, простые, цельные, кожистые. Древесина, кора и листья содержат эфирномасличные вместилища, поэтому некоторые из них употребляются как пряность, однако имеются среди них и ядовитые, образующие яд типа кураре. Цветки актиноморфные, раздельнополые или обоеполые, мелкие, невзрачные, собранные в цимоеидные (метельчатые или кистевидные) соцветия. Околоцветник простой, 4-, 6-членный, в слабо дифференцированных кругах. Тычинки располагаются в 4 кругах (пыльники имеют 2–4 клапана в зависимости от числа гнезд). Тычинки, расположенные во внутреннем круге, превращены в стаминодии или нектарники. Гинецей мономерный, из него образуется односемянный сочный ягодообразный плод, окруженный в основании сочным основанием цветоножки

(купулой). Завязь верхняя, очень редко нижняя. Формула растения: $*P_{3+3}A_{3+3+3+3}G_{(3)}$.

Представителем лавровых является лавр благородный (*Laurus nobilis* L.), культивируемый на Черноморском побережье Кавказа. Сухие листья этого растения используются как пряность (лавровый лист). Другие представители этого семейства: коричник цейлонский (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) (прил., рис. 2) — кора используется как пряность (цейлонская корица); коричник камфорный (*C. camphora* (L.) J. Presl) — источник натуральной камфоры; авокадо (*Persea americana*) — дерево, плоды которого содержат до 32 % легкоусвояемых масел и являются ценным диетическим продуктом.

Порядок Бадьяноцветные (Illiciales). К этому порядку принадлежат древесные, кустарниковые растения и лианы, вечнозеленые или листопадные. Листья без прилистников. В древесине имеются примитивные сосуды с лестничными перфорациями. Цветки обоеполые или однополые, спиральные или спироциклические. Порядок включает 2 семейства с небольшим количеством родов.

Семейство Бадьяновые (Illiciaceae). Монотипное семейство, содержащее один род бадьян (*Illicium*), включающий около 40 видов. Это вечнозеленые невысокие деревца или кустарники с простыми очередными листьями и одиночными цветками. Наиболее известен бадьян настоящий (*I. verum* Hook. F.), или звездчатый анис, который используют как пряность. Плоды содержат анетол и поэтому пахнут, как анис из семейства Зонтичных. Другим представителем этого семейства является бадьян священный (*I. anisatum* Hook. F.), обладающий ядовитыми плодами. Его разводят в качестве декоративного растения у буддийских храмов, кору и семена употребляют для благовоний на Востоке.

Семейство Лимонниковые (Schisandraceae). Содержит 2 рода: лимонник (*Schisandra* sp.) и кадсура (*Kadsura* sp.). Это лианы, листопадные или вечнозеленые, с простыми очередными листьями. В древесине примитивные сосуды с члениками, имеющими лестничную перфорацию. Цветки некрупные, пазушные с сильно удлинняющимся (как у лимонника) цветоложем, плоды — сочные нераскрывающиеся многолистовки.

Широко распространен лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.) (прил., рис. 3) — крупная дальневосточная лиана 4–15 м в длину. Листья простые, некрупные, сбрасываемые на зиму. Цветки белые или розовые, душистые, восковидные, однодомные, раздельнополые, на длинных красноватых цветоножках. Околоцветник состоит из неопределенного числа лепестков, тычинок в мужских цветках 1–3, в женских цветках 30–40 плодолистиков. Иногда встречаются обоеполые цветки. Обычно лимонник двудомен, но бывает и однодомен. Плод — сочная листовка. Кожица и мякоть плода кисло-сладкие с лимонным запахом, а весь плод с

семенами солоноватый. Лимонник широко используется в пищу и как лекарственное, декоративное растение. Плоды и семена содержат лимонную (10–11 %), яблочную (7–8 %) и другие кислоты, эфирные и жирные масла, дубильные вещества, моносахариды, белковые вещества. Кроме эфирного масла в них содержатся лигнаны, обуславливающие тонизирующее действие плодов, препарат из которых широко используется в народной медицине. При растирании стеблей, листьев, корней ощущается запах лимона.

Подкласс Лютиковые (Ranunculidae). Подкласс объединяет 4 порядка, 13 семейств, около 200 родов и 4000 видов. Представители подкласса по ряду признаков близки к подклассу Магнолиидов, но более высокоорганизованные. Доминируют травянистые растения с развитой проводящей системой, секреторные клетки встречаются редко. Цветки обоеполые, спиральные или спироциклические, андроцей многобратственный, гинецей чаще всего апокарпный, но во многих эволюционных линиях подкласса наблюдается ценокарпный. Семена с эндоспермом и маленьким зародышем. Наиболее распространенными в умеренной зоне являются представители лютикоцветных, маковоцветных.

Порядок Лютикоцветные (Ranunculales/Ranales). Включает 8 семейств. Преобладают травянистые растения, иногда встречаются кустарники и лианы. Широко распространены в умеренной зоне, встречаются в тропической и субтропической зонах. Членики сосудов с простыми перфорациями. Секреторные клетки накапливают алкалоиды. Листья простые или сложные без прилистников. Цветки обоеполые или однополые, актиноморфные (с неопределенным количеством лепестков, расположенные по спирали) или зигоморфные. Околоцветник простой, двойной либо вообще отсутствует. Андроцей многобратственный, гинецей апокарпный, семена с обильным эндоспермом.

Семейство Лютиковых (Ranunculaceae). Насчитывает 60 родов и свыше 2000 видов, распространенных главным образом в умеренных и холодных областях земного шара. Подавляющее большинство представителей семейства — травянистые многолетние (изредка однолетние) растения, обитающие нередко во влажных местах, встречаются кустарники и лианы. Листья простые, расчлененные, очередные. В строении цветков наблюдается достаточное многообразие: часто встречаются цветки с простым неопределенным или 3-членным околоцветником, однако для некоторых родов характерен двойной околоцветник неопределенного либо 5-членного плана строения. Цветки почти всегда обоеполые, актиноморфные, исключая живокость и борец, у которых они зигоморфные. Чашечка из 2–6 (чаще 5) окрашенных чашелистиков, число их непостоянно. Лепестки могут быть частично редуцированы или превращены в стаминодии. Андроцей многобратственный, тычинки располагаются спирально. Гинецей апокарпный, изредка монокарпный (воронец, клопогон), Формула цветка:

*Ca₅Co₅A_∞G_∞. Опыляются насекомыми. Для цветков характерно наличие нектарников различного типа: в виде ямки у основания листочков либо видоизмененные тычинки или лепестки. Плоды — многолисточки, многоорешки. Семена распространяются эндозоохорно. Лютиковые широко используются в народной медицине и как декоративные.

Типичными представителями семейства являются: горицвет весенний (*Adonis vernalis* L.) (прил., рис. 4), калужница болотная (*Caltha palustris* L.), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa* L.), купальница европейская (*Trollius europaeus* L.), лютик едкий (*Ranunculus acris* L.), живокость высокая (*Delphinium elatum* L.), борец синий (*Aconitum napellus* L.), водосбор обыкновенный (*Aquilegia vulgaris* L.). Для калужницы болотной, ветреницы дубравной и купальницы европейской характерен простой околоцветник, у всех остальных представителей он двойной. Лютиковые богаты веществами вторичного метаболизма. В них найдены гликозиды, сапонины (горицвет весенний), алкалоиды (борец синий, живокость высокая). Большинство представителей семейства ядовито.

Семейство Барбарисовые (Berberidaceae). Включает 14 родов и 650 видов, распространенных в умеренных и субтропических широтах. Данное семейство представлено кустарниками, многолетними травами. Листья простые или сложные, часть видоизменена в колючки. Цветки мелкие, актиноморфные, обоеполые, 2-, реже 3-членные. Тычинки многочисленные, расположены в 2 кругах, гинецей состоит из одного плодолистика с одним или многими семязачатками. Формула: *P_{3×4} (6 внутренних листочков превращены в нектарники) A₃₊₃ G₁.

Плод чаще ягодообразный, но иногда и коробочка. Барбарисовые содержат алкалоиды. Типичным представителем данного семейства является барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.) (прил., рис. 5). Это декоративный обильноцветущий кустарник, имеющий колючие побеги. Листья простые или сложные, часть их видоизменена в колючки. Цветки мелкие, актиноморфные, собраны в соцветие кисть. Лепестки у основания имеют нектарники. Плод — ягода. Представители данного семейства содержат алкалоиды, прежде всего берберин.

Семейство Пионовые (Paeoniaceae). Это семейство включает единственный род пион (*Paeonia*), насчитывающий, по разным данным, от 35 до 40 видов. Встречаются как травянистые, так и кустарниковые, так называемые «древовидные», пионы. Цветки верхушечные, крупные, одиночные, обоеполые, актиноморфные. Околоцветник состоит из 5 жестких чашелистиков и 5 (10–12) крупных яркоокрашенных лепестков. Тычинок много, гинецей апокарпный, из 2–5 плодолистиков. Формула цветка: *Ca₅Co₅A_∞G₁₋₈. Плод — многолисточка. Представители: марьин корень (пион уклоняющийся) (*Paeonia anomala* L.) (прил., рис. 6), пион тонколист-

ный (*P. tenuifolia* L.), пион белоцветковый (*P. lactiflora* Pall.). Пионы — ценные лекарственные растения.

Порядок Макоцветные (Papaverales). К этому порядку относятся преимущественно травы, изредка кустарники и небольшие деревца. Листья простые, очередные, без прилистников. Цветки обоеполые, актино- или зигоморфные, 4-членные. Андроцей многобратственный или в определенном числе, нередко сращенный в пучки. Гинецей паракарпный, завязь верхняя, редко полунижняя. Плод — коробочка. Порядок включает 3 близких семейства, наиболее крупным является семейство Маковые.

Семейство Маковые (Papaveraceae) объединяет 24 рода и 250 видов, распространенных в субтропических и умеренных широтах. Это многолетние или однолетние травянистые растения, изредка полукустарники или кустарники с очередными, простыми без прилистников листьями. Характерно наличие млечников с желтым, оранжевым или бесцветным соком, который содержит алкалоиды. Цветки яркие, крупные, актиноморфные, одиночные или собраны в соцветия. Чашечка из 2 чашелистиков, опадающих к моменту раскрытия цветка, иногда их бывает и больше (3–4); лепестков 4, расположены в 2 круга. Андроцей многобратственный, очень редко из 4 тычинок, расположенных по спирали. Гинецей паракарпный из многих или 2 плодолистиков с верхней, иногда полунижней завязью. Формула: $*C_2C_0A_{\infty}G_{(2)}$. Плод — коробочка. Семена с обильным эндоспермом.

Типичный представитель — мак снотворный, опийный (*Papaver somniferum* L.) (прил., рис. 7). Однолетнее растение с простыми крупнозубчатыми или надрезанно-лопастными листьями. Нижние листья на коротких черешках, верхние — стеблеобъемлющие. На нижней стороне пластинки листа имеются редкие волоски. Цветки правильные, обоеполые. Околоцветник двойной, 2 чашелистика (рано опадающих), 4 лепестка (расположенных в 2 круга). Андроцей многобратственный (8–20), тычинки кверху утолщаются. Гинецей образован шаровидным пестиком со звездчатым мохнатым рыльцем. Плод — коробочка. Семена мелкие, содержат алкалоиды. Как сорняк встречается мак-самосейка (*P. rhoeas* L.).

Чистотел большой (*Chelidonium majus* L.) (прил., рис. 8) — многолетнее растение с простыми перисто-рассеченными листьями с ушковидными придаточными дольками у основания. Верхняя сторона листа зеленая, нижняя — сизоватая. Имеются млечники. Цветки правильные, обоеполые. Околоцветник двойной, 2 чашелистика, 4 лепестка (расположены в 2 круга). Андроцей многобратственный. Гинецей состоит из 2 плодолистиков. Плод — стручковидная коробочка. Семена содержат белый крупный присемянник. Растение ядовито, все органы содержат алкалоиды. Оранжевый сок чистотела используется при кожных заболеваниях.

В качестве лекарственного растительного сырья в ГФ Республики Беларусь указаны листья маклеи (*Macleaya cordata* R. Br.) (прил., рис. 9).

Семейство Дымянковые (Fumariaceae). Это небольшое семейство, к которому принадлежат травы с сильно рассеченными очередными листьями без млечного сока, но с секреторными клетками. Цветки мелкие, зигоморфные, содержащие шпорец с нектаром, 2 чашелистика (обычно опадающие), 4 лепестка. Андроцей состоит из 2 сложноустроенных тычинок. Каждая тычинка несет 3 пыльника, из которых 2 — двугнездные, а средний — четырехгнездный, тычиночные нити у основания сращены. Гинецей содержит 2 плодолистика. Плод — стручковидная коробочка либо орешковидный.

Дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.) (прил., рис. 10) — однолетнее растение с рассеченными на многочисленные мелкие доли листьями. Цветки мелкие, собраны в соцветие кисть. Плод — нераскрывающийся орешек. Трава используется как диуретическое и молокогонное средство. Другой представитель семейства — хохлатка плотная (*Corydalis solida*), характерной особенностью цветка которой является наличие шпорца, образованного лепестками.

Подкласс Гвоздичные (Caryophyllidae). Подкласс объединяет 3 порядка, 19 семейств, 650 родов и 11 500 видов. Среди них преобладают травянистые растения, полукустарники, кустарники, изредка встречаются не крупные древесные формы. Имеются сосуды с простыми перфорациями. Листья простые, цельные. Цветки обоеполые, изредка раздельнополые, актиноморфные, изредка безлепестные. Андроцей многобратственный. Гинецей ценокарпный, изредка апокарпный. Семена с периспермом и согнутым зародышем.

Порядок Гвоздичные (Caryophyllales) включает 17 семейств, из которых наиболее известны гвоздичные, маревые, кактусовые, амарантовые. Растения травянистые, реже кустарники. Листья цельные, супротивные. Цветки обоеполые или однополые, актиноморфные, 5-членные с двойным околоцветником. Андроцей многобратственный или определенный, тычинки расположены в 2 круга. Гинецей лизикарпный. Плод — коробочка.

Семейство Гвоздичные (Caryophyllaceae) насчитывает 80 родов и 2000 видов. Большею частью одно- и многолетние травянистые растения, встречаются также кустарники, распространены повсеместно. Листья супротивные, редко — очередные, но тогда с пленчатыми прилистниками. Цветки одиночные или собраны в дихазальные соцветия, актиноморфные, 5-членные с двойным околоцветником. Чашелистики свободные или срастаются в трубку, лепестки свободные или сросшиеся. У некоторых видов узкое основание лепестка, или ноготок, имеет широкую отогнутую (множественно рассеченную на доли) верхушку, или отгиб, в месте его перехода в ноготок заметны лепестковидные или пленчатые выросты — придатки, имеется привенчик. Тычинок — 4–5 (до 10), гинецей из 2–5 плодолистиков, синкарпный, переходящий в лизикарпный, завязь верхняя. Формула

цветка: $*C_{a(5)}$ или $5C_{o5}A_{5+5}G_{(2-5)}$. Плоды — коробочки, орешковидные или ягоды (редко). Семена с мясистыми придатками разносятся муравьями. Представителями данного семейства являются:

– звездчатка дубравная (*Stellaria nemorum* L.) — многолетнее травянистое растение с лежачим, восходящим стеблем с придаточными корнями. Листья сердцевидные, мягкоопушенные, лепестки глубоко надрезанные на 2 доли;

– мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis* L.) (прил., рис. 11) — многолетнее травянистое растение с прямостоячим стеблем и широкояйцевидными сидячими листьями. Лепестки с привенчиком, рассеченные по краю на доли;

– гвоздика травянка (*Dianthus deltoides* L.) — многолетнее травянистое растение с прямостоячим стеблем и узколанцетными сидячими шероховато-волосистыми листьями. Чашечка с прицветными пленчатыми чешуйками;

– куколь обыкновенный (*Agrostemma githago* L.) (прил., рис. 12) — однолетнее травянистое растение. Стебель ветвящийся. Листья линейноланцетные с волосками. Цветки одиночные. У всех перечисленных представителей плод — коробочка.

Среди представителей данного семейства много лекарственных и декоративных растений.

Семейство Маревые (Chenopodiaceae) объединяет около 105 родов и 1600 травянистых и кустарниковых видов, распространенных повсеместно, но особенно характерны маревые для засоленных почв (саксаулы, солеросы, соленкокосники, солянки). Цветки мелкие, актиноморфные, обоеполые или однополые, лишены лепестков и обычно собраны группами в соцветие кисть или метелка. Чашечка имеет 5 невзрачных зеленоватых листочков и окружена крупными прицветниками. Околоцветник может быть полностью редуцирован. Тычинок 5, реже — 1–4. Гинецей ценокарпный, состоит из 2 (3–4) плодолистиков, образующих верхнюю или полунижнюю завязь со свободными или едва сросшимися столбиками. Формула: $*P_{(5)}A_5G_{(2-5)}$.

Плод — односемянный, нераскрывающийся, ореховидный, опадающий вместе с чашечкой, доли которой разрастаются в крыловидные или крючковатые выросты. Иногда чашечка становится мясистой, и плод выглядит, как сочная ягода (*Chenopodium foliosum* L.). В образовании плода иногда принимают участие прицветники, например у дикорастущей лебеды (*Atriplex hortensis* L.) (прил., рис. 13). При срастании чашелистиков и прицветников, как, например, у свеклы и шпината, образуется соплодие.

Представителям сорной растительности свойствен гетероморфизм цветков, плодов и семян в пределах даже одного соцветия. Цветки ветроопыляемые, семена распространяются по принципу перекаати-поля. Пред-

ставители данного семейства имеют пищевое значение. Шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.) (прил., рис. 14), свекла (*Beta vulgaris* L.) содержат большое количество витаминов, белков, минеральных солей. Как заменитель шпината можно использовать молодые побеги дикорастущей лебеды (*Atriplex* sp.), мари (*Chenopodium* sp.).

Семейство Кактусовые (Cactaceae) включает 105 родов и 2200 видов, распространено исключительно в засушливых областях. Большинство видов утрачивает листья, а их цилиндрический или сферический мясистый стебель (выполняющий водозапасающую и фотосинтезирующую функции) несет пучки колючек, покрытых волосками. Представители данного семейства используются в декоративных целях (*Zigocactus*, *Epiphillum*, *Echinopsis* и др.).

Семейство Амарантовые (Amaranthaceae) насчитывает 65 родов и 850 видов, распространенных преимущественно в тропических зонах. Амарантовые — это однолетние или многолетние травы с цельными очередными листьями. Цветки мелкие, актиноморфные, обоеполые, собраны в соцветие кисть или метелку. Венчик чашечковидный (лепестков нет), чашечка состоит из 5 пленчатых чешуй и окружена прицветниками, которые могут сохраняться после цветения, поэтому цветок кажется неувядающим. Тычинок 5, гинецей ценокарпный, состоит из 2–3 плодолистиков, образующих верхнюю одногнездную завязь. Плод — орех, реже — ягода или крыночка. В медицине используют эрву шерстистую, или пол-полу (*Aerva lanata* (L.) Juss.), при мочекаменной болезни. Большая часть представителей имеет декоративное значение: амарант хвостатый (*Amaranthus caudatus* L.), целозия (*Celosia argentea* var. *cristata*). Листья и побеги некоторых амарантов используют в пищу (*A. caudatus* L., *A. Cruentus* L.).

Порядок Гречишные (Polygonales) включает только одно *семейство Гречишные* (Polygonaceae), объединяющие, по разным данным, от 30 до 35 родов и более 1000 видов. Представители семейства распространены повсеместно, но преимущественно в умеренных областях. Гречишные умеренных областей — это однолетние или многолетние травы. Характерный признак — наличие раструба (сросшиеся в трубку прилистники), охватывающего стебель. Цветки мелкие, актиноморфные, обоеполые (редко однополые), собранные в верхушечные кистевидные соцветия. Околоцветник простой из 3, редко 2–5, зеленоватых или окрашенных чашелистиков. Тычинок 3–9, между их основаниями расположены нектарники. Гинецей лизикарпный и состоит из 3, реже 2–4 плодолистиков, образующих одногнездную завязь, имеющую один семязачаток и свободные или сросшиеся столбики. Формула: $*P_{3-6}A_{5-9}G_{(3)}$ или $G_{(2-4)}$. Плод — орешек с числом граней, равным числу плодолистиков. Гречишные — ценные пищевые, промышленные и лекарственные растения. Листья щавеля (*Rumex confertus* L.) (прил., рис. 15), черешки ревеня (*Rheum rhaponticum* L.)

(прил., рис. 16) содержат органические кислоты и витамины, используются в пищу. Широко применяются как лекарственные растения различные виды горцев: горец перечный (*Polygonum hydropiper* L.) (прил., рис. 17), горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.) (прил., рис. 18), горец змеиный (*Polygonum bistorta* L.) (прил., рис. 19). Гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench) — ценное пищевое растение.

ЛЕКЦИЯ 8

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДКЛАССОВ НАМАМЕЛИДИДЫ, ДИЛЛЕНИИДЫ

Подкласс Гамамелииды (Hamamelididae). Включает 16 порядков, 22 семейства, 71 род, 1500 видов. Это древняя группа цветковых растений, которые произошли от магнолиид. Сохраняются бессосудистые формы. Все представители этого подкласса — древесные растения, в эволюции прослеживается упрощение цветка (околоцветник редуцирован), цветки раздельнополые. Наблюдается переход к ветроопылению. Плодолистики в ряде случаев остаются свободными.

Порядок Букоцветные (Fagales). Этот порядок включает одно семейство Буковые, поэтому характеристика порядка совпадает с характеристикой семейства.

Семейство Буковые (Fagaceae). Включает 8 родов и более 900 видов, распространенных повсеместно, кроме тропических и приполярных районов. Буковые — крупные листопадные или вечнозеленые деревья, редко кустарники или кустарнички. Листья простые, очередные, кожистые, с рано опадающими прилистниками. Цветки раздельнополые, в сережковидных или головчатых тирсах, где парциальным соцветием являются дихазии, редуцированные иногда до одного цветка. Отдельные женские дихазии окружены чешуйчатой, бугорчатой или шиповатой чашевидной оберткой, или плоской, которая образована стерильными ветвями соцветия. Околоцветник простой, невзрачный, сросшийся в основании у мужских цветков, и приросший к завязи у женских, состоящий из 4–7 долей. Тычинки свободные, их число в 2 раза превышает число чашелистиков. Гинецей ценокарпный из 3 плодолистиков, образующих 3-гнездную завязь. В каждом гнезде по 2 семязачатка, из которых развивается только 1. Завязь нижняя. Плод — односемянный орех, полностью или частично окруженный одревесневающей плоской, называемый желудем.

Представители: каштан настоящий (*Castanea sativa* Mill.) — плоды используются в пищу; бук восточный (*Fagus orientalis* Lipsky) — плоды содержат пищевое масло; дуб летний или черешчатый (*Quercus robur* L.) (прил., рис. 20), кора и листья которого содержат дубильные вещества, а

формулы цветков: ♂*P₍₅₋₉₎A₍₆₋₉₎G₀, ♀*P₃₊₃A₀G₍₃₎; дуб красильный (*Quercus infectoria* Oliv.); пробковый дуб (*Quercus suber* L.).

Порядок Березовые (Betulales). К порядку относится одно семейство *Березовые* (Betulaceae), которое включает 6 родов и 150 видов. Семейство представлено листопадными деревьями и кустарниками, образующими мелколиственные леса. Листья простые, цельные, очередные, с опадающими прилистниками, обычно опушенные. Растения однодомные. Цветки мелкие, невзрачные, раздельнополые, собраны в соцветия. Мужские цветки собраны в поникающие сережковидные соцветия, женские — в торчащих шишковидных, в основе которых лежит дихазий. Прицветники женских цветков часто срастаются, образуя кроющую чешую дихазия. В других случаях, например у лещины, чешуи образуют кожистую плюску, охватывающую плод. Околоцветник редуцирован. Мужские цветки содержат от 2–4 до 12 или более тычинок. Формула: ♂*P₂A₂G₀. Женские цветки имеют псевдомонокарпный гинецей, состоящий из 2 плодолистиков, образующих одногнездную завязь с длинными рыльцами. Формула: ♀*P₀A₀G₍₂₎. Цветки опыляются ветром. Плод — орех или орешек, с пленчатыми крыловидными выростами по бокам.

Представители: ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) (прил., рис. 21), формулы: ♂*P₄A₄G₀, ♀*P₀A₀G₍₂₎; ольха серая (*A. incana* (L.) Moench.) (прил., рис. 22); береза белая (*Betula pendula* Roth.) (прил., рис. 23), формулы: ♂*P₂A₂G₀, ♀*P₀A₀G₍₂₎; береза пушистая (*B. pubescens* Ehrh.); береза карликовая (*B. nana* L.); лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.).

Порядок Орехоцветные (Juglandales). Данный порядок включает одно семейство *Ореховые* (Juglandaceae), которое насчитывает 7 родов и около 60 видов. Ореховые деревья листопадные, с крупными перистосложными листьями с ароматическими железками. Растения однодомные. Цветки раздельнополые, мелкие, невзрачные, собраны в однополые соцветия — мужские (♂*P_{2,4}A₈₋₁₀G₀) в сережковидных тирсах, а женские (♀*P₄A₀G₍₂₎) в таких же тирсах, только группами или поодиночке. Основу соцветий составляют дихазии, редуцированные до одного цветка. Околоцветник отсутствует или сильно редуцирован. Тычинок — 2–100, гинецей псевдомонокарпный, из 2 плодолистиков. Плод — костянка с кожистым экзокарпием. Представителем является орех грецкий (*Juglans regia* L.), плоды которого используются в пищу. Имеет ценную древесину.

Подкласс Диллениевые (Dilleniidae). В филогенетическом отношении диллениевые представляют одну из центральных групп цветковых растений. Этот подкласс включает 31 порядок, 97 семейств, около 1910 родов и примерно 36 000 видов. У наиболее примитивных диллениевых сохранились общие черты с представителями магнолиидов. К данному

подклассу принадлежат растения умеренной зоны, а также представители тропической и субтропической флоры. Жизненные формы представлены деревьями, кустарниками и травами. Для проводящей системы характерно наличие сосудов с лестничной и простой перфорациями. Цветки обоеполые или раздельнополые, с двойным околоцветником или безлепестные, у более примитивных растений — спироциклические. Андроцей многобратственный, гинецей у примитивных апокарпный, у более продвинутых — ценокарпный, семена с эндоспермом. Данный курс охватывает порядки Чаецветных, Фиалкоцветных, Мальвоцветных, Верескоцветных, Первоцветных, Каперсоцветных, Ивоцветных, Крапивоцветных.

Порядок Чаецветные (Theales). Включает 12 семейств и представлен древесными растениями, кустарниками, лианами и очень редко травами. Листья простые, очередные. Цветки актиноморфные, редко зигоморфные, обоеполые. Андроцей со срастающимися тычиночными нитями. Гинецей ценокарпный или вторично апокарпный, завязь верхняя, семена чаще с эндоспермом. Плоды — коробочка, костянка, ягода. Большинство растений этого порядка распространено в субтропической и тропической зонах. В умеренной зоне этот порядок представлен семействами Чайных и Зверобойных.

Семейство Чайные (Theaceae) включает 24 рода и около 560 видов. Все представители — вечнозеленые деревья либо кустарники. Листья простые, очередные, кожистые. Цветки одиночные, нередко крупные, актиноморфные, обоеполые. Чашечка из 5–7 чашелистиков, венчик чаще 5-членный, иногда 4–9 лепестков. Андроцей многобратственный из срастающихся либо свободных тычинок, изредка их бывает 5–10. Гинецей из 2, 3, 5 или многих плодолистиков, ценокарпный, завязь верхняя, плод — коробочка, сухая костянка либо ягода.

Чайный куст (*Thea sinensis* L.) — кустарник с простыми плотными кожистыми очередными листьями. Формула: $*Ca_{5-6}Co_{5-9}A_{\infty}G_{(3-5)}$, плод — коробочка. Содержит витамины, дубильные вещества, кофеин, алкалоиды. Декоративные растения представлены камелией японской (*Camellia japonica* L.) и сасанквой (*S. sasanqua* L.), обладающими крупными махровыми белыми, розовыми и красными цветками.

Семейство Зверобойные (Hypericaceae) включает 9 родов и около 400 видов. Наряду с древесными и кустарниковыми формами в этом семействе доминируют травы. Листья простые, супротивные, с точечными просвечивающимися жилками. Цветки одиночные (похожи на цветки чайных) или собраны в цимбидные соцветия. Тычинки на длинных нитях, срастающиеся пучками. Гинецей — ценокарпный, завязь верхняя со свободными столбиками, формула: $*Ca_{(5)}Co_5A_{\infty}G_{(3)}$, плод — коробочка.

Представители: зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) (прил., рис. 24, а), зверобой крапчатый (*H. maculatum* L.) (прил., рис. 24, б).

Порядок Фиалкоцветные (Violales) объединяет 15 семейств и представлен деревьями, кустарниками и травами. Листья очередные или супротивные с прилистниками. Цветки актиноморфные, зигоморфные, обоеполые. Андроцей многобратственный или состоящий из 5 тычинок со свободными либо сросшимися тычиночными нитями (пыльниками). Гинецей паракарпный, завязь верхняя, полунижняя или нижняя. Плоды — коробочки, ягоды или орешковидные. Растения этого порядка распространены повсеместно. Большое значение имеют представители семейства Фиалковых.

Семейство Фиалковые (Violaceae) представлено 29 родами и 900 видами. К нему принадлежат много трав, кустарников, лиан, крупных деревьев. Листья очередные или супротивные с прилистниками. Цветки с двойным околоцветником, актино- или зигоморфные, 5-членные, у зигоморфных цветков один из лепестков более крупный с мешковидным шпорцем в основании. Тычинок 5, и они могут срастаться в трубку, окружающую завязь. Гинецей ценокарпный, состоит из 3 плодолистиков, образующих верхнюю завязь, формула цветка: $\uparrow C_5 C_5 A_5 G_{(3)}$. Плод — коробочка (3-створчатая), редко ягода или орех.

Представители: фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.) (прил., рис. 25); фиалка полевая (*V. arvensis* L.); фиалка удивительная (*V. mirabilis* L.) и др.

Порядок Верескоцветные (Ericales). Этот порядок тесно связан с порядком Theales. В нем преобладают кустарники и деревья, лишь изредка отмечаются многолетние травы и сапрофитные растения. Представители этого порядка распространены в разных зонах и различных экологических условиях. Листья очередные, реже супротивные или мутовчатые. Цветки чаще всего обоеполые, актиноморфные, сростнолепестные, иногда свободнoleпестные, тычинки и лепестки прикрепляются к подпестичному нектарному диску, а вскрываются тычинки верхушечными порами. Гинецей паракарпный, из 3 — многих плодолистиков, завязь верхняя или нижняя, плоды — ягоды, коробочки, костянки.

Семейство Вересковые (Ericaceae) — самое большое в порядке Ericales, весьма типичное для тропической и субтропической зон, но некоторые его представители являются характерными растениями умеренного и арктического поясов. Чаще всего это кустарники или древесные растения, иногда полукустарники или лианы, вечнозеленые или листопадные, с очередными листьями. Цветки 4-, 5-членные, нередко собранные в кистевидные, зонтиковидные, щитковидные соцветия, обоеполые, актиноморфные, чаще всего со сросшейся чашечкой и сросшимся венчиком. Чашелистиков обычно 4–5, иногда 8, лепестков то же количество, чаще всего спайнолепестных, тычинок вдвое больше, чем лепестков, и они расположены в 2 круга, реже их столько же, сколько лепестков, иногда до 20. Гинецей из 4–5, иногда до 10 плодолистиков, завязь верхняя, формула: $*C_{(4-5)} C_{(4-5)}$. Плод — коробочка или ягода.

Представители: багульник болотный (*Ledum palustre* L.) (прил., рис. 26); вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hill.); толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uvaursi* (L.) Spreng.) (прил., рис. 27).

Семейство Брусничные (*Vacciniaceae*) объединяет кустарники, кустарнички с вечнозелеными или опадающими зимой листьями. От вересковых брусничные отличаются только наличием нижней завязи. Цветки 4-, 5-членные, обычно спайнолепестные, андроцей состоит из тычинок, число которых вдвое превосходит число долей околоцветника, гинецей из 4–5 плодолистиков, плод — ягода.

Представители: черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) (прил., рис. 28); брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) (прил., рис. 29); голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.); клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Adans.).

Порядок Первоцветные (*Primulales*) включает 4 семейства, представленных деревьями, кустарниками и травами с простыми очередными или супротивными (иногда мутовчатыми) листьями без прилистников. Цветки обоеполые или однополые, актиноморфные, чаще всего 5-членные. Чашелистики свободные или сросшиеся, венчик спайнолепестной, тычинки расположены в 1 или 2 круга, приросшие к венчику, гинецей лизикарпный, завязь верхняя или нижняя, иногда полунижняя, формула: $*Ca_{(5)}Co_{(5)}A_5G_{(5)}$. Плоды — ягоды, коробочки, костянки.

Семейство Первоцветные (*Primulaceae*) включает 30 родов и 1000 видов. Это самое большое семейство в порядке *Primulales*, весьма широко распространенное, но преобладающее в умеренных и холодных областях Северного полушария. К нему принадлежат многочисленные травы, иногда водные, изредка полукустарники. Листья обычно образуют прикорневую розетку, очередные, супротивные и мутовчатые, простые или лопастные, иногда сильно рассеченные. Цветки в разнообразных соцветиях, иногда одиночные, 5-, иногда 4-, 6-, 7-, 9-членные. Чашечка всегда сросшаяся, венчик тоже сrostнолепестной (лепестки могут срастаться только у основания), число тычинок андроцея равно числу лепестков, гинецей из 5 плодолистиков, завязь верхняя или полунижняя. Для цветков характерна гетеростилия.

Представители: первоцвет весенний (*Primula veris* L.) (прил., рис. 30); первоцвет мучнистый (*P. farinose* L.) и седмичник европейский (*Trientalis eugorea* L.).

Порядок Мальвоцветные (*Malvales*) включает 11 семейств. К этому порядку относятся деревья, кустарники и травы с очередными простыми или сложными листьями с прилистниками. Характерно наличие слизевых клеток или каналов, а также обильное опушение, в частности на плодах и семенах. Цветки обычно обоеполые, актиноморфные, чаще всего 5-членные, тычинки располагаются в 2 круга, иногда наружный превращается в стаминодии, а внутренний расщепляется на большое число тычинок, срас-

тающихся в пучки или колонки своими нитями. Гинецей чаще паракарпный, но обычно вторично синкарпный, завязь верхняя. Плоды сухие, раскрывающиеся, типа коробочки или drobные.

Семейство Липовые (Tiliaceae) включает 46 родов, 450 видов. Состоит главным образом из тропических и субтропических растений: листопадных деревьев, кустарников, изредка полукустарников и трав. Однако некоторые представители имеются и в умеренном климате. Листья очередные, простые, с опадающими прилистниками. Цветки обоеполые, актиноморфные, 5-членные, редко 3–4-членные, чашелистиков и лепестков одинаковое количество, андроцей многобратственный, с тычиночными нитями, сросшимися в пучки только в основании либо свободными. Гинецей из 2 или многих плодолистиков, паракарпный, но в результате срастания плацент в центре завязи стал многогнездным. Формула цветка: $*C_5C_5A_5$ или $\infty G_{(5)}$. Тычинки срослись в 5 пучков. Цветки собраны в соцветия. Плоды сухие и сочные. Типичным представителем данного семейства является липа сердцевидная (*Tilia cordata* L.) (прил., рис. 31).

Семейство Мальвовые (Malvaceae) включает 85 родов, 1000 видов. Это семейство широко распространено по земному шару и преобладает в тропиках, однако ряд его представителей есть и в умеренной зоне. К этому семейству относятся травы, кустарники и деревья с простыми очередными листьями с прилистниками. Цветки актиноморфные, обоеполые, 5-членные. Чашечка из 5 чашелистиков, нередко с подчашием, 5 лепестков, свободных или сросшихся, андроцей многобратственный в 2 кругах со сросшимися в трубку тычиночными нитями, гинецей из 2-, 5-, многих плодолистиков. Формула: $*C_3$ или $(3)C_5A(\infty)G(\infty)$. Цветки обычно собраны в соцветия. Плод либо коробочка, либо распадающийся на мерикарпии (дробный), иногда — ягода или крылатка. Характерно наличие волосков на семенах или внутри плодов, слизевых каналов, а очертание флоэмы стебля в поперечном сечении напоминает таковую у Tiliaceae — она имеет трапециевидную форму. Представителями данного семейства являются алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L.) (прил., рис. 32), алтей армянский (*A. armeniaca* Ten.).

Порядок Каперсоцветные (Capparales). К этому порядку принадлежат древесные растения, кустарники и многочисленные травы с простыми очередными листьями, широко распространенные по земному шару. Цветки актиноморфные, обоеполые, с двойным околоцветником, 4–5-членные. Андроцей многобратственный или из 6 тычинок, гинецей паракарпный из 2, 4, многих плодолистиков, завязь верхняя. Плоды — коробочки, стручковые коробочки, стручки, ягоды.

Семейство Крестоцветные (Brassicaceae или Cruciferae) — самое крупное семейство среди представителей порядка Capparales, распространение которого связано, в основном, с Северным полушарием. Большин-

ство крестоцветных — травы, лишь изредка полукустарники, еще реже кустарнички, с очередными листьями без прилистников, нередко образующие прикорневую розетку. Цветки актиноморфные с четкой формой строения: 4 чашелистика, 4 лепестка с хорошо заметным ноготком, андроцей из 6 тычинок в 2 кругах (4 более длинные, 2 более короткие), иногда из 4, 2 или 16, гинецей из 2 плодолистиков, завязь верхняя, формула: $*Ca_4Co_4A_{4+2}G_{(2)}$. Цветки мелкие, собраны в кисти, сильно удлиняющиеся по мере цветения и созревания плодов. Плод — стручок, стручочек, орешковидный.

Среди популярных декоративных растений широко известны сорта левкоев (*Matthiola annua* sp.), обладающие яркими, нередко махровыми цветками с сильным ароматом. Крупные цветки левкоя демонстрируют форму цветков крестоцветных. Капуста полевая (*Brassica campestris* L.) — однолетнее растение с розеткой лировидных сизых листьев, желтыми крупными цветками и характерными для крестоцветных длинными стручками. К роду *Brassica* относятся многие культурные растения: различные сорта огородной капусты (*B. oleracea* L.), брюква (*B. napus* L.), репа и турнепс (*B. rapa* L.) и др. Лекарственным растением является пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris* (L.) Medik.) (прил., рис. 33).

Порядок Ивоцветные (Salicales). Семейство Ивовые (Salicaceae). К этому семейству принадлежат древесные, кустарниковые растения и мелкие кустарнички. Оно делится на 3 рода: ива (*Salix*), тополь (*Populus*), чозения (*Chosenia*) — и 400 видов, распространенных в умеренной, арктической зонах, а также в районах высокогорий. Все ивовые имеют простые очередные листья с прилистниками и мелкие однополые цветки, собранные в соцветия сережки. Цветки лишены околоцветника. Андроцей может быть многобратственным или состоять из 2, 3, 5 тычинок, гинецей парикарпный, плод — коробочка, вскрывающаяся 2 створками.

Род тополь (*Populus*) — растение ветроопыляемое, двудомное. Цветут тополя весной, до распускания листьев. В это время на мужских экземплярах появляются поникающие, с гибкой осью соцветия сережки, несущие коричневатые и узкозубчатые по краю прицветники, в пазухах которых развиваются мужские цветки, содержащие многочисленные тычинки с пурпурными пыльниками. Околоцветника в цветке нет. Женские экземпляры развивают сходные соцветия — их оси тоже несут прицветники, в пазухах которых на бокальчатых дисках располагаются гинецеи тополей, обладающие массивным рыльцем. Созревшие плоды — некрупные коробочки, раскрывающиеся 2 створками — выпускают многочисленные мелкие семена, окутанные тонкими волосками. В момент массового созревания плодов тополя обильно «пылят», доставляя неудобства горожанам. В связи с этим следует размножать только мужские экземпляры тополей. Представителями данного рода являются: тополь душистый (*Populus*

suaveolens L.) (прил., рис. 34) — растение с крупными широкояйцевидными листьями, обладающими сильным ароматом благодаря смолам, покрывающим поверхность почечных чешуй; тополь черный (осокорь) (*P. nigra* L.). Тополя — высоко фитонцидные растения, очищающие воздух от микроорганизмов. Из дикорастущих тополей наиболее известна осина (*P. tremula* L.), или тополь трепещущий, получивший свое название за постоянный трепет листьев на ветру, вызванный особым строением черешка, который сплюснен в плоскости.

Род ива (*Salix*) содержит виды, порой легко скрещивающиеся между собой, иногда трудно разграничиваемые. Мужские цветки ив имеют всего 2, 3, 5, редко до 12 тычинок, в то время как у тополей их до 40, реже 6. Виды этого рода очень разнообразны по форме и опушению листа, по жизненным формам. Есть и крупные кустарники типа ивы пепельной (*Salix cinerea*), и высокие, красивые деревья, например ива серебристая (*S. alba* L.) (прил., рис. 35). Цветки ив, собранные в соцветие сережку, лишены околоцветника, тем не менее опыляются насекомыми, так как каждый цветок (и мужской, и женский) несет по медоносной железке, дающей обильный нектар. Мужской цветок ивы располагается в пазухе серебристоопушенного прицветника и состоит чаще из 2, но у некоторых видов из 3–5 тычинок, в основании которых лежит медоносная железка. Женский цветок тоже расположен в пазухе опушенного прицветника и состоит из гинецея с хорошо заметным рыльцем и железкой в его основании. Серебристое опушение прицветников и создает серебристое одеяние знакомых баранчиков ивы. Плоды — коробочка и семена с многочисленными волосками. Данный род представлен ивой козьей (*S. caprea*), ивой остролистной (*S. acutifolia*). Для озеленения широко применяется вавилонская ива с плакучими ветвями (*S. babylonica*).

Порядок Крапивоцветные (Urticales). К этому порядку принадлежат деревья, кустарники и травы с очередными или супротивными простыми листьями, обычно с прилистниками, нередко срастающимися в колпачки. Для анатомии характерно наличие у некоторых семейств млечников, или цистолитов, в клетках. Цветки большей частью собраны в соцветия, иногда весьма сложного строения, только изредка одиночные, с невзрачным простым околоцветником, а иногда и полностью его лишённые, 2-, 3-, 4-членные, чаще раздельнополые, иногда обоеполые. Количество тычинок обычно равно числу долей околоцветника, гинецей из 2 плодолистиков, завязь верхняя или нижняя.

Семейство Крапивные (Urticaceae). Одной из характерных особенностей крапивных является обилие цистолитов — беловатых образований, пропитанных карбонатом кальция. Форма цистолитов (точечная, палочковидная, овальная, серповидная, булавовидная, звездчатая, F-образная и т. п.) более или менее постоянна для определенных таксонов и нередко

служит хорошим диагностическим признаком в систематике видов и родов семейства.

Жгучие волоски крапивы имеют стрекательные клетки (на 1 мг ее массы приходится до 100 стрекательных клеток), содержащие едкую жидкость сложного химического состава — в ней есть гистамин, ацетилхолин, муравьиная кислота. Жгучий волосок имеет вид капиллярной трубочки, оканчивающейся небольшой округлой головкой. Верхняя часть волоска окремневает и при прикосновении к ней отламывается, острые края волоска прокалывают кожу, и в ранку впрыскивается содержимое стрекательной клетки. В результате возникает болезненное жжение — крапивный ожог.

Представителями данного семейства являются крапива двудомная (*Urtica dioica* L.) (прил., рис. 36) и крапива жгучая (*Urtica urens* L.) (прил., рис. 37).

Крапива двудомная — многолетнее двудомное травянистое растение с длинным корневищем. Стебли прямостоячие, тупочетырехгранные, бороздчатые, с жесткими жгучими волосками. Листья супротивные, яйцевидно-ланцетные, крупнопальчатые, покрыты жгучими волосками. Цветки мелкие, однополые, зеленые, с простым четырехраздельным околоцветником. Мужские цветки с 4 тычинками, женские — с одним пестиком и сидячим рыльцем. Соцветия пазушные, колосовидные, повисающие, длиннее черешков листьев. Плод — яйцевидный орешек. Высота 30–150 см.

Крапива жгучая — однодомное однолетнее травянистое растение с ветвистым стеблем. Листья яйцевидно-эллиптические, острые, надрезанно-пильчатые, покрыты жгучими волосками. Цветки мелкие, зеленые, с простым околоцветником, тычиночные и пестичные. Цветки собраны в колосовидное соцветие, которое равно по длине черешкам листьев или короче их. Высота 15–60 см.

Семейство Вязовые, или Ильмовые (Ulmaceae) — это древесные и кустарниковые породы с очередными или супротивными листьями, обычно несимметричными и грубо опушенными — одна половина листа в основании скошена, а вторая закруглена и длиннее первой. Цветки часто собраны в мелкие, невзрачные соцветия, однополые или обоеполые, 4–5-членные, со свободным или слегка сросшимся простым околоцветником, тычинки в количестве, равном числу долей околоцветника, иногда приросшие к нему, гинецей из 2 плодолистиков, плод — односемянной орех, иногда крылатый или костянка.

Представителями данного семейства являются различные виды вяза, которые встречаются в диком виде, входя в состав широколиственных и широколиственно-еловых лесов — вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.) (прил., рис. 38), вяз голый (*U. scabra*). Цветки мелкие, невзрачные, имеют хорошо заметный околоцветник из 5–6 сросшихся листочков, тычинок 5 или 6, гинецей с крупными расходящимися в разные стороны рыльцами. Еще до

опадания околоцветника, но уже после опыления цветков по бокам завязи появляются быстрорастущие ребрышки, которые в зрелом плоде образуют окружающее его широкое крыло. Созревание плодов происходит быстро, и вскоре после полного разворачивания листьев ветки покрываются светло-зелеными, а позднее желтеющими плодами. Цветут эти растения до полного распускания листьев.

Семейство Тутовые (Moraceae) — самое большое семейство в порядке *Urticales*, однако в умеренной зоне имеется лишь небольшое число видов и это, в основном, культивируемые растения. Сюда относятся древесные растения и кустарники, вечнозеленые и листопадные, листья всегда с прилистниками, иногда срастающимися в колпачок. Для анатомии характерно наличие цистолитов и млечников. Цветки обычно собраны в соцветия, мелкие, невзрачные, ветроопыляемые или энтомофильные, однодомные или двудомные. Формы соцветий разнообразны: кистевидные, головчатые, колосовидные, зонтиковидные; ось соцветия может быть утолщена и принимать форму шаровидную, блюдцевидную, полого шара с цветками, расположенными во внутренней полости этого шара (сиконий у *Ficus* sp.). Околоцветник состоит из 2–8, чаще всего 4 листочков, свободных или слегка сросшихся, тычинок столько же, сколько долей околоцветника или 3, 2, 1, гинецей складывается из 2 сросшихся плодолистиков, завязь верхняя, полунижняя и нижняя. Плоды костянковидные, в соплодиях.

Из семейства Тутовых наибольшей известностью пользуется тута (*Morus* sp.), или шелковица, разводимая в южных районах страны (на Украине, в Средней Азии) ради ее сладких плодов, идущих в пищу в сыром и переработанном виде, а также ради ее листьев — пищи шелкопряда. В культуре обычно встречаются 2 вида шелковицы: белая (*Morus alba*) и черная (*M. nigra*). Это высокие деревья с цельными лопастными листьями, цветущие весной до полного их распускания. Мужские соцветия шелковицы сережчатые, напоминающие внешне соцветия берез. На удлиненной поникающей оси на коротких цветоносах располагаются мелкие зеленовато-желтые цветки, имеющие 4 листочка околоцветника и 4 свернутые вовнутрь цветка тычинки, противостоящие листочкам околоцветника. Женские соцветия имеют значительно более короткие оси, торчащие, а не поникающие, и на них плотно располагаются мелкие зеленоватые цветки, несущие тоже 4 листочка околоцветника и довольно крупный гинецей с шаровидной завязью. Позднее, когда созревают плоды, листочки околоцветника становятся мясистыми, покрывают плод и срастаются между собой, образуя вытянутое соплодие, слегка напоминающее внешне плод малины. Растения двудомные.

На юге разводят еще одно интереснейшее растение этого семейства — инжир, или винную ягоду (*Ficus carica* L.) (прил., рис. 39) — высокое дерево с широкой кроной и крупными пальчато-лопастными листьями. Соцве-

тие его называется сиконий. Цветки очень мелкие, белые, с плохо различимыми околоцветниками. У мужских цветков, сидящих на выраженной цветоножке, околоцветник из 5 листочков и 5 тычинок, а женские цветки бывают 2 типов: с короткими или длинными столбиками, околоцветник тоже состоит из 5 маленьких листочков. Лекарственным сырьем являются листья, плоды содержат витамины, ферменты. Другие представители: фикус (*F. elastica*) — широко известен как комнатное декоративное растение; хлебное дерево (*Artocarpus altilis*), крупные соплодия которого — важнейший источник питания для жителей тропической зоны. Многие тутовые, в том числе и шелковица (р. *Morus*), дают волокно, идущее на канаты и веревки или на бумагу, например бумажная шелковица (*Broussonetia papyrifera*), некоторые применяются как красильные растения — диапазон применения представителей данного семейства очень велик.

Семейство Коноплевые (Cannabaceae) включает 2 рода: конопля (*Cannabis* sp.) и хмель (*Humulus* sp.). Это травянистые однолетние и многолетние растения.

Род *Cannabis* представлен одним видом — коноплей посевной (*C. sativa* L.), широко известной в культуре как волокнистое, масличное и наркотическое растение. Оно довольно высокое, двудомное, прямостоящее, с пальчато-раздельными листьями. Женские экземпляры, так называемая посконь, дают более тонкое волокно, мужские — матерка — более грубое. Мужские экземпляры конопли развивают довольно крупные метельчатые соцветия из желтовато-зеленоватых пятерных цветков. Соцветия женских экземпляров более плотные, каждый цветок заключен в свернутый кроющий лист, шаровидная завязь несет 2 крупных рыльца, а в основании одета тонкой пленкой — неразделенным околоцветником. Плоды богаты маслом, которое раньше применялось как пищевое и техническое.

Род *Humulus* содержит всего 23 вида. Хорошо известен хмель (*H. lupulus* L.) (прил., рис. 40) — многолетнее вьющееся растение, с крупными пальчато-лопастными или пальчато-раздельными листьями, развивающими многочисленные железистые волоски, которое нередко используют как декоративное. Растение двудомное. Цветки невзрачные, мелкие, раздельнополые, ветроопыляемые, собраны в соцветия. «Шишки», а точнее женские соцветия хмеля, покрыты головчатыми железками, выделяющими смолистое вещество, мужские очень похожи на мужские цветки конопли. Мужские цветки — с 5 листочками околоцветника и 5 повисающими тычинками, женские — с разделенным рудиментарным околоцветником, гинееем из 2 плодолистиков, плод — орешек.

ЛЕКЦИЯ 9

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДКЛАССА ROSIDAE

Подкласс Розоцветные (Rosidae). Розоцветные — наиболее крупный подкласс цветковых, включающий 40 порядков, 160 семейств, почти 2800 родов и более 55 000 видов. Они представляют один из центральных стволов развития двудольных, который произошел от древних магнолиевых, причем наиболее примитивные представители розоцветных с актиноморфными цветками, сохраняющими апокарпный гинецей и неопределенное число тычинок, имеют сходство с примитивными группами диллениевых. Однако большинство представителей розоцветных уже совершенно не обнаруживает сходства с диллениевыми. Эволюция розоцветных выразилась в постепенном уменьшении числа частей цветка, сростании листочков околоцветника и становлении его зигоморфии, сростании плодолистиков и образовании нижней завязи с единым столбиком. Встречаются также примеры упрощения цветка и других органов растения в связи с высокой специализацией, переходом к ветроопылению или двудомности.

Порядок Камнеломковые (Saxifragales). Включает 9 семейств.

Семейство Толстянковые (Crassulaceae) объединяет около 35 родов и более 1500 видов. В основном это травянистые, нередко частично одревесневающие листовые суккуленты с мясистыми, иногда цилиндрическими или сферическими сизоватыми листьями. Почти всегда обополюе, актиноморфные цветки толстянковых собраны в верхушечные цимеоидные соцветия и обычно ярко окрашены. Околоцветник двойной, обычно из 4–5 свободных или сростающихся долей. Тычинок столько же, сколько лепестков или вдвое больше, а их нити свободны или чаще прикреплены по бокам цветочной трубки. Гинецей апокарпный из нескольких свободных или сросшихся при самом основании плодолистиков. Формула: $*C_5C_5A_{5+5}G_5$. Плод — многолистовка, редко коробочковидный — образуется наполовину сросшимися листовками. Толстянковые в большинстве монокарпики.

Представители — виды очитков (*Sedum* sp.): очиток обыкновенный (*S. telephium* L.), очиток едкий (*S. acre* L.), очиток большой (*S. maximum* (L.) Hoffm.), родиола розовая, или золотой корень (*Rhodiola rosea* L.) (прил., рис. 41).

Декоративный представитель — молодило побегоносное (*Sempervivum soboliferum* L.), плотные розетки которого образуют в пазухах листьев бесчисленное множество сферических «деток», легко отрывающихся и откатывающихся в сторону.

Семейство Камнеломковые (Saxifragaceae) насчитывает 30 родов и около 600 видов, распространенных в холодных областях. Все камнелом-

ковые — травы, в особо жестких климатических условиях образующие плотные подушковидные куртинки.

Обоеполые или очень редко однополые цветки камнеломковых одиночные либо собраны в различного рода цимойдные соцветия. Чаще они актиноморфны, реже зигоморфны, когда 2 нижних соседних лепестка оказываются значительно крупнее остальных. Околоцветник двойной, 5-членный, однако встречаются виды, у которых лепестки могут быть полностью редуцированы (селезеночник). Тычинок 5–10, а апокарпный или ценокарпный гинецей состоит из 2–5 плодолистиков. Завязь верхняя, полунижняя или нижняя со свободными, реже срастающимися столбиками. Формула цветка: $*C_{4-5}C_{4-5}A_{5,8,10}G_{(2-5)}$. Плод — раскрывающаяся по перегородкам коробочка.

Представители: камнеломка болотная (*Saxifraga hirculus* L.), селезеночник обыкновенный (*Chrysosplenium alternifolium* L.), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) (прил., рис. 42).

Семейство Крыжовниковые (Grossulariaceae). В семействе насчитывают около 150 видов. Все представители данного семейства — кустарники, по строению цветка очень сходные с камнеломковыми. Цветки обычно собраны в малоцветковые пазушные кисти. Чашелистики околоцветника срастаются основаниями в трубку, а лепестки сильно редуцированы. Тычинки чередуются с лепестками. Гинецей ценокарпный, состоящий из 2 плодолистиков, образует нижнюю завязь, развивающуюся в сочную ягоду.

Интерес представляет полиморфный род смородина (*Ribes* sp.), часть видов которого иногда выделяют в самостоятельный род крыжовник (*Grossularia* sp.). Все известные сорта смородины выведены на основе смородины черной (*R. nigrum* L.) (прил., рис. 43). Широко распространены смородина красная (*R. rubrum* L.), колосистая (*R. sativum* Syme), крыжовник обыкновенный (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.), отличающийся от смородины колючими побегами и опушенными ягодами. Плоды черной смородины применяют в поливитаминных сборах, листья используют как пряность.

Порядок Розоцветные (Rosales). Объединяет деревья и кустарники, листопадные и, изредка, вечнозеленые, а также многочисленные травянистые растения. Листья простые, очередные или супротивные, разнообразно рассеченные, сложные и вторично простые, обычно с прилистниками. Членики сосудов с лестничной и простой перфорацией. Цветки обоеполые, иногда раздельнополые, большей частью актиноморфные. Андроцей многобратственный, неопределенный либо определенный. Гинецей апокарпный, ценокарпный и монокарпный, завязь верхняя или нижняя. Плоды разнообразны. В порядок входят 3 семейства, из которых наибольшим по числу представителей, имеющих к тому же огромное практическое значение, являются розоцветные, широко распространенные в умеренной зоне, а также представленные в тропической и субтропической зонах.

Семейство Розоцветные (Rosaceae) включает около 100 родов и свыше 3000 видов, широко распространенных повсеместно. К этому семейству принадлежат деревья, кустарники и травянистые растения. Цветки актиноморфные, обоеполые с двойным 5-членным околоцветником. Андроцей многобратственный, тычинок в 2–4 раза больше, чем лепестков. Для цветков всего семейства характерен гипантий — расширенное цветоложе, к краям которого прирастают основания тычинок, лепестков, чашелистиков. Нередко гипантий имеет бокальчатую форму, что и способствовало появлению нижней завязи в этом семействе. Гинецей и плоды розоцветных разнообразны, на основании чего в семействе выделяют 4 подсемейства.

Подсемейство Спирейные (*Spiraeoideae*) характеризуется плоским гипантием и апокарпным гинецеем. Плод — многолистовка. В умеренной зоне данное подсемейство представлено кустарниками рода спирея (*Spiraea* sp.): таволга иволистная (*S. salicifolia* L.), таволга средняя (*S. media* L.) — и родов рябинник (*Sorbaria* sp.), пузыреплодник (*Physocarpus* sp.).

Подсемейство Розанные (*Rosoideae*) характеризуется выпуклым гипантием, апокарпным гинецеем. Плод — многоорешек. Отдельные плодики расположены на сочном (земляника) или внутри менее сочного (шиповник) цветоложа. Кроме указанных видов плодов имеются сочные костянки (малина, ежевика).

Представители: различные виды лапчаток (*Potentilla* sp.), манжеток (*Alchemilla* sp.), гравилата (*Geum* sp.), репешок (*Agrimonia eupatoria* L.) (прил., рис. 44); малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) (прил., рис. 45) — листья непарноперисто-пятирельные, плод — многокостянка; костяника (*Rubus saxatilis* L.) — слабые стелющиеся стебли, листья тройчатые, плоды — многокостянки; ежевика (*Rubus caesius* L.) — листья тройчатосложные, лепестки направлены в стороны; земляника (*Fragaria vesca* L.) (прил., рис. 46) — стебли ползучие, листья тройчатые в розетке, плоды — многоорешки; садовая клубника (*F. ananassa*); культурная клубника (*F. moschata* Duch.); сабельник болотный (*Comarum palustre* L.) (прил., рис. 47) — дуговидно изогнутое корневище, непарноперистые листья, по строению цветков и плодов похож на землянику, ядовит, используется при раковых опухолях; гусятая лапка, или лапчатка гусятая (*Potentilla anserina* L.) — стебель ползучий, прерывисто-непарноперистые листья, цветки 5-членные; лапчатка прямостоячая (*P. erecta* (L.) Rausch.) (прил., рис. 48) — стебель прямостоячий, цветки 4-членные; гравилат речной (*Geum rivale* L.) — листья прерывисто-лировидные, имеется гинефор; лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) (прил., рис. 49).

Подсемейство Сливовые (*Prunoideae*) характеризуется бокаловидным гипантием, монокарпным гинецеем. Плод — сочная (слива, вишня, черешня, персик, абрикос, черемуха и др.) или сухая (миндаль) однокостянка. У большинства сливовых — слива, вишня, черемуха, абрикос и др. — име-

ется твердый каменистый эндокарпий, который окружен сочным, ярко-окрашенным мезокарпием. К этому подсемейству принадлежат древесные и кустарниковые породы с простыми листьями, прилистниками, обычно рано опадающими. Цветки у них пятерного плана строения, с простой чашечкой, многобратственным андроцеом и мономерным гинецеом, сидящим на дне бокальчатого гипантия. Большинство представителей — это культурные растения, среди которых много лекарственных.

Представители: черемуха (*Padus avium*/*P. racemosa* (Lam.) C. K. Schneid.) (прил., рис. 50); вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.).

Подсемейство Яблоневые (*Maloideae*) характеризуется плодом яблоко или яблочко, образующимся за счет срастания плодолистиков со стенками гипантия (нижняя завязь), которые часто разрастаются и становятся сочными. Данное подсемейство представлено культурными и дикими видами: яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.), яблоня лесная (*M. silvestris* Mill.), груша обыкновенная (*Pyrus silvestris* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) (прил., рис. 51); боярышник кровавокрасный (*Crataegus sanguinea* Pall.) (прил., рис. 52).

Семейство Лоховые (*Elaeagnaceae*) — невысокие деревья или кустарники, у которых побеги и листья покрыты щитовидными или звездчатыми серебристыми либо бурыми чешуйками. Листья очередные или супротивные, без прилистников, цельные и цельнокрайние. Цветки обоеполые или однополые, правильные, с простым трубчатым околоцветником, расположенные по одному или щитковидными малоцветковыми пучками в пазухах листьев. Околоцветник 4-лопастной, реже с иным числом листочков. Тычинок — 4–12. Завязь верхняя с подпестичным диском, который разрастается при плодах, 2-гнездная. Плод — сочный или суховатый, костяноковидный, с 1 семенем. Характерным признаком лоховых является наличие на их корнях клубеньков с азотофиксирующими бактериями. Благодаря наличию бактерий эти растения способны улучшать даже крайне бедные почвы.

Представитель: облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* (L.) Mill.) (прил., рис. 53).

Порядок Бобовоцветные (*Fabales*) включает 3 семейства: Мимозовые, Цезальпиниевые и собственно Бобовые. Представители этого порядка древесные, кустарниковые растения, лианы и многочисленные травы, с листьями чаще всего сложными с прилистниками. Распространен порядок очень широко, от тропической зоны до Арктики, и имеет немалое практическое значение, ибо в нем много полезных растений: пищевые и кормовые, накапливающие белок, многочисленные декоративные, лекарственные, пряные, ядовитые, дающие камеди и ценную древесину.

Семейства, входящие в порядок, отличаются строением цветка. Для наиболее примитивного семейства Мимозовых характерен 4–5-членный

цветок с многобратственным андроцеом. В остальных семействах андроцей уже установившийся, в большинстве случаев 10-членный. Число плодолистиков варьирует от 5 до 1, плод — боб.

Семейство Мимозовые (Mimosaceae). Его представители в основном древесные растения (иногда водные (*Neptunia* sp.) с перисто-сложными и дважды перисто-сложными листьями, которые при прикосновении могут складываться (стыдливая мимоза), с прилистниками, у некоторых видов превращающимися в колючки. Иногда лист редуцирован и заменен филлодием — расширенным черешком. Цветки 4–5-членные, всегда актиноморфные, с мелким двойным околоцветником, иногда сросшимся в основании, обычно некрупные, собраны в шаровидные или несколько вытянутые, напоминающие ершик, соцветия. Заметными соцветия делаются благодаря многочисленным длинным окрашенным в желтый, розовый, сиреневый, пурпурный цвет тычинкам, иногда свободным, иногда сросшимся. Гинецей у наиболее примитивных видов из 5 или 2 плодолистиков, дающих при созревании 5–2 бобов, а у большинства гинецей из одного плодолистика и плод боб, причем у некоторых мимозовых он может быть гигантских размеров — до 1,5 м (*Entada* sp.).

Для этих растений характерно выделение камедей, подобных камедям сливовых, которые используются в промышленности (гуммиарабик). Наиболее известны 2 вида: мимоза (*Acacia dealbata* L.) и белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.), цветки которой содержат эфирное масло.

Семейство Цезальпиниевые (Caesalpiniaceae). К данному семейству принадлежат в основном древесные, кустарниковые растения, лианы, реже травянистые растения. Листья сложные, изредка простые, с прилистниками. Цветки внутри семейства демонстрируют постепенный переход от актиноморфии к зигоморфии. Околоцветник двойной, 5-членный, может быть редуцированный. Андроцей из 10 тычинок, лежащих в 2 круга, но нередко часть тычинок превращается в стаминодии, гинецей из одного плодолистика, дающего плод боб. Бобы цезальпиниевых нередко крупных размеров, цилиндрические или плоские, иногда мясистые. Представитель: кассия узколистная (*Cassia acutifolia* Del.) (прил., рис. 54).

Семейство Бобовые (Fabaceae/Leguminosae/Papilionaceae). К данному семейству принадлежат древесные, кустарниковые растения, лианы и многочисленные травы. Травянистые формы характерны для стран с умеренным климатом. Листья бобовых сложные: перистые, пальчатые, тройчатые. Цветки чаще всего пятерного плана, с двойным околоцветником, всегда зигоморфные и большей частью с мотыльковым венчиком, у которого верхний лепесток — парус — крупнее остальных, 2 лепестка — весла, и 2 сросшихся лепестка образуют лодочку. Андроцей из 10 тычинок: 9 тычинок срастаются в трубку и только одна остается свободной. У некоторых все 10 тычинок сращены. Формула: $\uparrow C_5 C_{2+2+1} A_{(9)+1} G_{(1)}$. Гинецей всегда из

1 плодолистика, дающий при созревании плод боб. Большинство бобов вскрываются двумя створками, разбрасывая семена; у клеверов число семязачатков и семян сокращено, а плод перестает раскрываться. Модификаций боба в этом семействе много.

Представители: донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.) (прил., рис. 55), горох посевной (*Pisum sativum* L.), русские бобы (*Faba vulgaris* Moench), желтая акация (*Caragana arborescens* Lam.), фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) (прил., рис. 56), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) (прил., рис. 57) и др. Бобовые имеют большое практическое значение. Присутствие клубеньковых азотфиксирующих бактерий на корнях обеспечивает повышение плодородия почв, накопление белка в семенах. Широко используются растения данного семейства в качестве зеленого удобрения, в декоративных целях, как лекарственные растения.

Порядок Аралиецветные (Araliales) включает 2 семейства. Жизненные формы представлены древесными растениями, кустарниками, лианами и травами, чаще с очередными, реже супротивными листьями с прилистниками или без них. Цветки 5–4-членные, обоеполые, с двойным околоцветником, но с сильно редуцированной чашечкой. Тычинок — 5–4, гинецей из 2 плодолистиков, завязь нижняя, формула: $*Ca_{4-5}Co_{4-5}A_{4-5}G_{(2)}$. Мелкие цветки собраны в зонтиковидные соцветия. Плоды ягодообразные или костянковидные, у зонтичных — вислоплодник.

Семейство Аралиевые (Araliaceae) — древесные растения, кустарники, лианы, многолетние травянистые растения с очередными или мутовчатыми простыми цельными, пальчато-лопастными или пальчато-раздельными листьями с мелкими прилистниками. В стеблях имеются секреторные каналы. Цветки собраны в соцветия зонтик или головка. Цветки 5-членные, с мало заметной чашечкой и 5–10 лепестками. Тычинок 5, гинецей из 2–5 плодолистиков, завязь нижняя с железистым диском. Формула цветка: $*Ca_5Co_{5-10}A_5G_{(2-5)}$. Плод — апокарпная ягода или костянка.

Представители — это женьшень (*Panax ginseng* C. A. Mey) (прил., рис. 58), элеутерококк (*Eleutherococcus senticosus* L.) (прил., рис. 59), аралия маньчжурская (*Aralia mandshurica* L.) (прил., рис. 60).

Семейство Зонтичные (Apiaceae или Umbelliferae) — травянистые растения, двулетники и многолетники. Зонтичные — крупные растения с мощным полым и ребристым стеблем, большими сильно рассеченными листьями с крупными влагалищами, скрывающими соцветие. Соцветие — сложный или простой зонтик либо головка. Цветки актиноморфные или по краям соцветий зигоморфные, с почти незаметной чашечкой из 6 зубцов, с 5 лепестками и тычинками, гинецеем из 2 плодолистиков и нижней завязью.

зью, несущей медоносный диск. Формула цветка: $*Ca_6Co_5A_5G_{(2)}$. Плод — вислоплодник, изредка костянка. Плодики несут 5 главных ребер на своей поверхности, между которыми проходят масляные каналы. В тканях расположены секреторные каналы.

Зонтичные — традиционные культурные растения. Морковь (*Daucus carota* L.) — двулетнее растение. Ее соцветия имеют очень крупные перистые обертки, хорошо отличающие этот род от других зонтичных. Плоды используются в народной медицине, для расширения коронарных сосудов, из них готовят даукарин. Укроп (*Anethum graveolens* L.) (прил., рис. 61) — его листья рассечены на узкие нитевидные доли. Тмин (*Carum carvi* L.) (прил., рис. 62) имеет дважды-, триждыперистые листья, сравнительно не крупные, отличается розоватыми цветками и ароматичными плодами с характерным запахом. Употребляется в хлебопечении и как лекарственное растение, его плоды обладают противовоспалительным действием. Вех ядовитый (*Cicuta virosa* L.) имеет характерное клубневидное корневище, на разрезе имеющее ячейки, наполненные ядовитым соком, гладкий стебель, триждыперистые листья. Болиголов, или омег, пятнистый (*Conium maculatum* L.) имеет мышинный запах и пурпурные пятна или штрихи на стебле; листья тройчатые, цветки белые. Любисток (*Levisticum officinale* W. D. J. Koch) (прил., рис. 63) имеет специфический запах, который немного похож на запах сельдерея. Отсюда одно из народных названий — зимний сельдерей.

Порядок Ворсянкоцветные (Dipsacales) включает 8 семейств и представлен древесными растениями, кустарниками с мутовчатыми цельными лопастными простыми листьями без прилистников. Цветки зигоморфные, 4–5-членные, сростнолепестные. Число тычинок равно числу лепестков или меньше, гинецей из 2 плодолистиков, завязь нижняя, формула: $\uparrow Ca_{(4-5)}Co_{(4-5)}A_{4-5}G_{(2)}$, плоды — коробочки, костянки, ягоды, орешковидные.

Семейство Жимолостные (Caprifoliaceae) включает 13 родов и 300 видов, представлено кустарниками или небольшими деревьями, иногда кустарничками, полукустарничками или травами с супротивными простыми или сложными листьями без прилистников. Цветки 4–5-членные, сростнолепестные. Чашечка некрупная, обрастающая нижней завязью, венчик иногда двугубый, колокольчатый или колесовидный. Андроцей из 3–5 тычинок, приросших к венчику, гинецей из 2–5, реже 8 плодолистиков с неравномерным развитием гнезд завязи, завязь нижняя, иногда полунижняя. Формула цветка: $\uparrow Ca_{(4-5)}Co_{(4-5)}A_{3-5}G_{(2-5)}$, цветки собраны в цимозные соцветия. Плоды — ягоды, костянки, коробочки.

Представители: бузина обыкновенная (красная) (*Sambucus racemosa* L.); бузина черная (*Sambucus nigra* L.) (прил., рис. 64); калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) (прил., рис. 65); жимолость обыкновенная (*Lonic-*

era xylosteum L.); линнея северная (*Linnaea borealis* L.) — маленький стелющийся во мху кустарничек.

Семейство Валериановые (Valerianaceae) включает 13 родов и 400 видов. К этому семейству принадлежат в основном травы, изредка полукустарники и кустарники с супротивными цельными или перистыми листьями. Цветки обоеполые или однополые, иногда актиноморфные, но в большинстве случаев асимметричные, 5-членные, чашечка из 5 лопастей или зубцов, а в плодах разрастающаяся и способствующая их распространению, венчик трубчатый, нередко с некрупной шпорой или мешковидным выростом, подчеркивающим асимметрию цветка. Тычинок, приросших к венчику, может быть 4, 3, 1, гинецей из 3 плодолистиков, но развивается только один из них, завязь нижняя, формула: $*C_{(5)}C_{(5)}A_{4-3-1}G_{(3)}$. Мелкие цветки собраны обычно в многоцветковые сложные соцветия. Плод сухой, орешковидный, часто снабженный летучкой, образовавшейся из чашечки. Самый важный с практической точки зрения и наиболее известный вид этого семейства — валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.) (прил., рис. 66), резко пахнущее корневище которой служит для изготовления общеизвестного лекарственного средства.

ЛЕКЦИЯ 10

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОДКЛАССОВ LAMIIDAE, ASTERIDAE

Подкласс Губоцветные (Lamiidae). Губоцветные происходят от представителей подкласса Розоцветных и представляют мощную эволюционную ветвь, для которой характерна высокая специализация сростнолепестного, обычно трубчатого околоцветника. Они объединяют 11 порядков, 51 семейство, около 2400 родов и почти 40 000 видов. Наряду с деревьями и кустарниками в подклассе очень много травянистых форм.

Для цветка всех видов губоцветных характерно определенное число членов околоцветника, усиление зигоморфии на пути специализации к перекрестному энтомофильному опылению. Гинецей ценокарпный и состоит большей частью из 2 плодолистиков, образующих верхнюю, полунижнюю или нижнюю завязь.

Порядок Горечавковые (Gentianales). Данный порядок включает 13 семейств. Все отечественные представители горечавковых — светолюбивые травы с супротивными цельными листьями и довольно крупными яркоокрашенными цветками в тирсоидных соцветиях разнообразной формы. Цветки обычно обоеполые, актиноморфные или слабо зигоморфные, почти всегда 4–5-членные, со сросшимися наполовину чашелистиками. В этом порядке самым крупным является семейство Мареновых.

Семейство Мареновые (Rubiaceae) включает около 500 родов и почти 7000 видов, встречающихся по всему земному шару. В тропической зоне мареновые представлены деревьями, кустарниками и древесными лианами, а в умеренной зоне — многолетними или однолетними травами.

Листья мареновых супротивные или мутовчатые, с прилистниками, которые часто срстаются, образуя колпачок, а затем могут опадать или оставаться в виде раструба. Цветки крупные, одиночные или мелкие, в кистевидных, метельчатых либо сферических соцветиях, где они могут оставаться свободными или срстаться между собой. Обычно обоеполые, редко однополые, актиноморфные или едва зигоморфные, со слабо развитой, чаще 4–5-зубчатой яркоокрашенной чашечкой и срстнoleпестным 4–5-лопастным, обычно трубчатым венчиком. Соцветие иногда окружено крупными окрашенными прицветными листьями. Тычинки прикрепляются к трубке венчика или к зеву и чередуются с лепестками. Ценокарпный гинецей состоит из 2 плодoлистика, образующих нижнюю (очень редко полунижнюю) 1–2-гнездную завязь на верхушке с нектарным диском и длинным столбиком, несущим многолопастное рыльце. Формула: $*Ca_0Co_{(4)}A_4G_{(2)}$.

Плоды мареновых — яркоокрашенные ягоды или костянки, образующие соплодие, или коробочки, а также встречаются сухие дробные плоды. Семена и сухие плоды часто снабжены летучкой или цепляющимися шипиками.

Наиболее широко распространенными являются представители рода кофе (*Coffea* sp.) (кофе арабийский (*C. arabica* L.)), 2 вида хинного дерева (*Cinchona ledgeriana* Moens ex Trimen и *C. succirubra* Pavon), кора которых содержит алкалоид хинин, рвотный корень (*Psychotria ipecacuanha* L.), а также представители рода подмаренник (*Galium* sp.) (подмаренник цепкий (*G. aparine* L.) (прил., рис. 67), северный (*G. boreale* L.), душистый (*G. odoratum* L.), болотный (*G. palustre* L.), настоящий (*G. verum* L.), топяной (*G. uliginosum* L.)) и марена красильная (*Rubia tinctorum* L.) (прил., рис. 68).

Семейство Горечавковые (Gentianaceae) включает 83 рода и более 1000 видов. Представители данного семейства широко распространены повсюду, но наиболее многочисленны в умеренных и субтропических широтах. Горечавковые представлены светлюбивыми однолетними и многолетними травами с супротивными цельными листьями. Цветки крупные, яркоокрашенные, обоеполые, актиноморфные или слабо зигоморфные, 4–5-членные. Лепестки венчика срстаются либо наполовину, либо полностью (трубчатый венчик со скрученным в бутоне отгибом). Тычинки чередуются с зубцами венчика и прикрепляются к его трубке короткими нитями. Ценокарпный гинецей состоит из 2 плодoлистика, образующих верхнюю одnogнездную завязь с сидячим рыльцем или со столбиком, несущим 2-лопастное или головчатое рыльце. Цветки горечавковых имеют нектарники и нектарные железки в виде бахромчатых кармашков, расположенных в трубке венчика у входа в его зев. Формула: $*Ca_{(4-5)}Co_{(4-5)}A_{(5)}G_{(2)}$.

Цветки могут быть собраны в тирсы разнообразной формы. Плоды — раскрывающиеся многосеменные коробочки, редко ягодообразные. Семена с эндоспермом и маленьким зародышем, иногда с небольшой летучкой.

Среди горечавковых примечательны виды рода горечавка (*Gentiana* sp.): горечавка желтая (*G. lutea* L.) (прил., рис. 69), крестовидная (*G. cruciata* L.) и легочная (*G. pneumonanthe* L.), — корни которых содержат горечи и широко используются в гомеопатии. В сырых местах довольно часто встречается сверция многолетняя (*Swertia perennis* L.). На сухих лугах можно встретить однолетних представителей рода золототысячник (*Centraurium erythraea* Hill.) (прил., рис. 70), используемых в медицине. Среди горечавковых много лекарственных и красивоцветущих декоративных растений, используемых в каменистых садах и альпинариях.

Семейство Вахтовые (Menyanthaceae), включающее 5 родов и 50 видов, тесно примыкает к горечавковым. Вахтовые — водные или прибрежно-водные растения с очередными простыми без прилистников листьями. Цветки крупные, яркоокрашенные, правильные, обоеполые, 5-членные. Чашелистики сростаются только при основании, лепестки образуют короткую трубку. В бутоне лепестки створчато сложенные в отличие от горечавковых, которые скручены. 5 тычинок сростаются основаниями с трубкой венчика. Имеются нектарники. Гинецей ценокарпный, состоит из 2 плодolistиков, образующих верхнюю одногнездную завязь. Плод — ценокарпная коробочка.

Наиболее известный представитель семейства нашей флоры — вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.) (прил., рис. 71) — болотное или прибрежное корневищное многолетнее растение. Листья простые, тройчаторассеченные, длинночерешковые, очередные со стеблеобъемлющим влагалищем. Цветки $*C_{a(5)}C_{o(5)}A_5G_{(2)}$, собраны в соцветие кисть. Плод — коробочка. Вахта трехлистная играет большую роль во многих типах болотных сообществ и сообществ зарастающих водоемов, участвуя в образовании сплавин.

Семейство Кутровые (Arosynaceae) включает около 300 родов и более 1500 видов, среди которых доминируют древесные лианы, реже встречаются кустарники, деревья и травы.

Листья кутровых цельные, супротивные, реже мутовчатые или очередные. Для всех органов характерно наличие млечного сока, часто содержащего каучук. Цветки обоеполые, актиноморфные, 5-членные (очень редко 4-членные), собранные в различного рода цимOIDные соцветия, реже расположенные по одному на верхушках побегов или в пазухах листьев. Чашечка обычно почти до основания рассечена, а венчик чаще трубчатый, реже блюдцевидный со скрученными в бутоне долями отгиба. На внутренней стороне трубки венчика часто располагаются чешуевидные или лепестковидные выступающие из зева придатки. Тычинки имеют короткие

нити и чередуются с долями венчика. Гинецей ценокарпный, состоящий из 2 (очень редко 3–5) плодолистиков, нередко может становится вторично апокарпным. Плоды кутровых в большинстве случаев состоят из 2 сросшихся основаниями, вскрывающихся по брюшным швам листовок. Семена имеют летучки из шелковистых волосков или пленчатой каймы. Имеются у кутровых и сочные невскрывающиеся плоды, распространяемые эндозоохорно. В некоторых случаях при более или менее полном срастании листовок плод становится коробочкообразным или цельным невскрывающимся. Иногда плод покрыт колючками или цепляющимися выростами.

Представители: строфант приятный (*Strophanthus Kombe Oliv.*) (прил., рис. 72), содержащий кардиотонические гликозиды; раувольфия змеиная (*Rauwolfia serpentina Benth.*) (прил., рис. 73), корни которой содержат алкалоиды; барвинки (*Vinca sp.*): барвинок большой (*V. major L.*), малый (*V. minor L.*) (прил., рис. 74), катарантус розовый (*Catharanthus roseus (L.) G. Don f./V. rosea (L.)*), содержащие алкалоиды.

Порядок Маслиновые (Oleales). Порядок включает только одно семейство.

Семейство Маслиновые (Oleaceae) насчитывает 30 родов и около 600 видов, встречающихся на всех материках. Все маслиновые — лиановидные или прямостоячие кустарники либо деревья с супротивными (очень редко очередными) простыми тройчатыми или непарноперистыми листьями.

Цветки крупные, актиноморфные, обоеполые, реже однополые, яркоокрашенные, собраны в кистевидные или метельчатые соцветия. Чашечка отсутствует или состоит из 4 сросшихся в основании зубцов. Венчик обычно крупный или воронковидный с 4 долями, редко рассеченный почти до основания. В отдельных случаях венчик и чашечка редуцированы (ясень) в связи с переходом растений к ветроопылению. Тычинки в этом случае отходят от цветоложа, а при наличии венчика они прикрепляются к стенкам его трубки. Тычинок 2, редко 3–5. Ценокарпный гинецей состоит из 2 плодолистиков, образующих верхнюю 2-гнездовую завязь с 2-лопастным, иногда сидячим рыльцем. Формула цветка: $*C_{a(4)}C_{o(4)}A_2G_{(2)}$. Плоды — поперечно вскрывающиеся коробочки, крылатые орехи, ягоды или костянки, часто односемянные. Семена в коробочках нередко имеют крылатки и разносятся ветром.

Представители: ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior L.*); ясень маньчжурский (*F. mandshurica L.*); ясень носолистный (*F. rhynchophylla L.*); ясень белый (*F. ornus L.*); маслина европейская (*Olea europaea L.*) — сырьем являются плоды, которые используют для получения пищевого и медицинского оливкового масла.

Порядок Пасленовые (Solanales). Порядок включает 5 семейств, крупнейшим из которых является семейство Пасленовые.

Семейство Пасленовые (Solanaceae) объединяет 90 родов и почти 3000 видов. Пасленовые — травы, кустарники или небольшие деревья, редко встречаются эпифитные или паразитические лианы. Листья очередные, цельные или непарноперисто-рассеченные.

Цветки обоеполые, актиноморфные или слабо зигоморфные, собраны в пазушные цимбидные соцветия и имеют 5-лопастную, увеличивающуюся при плодах чашечку и спайнолепестной колесовидный или трубчатый 5-зубчатый венчик, который как исключение может быть слегка двугубым. Тычинок 5, очень редко 2–4, часто они прилегают к столбику, образуя подобие конуса. Ценокарпный гинецей состоит из 2 плодолистиков (редко 5), образующих верхнюю 2-гнездную завязь с простым столбиком и 2-лопастным рыльцем. Формула цветка: $*C_{(5)}C_{(5)}A_5G_{(2)}$. Плод — ягода или вскрывающаяся коробочка.

Представители широко используются как декоративные, лекарственные и пищевые растения: паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.), красавка (*Atropa belladonna* L.) (прил., рис. 75), дурман обыкновенный (*Datura stramonium* L.) (прил., рис. 76), белена черная (*Hyoscyamus niger* L.) (прил., рис. 77) — все части этих растений содержат алкалоиды. Физалис обыкновенный (*Physalis alkekengi* L.) культивируется как декоративное, пищевое и лекарственное растение. Плоды его содержат значительное количество аскорбиновой кислоты, а семена — до 30 % жирного масла. Картофель (*Solanum tuberosum* L.), томаты, или помидоры (*Lycopersicon esculentum* L.), овощной перец, или паприка (*Capsicum annuum* L.) (прил., рис. 78), баклажан (*Solanum melongena* L.) представляют большую ценность как пищевые растения, содержащие витамины, микроэлементы и др. вещества. Листья табака настоящего (*Nicotiana tabacum* L.) содержат ядовитый алкалоид — никотин. Листья махорки (*N. rustica* L.) содержат лимонную кислоту и никотин, но содержание его значительно меньше, чем в листьях табака.

Порядок Вьюнковые (Convolvulales) включает 2 близкородственных семейства — Вьюнковые и Повиликовые.

Семейство Вьюнковые (Convolvulaceae) объединяет 58 родов и около 1700 видов, имеющих почти космополитное распространение. Это однолетние и многолетние полегающие или вьющиеся травы, реже кустарнички, кустарники или даже небольшие деревья с очередными цельными, перисто- или пальчато-рассеченными, часто густоопушенными листьями.

Цветки яркоокрашенные, актиноморфные, обоеполые, редко однополые (растения при этом двудомные), 5-членные, собраны в конечные или пазушные соцветия, реже — одиночные пазушные. Чашелистики свободные, некоторые из них при плодах сильно разрастаются. Венчик спайнолепестный, воронковидный или трубчатый. Тычинки чередуются с лепестками, прикрепляясь к основанию трубки венчика. Ценокарпный гинецей

состоит из 2, редко из 3–5 плодолистиков, образующих верхнюю 1–2-гнездную (реже — 3–5-гнездную) завязь с 1–2 семязачатками в каждом гнезде. Столбики почти свободные или срастаются, образуя общее 2-лопастное или головчатое рыльце. Формула: $*C_{a(5)}C_{o(5)}A_5G_{(2)}$. Плод — коробочка, нераскрывающийся сочный или ореховидный. Семена вьюнковых покрыты волосками, что облегчает их перенос ветром. Многие виды вьюнковых декоративны, и их часто выращивают в оранжереях. Представители: вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) — вьющееся травянистое растение с довольно крупными розовато-белыми цветками; батат, или сладкий картофель (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.).

Порядок Бурачниковые (Boraginales). К порядку относятся 7 семейств, крупнейшее из которых — семейство Бурачниковых.

Семейство Бурачниковые (Boraginaceae) включает около 100 родов и более 200 видов, встречающихся почти повсеместно. Преобладают среди них однолетние и многолетние травы, но есть также кустарнички, кустарники и даже небольшие деревья.

Листья цельные, очередные, имеют щетинистое опушение. Цветки актиноморфные или слабо зигоморфные, обычно обоеполые, 5-членные. Чашечка спайнолепестная, может сильно разрастаться при плодах. Венчик также спайнолепестной, колесовидный или трубчатый. Тычинки чередуются с долями венчика и прикрепляются к его трубке, а иногда срастаются, окружая столбик. Ценокарпный гинецей состоит из 2 плодолистиков, образующих верхнюю 2-гнездную завязь, гнезда которой часто разделены ложной перегородкой, так что сама завязь оказывается разделенной на 4 вторичные камеры с одним семязачатком в каждом гнезде. Столбик с 2-лопастным или головчатым рыльцем, выходящим из углубления между лопастями завязи, сросшимися лишь в самом основании. Цветки собраны в цимбидные монохазии, которые могут образовывать более сложные метельчатые, щитковидные, колосовидные и даже головчатые соцветия. Плод сухой, дробный, распадающийся на 2–4 нераскрывающиеся доли, называемые эремами. Семена и плоды бурачниковых часто покрыты цепляющимися выростами, а иногда снабжены мясистыми придатками, привлекающими муравьев.

Представители: незабудка болотная (*M. palustris* Lam.), незабудка полевая (*M. arvensis* (L.) Hill), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dum.), чернокорень лекарственный (*Cynoglossum officinale* L.), окопник лекарственный (*Symphytum officinale* L.) (прил., рис. 79).

Порядок Норичниковые (Scrophulariales) объединяет 15 семейств. Нами будут рассмотрены 2 семейства (Норичниковые и Подорожниковые), встречающиеся на территории Беларуси.

Семейство Норичниковые (Scrophulariaceae) занимает центральное положение в порядке, объединяет около 300 родов и более 5000 видов рас-

тений. В семействе преобладают однолетние травы, а также встречаются небольшие кустарнички и кустарники. Листья очередные, редко супротивные или мутовчатые, без прилистников.

Цветки обоеполые, зигоморфные, собраны в верхушечные или пазушные соцветия либо расположены по одному в пазухах листьев. Венчик и чашечка из 4–5 долей, сростающихся часто в двугубую трубку, нередко имеющую мешковидные или шпорцевидные выпячивания. Цветки с двугубым венчиком приспособлены к опылению крупными насекомыми, которые могут своей тяжестью отогнуть нижнюю губу и получить доступ к нектару, находящемуся на дне трубки венчика. Тычинок в цветке 4 или 2, редко 5. При 4 развитых тычинках очень часто имеется один крупный стаминодий. Сами тычинки обычно располагаются в двух неравно развитых парах и крепятся к трубке венчика. У некоторых норичниковых, например у вероник, одна пара тычинок выпадает, и в цветке остаются лишь 2 тычинки. Ценокарпный гинецей из 2, очень редко из 3–4 сросшихся плодолистиков, образующих верхнюю 2-гнездную завязь с цельным или 2-лопастным рыльцем. Плоды — коробочки, очень редко они ягодо- или костянкообразные. Семена часто окружены пленчатой каймой и распространяются ветром. Их могут растаскивать муравьи, привлеченные сочным маслянистым придатком.

Представители: наперстянка пурпуровая (*Digitalis purpurea* L.) (прил., рис. 80), крупноцветковая (*D. grandiflora* Mill.) (прил., рис. 81); очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis* L.), марьяник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.), мытник болотный (*Pedicularis palustris* L.), норичник узловатый (*Scrophularia nodosa* L.), коровяк обыкновенный (*Verbascum thapsus* L.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.).

Семейство Подорожниковые (Plantaginaceae) — семейство-космополит, включающее 3 рода и около 300 видов, очень близкое к норичниковым. В большинстве подорожниковые — это небольшие розеткообразующие травы, хотя иногда встречаются и небольшие кустарнички. Для них характерны головчатые или колосовидные соцветия с мелкими ветроопыляемыми актиноморфными обоеполыми цветками, имеющими 4 чашелистика, 4 лепестка и 4 тычинки. Ценокарпный гинецей из 2 плодолистиков образует верхнюю 1–2-гнездную завязь, развивающуюся в коробочку, открывающуюся округлой крышечкой. Формула цветка: $*C_{4}C_{0(4)}A_{4}G_{(2)}$.

Типичными представителями данного семейства являются подорожник большой (*Plantago major* L.) (прил., рис. 82), подорожник средний (*P. media* L.), подорожник ланцетный (*P. lanceolata* L.) и блошный (*P. psyllium* L.).

Порядок Губоцветные, или Ясноткоцветные (Lamiales). Этот небольшой порядок по признакам близок к норичниковым, но более организован и его морфологические признаки более определены. В основном это

многолетние травы, полукустарники или кустарники, иногда древесные растения с простыми супротивными листьями без прилистников. Цветки всегда зигоморфные со сросшейся чашечкой или венчиком, андроцей из 2–4 тычинок (изредка 5), гинецей из 2 плодолистиков, завязь верхняя, плод — костянкovidный или дробный четырехорешек.

Порядок объединяет 3 семейства.

Семейство Губоцветные (Lamiaceae или Labiatae) — одно из наиболее крупных семейств цветковых растений. К нему относится около 200 родов и более 3500 видов, широко распространенных во всех климатических зонах. В пустынных областях губоцветные иногда образуют подушковидные сильно колючие куртины. В семействе преобладают травянистые растения, хотя встречаются кустарники, полукустарники, изредка деревья с простыми, иногда сложными листьями и часто четырехгранным стеблем. Венчик цветка трубчатый, двугубый, образованный почти всегда 5 (иногда — 4) окрашенными лепестками. Верхняя губа образована 2, а нижняя — 3 лепестками, хотя могут быть исключения. Например, у мяты цветки актиноморфные. Остающаяся при плодах чашечка также образована 5 сросшимися чашелистиками. Она может быть окрашенной, но чаще зеленая, а ее разнообразнейшие видоизменения связаны с приспособлением плодов к распространению ветром или животными. Зубцы чашечки могут превращаться в отогнутые цепляющиеся крючки или лопасти, увеличивающие парусность. Тычинок в цветке обычно 4 в 2 неравных парах, одна из которых может быть сильно уменьшена или даже полностью редуцирована. Часто тычинки устроены довольно сложно, что определяется приспособлением различных губоцветных к опылению определенными видами насекомых. У шалфеев, например, тычинка напоминает рычаг, обеспечивающий высыпание пыльцы на спину насекомому, просовывающему голову в трубку венчика в поисках нектара. Ценокарпный гинецей состоит из 2 плодолистиков, образующих верхнюю 2-гнездную завязь. Оба гнезда разделены ложной перегородкой на 2 камеры, каждая из которых содержит по 1 семязачатку, и потому гинецей 4-лопастной. Формула: $\uparrow C_{(5)} C_{(2+3)} A_{2+2} G_{(2)}$. Плод — ценокарпий, распадающийся на 4 мерикарпия (эремы), орешек. Отдельные эремы нередко имеют собственные приспособления для распространения — волоски или хохолки — либо разносятся вместе с чашечкой, в которой они некоторое время связаны кольцом волосков на внутренней поверхности ее трубки. Обоеполые цветки собраны в сложные соцветия с сильно укороченными вторичными осями, отчего они выглядят колосовидными. Довольно часто сильно укорочена и главная ось соцветия, и тогда оно принимает вид головки.

Все части растений содержат различные эфирные масла. Среди губоцветных много ценных эфирномасличных растений из родов лаванда (*Lavandula* sp.), розмарин (*Rosmarinus* sp.), мята (*Mentha* sp.), Melissa (*Melissa*

sp.), плектрантус (*Plectranthus* sp.) и погостемон (*Pogostemon* sp.). Отдельные виды, особенно базилик благородный (*Ocimum basilicum* L.), выращивают как пищевые пряные растения. В качестве душистых приправ используют также молодые побеги мяты, тимьяна (*Thymus* sp.), чабера (*Satureja* sp.), а также майорана (*Origanum majorana* L.). Съедобные клубни имеет и введенный в культуру в Китае китайский артишок (*Stachus affinis* L.).

В качестве лекарственного растительного сырья в ГФ Республики Беларусь указаны: цветки лаванды (*Lavandula officinalis* Chaix.) (прил., рис. 83), трава душицы (*Origanum vulgare* L.) (прил., рис. 84), листья шалфея (*Salvia officinalis* L.) (прил., рис. 85), листья мяты перечной (*Mentha piperita* L.) (прил., рис. 86), трава Melissa (*Melissa officinalis* L.) (прил., рис. 87), листья почечного чая (*Orthosiphon stamineus* Benth.) (прил., рис. 88), трава чабреца (*Thymus serpyllum* L.) (прил., рис. 89), трава тимьяна (*Thymus vulgaris* L.).

Подкласс Сложноцветные (Asteridae). Подкласс Сложноцветных — один из самых крупных по числу представителей и составляет в целом высоко специализированную группу двудольных. Подкласс объединяет 5 порядков, 13 семейств, около 1400 родов и примерно 30 000 видов. При этом семейство Сложноцветные включает более 90 % родов и видов подкласса. В подклассе преобладают однолетние и многолетние травы, кустарники, деревья, древесные лианы встречаются как редкое исключение в тропиках или субтропиках.

Венчик у представителей данного класса всегда сростнолепестный. Часто наблюдается функциональная и морфологическая дифференциация цветков в соцветиях, что особенно характерно для представителей семейства Сложноцветных. Завязь у представителей подкласса нижняя и состоит из двух плодолистиков.

Порядок Сложноцветные, или Астроцветные (Asterales). В этот порядок входит единственное семейство *Астровые (Asteraceae)*, или *Сложноцветные (Compositae)* — одно из самых крупных семейств цветковых, насчитывающее 1250–1300 родов, 25 000 видов, распространенных по всему земному шару, на всех континентах и во всех зонах.

Большинство представителей семейства — многолетние или однолетние травы, но в тропиках встречаются травянистые и древесные лианы, стеблевые или листовые суккуленты, кустарники и деревья.

Корневая система стержневая, в некоторых случаях образует корнеплод. Листья сложноцветных простые, цельные или рассеченные, очередные. Цветки мелкие, собраны на широком диске, представляющем собой общее ложе укороченного соцветия (корзинки), часто группируются в сложные агрегатные соцветия — колосья, кисти, метелки, цимоиды или головки. Основа корзинки — общее цветоложе, которое может быть вогнутым, плоским или выпуклым с ячеистой, ямчатой или гладкой, голой

либо покрытой пленчатыми чешуйками или щетинками (видоизмененные прицветники) поверхностью. По периферии и снаружи ложе соцветия окружено видоизмененными верхушечными листьями соцветия — оберткой. Листочки обертки располагаются в 1, 2 или несколько рядов, а их верхушки иногда превращаются в колючки или крючковидные щетинки. В простейшем случае обертка выполняет защитную роль для всего соцветия, однако, нередко она несет и дополнительные функции. У бессмертников, кошачьей лапки и многих других родов листочки обертки становятся пленчатыми. Размер корзинок может изменяться от нескольких мм до 10 см и более, а число цветков в них колеблется от 1 до 1000 и более (у культурных форм подсолнечника). В корзинке часто наблюдается довольно высокая специализация цветков, занимающих определенное положение в соцветии. Чашечка цветка всегда закладывается 5 бугорками, из которых обычно развивается несколько или множество волосков либо щетинок, и превращается в хохолок. У сложноцветных различают следующие виды цветков:

- трубчатые;
- воронковидные;
- ложноязычковые;
- язычковые.

Исходный актиноморфный венчик характерен для трубчатых цветков. В этом случае лепестки срастаются в трубку, а их верхушки образуют короткий отгиб из 5 зубчиков.

В остальных типах цветков венчик зигоморфный. У краевых воронковидных цветков, характерных, например, для васильков (*Centaurea* sp.), зигоморфный отгиб образует широкую крупную воронку из нескольких неравных долей. Цветки этого типа чаще стерильны. У двугубых цветков отгиб венчика представлен 2 долями, образованными 2 и 3 верхушками лепестков.

У краевых ложноязычковых цветков губа, образованная 2 зубчиками отгиба, полностью редуцируется.

У язычковых цветков отгиб венчика представлен одним крупным лепестковидным язычком, образованным срастанием всех 5 лепестков. Язычок венчика почти всегда несет на верхушке 2, 3 или 5 зубчиков — по числу лепестков, участвовавших в его образовании. Названные типы цветков имеют много переходных форм и с разной частотой встречаются в семействе, сочетаясь в различных вариантах. В зависимости от вида цветков, входящих в соцветие, данное семейство подразделяется на 2 подсемейства:

– Tubuliflorae (Asteroideae) — цветки трубчатые, воронковидные, ложноязычковые: мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.) (прил., рис. 90); крестовник плосколистный (*Senecio platyphylloides* L.) (прил., рис. 91); календула лекарственная (*Calendula officinallis* L.) (прил., рис. 92); подсолнечник

однолетний (*Helianthus annuus* L.); арника горная (*Arnica montana* L.) (прил., рис. 93); череда трехраздельная (*Bidens tripartita* L.) (прил., рис. 94); девясил высокий (*Inula helenium* L.) (прил., рис. 95); ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.) (прил., рис. 96); полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) (прил., рис. 97); сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.) (прил., рис. 98); тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) (прил., рис. 99); бессмертник песчаный (*Helichrysum arenarium* L.) (прил., рис. 100); пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) (прил., рис. 101);

– *Liguliflorae* (*Lactucoideae*) — цветки язычковые: цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.); одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* L.) (прил., рис. 102); левзея сафлоровидная (*Raponticum carthamoides* L.) (прил., рис. 103); василек синий (*Centaurea cyanus* L.) (прил., рис. 104).

ЛЕКЦИЯ 11

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР КЛАССА LILIOPSIDA, ПОДКЛАССОВ ALISMATIDAE, LILIIDAE, ARECIDAE

Класс Однодольные

Класс Однодольные подразделяется на 4 подкласса и включает 37 порядков, 122 семейства, примерно 3100 родов и около 63 000 видов. Однодольные отделились от двудольных еще на заре эволюции цветковых растений, но наиболее примитивные из них еще сохраняют некоторое сходство. Среди современных двудольных наиболее похожи на однодольные представители порядка Нимфейных, однако вследствие высокой специализации нимфейные не могут рассматриваться в качестве непосредственных предков однодольных. Как нимфейные, так и древние однодольные происходят, по-видимому, от каких-то еще более примитивных влаголюбивых травянистых наземных двудольных.

Подкласс Частуховые (*Alismatidae*). Представлен 500 видами и 56 родами, объединяемыми в 18 семейств, относящихся к 11 порядкам. Почти все они болотные, прибрежные, плавающие или даже целиком погруженноводные травы, сохранившие апокарпный гинецей и чрезвычайно примитивную проводящую систему, состоящую почти исключительно из трахеид. Представители этого подкласса наиболее близки к первичным однодольным.

Порядок Сусаковые (*Butomales*). Порядок включает единственное монотипное семейство *Сусаковые* (*Butomaceae*) с одним видом — сусаком зонтичным (*Butomus umbellatus* L.), распространенным почти по всей территории России, за исключением Заполярья и приполярных районов. Это крупное многолетнее прибрежно-водное растение образует зонтиковидные соцветия с красивыми светло-розовыми цветками. Актиноморфный околоцветник состоит из 6 листочков сходного строения. Андроецел включает

9 тычинок, а гинецей образован 6 сросшимися лишь в основании плодолистиками. Формула: $*P_{3+3}A_{6+3}G_{3+3}$. Плод — сборная листовка. Толстые крахмалистые корневища сусака съедобны в печеном виде. Как корневища, так и семена этого довольно декоративного растения используют в медицине, а узкие длинные листья пригодны для плетения.

Порядок Частуховые (Alismatales). Включает 2 семейства.

Семейство Частуховые (Alismataceae) включает 13 родов и около 100 видов. Частуховые — это розеткообразующие многолетние или однолетние водные либо наземные травы с очень разнообразными листьями. Цветки собраны в соцветие кисть или метелку, актиноморфные, обоеполые, с двойным околоцветником. Околоцветник из 3 зеленоватых чашелистиков и 3 окрашенных лепестков. Тычинок 6, гинецей апокарпный, состоит из многочисленных (редко 6 или 3) плодолистиков, расположенных циклически или спирально, иногда при основании сросшихся. Плод — многоорешек, односемянные плодики имеют пленчатую кайму, что обеспечивает их распространение водой.

Представители: частуха обыкновенная (*Alisma plantago-aquatica* L.) и стрелолист (*Sagittaria sagittifolia* L.), растущие по берегам водоемов, в небольших болотцах, а иногда и просто в канавах или долго не просыхающих лужах.

Подкласс Лилейные (Liliidae). Самый крупный подкласс Однодольных, включающий 21 порядок, 96 семейств, объединяющих около 2700 родов и более 56 000 видов. Отдельные группы подкласса достигли очень высокого уровня эволюционного развития. В большинстве случаев цветок их образован 3 чашелистиками, 3 лепестками, 6 тычинками и 3 в разной степени срастающимися плодолистиками. Однако как цветок, так и вегетативные органы представителей подкласса Лилейных могут изменяться в очень широких пределах в связи со специализацией. В основном лилейные — сухопутные растения, нередко переходящие к эфемероидному образу жизни.

Порядок Лилейные (Liliales) объединяет 9 семейств, наиболее крупными и известными из которых являются семейства Мелантиевых, Ирисовых и Лилейных.

Семейство Мелантиевые (Melanthiaceae) насчитывает 47 родов и около 400 видов. Это многолетние корневищные, клубнелуковичные или луковичные травы. Актиноморфные обоеполые цветки мелантиевых чаще собраны в кистевидные соцветия, реже одиночные. Листочки околоцветника свободные или частично сросшиеся в короткую трубку. Тычинок обычно 6, а гинецей состоит из 3 почти свободных плодолистиков. Плод — многолистовка или коробочка. Распространены мелантиевые повсеместно, многие из них культивируются как декоративные растения открытого грунта.

Представители: чемерица Лобеля (*Veratrum Lobelianum* Bernh.) (прил., рис. 105) и безвременник осенний (*Colchicum autumnale* L.). Все части этих растений сильно ядовиты и могут вызывать серьезные отравления травоядных животных. Некоторые алкалоиды, выделяемые из мелантиевых (безвременник), особенно колхицин, — митотические яды, препятствующие нормальному расхождению хромосом при делении клеток. Препараты из этих растений способны задерживать рост опухолевых новообразований, однако их применению препятствует высокая общая токсичность. Корневища чемерицы используются в ветеринарии в качестве противопаразитарного средства.

Семейство Ирисовые (Iridaceae) включает 70 родов и 1500 видов. Представлено многолетними травами с ползучим мясистым корневищем, луковичами или клубнелуковичами. Листья очередные, двурядные, мечевидные, сидячие, линейные. Цветки обоеполые, актино- или зигоморфные, крупные, яркоокрашенные. Околоцветник двойной 3-членный (6 лепестков), лепестки и чашелистики чаще свободные и различаются по форме, размеру и окраске, иногда срастаются в трубку. Тычинок 3, гинецей состоит из 3 плодолистиков, завязь нижняя. Формула цветка: $*P_{3+3}A_3\bar{G}_{(3)}$. Плод — многосеменная коробочка, вскрывающаяся по средней жилке каждого плодолистика. Семена имеют придатки, поедаемые муравьями, которые их и разносят. Иногда семена имеют крылатки и разносятся ветром.

Представители: ирис болотный, или желтый (*Iris pseudacorus* L.) (прил., рис. 106), корневища которого содержат эфирные масла, флавоноиды и др. и входят в состав сбора по прописи М. Н. Здренко; ирис сибирский (*I. sibirica* L.), шпажник, или гладиолус черепитчатый (*Gladiolus imbricatus* L.). В настоящее время много декоративных сортов гибридных ирисовых — крокусы, или шафраны (*Crocus* sp.), фрезия (*Freesia* sp.), гладиолусы (*Gladiolus* sp.).

Семейство Лилейные (Liliaceae) содержит 10 родов и около 500 видов. Для всех лилейных характерно наличие лукович, эти растения нередко переходят к эфемероидному образу жизни. Их утолщенные корни способны втягивать луковичу в почву. Листья очередные, часто в прикорневой розетке, цельнокрайние. Цветоносный стебель, называемый часто цветочной стрелкой, безлистный или облиственный и несет один или несколько цветков в кистевидном соцветии. Цветки крупные, яркоокрашенные, обоеполые, актиноморфные. Околоцветник 3-членный, венчико-, редко чашечковидный, свободно- или сростнолепестной. Тычинок 6 (в 2 кругах). Завязь верхняя, образованная 3 полностью сросшимися плодолистиками. Формула цветка: $*P_{3+3}A_{3+3}\bar{G}_{(3)}$ или $*P_{(3+3)}A_{3+3}\bar{G}_{(3)}$. Опыляются цветки насекомыми. Плод — сухая 3–6-гранная коробочка с многочисленными, обычно крылатыми семенами, разносимыми ветром.

Представители: лилии белая и тигровая (*L. candidum* L., *L. tigrinum* Ker-Gawl.).

Порядок Амариллисовые (Amarillidales) объединяет 15 семейств.

Семейство Асфodelовые (Asphodelaceae) насчитывает около 50 родов и почти 1500 видов. Семейство представлено многолетними травами и кустарниками. Корневище чаще с утолщенными корнями. Листья часто прикорневые. Соцветие — пазушная кисть из желтых или оранжевых трубчатых цветков, расположенных на почти безлистном цветоносе и имеющих 6 листочков околоцветника, 6 тычинок и верхнюю завязь из 3 сросшихся плодолистиков. Нити тычинок обычно густо опушены длинными волосками. Плод почти всегда коробочка.

Самый известный представитель семейства — алоэ древовидное, или столетник (*Aloe arborescens* Mill.) (прил., рис. 107) — часто выращивают в домашних условиях. Многолетний листовой суккулент, листья его мясистые, мечевидные. Все виды сырья являются биогенными стимуляторами. В медицине широко применяется ряд препаратов, содержащих сок алоэ.

Семейство Гиацинтовые (Hyacinthaceae) включает 40 родов и более 900 видов. Для гиацинтовых характерно наличие луковицы и переход к эфемероидному образу жизни с более или менее продолжительным периодом покоя. Как и у луковичных лилейных, корни гиацинтовых способны втягивать луковицу в почву.

Цветки собраны в кисть на безлистном цветоносе. Они крупные, яркоокрашенные, обоеполые, актиноморфные, с 6 листочками околоцветника, 6 тычинками и верхней завязью из 3 полностью срастающихся плодолистиков. Плод — сухая или мясистая коробочка с многочисленными семенами, снабженными сочными придатками. Многие гиацинтовые с глубокой древности излюбленные раннецветущие растения. Представитель семейства — пролеска сибирская (*Scilla sibirica* Andrews) — обычное раннецветущее растение широколиственных лесов.

Семейство Луковых (Alliaceae) насчитывает 30 родов и около 700 видов.

Представители луковых почти всегда имеют луковицу или короткое корневище с розеткой ланцетных или линейных, плоских или трубчатых листьев. Цветки обоеполые, актиноморфные, обычно имеют 6 листочков околоцветника, 6 тычинок и верхнюю 3- или 1-гнездную завязь, состоящую из 3 сросшихся плодолистиков. Цветки собраны в зонтиковидное соцветие на верхушке безлистного, реже облиственного цветоноса, которое в начале развития заключено в пленчатый чехлик. Плод — вскрывающаяся трехгранная коробочка со сравнительно небольшим числом крупных семян. Для всех луковых характерно наличие в тканях летучих серосодержащих масел, определяющих их характерный луковый или чесночный запах и имеющих сильное бактерицидное действие. Луковицы и листья при

этом содержат целый ряд витаминов. Все это определяет широкое использование многих луков в медицине.

Представители: лук репчатый (*Allium cepa* L.) и чеснок (*A. sativum* L.).

Порядок Спаржевые (Asparagales). К порядку Спаржевых относятся 8 семейств, из которых у нас наиболее известны Ландышевые, Иглицевые и Спаржевые. Представители порядка преимущественно многолетние корневищные травы. Цветки у них одиночные или в кистевидных соцветиях, почти всегда обоеполые, актиноморфные, с 6 свободными или сросшимися листочками околоцветника, 6 (редко 4 — у майников) тычинками и верхней 3-гнездной завязью, образованной 3 срастающимися плодолистиками. Плоды почти всегда сочные, ягодообразные.

Семейство Ландышевые (Convallariaceae) объединяет 23 рода и примерно 230 видов. В средней полосе наиболее широко распространен ландыш майский (*Convallaria majalis* L.) (прил., рис. 108). Растение это привлекательно не только своими белоснежными душистыми цветками, но и наличием гликозидов, эффективно стимулирующих сердечную деятельность. Другие обычные представители ландышевых нашей флоры — купена (*Polygonatum* sp.), вороний глаз (*Paris quadrifolia* L.), подземные части которых содержат алкалоиды.

Семейство Спаржевые (Asparagaceae) включает 2 рода и около 300 видов. Данное семейство представлено лиановидными, клубнеобразующими, корневищными травами, листья которых заменены линейными или игольчатыми кладодиями.

Представитель — спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.) (прил., рис. 109), многолетнее травянистое растение с прямостоячим голым ветвистым стеблем. Цветки мелкие, раздельнополые. Околоцветник из 6 лепестков, андроцей содержит 6 тычинок, гинецей из 3 плодолистиков. Плод — шаровидная ягода. Растение употребляют как деликатесный овощ, чрезвычайно богатый лизином.

Семейство Драценовые (Dracenaеae) включает ряд декоративных растений закрытого грунта. Это драцены (*Dracaena* sp.) — небольшие слабоветвящиеся деревца с розеткой крупных листьев на вершинах стволов, сансевьеры (*Sansevieria* sp.), которые из-за поперечно-полосатых листьев получили в народе название «щучий цвет».

Порядок Осоковые (Cyperales) включает одно семейство **Осоковые** (Cyperaceae), которое насчитывает около 100 родов и свыше 4000 видов. Распространены они практически повсеместно и в эволюционном отношении продолжают анемофильную линию подкласса Лилейных.

Осоковые — травянистые многолетники, редко однолетники. Это исключительно ветроопыляемые растения. Стебли в большинстве трехгранные с трехрядными плоскими злаковидными жесткими листьями. Листья влагалищные с узкой плоской каймой или ресничками. Цветки мелкие,

невзрачные, обоеполые или однополые, собраны в соцветие колос, редко в головки. Отдельные колосья, несущие часто цветки лишь одного пола, образуют сложное соцветие. Околоцветник редуцирован до 6 или 3 чешуй либо видоизменен до щетинок или волосков, 3 тычинки имеют длинные поникающие нити. Верхняя завязь, образованная 2–3 сросшимися плодolistиками, содержит один семязачаток. Женские цветки осок заключены в так называемый мешочек, который представляет собой прицветник, срастающийся своими краями в колбовидное образование, открытое сверху (околоцветник при этом редуцируется полностью). Цветки расположены по 1 в пазухах черноватых или коричневатых невзрачных пазушных чешуй. Плод — 3-гранный орешек, заключенный в разрастающийся мешочек. Вегетативное размножение происходит за счет нарастания сильноветвящихся корневищ. Поэтому многие из них являются злостными сорняками.

К осоковым относится много хорошо известных и часто встречающихся у нас трав: камыш лесной (*Scirpus silvaticus* L.) (прил., рис. 110) и камыш озерный (*S. lacustris* L.), различные виды пушицы (*Eriophorum* sp.). Это влаголюбивые многолетние корневищные травы, многие из которых являются эдификаторами крайне увлажненных ценозов.

Порядок Злаки (Poales). В порядке только одно семейство.

Семейство Злаки, или Мятликовые (Poaceae, или Gramineae) занимает особое положение, которое определяется исключительной хозяйственной ценностью и огромной их ролью в большинстве растительных группировок. Злаки — одно из самых крупных семейств цветковых растений, насчитывающее около 650 родов и не менее 10 000 видов, освоивших все места обитания, доступные высшим растениям. В большинстве это травы, неспособные к вторичному росту. Среди злаков много однолетников, но преобладают корневищные многолетники. Ветвление злаков, определяющее внешний вид того или иного вида, осуществляется вблизи основания, в так называемой зоне кущения.

Стебель почти всех представителей семейства — соломина, членистая в узлах и обычно полая в междоузлиях. Листья разделены на охватывающее стебель влагалище и линейную пластинку с параллельным жилкованием. В ее основании обычно располагается перепончатый вырост, который нередко видоизменяется в ряд волосков. Это так называемый язычок, или лигула. Влагалища листьев защищают основания междоузлий, довольно долго сохраняющее способность к вставочному, или интеркалярному, росту.

Цветки злаков обоеполые, собранные в различные сложные ботриодные соцветия — метелки, кисти, головки или сложные колосья. Основа их всех — характерные для семейства элементарные соцветия — колоски. Каждый такой колосок может содержать от 1 до 5 цветков. Типичный многоцветковый колосок состоит из оси, близ основания которой располагаются верхняя и нижняя стерильные колосковые чешуи, часто заканчиваю-

щиеся щетинковидной остью. Выше колосковых чешуй располагаются цветки, число которых (1–30) — важный систематический признак. И колосковые, и цветковые чешуи по происхождению — видоизмененные листья. Выше верхней цветковой чешуи по оси цветка обычно располагаются 2 (очень редко 3) маленькие бесцветные чешуйки, или лодикулы, которые являются рудиментами листочков околоцветника. Как колосковые, так и цветковые чешуи, а также лодикулы в цветке отдельных видов могут частично или даже полностью редуцироваться. В большинстве случаев цветок несет 3 свободные тычинки. Верхняя одногнездная завязь содержит 1 семязачаток и образована 3 срастающимися плодолистиками. Столбик заканчивается 2, реже 3 перистыми рыльцами. Опыляются цветки исключительно ветром.

Плод злаков — зерновка, у которой пленчатый околоплодник плотно прилегает к семени, сливаясь иногда с семенной кожурой. Большое значение в семействе имеет вегетативное размножение с помощью ползучих корневищ, укореняющихся побегов или луковичковидных выводковых почек, образующихся из видоизмененных стерильных колосков.

Представители: пшеница (*Triticum* sp.) — пшеничный крахмал из зерен применяют в присыпках и мазах; рис (*Oryza* sp.), который также является источником крахмала; кукуруза (*Zea mays* L.) (прил., рис. 111); ячмень (*Hordeum* sp.); рожь (*Secale cereale* L.) (прил., рис. 112); овес (*Avena* sp.); просо (*Panicum* sp.); сорго (*Sorghum* sp.) и др.

Порядок Орхидоцветные (Orchidales) содержит одно семейство, поэтому характеристика порядка совпадает с характеристикой семейства.

Семейство Орхидные (Orchidaceae) — это самое большое семейство среди однодольных, а среди цветковых растений может быть сравнимо со сложноцветными. Орхидные представлены как многолетними травянистыми растениями, наземными эпифитными формами, так и растениями, перешедшими к сапрофитному способу питания. Листья орхидных — и наземных, и эпифитных — простые, иногда мясистые, округлые, эллиптические, ремневидные, иногда лопастные, обычно зеленые, но иногда с пурпурными пятнами. Цветки одиночные, обычно собраны в соцветие кисть с очень короткой цветоножкой, переходящей в нижнюю завязь, встречаются также колосовидные или зонтиковидные. Цветки актиноморфные, с двойным околоцветником, состоящим из 3 чашелистиков и 3 лепестков, но с намеченной зигоморфностью андроеца: во внутреннем круге 2 тычинки, во внешнем — 1, причем все они приросли к гинецею, образовав гиностемий, или колонку. Гинецей из 3 сросшихся плодолистиков, завязь нижняя, плод — коробочка. В дальнейшем появляются зигоморфные цветки, у которых чашечка окрашена, а один из лепестков (губа) резко отличается от всех остальных частей цветка размером и окраской, образуя посадочную площадку для насекомых. Тычинок остается 2, третья

видна в виде стаминодия. Все изменяющиеся признаки цветков связаны с узкой специализацией к опылению. У большинства орхидных пыльца в пыльнике склеена в плотную массу — *полиний*, высвобождается вся целиком и вся попадает на рыльце другого цветка.

Представителем орхидных в нашей флоре является башмачок настоящий (один из видов рода — венерин башмачок). Это крупное растение с широкоэллиптическими зелеными листьями и 1–2 крупными цветками причудливой формы. В цветке желтая губа выделяется на фоне 4 укороченных листочков околоцветника, из которых 1 имеет двураздельный кончик. Другие растения этого семейства: пальчатокоренник крапчатый (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo), ятрышник-дремлик (*Orchis morio* L.), любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.).

Подкласс Арековые (Arecidae). Арековые включают 4 порядка, 7 семейств, 344 рода и около 6500 видов. Для них характерно постепенное упрощение цветка, сходное со строением слабо специализированных представителей порядка Лилейных. Этот процесс сочетается с образованием сложных соцветий, имеющих сильно развитый кроющий лист, или покрывало. Наблюдается переход к вторично древесным формам (пальмы), эпифитному (ароидные) и свободноплавающему образу жизни (рясковые).

Порядок Пальмы (Arecales). Этот порядок включает только одно семейство.

Семейство Пальмы (Arecaceae) насчитывает около 210 родов и более 300 видов. Эти растения широко распространены в тропических и субтропических областях, входя в состав лесных сообществ и других группировок. В большинстве пальмы — древесные растения, не имеющие вторичного прироста и обычно не ветвящиеся, реже — древесные лианы, почти бесстебельные розеточные растения или с сильно укороченным стеблем. Листья черешковые, складчатые, перисто- или веерно-рассеченные, редко цельные, собранные на верхушке ствола и вместе с черешком достигают 10–15 м длины.

Цветки мелкие, актиноморфные или слабозигоморфные, раздельнополые, собраны в крупные, сильно разветвленные метелки. Околоцветник из 6 листочков, тычинок 6, завязь верхняя, образована 1–3 свободными или срастающимися плодолистиками. Рыльца сидячие или почти сидячие. В каждом плодолистике располагается по 1 семязачатку, причем при созревании плода 2 из 3 плодолистиков часто не развиваются. Плоды односеменные и образуют сухую или мясистую костянку с эндокарпием, окруженную у основания разрастающимся околоцветником, редко встречаются ягодообразные. Плоды используются для получения масла или могут употребляться в пищу.

Представителями является финиковая (*Phoenix dactylifera* L.) и кокосовая (*Cocos nucifera* L.) пальмы.

Порядок Аронниковые (Arales) включает 2 семейства.

Семейство Аронниковые (Araceae) объединяет 110 родов и более 1800 видов, распространенных преимущественно во влажных тропических лесах. Это эпифиты, травянистые или одревесневающие лианы, корневищные влаголюбивые травы или клубнеобразующие эфемероиды. В умеренной зоне наиболее часто встречающиеся представители — это белокрыльник (*Calla palustris* L.) и аир болотный (*Acorus calamus* L.) (прил., рис. 113) — типичные болотные или прибрежно-водные растения, участвующие в образовании сплавин. Листья очередные, черешковые, с листовой пластинкой разнообразной формы. Цветки актиноморфные, невзрачные, с простым 4–6-членным околоцветником или голые, плотно спирально собранные в початок, имеющий у основания яркоокрашенное покрывало разнообразной формы и строения. Покрывало часто образует трубку или ловушку для насекомых-опылителей, привлекаемых запахом или температурой соцветия. Тычинок 4–6, они свободные или сросшиеся в синандрии. Цветки однополые, причем мужские занимают верхнюю часть початка, а женские — нижнюю. Завязь верхняя, 1–3-гнездная, образована 2–3 сросшимися плодолистиками и имеет 1 или несколько семязачатков в гнезде. Плоды — одно- или многосеменные ягоды, собранные в соплодие.

Семейство Рясковые (Lemnaceae) завершает гидрофильную линию аронниковых. Включает 6 родов и около 30 видов, распространенных повсеместно. Все представители — свободно плавающие или частично погруженные травянистые растения, вегетативное тело которых превращено в крошечную пластинку различной формы, называемую листецом. Корни отсутствуют или слабо развиты и не достигают грунта. На одном из полюсов закладываются вегетативные и генеративные почки. Соцветия состоят из 1–2 мужских и 1 женского цветка. Околоцветник отсутствует, тычинок в мужском цветке 1, редко 2. Гинецей ценокарпный с 1–4 семязачатками. Плоды мешковидные, с несколькими семенами.

Представители: виды ряски — ряска малая (*Lemna minor* L.), ряска тройчатая (*L. trisulca* L.); многокоренник (*Spirodela polyrhiza* L.).

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Яковлев, Г. П.* Ботаника / Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитько ; под ред. Р. В. Камелина. СПб. : СпецЛит, СПХФА, 2003.
2. *Фармацевтическая ботаника* / под ред. Н. С. Гуриной. Витебск : ВГМУ, 2003.

Дополнительная

1. *Ботанико-фармакогностический словарь* / под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. М. : Высшая школа, 1990.
2. *Ботаника, морфология и анатомия растений* / А. Е. Васильев [и др.]. М. : Просвещение, 1988.
3. *Грин, Н.* Биология : в 3 т. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. М. : Мир, 1990. Т. 1–3.
4. *Жизнь растений* : в 6 т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. М. : Просвещение, 1974–1982. Т. 1–6.
5. *Растительный мир Земли* : в 2 т. / под ред. Ф. Фукарека. М. : Мир, 1982. Т. 1–2.
6. *Рейвн, П.* Современная ботаника : в 2 т. / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорт. М. : Мир, 1990. Т. 1–2.
7. *Тахтаджян, А. Л.* Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. Л. : Наука, 1987.
8. *Государственная фармакопея Республики Беларусь* : введена в действие постановлением МЗ Республики Беларусь в 2006 г. Минск : Минздрав Республики Беларусь, 2006.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Рис. 1. Magnolia grandiflora L.



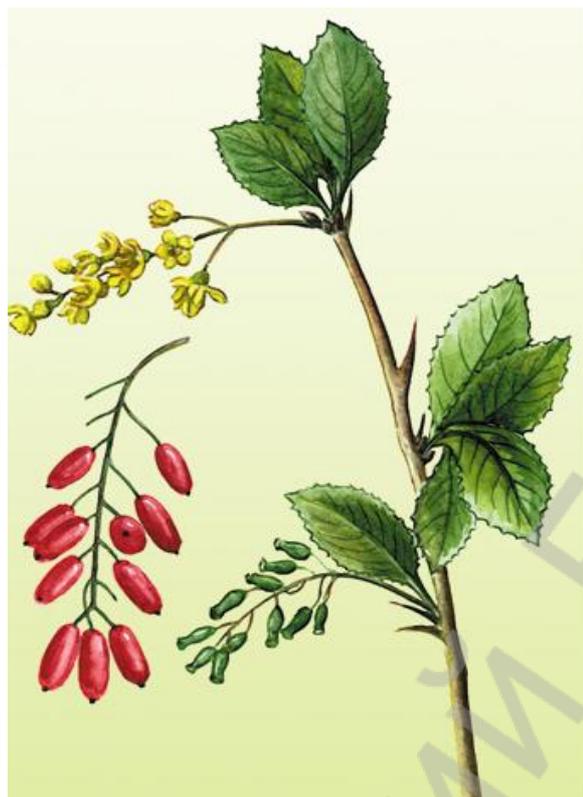
Рис. 2. Cinnamomum zeylanicum Blume



Рис. 3. Schisandra chinensis (Turcz.) Baill.



Рис. 4. Adonis vernalis L.



Puc. 5. Berberis vulgaris L.



Puc. 6. Paeonia anomala L.



Puc. 7. Papaver somniferum L.



Puc. 8. Chelidonium majus L.



Puc. 9. Macleaya cordata R. Br.



Puc. 10. Fumaria officinalis L.



Рис. 11. Saponaria officinalis L.



Рис. 12. Agrostemma githago L.