

Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»



# БОТАНИКА: МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Учебно-методический комплекс  
для студентов биологического факультета  
специальности 1-02 04 01 Биология и химия

Брест  
БрГУ имени А.С. Пушкина  
2020

*Начало*

*Содержание*



*Страница 1 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Заккрыть*

*Составители:*

М.П. Жигар

*Н.М. Матусевич*

*Н.В. Шкуратова*

*Рецензенты:*

Кафедра естествознания

УО «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова»

*Заведующий кафедрой химии*

УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,

кандидат биологических наук, доцент Н.Ю. Колбас

Ботаника: Морфология растений: учебно-методический комплекс / М.П. Жигар, Н. М. Матусевич, Н. В. Шкуратова; Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2020

Учебно-методический комплекс включает содержание учебного материала по разделу «Морфология растений», курс лекций, лабораторные и практические работы, блок по контролю знаний студентов, а также список литературы необходимой для самостоятельного изучения раздела. Издание адресовано студентам первой ступени получения высшего образования биологического факультета, обучающимся по специальности 1-02 04 01 Биология и химия, в том числе иностранным студентам.



Начало

Содержание



Страница 2 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	5
Содержание учебного материала по разделу «Морфология растений» . . . . .	7
<b>Теоретический раздел</b>	<b>14</b>
Тема 1. Корень. Побег. Почка. Ветвление побега . . . . .	14
Тема 2. Морфологическое строение листа . . . . .	36
Тема 3. Метаморфозы вегетативных органов растений . . . . .	54
Тема 4. Размножение и жизненные циклы растений . . . . .	75
Тема 5. Морфология и функции цветка. Бесполое и половое размножение цветковых растений. . . . .	96
Тема 6. Морфология и классификация соцветий . . . . .	141
Тема 7. Морфология и классификация семян. Проростки растений . . . . .	149
Тема 8. Морфология и классификация плодов . . . . .	161
Тема 9. Экологические группы и жизненные формы растений . . . . .	180
<b>Лабораторный практикум</b>	<b>191</b>
Лабораторная работа №1. Тема: Корень. Почка . . . . .	191
Лабораторная работа №2. Тема: Побег. Ветвление побега . . . . .	194
Лабораторная работа №3. Тема: Морфология листа . . . . .	196
Лабораторная работа №4. Тема: Морфология листа . . . . .	197
Лабораторная работа №5. Тема: Метаморфозы побега . . . . .	198
Лабораторная работа №6. Тема: Морфология цветка . . . . .	201
Лабораторная работа №7. Тема: Типы гинецея и плацентации. Типы завязи . . . . .	203
Лабораторная работа №8. Тема: Морфология и классификация соцветий	204
Лабораторная работа №9. Тема: Морфология и классификация семян	205
Лабораторная работа №10. Тема: Морфология и классификация плодов	207
<b>Практические занятия</b>	<b>209</b>
Практическое занятие №1. Морфологическое строение листа . . . . .	209
Практическое занятие №2. Морфологическое строение листа . . . . .	212



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 3 из 217

Назад

На весь экран

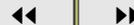
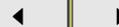
Закрыть

Тестовые задания . . . . .	213
Вопросы к зачету по разделу «Морфология растений» . . . . .	214
Список использованной и рекомендуемой литературы . . . . .	215
Словарь терминов . . . . .	216



*Начало*

*Содержание*



*Страница 4 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Закреть*

## Введение

Учебная дисциплина «Ботаника» относится к блоку специальных дисциплин государственного компонента и состоит из четырех разделов: «Морфология растений», «Анатомия растений», «Альгология и микология», «Систематика растений».

Целью изучения учебной дисциплины «Ботаника» является формирование системы знаний о многообразии растений, водорослей, грибов, лишайников и грибоподобных организмов во взаимосвязи их структурно-функциональной организации, биологии, образа жизни, экологии, эволюции, распространения, значения в природе и практического использования в хозяйственной деятельности человека.

Предлагаемый электронный учебно-методический комплекс разработан в соответствии с учебной программой по дисциплине «Ботаника» для специальности 1-02 04 01 Биология и химия (рег. № УД-21-001-19/уч. от 31.01.2019 г.), составленной на основании типовой учебной программы «Ботаника» для специальностей 1-02 04 01 Биология и химия, 1-02 04 02 Биология и география (рег. № ТД-А.482/тип. утв. 02.05.2014 г.), и охватывает раздел «Морфология растений».

Основная **цель** электронного учебно-методического комплекса «Ботаника: Морфология растений» способствовать развитию представления у студентов о макроструктуре вегетативных и генеративных органов растений в связи с выполняемыми функциями и адаптациями к среде обитания.

В результате изучения раздела «Морфология растений» студент должен **знать** основные термины и понятия, особенности морфологического и выполняемые функции вегетативных (стебля, корня и листа) и генеративных (цветка, плода и семени) органов растений. Приобретенные после изучения раздела знания студенты должны **уметь** использовать в учебно-исследовательской деятельности при изучении таких дисциплин биологического цикла как «Физиология растений», «Экология», «Биологические основы сельского хозяйства», т.е. проводить морфологический анализ отдельных органов и растения в целом, оценивать морфологические приспособления к условиям обитания, определять жизненные формы и экологические группы растений, оценивать фазы жизненного цикла.



Начало

Содержание



Страница 5 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Данное пособие включает в себя теоретический, практический и вспомогательный разделы, а также раздел контроля знаний. В теоретическом разделе учебно-методического комплекса рассматриваются морфология вегетативных органов и генеративных органов растения, биологические основы размножения растений, основы экологической морфологии растений. Практический раздел предложен в виде лабораторного практикума и содержит лабораторные и практические работы, выполнение которых позволяет закрепить теоретические знания о внешнем строении и функциях органов растения. В лабораторном практикуме задания включают пошаговую инструкцию для выполнения, ссылки на теоретический раздел, рисунки. Раздел контроля знаний студентов включает вопросы для самоконтроля и тестовые задания, вопросы к зачету по разделу «Морфология растений». Во вспомогательном разделе представлен список основной и дополнительной литературы, необходимой для самостоятельного изучения.

Использование данного учебно-методического комплекса в учебном процессе будет способствовать систематизации и закреплению полученных студентами знаний по указанному разделу, а также стимулированию самостоятельной работы студентов.

Поскольку теоретические положения лекционного курса развиваются и закрепляются на лабораторных занятиях, где студенты осваивают методические приемы работы с растительными объектами для качественного изучения раздела «Морфология растений» студентам рекомендуется придерживаться следующего *порядка работы с ЭУМК*: изучить лекционный материал по конкретной теме; в учебной аудитории выполнить соответствующую лабораторную работу; ответить на вопросы для самоконтроля по теме; по окончании изучения данного раздела проверить собственные знания с использованием предлагаемых тестовых заданий.



Начало

Содержание



Страница 6 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Содержание учебного материала по разделу «Морфология растений»

### I. МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЯ

#### Тема 1. Корень. Побег. Почка. Ветвление побега

Корень: определение, общая характеристика, функции. Виды корней. Типы корневых систем.

Побег: определение, общая характеристика, функции. Строение побега: метамеры, узлы, междоузлия, пазухи, листовые рубцы. Главный и боковой побеги, система побегов. Вегетативные и репродуктивные побеги. Почка – эмбриональный побег. Типы почек по строению (вегетативные, генеративные и смешанные; закрытые и открытые), по положению на побеге (верхушечные и боковые), функциональному значению (спящие, придаточные, возобновления, обогащения, запаса). Пазушные почки: коллатеральные и сериальные. Покой почек. Внутреннее строение почки. Конус нарастания, его ткане- и органообразующая функция. Заложение листьев и боковых побегов. Понятие пластохрона. Развертывание побега из почки. Удлиненные, укороченные побеги. Годичные и элементарные побеги. Образование системы побегов. Ветвление побегов: дихотомическое (вильчатое) и боковое. Нарастание побегов: моноподиальное, симподиальное, псевдо-дихотомическое. Биологическое значение симподиального нарастания побегов. Кущение как одна из форм ветвления. Формирование ствола, общий габитус, формы кроны древесных растений. Особенности развития боковых побегов при ветвлении: акротония, мезотония, базитония. Направление роста побегов: ортотропное, плагиотропное, анизотропное.

Стебель. Определение и общая характеристика, функции. Типы стеблей: травянистый, одревесневший (ствол), соломина. Форма, характер роста по расположению в пространстве, внешнему виду, механической прочности, особенностям структуры. Размеры стебля и продолжительность жизни.



Начало

Содержание



Страница 7 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Тема 2. Морфологическое строение листа

Лист. Морфологическое строение листа: листовая пластинка, основание, черешок, прилистники, влагалище. Способы прикрепления листьев. Простые листья: классификации форм листовой пластинки. Параметры листовой пластинки: основание, верхушка, край. Жилкование листовой пластинки: открытое и закрытое, дихотомическое, параллельное, дуговидное, перистое, пальчатое. Листья с дробленой (расчлененной) листовой пластинкой. Классификации форм листьев с расчлененной листовой пластинкой. Сложные листья, их классификация.

Разнообразие листьев. Размеры листьев. Листовые формации. Листовая мозаика, анизофиллия, гетерофиллия. Листорасположение. Закономерности очередного расположения листьев: парастиха, ортостиха, листовые циклы, формулы. Долговечность листьев. Вечнозеленые и листопадные растения. Листопад, подготовительные процессы, механизм, листовые рубцы и следы, приспособительное значение.

## Тема 3. Метаморфозы вегетативных органов растения

Метаморфозированные и специализированные вегетативные органы растений, их строение и биологическое значение.

Специализированные побеги: стволы, каудексы, суккуленты (листовые, стеблевые, почковые), усы, плети.

Подземные метаморфозы побегов: корневища, столоны, клубни, луковицы, клубнелуковицы. Надземные метаморфозы побегов: колючки, усики, кладодии, филлокладии.

Видоизменения листьев: колючки, усики, шипы, филлодии. Листья – ловчие аппараты насекомоядных растений.

Основные метаморфозы корней. Запасающие корни – корнеплоды, корневые шишки, их морфологическая природа, использование человеком. Типы корнеплодов. Втягивающие корни (контрактильные). Воздушные корни, их разнообразие: ходульные корни мангров, досковидные, дыхательные или пневматофоры, воздушные корни эпифитов (ткань веломен), корни-прицепки. Ризосфера. Симбиоз корней с грибами (эктотрофная и эндотрофная микориза) и бактериями. Изменение структуры корней при симбиозе и паразитизме. Видоизменение



Начало

Содержание

◀ ▶

◀▶

Страница 8 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

корней у растений-паразитов. Процесс метаморфоза в онтогенезе и филогенезе растений. Понятие о гомологичных и аналогичных органах. Практическое значение метаморфизированных органов.

## **II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ**

### **Тема 4. Размножение и жизненные циклы растений**

Принципы размножения растений. Общая характеристика бесполого и полового размножения, биологическое значение. Понятие о цикле развития растений, спорофите и гаметофите, их биологическое значение.

Способы естественного вегетативного размножения растений: партикуляция, сарментация (отводки, корневые отпрыски, гибернакулы, плети, усы, столоны), вегетативная диаспория (фрагменты побегов, луковицы, клубни, корневые шишки, филлоклады, выводковые почки, живорождение). Способы вегетативного размножения, используемые в хозяйственной деятельности человека (черенкование, прививка, микроклональное размножение).

Споровое размножение. Органы спороношения (спорангии). Лепто- и эвспорангиатные спорангии. Сорусы и синангии. Апланомейоспоры, образование, строение. Изо- и гетероспория, биологическое значение.

Половое размножение и воспроизведение. Органы полового размножения растений: архегонии и антеридии.

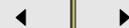
Принцип размножения растений с преобладанием гаметофитного поколения в цикле развития (отдел Моховидные). Половое поколение – гаметофит. Антеридиофор, архегониофор. Приспособления к оплодотворению. Бесполое поколение – спорогоний. Приспособления к рассеиванию спор. Женский гаметофит: участие в образовании гамет и спорогония. Трофические отношения между спорогонием и гаметофитом у мхов.

Принципы размножения споровых растений с преобладанием спорофитного поколения в цикле развития (отделы Плауновидные, Папоротниковидные). Равноспоровые папоротниковидные. Приспособления Разноспоровые плауновидные. Микро- и мегаспорангии. Мужской редуцированный и женский специализированный гаметофиты.



Начало

Содержание



Страница 9 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Принципы размножения у семенных растений. Высокоспециализированная диаспора – семя.

Цикл развития голосеменных растений (на примере хвойных). Мужские и женские шишки (микро- и мегастробилы). Микроспоры и пыльцевые зерна. Семязачаток, развитие мегаспоры и женского гаметофита. Опыление голосеменных, его биологическое значение. Оплодотворение, роль пыльцевой трубки. Образование семени и его гетерогенное строение.

### **III. МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЯ**

#### **Тема 5. Морфология и функции цветка. Бесполое и половое размножение цветковых растений**

Цветок генеративный орган покрытосеменных растений. Гипотезы происхождения цветка: фолиарная, псевдантовая, эвантовая и телломная. Принципы строения цветка: цветоножка, цветоложе, околоцветник, андроцей и гинецей. Онтогенез цветка. Цветки циклические, ациклические и гемициклические. Правило чередования кругов и кратных отношений.

Околоцветник. Типы околоцветника: ахламидный, гаплохламидный, диплохламидный, простой и двойной.

Чашечка: морфологические формы, происхождение, функции. Венчик: морфологические формы, происхождение, функции. Шпорцы. Нектарники. Симметрия цветка. Разнообразие цветков. Эволюция околоцветника.

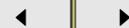
Андроцей. Общая характеристика. Строение и происхождение тычинки. Развитие пыльника и его строение. Микроспорангии. Археспорий и микроспорогенез. Мужской гаметофит цветковых растений (пыльцевое зерно). Палинология, спорово-пыльцевой анализ и его научное значение.

Гинецей. Общая характеристика. Плодолистики (карпеллы), их строение и происхождение. Пестик. Типы завязи: верхняя, нижняя, полунижняя. Типы гинецея: апокарпный и ценокарпный (синкарпный, паракарпный, лизикарпный). Типы плацентации. Семязачаток, строение, происхождение. Типы семязачатков. Мегаспорогенез. Развитие и строение зародышевого мешка (мегагаметогенез).



Начало

Содержание



Страница 10 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Цветение и опыление цветковых растений. Монокарпические и поликарпические растения. Самоопыление (автогамия). Приспособления к самоопылению. Клейстогамия. Перекрестное опыление (аллогамия). Способы опыления: биотические (энтомофилия, орнитофилия) и абиотические (анемофилия, гидрофилия). Приспособления растений к защите от самоопыления: диогамия, гетеростилия, одно- и двудомность, автогамия.

Оплодотворение у цветковых растений. Развитие пыльцевой трубки и образование спермиев. Порогамия и апорогамия. Двойное оплодотворение и его биологическое значение. Образование семени. Формирование зародыша и эндосперма. Эндосперм и его биологическая роль. Перисперм. Общая схема цикла воспроизведения цветковых растений, её прогрессивные черты и биологическое преимущество.

Развитие зародыша, семени и плода без оплодотворения (апомиксис). Различные типы апомиксиса: апогамия, апоспория, партенокарпия. Значение апомиксиса в эволюции цветковых растений. Полиэмбриония, партенокарпия, геокарпия.

## **Тема 6. Морфология и классификация соцветий**

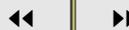
Соцветие как специализированная часть системы побегов. Подходы к классификации: соцветия простые и сложные, фрондозные и брактеозные, рацемозные (ботрические) и цимозные. Характеристика типов простых рацемозных соцветий. Характеристика типов сложных рацемозных соцветий. Понятие об объединенных (агрегатных) соцветиях. Характеристика типов цимозных соцветий. Тирсоидные соцветия. Биологическое значение соцветий.

## **Тема 7. Морфология и классификация семян. Проростки растений**

Семя. Определение, функции. Общая схема образования семени у цветковых растений. Строение семени. Семенная кожура, зародыш, эндосперм, перисперм. Строение зародыша. Дифференцированные, недифференцированные и рудиментарные зародыши. Двусемядольные и односемядольные зародыши. Функции семядолей. Запасные вещества семени. Морфологические типы семян. Период покоя семян. Условия прорастания семян. Надземное и подземное прорастание семян. Роль гипокотилия у двудольных и колеоптиля у однодольных растений в прорастании семян.

Начало

Содержание



Страница 11 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Проросток. Морфологическое строение проростков у двудольных и однодольных растений, функциональные особенности. Основные процессы, происходящие на стадии проростков.

### **Тема 8. Морфология и классификация плодов**

Плод, образование, строение, биологическое значение. Строение околоплодника (перикарпия): эндокарпий, мезокарпий, экзокарпий. Различные подходы к классификации плодов: морфогенетическая и морфоэкологическая классификации плодов. Характеристика сочных ягодовидных и костянковидных плодов. Характеристика сухих коробочковидных и ореховидных плодов. Распадающиеся плоды: дробные и членистые. Сложные (сборные) плоды. Соплодия. Распространение плодов и семян. Приспособления к различным способам распространения плодов. Значение плодов и семян в природе и хозяйственной деятельности человека.

## ***IV. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ***

### **Тема 9. Экологические группы и жизненные формы растений**

Растения и окружающая среда. Общее представление об экологических группах и жизненных формах.

Эколого-морфологическая классификация по Серебровскому. Древесные, полудревесные и травянистые растения. Классификация жизненных форм растений по Раункиеру.

Экологические группы растений по отношению к свету: светолюбивые (гелиофиты), тенелюбивые (сциофиты), теневыносливые растения. Реакция растений на суточный ритм освещения: длиннодневные, короткодневные, нейтральные растения.

Влияние температуры на растения. Кривофилы и термофилы. Морозоустойчивые, неморозостойкие, нехолодостойкие растения, растения-подушки, карликовость, стланцы.

Экологические группы растений по отношению к влаге. Морфологические признаки мезофитов, гигрофитов, гидрофитов, гидатофитов, ксерофитов



Начало

Содержание



Страница 12 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

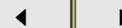
(суккулентов, склерофитов). Понятие об эфемерах и эфемероидах. Эдафические факторы среды. Эутрофы, ксероморфные олиготрофы, галофиты, кальцефилы, псаммофиты, литофиты. Морфологические признаки растений кислых и щелочных почв. Растения-индикаторы.

Экологические группы растений по типу и способу питания: фототрофы, гетеротрофы, микотрофы. Сапрофиты, паразиты, полупаразиты, насекомоядные растения.



*Начало*

*Содержание*



*Страница 13 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Закреть*

# Теоретический раздел

## Тема 1. Корень. Побег. Почка. Ветвление побега

**Корень** – это вегетативный орган растения, который не несет ни листьев, ни цветков, ни в определенном порядке расположенных почек, и имеет верхушечный рост благодаря деятельности апикальной **меристемы**. Главными функциями корня являются: поглощение воды и минеральных веществ, проведение их к стеблю, удержание растения в почве. Также корень, как полифункциональный орган, может также выполнять и другие функции: отложение запасных питательных веществ, синтез некоторых органических соединений (аминокислоты, алкалоиды, гормоны и др.), выделение некоторых веществ в почву, вегетативное размножение, взаимодействие с микроорганизмами и грибами, которые находятся в почве.

В **онтогенезе** зачаток корня закладывается в процессе **эмбриогенеза** и находится в зародыше семени на полюсе, противоположном конусу нарастания побега. Как только из **эндосперма** или из семядолей семени начинают поступать к зародышу питательные вещества, зародышевый корешок первым трогается в рост. Инициальные клетки его начинают делиться, за счет образования и роста новых клеток зародышевый корешок прорывает кожуру семени и первым выходит в почву.

Корень, развившийся из зародышевого корешка, называется *главным*. Он обладает положительным **геотропизмом**. Начав расти, этот корень показывает ясно выраженную вертикальную зональность. В молодом растущем корневом окончании можно выделить *зону деления*, прикрытую корневым чехликом.

Зона деления представлена апикальной меристемой достигает около 1 мм и сложена меристематическими клетками. Ее можно распознать даже невооруженным глазом по желтоватой окраске, поскольку клетки заполнены цитоплазмой и не имеют крупных вакуолей. Здесь на верхушке (апексе) имеется одна (у папоротников, хвощей) или группа (у семенных растений) инициальных клеток. При этом строение и функционирование апикальных меристем у однодольных и двудольных покрытосеменных растений отличается. Так, у двудольных растений инициальные клетки расположены тремя слоями («этажами»), причем в каждом слое может быть от 1 до 4 инициальных клеток (**рисунок 1.1**). Инициали нижнего слоя дают



Начало

Содержание



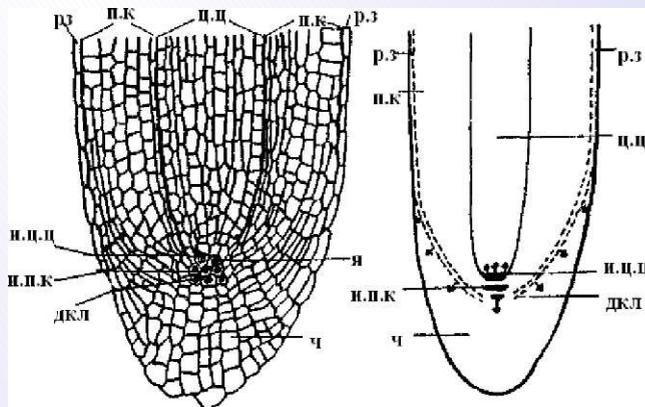
Страница 14 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

начало всем клеткам *корневого чехлика* и *ризодерме*. Это означает, что у двудольных растений ризодерма имеет общее происхождение с чехликом. Средний слой клеток даст участок *периблемы* (греч. *periblema* – покров, одежда), Он соответствует основной меристеме. Верхний «этаж» сформирует участок (гистоген) *плерому* (греч. *pleroma* – заполнение), он соответствует прокамбию. В дальнейшем из периблемы возникнет первичная кора корня, а из плеромы – центральный цилиндр.



**Рисунок 1.1 – Кончик корня капусты в продольном разрезе**

А – клеточное строение; Б – схема; д.к.п– дерматокалиптроген;  
и.п.к – инициали первичной коры; и.ц.ц– инициали центрального цилиндра;  
п.к– первичная кора; р.з– ризодерма; ц.ц– центральный цилиндр; ч – корневой чехлик; я – ядро

У однодольных растений в апексе инициали тоже лежат в 3 этажа (**рисунок 1.2**). Клетки нижнего слоя образуют только корневой чехлик, а ризодерма образуется из самого внешнего слоя периблемы. Центральный цилиндр, как и у двудольных, развивается из клеток верхнего слоя. У голосеменных апекс корня имеет группу инициальных клеток, недифференцированных на слои. Они дают начало всем тканям корня, включая и корневой чехлик.

Представление о происхождении тканей корня из обособленных инициалей апекса было обосновано Дж. Ганштейном (1868). В своей теории он назвал



Начало

Содержание



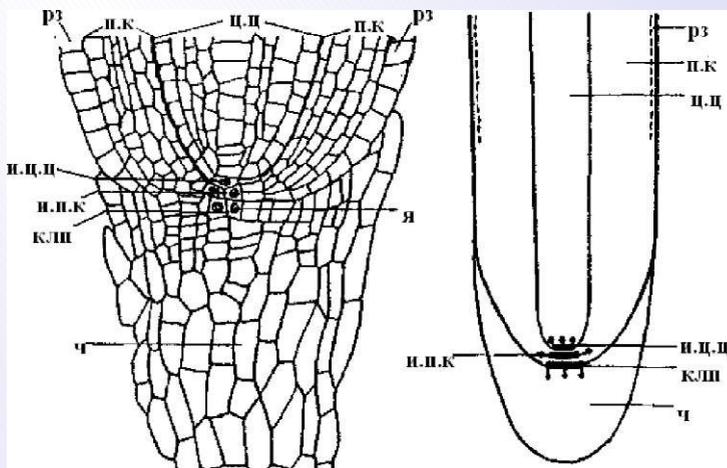
Страница 15 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

предшественников тканевых зон *гистогенами* и выделил в корне 3 гистогена: *дерматоген* (от греч. *derma* – кожа и *genes* – рожденный), *периблему* (от греч. *periblema* – оболочка, покров), *плерому* (от греч. *pleroma* – наполнение). Дерматоген, согласно этой теории, образует ризодерму, периблема – первичную кору, плерома – центральный цилиндр корня.



**Рисунок 1.2 – Кончик корня пшеницы в продольном разрезе**

А – клеточное строение; Б – схема; и.п.к – инициалы первичной коры; и.ц.ц – инициалы центрального цилиндра; клп – калиптроген; п.к – первичная кора; рз – ризодерма; ц.ц – центральный цилиндр; ч – чехлик; я – ядро

Апикальная меристема корня, в отличие от конуса нарастания побега, откладывает производные элементы не только внутрь, но и снаружи от кончика корня. Наружные производные апикальной меристемы формируют корневой чехлик. Он сложен живыми паренхимными клетками, и постоянно обновляется: старые клетки на его поверхности сдвигаются, а на смену им, изнутри, апикальная меристема образует новые, молодые клетки корневого чехлика.

Кончики корней, растущие в почве, покрыты большим количеством слизи. Ее продуцируют клетки корневого чехлика. Слизь представляет собой пектиновые



Начало

Содержание



Страница 16 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

вещества, и они секретируются **диктиосомами** клеток корневого чехлика. Эти диктиосомы имеют большие цистерны и формируют крупные пектиновые пузырьки, которые изливают свое содержимое за плазмалемму, откуда слизь выходит на внешнюю поверхность оболочки. Слизь защищает кончик корня, облегчая перемещение его в почве.

Помимо защитной, корневой чехлик выполняет также функцию ориентации корня, т.е. функцию геотропической реакции. При удалении корневого чехлика рост корня не прекращается, но геотропическая реакция пропадает: корень растет горизонтально приблизительно на протяжении 24 часов, пока не возникнет новый чехлик.

Зона растяжения небольшая, обычно не превышает нескольких миллиметров. Клетки в ней сильно увеличиваются в продольном направлении за счет появления вакуолей, и растущий корень своим кончиком углубляется в почву. В опытах было показано, что кончик корня может оказывать большое давление в направлении его роста и даже вращать в тяжелую ртуть, т.е. преодолевать большое сопротивление. Если бы рост был пассивным, то ртуть в этом случае вытолкнула бы корень.

В зоне роста, кроме этого, происходит синтез некоторых соединений, например, витаминов, ростовых веществ.

За морфологической зоной роста клетки прекращают свое растяжение и уже больше не смещаются относительно почвенных частиц. В этой зоне появляются корневые волоски, и эту зону называют зоной *всасывания*, или зоной *поглощения*. Ее основная функция – поглощение воды и минеральных солей. Отличительными особенностями этой зоны является наличие корневых волосков и формирование постоянных тканей. Эта зона характеризуется первичным строением, т.е. в этой зоне имеются только первичные ткани. За зоной всасывания располагается зона *ветвления*. У более старых корней развивается зона *проведения* (рисунок 1.3).

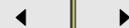
Ветвление корня увеличивает количество корней. Совокупность всех корней растения называют *корневой системой*. В состав корневых систем входят морфологически различные корни – главный, боковые и придаточные.

Корень, который развивается из зародышевого корешка, называется *первичным*, или *главным корнем*. Участок на границе между главным корнем и стеблем называется *корневой шейкой*. Участок стебля от корневой шейки до семядольных



Начало

Содержание



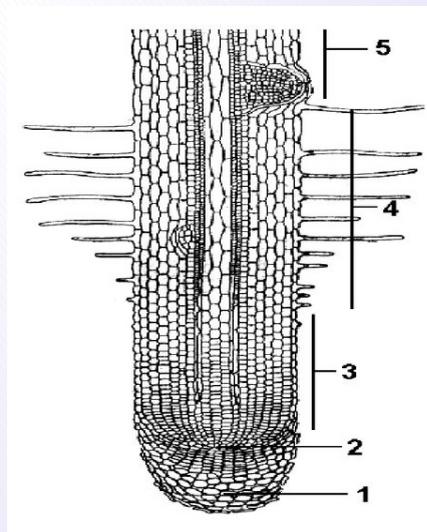
Страница 17 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

листьев называется *гипокотиль*, или подсемядольное колено (это переходная зона от корня к стеблю). Корни, возникающие на корнях (главном, боковом, придаточном), называются *боковыми*. Они являются боковыми корнями первого порядка. От них отходят корни второго порядка и т.д. У всех боковых корней развитие анатомической структуры в онтогенезе происходит так же, как у главного. Корни, образованные не из корней, а из других органов растений (стеблей, листьев), называются *придаточными*.



**Рисунок 1.3 – Зоны корня**

1 – корневой чехлик, 2 – зона деления; 3– зона растяжения; 4– зона всасывания;  
5–зона ветвления

В зависимости от вида корней, входящих в корневую систему растения, различают разные типы корневых систем. Корневая система, в которой главный корень развит хорошо и преобладает над остальными по длине и толщине, называется *стержневой*. Корневая система, в которой главный корень или совсем не развит, или развит слабо и не выделяется в остальной массе корней, называется *мочковатой*. Такая корневая система составлена многочисленными придаточными



Начало

Содержание



Страница 18 из 217

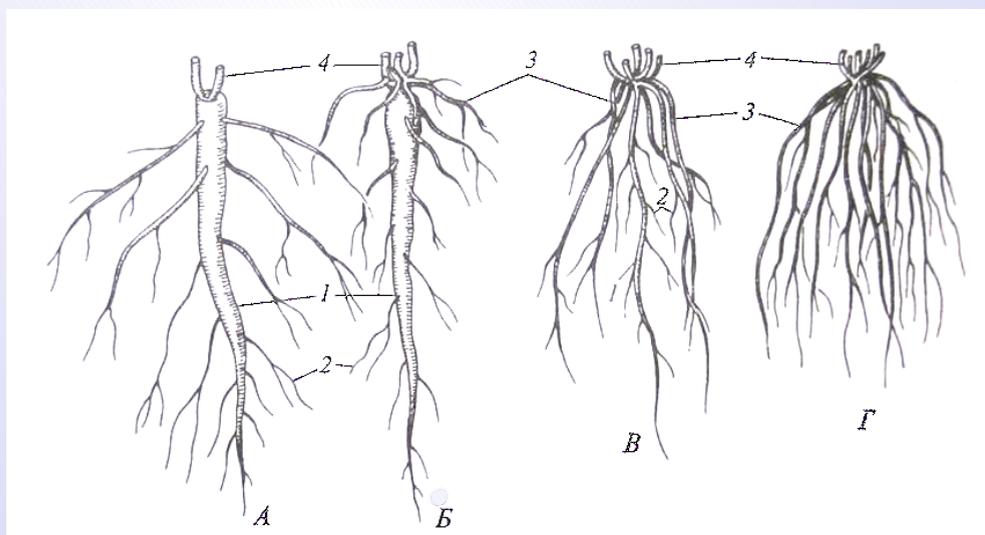
Назад

На весь экран

Закрыть

корнями. Типичную мочковатую систему имеют злаки. Если придаточные корни образуются на укороченном вертикальном корневище, то возникает кистевидная корневая система. Если придаточные корни возникают на длинном горизонтальном корневище, образуется бахромчатая корневая система. Иногда (у некоторых клеверов, лапчаток) придаточные корни, возникшие на горизонтальном корневище, сильно утолщаются, от них отходят многочисленные боковые корни и образуется вторично стержневая корневая система.

Некоторые авторы выделяют еще *смешанную* корневую систему, включающую главный, боковые и придаточные корни (у подсолнечника, земляники) (рисунок 1.4).



**Рисунок 1.4 – Типы корневых систем**

По форме: А, Б – стержневая; В, Г – мочковатая;

По происхождению: А – система главного корня; Б, В – смешанная;

Г – система придаточных корней; 1 – главный корень; 2 – боковые корни;

3 – придаточные корни; 4 – основание побегов

У высших споровых (папоротники, хвощи, плауны) с самого начала развития главного корня нет, а возникают только придаточные корни. Они закладываются



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 19 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

на побеге очень рано, в апикальной меристеме, и на более старых участках побега закладываться уже не могут. Вся корневая система, таким образом, образована придаточными корнями. Она получила название *первичногоморизной* (от греч. *homos* – одинаковый и *rhiza* – корень). Такую корневую систему рассматривают как наиболее примитивную.

В пределах корневой системы древесных растений наблюдается дифференциация корней по выполняемым функциям. У них имеются длинные, долго живущие корни, которые проникают на большую глубину и значительно расширяют площадь питания. Они называются *ростовые*, или *скелетные* корни. Они характеризуются вторичным анатомическим строением, снаружи покрыты перидермой. На них ежегодно образуются недолговечные *сосущие*, или *питающие* корни. Они имеют первичное строение, выполняют функцию всасывания воды с минеральными веществами. К осени они обычно отмирают.

**Побег** – это стебель с расположенными на нем листьями и почками (рисунок 1.5). По сравнению с корнем побег имеет более сложное строение, он включает в себя ось (стебель) и боковые органы (листья), кроме того, обязательным элементом побега являются почки, обеспечивающие как нарастание, так и ветвление побега. Участок стебля, к которому прикрепляется лист, называется *узлом*. У злаков, гвоздичных и других растений узлы утолщены и резко выделяются на стебле. Участок стебля между соседними узлами называется *междоузлием*. Междоузлия могут быть длинными и короткими. В первом случае побег называется *удлиненным*, во втором случае – *укороченным*. Угол между листом и стеблем называется *листовая пазуха*.

Обычно на побеге имеется несколько узлов и междоузлий, они повторяются вдоль оси побега. Таким образом, побег имеет метамерное строение. Метамер побега включает в себя узел с листом и пазушной почкой и ниже расположенное междоузлие. Метамеры последовательно образуются **апексом** побега и закономерно изменяются от его основания к верхушке (по длине и ширине междоузлий, размерам и формам листьев и почек).

**Почка как зачаточный побег. Классификация почек.** Побег развивается из почки зародыша семени или из почек возобновления на протяжении одного вегетационного периода. Зародышевые почки находятся в зародыше семени,



Начало

Содержание

◀ ▶

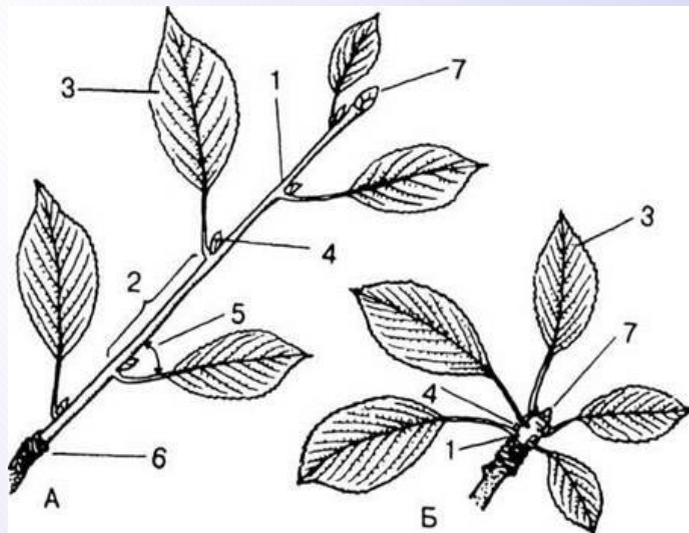
◀▶

Страница 20 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.5–Побег**

А – удлиненный побег, Б – укороченный побег : 1 – узел, 2 – междоузлие, 3 – лист, 4 – боковая (пазушная) почка, 5 – пазуха листа, 6 – побег прошлого года, 7 – верхушечная почка

почки возобновления образуются на разных участках многолетних растений (надземных побегах, корнях, корневищах, луковицах, клубнях). Общий план строения зародышевых почек и почек возобновления сходен. *Почка* – это зачаточный побег. Почки очень разнообразны. Они отличаются по строению, их положению на побеге, наличию чешуй, формированию. По строению различают почки *вегетативные*, *генеративные* (или *цветочные*) и *вегетативно-генеративные* (рисунок 1.6).

Вегетативная почка состоит из или зачаточного стебля (центральная часть почки) и зачаточных или листьев разного возраста, то есть из серии зачаточных метамеров. Узлы в почке очень сближены, т.к. междоузлия еще не успели вытянуться. В пазухах листовых зачатков могут быть заложены также зачатки



Начало

Содержание



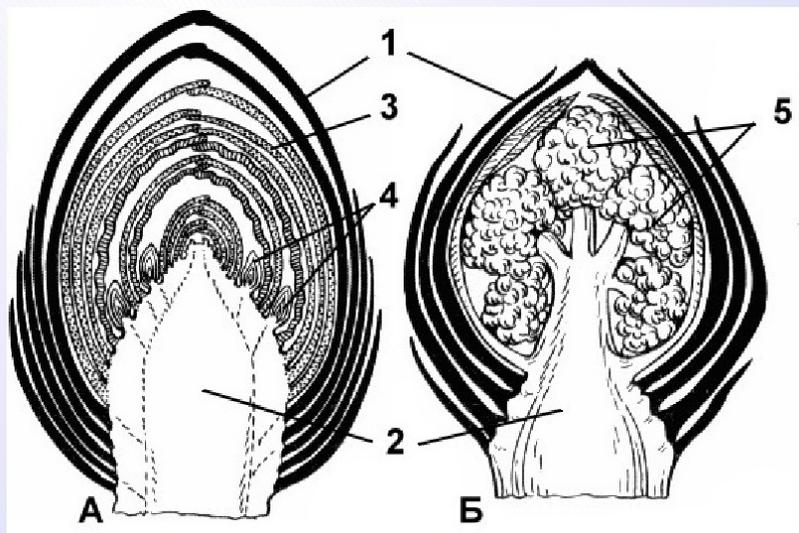
Страница 21 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

пазушных почек следующего порядка – вторичные бугорки. Снаружи почка покрыта *почечными чешуями*, или *катафиллами* (от греч. *kata* – низ и *phyllon* – лист). Роль их защитная, они защищают почку от неблагоприятных внешних воздействий, а также от высыхания, обеспечивая заложение новых листовых и почечных зачатков и их первоначальный рост. Этому способствует наличие у почечных чешуй волосков, смолистых веществ, склеивающих их; они могут быть покрыты кутикулой, иногда перидермой, содержат склереиды, железки.



**Рисунок 1.6 – Строение почек**

А – вегетативная почка; Б – генеративная (цветочная) почка; 1 – почечные чешуи, 2 – зачаточный стебель, 3 – зачатки листьев, 4 – боковые почки, 5 – зачаток соцветия

Генеративные почки содержат в себе только зачаток **соцветия** (например, у вишни) или одиночного цветка, зачаточные листья в них не образуются. В вегетативно-генеративных почках заложен ряд вегетативных метамеров и зачаточный цветок или соцветие, как, например, у сирени.



Начало

Содержание



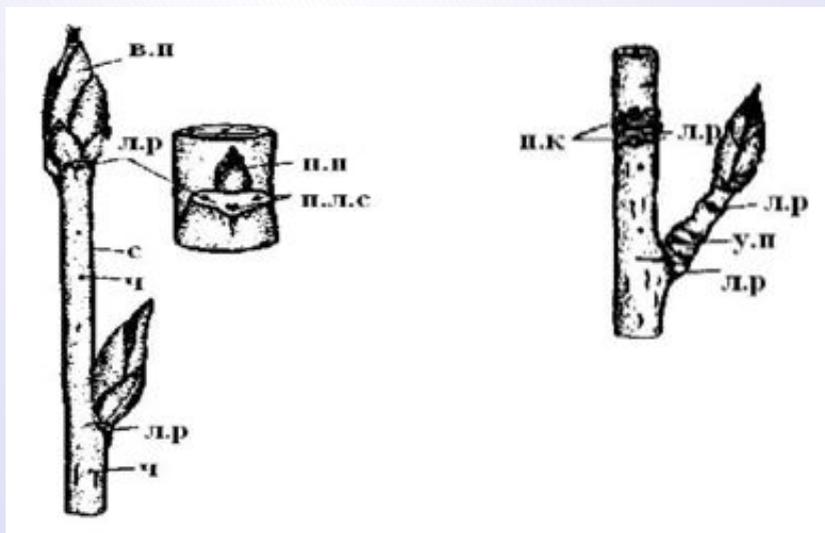
Страница 22 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Почки, покрытые почечными чешуями, называют *закрытыми*, в отличие от *открытых*, или *голых*, лишенных почечных чешуй. Закрытые почки встречаются у деревьев и кустарников (липа, береза, ива, орешник, яблоня и др.) и некоторых многолетних трав (грушанка, копытень и др.). Открытые почки встречаются у многих деревьев влажных тропических лесов, у наших травянистых многолетников (зеленчук, кошачья лапка, живучка), а также у крушины ломкой, гордовины. У зародышевых почек почечные чешуи отсутствуют. Число почечных чешуй различно – от одной (почки некоторых однодольных), двух (у ивы) до 20 и более (у дуба). При распускании почек почечные чешуи опадают, на их месте остаются *почечные кольца*, по ним можно определить границу между побегами разных лет, а также возраст побега (**рисунок 1.7**).



**Рисунок 7 – Ветка тополя в безлистном состоянии**

в.п– верхняя пазушная почка; л.р– листовые рубцы; п.к– почечное кольцо;  
п.л.с– пучки листовых следов; п.п– пазушная почка; с – стебель;  
у.п– укороченный побег; ч– чечевичка

Внутри почки находится верхушка побега – его *апекс*. Он состоит из первичной меристемы и обеспечивает формирование органов (т.е. органогенез) и



Начало

Содержание



Страница 23 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

первичных тканей побега (гистогенез). Источником постоянного самообновления апекса являются инициальные клетки, расположенные на его кончике.

Апекс побега, в отличие от всегда гладкого апекса корня, образует на поверхности выросты – *листовые бугорки*, или *листовые примордии*, представляющие собой зачатки листьев. Они закладываются экзогенно и в акропетальной последовательности (от греч. *akron* – вершина и лат. *petere* – устремляюсь), чем ближе к верхушке апекса они расположены, тем они моложе и, следовательно, мельче. Гладким остается лишь самый кончик, его называют *конусом нарастания*.

По расположению на побеге различают почки *верхушечные*, *пазушные* (боковые) и *придаточные*.

После опадания листа на его месте остается *листовой рубец*. На нем хорошо заметны места разрыва проводящих пучков, которые шли от листа в стебель – это так называемые *листовые следы*. Форма и размеры листовых рубцов, количество листовых следов и характер их размещения являются важным признаком при определении растений в безлистном состоянии.

По характеру роста побеги бывают *ортотропные* – растущие вертикально и *плагитропные* – горизонтальные.

Развитие пазушных почек обеспечивает ветвление растения. Оно бывает *моноподиальным*, *симподиальным* и *ложнодихотомическим*. При моноподиальном ветвлении может наблюдаться *акротония*, *мезотония* и *базитония*. При акротонии сильнее развиты верхние ветви, при мезотонии более сильно развитыми являются средние на стебле ветви, при базитонии наиболее сильно развиты нижние ветви, и крона поэтому приобретает пирамидальную форму ([рисунок 1.8](#)).

В пазухе листа обычно закладывается одна почка, такие почки называют одиночными. Иногда в пазухе их бывает несколько ([рисунок 1.9](#)). Когда они размещены одна над одной вертикальными рядами, их называют *серийными* (у жимолости, робинии, грецкого ореха, малины, ежевики); когда почки размещаются одна рядом с другой в один горизонтальный ряд, то их называют *коллатеральными* – у бузины, абрикоса, волчьего лыка. Такое расположение встречается чаще всего у однодольных в пазухах листьев с широким основанием. Например, у тюльпана, чеснока дочерние луковички – *детки* – сидят в пазухе чешуи материнской луковички, образуя группы коллатеральных почек ([рисунок 1.9](#)).



Начало

Содержание

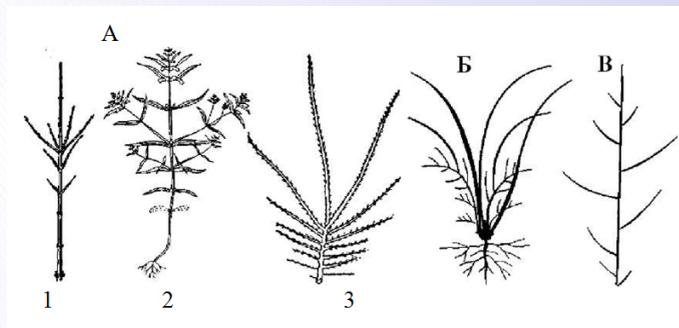


Страница 24 из 217

Назад

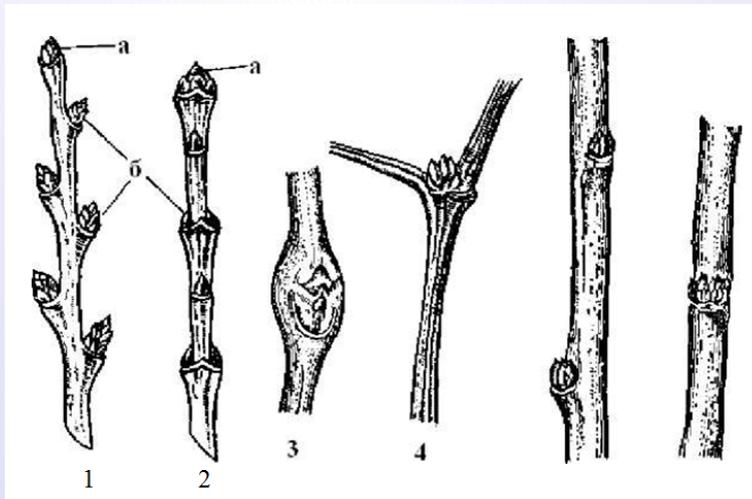
На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.8 – Развитие боковых побегов при ветвлении**

А – акротония: 1 – на годичном побеге клена; 2– у марьянника; 3– схема;  
 Б – формирование кустарника (схема базитонии); В – мезотония (схема)



**Рисунок 1.9 – Почкорасположение**

1 – очередное у вяза (*Ulmus*); 2 – супротивное у клена остролистного (*Acer platanoides*);  
 3 – сериальное у сифизии (*Aristolochia siphon*); 4 – бисериальное у кирказона  
 обыкновенного (*Aristolochia clematidis*); 5 – коллатеральное у волчьего лыка (*Daphne  
 mezereum*); 6 – мутовчатое у войлочной вишни (*Cerasus tomentosa*);  
 а – верхушечная почка; б – пазушные почки



Начало

Содержание



Страница 25 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Есть еще *верхушечные* почки – это почки, которые размещаются на верхушке побега. Они обеспечивают нарастание побега в длину. Из пазушных и придаточных почек образуются боковые побеги. Между верхушечной и пазушными почками устанавливаются сложные физиологические взаимоотношения. Верхушечная почка тормозит развитие пазушных почек. При отмирании верхушечной почки начинают распускаться пазушные, происходит интенсивное ветвление. На этом основан агротехнический прием пинцировки – искусственного удаления верхушечной почки с целью вызвать усиленное развитие боковых побегов. Пинцировка применяется в огородничестве и садоводстве.

Почки могут образовываться не только на верхушке стебля экзогенно, но также и на различных участках междоузлия, при этом они образуются эндогенно, из внутренних тканей. Такие почки называются *придаточными*, или *адвентивными*. Они не имеют определенности в размещении. Такие почки длительное время могут находиться внутри тканей стебля и прорастают в побеги при определенных условиях, например, при повреждении верхушечной почки, при обрезке ветвей. В результате длительного нарастания придаточных почек внутри стебля на стебле образуются своеобразные наросты – *капы*. Такие капы на поперечном срезе имеют красивый рисунок, например, у карельской березы и используются для изготовления различных поделок.

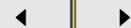
Придаточные почки могут возникать на листьях, на корнях, на междоузлиях стебля. Образуются они из перидикла, камбия, сердцевинных лучей, мезофилла, эпидермы, раневой меристемы. Например, широко распространенные сорняки (осот, бодяк, щавелек, льнянка, иван-чай и др.) относятся к корнеотпрысковым растениям, образующим побеги – корневые отпрыски – из придаточных почек на корнях. Примером корнеотпрысковых растений являются также малина, осина и др. Образование придаточных почек имеет большое биологическое значение, т.к. обеспечивает вегетативное размножение и возобновление.

У бриофиллюма придаточные почки размещаются по краю листовой пластинки, и они сразу дают маленькие побеги с придаточными корешками. Такие почки называются *выводковыми*. Опадая, они вырастают в новые особи.

Обычно на растении закладывается большое количество пазушных и придаточных почек, но не все они в дальнейшем развиваются в побеги. Часть

Начало

Содержание



Страница 26 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

их отмирает, часть на неопределенно долгое время замирает, превращаясь в *спящие* почки. Они не превращаются в нормальные побеги в течение нескольких, иногда многих лет, нередко спят в течение всей жизни растения и погибают вместе с побегом или корнем, на котором образовались. Образование побегов из таких почек происходит при особых, несколько необычных условиях, например, при удалении верхушечной почки или ее отмирании. Например, после вырубki у некоторых лиственных деревьев (береза, осина, дуб) из спящих почек возникает пневая поросль. Глубокая обрезка кроны приводит к «пробуждению» спящих почек и развитию из них удлиненных побегов, которые формируют новую крону. Длительное нарастание спящих почек внутри ствола приводит к образованию капов. У хвойных деревьев способность к образованию спящих почек проявляется слабо, поэтому у них не бывает отрастания новых побегов от пней.

Побеги из спящих почек, например, на пнях, получают обильное питание, могут достигать за один вегетационный период крупных размеров; у культурных деревьев и кустарников их называют волчками, иногда водяными или жировыми побегами, так как ткани их стеблей более сочные и мягкие. В практике садоводства их обычно вырезают, поскольку они медленнее вызревают, а сами волчки сильно загущают крону.

У листьев при выходе из почки сильно разрастаются пластинки и черешки. **Междоузлия** растут вставочным ростом. Если междоузлие растет интенсивно, то образуется удлиненный побег. Если при разворачивании почки рост междоузлий замедлен, то побеги становятся укороченными, на них развиваются цветки, а затем плоды. Чаще всего укороченные побеги развиваются из пазушных почек. У плодовых деревьев их называют плодушками.

У большинства растений наших широт почки разворачиваются в побеги один раз в год – весной или в начале лета, после чего закладываются новые почки с зачатками побегов будущего года. Такие побеги, которые вырастают из почек за один вегетационный период, раз в год, называются *годовыми побегами*, или годовыми приростами. Граница между годовыми побегами разных лет хорошо просматривается по почечным кольцам, оставшимся от опавших почечных чешуй верхушечной почки. Однако иногда новые побеги из почки формируются на протяжении года неоднократно. У растений образуются почки, которые



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 27 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

развертываются в побеги, потом формируются новые почки и т.д., и это повторяется несколько раз в году, например, у гевеи бразильской – до семи раз, а чайный куст, цитрусовые могут давать в год по 3–4 прироста, разделенных небольшими периодами покоя. Такие побеги нельзя назвать годичными, так как их в году бывает несколько, их называют *элементарными побегами*. Годичный побег в этом случае складывается из нескольких элементарных. У большинства древесных пород наших широт годичный и элементарный побеги совпадают, но у дуба за год нередко образуются два элементарных побега, один – весной, второй – в середине лета; побеги летнего прироста называют еще «Ивановыми побегами» (народное название).

Почки, которые впадают на определенное время в покой, а потом развертываются в новые элементарные и годичные побеги, называют *зимующими*, или *покоящимися*. По происхождению они могут быть экзогенными (верхушечными или пазушными) и эндогенными (придаточными). По функции они являются почками возобновления, т.е. за их счет после перерыва (покоя) постоянно происходит (возобновляется) периодическое нарастание системы побегов. Такие почки обеспечивают многолетнее существование древесного или травянистого растения.

Если боковые почки совсем не имеют периода покоя и развертываются одновременно с ростом побега, их называют *почками обогащения*, а развивающиеся из них побеги – *побегами обогащения*. Такие побеги сильно увеличивают фотосинтезирующую поверхность растения. Они характерны для трав. У деревьев и кустарников побеги обогащения встречаются реже, их можно наблюдать на крупных водяных побегах, вырастающих от пней из спящих почек у березы.

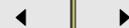
У деревьев и кустарников, которые сохраняют на зиму надземные части, к осени заканчивается образование почек возобновления. У многолетних травянистых растений, надземная часть у которых на зиму отмирает, почки возобновления закладываются на подземных органах.

**Строение апекса побега.** Главную роль в формировании побега играет конус нарастания, в частности, его апикальная меристема. Апекс побега занимает верхушечное положение. Он обеспечивает формирование всех органов и первичных тканей побега, т.е. его органогенез и гистогенез. Источником постоянного самовозобновления апекса являются инициальные клетки апикальной меристемы, находящиеся на кончике апекса. У более примитивных растений (мхи, папоротники) имеется одна инициальная клетка, у семенных растений – группа. В результате их



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 28 из 217](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

деления апекс состоит из большого многоклеточного массива меристематических клеток, отличающихся друг от друга по размерам, форме, направлению клеточных делений и приобретает зональную структуру. Апекс стебля отличается от апекса корня отсутствием чехлика, наличием зачаточных листьев, защищающих апекс, дифференциацией верхушечной меристемы.

В 1868 г. Дж. Ганштейн обосновал теорию гистогенов, выделив в конусе нарастания три слоя клеток, или три гистогена (от греч. *histos* – ткань, *genos* – происхождение): *дерматоген*, *периблему* и *плерому* (рисунки 1.10). Дерматоген – самый наружный (первый) гистоген, дает начало покровной ткани эпидерме, второй гистоген – периблема – дает начало первичной коре, плерома формирует внутренние ткани (центральный цилиндр). Эта теория гистогенов была разработана для апексов как корня, так и стебля. Согласно ей участки стебля, как и корня (эпидерма, первичная кора и центральный цилиндр), имеют в апексе особых предшественников (дерматоген, периблему, плерому), и каждый из них обладает собственными инициалами в апексе. Но не у всех растений в конусе нарастания выявляются три гистогена. Например, у хмеля в апексе выражены лишь дерматоген и плерома, из которой развивается не только центральный цилиндр, но и первичная кора.

В 1924 г. А. Шмидт сформулировал теорию туники-корпуса, согласно которой в апексе выделяются два слоя клеток: наружная – *туника* и внутренняя – *корпус* (рисунки 10). Клетки туники делятся антиклинально, т.е. перпендикулярно к поверхности, причем каждый слой имеет собственные инициалы на верхушке. Эти слои, как колпачки, одевают внутреннюю часть апекса; они не дают в середину своих производных, а только обеспечивают рост апекса в поверхность. Количество слоев туники невелико: у многих водных, у некоторых однодольных растений – 1 слой, у пшеницы, капусты – 2 слоя, у сирени, георгин – 3, у калины – 4 слоя. Под туникой находится корпус со своими инициалами. Клетки корпуса делятся во всех направлениях, обеспечивая рост апекса в объеме. Туника или ее поверхностный слой, если она состоит из нескольких слоев, дает эпидерму. Внутренние слои туники в этом случае образуют ткани или всей первичной коры, или только ее наружные ткани, корпус в таком случае формирует центральный цилиндр и внутреннюю часть первичной коры. Если туника однослойная, то всю первичную кору и центральный цилиндр образует корпус.



[Начало](#)

[Содержание](#)

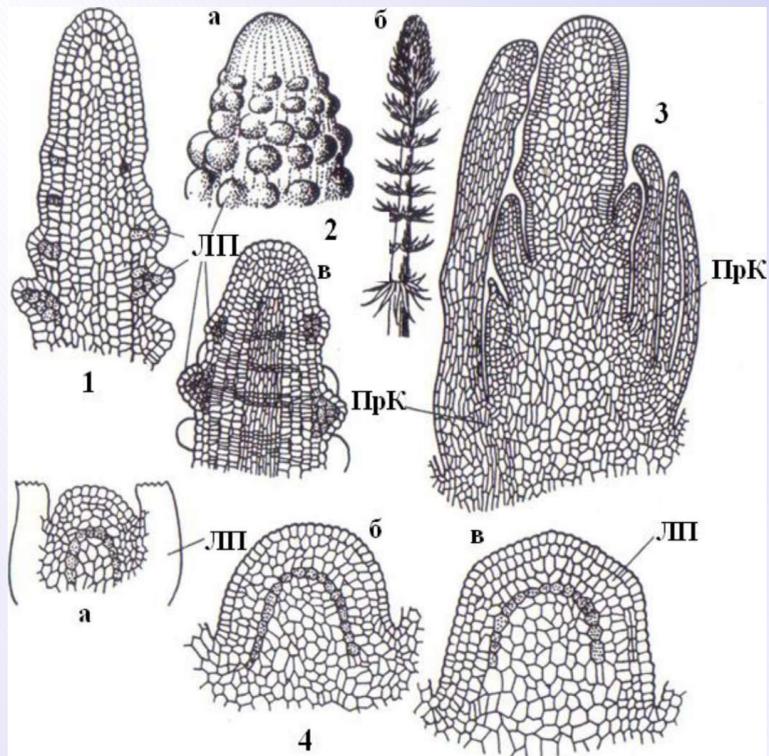


Страница 29 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



**Рисунок 1.10 – Форма вегетативных апексов побегов**

- 1 – елodeи канадской; 2 – водяной сосенки: а – вычлененный апекс, б – верхушка побега, в – его продольный разрез; 3 – пырея ползучего; 4 – зверобоя продырявленного: а-б –пластохронные изменения; ЛП – листовые примордии; ПрК – первые тяжи прокамбия

Теория туники-корпуса позже была объединена с концепцией цитогистологической зональности апекса, автором которой является А. Фостер и, которая показывает, как происходит заложение листового бугорка, формирование узла и будущего междоузлия. Так, там, где должен возникнуть листовый бугорок, деления клеток становятся преимущественно периклинальными, и границы туники и корпуса здесь стираются. Эта зона называется *периферической* (фланговой)



Начало

Содержание



Страница 30 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

меристемой (рисунок 1.10). Именно в ней определяется порядок заложения последовательных листовых бугорков, будущее расположение листьев на побеге. В центре апекса размещается *стержневая меристема*, клетки которой делятся поперечными перегородками, образуя вертикальные ряды клеток вдоль оси побега. Стержневая меристема способствует удлинению междоузлий и за ее счет потом образуется сердцевина стебля.

Апекс принимает участие также и в гистогенезе, т.е. в дифференциации первичных постоянных тканей. Самый внешний слой клеток апекса, который является продолжением наружного слоя туники, становится *протодермой*, из которой образуется эпидерма будущего листа и стебля. В основании листового бугорка, в пределах периферической зоны апекса, очень рано дифференцируются тяжи узких, длинных, делящихся продольно меристематических клеток – *прокамбий*, который дает начало проводящим тканям. Остальная часть апекса, которая лежит под протодермой, а также в направлении к центру от прокамбия, является *основной меристемой*. Ее клетки менее вытянуты, более широкие и более вакуолизированы. Они являются предшественниками паренхимных запасующих и ассимиляционных, а также первичных механических тканей.

Таким образом, из апикальной меристемы дифференцируются три системы тканей: эпидермальная, проводящая и основная.

**Стебель** представляет собой осевую часть побега, состоящую из узлов и междоузлий и растущую за счет как верхушечного, так и вставочного роста.

Стебель выполняет несколько функций: проводящую – является связующим звеном между листьями и корнями, и в стебле проходят ток органических и неорганических веществ; механическую – несет на себе листья, почки, цветки, плоды; молодой стебель является органом ассимиляции. Кроме того, в стебле откладываются запасы органических веществ (сахарный тростник, сахарное сорго), стебель играет важную роль в вегетативном размножении растений.

Морфологическое строение стеблей разнообразно у высших растений и специфично для каждого вида. Бывают стебли *травянистые* и *деревянистые*. Травянистый стебель присущ однолетним и многолетним травянистым растениям, чаще всего он зеленый, неодревесневший. Деревянистый стебель существует много



Начало

Содержание



Страница 31 из 217

Назад

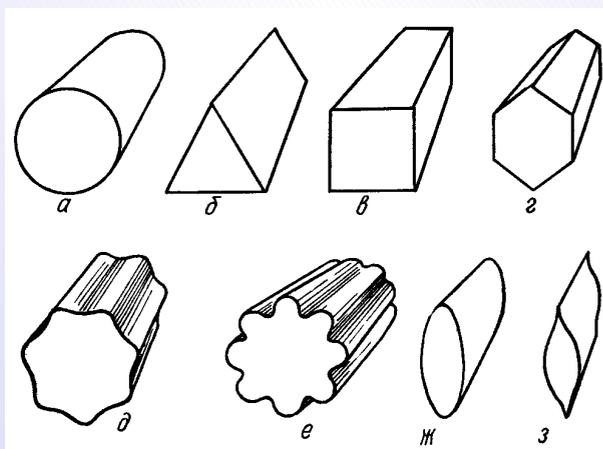
На весь экран

Закрыть

лет. Главный стебель дерева называется *стволом*, у кустарников крупные стебли называют *стволиками*.

Стебель злаков – *соломина*. Это одно- или многолетний стебель, обычно ветвящийся у самого основания и большей частью с полыми междоузлиями. У некоторых злаков (бамбука) соломина одревесневшая.

По форме поперечного сечения стебли очень разнообразны: округлый, трехгранный, четырехгранный, многогранный, сплюснутый, крылатый, ребристый и т.д. (рисунок 1.11). Округлый стебель в поперечнике округлый, но сечение его неодинаково по всей длине, например, у стрелки у видов лука. Цилиндрический же стебель на протяжении всей его длины имеет одинаковый диаметр поперечного сечения и форму круга (любисток лекарственный). Ребристый стебель имеет сильно развитые выступы – ребра и на поперечном срезе напоминает шестеренку (многие кактусы, зонтичные). Угловатый стебель может быть трехгранным (осоки), четырехгранным (губоцветные), многогранным. Бороздчатый стебель имеет продольные бороздки, иногда едва заметные (укроп). У крылатого стебля вдоль междоузлий развиты широкие зеленые листовидные выросты (чина болотная).



**Рисунок 1.11 – Форма поперечного сечения стебля**

а – округлый, б – трехгранный, в – четырехгранный, г – многогранный, д – бороздчатый, е – ребристый, ж – сплюснутый, з – крылатый



Начало

Содержание



Страница 32 из 217

Назад

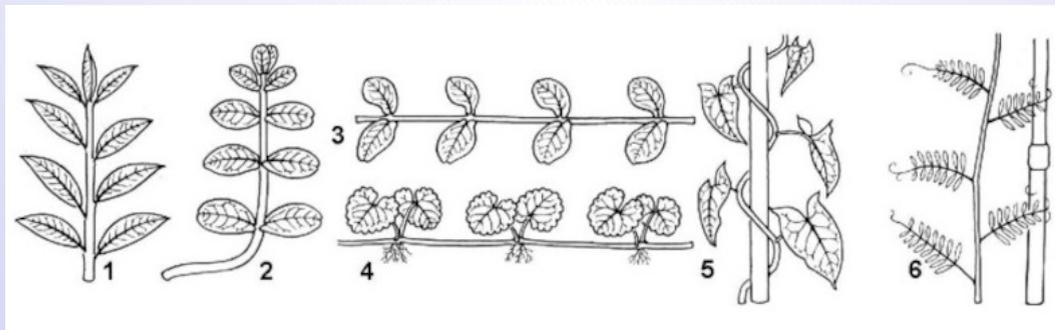
На весь экран

Закрыть



По положению в пространстве (**рисунок 1.12**) стебли бывают: *прямостоячие* – растущие вертикально вверх, перпендикулярно субстрату (береза, рожь, лен); *восходящие* (или приподнимающиеся) – растут сначала горизонтально, но затем большая часть стебля принимает вертикальное направление (лапчатка серебристая, лютик жгучий). Для *лежащих* стеблей характерно горизонтальное направление роста, среди них различают стелющиеся (или простертые) стебли – лежащие на земле, но не укореняющиеся (грыжник голый, огурец) и *ползучие* стебли – лежащие на земле и укореняющиеся в узлах побега за счет образования придаточных корней (будра плющевидная).

*Лазящие* стебли – это стебли, прикрепляющиеся к опоре с помощью усиков листового (у гороха) или побегового (у винограда) происхождения или придаточных корней (у плюща обыкновенного). *Цепляющиеся* стебли цепляются за опору при помощи шипов, колючек и крючков разнообразного происхождения (подмаренник цепкий, хмель обыкновенный). *Вьющиеся* стебли отличаются способностью к круговым движениям, что позволяет им обвиваться вокруг опоры (фасоль, повилика, вьюнок полевой). *Свисающие* стебли растут верхушкой вниз (хлорофитум, традесканция).



**Рисунок 1.12 – Стебель по расположению в пространстве**

1 – прямостоячие, 2 – приподнимающиеся, 3 – стелющиеся, 4 – ползучие, 5 – вьющиеся, 6 – лазающие

Растения с лазающими, вьющимися и цепляющимися стеблями относят к группе лиан, среди них есть и древесные, и травянистые виды.

Начало

Содержание



Страница 33 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Прямостоячие, восходящие, вьющиеся, цепляющиеся стебли являются орготропными, ползучие и стелющиеся стебли – плагиотропными.

Среди водных растений выделяют плавающий и плавучий стебли.

*Плавающий* стебель располагается на поверхности воды, но не укореняется на дне водоема (ряска). *Плавучий* стебель более-менее погружен в толщу воды или укореняется на дне водоема. При этом если часть растения выступает над водой, стебель называется *всплывающим* (телорез алоэвидный), если растение целиком погружено в толщу воды, стебель называется *погруженным* (элодея канадская).

По характеру опушения стебля различают голые стебли, стебли с бархатистым опушением (волоски мягкие, короткие, густые), с шелковистым опушением (волоски мягкие, длинные, часто прижатые к поверхности стебля), с шерстистым опушением (волоски длинные, более или менее согнутые, сквозь них видна поверхность стебля), с паутинистым опушением (длинные тонкие волоски, прижатые к поверхности стебля), с железистым опушением и т.д.

**Особенности роста стебля.** Стебель представляет собой «открытую» систему роста, т.е. он длительное время нарастает и на нем возникают новые органы. В стебле имеются меристематические ткани, которые обеспечивают нарастание в длину и толщину, как и у корня. Но в отличие от корня, формирование тканей у стебля из апикальной меристемы не имеет той строго акропетальной последовательности, которая характерна для корня.

Нарушение строгого акропетального формирования тканей в стебле связано с заложением в алексе побега листовых бугорков (листовых примордиев), т.е. рано образуются узлы, а развитие междоузлий запаздывает, происходит позже. Часто рост междоузлий продолжается длительное время за счет работы тех остаточных вставочных (интеркалярных) меристем, которые сохраняются у основания междоузлий. Такой интеркалярный рост особенно хорошо выражен у стебля злаков, у которых апикальная меристема рано расходуется на образования соцветия, и быстрое вытягивание стебля в период колошения обязано именно вставочному росту.

Наиболее интенсивное нарастание побега происходит летом, к осени оно затухает, а на зиму прекращается.



Начало

Содержание



Страница 34 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Таким образом, рост стеблей в длину обусловлен работой верхушечных (апикальных), вставочных (интеркалярных), а рост в толщину – латеральных (боковых) меристем.

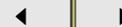
**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Корень. Почка**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Побег. Ветвление побега**



*Начало*

*Содержание*



*Страница 35 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Закреть*

## Тема 2. Морфологическое строение листа

**Лист** – это вегетативный орган высших растений, имеющий ограниченный рост, занимающий боковое положение на стебле и выполняющий функции фотосинтеза, газообмена и транспирации. Эти три функции листа являются основными. Также лист может выполнять функцию защиты (он при этом может видоизмениться), вегетативного размножения, запасную функцию (у некоторых растений он может запасать воду).

Лист является частью побега, он связан со стеблем исторически, онтогенетически и функционально. И стебель, и лист возникли в процессе эволюции высших растений вследствие морфологической дифференциации осевого органа риниофитов. И стебель, и лист развиваются в онтогенезе из одной и той же апикальной меристемы – конуса нарастания побега. Проводящая система обоих органов тесно связана.

Лист состоит из пластинки, основания и, иногда, черешка и прилистников (рисунок 1.13).

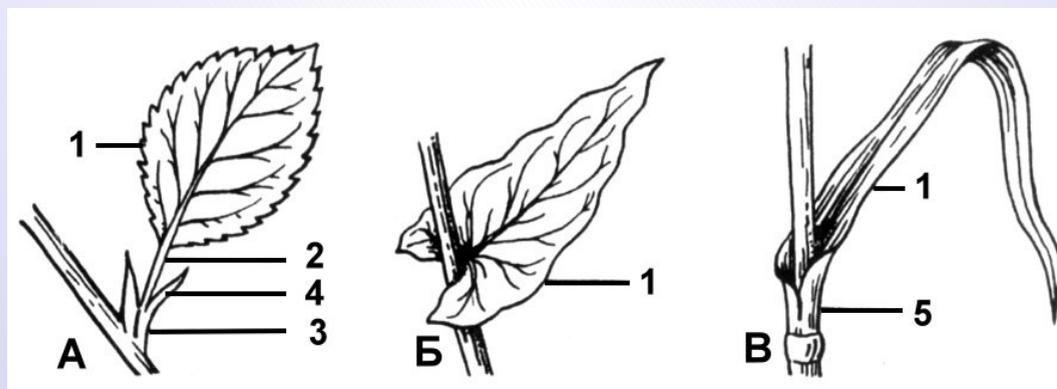


Рисунок 1.13 – Разные типы строения листьев

А – лист с черешком и прилистниками; Б – сидячий лист; В – влагалищный лист; 1 – листовая пластинка; 2 – черешок; 3 – основание листа; 4 – прилистники; 5 – влагалище

Главная часть ассимилирующего листа – его *пластинка*. Она обычно плоская, зеленая. *Основание* – это нижняя часть листа, соединенная со стеблем в области узла.



Начало

Содержание



Страница 36 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Основание листа имеет различную форму: иногда морфологически не выражено, иногда оно в виде утолщения (листовая подушечка), которое порой незаметно, а иногда за счет разрастания в длину и ширину образует трубку, охватывающую узел, и называемую влагалищем листа (злаки, осоки, некоторые орхидные). Влагалище охватывает стебель и пазушные почки, участвует в фотосинтезе, кроме того, придает механическую прочность тем участкам стебля, которые размещены над узлами и где длительное время действует интеркалярная меристема. У злаков в месте перехода в листовую пластинку влагалище образует язычок в виде пленочки или волосков. Язычок препятствует попаданию воды внутрь влагалища.

*Черешок* располагается между пластинкой и основанием. Листья с черешком называются *черешковыми*, листья без черешка – *сидячими*, и у них пластинка переходит непосредственно в основание (например, у злаков) (рисунк 1.13). Черешок выполняет опорную, проводящую функции; кроме того, он долго сохраняет способность к вставочному росту и может регулировать положение пластинки: с помощью черешка лист поворачивается к солнцу, занимая лучшее положение по отношению к освещению; благодаря черешку ослабляются удары капель дождя, града, порывов ветра, черешок действует как пружина.

По форме черешки различные: цилиндрические, ребристые, желобчатые, плоские, крылатые. Листья могут быть *длинночерешковыми*, если черешок в 2–3 раза длиннее пластинки, и *короткочерешковыми*, если черешок не достигает 2/3 длины листовой пластинки.

Сидячие листья черешков не имеют, они прикрепляются к стеблю своим основанием и в зависимости от характера основания и способа прикрепления листа к стеблю сидячие листья бывают: *низбегающие*, если края листовой пластинки низбегают по междоузлию на довольно большом протяжении (окопник лекарственный, коровяк медвежье ухо); *стеблеобъемлющие* – если основание листовой пластинки полностью охватывает стебель (цикорий обыкновенный); *полустеблеобъемлющие* – если основание листовой пластинки наполовину охватывает стебель (мак снотворный); *пронзенные* – края основания листа срастаются между собой и стебель как будто проходит сквозь лист (ворсянка шерстистая); с *раструбом*.

Начало

Содержание



Страница 37 из 217

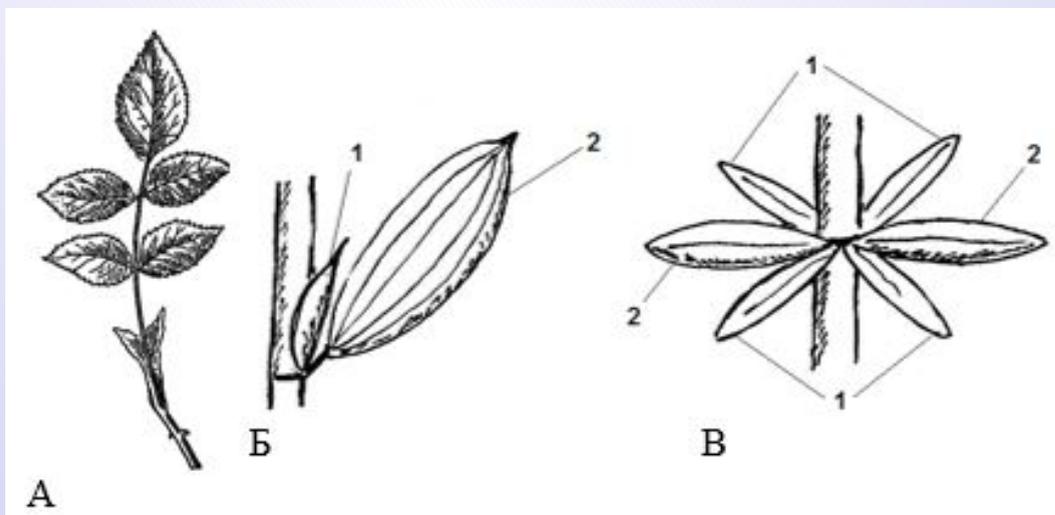
Назад

На весь экран

Закрыть

*Раструб* – это сросшиеся прилистники, охватывающие стебель в виде *муфточки* (гречишные); *влагалищные* – если у листьев сильно разрастается в ширину и длину основание листа, охватывая узел целиком и образуя трубку, называемую влагалищем. Образование влагалища особенно характерно для однодольных, в частности, для злаков, а из двудольных – дзюнтичных. Иногда на границе листовой пластинки и влагалища развивается особый вырост – язычок (у злаков). Влагалища защищают стебель и почки. Зеленые клетки влагалища участвуют в фотосинтезе.

Для некоторых растений характерны прилистники (рисунок 1.14). Они находятся у основания листа. Как правило, они меньше листьев, хотя у гороха достигают больших размеров, и могут быть лишены устьиц. В онтогенезе они развиваются как боковые выросты за счет краевой (маргинальной) меристемы из нижней части листового бугорка независимо от пластинки.



**Рисунок 1.14 –Листья с прилистниками**

А – парные (латеральные) сросшиеся с черешком прилистники; Б – свободный непарный (медианный) прилистник; В – интерпетиолярные прилистники, располагающиеся между листьями при их накрест супротивном расположении

На ранних стадиях развития прилистники выполняют роль защиты формирующейся листовой пластинки. После распускания почки прилистники могут



Начало

Содержание



Страница 38 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

опадать, как например у липы, черемухи, березы, или подсыхают, но остаются на растении (у клевера, земляники). Иногда прилистники видоизменяются, например, у робинии – в колючки, у калины – в железки, могут срастаться с черешком, как у шиповника. Иногда прилистники срастаются, например, у гречишных, образуя раструб, охватывающий стебель.

Прилистники могут быть мелкими, иметь вид пленки, чешуйки, а иногда, как например у гороха, размеры прилистников превышают размеры листочков сложного листа, они зеленые и участвуют в фотосинтезе. У некоторых видов чины из бобовых пластинка листа полностью редуцируется, и единственными ассимилирующими частями листа остаются прилистники.

Прилистники наиболее развиты у бобовых, розоцветных. В процессе морфологической эволюции покрытосеменных наблюдается тенденция к редукции прилистников.

**Категории листьев.** Листья неодинаковы не только у разных растений, но и в пределах одного растения. В зависимости от размещения на побеге, от выполняемой функции у растений выделяют три категории (ярусные формации) листьев: *низовые*, *срединные* и *верхушечные*.

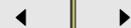
Формацию *низовых* листьев составляют кроющие чешуи почек, защищающие содержимое почки в неблагоприятный период. При развитии из почки побега почечные чешуи у древесных растений опадают, а у травянистых, например, ландыша могут сохраниться. При прорастании семян гороха, дуба и других растений семядоли остаются в земле, а на побеге проростка сначала появляются мелкие, недоразвитые, чешуевидные листья низовой формации. У таких листьев гороха имеются небольшие прилистники, а пластинка листа представлена рудиментом. Затем появляются уже сложные зеленые листья срединной формации.

*Верхушечные* листья образуются на верхушке побега у основания цветков и соцветий. К ним относят прицветники, прицветнички, покровные листья соцветий, листья обертки и оберточки. Они защищают цветки и соцветия на ранних этапах развития. Иногда они ярко окрашены и становятся заметными для насекомых-опылителей (марьянник, антуриум, бильбергия), а у каллы верхушечный лист белый. У ландыша они имеют вид пленчатых чешуек, расположенных у цветоножек. Верхушечные листья, находящиеся при плодах липы, способствуют их распространению.



Начало

Содержание



Страница 39 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

*Срединные* листья – это листья, характерные для каждого вида растений, они выполняют функции фотосинтеза, газообмена, транспирации. Они отличаются большим разнообразием. Чаще всего они зеленые, что обусловлено содержанием хлоропластов. Но могут быть пурпурной окраски из-за содержания антоциана (у барбариса), голубыми (синеголовник), могут быть пятнистыми, с большими белыми пятнами или полосками, которые объясняются либо наличием в этих местах межклетников, либо наличием бесцветных лейкопластов.

У большинства растений листья плоские *бифациальные* (от лат. *bi* – два и *facies* – внешность), или дорзивентральные, т.е. двусторонние, с хорошо выраженными двумя поверхностями – верхней, или *адаксиальной* и нижней, или *абаксиальной*. У таких листьев, как правило, верхняя и нижняя стороны различаются по анатомическому строению, характеру жилок (они на нижней стороне более выпуклые), по опушению, по окраске (нижняя сторона имеет более бледное окрашивание).

У некоторых растений-ксерофитов листья *эквифациальные*, или *изолатеральные*, т.е. с обеих сторон имеют однотипные эпидерму и мезофилл. У некоторых суккулентов, например, у очитка едкого, листья цилиндрической формы, с радиальной симметрией. У некоторых однодольных образуются *унифациальные* (от лат. *unicus* – единственный и *facies* – внешность; *unifacialis* – односторонний, с одной поверхностью) листья. Они в поперечном сечении круглые, как у лука, или уплощенные, но не в спинно-брюшной плоскости, а с боков, как например у ириса. Обычно унифациальные листья ориентированы не горизонтально, а вертикально.

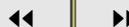
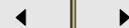
У некоторых растений листья срединной формации могут иметь различную форму. Это явление называется *разнолистностью*, или *гетерофиллией* (от греч. *heteros* – разный и *phyllon* – лист).

Различают два вида разнолистности: экологическую и эволюционную. *Экологическая разнолистность* связана с неодинаковыми условиями появления листьев на стебле и их расположением на разных участках стебля (**рисунок 1.15**). Например, у водных растений (стрелолист, шелковник, поручейник) надводные и подводные листья морфологически разные. Так, у стрелолиста подводные листья лентовидные, у водяного лютика сильно рассечены, поэтому им меньше угрожает опасность разрыва подводными течениями.



Начало

Содержание

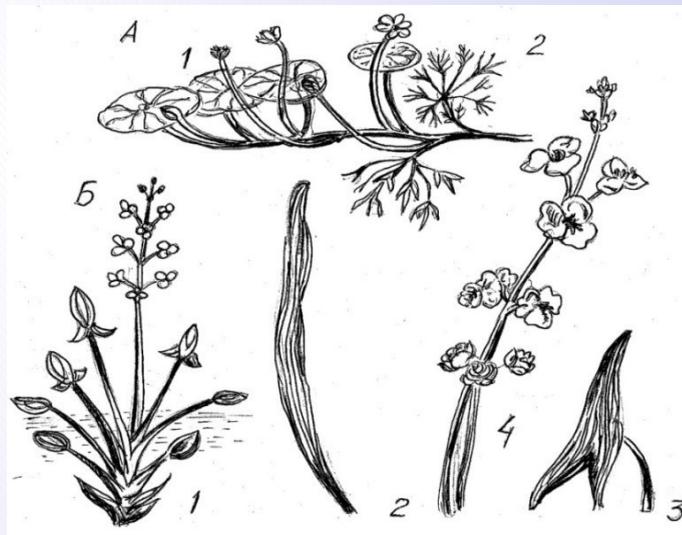


Страница 40 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.15 – Экологическая гетерофилия**

А – водяной лютик; Б – стрелолист; 1 – внешний вид растения; 2 – подводный лист; 3 – надводный лист; 4 – цветоносный стебель

*Филогенетическая* (эволюционная) *разнолистность* заключается в том, что различные по возрасту листья имеют разную форму. Например, у эвкалипта на молодых побегах развиваются округлые по форме листья, а на старых – листья серповидной формы.

Особым видом разнолистности является *анизофиллия* (от греч. *anisos* – неравный и *phylon* – лист) – это отличие в форме и величине срединных листьев на одном и том же узле побега при супротивном и мутовчатом листорасположении, а также при листовой мозаике, когда листья имеют разную длину черешка, разные размеры листовых пластинок и не затеняют друг друга, чем создаются оптимальные условия для фотосинтеза. Анизофиллия характерна, как правило, для косо или горизонтально расположенных (плагитропных) побегов. Причина анизофиллии может быть связана с действием силы тяжести, односторонним освещением, с различной интенсивностью течения питательных веществ.



Начало

Содержание



Страница 41 из 217

Назад

На весь экран

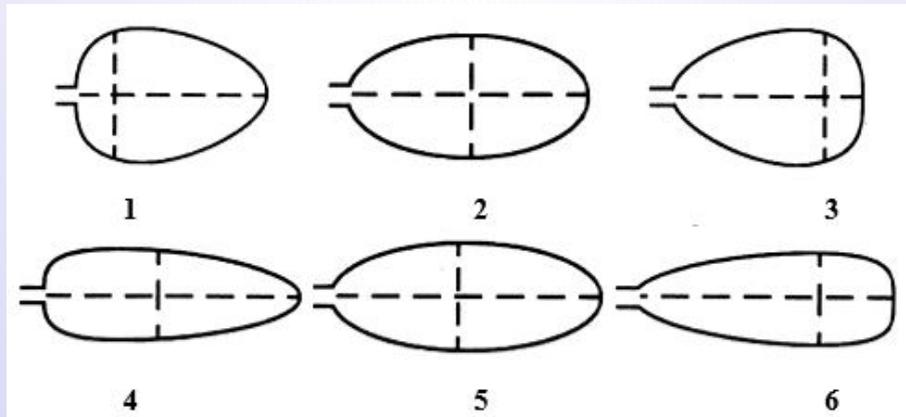
Закрыть



**Морфологическая классификация листьев.** Срединные листья делят на *простые* и *сложные*. *Простыми* называются листья, имеющие одну листовую пластинку – цельную или в разной степени расчлененную (у вишни, яблони, дуба, клена). *Сложный* лист – это лист, на общем черешке которого размещаются несколько обособленных листовых пластинок (листочков), иногда со своими черешочками (каштан конский, рябина, роза). Общую ось сложного листа, несущую листочки, называют *раxis* (от греч. *rhachis* – позвоночник).

Листовая пластинка у простых листьев может быть цельной или в различной степени изрезанной выемками различной глубины на лопасти, доли или сегменты, поэтому простые листья подразделяются на *цельные*, *лопастные*, *раздельные* и *рассеченные* листья.

*Простые* листья с *цельной* листовой пластинкой очень разнообразны. При определении их формы учитывается соотношение длины и ширины листовой пластинки, сходство ее очертания с различными предметами или геометрическими фигурами, форма ее основания и верхушки (**рисунок 1.16**).



**Рисунок 1.16 – Типы листовых пластинок по соотношению длины и ширины и расположению наиболее широкой части**

1 – яйцевидный; 2 – овальный; 3 – обратно-яйцевидный; 4 – ланцетный;  
5 – продолговатый; 6 – обратно-ланцетный

Начало

Содержание



Страница 42 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



*Листья с цельной* листовой пластинкой могут быть округлые, овальные, продолговатые, ланцетные, обратноланцетные, яйцевидные, обратнояйцевидные, ромбические, дельтовидные (треугольные), игольчатые, сердцевидные, копьевидные, стреловидные, линейные, почковидные.

*Лопастные* листья имеют выемки не глубже  $1/2$  ширины листовой пластинки), при этом выступающие части листа называются лопастями. В зависимости от размещения лопастей выделяют тройчато-лопастные (печеночница благородная), перисто-лопастные и пальчато-лопастные листья. У перисто-лопастных листьев лопасти располагаются симметрично по обеим сторонам от главной жилки (дуб обыкновенный). У пальчато-лопастных лопасти расходятся радиально (калина, клен остролистный).

*Раздельные* листья имеют выемки примерно на  $1/2$  ширины пластинки листа или немного больше, части пластинки между вырезанными участками называют *долями* (хмель обыкновенный, клен сахарный). По аналогии с лопастными различают тройчато-раздельные, перисто-раздельные и пальчато-раздельные листья.

Если вырезы листовой пластинки доходят почти до средней жилки или до основания пластинки, такие листья называют *рассеченными*, а части пластинки – *сегментами*. Если сегменты рассеченных листьев также не цельные, а имеют вырезы, то листья называют *двойко -*, *тройко -*, *четырежды - перисто -* (или *пальчато-*) рассеченными (**рисунок 1.17**).

Некоторые расчлененные листья имеют своеобразную форму листовой пластинки. К таковым относятся *лировидные* листья – это перисто-лопастные, перисто-раздельные и перисто-рассеченные листья, у которых верхушечная доля или сегмент значительно крупнее остальных (гравилат, сурепка); *струговидные* листья характеризуются тем, что пластинка листа сильно изрезана на косо треугольные, назад обращенные части (одуванчик); *прерывисто-перисторассеченные* – это листья, у которых крупные сегменты чередуются с мелкими (у лапчатки гусиной, картофеля, пижмы).

Классификация сложных листьев основана на характере размещения листочков на рахисе и на их числе. В зависимости от расположения листочков на общем черешке различают *перистосложные* и *пальчатосложные* листья (**рисунок 1.18**). Если листочки размещаются по обеим сторонам по длине рахиса, то такой лист

Начало

Содержание



Страница 43 из 217

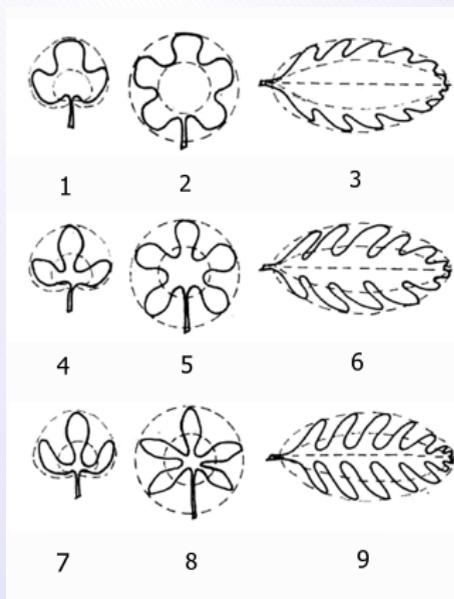
Назад

На весь экран

Закрыть

является перистосложным. Он может иметь парное (четное) число листочков, и тогда на верхушке общего черешка расположены два листочка, а рахис заканчивается либо острием (чина весенняя), либо усиком (горошек) – такой лист называется парноперистосложным. Если общий черешок заканчивается одним листочком, то такой лист является непарноперистосложным (рябина обыкновенная, роза). У пальчатосложных листьев листочки расположены на верхушке рахиса и расходятся радиально (каштан конский, люпин, конопля). Частным случаем пальчатосложного листа является *тройчатосложный* лист, у которого на рахисе имеется три листочка (клевер пашенный, земляника, кислица обыкновенная). Если рахис разветвляется, то листья могут быть многократно сложные, например, у гледичии лист двоякоперистосложный.

В эволюционном отношении простой лист более примитивный.



**Рисунок 1.17– Расчленение пластинки простого листа**

1 – тройчатолопастной; 2 – пальчатолопастной; 3 – перистолопастной;  
 4 – тройчаиораздельный; 5 – пальчатораздельный; 6 – перистораздельный;  
 7 – тройчаторассеченный; 8 – пальчаторассеченный; 9 – перисторассеченный



Начало

Содержание

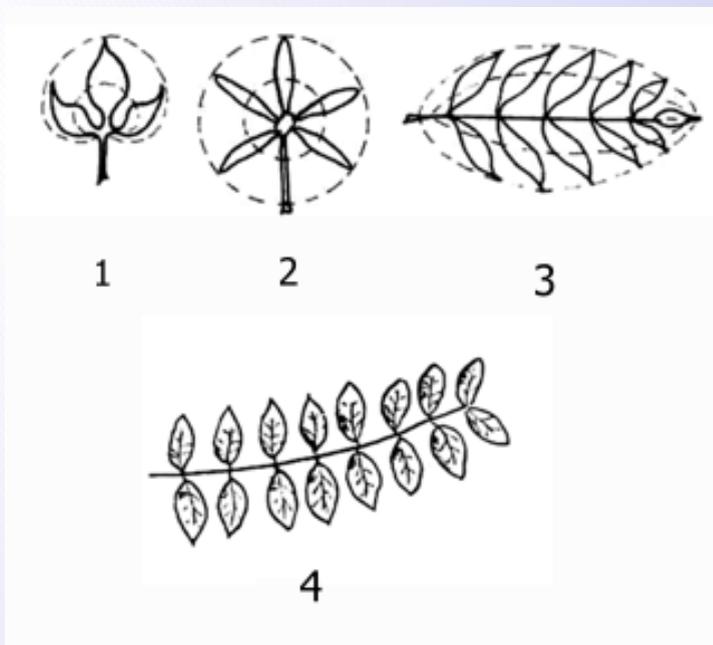


Страница 44 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.18 – Сложные листья**

1 – тройчатосложный; 2 – пальчатосложный; 3 – непарноперистосложный; 4 – парноперистосложный

**Край листовая пластинки.** Листья разнообразны и по форме края листовой пластинки (рисунок 1.19). Если край листа не имеет никаких выемок, является цельным, то такой лист называют *цельнокрайным* (сирень, подорожник). Если по краю листа имеются острые выемки, а выступы округлые, край называют *городчатым* (будра, буквица). У *выемчатого*, наоборот, выступы острые, а выемки тупые (осина). Если выступы и выемки острые, выступы ориентированы перпендикулярно краю пластинки, то край называется *зубчатым*. Он имеет много модификаций. Он может быть двояко-зубчатым, неравно-зубчатым, мелкозубчатым. Когда выступы и выемки острые, но наклоненные, неравнобокие, то это *пильчатый* край листа (крапива, айва японская).



Начало

Содержание

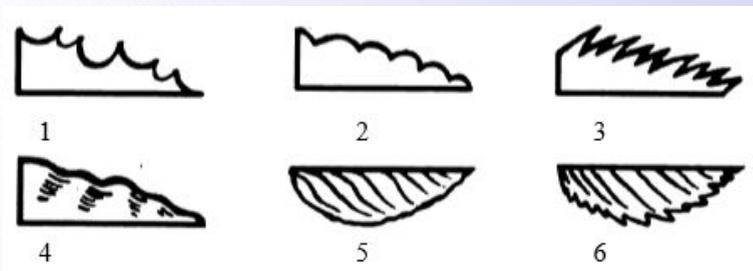


Страница 45 из 217

Назад

На весь экран

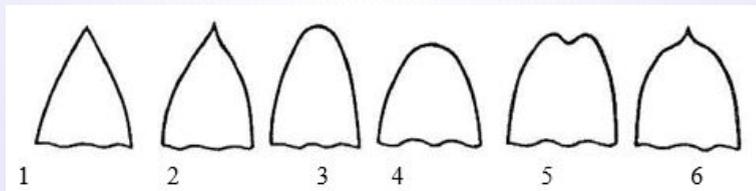
Закрыть



**Рисунок 1.19 – Формы края листовой пластинки**

1 – выемчатый; 2 – бороздчатый; 3 – пильчатый; 4 – волнистый;  
5 – цельнокрайний; 6 – двойкопильчатый

Морфологи различают листья по форме верхушки листовой пластинки (рисунок 1.20).



**Рисунок 1.20 – Особенности верхушек листовых пластинок**

1–острая; 2– оттянутая; 3– туповатая; 4 – округлая;  
5 – выемчатая; 6 – с остроконечием

Верхушка листовой пластинки может быть *тупая* (пластинка заканчивается правильной выпуклой дугой), *острая* (края пластинки в виде двух прямых линий сходятся в треугольную верхушку), *заостренная* (края пластинки листа в виде двух вогнутых линий сходятся на верхушке), *остроконечная* (в центре верхушки имеется тонкий острый шипик), *притупленная* (треугольная верхушка несколько округлена), *усеченная* (верхушка как бы обрубленная), *выемчатая* (с заметной выемкой в центре).



Начало

Содержание



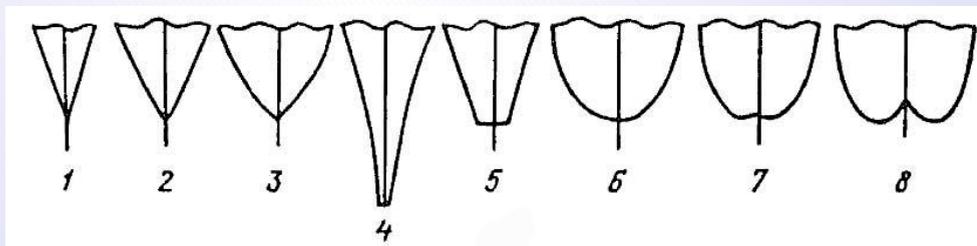
Страница 46 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

Основание листовой пластинки бывает (**рисунок 1.21**): *клиновидное* (основание, сходящееся к черешку в виде острого угла), *округленное* (основание в виде правильной выпуклой дуги), *выемчатое* (со слабо выраженной выемкой в виде пологой дуги), *сердцевидное* (с глубокой острой выемкой), *почковидное* (с глубокой тупой выемкой), *стреловидное* (с глубокой треугольной выемкой, боковые лопасти нижней части пластинки листа обращены книзу), *копьевидное* (боковые лопасти нижней части листа направлены перпендикулярно черешку листа или приподняты вверх), *оттянутое* (постепенно переходящее в черешок), *усеченное* (представлено прямой линией), *неравнобокое* (левая и правая стороны основания отличаются друг от друга).



**Рисунок 1.21 – Формы основания листовой пластинки**

1 – узкоклиновидное; 2 – клиновидное; 3 – ширококлиновидное; 4 – нисбегающее;  
5 – усеченное; 6 – округлое; 7 – выемчатое; 8 – сердцевидное

Формы основания и верхушки листовой пластинки в сочетании с ее контуром иногда имеют такие своеобразные очертания, что таким листьям даны особые названия: сердцевидный (яйцевидный лист с заостренной верхушкой и сердцевидным основанием), почковидный (уплощенно округлый лист с тупой выемкой у основания), стреловидный (треугольный в очертании лист с сердцевидным основанием), копьевидные (лист с копьевидным основанием), ромбический (округлый или овальный лист с острой верхушкой и клиновидным основанием), лопатчатый (округлый, овальный или продолговатый лист с оттянутым основанием).



Начало

Содержание



Страница 47 из 217

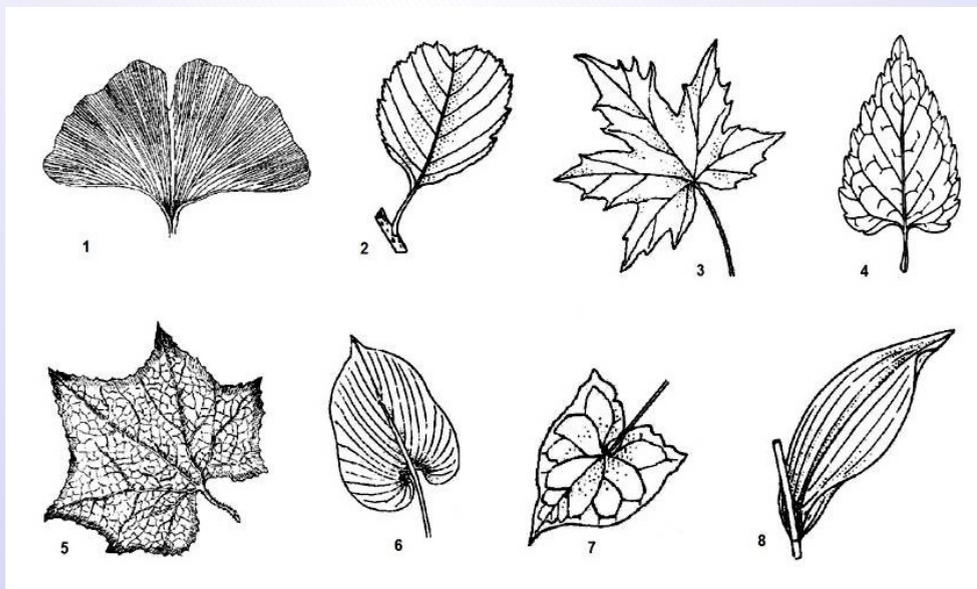
Назад

На весь экран

Закрыть

**Жилкование листьев.** В листьях имеется разветвленная система сосудисто-волокнистых пучков листа, называемых *жилками*. Совокупность всех жилок определяет характер жилкования листа.

Первая классификация типов жилкования была разработана А. де Бари в 1870 г. Он выделял два типа – *открытое* и *закрытое* жилкование. При открытом жилковании жилки не анастомозируют друг с другом, они доходят до края листовой пластинки и слепо заканчиваются там. Примером открытого жилкования является *дихотомическое*, или *вилочатое* (рисунки 1.22), когда жилки, начиная от основания листовой пластинки, дихотомически ветвятся, и, не соединяясь друг с другом, оканчиваются возле края листовой пластинки. Такое жилкование встречается у некоторых папоротников (венерин волос), у гинкго двулопастного (отдел голосеменные). Его считают самым примитивным типом жилкования.



**Рисунок 1.22 – Типы жилкования листьев**

- 1 – вилочатое (дихотомическое); 2 – перистокраевое; 3 – пальчатокраевое;  
4 – перистосетчатое; 5 – пальчатопетлевидное; 6 – дуговидное;  
7 – перистопетлевидное; 8 – дуговидное



Начало

Содержание



Страница 48 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Закрытое жилкование характеризуется наличием анастомозов между боковыми жилками, которые, в свою очередь, разветвляются на жилки 2-го и последующих порядков. Закрытое жилкование включает в себя перистое, пальчатое, параллельное и дуговидное.

*Перистое* жилкование отличается тем, что четко выявляется одна средняя, или главная жилка, а от нее по обе стороны отходят боковые, или жилки второго порядка, которые тоже ветвятся. Бывает *перистокраевое*, *перистосетчатое*, *перистопетлевидное* жилкование. У перистокраевого жилкования боковые жилки тянутся до самого края листовой пластинки и там слепо заканчиваются (дуб, береза), у перистосетчатого боковые жилки, не доходя до края листа, разветвляются и соединяются между собой многочисленными анастомозами (яблоня, груша). Перистопетлевидное характеризуется тем, что боковые жилки направляются к краю пластинки, однако, не доходя до него, петлевидно изгибаются, поворачивают дугой вперед, соединяясь со следующей выше расположенной боковой жилкой, образуя с ней петлю (магнолия, камелия, паслен).

Если жилки, примерно одинаковые по ширине и длине, отходят радиально от основания листовой пластинки, различают *пальчатокраевое*, *пальчатопетлевидное*, *пальчатосетчатое* жилкование.

У однодольных растений жилкование может быть *дуговидным*, при котором от основания листа или от его влагалищ входят в пластинку жилки, дугообразно направляющиеся к верхушке пластинки, где они снова соединяются (купена, ландыш, тюльпан). У большинства злаков – *параллельное* жилкование, при котором от основания к верхушке листовой пластинки проходит несколько параллельных жилок. пластинку жилки, дугообразно направляющиеся к верхушке пластинки, где они снова соединяются (купена, ландыш, тюльпан).

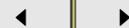
Порядок размещения листьев на стебле называется *листорасположением*, или *филлотаксисом* (от греч. *phyllon* – лист и *taxis* – порядок, расположение). Он обусловлен закономерностями заложения листовых зачатков на конусе нарастания стебля. Различают три основных типа листорасположения: очередное, супротивное, мутовчатое (**рисунок 1.23**).

Если каждый узел несет только один лист и основания всех листьев можно последовательно соединить условной спиральной линией (ее называют основной,



Начало

Содержание



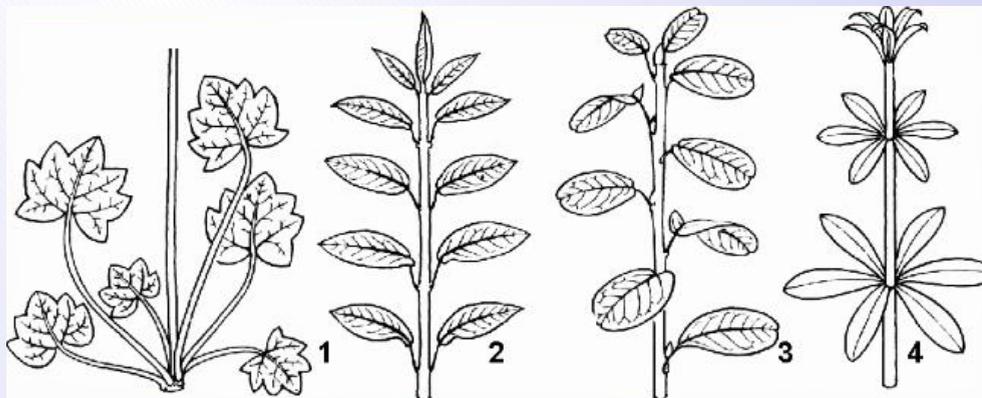
Страница 49 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

или генетическая спираль), то такое листорасположение называется *очередным*, или *спиральным* (у березы, дуба, черемухи, яблони). Оно в природе встречается наиболее часто.



**Рисунок 1.23 – Листорасположение**

1 – розеточное; 2– супротивное; 3– накрест супротивное, 4 – мутовчатое

*Двурядным* листорасположением называется такое, при котором листья размещаются также по одному на каждом узле, но обязательно на противоположной стороне оси (у ирисовых, гастерии, злаков). Его можно рассматривать как частный случай очередного.

*Супротивное* – это такое листорасположение, когда на одном узле располагаются два листа строго друг против друга (сирень, крапива). Угол расхождения между ними составляет  $180^\circ$ , или  $1/2$  окружности стебля. Причем, в каждом последующем узле направление расположения листьев обычно меняется, и они оказываются расположенными крест-накрест.

*Мутовчатое* листорасположение характеризуется тем, что в каждом узле находится 3 и более листьев (олеандр, вороний глаз). Углы расхождения между ними будут составлять  $360^\circ : n$ , где  $n$ – число листьев в мутовке. Например, в мутовке из 4 листьев угол расхождения составляет  $90^\circ$ , или  $1/4$  окружности стебля, в мутовке из 3 листьев –  $120^\circ$ , т.е.  $1/3$  окружности стебля.



Начало

Содержание



Страница 50 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Размещение листьев имеет приспособительный характер: листья располагаются так, чтобы их пластинки находились в лучших условиях освещения. Это особенно хорошо просматривается в явлении листовой мозаики, когда пластинки всех листьев не затевают друг друга. При этом черешки листьев могут изгибаться, иметь различную длину, пластинки поворачиваются, стебель может скручиваться. Листовую мозаику можно наблюдать на плагитропных побегах древесных и травянистых растений.

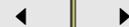
При очередном листорасположении видно, что некоторые листья располагаются один над другим так, что их можно соединить прямой линией. Вертикальная линия, которая соединяет расположенные строго друг над другом листья, называется *ортостихой* (от греч. *orthos* – прямой и *stichos* – линия, ряд). Например, в одних случаях (ирис, гладиолус, вика) над первым листом размещается третий лист; у купены, над первым листом располагается четвертый; у тополя, дуба, шиповника над первым листом находится шестой, и, начиная с шестого листа, все повторяется, то есть новый *листовой цикл* в последнем случае начинается с шестого листа, и листовой цикл, таким образом, включает 5 листьев. Количество листьев в листовом цикле – это знаменатель дроби в формуле листорасположения. В наших примерах для ириса, гладиолуса знаменатель дроби равен 2 (т.е. листовой цикл содержит два листа и с 3-го листа начинается новый листовой цикл), для купены, ландыша знаменатель дроби равен 3 (листовой цикл включает 3 листа), для тополя, дуба знаменатель дроби – 5.

***Продолжительность жизни листьев. Листопад.*** Лист может жить в течение разного времени, однако по сравнению со стеблем листья недолговечны. При этом внутрипочечная фаза обычно превышает внепочечную по своей продолжительности. Так, у дуба, березы листья в почках закладываются с мая до августа, с момента разворачивания до опадения они живут всего 4–5 месяцев. У ранневесенних травянистых растений широколиственных лесов (ветреница, чистяк) внутрипочечная фаза продолжается около 10 месяцев, а внепочечная – только 1–1,5 месяца (апрель – май).

Обычно продолжительность жизни листьев не превышает 1–1,5 года. У субтропических растений листья живут 2–5 лет, у ели – 5–9 лет, у некоторых других хвойных – до 15 лет.

Начало

Содержание



Страница 51 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Растения бывают *вечнозеленые* и *листопадные*, но вечнозеленых листьев не бывает. Растения кажутся вечнозелеными потому, что одни листья у них опадают, а другие появляются, т.е. смена листьев происходит постепенно, а не сразу, как у листопадных деревьев, которые находятся хотя бы недолго в безлистном состоянии. Например, у многих деревьев влажных тропических лесов на протяжении года сменяется 2, 3 и больше генераций листьев, и каждая генерация живет всего несколько месяцев.

Листопадные растения наших широт – летне-зеленые, но в областях, где резко выявляется период летней засухи, листопадные растения могут быть зимне-зелеными или весенне-зелеными.

*Листопад* – это приспособление, сложившееся и закрепившееся в длинном ряду поколений для перенесения растениями периодически наступающих неблагоприятных условий вегетации, у растений наших широт – это период низких зимних температур, в тропических широтах – засушливый период.

Подготовка к листопаду начинается еще с лета. В стареющих листьях постепенно снижается интенсивность фотосинтеза и дыхания, уменьшается количество белкового азота и фосфора, РНК, но увеличивается количество веществ продуктов жизнедеятельности (соединения серы, хлора, кальция, кремния и др.). Происходит изменение пигментов: зеленый пигмент хлорофилл разрушается, запасаются каротиноиды, хлоропласты превращаются в хромопласты, в вакуолях может образовываться антоциан. Это обуславливает разную окраску листьев, характерную для «золотой осени»: у вишни, осины, клена – красную, у липы, березы – желтую и т.д.

Перед опадением листьев из них в стебель, к точкам роста зимующих почек, к запасающим органам перемещаются продукты ассимиляции, тем самым органы подготавливаются не только к зимовке, но и к будущему вегетационному периоду. Но все же опавшие листья содержат в себе большое количество органических веществ. Так, наблюдения над столетними буками показали, что в листьях, опавших с одного дерева, содержалось большое количество белка (такое количество белков находится примерно в 10 кг говядины), 1,1 кг гемицеллюлозы, 0,6 кг углеводов, 0,4 кг жиров.

Опадение листа происходит благодаря особым процессам, которые включают в себя как клеточные деления, так и изменения в клеточных оболочках. У



[Начало](#)

[Содержание](#)

[←](#) [→](#)

[⏪](#) [⏩](#)

Страница 52 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

основания листа, вблизи места прикрепления черешка к стеблю образуется *отделительный слой*. Здесь клетки паренхимы начинают усиленно делиться, образуют большие межклетники и возникает поперечный слой мелких тонкостенных клеток, пересекающий черешок. Ткань в этом месте делается рыхлой, она легко расслаивается.

Сосуды в зоне отделительного слоя заполняются тиллами, а ситовидные трубки – каллозой, оболочки клеток отделительного слоя ослизняются и клетки разъединяются. Под отделительным слоем на месте будущего листового рубца образуется защитный пробковый слой. Он на следующий год соединится с перидермой стебля. Некоторое время лист еще держится на жилках – листовых следах, но достаточно небольшого механического воздействия, дождя, дуновения ветра, чтобы в зоне отделительного слоя перервались проводящие тяжи, после чего лист опадает. Иногда листовые следы разрываются под воздействием тяжести самого листа, и мы тогда видим, как листья тихо падают на землю.

Листопад имеет большое биологическое значение. Он является приспособлением для уменьшения поверхности наземных органов, сокращающим расход воды при неблагоприятных условиях зимы. Наличие листьев зимой привело бы к иссушению растений, т.к. при низких температурах поглощение воды корнями сильно ослаблено. Листопад предотвращает поломку ветвей при сильных снегопадах, потому что на безлистных побегах снег не собирается. Слой опавших листьев защищает корни растений от вымерзания. После сгнивания опавших листьев их вещества переходят в минеральные соединения и с помощью корней вновь используются растениями.

Листопад имеет и оздоровительное значение, поскольку вместе с опадением листьев растения освобождаются от продуктов отброса, образовавшихся в процессе обмена веществ.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Морфология листа**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 Морфология листа**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 Морфологическое строение листа**



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 53 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

### Тема 3. Метаморфозы вегетативных органов растений

*Метаморфоз* (от греч. *metamorphosis* – превращение, преобразование) – это наследственно закрепленное видоизменение органа, происходящее под влиянием условий существования и вызванное изменением выполняемой функции. Этот термин был предложен К. Линнеем, который в 1755 г. опубликовал работу «Метаморфозы растений».

Видоизмененные органы могут быть *аналогичными* и *гомологичными*. Аналогичными называются органы, которые имеют различное происхождение, но имеют сходное морфологическое строение и выполняют одинаковые функции (рисунок 1.24).

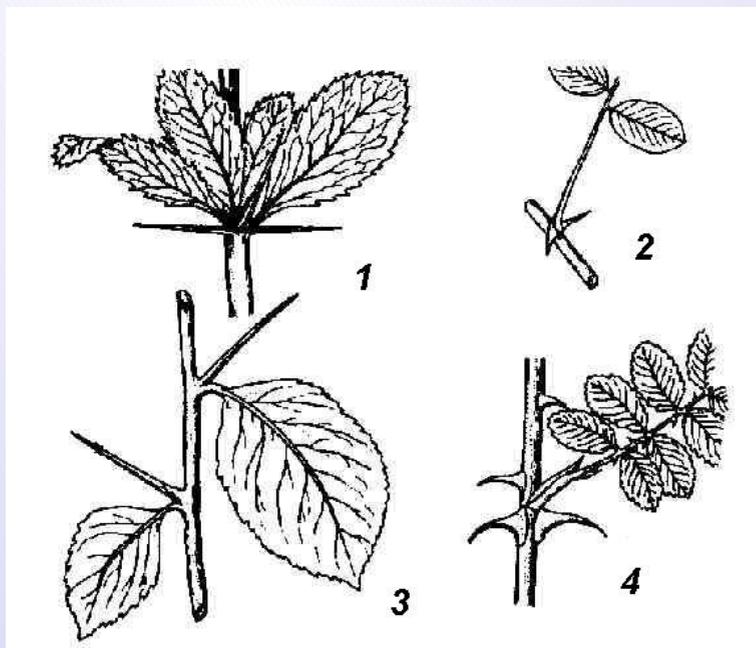


Рисунок 1.24 – Колючки и шипы

- 1 – колючка барбариса листового происхождения; 2 – колючки прилистникового происхождения белой акации; 3 – колючка сливы побегового происхождения; 4 – шипы на стебле шиповника



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 54 из 217

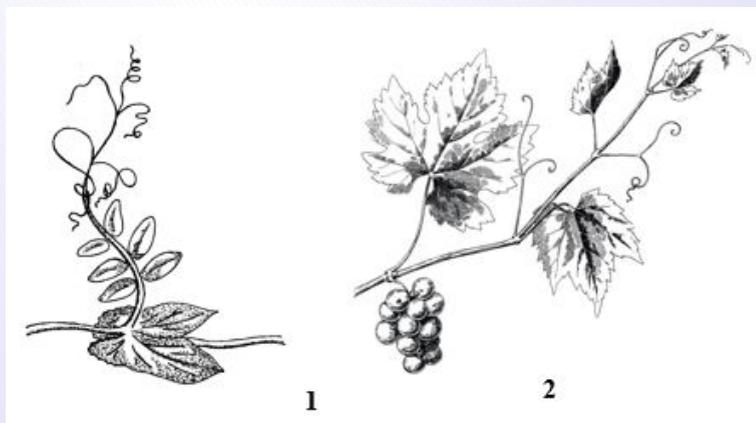
Назад

На весь экран

Закрыть

Так, у многих растений имеются различные приспособления в виде колючек. Роль их сводится к защите растения от уничтожения животными, от излишнего испарения. Но происхождение колючек разное. У гледичии, дикой груши, боярышника колючки представляют собою видоизмененные побеги. У барбариса колючки – видоизмененные листья, у белой акации – прилистники, у некоторых астрагалов – измененные черешки.

Усики также могут иметь листовое и побеговое происхождение. У многих бобовых с перистосложными листьями в усики превращается верхняя часть листа – рахис и несколько листочков, например, у гороха, горошков (рисунок 1.25).



**Рисунок 1.25 – Усики**

1 – усики гороха; 2 – усики винограда

У видов чины вся листовая пластинка превращена в разветвленный усик, а функцию фотосинтеза выполняют крупные зеленые прилистники. У сассапарили в усики превращаются прилистники. Усики листового происхождения формируются у тыквенных, причем можно видеть все переходы от нормальных листьев к полностью метаморфизированным. Усики побегового происхождения можно наблюдать у видов винограда, пассифлоры.

Определить в этих случаях происхождение метаморфизированных органов можно по расположению их на стебле. Если метаморфизированные образования



Начало

Содержание



Страница 55 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

побегового происхождения, то они располагаются в пазухах листьев. Если метаморфизированный орган имеет листовую природу, то он располагается на узле стебля.

*Гомологичные* – это органы, имеющие одинаковое происхождение, но выполняющие разные функции и имеющие различное строение. Например, клубень, луковица, корневище, колючка дикой груши имеют различные формы, но одно происхождение – все они являются видоизменениями побега. Гомологами листа являются колючки листового происхождения (у барбариса), усики листового происхождения (у гороха), чешуйки на корневище (у пырея), почечные чешуи и т.д. Изучение гомологий имеет большое значение для понимания хода эволюции и никакая группа организмов не будет целиком понята, пока не будут изучены ее гомологи.

Несмотря на разнообразие строения вегетативных органов растений, в ходе их морфогенеза проявляется ряд общих закономерностей. К таким закономерностям, помимо способности к метаморфизированию, относятся полярность, симметрия, регенерации, редукция, абортирование.

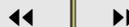
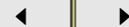
Полярность (от лат. *polus* – полюс) – это определенная ориентация органов и всего растения в пространстве, связанная с наличием продольной оси, вдоль которой располагаются боковые органы. Оба конца этой оси отличаются в морфологическом и физиологическом отношении. Так, на морфологически верхнем (апикальном) полюсе находится побег, на морфологически нижнем (базальном) – корень. Примером полярности является следующий. Если срезать черенки ивы и поместить их во влажные условия, причем часть их оставить в нормальной ориентации, а другие перевернуть, то независимо от ориентации корни всегда появляются на морфологически нижнем конце, а боковые побеги развиваются из почек на морфологически верхнем конце. Если такой побег разрезать поперек на две и более частей, то каждая из них сохраняет ту же полярность. Явление полярности давно притягивало внимание морфологов. Еще Теофраст описал необычные свойства растений, перевернутых вниз верхушкой.

Полярность у высших растений проявляется и в осуществлении некоторых физиологических процессов. Так, от корня вверх, т.е. в акропетальном направлении передвигаются по **ксилеме** вода с растворенными минеральными веществами,



Начало

Содержание



Страница 56 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

в нисходящем направлении (базипетально) по флоэме происходит транспорт растворов органических веществ. Полярно передвигаются также ростовые вещества – ауксины. Полярность присуща не только целому организму, но каждому его органу, а также клеткам, что объясняют определенной ориентацией в них молекул.

Свойство полярности проявляется уже на ранних стадиях развития растения, она выражена уже при первом делении зиготы: одна из двух образовавшихся при этом клеток дает начало зародышу, из другой образуется суспензор (подвесок). Явление полярности следует учитывать при вегетативном размножении растений.

Симметрия (от греч. *symmetria* – соразмерность) – это возможность разделить орган на несколько зеркально подобных частей при помощи оси или плоскости симметрии. При этом через орган можно провести различное число плоскостей симметрии или нельзя провести ни одной. Если через орган можно провести только одну плоскость симметрии, то его называют моносимметричным, например досковидные корни, крылатые стебли, плоские листья у яблони, березы и др. Но у вяза лист содержит две неодинаковые полупластинки, поэтому через такой орган нельзя провести ни одной плоскости симметрии, и он называется *асимметричным*. Органы, через которые можно провести две плоскости симметрии, называются *бисимметричными* (билатерально-симметричными). Таковыми являются уплощенные органы, например стебель у опунции многоколючковой.

Если через орган можно провести более двух плоскостей симметрии, то его называют *радиально-симметричным* (полисимметричным): цилиндрические стебли, корни.

Корреляция – это согласованность развития разных структур, их тесная взаимосвязь и взаимозависимость. Этим явлением объясняется тот факт, что изменение одной структуры приводит к изменению другой. Например, из мелких семян развиваются слабые проростки, у подсолнечника с крупными листьями стебель более толстый, чем при развитии на нем мелких листьев, у ветвящегося льна кудряша стебель толще и ниже, чем у льна долгунца. Верхушечная почка тормозит рост боковых, при удалении верхушечной почки, например, при обрезке древесных растений, наблюдается массовое развитие боковых побегов из боковых почек.



Начало

Содержание



Страница 57 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Регенерация (от лат *regeneration* – возрождение, возобновление) – это способность растения восстанавливать утраченные органы или участки тела и таким образом возобновлять целостность организма. На поверхности среза стебля или корня через некоторое время появляется *каллус* (от лат. *callus* – мозоль). Он состоит из однородных паренхимных клеток, начало которым дает раневая меристема, окружающая места поранения, т.е. клетки приобретают способность делиться и затем в каллусе закладываются зачатки корней и побегов. Способность к регенерации имеет большое практическое значение, особенно при вегетативном размножении плодовых, ягодных, цветочных культур.

Редукция (от лат. *reduction* – возвращение, отодвигание назад) – это уменьшение размеров органов, упрощение их строения. Так, у многих водных растений редуцированы корни, у них отсутствуют корневые волоски, у корневищ листья редуцируются до чешуй и т.д. Редукция многих структур связана с потерей тех функций, которые они ранее выполняли. Если орган при этом полностью исчезает, то такое явление называют *абортацией* (от лат. *abortus* – выкидыш). Например, у многих паразитов отсутствуют (абортированы) корень и листья.

**Метаморфозы корня.** Видоизменяться могут все виды корней: главный, боковые, придаточные. Метаморфозированные корни могут выполнять опорную, дыхательную, ассимиляционную, запасную и другие функции.

Структура корня приспособлена к отложению запасных веществ. Так, обычно у корня паренхимные лучи шире, чем в стебле, паренхимы больше, а механических элементов меньше. Сельскохозяйственная практика путем отбора добывается получения форм растений с сильно разросшимися корнями у таких растений, как редька, морковь, турнепс, свекла и других. Такие видоизмененные корни, выполняющие запасную функцию, называются *корнеплодами* (рисунок 1.26).

Они формируются у двулетних растений в первый год их жизни. На второй год у этих растений появляется цветonoсный побег, и накопленные в корнеплоде питательные вещества используются растением на образование плодов и семян. Основными запасными веществами у них являются крахмал, сахар, слизи, инулин, гемицеллюлоза, в них много витаминов, эфирных масел, минеральных солей.



Начало

Содержание

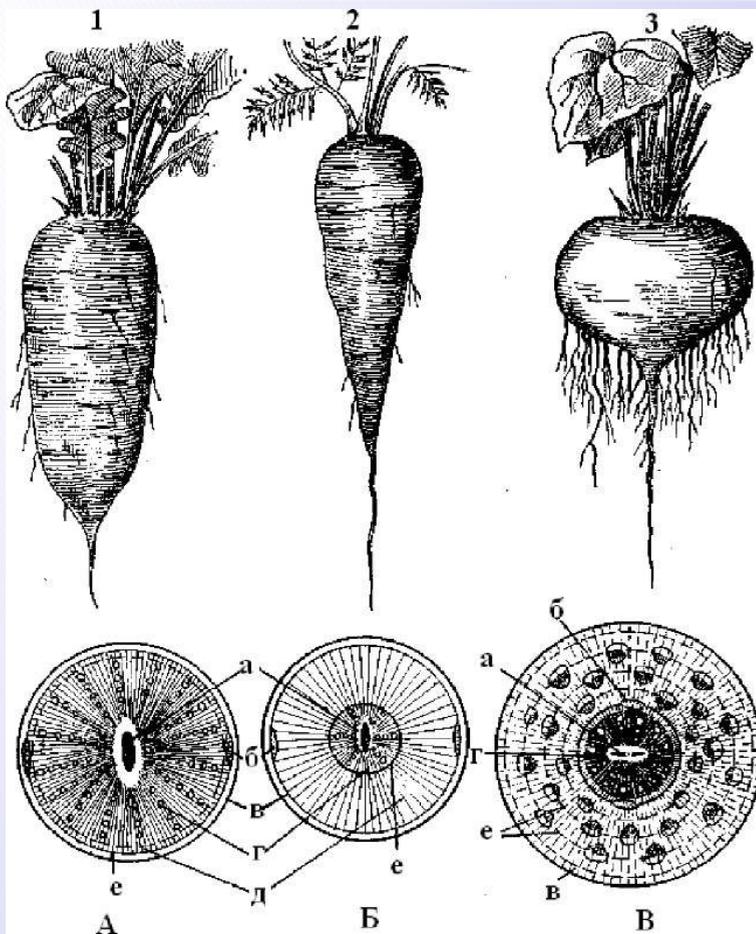


Страница 58 из 217

Назад

На весь экран

Закреть



**Рисунок 1.26 – Корнеплоды**

1 – редька; 2 – морковь; 3 – свекла; А, Б, В – схемы поперечных срезов;  
 а – первичная ксилема; б – первичная флоэма; в – перидерма; г – вторичная ксилема;  
 д – вторичная флоэма; е – добавочный камбий

В морфологическом строении корнеплодов различаются три части: *головка*, *шейка*, *собственно корень*. Головка несет на себе листья. Она возникла из *эпикотилия*, или надсемядольного колена проростка. Шейка образовалась из



Начало

Содержание



Страница 59 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

*гипокотилля*, или подсемядольного колена. Собственно корень образуется из главного корня проростка, и он отличается тем, что от него отходят боковые корни. Таким образом, в образовании корнеплода участвуют стебель и корень. У корнеплода моркови, оказавшемся на свету, зеленеет только та его часть, которая имеет стеблевое происхождение, участок корнеплода корневого происхождения не зеленеет. То есть, у моркови почти весь корнеплод, за исключением самой верхней части, образован корнем. У репы, редиса, столовой свеклы, наоборот, корень образует только самую нижнюю часть корнеплода, а запасные вещества сосредоточены в гипокотиле (шейке). Окраска корнеплодов связана или с наличием хромопластов (у моркови), или с антоцианом клеточного сока (столовая свекла).

У различных растений формирование корнеплодов происходит поразному. Так, у растений из семейства крестоцветные (или капустные), куда относятся репа, редька, турнепс, отложение запасных веществ происходит в паренхиме вторичной ксилемы, которая и занимает большую часть корнеплода. У представителей семейства зонтичные, или сельдерейные (морковь, петрушка, пастернак, сельдерей) запасающая паренхима сильнее всего развита во вторичной флоэме. У свеклы развивается корнеплод с запасающей паренхимой, образовавшейся в результате деятельности многих добавочных колец **камбия**, сформированных **перициклом**.

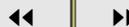
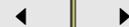
План анатомического строения этих корнеплодов одинаковый. В центре корнеплодов расположена диархная первичная ксилема, от которой идут широкие паренхимные лучи. Между ними находится вторичная ксилема, состоящая из сосудов и паренхимы, она образует особенно большой участок у корнеплодов представителей семейства крестоцветные. Потом располагается камбий, над ним – вторичная флоэма, которая состоит из ситовидных трубок с клетками-спутницами и флоэмной паренхимы. У корнеплодов растений семейства зонтичные эта ткань развита гораздо больше, чем ксилема, в корнеплодах крестоцветных она имеет вид узкой полоски. Первичная флоэма отодвинута кнаружи, облитерирована и не просматривается. Снаружи корнеплод покрыт **перидермой**. По периферии корнеплодов зонтичных встречаются вместилища схизогенного типа с эфирными маслами, у редьки – одиночные идиобласты.

Более сложное строение имеет корнеплод свеклы. На его формирование существенное влияние оказывают листья. Под их влиянием в корне свеклы



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 60 из 217](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

происходит образование добавочных колец камбия, число которых у одних сортов свеклы равно числу листьев, деленному на 3, у других сортов – числу листьев, деленному на 6.

Центральная часть корнеплода свеклы имеет такое же строение, как у моркови и редьки. Но первое кольцо камбия, которое образовалось из па-ренхимных клеток при переходе корня к вторичному строению, действует недолго и вскоре прекращает свою деятельность. Дальнейшее утолщение корня происходит за счет образования добавочных колец камбия.

Первый добавочный камбий закладывается в перицикле, клетки которого делятся периклинально. Наружный слой образовавшихся клеток становится **феллогеном**, а внутренний – добавочным камбием. Его клетки тоже делятся периклинально, образуя образовательную ткань. Ее наружный слой дает начало второму кольцу добавочного камбия, а внутренний формирует открытые **коллатеральные пучки** и **паренхимную ткань**. Затем периферический слой второго добавочного камбия дает начало третьему добавочному камбию и также производит коллатеральные пучки и паренхиму и т.д. Иногда в корне могут закладываться 7–8 добавочных колец камбия. На поперечном разрезе через корнеплод хорошо видны чередующиеся светлые (камбий с пучками) и окрашенные (паренхима) концентрические круги, число которых соответствует числу слоев добавочного камбия.

У георгина, батата (сладкого картофеля), чистяка происходит сильное утолщение боковых и придаточных корней, запасающих питательные вещества. Такие метаморфизированные корни называют *корневыми клубнями*, или *корневыми шишками* (рисунок 1.27).

Многие луковичные (лук, пролеска), клубнелуковичные (крокус, безвременник) растения развивают *втягивающие*, или *контрактильные корни*. Они растут вертикально вниз, у основания таких корней образуются складки и морщинки, за счет чего корень может укорачиваться на 10–70 % от первоначальной длины. Укорачивание корня приводит к втягиванию в почву луковицы или корневища, от которых они отходят, и помогает побегам находить наилучшую глубину залегания в почве, что особенно важно для растений пустынь и полупустынь.



[Начало](#)

[Содержание](#)

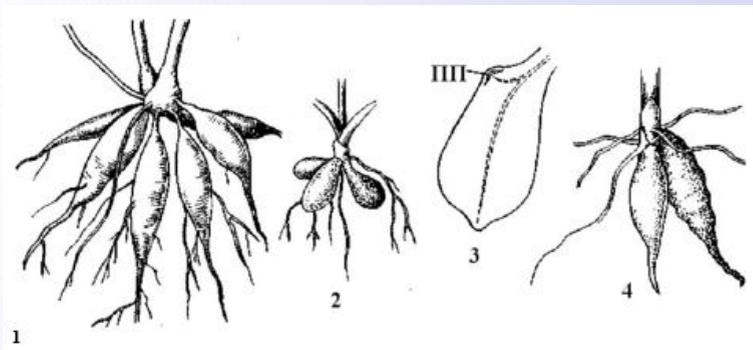


Страница 61 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

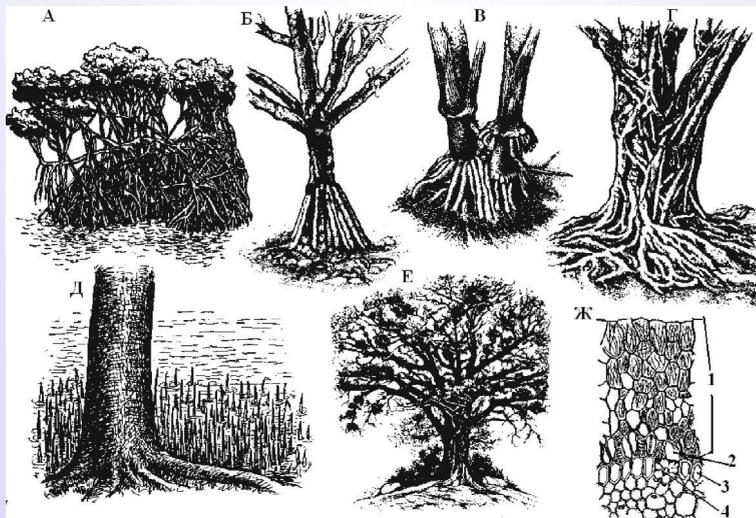
[Закрыть](#)



**Рисунок 1.27 – Корневые клубни**

1 - георгина, 2-3- чистяка, 4- лобки, III – придаточная почка

У некоторых тропических деревьев от основания стволов или ветвей отходят придаточные корни, которые служат для опоры и питания. Это *досковидные, ходульные, столбовидные* (или *корни-подпорки*) корни (рисунок 1.28).



**Рисунок 1.28 – Воздушные корни с особыми функциями**  
Ходульные корни: А – ризофоры, образующие мангровые заросли;



Начало

Содержание



Страница 62 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Б – пандануса (*Pandanus*); В – кукурузы (*Zea mays*); Г – досковидные корни у основания ствола дерева в дождевом тропическом лесу; Д – пневматофоры; Е – растения-эпифиты на ветвях; Ж – часть поперечного среза через воздушный корень орхидеи: 1 – веламен; 2 – пропускная клетка; 3 – экзодерма; 4 – кроющая клетка

Например, столбовидные корни у индийского баньяна свешиваются от горизонтальных ветвей дерева вниз, укрепляются в почве и, как столбы, поддерживают крону дерева, которая сильно разрастается в стороны, покрывая площадь до 500 кв. м, а также снабжают ветвь водой с минеральными веществами. У крупных деревьев баньяна иногда развивается до 1000 корней-подпорок.

*Досковидные* корни образуются у некоторых видов фикуса. Они отходят от ствола на высоте примерно 1–3 м, являются плоскими и придают механическую опору высоким стволам, особенно во время сильных ветров. Ходульные корни чаще встречаются у тропических растений, растущих на морских побережьях и испытывающих действие приливов и отливов. Это тоже придаточные корни, в них хорошо развита механическая ткань склеренхима, такие корни придают прочность растениям. У растений нашей флоры несильно развитые ходульные корни имеются у кукурузы.

У растений, обитающих на бедных кислородом почвах, например, у растений мангровых зарослей, у деревьев, растущих на болотистой почве в тропиках, образуются *дыхательные корни*, или *пневматофоры*. В таких корнях хорошо развита аэренхима, и они растут вертикально вверх (отрицательный геотропизм), поднимаясь над поверхностью воды на несколько десятков сантиметров, на их концах есть особые отверстия, через которые воздух поступает в корни.

У многих тропических эпифитных орхидей развиваются *воздушные корни* (рисунки 1.29).

Они не соприкасаются с почвой, и улавливают влагу, которая попадает на них в виде дождя или росы. На их поверхности развивается особая всасывающая ткань – *веламен*. Это многослойная ткань, состоящая из мертвых клеток, поэтому клетки всасывают влагу из воздуха не осмотическим путем, а капиллярным. Оболочки клеток веламена имеют сетчатые или спиральные утолщения, придающие им жесткость, и содержат много пор. Через большие поры и сквозные отверстия в наружных оболочках влага проникает внутрь клеток веламена по капиллярным



Начало

Содержание



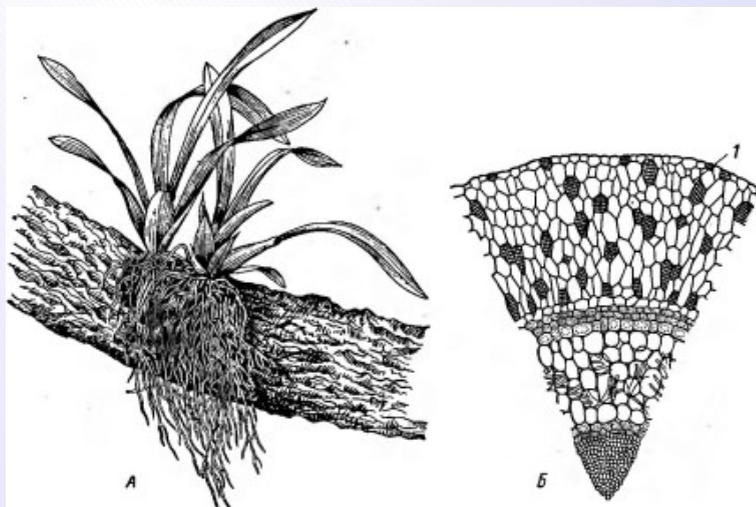
Страница 63 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

пространствам. Под веламеном лежит экзодерма с пропускными клетками, глубже расположенные паренхимные клетки первичной коры содержат хлоропласты и выполняют функцию фотосинтеза. Внутренний слой первичной коры – эндодерма с подковообразными утолщениями клеточных стенок. Таким образом, экзодерма и эндодерма регулируют поступление воды из веламена в центральный цилиндр воздушного корня.



**Рисунок 1.29 – Воздушные корни у эпифитных орхидей**

А – орхидея на ветке дерева; Б – часть поперечного разреза через воздушный корень орхидеи; 1 – веламен

Иногда у водных растений, например, у чилима (водяного ореха) развиваются *ассимилирующие корни*. Это придаточные корни, они сильно рассечены. Наряду с листьями они участвуют в фотосинтезе.

У некоторых лиан (плющ, ваниль, виноград девичий пятилисточковый) придаточные корни на стебле видоизменились в *корни-прицепки* или *корни-присоски*, при помощи которых растения поднимаются вверх по стволам деревьев, вертикальным стенам и другим опорам. У растений паразитов и полупаразитов



Начало

Содержание



Страница 64 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

корни-присоски называются *гаустории*. Они проникают в ткани растения-хозяина и поглощают из них питательные вещества.

**Подземные метаморфозы побега.** Метаморфизироваться могут главные и боковые побеги растения, листья, иногда почки. У побегов различают подземные и надземные метаморфозы. К подземным метаморфозам относятся: корневища, клубни, луковицы, клубнелуковицы, столоны.

*Корневищем* называют многолетний подземный побег, выполняющий функции запаса питательных веществ, вегетативного возобновления и размножения. Оно способствует также перенесению неблагоприятных условий. Корневища характерны в основном для травянистых многолетних растений, но иногда для кустарничков (брусника, черника), для кустарников (бересклет). По консистенции они могут быть сухими, как у пырея ползучего, и сочными – у айра, ириса, купены.

Запасные вещества, главным образом крахмал, откладываются в осевой (стеблевой) части корневища, она поэтому утолщена и богата паренхимными тканями. Корневище не имеет зеленых листьев, но на нем располагаются чешуевидные листья, которые могут быть сухими (у осоки) или сочными (Петров крест). На месте опавших листьев находятся листовые рубцы. На верхушке корневища имеется верхушечная почка и происходит верхушечное нарастание корневища. В пазухах чешуйчатых листьев имеются пазушные почки, из них вырастают надземные побеги и боковые ответвления, т.е. корневище способно ветвиться. Различают моноподиальное (например, у вороньего глаза) и симподиальное (у купены) ветвление корневищ.

На корневище, особенно в молодых его участках, хорошо видна метамерная структура, имеются узлы и междоузлия, которые могут быть длинными, например, у пырея и короткими, как у тимopheевки. У корневища образуются придаточные корни, расположенные в узлах или междоузлиях.

Расположение корневищ в почве может быть горизонтальным (плагитропным), например, у свиного, гравилата и ортотропным, растущим вертикально вниз или косо, как у уха ядовитого, подорожника большого, валерианы лекарственной.

Различают два способа формирования корневищ. У земляники, копытня европейского, гравилата, медуницы побег сначала весь надземный, имеет розеточные листья и выполняет функцию фотосинтеза. Потом листья отмирают, видны



Начало

Содержание



Страница 65 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

только листовые рубцы, а стеблевая часть побега с помощью придаточных корней втягивается в почву и превращается в корневище. За счет отложения запасного крахмала корневище утолщается. Таким образом, в ходе онтогенеза побег претерпевает метаморфоз со сменой функций, структуры и жизнедеятельности. Такие корневища называют *эпигеогенными*, т.е. надземно рожденными.

Другой способ – формирование корневища сразу под землей из подземной почки, т.е. это корневище изначально подземного происхождения. Листья у него не имеют хлорофилла, бесцветные, чешуйчатые, в стебле откладываются питательные вещества. Такие корневища у вороньего глаза, ландыша, пырея, грушанки. Они называются *гипогеогенными*, т.е. подземно рожденными. Корневища способствуют перенесению неблагоприятных условий, например, холодной зимы, выполняют функции запаса питательных веществ, вегетативного возобновления и размножения. Они характерны в основном для травянистых многолетних растений, но иногда для кустарничков (брусники, черники), для кустарников (бересклета). По консистенции корневища могут быть сухими, как у пырея ползучего, и сочными – у айра, ириса, купены.

Корневища некоторых растений съедобные (у рогоза, тростника), некоторые – ядовитые (вех ядовитый), лекарственным сырьем являются корневища бадана, лапчатки прямостоячей, пырея ползучего. Корневища некоторых ирисов являются сырьем для парфюмерного и кондитерского производства, поскольку имеют приятный запах, например, запах фиалки у фиалкового корня.

Подземные клубни являются утолщением гипокотыля (цикламен индийский, хохлатка полая), подземных видоизмененных побегов – *столонов* (картофель, топинамбур, седмичник). У заячьей капусты в образовании клубня участвуют гипокотиль и корень.

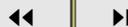
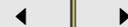
Клубни могут быть и надземными. В этом случае они представляют собою утолщение нижней части главного стебля, как например у кольраби. В отличие от корневища и столонов, клубень сильно укорочен и утолщен. Отложение запасных питательных веществ в нем происходит в клетках паренхимы стебля.

Доказательством побеговой природы клубня, например, у картофеля являются следующие признаки. На нем видны «бровки», которые представляют собой листовые рубцы, оставшиеся в узлах после опадения чешуйчатых листьев. В



Начало

Содержание



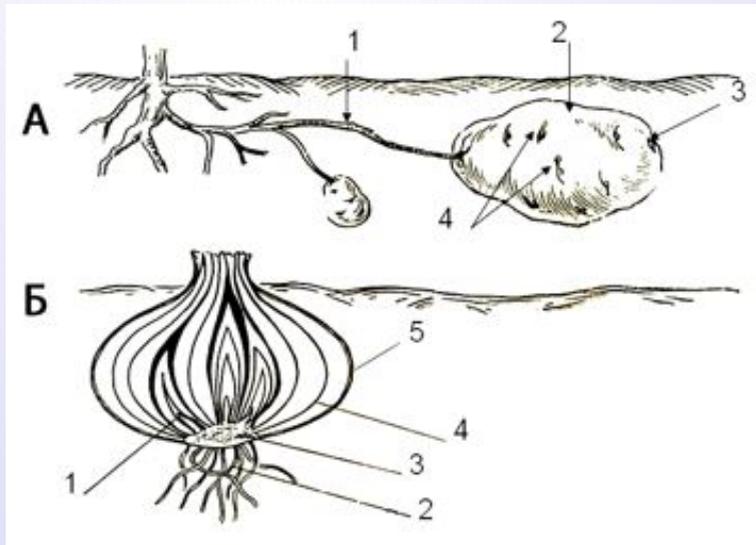
Страница 66 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

пазухе каждой бровки сидят группы почек – глазки. Одна из этих групп, расположенная на верхушке клубня, называется верхушечной, остальные – пазушные. Если провести линию от глазка к глазку, то можно убедиться в их спиральном расположении. Молодой клубень снаружи покрыт эпидермой, которая у взрослого клубня затем сменяется перидермой. Под перидермой лежит первичная кора, состоящая из паренхимных клеток, среди которых можно встретить брахисклереиды, кристаллоиды запасного белка. Проводящие пучки – открытые биколлатеральные, внутренняя и наружная флоэма сложена мелкими ситовидными трубками. В центральной части клубня, как и у стебля, находится сердцевина. Она бедна крахмалом, на срезе видна как водянистая ткань с ответвлениями в сторону глазков (рисунок 1.30).



**Рисунок 1.30 – Подземные видоизменения побегов**

А – клубни и столоны картофеля:

1 – столоны; 2 – клубни; 3 – верхушечная почка; 4 – бровки и боковые почки;

Б – луковица лука в продольном разрезе:

1 – пазушная почка; 2 – придаточные корни; 3 – видоизмененный стебель (донце);

4 – чешуи



Начало

Содержание



Страница 67 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Клубень выполняет запасающую функцию, в нем откладывается крахмал, у топинамбура – близкий к крахмалу инулин, в меньшем количестве – белок, встречаются витамины (С, провитамин А). Клубни являются также органами вегетативного размножения.

У орхидей клубни образуются из одного или нескольких нижних междоузлий стебля, которые при этом сильно разрастаются, приобретают шаровидную или цилиндрическую форму и называются туберидий. В них находится много паренхимы, в клетках которой содержится слизь, много хлоропластов, поэтому туберидии зеленые и участвуют в фотосинтезе.

У некоторых растений образуются надземные клубни малых размеров. У чистяка весеннего такие клубеньки развиваются в пазухах листьев, у некоторых злаков (ячмень клубненосный, молиния голубая) – из укороченных нижних междоузлий побега, у горца живородящего – в соцветиях. После опадения они укореняются, образуя новые растения.

Луковица – это подземный видоизмененный побег, состоящий из укороченного стебля (донца) и чешуйчатых сильно сближенных листьев, в которых запасается вода и растворенные в ней вещества, преимущественно сахара. Наружные чешуи обычно сухие и выполняют защитную функцию, внутренние – сочные, мясистые. На донце находится верхушечная почка, из нее развивается цветonoсный побег. Из пазушных почек, расположенных в пазухе чешуйчатых мясистых листьев, развиваются дочерние луковицы. Таким образом, у луковиц преимущественное развитие получает не стебель, а листья, которые при этом мощно разрастаются. В нижней части от донца отходят **придаточные корни** (рисунок 1.30).

По продолжительности жизни луковицы бывают однолетние и многолетние. Однолетние луковицы у тюльпана, лука. Они ежегодно отмирают, а вместо отмершей (материнской) луковицы образуется замещающая луковица и луковицы-детки, которые отделяются от материнской луковицы в год их образования. Многолетними являются, например, луковицы нарцисса. У них дочерние луковицы, или детки, остаются связанными с материнской до отмирания их кроющей чешуи.

Кроме подземных, существуют надземные луковицы. Они гораздо мельче материнской и называются луковичками или бульбочками. Они образуются в пазухе листьев (у лилии тигровой, зубянки луковичной) или в соцветии (у чеснока, лука



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 68 из 217

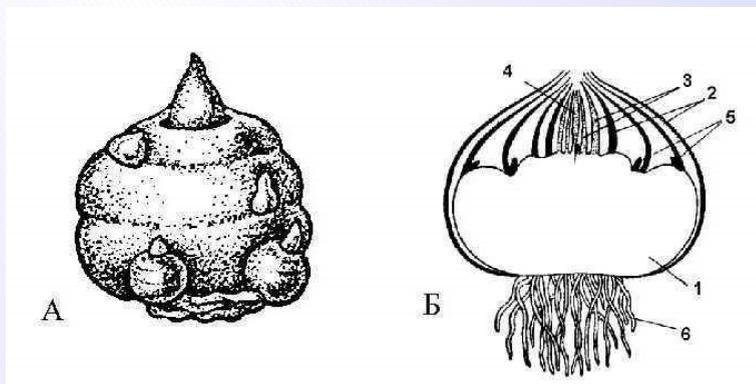
Назад

На весь экран

Закрыть

огородного, мятлика луковичного). Отделяясь от стебля, луковички падают на землю и прорастают в новое растение.

Клубнелуковицы отличаются от луковицы тем, что в них сильно разрастается стеблевая часть побега, а листья у них чешуйчатые, пленчатые, сухие, прикрывают верхушечную и пазушные почки (рисунок 1.31). У гладиолуса, крокуса (шафрана) клубнелуковицы однолетние, у безвременника осеннего – многолетние.



**Рисунок 1.31 – Клубнелуковица гладиолуса**

А – общий вид; Б – схема строения: 1 – укороченный стебель; 2 – отмершие чешуи;  
3 – листья будущего вегетационного периода; 4 – зачаток цветка;  
5 – почки; 6 – придаточные корни

*Каудекс* (от лат. *caudex* – ствол, стержень) – это также видоизмененный подземный побег, характерный для многолетних трав и полукустарничков с хорошо развитым стержневым корнем (полынь, люцерна, одуванчик, многие зонтичные). Вместе с корнем он служит местом отложения запасных веществ и несет на себе много почек возобновления, часть из которых являются спящими. Разрастаясь и утолщаясь за счет камбия, каудекс с нижнего конца не отмирает, так как постепенно переходит в долгоживущий и тоже утолщающийся корень, поэтому граница между этими двумя органами не видна.

**Наземные метаморфозы побега.** *Колочки* – широко распространенная форма метаморфозов у растений засушливых мест. Они выполняют защитную



[Начало](#)

[Содержание](#)

[◀](#) [▶](#)

[◀◀](#) [▶▶](#)

Страница 69 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

функцию. В колючку может превратиться побег. У дикой груши, дикой яблони в колючки метаморфизируются укороченные побеги, листья которых затем опадают. У боярышника колючки формируются в пазухах листьев и с самого начала безлиственны. Иногда в колючки метаморфизируется только лист (у барбариса, кактуса) или часть листа, например, прилистники (робиния псевдоакация), рахис сложного листа (астрагал), отдельные участки листовой пластинки, в частности окончания жилок (чертополох). У гледичии колючки ветвятся, они образуются на стволах из спящих почек.

Отличить колючки листового и побегового происхождения можно по характеру их расположения. Если в пазухе колючек находятся побеги с обычными зелеными листьями, то такие колючки имеют листовое происхождение, например, у барбариса. Если, наоборот, колючки формируются в пазухе листа, то они – результат метаморфоза побега.

Филлокладии и кладодии (от греч. *phyllon* – лист и *klados* – ветвь) – это листовидные уплощенные стебли или целые побеги. Они обычно повернуты ребром к солнцу, что способствует защите от перегрева и уменьшению испарения.

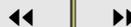
*Кладодии* отличаются от филлокладиев способностью к длительному росту, листья у них или чешуевидные, или рано опадают и фотосинтезирующим органом становится стебель, который называется кладодием. Обычно он уплощен, как у тропического растения мюленбеккии, в узлах заметны перетяжки, поэтому кладодий выглядит членистым (рисунок 1.32). В нем хорошо развита **хлорофиллоносная ткань**.

*Филлокладии* представляют собой пазушные побеги, поскольку развиваются из пазушных почек, сидящих в пазухах мелких, пленчатых или чешуйчатых листьев (рисунок 1.32). У спаржи перистой филлокладии мелкие, игольчатые, у спаржи Шпренгера – линейные, уплощенные, у видов иглицы – яйцевидные или широколанцетные. На нижней стороне филлокладиев летом развивается соцветие, расположенное в пазухе мелкого кроющего листа, осенью и зимой иглица цветет, а весной на филлокладиях созревают оранжево-красные ягоды.



Начало

Содержание

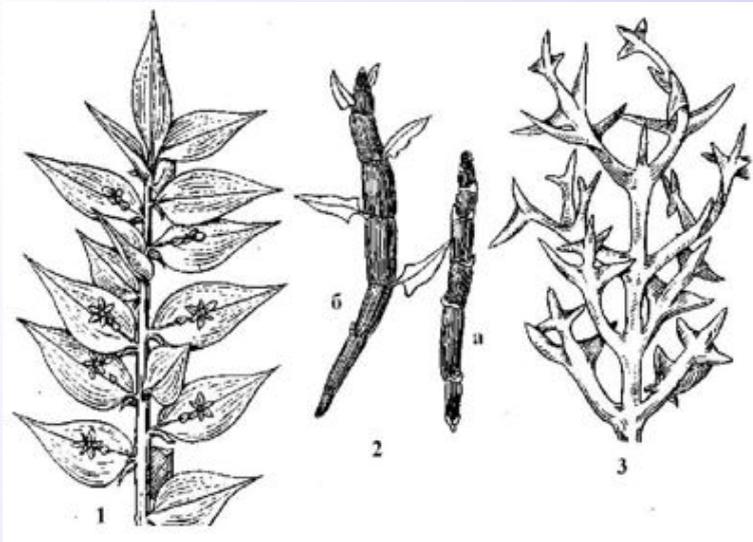


Страница 70 из 217

Назад

На весь экран

Закреть



**Рисунок 1.32 – Кладодии и филлокладии**

1 – филлокладии иглицы; 2 – кладодии муленбекии: а – в нормальных условиях, Б – в условиях повышенной влажности; 3 – кладодии коллещии

Усики – это метаморфизированные органы характерные для многих лазящих растений, у которых тонкий и слабый стебель не может занимать вертикальное положение (рисунок 1.25). Происхождение усиков определяется их положением на побеге. Если они находятся в пазухе листьев, то они являются метаморфозом побега (у пассифлоры), могут нести мелкие чешуйчатые листья, которые рано опадают. В процессе развития побега усик может сдвигаться и располагаться сбоку от листа или на противоположной листу стороне стебля, как у огурца, тыквы, арбуза. У винограда девичьего на окончаниях усиков развиваются присоски, с помощью которых растение может взбираться на опору. Ветвистые усики винограда представляют собой видоизмененные соцветия.

У форм и сортов культурной капусты *кочан* представляет собой метаморфизированную, сильно разросшуюся крупную верхушечную почку. В средней части ее находится мясистый стебель, на котором располагаются сочные листья (рисунок 1.33). Они почти бесцветны, содержат мало хлоропластов, мясисты



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 71 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

и накапливают много воды и запасных веществ, главным образом сахаров. На верхушке стебля, вокруг апекса они молодые, мелкие. У брюссельской капусты много мелких кочанов, которые образуются из боковых почек.



**Рисунок 1.33 – Строение кочана капусты**  
1 – верхушечная почка; 2 – листья; 3 – стебель

**Метаморфозы листьев.** Иногда метаморфозируется не весь побег, а только его листья. Некоторые метаморфозы листа аналогичны таковым у стебля – это усики, колючки. Листовые колючки у барбариса, у робинии ложноакациевой и караганы древовидной в колючки превращаются прилистники. У многих растений из семейства бобовые в усики превращаются верхние листочки перисто-сложных листьев (у гороха, горошка, некоторых видов чины), или вся листовая пластинка (у видов чины), или прилистники (усассапарили).

У австралийских акаций листовые пластинки не развиваются или редуцируются, а черешок (рахис) сложного листа сильно разрастается, приобретает форму листовой пластинки зеленой окраски. Обычно он ориентирован ребром к солнцу,



Начало

Содержание



Страница 72 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

что совместно с редуцированными листовыми пластинками уменьшает испарение. Такие листовидные черешки, осуществляющие фотосинтез, называют *филлодиями* (рисунок 1.34).



**Рисунок 1.34 – Дваждыперистосложные листья и филлодии акации чернокоричневой**  
1 – филлодий

Ловчие аппараты насекомоядных растений также являются примерами метоморфоза листа (рисунок 1.35). У обитающей в водоемах пузырчатки листья сильно рассечены на нитевидные доли, на которых находятся ловчие пузырьки. Мелкие водные беспозвоночные животные, попав внутрь пузырька, перевариваются, их вещества всасываются находящимися в пузырьках особыми клетками.

Листья росянки собраны в розетку. На верхней стороне каждого листа находятся блестящие волоски с красноватой блестящей булабовидной головкой, выделяющей слизь. Мелкие насекомые, попав на лист росянки, прилипают к нему, волоски листа начинают изгибаться и жертва оказывается окруженной волосками. Слизь содержит



Начало

Содержание



Страница 73 из 217

Назад

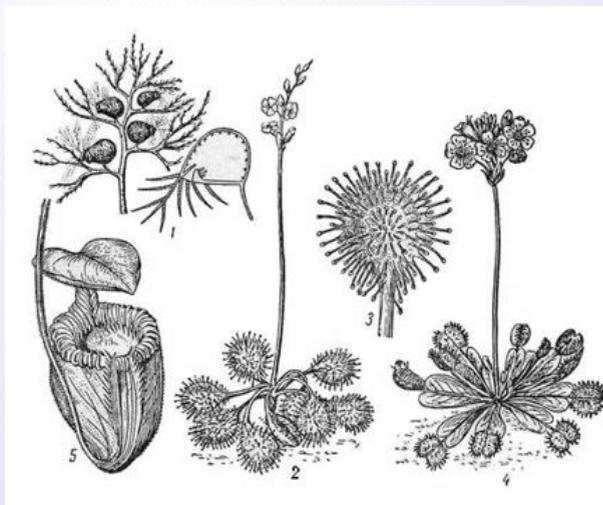
На весь экран

Закрыть

в себе пищеварительные ферменты, напоминающие по составу пищеварительный сок животных.

У венериной мухоловки лист при прикосновении с жертвой складывается вдоль по средней жилке, захватывая и затем переваривая ее.

У непентеса верхняя часть черешка превратилась в длинный усик, обвивающий дерево-хозяина. На верхушке усика находится кувшинчик (урночка), являющийся метаморфозом листовой пластинки, верхняя лопасть которой превратилась в крышечку, прикрывающую кувшинчик. На дне кувшинчика находятся железки, выделяющие пищеварительный фермент. Переваривание попавших внутрь кувшинчика насекомых происходит примерно за 5–8 часов.



**Рисунок 1.35 – Ловчие аппараты насекомоядных растений**

1 – пузырчатка обыкновенная; 2, 3 – росянка круглолистная; 4 – венерина мухоловка; 5 – непентес гибридный

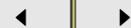
На Земле известно более 400 видов насекомоядных растений, из них в Республике Беларусь – 9 видов из 4 родов (росянка, жирянка, пузырчатка, альдрованда).

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 Метаморфозы побега**



Начало

Содержание



Страница 74 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Тема 4. Размножение и жизненные циклы растений

Размножение является существенным и обязательным признаком живых организмов. Оно обеспечивает воспроизведение себе подобных, что обуславливает непрерывность и преемственность жизни, продолжительное существование вида в пространстве и во времени.

Иногда размножение трактуют как совокупность процессов, приводящих к увеличению числа особей данного вида. Чаще всего так и бывает. Однако вид может существовать, не увеличивая количества особей, а заменяя дочерними организмами родительские, т.е. потомки замещают родителей. Так, у одноклеточных водорослей две родительские клетки сливаются, образуя **зиготу**, после деления которой остаются два дочерних организма вместо двух родительских.

**Типы размножения.** У растительных организмов новые особи могут образоваться от родительских *бесполом* путем, т.е. без участия гамет и полового процесса, и *половым* путем, когда образованию дочерних особей обязательно предшествует *половой процесс*. Наличие бесполого размножения у растений является отличием растительных организмов от животных.

При *половом размножении* новый организм может возникнуть только при условии слияния мужской и женской половых клеток (*гамет*) в одно целое – *зиготу*. Зигота развивается в новый организм. Половое размножение имеет различные формы, обусловленные величиной и подвижностью гамет.

Образующиеся на растении и отделяющиеся от него при его размножении зачатки новых особей называются *диаспорами*. Они очень разнообразны, имеют различную морфологическую природу и служат для размножения и расселения.

*Бесполое размножение* происходит в двух формах: *вегетативное* размножение и *размножение при помощи спор* – специализированных клеток. Оно широко распространено у одноклеточных организмов, но имеет место и у многоклеточных. У высших растений формирование спор связано с редукцией числа хромосом, результатом чего является морфологическое отличие между дочерними и родительскими растениями. Бесполое размножение спорами связано у высших растений с половым размножением – эти типы размножения чередуются у растения в одном жизненном цикле.



Начало

Содержание



Страница 75 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Один и тот же организм может размножаться разными способами, и это обеспечивает растениям способность к быстрому и широкому расселению.

*Вегетативное размножение* – это увеличение числа особей данного вида за счет отделения жизнеспособных частей от вегетативного тела родительской особи. При этом растительные организмы обладают способностью восстанавливать отсутствующие органы или участки тела и таким образом восстанавливать целостность организма. Этот процесс называется *регенерацией* (от лат. *regeneratio* – возрождение, обновление). При этом все необходимые органы у будущей особи могут формироваться как после отделения от родительского растения, так и до обособления, как, например, выводковые почки у бриофиллюма, розеточные побеги с придаточными корнями на концах усов земляники. Важную роль в этом процессе у высших растений играет образование и работа меристематических тканей, которые возникают в результате дедифференциации клеток взрослого растения, что связано со способностью живых клеток постоянных тканей приобретать признаки и свойства эмбриональных клеток. При этом на поверхности среза стебля или корня в области раневых зон через некоторое время в результате активного деления клеток камбия, сердцевинных лучей, флоэмы появляется *каллюс* (от лат. *callus* – мозоль, толстая кожа). Он состоит из однородных паренхимных клеток. В каллюсе закладываются зачатки (меристемы) корней и побегов, возникает раневая перидерма.

Вегетативно размножаются растения различных уровней организации – от водорослей до покрытосеменных. В естественных условиях вегетативно не размножаются только большинство голосеменных, за исключением саговников, можжевельника казацкого, пихты, сосны горной, а из покрытосеменных – однолетние и двулетние растения. Вегетативное размножение при этом может идти вместе с семенным или, наоборот, преобладать, как например, у осины, ивы, малины, а у некоторых может быть исключительным, как у элодеи канадской – двудомного растения родом из Северной Америки. Женские экземпляры этого растения, завезенные в Европу, ввиду отсутствия мужских растений, смогли размножаться только вегетативно. Особенно активно вегетативное размножение происходит в условиях подавленного семенного возобновления, например, у ландыша.

Очень часто при вегетативном размножении целая группа новых особей возникает от одной родительской, при этом вновь образуемые организмы



Начало

Содержание



Страница 76 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

генетически не отличаются от исходного. Такая совокупность особей называется *клон* (от греч. *clon* – ветвь, отпрыск). Образование клонов наблюдается при вегетативном размножении земляники, малины, бодяка и других цветковых растений.

Вегетативное размножение подразделяют на естественное и искусственное.

Под *естественным* вегетативным размножением понимают размножение вегетативными органами или их частями, происходящее в природе без участия человека:

1. У одноклеточных водорослей (у амебоидных, монадных и коккоидных форм), происходит деление клетки надвое. Такое размножение встречается у криптофитовых (*Cryptophyta*), золотистых (*Chrysophyta*), эвгленовых (*Euglenophyta*), зеленых (*Chlorophyta*), красных (*Rhodophyta*) одноклеточных водорослей.

2. Размножение путем случайного отделения от таллома отдельных участков, например, у многоклеточных водорослей (зеленых, бурых, красных), у лишайников. Благодаря способности к регенерации эти участки развиваются в самостоятельные растения. Это – наиболее примитивный способ вегетативного размножения. Диаспорами в этом случае являются отдельные участки – фрагменты, на которые распадается тело растения. Таким способом фрагментации могут размножаться и некоторые цветковые растения, например, прибрежные древесные растения (ивы), имеющие очень ломкие ветки.

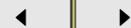
3. У некоторых многолетних степных растений (травы, полукустарники) формируется многолетний орган побегового происхождения – *каудекс*. Он подразделяется на отдельные фрагменты – партикулы вследствие отмирания и сгнивания центральной его части, и этот процесс подразделения особи на части называется *партикуляция*. Из партикул развиваются новые особи, и, таким образом, из одного растения возникают несколько новых особей, это видно, например, у полыни.

4. Размножение специализированными *придаточными почками* материнского растения, которые, опадая, дают начало новым особям. Их формирование характерно как для слоевищных растений (некоторые сифоновые, бурые, красные водоросли, печеночный мох маршанция), так и для цветковых. Образуются



Начало

Содержание



Страница 77 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

такие почки на жилках листьев (аспленум живородящий), в пазухе листьев (чистяк, некоторые виды лилии), иногда по краю листа. У зубянки эти диаспоры видоизменены в луковички, а у горца живородящего – в стеблевые клубеньки.

Иногда на вегетативных органах материнского растения закладываются почки, называемые *выводковыми*. Из них развиваются миниатюрные растения, имеющие все вегетативные органы. Такое же явление наблюдается также при образовании луковичек в соцветиях многих дикорастущих луков. Вегетативное размножение при помощи выводковых почек называется вегетативная *vivипария* (от лат. *viviparis* – живородящий), или живорождение, а растения называют живородящими, хотя это не точно. Настоящее живорождение характерно для мангровых растений и проявляется в прорастании семян на материнском растении, внутри плодов. Молодое растение во время отлива падает на грунт, и ко времени последующего прилива оно достаточно сильно закрепляется в субстрате.

5. На верхушках стеблей или особых боковых побегах у многих водных растений (пузырчатка, уруть, рдесты, стрелолист) образуются *зимующие* почки, которые называются *турионом*. Осенью в них запасается крахмал, и они или вместе с материнским растением, или отделившись от него, опускаются на дно. Весной они отделяются от растений, всплывают наверх и развиваются в новые растения.

6. Размножение при помощи *надземных ползучих побегов* (плети, усы) происходит у земляники, костяники, живучки ползучей, будры и др. Стелясь по поверхности субстрата, они в узлах образуют придаточные корни и тут же, в пазухах листьев, почки, из которых развиваются молодые растения. После отмирания междоузлий ползучих побегов новые растения теряют связь с материнским. Данное явление, характеризующееся тем, что новые особи отделяются от исходного растения после их укоренения, когда они уже переходят к самостоятельному существованию, называется *сарментация*.

7. Размножение *корневищами* наблюдается у большинства многолетних трав. На коротких корневищах почки сближенные, поэтому надземные побеги, развивающиеся из них, скученные. На удлиненных корневищах почки размещены достаточно далеко друг от друга, и надземные побеги размещаются дальше друг от друга. При отмирании участков старого корневища новые побеги существуют самостоятельно. В результате размножения корневищами сохраняется почти



Начало

Содержание



Страница 78 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

неизменным видовой состав лугов, скашиваемых во время цветения злаков, которые из-за этого не могут размножаться семенами.

8. Размножение *луковицами* характерно для многих травянистых, большей частью однодольных растений (лук, чеснок, лилия). Луковица образуется под землей (лук), в пазухах листьев (зубянка, некоторые лилии) или в соцветиях (чеснок). Из почек луковиц развиваются молодые луковички – детки.

9. Размножение *клубнями* (у картофеля, земляной груши), *корнеклубнями* (у георгина). Способность к размножению этим способом также связана с наличием почек.

10. *Клубнелуковицами* размножаются шпажник, безвременник, крокус.

11. Размножение *корневыми отпрысками* очень распространено в природе (у малины, вишни, ивы, сливы, сирени, из травянистых – у бодяка, льнянки и других). На корнях образуется большое количество придаточных почек, из которых развиваются новые особи. Они ценны, например, при естественном возобновлении леса после вырубки.

12. Размножение *стеблевыми отводками* в естественных условиях характерно для крыжовника, смородины, липы, черемухи. Отводок – это укоренившаяся ветвь материнского растения. Нижние ветви, лежащие на земле, в местах соприкосновения с нею образуют придаточные корни и придаточные почки и после этого начинают существовать как самостоятельные организмы.

Под *искусственным вегетативным размножением* понимают размножение, которое не происходит в природе, оно связано с хирургическим отделением от растения какой-либо ее части, используемой для размножения, т.е. осуществляется при участии человека. К искусственному вегетативному размножению прибегают тогда, когда растение не образует семян или дает их мало (например, у растений с махровыми цветками); когда при размножении семенами не сохраняются признаки сорта, что особенно часто бывает у гибридов; если необходимо размножить определенный сорт, поскольку при вегетативном размножении растение начинает цвести быстрее. Большое распространение получили следующие способы искусственного вегетативного размножения:

1. Размножение *отводками*. Их получают, пригибая нижние ветви к земле и засыпая их так, чтобы верхушка осталась на поверхности земли. Для



Начало

Содержание



Страница 79 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

лучшего укоренения нижнюю часть ветки надрезают. Так размножают крыжовник, виноград, азалию и др.

2. *Деление куста.* Оно используется при размножении декоративных многолетников (флоксы, пионы), реже – многолетних овощных (ревень), некоторых кустарников (смородина, крыжовник). Куст выкапывают из земли, делят на особи с собственными корнями и почками и пересаживают на новое место.

3. Выкапыванием и пересадкой *отпрысков* размножают малину, ежевику, облепиху, вишню, сливу.

4. *Черенкование* широко используется в практике садоводства, цветоводства, овощеводства. Черенком называют отрезанную часть растения, которая может укорениться и образовать побеги. Почти каждый участок растения можно использовать в качестве черенка (стебель, корень, лист) – все они могут восстанавливать недостающие органы. Но для размножения чаще всего берут стеблевые (побеговые) и корневые черенки. Они обязательно должны иметь почки. Иногда на конце черенка появляется наплыв – каллюс. В нем закладываются очаги меристем, из которых развиваются зачатки придаточных корней, иногда – почек.

5. Особый способ вегетативного размножения представляет собой *прививка*. Ее применяют в тех случаях, когда ценные сорта плодовых и декоративных растений, например, яблони, груши, розы, не размножаются другими способами с сохранением ее качеств. Прием прививки используется в садоводстве также как один из методов получения новых сортов с сохранением всех его качеств, которые могут быть утеряны при семенном размножении, или для изменения уже существующих сортов («метод ментора», предложенный И.В. Мичуриным). *Прививкой* называют пересадку (или трансплантацию) части побега одного растения (привоя) на корнесобственное другое растение (подвой) с последующим их срастанием. При этом учитывают полярность. Человеком разработаны несколько способов прививки: прививка почкой, или окулировка, прививка черенком (копулировка), сближение, или аблактировка.

6. *Клональное* размножение растений в культуре *in vitro* («в пробирке»). *Клоном* называется совокупность новых особей, возникших из одной материнской особи путем вегетативного размножения. Для решения многих практических задач в растениеводстве, генетике и селекции растений большое значение приобретает



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 80 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

использование методов культуры клеток и тканей. Это размножение осуществляется двумя путями: путем активизации развития апикальных меристем покоящихся почек растений; путем получения целых структур из отдельных клеток и тканей, выделенных из растений и культивируемых на искусственных средах.

*Размножение растений спорами (собственно бесполое размножение).*

Процесс образования спор называется *спороношением* и характерен для большинства водорослей (за исключением диатомовых, харовых, некоторых бурых), грибов, а также для высших растений.

*Споры* – это специализированные гаплоидные клетки, которые образуются в спорангиях или в обычных вегетативных клетках (например, у водоросли *Ulothrix*). У споровых растений они служат не только для размножения, но и для расселения. У семенных растений споры утратили функцию расселения, но являются необходимым этапом цикла возобновления.

Споры всегда гаплоидны и не дифференцированы в половом отношении. Возникают они в спорангиях или путем митоза (только у некоторых водорослей и грибов), тогда они называются *митоспорами*, или путем мейоза (у всех высших растений) и называются *мейоспорами*.

У одних растений все споры одинаковые как по величине, так и по физиологическим особенностям. Такая *изоспория* (равноспоровость) присуща *равноспоровым* растениям, но среди растений есть немало *разноспоровых* организмов, у которых на одной особи или на разных особях образуются споры, неодинаковые по размерам и физиологическим особенностям. *Гетероспория* свойственна некоторым плауновидным, папоротниковидным и семенным растениям. Маленькие споры – *микроспоры* – при прорастании дают мужские заростки, а крупные (*макроспоры*, или мегаспоры) – женские заростки.

У высших споровых растений (плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные) функцию расселения вида осуществляет мегаспора. У семенных растений (голосеменных и покрытосеменных) мегаспора никогда не покидает материнского растения.

Формирование спор чаще происходит внутри специального органа – *спорангия*. У водорослей он обычно одноклеточный, содержимое его делится митозом и образовавшиеся споры при вскрывании оболочки выходят наружу. У высших



Начало

Содержание



Страница 81 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

растений спорангий – многоклеточный орган, стенки его одно- или многослойные. Он заполнен археспориальной тканью (от греч. *arche* – начало, *spora* – посев, семя), иногда это одна клетка. Митотическое деление клеток археспория обуславливает формирование *спорогенной* ткани, или материнских клеток спор. В результате мейоза из клетки спорогенной ткани формируются мейоспоры. При этом образовавшиеся споры не наследуют оболочку материнской клетки.

У низших растений, обитающих в воде, могут формироваться как *зооспоры* – споры со жгутиками, с помощью которых они передвигаются в воде, так и неподвижные споры – *апланоспоры*. Споры наземных растений всегда неподвижные, не имеют жгутиков, разносятся ветром, имеют твердую клеточную стенку. Зооспоры не имеют полисахаридной оболочки. Размеры спор – от 3–5 до 25–50 мкм. Они могут сохраняться живыми от 10 дней до 3–5 лет, а у головневых грибов – до 25 лет. Зооспоры живут от нескольких минут до 2–3 часов.

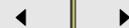
Для примитивных высших растений характерна равноспоровость (*изоспория*), и у них спора прорастает в обоеполый гаметофит. Для некоторых плаунообразных и папоротникообразных, для всех голосеменных и покрытосеменных характерна разноспоровость (*гетероспория*). У них образуются *микроспоры*, прорастающие в сильно редуцированные мужские заростки (гаметофиты), и *мегаспоры* (макроспоры), из которых развиваются женские заростки (гаметофиты).

*Половым размножением* растений называют такое размножение, которому предшествует половой процесс. Половой процесс включает в себя образование половых органов и формирование в них половых клеток (*гамет*), их передвижение и слияние мужской и женской гамет в единое целое – *зиготу*. При этом сливаются цитоплазма и ядра гамет, но хромосомы слившихся ядер сохраняют свою индивидуальность, в результате восстанавливается диплоидность. Строго говоря, размножения при этом не происходит, так как две гаметы дают начало одной клетке (зиготе), т.е. происходит даже уменьшение числа клеток. Поэтому многие считают, что более правильно называть этот процесс половым *возобновлением*, или *воспроизведением*. Значительная численность полового потомства обеспечивается только за счет большого количества гамет, образующихся на родительских организмах.



Начало

Содержание



Страница 82 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Гаметы всегда гаплоидны, и, хотя происходит слияние их цитоплазмы и ядер, хромосомы их сохраняют свою индивидуальность, значит, зигота будет иметь уже диплоидный набор хромосом. В диплоидном наборе хромосом содержится наследственный материал обоих родителей, поэтому половой процесс обеспечивает появление более разнообразного потомства. Процесс слияния ядер гамет – самый ответственный этап полового процесса, и его называют *оплодотворением*.

*Половое возобновление* – это фактор большого значения в процессе эволюции. В результате полового процесса образуется более жизнеспособное потомство, поскольку наследственная основа у зиготы богаче и поэтому развивается более разнообразное, изменчивое и пластичное потомство. В нем ярко проявляется индивидуальная изменчивость, поэтому становится возможным его существование в разнообразных условиях. Индивидуальная изменчивость дает богатый материал для естественного отбора. Все это обеспечивает биологический прогресс вида.

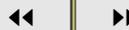
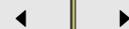
У большинства растений гаметы формируются в *гаметангиях* – особых органах, которые у низших растений одноклеточные (как и спорангии), у высших растений гаметангии, как и спорангии, многоклеточные. Гаметы – это гаплоидные специализированные клетки, они образуются в результате митотического деления клеток гаметангия (за исключением фукусовых водорослей, у которых они образуются в результате мейоза) и не имеют твердой оболочки. У многих гаплоидных одноклеточных водорослей, а также у конъюгат (из зеленых водорослей) гаметы не образуются.

У растений различают несколько типов полового процесса (*рисунок 1.36*). Наиболее простым типом является *хологамия* (от греч. *holos* – целый, *gameo* – вступать в брак), который наблюдается у некоторых одноклеточных гаплоидных водорослей (дуналиелла, астеромонас), не имеющих твердой оболочки. У них сливаются не специализированные гаметы, а целые одноклеточные организмы, которые выступают на определенном этапе жизни одновременно и в роли гамет, и в роли гаметангиев. Сливающиеся клетки внешне не отличаются друг от друга. При *конъюгации* функцию гамет выполняет все содержимое гаплоидных клеток, в результате слияния протопластов двух клеток в одной из них образуется зигота с диплоидным набором хромосом.



Начало

Содержание



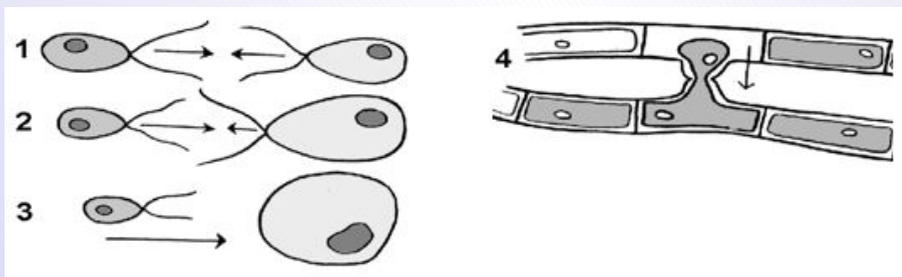
Страница 83 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Если гаметы одинаковые морфологически (по форме, размерам, оба подвижны) и слияние их основано на физиологических отличиях, то такой половой процесс называется *изогамным* (от греч. *isos* – равный). Процесс их слияния происходит в водной среде. Встречается он у примитивных одноклеточных и талломных водорослей (хламидомонада, улотрикс) и немногих грибов. Если гаметы подвижные, но разные по величине, степени подвижности, при этом женская гамета более крупная и менее подвижна, чем мужская, то половой процесс называется *гетерогамным* (от греч. *heteron* – иной, различный). Гетерогамия характерна для некоторых протококковых, улотриксковых, сифоновых водорослей. У высокоорганизованных водорослей и у всех высших растений половой процесс называется *оогамным* (от греч. *oon* – яйцо). Женская гамета в этом случае неподвижная, без жгутиков, имеет большой запас питательных веществ, крупные размеры. Ее называют *яйцеклеткой*. Мужская гамета маленькая, подвижная, со жгутиками и называется *сперматозоид*. Но у большинства семенных растений мужские гаметы утратили жгутик и называются *спермии*. Гаметангии, в которых образуются яйцеклетки, называются у низших растений *оогонии*, а у высших растений – *архегонии*. Мужские гаметангии растений называются *антеридии* (от греч. *antheros* – цветущий).



**Рисунок 1.36 – Типы полового процесса**

1 – изогамия; 2 – гетерогамия; 3 – оогамия; 4 – конъюгация

У семенных растений (голосеменных и покрытосеменных) как результат приспособления к жизни на суше возникла разновидность оогамии – *сифоногаммия*.



Начало

Содержание



Страница 84 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

В этом случае мужской гаметофит образует пыльцевую трубку, которая выполняет транспортную и защитную функцию и доставляет спермии к яйцеклетке, поэтому у семенных растений процесс оплодотворения не зависит от наличия капельно-жидкой среды. Совершенствование полового процесса у семенных растений повлекло за собой редукцию половых органов. У голосеменных имеется только архегоний, а антеридиев нет, у покрытосеменных отсутствуют и архегонии, и антеридии.

*Чередование ядерных фаз. Чередование поколений.* Зигота, из которой развивается спорофит, диплоидная, а гаметы, в результате слияния которых зигота образуется, гаплоидные. Это значит, что в ходе развития растительного организма наблюдается чередование ядерных фаз – *диплофазы* и *гаплофазы*. Границами этих фаз являются: при переходе от диплофазы к гаплофазе – редукционное деление, в результате которого образуются гаплоидные мейоспоры, а при переходе от гаплофазы к диплофазе – оплодотворение. Значит, мейоз и оплодотворение – две стороны одного жизненного процесса.

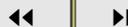
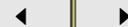
У разных растений существует несколько вариантов смены ядерных фаз. Например, у бурой водоросли фукус взрослые особи являются диплоидными организмами – *диплобионтами* (от греч. *diplo* – двойной, *biont* – живое существо), их клетки имеют двойной набор хромосом. У них возникают антеридии и оогонии, в которых в результате мейоза образуются гаплоидные сперматозоиды и яйцеклетки. После слияния гамет из диплоидной зиготы развивается взрослая диплоидная особь. Таким образом, взрослая особь – диплофаза, а гаплофаза у фукуса ограничена только временем существования гамет. Границы ядерных фаз – моменты образования гамет и оплодотворения.

У зеленой водоросли улотрикса, наоборот, взрослые особи – *гаплогонимы* (от греч. *haplos* – один, одиночный и *biont* – живое существо), т.е. все ее клетки имеют в ядре гаплоидный набор хромосом. В каждой клетке тела улотрикса в результате митоза (а не мейоза, т.к. клетки уже гаплоидны) образуются гаплоидные гаметы, причем изогаметы, которые, сливаясь, дают диплоидную зиготу. Она после некоторого периода покоя делится мейозом, и возникают 4 гаплоидные клетки – мейоспоры, из которых развиваются гаплоидные взрослые особи. Это значит, у улотрикса также происходит смена ядерных фаз. Переход из гаплофазы в диплофазу происходит в момент оплодотворения, а из диплофазы в



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 85 из 217](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

гаплофазу – не при образовании гамет, как у фукуса, а при образовании мейоспор. Диплофаза представлена здесь только зиготой, а каждая особь является гаплоидной, диплобионтов у улотрикса нет.

У многих низших и у всех высших растений чередование гаплофазы и диплофазы связано с процессом чередования поколений гаплобионтов и диплобионтов в одном *жизненном цикле*. В жизненном цикле процесс образование спор сменяется половым процессом, и бесполое поколение (*спорофит*) сменяется половым (*гаметофитом*), т.е. переход от спорофита к гаметофиту происходит в результате редукционного деления, а переход от гаметофита к спорофиту – следствие процесса оплодотворения. Каждое последующее поколение особей отличается от предыдущего количеством хромосом, внешним видом, строением, размерами, способами размножения. Эта закономерная смена в жизненном цикле организмов генераций и называется *чередованием поколений*.

*Спорофит* – бесполое поколение, которое образует споры. Перед образованием спор, происходит редукция числа хромосом в ядре, и споры всегда гаплоидные. Из таких спор вырастают гаплоидные растения гаметофиты (*гаплобионты*), у которых ядра клеток имеют гаплоидный набор хромосом.

*Гаметофит* – половое поколение, которое образует гаметы. На нем образуются гаметангии, в которых из материнских клеток образуются путем митоза гаметы. Потом происходит половой процесс, и при слиянии двух разнополюх гамет образуется диплоидная зигота. Гаплофаза закончилась, началась диплофаза. Из зиготы вырастает вновь бесполое поколение *спорофит*, все клетки его диплоидные, поэтому он является *диплобионтом*. Чередование поколений сопровождается сменой ядерных фаз.

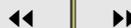
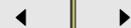
Рассмотрим, как происходит чередование поколений у некоторых высших растений.

*Цикл развития мха кукушкина льна (рисунок 1.37)*. У всех высших растений только мохообразные характеризуются доминированием гаметофита над спорофитом. Гаметофиты у них, т.е. сами растения, могут быть как раздельнополюми, так и обоеполюми. Так, у мха кукушкина льна на верхушке одних экземпляров развиваются антеридии, в которых образуются сперматозоиды, на верхушке других – архегонии, в них находится яйцеклетка.



Начало

Содержание



Страница 86 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

При наличии капельно-жидкой среды сперматозоиды подплывают к яйцеклетке и сливаются с ней. Половой процесс, следовательно, оогамный. После оплодотворения в архегонии образуется зигота. Она некоторое время находится в состоянии покоя, а затем митотически делится в брюшке архегония и прорастает в спорофит (бесполое поколение, *спорогон*), расположенный на женском гаметофите. Коробочка покрыта колпачком, в ростом женского гаметофита, внутри нее находится спорогенная ткань, клетки которой делятся мейозом и образуют споры. После созревания споры высыпаются, разносятся ветром и водой, обеспечивая, таким образом, расселение вида. В благоприятных условиях спора прорастает в зеленую многоклеточную нить – *протонему*, представляющую собой раннюю стадию развития гаметофита. На протонеме образуются почки, из которых прорастает новый листостебельный гаметофит.

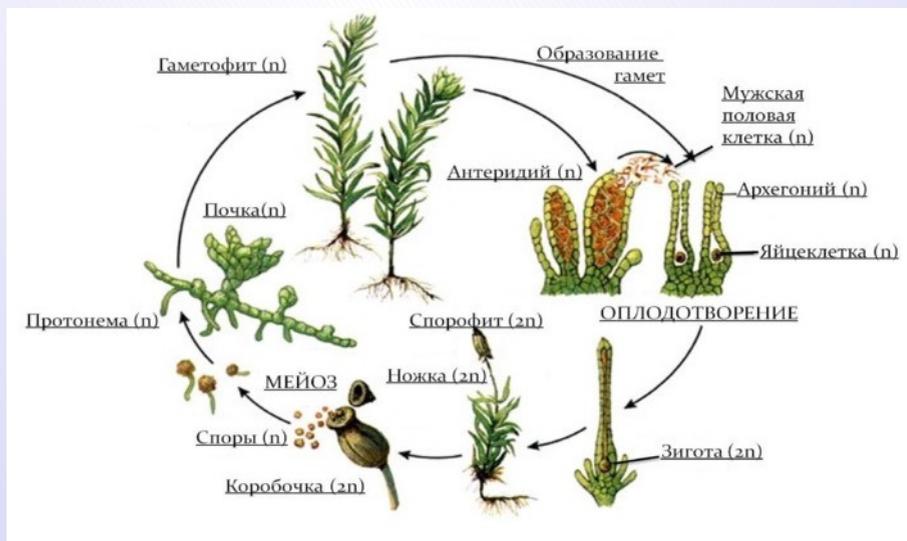


Рисунок 1.37 –Цикл развития кукушкина льна

В жизненном цикле мха кукушкина льна преобладает *гаметофит*. Спорофит не может расти самостоятельно, он существует на гаметофите и питается за его счет. После высыпания спор он отмирает. В растительном мире мхи представляют



Начало

Содержание



Страница 87 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

собой *гаметофитную* линию эволюции высших споровых растений. Преобладание гаметофита является примитивным признаком, и моховидные представляют собой тупик в эволюции высших споровых растений.

### Цикл развития равноспорового папоротника

Для папоротников характерно *доминирование* спорофита над гаметофитом, а также раздельное существование крупных многолетних спорофитов и мелких недолговечных гаметофитов. Рассмотрим цикл развития на примере папоротника щитовника мужского (рисунок 1.38).

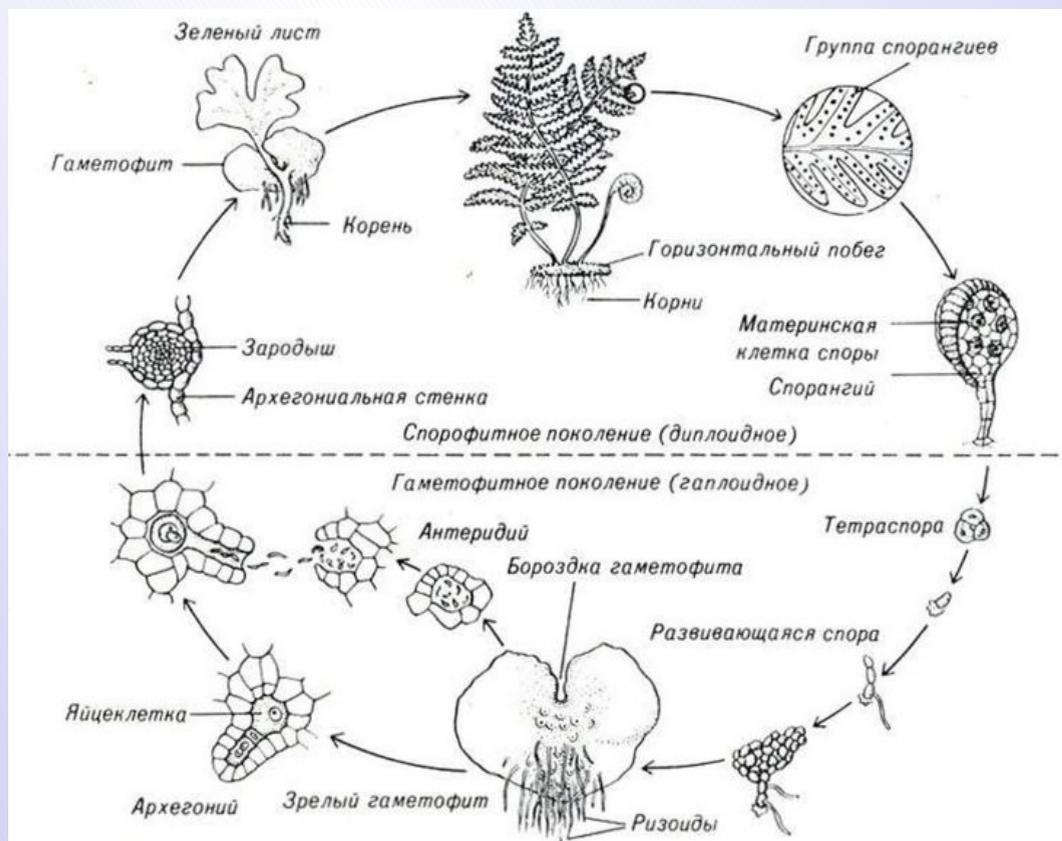


Рисунок 1.38 – Цикл развития равноспорового папоротника



Начало

Содержание

Страница 88 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Растение папоротника – *диплобионт*. На нижней стороне его листьев в середине лета появляются группы спорангиев – *сорусы*. Спороносные листья называются *спорофиллами*. В спорангиях в результате нескольких митотических делений формируется спорогенная ткань, клетки которой диплоидные. Они делятся мейозом, и возникают гаплоидные споры. Все они имеют одинаковые размеры. После созревания споры высыпаются, разносятся ветром и водой, и служат для размножения и расселения. Поскольку растение, на котором образуются споры, называется спорофитом, то многолетнее листостебельное растение папоротник с подземными корневищем и придаточными корнями – *спорофит*.

Попав в благоприятные условия, спора ( $n$ ) прорастает, т.е. при этом она делится митотически несколько раз и образует *заросток*. Он является гаплобионтом, поскольку все его клетки гаплоидные. Заросток представляет собой маленькую (менее 1 см в диаметре) зеленую пластинку сердцевидной формы. Она не расчленена на органы (стебель, лист), у нее нет настоящих корней, их функцию выполняют ризоиды. Но заросток – автотроф, в клетках его есть хлорофилл.

На нижней стороне заростка развиваются гаметангии – *антеридии*, в которых митозом образуются сперматозоиды, и архегонии, в которых возникают женские гаметы – яйцеклетки. Т.е. у равноспоровых видов заростки обоеполые. Поскольку заросток несет половые органы и половые клетки, он является половым поколением – гаметофитом. Половой процесс оогамный. Для передвижения сперматозоидов, т.е. для осуществления полового процесса, обязательным условием является наличие капельно-жидкой влаги. Зигота, образовавшаяся в архегонии после оплодотворения, делится митозом, и образуется зародыш нового спорофита. Сначала он питается за счет питательных веществ заростка, а затем, после появления органов (корешка, стебелька, листочков) диплоидный спорофит переходит к самостоятельному питанию.

Таким образом, у папоротника происходит чередование ядерных фаз (гаплофаза и диплофаза), причем переход из диплофазы в гаплофазу связан с образованием мейоспор, а переход из гаплофазы в диплофазу связан с половым процессом. Кроме того, у папоротника происходит и чередование двух поколений: бесполого (спорофита) и полового (гаметофита). Они отличаются друг от друга по строению и функциям, причем, каждое поколение представляет самостоятельно живущие особи.



Начало

Содержание



Страница 89 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Они пространственно разобщены и существуют независимо друг от друга. Однако гаметофит сильно редуцирован, примитивно устроен, недолговечен по сравнению со спорофитом.

У селлагинеллы – разноспорового представителя класса плауновидных – также образуются морфологически различные споры: микроспоры, расположенные в микроспорангиях на микроспорофиллах, и мегаспоры, развивающиеся в мегаспорангиях на мегаспорофиллах. Спорофиллы располагаются на оси, образуя на верхушке побега спороносные колоски, или *стробилы* (рисунок 1.39). На верхней стороне спорофиллов находятся спорангии. В одном и том же стробиле есть и микроспорангии, и мегаспорангии. В микроспорангии из клеток спорогенной ткани в результате мейоза образуется множество мелких гаплоидных микроспор. В мегаспорангиях только одна клетка спорогенной ткани становится материнской клеткой спор; она делится мейозом, и образуется тетрада крупных мегаспор.

Мужской заросток селлагинеллы бесцветный, менее 0,5 мм, чаще всего состоит из единственной вегетативной клетки и одного антеридия, в котором образуются сперматозоиды. После их освобождения мужской заросток погибает. Женский заросток многоклеточный, на нем образуется несколько архегониев с яйцеклетками. Большая редукция мужского заростка по сравнению с женским объясняется, вероятно, тем, что основная функция мужского заростка – образование мужских гамет, а женский заросток должен еще обеспечить развитие зиготы и ее дальнейшее прорастание в спорофит.

Сперматозоид проникает в архегоний, оплодотворяет яйцеклетку, и из зиготы начинает развиваться новый спорофит, состоящий из побега и придаточных корней, а женский заросток отмирает.

Биологическое значение разноспоровости заключается в обеспечении лучшей защиты мужского и женского гаметофитов и молодого зародыша спорофита оболочками спор, а часто и стенками всего спорангия. Это привело к уменьшению заростков, их редукции, особенно мужского. Раздельнополость заростков обеспечивает перекрестное оплодотворение. Дальнейшая эволюция в этом направлении видна у семенных растений, например у цветковых растений женский гаметофит располагается внутри спорофита и состоит всего из семи клеток, но восьми ядер.



Начало

Содержание



Страница 90 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

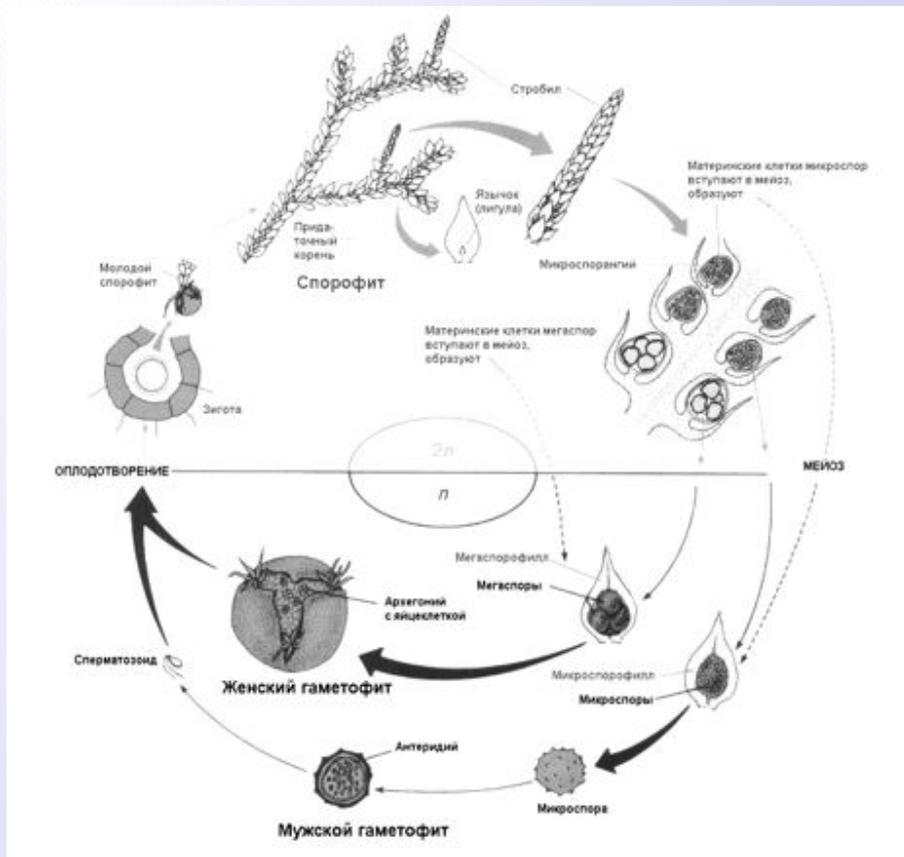


Рисунок 1.39 – Цикл развития селлагинеллы

**Семенное размножение.** Для всех *семенных* растений (голосеменных и покрытосеменных) характерна гетероспория. Все они на спорофите образуют микроспорангии и мегаспорангии, но микроспоры и мегаспоры не покидают материнского организма, и развитие мужских и женских гаметофитов происходит внутри микроспорангиев и мегаспорангиев. Таким образом, у семенных растений гаметофиты утратили способность к самостоятельному существованию, особенно женские, и живут исключительно за счет спорофита. Мегаспора утратила



Начало

Содержание



Страница 91 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

способность к расселению вида, и органами воспроизведения, размножения и расселения служат *семена*. Они образуются в большом количестве на материнском растении, а затем опадают с него, давая начало новым растениям (спорофитам), подобным материнскому, т.е. семенные растения перешли к более совершенному и надежному способу размножения – *семенному*.

У семенных растений появился особый тип мегаспорангия – он называется *семязачаток*, или семяпочка. В нем происходит образование мегаспор, женского гаметофита, процесс оплодотворения, развитие зародыша нового спорофита, а сами семязачатки (видоизмененные мегаспорангии) превращаются в семена, при помощи которых у семенных растений происходит воспроизведение, размножение и расселение видов.

Хотя у семенных растений и сохранился оогамный половой процесс, его осуществление уже не требует наличия капельно-жидкой водной среды, у семенных растений произошел полный отрыв от водной среды при оплодотворении, возник процесс опыления – перенос мужских гаметофитов по воздуху, а при оплодотворении спермии к яйцеклетке доставляются по пыльцевой трубке.

У семенных растений заростки еще более редуцированы, утратили способность к самостоятельному существованию и живут исключительно за счет спорофита. Формирование зародыша также полностью происходит на материнском растении, что обеспечивает его лучшее развитие. В семени находится большой запас питательных веществ, поэтому зародыш у семенных растений независим на первых этапах развития от внешних условий. Кроме того, зародыш семени защищен семенной кожурой, которая образуется из покровов семязачатка.

*Цикл развития голосеменных растений* на примере сосны обыкновенной (рисунки 1.40). Взрослое растение представляет собой спорофит. У нее на одном и том же растении образуются мужские и женские шишки (стробилы). Женская шишка состоит из укороченной оси и расположенных на ней кроющих чешуй, в пазухах которых развиваются семенные чешуи. На верхней стороне каждой из них располагаются по две семяпочки (семязачатка). Семязачаток – это видоизмененный спорангий, состоящий из многоклеточного *нуцеллуса*, окруженного снаружи *интегументом* (покровом). Края интегумента на верхушке не срастаются, образуя *микропиле* (пыльцевход), которое ведет в пыльцевую камеру. В нуцеллусе



Начало

Содержание

◀ ▶

◀▶

Страница 92 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

выделяется одна клетка – *материнская клетка макроспор*, или *мегаспороцит*, из нее в результате мейоза образуются четыре гаплоидные мегаспоры (т.е. нуцеллус – это мегаспорангий). Три мегаспоры отмирают, а четвертая прорастает, не высыхаясь из спорангия. Она при этом делится митотически и образуется *женский гаметофит* (*первичный эндосперм*). Женский гаметофит сосны многоклеточный и бесцветный, он запасает большое количество питательных веществ.

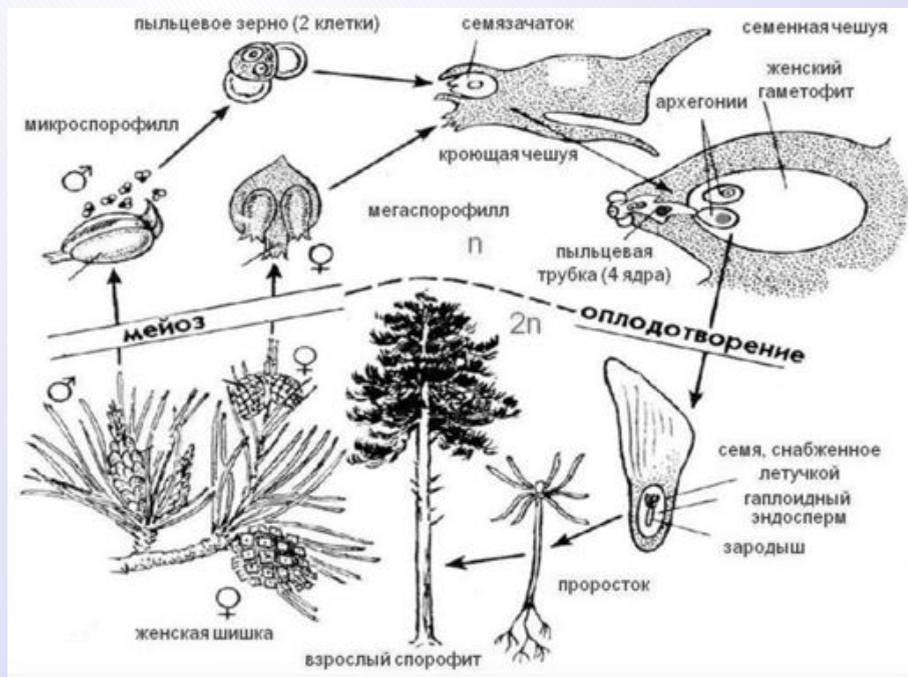


Рисунок 1.40 – Цикл развития сосны обыкновенной

В микропиллярной зоне женского гаметофита образуются два архегония, в каждом из них находится по одной яйцеклетке.

Мужская шишка состоит из оси и тесно расположенных на ней микро­спорофиллов. На нижней стороне микро­спорофилла развиваются по два микро­спорангия (пыльцевые мешки). Внутри молодого микро­спорангия имеется



Начало

Содержание



Страница 93 из 217

Назад

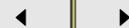
На весь экран

Закрыть

археспорий, который затем образует *спорогенную ткань*. Спорогенные клетки сначала делятся митозом и превращаются в *микроспороциты*, или *материнские клетки микроспор*. Они делятся мейозом каждая из них дает тетраду гаплоидных *микроспор*. Здесь же, внутри микроспорангия, из микроспор образуются мужские гаметофиты – *пыльца*, или *пыльцевые зерна*, не выходящие за пределы оболочки микроспор. Они снаружи покрыты оболочкой, состоящей из *экзины* (наружная оболочка) и *интины* (внутренняя оболочка). Экзина в некоторых местах отстает от интины и образуются два воздушных пузыря, облегчающие перенос пылинки при помощи ветра. Потом ядро микроспоры делится митозом и образуется два ядра, а затем – две клетки, которые называются *проталлиальная* и *антеридиальная*. Проталлиальная клетка делится еще один раз и образуются две проталлиальные клетки, которые вскоре отмирают. Антеридиальная клетка также делится, образуя *сперматогенную* и *сифоногенную* (вегетативную) клетки. Таким образом, мужской гаметофит сосны сначала состоит из четырех клеток, но в конце их остается только две. На этой стадии развитие мужского гаметофита – пылинки – в микроспорангии заканчивается, завершается оно уже после опыления. Микроспорангий вскрывается, пыльца высыпается, разносится ветром и попадает на семязачаток. Так происходит опыление.

Затем пылинка начинает прорастать. При этом сифоногенная клетка образует *пыльцевую трубку*. Но женский заросток с архегониями к этому времени (начало лета) еще не сформировался, а в мужских заростках еще не сформировались мужские гаметы. Таким образом, сразу после опыления у сосны оплодотворение невозможно, оно произойдет только после перезимовки, т.е. у сосны между опылением и оплодотворением проходит больше года, и 12–14 месяцев пыльца находится в пыльцевой камере семязачатка. Чешуи женских шишек смыкаются, шишка разрастается, становится зеленой, а затем одревесневает. Но у ели, лиственницы, пихты оплодотворение происходит вскоре после опыления.

Оплодотворению предшествует образование мужских гамет – *спермиев*, которые не имеют жгутиков. За счет деления спермагенной клетки и возникают два спермия. Пыльцевая трубка с ними проникает через ткань нуцеллуса, входит в один из архегониев, вскрывается, содержимое ее изливается вблизи одной яйцеклетки, спермии выходят из пыльцевой трубки, и один из них оплодотворяет одну из

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 94 из 217](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

яйцеклеток, в результате образуется зигота. Второй спермий и вторая яйцеклетка отмирают. Таким образом, оплодотворение происходит внутри семязачки. Мужские гаметы находятся в пыльцевой трубке и переносятся ее содержимым, которое заменило водную среду. Половой процесс отошел, наконец, от водной среды. Такой тип полового процесса называется *сифоногамия* (от греч. *siphon* – трубка и *gameo* – вступаю в брак).

После оплодотворения семязачаток начинает разрастаться и превращается в семя, при этом из зиготы развивается зародыш нового спорофита, состоящий из зародышевого корешка, зародышевого стебелька и зародышевой почки. Ткань женского заростка разрастается, обогащается запасными питательными веществами, превращается в эндосперм семени (он, следовательно, гаплоидный). Нуцеллус постепенно разрушается, сохраняясь в зрелом семени только в виде тонкой пленки. Из покровов семязачатка образуется семенная кожура. Из поверхностных тканей семенной чешуи шишки, на которой сидит семя, формируется прозрачное крылышко семени, способствующее распространению семени при помощи ветра.

Семя голосеменных – сложное структурное образование, состоящее из кожуры, эндосперма и зародыша. После оплодотворения до созревания семени проходит до 8 месяцев, а с момента опыления – около двух лет.

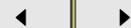
В цикле развития сосны обыкновенной происходит смена поколений с преобладанием спорофита. Гаметофиты разнополы, сильно редуцированы и живут за счет спорофита. Мужской гаметофит (пыльцевое зерно) самостоятельно существует только определенное время, лишь в период от высывания из пыльника до попадания на семязачку. Семя у голосеменных – это одновременно орган расселения, размножения и возобновления. Кроме того, семя выполняет и защитную функцию, способствуя переживанию зародышем неблагоприятных условий, и снабжают проросток на первых порах развития питательными веществами, что снижает зависимость проростка от внешней среды уменьшается.

## ТЕСТ № 2



Начало

Содержание



Страница 95 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Тема 5. Морфология и функции цветка. Бесполое и половое размножение цветковых растений.

*Цветок* – это видоизмененный, укороченный, неразветвленный спороносный побег, приспособленный для выполнения функции размножения. Цветки имеют только покрытосеменные (цветковые) растения.

Цветки функционируют и как спороносные, и как половые структуры, в них происходит образование спор (микро- и макроспор), гамет, мужского и женского **гаметофитов**, перенос различным способом пыльцы, оплодотворение, образование семян и плодов, их распространение.

**Гипотезы происхождения цветка.** Поскольку между голосеменными и покрытосеменными растениями имеется некоторое сходство в процессе размножения (наличие семязачатков, сильная редукция гаметофитов и др.), возможный предковый орган цветка стали искать у ископаемых голосеменных. Так возникли псевдантовая и эуантовая (эвантовая), или стробильная, гипотезы происхождения цветка (**рисунок 41**).

*Псевдантовую* (от греч. *pseudo* – ложь, *anthos* – цветок) гипотезу разработал в 1900 г. Р. Веттштейн. В качестве предков покрытосеменных он рассматривал ископаемые голосеменные эфедровые, у которых еще не было типичных шишек, но были однополые структуры, называемые микростробилами и мегастробилами. Микростробил внешне был похож на тычинку покрытосеменных, а группа микростробиллов – на их соцветия. Мегастробил состоит из одного семязачатка и окружен покровом. Р. Веттштейн считал, что из микростробила мог возникнуть тычиночный цветок с простым околоцветником, а из мегастробила – голый женский цветок. Образование обоеполого цветка, по его мнению, происходило путем случайного объединения разнополых стробиллов (цветков). При этом женский стробил (цветок) находился в центре такого объединения (соцветия), а мужские стробилы (цветки) располагались вокруг женского. Таким образом, псевдантовая теория рассматривает цветок как метаморфоз целого соцветия, т.е. в цветке каждая тычинка, каждый пестик гомологичны отдельному цветку. Согласно этой гипотезе, признаками примитивного строения цветка являются: цветки мелкие, однополые, с невзрачным околоцветником или без него, опыляются ветром. Такие примитивные



Начало

Содержание



Страница 96 из 217

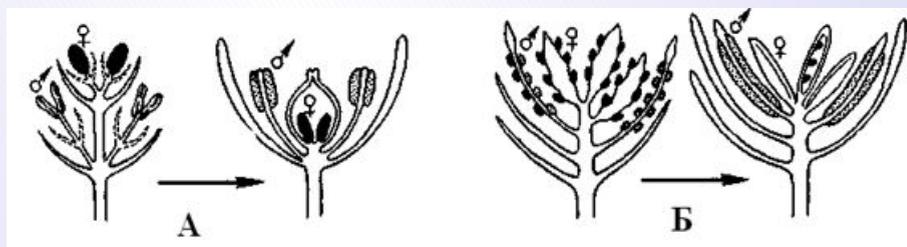
Назад

На весь экран

Закрыть

цветки имеют однопокровные – буковые, березовые, ореховые, у которых развиты характерные соцветия сережки с однополыми цветками и простым околоцветником.

Эта гипотеза в свое время сыграла определенную роль и была положена в основу некоторых систем покрытосеменных растений. Однако в настоящее время эта гипотеза имеет только исторический интерес. Доказательств возможности объединения стробил не найдено. Простой невзрачный околоцветник или его отсутствие у сережкоцветных, раздельнополюсть цветков может быть следствием упрощения цветка, редукции отдельных его элементов в связи с приспособлением к ветроопылению.



**Рисунок 1.41 – Гипотезы происхождения цветка (схемы)**

А – стробильная (эвантовая), Б – псевдантовая гипотезы происхождения цветка

*Стробильная, или эвантовая* (от греч. *eu* – настоящий, *anthos* – цветок) гипотеза происхождения цветка развита Э. Арбер и Дж. Паркиным в 1907 г. под влиянием открытия мезозойских голосеменных беннеттитов с обоеполым стробилом своеобразного строения: снаружи стробил был окружен спирально расположенными верхушечными листьями, выше на вытянутой оси располагались микроспорофиллы с группами (сорусами) микроспорангиев, наверху стробила находились мегаспорофиллы, имеющие вид стерженьков с семязачатками на их верхушке. Такой стробил по строению напоминает цветок некоторых покрытосеменных, в частности, магнолии. Цветок, как считали Э. Арбер и Дж. Паркин – это одна из модификаций стробила – **антостробил**.

В соответствии с этой гипотезой, более примитивными цветками являются крупные, обоеполые, актиноморфные цветки с большим числом членов цветка, не



Начало

Содержание



Страница 97 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

сросшихся друг с другом, расположенных спирально на удлиннном цветоложе, с двойным околоцветником, верхней завязью, опыляющиеся животными.

*Теломную гипотезу* происхождения цветка предложил немецкий ботаник В. Циммерман. Созданию этой теории способствовало открытие псилофитов, которые представляют наиболее примитивную группу высших растений. Поскольку в строении их тела отсутствовал лист, стало очевидным, что лист не является исходным органом высших растений, он образовался в результате приспособительной эволюции. В. Циммерман считает, что все органы высших растений развились из теломов псилофитов. При этом стерильные теломы и фертильные **теломы**, несущие спорангии, в процессе эволюции срастались в синтеломы. В дальнейшем стерильные синтеломы дифференцируются на листья и оси побега, а фертильные преобразуются в спорофиллы. Таким образом, микроспорофиллы и макроспорофиллы, согласно теломной теории, имеют не листовое, а осевое происхождение. Сторонники теломной теории считают, что тычинки никогда не имели листового облика, и приводят примеры разветвленных тычинок мальвовых, некоторых молочайных, в то же время игнорируя ярко выраженный листовый характер тычинок разных многоплодниковых.

Имеются и другие гипотезы происхождения цветка, но ни одна из них не является общепринятой.

Основными частями цветка являются *цветоложе, околоцветник*, состоящий из *чашечки* и *венчика* или из одного из этих кругов, *тычинки, пестики* (рисунки 1.42). Чашечка и венчик являются *стерильными* частями цветка, а тычинки и пестики – *фертильными*.

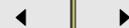
Однако цветки очень разнообразны по строению. У них иногда отсутствует околоцветник, тогда цветки называются голыми. Если в цветке содержатся тычинки и пестики, его называют обоеполым, такие цветки свойственны большинству покрытосеменных.

Помимо обоеполых цветков встречаются и такие, у которых могут отсутствовать или тычинки, или пестики. Такие однополые цветки называются соответственно пестичными, или женскими, и тычиночными, или мужскими. Если раздельнополые цветки располагаются на одном и том же экземпляре, то такие растения называют *однодомными* (огурец, кукуруза, береза). Растения, у которых тычиночные и



Начало

Содержание



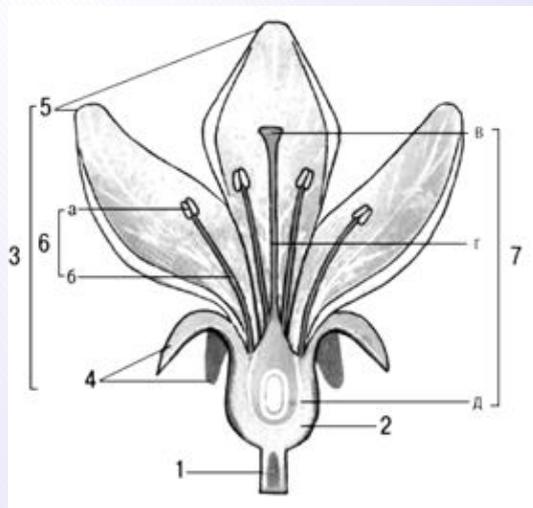
Страница 98 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

пестичные цветки располагаются на разных экземплярах, называют *двудомными* (крапива двудомная, тополь, ива). У многих растений наряду с обоеполыми цветками встречаются и раздельнополые, распределение их различно. Такие растения называют *многодомными*, или *полигамными* (многие клены, гречишные). Широко распространено явление так называемой женской двудомности, т.е. сочетания экземпляров с обоеполыми и только женскими цветками. Мужская двудомность у растений встречается реже.



**Рисунок 1.42 – Обобщенная схема строения цветка (продольный разрез)**

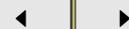
- 1 – цветоножка; 2 – цветоложе; 3 – околоцветник; 4 – чашелистики;  
 5 – лепестки; 6 – тычинки (а – пыльник; б – тычиночная нить);  
 7 – пестик (в – рыльце; г – столбик; д – завязь)

Очень редко в цветке наблюдается редукция и тычинок, и пестиков (подсолнечник, калина, воронковидные цветки василька синего). Такие цветки называются стерильными. Они, как правило, располагаются по периферии соцветий, в центре которых находятся обоеполые цветки, и играют роль в привлечении насекомых для опыления.



Начало

Содержание



Страница 99 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

**Цветоложе и расположение частей цветка на нем.** Ось цветка, на которой размещаются все его элементы, называется *цветоложе*. Оно отличается сильно укороченными междоузлиями и ограниченным ростом в длину. Цветоложе может быть сильно вытянутым, как у магнолии, конусовидным, как у малины, выпуклым (у лютика, земляники), вогнутым (вишня, роза), плоским. Длинные оси свидетельствуют об осевом происхождении цветоложе, они встречаются у примитивных цветков, например, у магнолии. В процессе эволюции форма цветоложе менялась от вытянутой конической до плоской и вогнутой.

У некоторых цветков бокальчато вогнутое цветоложе срастается с нижними частями околоцветника и тычинок и образуется особая структура, называемая *гипантием* (у многих представителей семейства розоцветные). У большинства покрытосеменных растений цветоложе плоское.

На цветоложе в определенном порядке расположены другие элементы цветка – чашелистики, образующие чашечку, лепестки, образующие венчик, тычинки и пестики.

С наличием длинной оси связано обычно *спиральное*, или *ациклическое* расположение элементов цветка (у адониса, кувшинки белой, магнолии). В процессе эволюции ось цветка укорачивалась, спираль все больше сжималась, и спиральное положение частей цветка переходило в *циклическое*, или *круговое*, где они располагаются концентрическими кругами (горох, колокольчик). Промежуточное положение занимают *полукруговые*, или *гемциклические* цветки, как например, у лютика, у которого листочки околоцветника располагаются по кругу, а тычинки и пестики – по спирали. У земляники, лапчатки по спирали располагаются только пестики.

Преобладающими у покрытосеменных в настоящее время являются циклические цветки. Количество кругов в них различное. Наиболее распространены 5-круговые и 4-круговые цветки. У 5-круговых имеется 2 круга околоцветника, 2 круга тычинок, 1 круг пестиков (гвоздичные, гераниевые и др.). У 4-круговых есть 2 круга околоцветника, 1 круг тычинок и 1 круг пестиков (губоцветные, норичниковые и др.). Количество кругов может быть и меньше, уменьшение может дойти до одного круга – это голые однополые цветки. Число элементов (членов) цветка в каждом круге может быть одинаковым. Например, у тюльпана цветок имеет 2



Начало

Содержание



Страница 100 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



круга околоцветника по 3 члена в каждом круге, 2 круга тычинок по 3 в каждом, 3 плодолистика образуют один пестик. Такие цветки называют *изомерными*. Если количество элементов в круге неодинаковое, то цветок называют *гетеромерным*. Например, у маковых чашечка состоит из 2 чашелистиков, венчик – из 4 лепестков, тычинок – 2, 4 или много, пестик – из 2 или многих плодолистиков. Количество членов цветка обычно постоянное для каждого вида. При этом у однодольных, как правило, 3-членные цветки, у двудольных – 4- и 5-членные.

В циклических цветках видно, что члены круга чередуются с членами соседних кругов, а не противостоят им. Отсюда выводится *правило чередования кругов*. Если тычинки образуют 2 круга, то в наружном круге они располагаются напротив чашелистиков, т.е. в промежутке между лепестками, а тычинки внутреннего круга противостоят лепесткам. В четырехкруговой цветке, в котором сохраняется или внешний, или внутренний круг тычинок, это правило может быть нарушено.

Строение цветка подчиняется и другому правилу – *правилу кратных отношений*. Оно означает, что число элементов одного круга кратно числу элементов другого круга цветка. Например, у цветков ослинника, Иван-чая – 4 чашелистика, 4 лепестка, 8 тычинок, пестик образован из 4 сросшихся плодолистиков. У гвоздики травянки в цветке 5 чашелистиков, 5 лепестков, 10 тычинок, пестик из 5 плодолистиков.

Через центр цветка и кроющий лист можно провести плоскость, которая называется медианной. Плоскость, проходящая через прицветнички и центр цветка, т.е. перпендикулярно предыдущей, называется поперечной, или трансверсальной. Это основные плоскости симметрии в цветке. Если других плоскостей симметрии в цветке провести нельзя, то такой цветок называется *двусторонне-симметричным* (билатерально-симметричным), например у крестоцветных. Если через цветок можно провести несколько плоскостей симметрии, каждая из которых делит его на 2 равные части, то цветок называется *актиноморфным* у лютика, вишни, лилии. Если через цветок можно провести одну плоскость симметрии, то он называется *зигоморфным* у гороха, фиалки. Цветки, через которые нельзя провести ни одной плоскости симметрии, называются *асимметричными*, они встречаются редко, например, у канны ([рисунок 1.43](#)).

[Начало](#)

[Содержание](#)

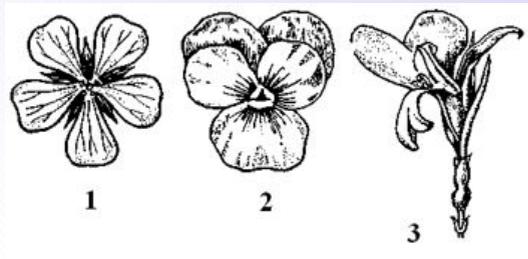


Страница 101 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



**Рисунок 1.43 – Симметрия цветка**

1 – актиноморфный; 2 – зигоморфный; 3 – асимметричный

Актиноморфные цветки считают более примитивными. Зигоморфные цветки возникли в процессе эволюции в связи с приспособлением к избирательному насекомопопылению. Актиноморфные же цветки открыты для опыления различными насекомыми, которые, посещая их, приносят пыльцу с разных видов растений, однако чужеродная пыльца не будет прорасти на рыльце их пестика. У многих зигоморфных цветков есть свои опылители, и их эволюция шла совместно по пути тесной специализации, тесных приспособлений цветка и насекомого-опылителя друг к другу.

**Околоцветник** включает в себя круг *чашечки*, состоящей из *чашелистиков*, и круг *венчика*, состоящего из *лепестков*. У разных растений околоцветник разнообразен по величине, строению, окраске, запаху. Если он состоит либо из чашечки, либо из венчика, то его называют *простым* (у тюльпана, ландыша). Если околоцветник дифференцирован на чашечку и венчик, четко различающихся друг от друга, то он называется *двойным* (яблоня, горох). В зависимости от степени развития околоцветника различают следующие типы цветков (**рисунок 1.44**):

1) *ахламидный* – околоцветник отсутствует, цветки голые (ясень, калла, осока, ива);

2) *монокламидный* (или гаплокламидный) – цветки с простым околоцветником, элементы которого располагаются в один круг (крапива, калужница, свекла, лебеда);

3) *диплокламидный* – цветки с двухкруговым околоцветником. Они бывают двух видов: *гомохламидный* – цветок с простым околоцветником, состоящим из



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 102 из 217

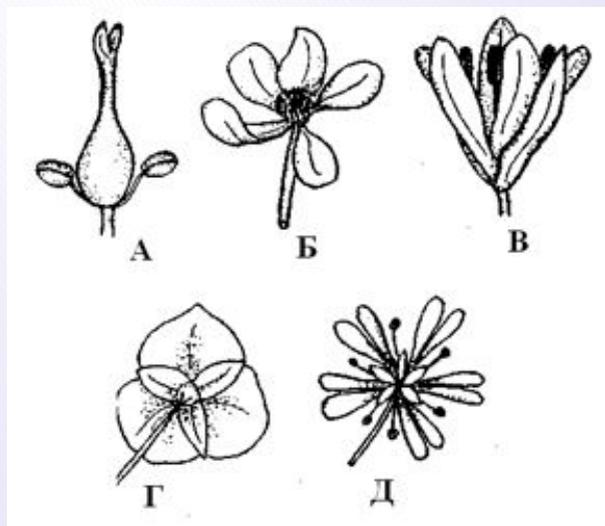
Назад

На весь экран

Закрыть

одинаковых или чашечковидных, или венчиковидных листочков, характерен для однодольных (тюльпан, камыш), и *гетерохламидный* – околоцветник двойной, состоит из чашечки и венчика; характерен для двудольных (яблоня, лютик, горох) и некоторых однодольных (частуха подорожниковая);

4) различают еще *апохламидные* цветки. В них околоцветник отсутствует, например, у женских цветков березы, но поскольку у мужских цветков он имеется, отсутствие его у женских представляет собой явление вторичное, т.е. как результат редукции; внешне апохламидный цветок сходен с ахламидным цветком.



**Рисунок 1.44 –Разнообразие цветков по характеру околоцветников**

А – ахламидный (голый) обоеполюый цветок ясеня;

Б – гапlochламидный цветок калужницы; В – гомохламидный цветок гусиного лука;

Г, Д – гетерохламидные цветки частухи (Г) и звездчатки (Д)

**Роль околоцветника.** Чашелистики участвуют в фотосинтезе, поскольку чаще всего имеют зеленую окраску. Они играют также защитную роль, защищая тычинки и пестики, особенно когда цветок находится в состоянии бутона, а многие цветки даже закрываются при наступлении неблагоприятных условий. Например,



Начало

Содержание



Страница 103 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

при изменении температуры закрываются цветки тюльпана, цветки кувшинки закрываются вечером, что связано с изменением интенсивности освещения. Движения чашелистиков и лепестков связаны с укорочением и удлинением их оснований с внутренней стороны: укорочение вызывает закрывание цветка, удлинение – его раскрытие. Иногда чашечка остается при плодах в виде засохших листочков, как у яблони, груши, у физалиса она сильно разрастается вокруг плода, приобретает ярко-оранжевую окраску, привлекающую животных, распространяющих плоды и семена. У плодов сложноцветных чашечка имеет вид волосков или крючков, способствующих распространению плодов и семян. Венчик также защищает тычинки и пестики, кроме того, способствует привлечению насекомых-опылителей благодаря яркой окраске лепестков.

**Нектарники.** Нектар вырабатывается в нектарниках. Они могут располагаться на чашелистках, лепестках, у тычинок, на цветоножке. Бывают и внецветковые нектарники. Форма их различная: ямки, бугорки, диски, валики. Иногда нектар собирается в особых полых выростах лепестков или листочков простого околоцветника – *шпорцах* (у львиного зева, живокости, фиалки).

*Нектар* – это водный раствор органических веществ, главным образом сахаров, а также азотистых, пахучих веществ, кислот, ферментов. Количество нектара, выделяемое отдельным цветком за время цветения, у разных растений различное: у липы 0,15–7,5 мг, у малины – до 14 мг. Чтобы собрать 1 г меда, пчела должна посетить 1500 цветков белой акации, для 1 кг меда – до 6 миллионов цветков клевера.

**Андроцей.** Тычинок в цветке бывает от одной (у любки двулистной), двух (у вероники) до очень большого количества (магнолиевые, лютиковые). Совокупность тычинок цветка называется андроцей. Располагаются в цветке они либо по спирали (магнолиевые, лютиковые), либо по кругу (розоцветные, гвоздичные).

У высокоразвитых цветковых растений тычинка состоит из тонкой *тычиночной нити*, *пыльника*, имеющего две половинки (две теки), и *связника*. Связник является продолжением тычиночной нити, он состоит из паренхимной ткани и соединяет теки пыльника. У некоторых растений сохраняется продолжение связника (надсвязник) над пыльником (**рисунок 1.45**).



Начало

Содержание

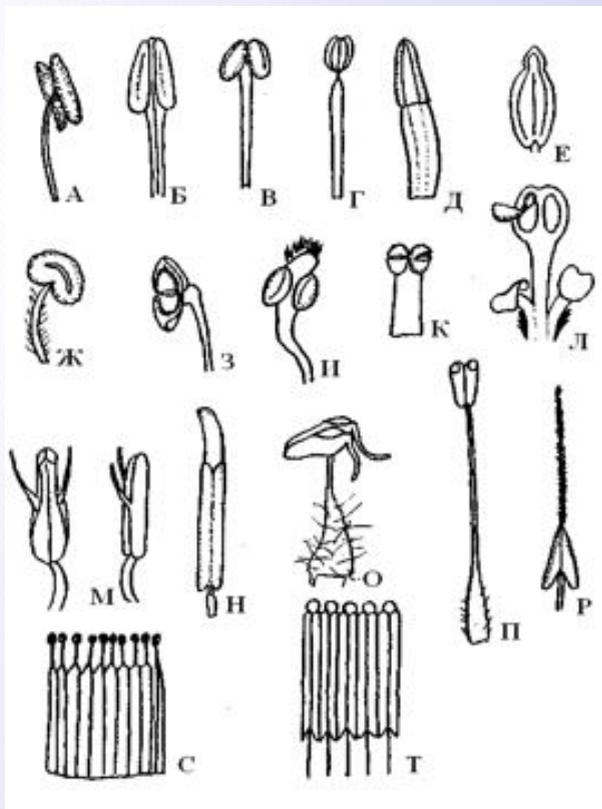


Страница 104 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть



**Рисунок 1.45 – Морфологическое разнообразие тычинок**

А– роза; Б– чистяк; В– горец змеиный; Г– чистотел; Д– стрелолист; Е– незабудка;  
 Ж– живучка; З– пикульник; И– барвинок; К– пиксидантера; Л – лавровые;  
 М– черника; Н– василек синий; О – толокнянка, багульник; Р– олеандр;  
 С– двубратственный андроцей чины; Т– слипшиеся пыльники цикория

Внутри пыльника находятся *пыльцевые гнезда (микроспорангии)*, в которых образуются сначала *микроспоры*, развивающиеся потом в *пылинки*. Число гнезд может быть 2, чаще 4, иногда одно (некоторые омеловые) или много (горечавковые, мимозовые). Таким образом, пыльник представляет собою синангий (совокупность спорангиев). У некоторых видов растений часть тычинок недоразвитая и



Начало

Содержание



Страница 105 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

представлена тычиночными нитями, лишенными пыльников. Такие бесплодные тычинки называются *стаминодиями* (лен, многие гвоздичные, аистник), часто стаминодии превращаются в нектарники (у купальницы, белозора).

В некоторых семействах наблюдается срастание тычинок и различают андроцей *однобратственный*, *двубратственный* и многобратственный. В *однобратственном* андроцее все тычинки сращены в одну группу (люпин, стальник). Если тычинки срастаются в две группы, то андроцей называется *двубратственным* (горошек, тыква). Если образуется несколько групп (пучков) сросшихся тычинок (у зверобоя) или если все тычинки свободные, то андроцей называется *многобратственным*. Свободные тычинки могут располагаться по спирали (магнолиевые, лютиковые) или кругами (розоцветные, гвоздичные).

**Онтогенез тычинки.** Тычинки закладываются на цветоножке в виде бугорков после заложения элементов околоцветника. Из них сначала формируется пыльник, а позже путем интеркалярного роста образуется тычиночная нить. Бугорок на ранних стадиях развития состоит из однородных меристематических клеток и разрастается равномерно. Затем клетки поверхностного слоя делятся антиклинально и формируют эпидермис, имеющий типичное для этой ткани строение: утолщена наружная периклиальная клеточная стенка, образуется кутикула, иногда слой воска. Все остальные клетки длительное время сохраняют меристематический характер, что приводит к увеличению бугорка. Затем происходит его дальнейшая дифференцировка, в результате которой бугорок приобретает четырехлопастную форму, и в каждой лопасти будет сформировано по одному *микроспорангию*, или *пыльцевому гнезду* (рисунок 45).

В каждой из лопастей пыльника под *эпидермой* выделяется по одной *археспориальной клетке*, или *клетке первичного археспория*. Они отличаются более крупными размерами, крупным ядром. Эти клетки сначала делятся митозом параллельно поверхности органа, т.е. периклиально и образуют клетки двух типов: *париетальные* (наружные) и внутренние – *спорогенные*, или *вторичного археспория*. Из париетальных клеток в результате их периклиального и антиклинального митотического деления образуется стенка пыльника, окружающая спорогенные клетки.



Начало

Содержание

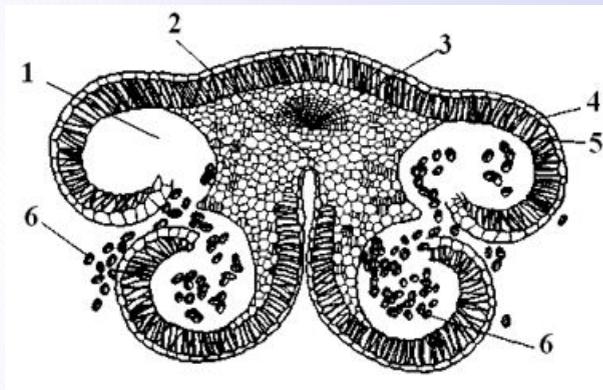


Страница 106 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.46 – Строение вскрывшегося пыльника**

А– роза; Б– чистяк; В– горец змеиный; Г– чистотел; Д– стрелолист; Е– незабудка;  
 Ж– живучка; З– пикульник; И– барвинок; К– пиксидантера; Л – лавровые;  
 М– черника; Н– василек синий; О – толокнянка, багульник; Р– олеандр;  
 С– двубратственный андроцей чины; Т– слипшиеся пыльники цикория

Стенка пыльника у разных видов покрытосеменных растений имеет разную толщину, но общий план строения. Она состоит из *фиброзного слоя*, или *эндотеция*, который лежит сразу под эпидермой, из *срединного*, или *среднего слоя* (слоев), который вскоре исчезает; самый внутренний слой стенки пыльника – *тапетум*, или *выстилающий слой*.

Клетки второго слоя – *срединного* – обычно мелкие, их оболочки тонкие, первичные. Этот слой существует недолго, толщина его различная. Полагают, что содержимое клеток этого слоя идет на питание развивающихся микроспор.

Клетки самого внутреннего слоя – *тапетального* – выстилают микроспорангий. У некоторых растений он может состоять из двух и более слоев. Считают, что тапетум обеспечивает нормальное протекание мейоза при образовании микроспор, принимает участие в питании микроспор и пыльцы, а также в формировании оболочки пыльцевых зерен.

Клетки спорогенной ткани (вторичного археспория) становятся *материнскими клетками микроспор*, или *микроспороцитами*. Они диплоидные, покрыты тонкой



Начало

Содержание



Страница 107 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

оболочкой, ядро у них крупное, цитоплазма густая, невакуолизирована. Они заполняют всю полость микроспорангия (пыльцевого гнезда), вначале плотно прилегая друг к другу. Затем эти клетки покрываются каллозой, разъединяются и свободно располагаются в пыльцевом гнезде. После этого происходит процесс *микроспорогенеза*.

**Микроспорогенез.** Микроспоры возникают из материнских клеток микроспор в результате мейоза. В результате каждый микроспороцит образует тетраду гаплоидных микроспор. Затем происходит цитокинез, т.е. образование клеточных перегородок.

Выделяют *последовательный*, или *сукцессивный* и *одновременный*, или *симультанный* типы формирования тетрад микроспор. Сукцессивный тип характеризуется тем, что образование клеточных стенок происходит последовательно, в два этапа. Сначала, после деления ядра микроспороцита в мейозе I формируется клеточная перегородка между дочерними ядрами и образуется диада, затем в мейозе II делятся ядра диады и между вновь образовавшимися ядрами формируется перегородка и образуется тетрада микроспор. При втором типе – *одновременном*, или *симультанном* – цитокинез происходит после второго деления и сразу одновременно образуется тетрада микроспор. Сукцессивный тип встречается у большинства однодольных растений, а симультанный – у двудольных.

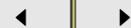
Обычно тетрады существуют недолго, после разрушения оболочки микроспороцита они распадаются на отдельные микроспоры. Однако, у некоторых растений (вересковых, росянки, рогоза) микроспоры остаются в тетрадах, образуя сложные пыльцевые зерна. У орхидных все пылинки остаются в единой массе, образуя *поллиний* (рисунок 1.47).

Каждая микроспора представляет собой округлую одноядерную гаплоидную клетку, покрытую тонкой первичной оболочкой. Затем в пыльцевом гнезде начинается новый процесс – процесс прорастания микроспоры в пыльцевое зерно, или пылинку, являющуюся *мужским гаметофитом*.



Начало

Содержание



Страница 108 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

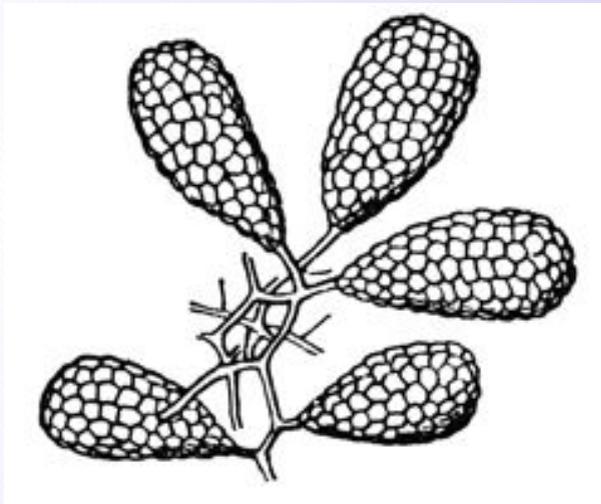


Рисунок 1.47 – Поллиний у орхидных

### *Образование мужского гаметофита. Строение пыльцевого зерна.*

Образование мужского гаметофита начинается с митотического деления ядра микроспоры. В результате образуются два ядра. Одно из них более крупное, располагается в центральной части клетки и называется *вегетативным* ядром. Второе ядро находится вблизи оболочки и называется *генеративным*

Затем происходит образование двух клеток – крупной *вегетативной*, или *сифоногенной*, клетки и маленькой *генеративной* клетки. Генеративная клетка сначала прилегает к оболочке микроспоры, но потом все более перемещается в цитоплазму вегетативной клетки.

Одновременно происходит формирование оболочки мужского гаметофита. Она у пыльцевого зерна является двойной и состоит из наружной – *экзины* и внутренней – *интины*. Экзина толстая, кутинизированная, состоит из двух слоев. Наружный слой ее чаще всего имеет ямки, шипики, бугорки и т.д. (**рисунок 1.48**), они наиболее развиты у энтомофильных растений и облегчают прикрепление пыльцы к телу опылителя. У ветроопыляемых растений экзина гладкая. Экзина содержит в себе спорополленин – вещество, нерастворимое в кислотах и щелочах, выдерживающее



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 109 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

температуру до 300 °С, поэтому экзина очень устойчива к различным воздействиям и обеспечивает длительную жизнеспособность пыльцы, а также ее сохранность в ископаемом состоянии.

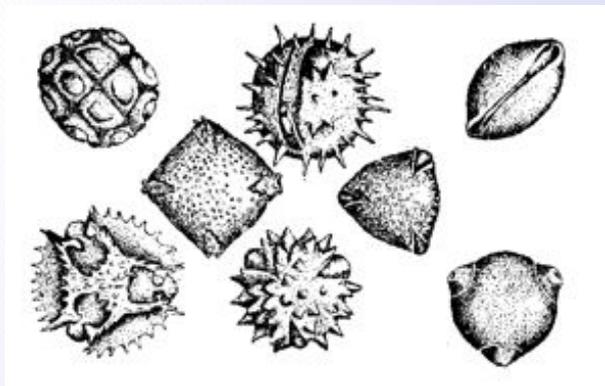


Рисунок 1.48 – Пыльцевые зерна покрытосеменных растений

Экзина имеет тонкие места или даже сквозные прорывы, называемые *апертурами*. Через апертуры происходит выход пыльцевой трубки при прорастании пыльцевого зерна. Апертуры по форме делятся на *борозды* и *поры*, количество их различное, и различают бороздные и поровые пыльцевые зерна.

*Интина* – тонкая, состоит из пектиновых веществ, обладает эластичностью, поэтому при прорастании пылинки она сильно растягивается и образует пыльцевую трубку, которая через апертуру выходит наружу.

Пыльцевое зерно, покидающее пыльник, может быть *двуклеточным* или *трехклеточным*. У двудольных растений с образованием сифоногенной и генеративной клеток развитие пылинки в пыльцевом гнезде заканчивается, и такая пыльца (мужской гаметофит) называется двуклеточной. Образование мужских гамет (спермиев) у такой пыльцы произойдет только в пыльцевой трубочке, после того, как пыльца попадет на рыльце пестика и начнет прорастать. В этом случае ядро генеративной клетки разделится митозом и после цитокинеза в пыльцевой трубочке возникнут два *спермия* – две мужские гаметы. У однодольных растений



Начало

Содержание



Страница 110 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

генеративная клетка делится митозом тогда, когда пыльца еще находится в пыльцевом гнезде. Поэтому такая пылинка состоит из вегетативной клетки и двух спермиев и называется трехклеточной пыльцой, или трехклеточным мужским гаметофитом.

Мужской гаметофит покрытосеменных растений более редуцирован. Он состоит всего из двух или трех клеток, при его развитии из микроспоры до образования гамет происходит только два митотических деления вместо четырех, свойственных, например, сосне. У цветковых полностью утрачены проталлиальные клетки и антеридиальная клетка, присущие голосеменным (рисунок 1.49).

Типы развития гаметофита	Микроспора	Развитие мужского гаметофита			
		1	2	3	4
Тип сосны					
Тип цветкового растения		×	×		×

Рисунок 1.49 – Схемавозникновения мужского гаметофита у сосны (верхний ряд) и у цветкового растения (нижний ряд)

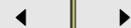
ПК1, ПК2 – проталлиальные клетки; СпК – спермагенная клетка; КН – клетка-ножка; СК – сифоногенная клетка; ГК – генеративные клетки

Внутреннее содержимое пылинки очень богато питательными веществами, и пыльца является важным источником питания для насекомых. В ней имеются различные сахара, аминокислоты, жиры, каротиноиды, ферменты, витамины (по относительному содержанию витаминов пыльца превосходит все остальные части растения), гормоны, многие неорганические вещества.



Начало

Содержание



Страница 111 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Количество пылинок в пыльниках различно у разных видов, обычно от десятков до сотен тысяч. В цветке образуется значительно большее количество пыльцы, чем это требуется для оплодотворения. Целесообразность образования такого большого количества пыльцы заключается в том, что благодаря этому обеспечивается оплодотворение при любых условиях, даже неблагоприятных.

После созревания пыльцы происходит раскрытие пыльника. Способы вскрывания его многообразны, наиболее распространено раскрытие продольной щелью.

Скорость прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок различная у разных растений и колеблется от нескольких минут до часов, дней и даже месяцев. Внешние условия, особенно температура и влажность, играют при этом важную роль. Обычно высокая температура и низкая влажность ускоряют рост пыльцевых трубок, а низкая температура и высокая влажность, наоборот, снижают.

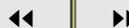
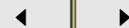
Раздел ботаники, изучающий пыльцу и споры растений, называется *палинология*. Поскольку пыльца хорошо сохраняется в ископаемом состоянии, то можно установить состав флоры предыдущих периодов, а также климат прошлого. Морфология пыльцевых зерен, строение их оболочек являются устойчивым видоспецифическим признаком и широко используются в систематике растений. Изучение спор и пыльцы важно для пчеловодства, а также для медицины, поскольку с одной стороны пыльца является источником витаминов и других, полезных для человека веществ, но в то же время пыльца некоторых растений является сильным аллергеном.

*Гинецеем* называют совокупность плодолистиков в цветке, образующих один или несколько пестиков. Пестик в цветке составляет самый внутренний круг.

**Строение пестика.** Пестик состоит из нижней расширенной части – *завязи*, *столбика* (в совершенном типе гинецея) или *стилодия* (в примитивном гинецее) и *рыльца*. Плодолистики могут срастаться в разной степени (**рисунок 36**). Иногда срастаются только основания завязей, чаще срастаются завязи на всем протяжении, но стилодии (вытянутая верхушка плодолистика) и рыльца остаются свободными, иногда стилодии срастаются полностью, образуя столбик, на верхушке которого находится рыльце. Таким образом, столбик свойственен только пестику, в котором плодолистики полностью срослись.

[Начало](#)

[Содержание](#)

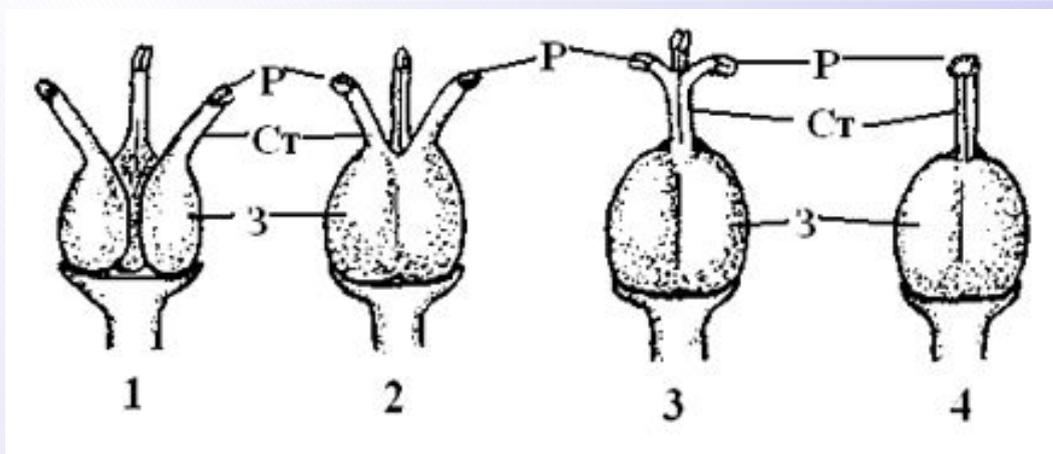


Страница 112 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



**Рисунок 1.50 – Гинецей, образованный тремя плодолистиками**

1 – апокарпный; 2–4 – ценокарпный в разных степенях срастания плодолистиков;  
 P – рыльце; Ст – столбик; З – завязь

Столбик не является обязательной частью пестика, например, он отсутствует у большинства лютиковых, магнолиевых, у мака, многих ветроопыляемых. В цветках некоторых растений происходит неравномерное разрастание завязи, в результате чего столбик отходит как бы сбоку завязи (у лапчатки, земляники) или между ее лопастями (бурачниковые, губоцветные).

Иногда в цветках растений одного вида столбик имеет различную длину, например, у первоцвета. Это явление называется *разностолбчатостью*, или *гетеростилией*. Вообще размеры столбика сильно варьируют. Например, у крокуса длина столбика до – 20 см, у кукурузы – до 50 см, у крестоцветных они короткие, а у мака нет вовсе, рыльце у него сидячее.

Рыльца тоже бывают различной величины и формы. Они могут быть двух-, трех- и многолопастными, вздутыми, головчатыми, воронковидными, перистыми. Поверхность рыльца редко бывает гладкой, обычно она покрыта волосками, сосочками, выделяющими сахаристую жидкость, которая удерживает пылинки и способствует их прорастанию (рисунок 1.51).



Начало

Содержание

◀ ▶

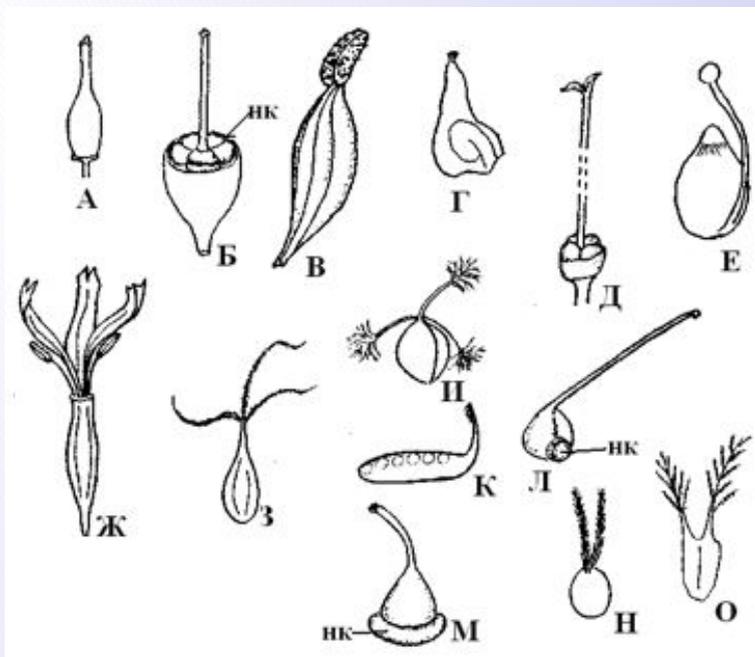
◀◀ ▶▶

Страница 113 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.51 – Морфологическое разнообразие пестиков**

А – ландыш; Б – черника; В – василистник; Г – стрелolist; Д – пикульник;  
 Е – манжетка; Ж – ирис; З – ситник; И – щавель; К – чина; Л – марьянник;  
 М – норичник; Н, О – злаки; нк – нектарники

Обычно столбик и рыльце после оплодотворения отмирают и высыхают, у некоторых растений они остаются при плодах в виде колючек или прицепок.

Главная часть пестика – *завязь*, внутри которой располагаются семязачатки. Стенка завязи защищает их от неблагоприятных воздействий внешней среды. После оплодотворения завязь сильно разрастается, преобразуясь в плод, а из семязачатков образуются семена.

**Происхождение пестика.** Пестик присущ только покрытосеменным растениям. Относительно причин преобладания покрытосеменных растений имеется несколько точек зрения, среди них отмечается энтомофилия, покрытосемянность,



Начало

Содержание



Страница 114 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

более совершенная проводящая система, особенности строения вегетативных органов цветковых, резко отличающихся от таковых у папоротников и голосеменных, возникновение пестика и особенно его завязи. В процессе эволюции пестик возник из макроспорофиллов (мегаспорофиллов) древних примитивных голосеменных. Эти мегаспорофиллы называются еще *плодолистиками*, или *карпеллами*. Таким образом, плодолистики также имеют листовую природу, и чем примитивнее цветок, тем более выражен листовый характер отдельные плодолистики. Листовая природа плодолистиков доказывается и их анатомическим строением. Они имеют наружную и внутреннюю эпидерму, часто с **трихомами**, **кутикулой**, иногда с **устьицами**, имеется также с проводящими пучками, часто довольно многочисленными. У живокости, водосбора иногда вместо плодолистика развивается листовая пластинка. У гравилата вместо гинецея из апикальной меристемы цветка развивается олистивный побег или новый цветок. Это явление называется *пролиферацией* (от лат. *proles* – потомство, побег и *ferre* – нести).

**Типы гинецея и плацентации.** Пестик может быть образован одним или несколькими плодолистиками. Гинецей, в котором пестик образован одним сросшимся плодолистиком, называется *апикарным*. При этом в цветке пестиков может быть один или много, т.е. апокарпный гинецей может быть одночленным и многочленным. Например, многопестичный апокарпный гинецей у магнолиевых, многих лютиковых (лютики) и розоцветных (малина, земляника), двухпестичный – у аконита, трехпестичный – у дельфиниума, четырехпестичный – у морозника, пятипестичный – у пиона, однопестичный – у гороха, вишни, сливы.

В примитивных цветках с многочленным апокарпным гинецеем плодолистики сидят спирально в большом количестве. В процессе эволюции макроспорофиллы (плодолистики) переходили из спирального положения в круговое, количество их уменьшалось, они срастались друг с другом.

Гинецей, образовавшийся из нескольких сросшихся плодолистиков, называется *ценокарпным*. Число сросшихся плодолистиков в ценокарпном гинецее различно – от двух (у крестоцветных) до многих (мак, кувшинка). В зависимости от характера срастания плодолистиков ценокарпный гинецей бывает трех типов: синкарпный, паракарпный и лизикарпный (**рисунок 38**).



Начало

Содержание



Страница 115 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

*Синкарпным* (от греч. *syn* – вместе) называется гинецей, который возник за счет срастания сближенных плодолистиков боковыми частями. В результате образуется многогнездная завязь, число гнезд в которой от двух до нескольких и соответствует числу сросшихся плодолистиков.

*Паракарпный* гинецей (от греч. *para* – возле) характеризуется срастанием плодолистиков не боковыми поверхностями, а своими краями. Это одногнездный гинецей (у огурца, тыквы, мака).

Паракарпный гинецей возник у одних растений из апокарпного, у других – из синкарпного гинецея. В сравнении с синкарпным он более совершенный: он более экономный (у него нет перегородок), у него одна большая влажная камера и пыльцевые трубки имеют более широкий доступ к семязачаткам, чем в многокамерной завязи синкарпного гинецея.

*Лизикарпный* гинецей (от греч. *lysis* – растворение) – это тоже одногнездный гинецей. Возник он из синкарпного гинецея в результате растворения перегородок (боковых стенок сросшихся плодолистиков). При этом сросшиеся краевые части не разрушаются и не расходятся, а остаются в центре завязи в виде колонки.

Внутри плодолистиков располагаются семязачатки. Место завязи, к которому прикрепляются семязачатки, называется *плацентой*, а размещение плацент в завязи – *плацентацией*.

Различают два основных типа плацентации: *ламинальную* (*поверхностную*), когда семязачатки (семяпочки) размещаются на свободной внутренней поверхности завязи, и *сутуральную* (*шовную*, или *краевую*), когда семязачатки прикрепляются к брюшному шву. У апокарпного гинецея семязачатки могут располагаться по всей адаксиальной поверхности завязи (у сусака зонтичного), или семязачатки располагаются вдоль средней жилки плодолистика (у лотоса) – это ламинальная плацентация, или семязачатки располагаются вдоль брюшного шва (у гороха) – такая сутуральная (краевая) плацентация встречается чаще ([рисунок 1.52](#)).

Для ценокарпного гинецея характерна *сутуральная* плацентация. Она подразделяется на центрально-угловую, постенную (париетальную) и колончатую (центрально-осевую).

У синкарпного гинецея семязачатки размещаются вдоль брюшных швов, т.е. в углах сросшихся плодолистиков, в центре завязи. Такая сутуральная плацентация называется *центрально-угловая* (у лилии, яблони, ириса).



Начало

Содержание



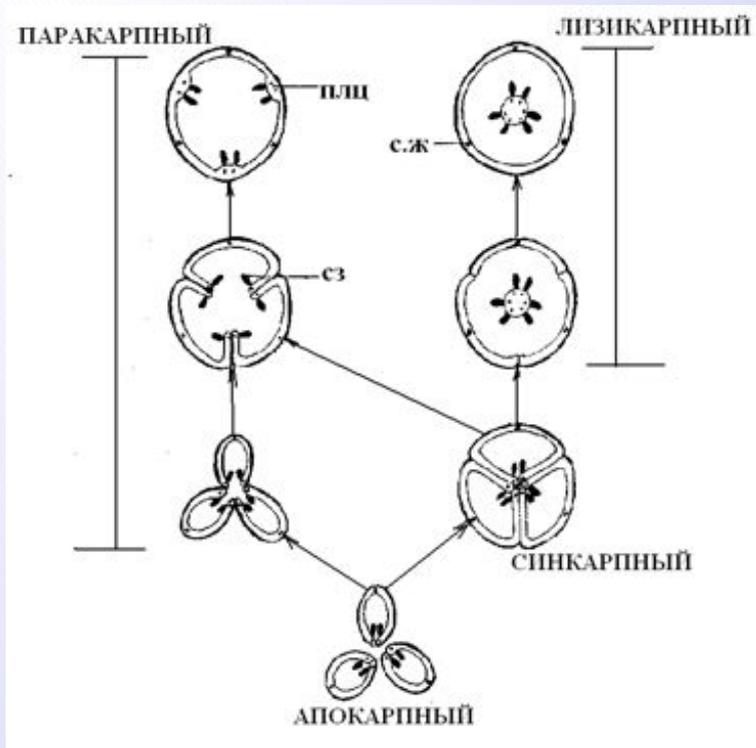
Страница 116 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

В паракарпном гинецее *постенная (париетальная)* плацентация (у огурца, тыквы, мака). Семяпочки в этом случае располагаются по краям сросшихся плодолистиков или вдоль центральной жилки.



**Рисунок 1.52 – Эволюционные взаимоотношения между разными типами гинецея**

плц – плацента; с.ж – средняя жилка; сз – семязчаток

В лизикарпном гинецее семязчатки прикрепляются к колонке, возвышающейся в полости завязи. Такая плацентация называется *колончатой*, или *центрально-осевой* (у гвоздичных, первоцветных).

**Типы завязи.** В зависимости от положения относительно других частей цветка различают завязи верхнюю, нижнюю, среднюю, полунижнюю (рисунок 1.53).



Начало

Содержание



Страница 117 из 217

Назад

На весь экран

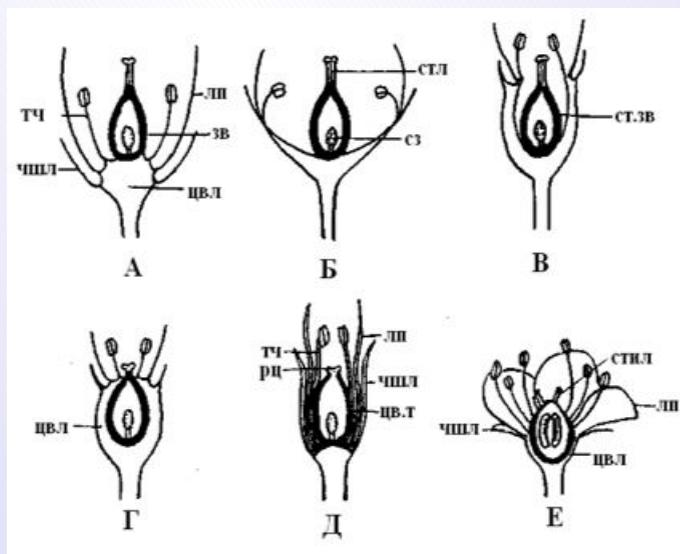
Закрыть



Если завязь прикрепляется к цветоложу только своим основанием и стенки ее образованы только плодолистиками, то она называется *верхней*. Цветок в этом случае называют *подпестичным* (у гороха, мака). Такая завязь располагается на цветоложе свободно, ее легко можно отпрепарировать.

*Нижняя* завязь находится под околоцветником и тычинками (у огурца, яблони, колокольчика). В отличие от верхней завязи, ее нельзя выделить, не нарушая целостности других частей цветка. Цветок, который имеет нижнюю завязь, называется *надпестичным*.

У многих розоцветных завязь сидит на дне бокальчатого цветоложа – *гипантия* и срастается с ним только донной частью. Такую завязь называют *средней*, а цветок – *околопестичным* (у вишни, шиповника).



**Рисунок 1.53 – Положение завязи в цветке**

А – завязь верхняя, цветок подпестичный; Б–В – завязи средние, цветки околопестичные;

Г–Д – завязь нижняя, цветок надпестичный; Е – завязь полунижняя, цветок полуннадпестичный; зв – завязь, лп – лепесток, рц – рыльце, сз – семязачаток, ст.зв – стенка завязи, стил – стилодий, стл – столбик, тч – тычинка, цвл – цветоложе, цв.т – цветочная трубка, чшл – чашелистик

Начало

Содержание

◀ ▶

◀▶

Страница 118 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Завязь может быть *полунижней* (у бузины, чубушника). Она свободна в этом случае только в верхней части, околоцветник отходит как бы от середины завязи, и цветок называют *полунадпестичным*. Верхняя завязь считается примитивной, нижняя – самой совершенной.

**Семязачаток.** На внутренних стенках завязи располагаются *семязачатки* (*семяпочки*). Их количество варьирует.

У покрытосеменных семязачатки закладываются на плаценте в виде бугорков, состоящих из однородных меристематических клеток, к плаценте прикрепляются при помощи *семяножки*, или *фуникулуса*. Семяножка может быть очень короткой или длинной, у кактусов она закручивается вокруг семязачатка. Нижняя часть семяпочки, прилегающая к семяножке, называется *халаза*. К халазе подходит проводящий пучок, который проходит через фуникулус, разветвляется в халазе и снабжает водой и растворенными в ней веществами клетки семяпочки (рисунки 1.54).

Центральная часть семязачатка называется *нуцеллус*. Это не что иное как мегаспорангий. В разных семязачатках он развит неодинаково. Если нуцеллус массивный, хорошо развит, то такие семяпочки называются *крассинуцеллятными* (от лат. *crassus* – толстый), если он слабо выражен, то семяпочки называются *тенуинуцеллятными* (от лат. *tenuis* – тонкий). Крассинуцеллятные рассматривают как более примитивные.

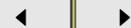
Нуцеллус окружен *интегументами* (покровами). У цветковых растений их чаще всего два – наружный и внутренний, но есть и однопокровные семяпочки (у некоторых березовых, вересковых, зонтичных). У многих паразитных двудольных покровы семязачатка исчезают, и такие семяпочки называются голыми. Редукция интегументов – вторичный признак. На верхушке семязачатка интегументы не срастаются, образуя подобие канала для проникновения пыльцевых трубок. Это – *микропиле*, через него пыльцевая трубка проникает к зародышевому мешку. Часть семязачатка, прилегающая к микропиле, называется микропилярной.

В халазальной части семяпочки есть клетки, оболочки которых сильно преломляют свет. Эта ткань называется *гипостаза*. Отличительные признаки клеток гипостазы – густая цитоплазма, накопление танниноподобных веществ, утолщение оболочек и пропитка их за счет кутина, суберина, лигнина, каллозы. Гипостаза обладает высокой физиологической активностью, продуцирует ферменты и



Начало

Содержание



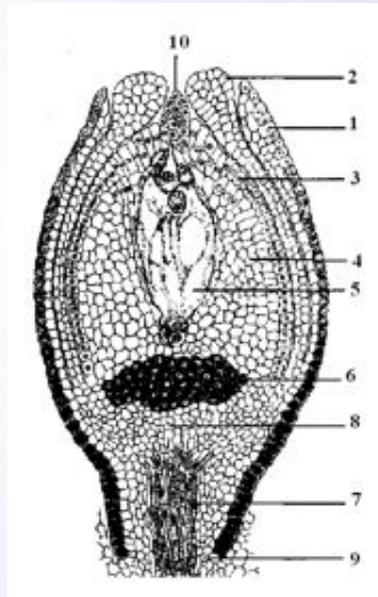
Страница 119 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

снабжает ими зародышевый мешок, выполняет функцию барьера, препятствующего разрастанию зародышевого мешка, связывает проводящий пучок с зародышевым мешком и способствует транспорту питательных веществ.



**Рисунок 1.54 – Строение семязачатка**

- 1 – наружный интегумент; 2 – внутренний интегумент; 3 – эпидермис нуцеллуса;  
4 – нуцеллус; 5 – зародышевый мешок; 6 – гипостаза; 7 – проводящий пучок;  
8 – халаза; 9 – фуникулус; 10 – obturator

В семязачатке могут развиваться *обтуратор* – образование в виде выростов на некоторых участках семязачатка в виде удлиненных волосков, сосочков в направлении к микропиле. Они часто настолько близко примыкают к верхушке семязачатка, что закрывают вход в микропиле в виде капюшона. В них содержатся крахмальные зерна, сахар, капли жира. Считают, что они играют роль при росте, питании пыльцевых трубок и способствуют их проникновению в зародышевый мешок. Появляются обтураторы на ранних фазах развития семязачатка и вскоре после оплодотворения исчезают.



Начало

Содержание



Страница 120 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Иногда на семязачатках возникают *ариллусы* – мясистые выросты семяножки в области рубчика, часто окрашенные. Они образуются до оплодотворения, но достигают полного развития после оплодотворения. *Ариллоид* – разрастание наружного интегумента, которое возникает после оплодотворения. Указанные структуры могут остаться и на семенах и тогда играют роль в распространении их при помощи животных, в частности, муравьев (у фиалок, копытеня, чистотела). Кроме того, ариллус способствует раскрытию плода, отделению семени от плаценты.

В зависимости от расположения микропиле по отношению к халазе различают несколько основных типов семязачатков (рисунок 1.55).

*Ортотропный* (от греч. *orthos* – прямой и *tropos* – поворот, направление), или *прямой* – семязачаток, расположенный перпендикулярно к плаценте, при этом семяножка и микропиле находятся на одной прямой (у гречихи, платана).

*Анатропный* (от греч. *anatrope* – перевернутый), или *обращенный* – семязачаток изогнут в халазальной части на  $180^\circ$  так, что микропиле обращено к плаценте. Этот тип наиболее распространен у покрытосеменных.

*Гемитропный* (от греч. *hemi* – половина, «полу»), или *полуобращенный* – семязачаток, изогнутый в халазальной части под прямым углом к фуникулусу, так что нуцеллус с интегументами расположен параллельно плаценте (у губоцветных, пасленовых).

*Кампилотропный* (от греч. *kampylos* – изогнутый), или *изогнутый* – это семязачаток, характеризующийся односторонним разрастанием, изогнутостью и нуцеллуса, и интегументов (гвоздичных, гераниевых).

*Амфитропный* (от греч. *amphi* – оба) – двусторонне изогнутый посередине семязачаток, в котором нуцеллус имеет подковообразные очертания (бобовых, крестоцветных, частуховых).

Если в завязи имеется один семязачаток, то он может быть прямостоячим, когда прикрепляется в нижней части завязи, либо висячим, если свешивается в полость завязи с ее верхней части.

Начало

Содержание

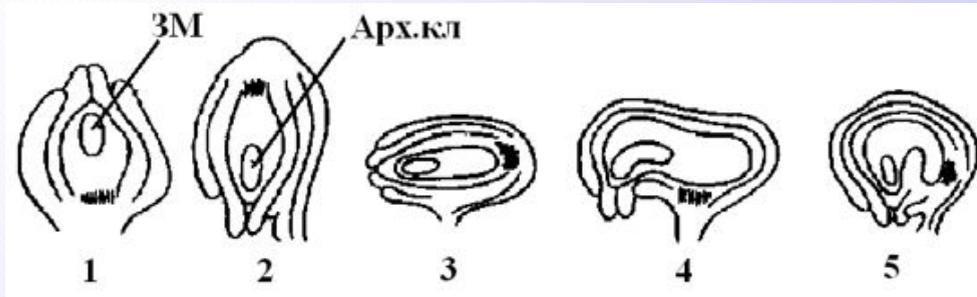


Страница 121 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.55 –Основные типы семязачатков**

1 – ортотропный; 2 – анатропный; 3 – гемитропный; 4 – кампилотропный; 5 – амфитропный; ЗМ – зародышевый мешок; Арх.кл.– археспориальная клетка

**Процесс мегаспорогенеза.** Бугорок семязачатка на плаценте сначала состоит из однородных меристематических клеток. Но уже на ранних стадиях его онтогенеза в нуцеллусе (мегаспорангии) в микропиллярной части семяпочки обособляется первичная археспориальная клетка (очень редко 2 или больше). От остальных клеток нуцеллуса она отличается большим размером, густой цитоплазмой, более крупным ядром. Она или сразу становится *макроспороцитом* (мегаспороцитом) или, у некоторых растений, делится митозом и образует кроющие клетки и *материнские клетки мегаспороцитов* (или клетки вторичного археспория или спорогенные клетки). Кроющие клетки продвигают мегаспороциты вглубь нуцеллуса.

Ядро мегаспороцита претерпевает редукционное деление с последующим образованием клеточных оболочек по сукцессивному типу, в результате образуется *тетрада мегаспор*, в ней мегаспоры обычно располагаются линейно. Каждая мегаспора покрыта каллозной оболочкой, представляет собой гаплоидную клетку.

У большинства покрытосеменных растений из 4 мегаспор три верхние останавливают свое развитие и постепенно дегенерируют, а четвертая, расположенная ближе к халазальной части семяпочки, прорастает в женский гаметофит.

**Развитие женского гаметофита (зародышевого мешка). Строение типичного зародышевого мешка.** Женский гаметофит у цветковых растений называется *зародышевый мешок*. Он формируется из мегаспоры в результате трех



Начало

Содержание



Страница 122 из 217

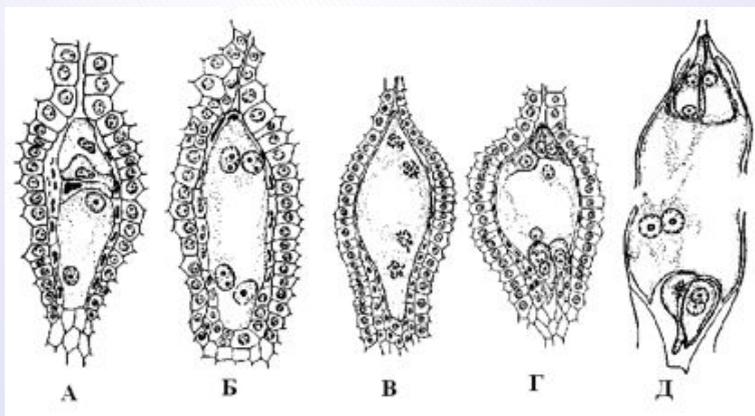
Назад

На весь экран

Закрыть

митотических делений (**рисунок 1.56**). При первом делении образуются 2 ядра, которые расходятся к разным полюсам клетки. Это расхождение объясняют возникновением между ними вакуоли, а также взаимным отталкиванием ядер при митозе. Затем происходит второе митотическое деление, на каждом полюсе образуется по два ядра, и зародышевый мешок становится четырехядерным. При третьем делении на каждом полюсе образуется по 4 ядра. Параллельно происходит увеличение размеров клетки мегаспоры, а также разрастание всего семязачатка.

После завершения митотических делений от каждого полюса клетки в ее центральную часть отходит по одному ядру. У некоторых растений они сливаются до оплодотворения, образуя диплоидное ядро *центральной клетки* зародышевого мешка, у других растений эти ядра остаются свободными до их слияния со спермиями.



**Рисунок 1.56 – Развитие зародышевого мешка у скабиозы**

А – двуядерный зародышевый мешок; Б – четырехядерный зародышевый мешок;  
В – третье деление ядер в зародышевом мешке; Г – восьмиядерный зародышевый мешок;  
Д – начало клеткообразования

Вокруг каждого из трех оставшихся на микропиллярном полюсе ядер обособятся участки цитоплазмы, в результате чего образуются три клетки, составляющие *яйцевой аппарат зародышевого мешка*. В нем различают *яйцеклетку*



Начало

Содержание



Страница 123 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

и две вспомогательные клетки – *синергиды*. Яйцеклетка располагается между синергидами. Как показали электронно-микроскопические исследования, обычно яйцеклетка окружена клеточной оболочкой частично, а примерно 1/3 халазальной ее части ограничена только плазмалеммой. Это облегчает проникновение в яйцеклетку мужской гаметы. В микропиллярной (апикальной) части яйцеклетки находится большая вакуоль, цитоплазма располагается вдоль плазмалеммы лишь в виде тонкого слоя. Халазальная (базальная) часть яйцеклетки заполнена цитоплазмой и ядром. В синергидах, наоборот, ядро и большая часть цитоплазмы локализованы в ее микропиллярной части, а халазальная всегда занята вакуолью, окруженной тонким слоем цитоплазмы. Синергиды тоже лишь частично окружены оболочкой, халазальная часть их окружена только плазматической мембраной. Полагают, что это играет существенную роль в процессе слияния мужской и женской гамет. На противоположном, халазальном полюсе зародышевого мешка возникают три клетки, называемые *антиподами*.

Яйцеклетка – это женская гамета. Синергиды играют важную роль в питании зародышевого мешка, через них в зародышевый мешок проходят питательные вещества из переполненного метаболитами нуцеллуса. Они играют роль в процессах вхождения пыльцевой трубки и изливания ее содержимого в зародышевый мешок, а также последующего перемещения клеток-спермиев к яйцеклетке и центральной клетке. Антиподы выделяют ферменты, способствующие разрушению граничащих с ними клеток халазальной части семязачки, и поставляют их вещества в зародышевый мешок. Антиподы содержат гранулярный эндоплазматический ретикулум и большое количество рибосом, что свидетельствует об их секреторной функции; секретлируемые ими вещества регулируют развитие расположенного по соседству с ними эндосперма. Они иногда делятся, и число антипод достигает 60 (у некоторых злаков), а у бамбука – более 100. Центральная клетка после оплодотворения образует питательную ткань *эндосперм*.

8-ядерный (7-клеточный) зародышевый мешок, развивающийся из одной мегаспоры тетрады, называется *моноспорическим*. Он встречается у большинства изученных покрытосеменных растений. Впервые он был описан у растения *Polygonum* из семейства гречишных и называется, поэтому *Polygonum*-тип. У некоторых растений зародышевый мешок может возникать иначе. Например,



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 124 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

у лука зародышевые мешки возникают из диады. Такой зародышевый мешок называется *биспорическим*. Иногда мегаспорогенез не сопровождается цитокинезом, возникает 4-ядерная клетка (4-ядерный ценоцит, недифференцированный на клетки). Возникший из такой 4-ядерной клетки зародышевый мешок называют *тетраспорическим*.

Таким образом, женский гаметофит цветковых растений, как и мужской гаметофит, характеризуется редукцией по сравнению с женскими гаметофитами других разноспоровых растений и крайне ускоренным развитием в онтогенезе. Вместо 8–11 делений, как это наблюдается у голосеменных, все развитие зародышевого мешка Polygonum-типа происходит в результате только трех делений и образуется 8 свободных ядер, в то время как у голосеменных – 256–2048 свободных ядер. Женский гаметофит покрытосеменных растений утратил архегонии. Развивается зародышевый мешок внутри спорофита, никогда не покидая его, и питается за счет тканей спорофита. Сформированный зародышевый мешок готов к процессу оплодотворения.

**Опылением** называется перенос пыльцы с тычинок на рыльце пестика. Этот процесс предшествует процессу оплодотворения.

Различают два типа опыления: *самоопыление*, или *автогамию* (от греч. *auto* – сам) и *перекрестное* опыление, или *аллогамию* (от греч. *allos* – другой). При самоопылении пыльца попадает с тычинок цветка на рыльце пестика того же цветка. Самоопыление может происходить как в открытых (хазмогамных) цветках, например, у гороха, так и в закрытых (клейстогамных) цветках, например, у фиалки, кислицы.

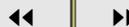
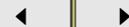
При перекрестном опылении пыльца цветка опыляет рыльца пестиков других цветков. В этом случае различают *соседнее* опыление, или *гейтоногамию* (от греч. *geiton* – сосед) – опыление других цветков того же экземпляра растения и *ксеногамию* (от греч. *xenos* – чужой) – опыление цветков иных экземпляров растения. Некоторые ученые рассматривают гейтоногамию как расширенное самоопыление, другие – как ограниченное перекрестное опыление.

Ксеногамия биологически выгоднее, прежде всего потому, что при этом возрастают возможности рекомбинаций генетического материала и это способствует увеличению внутривидового разнообразия и дальнейшей приспособительной



Начало

Содержание



Страница 125 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

эволюции. Однако и самоопыление имеет важное значение. Оно закрепляет положительные результаты предшествующего перекрестного опыления, способствует изоляции новых форм и стабилизации вида, а это очень важно в селекции для выведения чистых линий.

В цветке существуют специальные приспособления, препятствующие самоопылению. Широко распространена *дихогамия* (от греч. *dicha* – отдельно, *gamos* – брак) – явление одновременного созревания тычинок и рылец пестиков в одном цветке. Дихогамия проявляется в форме *протерандрии* (более раннем созревании пыльников, когда рыльце еще не созрело) и *протерогинии* (более раннем созревании рылец пестиков). Протерандрия встречается у гвоздичных, зонтичных, колокольчиковых, протерогиния – у розоцветных, крестоцветных, жимолостных. Более распространена протерандрия. Вероятно, это связано с тем, что бугорки тычинок на цветоложе закладываются раньше, чем плодолистики, и развиваются быстрее.

Явление *гетеростилии* (*разностолбчатости*) заключается в том, что у вида растения имеются цветки, различающиеся по длине столбиков пестика и тычиночных нитей, поэтому рыльца и пыльники расположены на разной высоте. В цветках с длинными тычинками пестики имеют короткий столбик, в цветках с короткими тычинками столбик пестика длинный. Оплодотворение происходит только в том случае, если пыльца цветков, имеющих тычинки с длинными тычиночными нитями, попадет на рыльце пестика, имеющего длинный столбик. В других случаях пыльца не прорастает, что связано с несовместимостью пыльцы и рыльца одного цветка.

Действенным способом защиты от самоопыления является *самонесовместимость*, т.е. пыльца при самоопылении не может прорасти (у ржи, яблони). Это явление играет существенную роль в эволюции, т.к. приводит к перекрестному опылению и тем самым обеспечивает определенный уровень комбинативной изменчивости.

И все же в растительном мире самоопыление встречается у растений, растущих высоко в горах, в пустынных зонах и в других условиях, где опылителей недостаточно. Но, кроме того, оно может носить случайный характер, часто происходит в конце цветения, если не произошло перекрестного опыления, т.е.



[Начало](#)

[Содержание](#)

[←](#) [→](#)

[⏪](#) [⏩](#)

Страница 126 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

самоопыление в этом случае вынужденное. Это говорит о лабильности способов опыления, когда у самоопылителей может наблюдаться перекрестное опыление, а у перекрестноопыляемых растений – самоопыление. Часто самоопыление происходит в закрытом цветке. Такое явление называется *клеистогамия* (от греч. *kleistos* – закрытый, *gamos* – брак), а цветки – *клеистогамными* (у кислицы, фиалки, мокрицы).

Для осуществления *перекрестного опыления* имеется ряд агентов – переносчиков пыльцы, которые можно разделить на *биотические* и *абиотические*. С помощью биотических факторов осуществляется энтомофилия (насекомоопыление), в том числе мирмекофилия (опыление муравьями), кантарофилия (опыление жуками), орнитофилия (опыление при помощи птиц), хироптерофилия (опыление летучими мышами).

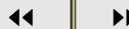
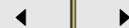
*Энтомофилию*, или опыление насекомыми, большинство ботаников считают первичным у покрытосеменных. Полагают, что уже в карбоне были насекомые, питающиеся пыльцой растений, и первоначальным способом опыления было опыление жуками (кантарофилия). Оно встречается сейчас у магнолии, пиона, калужницы. Но противники этой точки зрения отмечают, что у голосеменных это явление не встречается. Однако японские палеонтологи отмечают факт опыления жуками у голосеменных. Есть также мнение, что первые покрытосеменные вообще не были дифференцированы по способам опыления, у них опыление было беспорядочным, а специализация к определенным агентам переноса пыльцы возникла в процессе эволюции позже. Насекомые выполняют перекрестное опыление лучше, чем это достигается, например, с помощью ветра или воды. В результате возникла даже взаимная связь и зависимость между насекомыми и растениями, и нельзя полностью понять эволюцию растений, так же как эволюцию насекомых, без учета этой связи.

Насекомые посещают цветки для сбора пищи – пыльцы и нектара. Иногда нектарники труднодоступные. Часто на цветках есть яркие пятна, пунктиры, полосочки, эти метки указывают путь к нектарникам и пыльце. Примерами могут быть красный привенчик у нарцисса, желтое кольцо у голубого цветка незабудки, фиолетовые штрихи на лепестках герани, темно-желтое пятно на нижней губе льнянки, пятна на нижней губе наперстянки и т.д. Кроме окраски, доступной



Начало

Содержание



Страница 127 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

восприятию человека, цветки имеют еще одну «окраску», которая не воспринимается нами, но хорошо различается пчелами. Это – сильное ультрафиолетовое излучение цветков.

Энтомофильные цветки отличаются не только по цвету, но и по запаху, аромат их очень разнообразен. Различают примерно 500 разных цветочных запахов. Редко цветки распространяют трупный запах гниющего мяса, например, раффлезия, кирказон, арум, опыляющиеся мухами. Чаще всего запах цветков обусловлен эфирными маслами и исходит от лепестков, нектарников, часто тычинок, в частности от тапетума. Многие насекомые ориентируются по запаху на далекие расстояния. Несколько реже других насекомых в опылении участвуют жуки (явление кантарофилии), муравьи (явление мирмекофилии).

Таким образом, приспособлениями к энтомофилии являются: наличие крупной пыльцы и нектара – питания для насекомых, яркая окраска и запах цветков. В настоящее время в Европе 80 % видов покрытосеменных опыляются насекомыми, 19 % – ветром, 1 % – другими способами. Из позвоночных животных в опылении растений участвуют птицы, летучие мыши, некоторые нелетающие млекопитающие.

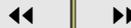
*Орнитофилия*, или опыление птицами, особенно характерно для тропиков и других районов южного полушария. Цветки, опыляющиеся птицами, характеризуются отсутствием запаха, что связано с отсутствием у птиц обоняния. Зато птицы хорошо видят красный цвет, поэтому орнитофильные цветки отличаются чаще всего красным, оранжевым околоцветником. Нектар у них водянистый, в нем всего до 5 % сахара, но его продуцируется очень много, местные жители Австралии собирают его и используют в пищу. Опылителями являются птицы колибри, нектарницы, цветочницы, попугайчики. В строении их тела выработались приспособления к опыляемым растениям. Это – мелкие птички, не более шмеля, их вес – 1,6–1,8 г, вес яиц – 0,2 г. Они летают в воздухе, высасывая нектар из цветков, делая при этом взмахи крыльями до 30–50 раз в секунду.

*Хироптерофилия*, или опыление летучими мышами, распространено в тропиках, например у баобаба, некоторых видов банана, агавы. Опыляемые ими цветки распускаются обычно вечером и ночью, они крупных размеров, с мощным околоцветником и мощными «посадочными площадками» для опылителей, с толстыми цветоножками. В цветках много слизистого нектара и пыльцы, они имеют неприятный запах.



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 128 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

В опылении могут также участвовать мелкие сумчатые (в Австралии), грызуны (в Южной Африке), лемуры (на Мадагаскаре).

К *абиотическим факторам опыления* относится ветер и вода.

*Анемофилия*, или ветроопыление, встречается у многих травянистых (злаки, осоки, крапива, марь и др.) и древесных (дуб, береза, осина, ольха и др.). Они отличаются наличием чашечковидного околоцветника или его отсутствием, поэтому цветки некрасивые, мелкие; пыльца у них мелкая, легкая, формируется в большом количестве. Но следует отметить, что у многих энтомофильных растений продуцируется пыльцы даже больше, чем у анемофильных. Так, липа продуцирует пыльцы больше, чем кукуруза и береза. Но в то же время опыляемая ветром рожь образует пыльцы больше, чем липа. Не у всех анемофильных растений пыльца легкая, например, у березы, дуба, граба она довольно тяжелая, запасает крахмал и переносится ветром на небольшие расстояния.

Цветки анемофильных растений без запаха, в них нет нектарников, в завязи только один семязачаток. Цветки собраны в соцветия (головку, колос, метелку, кисть, сережку), соцветия могут быть из однополых цветков. Тычиночные нити длинные, качающиеся, рыльца часто перистые, выдвигаются далеко вперед, что улучшает улавливание пыльцы.

Наши древесные ветроопыляемые растения зацветают рано весной, когда дуют сильные ветры, а деревья еще не покрылись листвой, которая бы мешала распространению пыльцы. У травянистых ветроопыляемых растений соцветия возвышаются над листовой массой. Обычно такие растения образуют заросли, не растут поодиночке. У некоторых анемофильных растений наблюдается суточная периодичность цветения, т.е. пыльники их вскрываются в определенное, иногда очень ограниченное время суток. При таком одновременном и коротком цветении на протяжении суток возникает высокая насыщенность приземного слоя воздуха пыльцой, значительно большая, чем она была бы в том случае, когда тоже количество пыльцы рассеивалось непрерывно на протяжении многих часов и суток подряд. В этом проявляется своеобразная экономность анемофилии.

По характеру суточной периодичности цветения и опыления среди злаков, например, можно выделить ночные, утренние, полуденные, послеполуденные, вечерние, с двухразовым цветением и круглосуточно цветущие злаки. Начало цветения злаков стимулируют колебания температуры.



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 129 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

Поскольку перенос пыльцы с помощью ветра сопоставим с распространением спор у архегониальных растений, возникло представление о первичности анемофилии у покрытосеменных. Но мы уже отмечали, что большинство ботаников рассматривают в качестве первичного способа опыления не анемофилию, а энтомофилию, в частности, кантарофилию – опыление жуками. Существует также мнение, что первые покрытосеменные вообще не были дифференцированы по способам опыления, у них опыление было беспорядочным.

Перекрестное опыление очень пластичное, и на случай неудачи один способ опыления страхует другой. Например, осоки – ветроопыляемые растения, но отдельные их представители энтомофильные; подорожник ланцетолистный опыляется ветром, а подорожник средний – насекомыми; у разных видов клена отмечены энтомофилия и анемофилия; лебедовые совмещают ветроопыление и насекомоопыление, причем перевес того или иного способа зависит от погоды. У каштана настоящего через некоторое время после открывания пыльников пыльца теряет клейкость и в конце цветения каштан переходит к ветроопылению. Такая же смена способов опыления в онтогенезе наблюдается у вереска и других растений. Т.е. в отношении опыления покрытосеменные показывают высокую лабильность. При переходе от одного способа опыления к другому пыльцевые зерна претерпевают некоторые изменения: с их поверхности исчезает клейкое вещество, пыльца становится сухой, ее комочки распадаются; такие пылинки легко разносятся ветром.

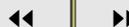
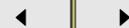
*Гидрофилия*, или опыление при помощи воды, встречается у немногих растений, либо целиком погруженных в воду, либо у растений с надводными цветками. В первом случае у фиброзного слоя их пыльников отсутствуют утолщения, а иногда этот слой вообще редуцирован. Пыльцевое зерно имеет только одну оболочку – интину, экзина же сильно редуцирована. Пылинки часто нитевидные по форме, иногда они соединены в цепочки, что повышает шансы на опыление.

Иначе происходит опыление на поверхности воды. После вскрывания пыльников пыльцевые зерна всплывают, они покрыты маслянистым слоем. Так как рыльца находятся над поверхностью воды, пылинки при соприкосновении с ними производят опыление. У валлиснерии мелкие мужские цветки с двумя тычинками свободно плавают на водной поверхности. При этом может произойти случайное



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 130 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

соприкосновение тычинок с рыльцем пестика тоже плавающих женских цветков. Возможно также опыление пылью, плавающей на поверхности воды.

Пыльца гидрофильных растений устойчива к намоканию и при погружении в воду не теряет жизнеспособности. Но вообще шансы на опыление водой невелики, и водные растения размножаются обычно вегетативно.

После опыления у цветковых растений происходит оплодотворение. У большинства голосеменных промежутков времени между опылением и оплодотворением велик, измеряется месяцами, у покрытосеменных он непродолжителен, измеряется днями, часами и даже минутами. Например, у некоторых сосен опыление происходит в июне, а оплодотворение – в июле следующего года, у псевдотсуги – через 6 месяцев, у туи и ели – через 1 месяц. У буковых, березовых этот период тоже продолжительный: у дуба он равен 12, иногда 14 месяцам, у березовых – от 1 до 4 месяцев, у груши и яблони – через 5 дней после опыления. Наименьший промежуток времени между опылением и оплодотворением обнаружен у некоторых сложноцветных, где он колеблется от 0,5 часа до 15 минут. И по скорости роста пыльцевой трубки сложноцветные превышают все исследованные виды покрытосеменных.

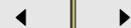
Пылинка, попав на рыльце пестика, прилипает к нему и начинает прорастать, при этом интина выпячивается через одну из апертур и образует *пыльцевую трубку* (рисунок 1.57). Оболочка ее состоит из целлюлозы и пектиновых веществ, на ее верхушке – только пектиновые вещества. В пыльцевую трубку постепенно перемещаются цитоплазма и ядро сифоногенной клетки, а также генеративная клетка (если пыльца двуклеточная) или цитоплазма и ядро сифоногенной клетки и два спермия, если пыльца трехклеточная. Пыльцевая трубка вырастает в ткань рыльца, а затем растет в тканях столбика, завязи и достигает семязачки. На первых порах своего развития пыльцевые трубки растут главным образом за счет питательных веществ пыльцы, но по мере истощения этих веществ и продвижения пыльцевой трубки в тканях пестика они растут за счет питательных веществ клеток рыльца, столбика, завязи и семязачатка.

Дойдя до семязачки, пыльцевая трубка проникает в зародышевый мешок непосредственно через микропиле или попадает в него окольными путями. Первый тип называется *порогамия*, внедрение через другие участки семязачки –



Начало

Содержание



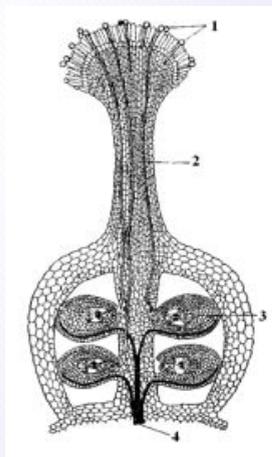
Страница 131 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

*апорогамия* делится на *халазогамию* и *мезогамию*. В первом случае пыльцевая трубка проникает в нуцеллус через халазу, поднимается вверх и входит в зародышевый мешок поблизости от яйцевого аппарата (у березовых, ореховых). При мезогамии пыльцевая трубка входит в мегаспорангий сбоку, между халазой и микропиле, через интегументы и нуцеллус (например, у арбуза). Семязачатки апорогамных растений не лишены микропиле, оно есть, но в виде нефункционирующего отверстия. Это говорит о том, что апорогамия возникла в процессе эволюции из порогамии и является одним из признаков специализации.



**Рисунок 1.57 – Прорастание пыльцы на рыльце пестика**

1 – пыльца; 2 – пыльцевая трубка;

3 – восьмиядерный зародышевый мешок; 4 – проводящие пучки

Когда пыльцевая трубка входит в зародышевый мешок, она проникает сначала в одну из синергид, которая при этом разрушается. Верхушка пыльцевой трубки лопается, и ее содержимое выливается в синергиду. Ядро вегетативной клетки разрушается. Затем один из спермиев проникает в яйцеклетку, их цитоплазмы сливаются, а затем голое ядро спермия сливается с ядром яйцеклетки (рисунки 1.57, 1.58). В результате этого слияния образуется диплоидная зигота, из которой затем разовьется зародыш семени.



[Начало](#)

[Содержание](#)

[◀](#) [▶](#)

[◀◀](#) [▶▶](#)

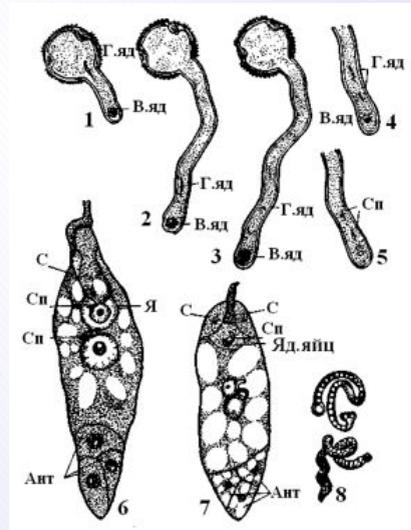
Страница 132 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

Второй спермий движется в центральную клетку зародышевого мешка к находящимся там полярным ядрам и сливается с ними. В результате образуется триплоидная клетка, из которой затем возникнет особая питательная ткань – триплоидный эндосперм. Процесс оплодотворения у цветковых растений был открыт С. Г. Навашиным в 1898 г. и назван *двойным оплодотворением*.



**Рисунок 1.58 – Оплодотворение у покрытосеменных**

- 1–5 – рост пыльцевой трубки и формирование спермиев;  
 6 – двойное оплодотворение у лилии; 7 – двойное оплодотворение у подсолнечника;  
 8 – спермии; Г.яд – генеративное ядро; В.яд – вегетативное ядро; Сп – спермии;  
 С – синергиды; Я – яйцеклетка; Яд. яйц – ядро яйцеклетки; Ант – антиподы

Биологическое значение двойного оплодотворения заключается в том, что у покрытосеменных не только зародыш семени содержит наследственные признаки отцовского и материнского организма, но и эндосперм образуется как продукт оплодотворения. Он гибридогенный, триплоидный. Будущее поколение благодаря двойному оплодотворению имеет высокие жизненные качества. Гибридный по происхождению эндосперм покрытосеменных растений улучшает условия развития



Начало

Содержание

◀ ▶

◀▶

Страница 133 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

зародыша и проростка, наряду с необходимым запасом питательных веществ еще раз передает будущему потомству – зародышу – и подкрепляет в нем отцовско-материнскую наследственность, увеличивает приспособляемость и выживаемость потомства. У голосеменных эндосперм является женским заростком, он гаплоидный, образуется без оплодотворения и обладает только материнскими признаками.

**Образование зародыша и эндосперма. Превращение семязачатка в семя.** После двойного оплодотворения первым начинает делиться оплодотворенное триплоидное центральное ядро, т.е. первым формируется эндосперм. Именно он будет обеспечивать зародыш питательными веществами, т.е. зародыш с самого начала гетеротрофен, хотя довольно часто встречаются зародыши, имеющие зеленую окраску, они, вероятно способны к фотосинтезу, но преобладает питание за счет материнского организма. Деление оплодотворенного центрального ядра происходит митотически, поэтому триплоидный набор хромосом сохраняется. Иногда, например у бобовых, наряду с митозом наблюдается amitoz.

Различают три типа эндосперма: *ядерный (нуклеарный)*; *клеточный (целлюлярный)*; *промежуточный (гелобияльный)*.

Независимо от способа возникновения эндосперм всех типов впоследствии становится клеточным. При ядерном типе деление ядер не сопровождается образованием клеточных оболочек, они образуются позже, после многочисленных делений ядра. Такой тип эндосперма встречается у многих двудольных растений. Целлюлярный тип характеризуется образованием клеточных оболочек после каждого деления ядра. Так формируется эндосперм у злаков. Гелобияльный тип получил свое название от порядка *Helobiales* и отличается тем, что после первого деления ядра образуется клеточная перегородка, которая делит зародышевый мешок на две неравные клетки: большую микропилярную и меньшую халазальную. В микропилярной части сначала образуется ряд свободных ядер и только позднее между ядрами возникают клеточные перегородки, в халазальной части деление ядер больше не происходит, и она обычно функционирует как гаусторий. Гаустории разнообразны по форме и строению. Они могут выполнять питательную и секреторную функции. Проникая своими отростками глубоко в ткани семязачатка, они извлекают и транспортируют питательные вещества к развивающемуся зародышу. Такой тип развития эндосперма встречается у однодольных (сусаковые,



Начало

Содержание



Страница 134 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

частуховые). По мере развития эндосперма в его клетках накапливаются запасные питательные вещества (белки, жиры, крахмал, гемицеллюлоза).

Считают, что более примитивным является клеточный тип развития эндосперма. Это доказывается тем, что он присущ большинству магнолиевых. Примечателен не только тип развития эндосперма, но и степень его развития. У одних растений, например, у злаков, он хорошо развит, занимает большую часть семени. У других растений он полностью ассимилируется зародышем в процессе его развития и потому в семени эндосперм будет или совсем отсутствовать, или будет представлен несколькими слоями клеток – у бобовых, тыквенных, сложноцветных. В этих случаях запасные вещества находятся в клетках самого зародыша, и он заполнит весь объем семени. Как правило, чем более примитивна в эволюционном отношении группа, тем лучше у нее развит эндосперм, у более продвинутых групп эндосперм менее развит или даже отсутствует. Это значит, что в процессе эволюции цветковых растений происходит редукция эндосперма, а размер зародыша увеличивается.

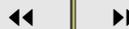
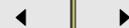
По мере развития эндосперма и зародыша семени ткань мегаспорангия (нуцеллуса) разрушается. Но, например, у гвоздичных, перечных, нимфейных она сохраняется и превращается в питательную ткань, которая называется *перисперм*. У некоторых растений (перечные, нимфейные) семя имеет и эндосперм, и перисперм. Эндосперм в этом случае выполняет очень своеобразную роль: во время прорастания семян он поглощает из перисперма питательные вещества и передает их растущему зародышу.

Развитие зародыша начинается позже, когда в зародышевом мешке уже присутствуют ядра эндосперма, т.е. зигота дольше находится в состоянии покоя, чем первичное ядро эндосперма. Это объясняют по-разному: более изолированным положением яйцеклетки по отношению к активному притоку питательных веществ (они идут от антипод и халазы), тем, что первичное ядро эндосперма является триплоидным и это обостряет его физиологическую активность, тем, что, как показали электронномикроскопические исследования, яйцеклетка отличается меньшей активностью, она беднее органоидами, чем центральная клетка, поэтому яйцеклетка делится позже. Период покоя зиготы более-менее длительный. Например, у кок-сагыза деление зиготы через 5,5 часов, у омелы белой – через 2 месяца, у безвременника – через 4-5 месяцев после оплодотворения. Но у



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 135 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

большинства растений зигота приступает к делению после образования нескольких, чаще многих ядер эндосперма.

Один из наиболее ярких признаков у зиготы – ее полярность. Ядро и большая часть цитоплазмы у нее сосредоточены в халазальном ее конце, а крупная вакуоль – в микропилярной части клетки. Поэтому при последующем митозе обе дочерние клетки унаследуют по-разному распределенные элементы цитоплазмы и, следовательно, программа их развития уже частично детерминирована (предопределена): халазальная клетка образует *зародыши*, а микропилярная – *подвесок*, или *суспензор*.

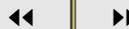
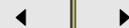
В своем развитии зародыш проходит несколько стадий. Сначала зигота делится горизонтальной перегородкой поперек, в результате образуются две клетки: *базальная* (нижняя) и *апикальная* (терминальная). Из базальной клетки в результате последующих делений образуется подвесок (суспензор), а из терминальной – сначала предзародыш, потом зародыш. Подвесок отличается разнообразием своей организации. Он может быть длинным (до 20 клеток), нитчатым, редуцированным, широким, гроздевидным. Он поглощает питательные вещества из окружающих тканей и передает развивающемуся зародышу. Кроме того, подвесок постепенно продвигает развивающийся зародыш в более глубокие слои эндосперма. Из второй – терминальной клетки – образуется предзародыш, или проэмбрио, представляющий собой морфологически недифференцированное тело. Множественные клеточные деления, происходящие в различных плоскостях, обуславливают шаровидную (глобулярную) его конфигурацию, сходную у однодольных и двудольных растений, и радиальную симметрию (*рисунок 1.59*).

Затем в шаровидном проэмбрио начинается его дифференцировка, связанная с заложением в нем зачатков вегетативных органов. Первыми закладываются семядоли. У двудольных растений выделяются бугорки двух будущих семядолей, между ними обособляется точка роста стебля (апекс). На нем закладываются зародышевые листочки как боковые выросты на апексе, и образуется зародышевая почечка. В результате зародыш приобретает сердцевидную форму, характерную для двудольных, и происходит переход от радиальной симметрии к билатеральной.



[Начало](#)

[Содержание](#)

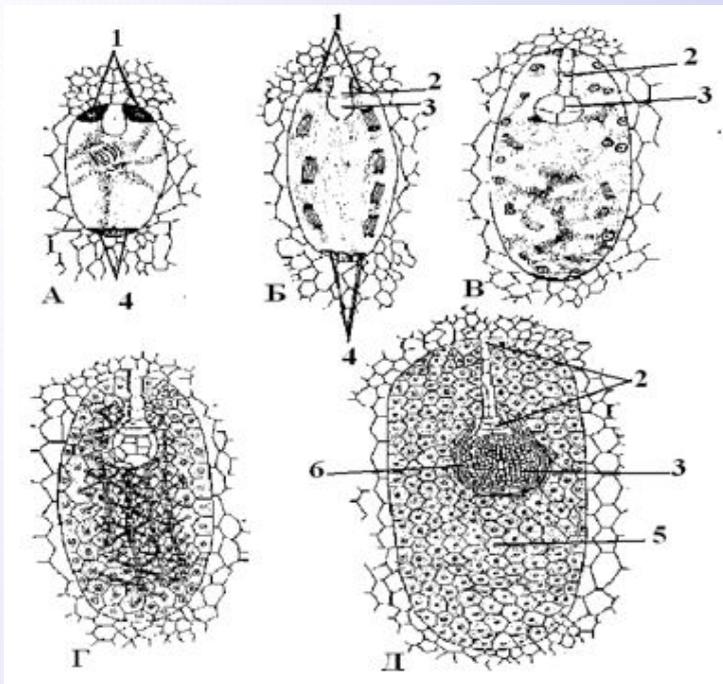


Страница 136 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



**Рисунок 1.59 – Схема развития зародыша и эндосперма у двудольных**

А, Б, В – деление ядер формирующегося эндосперма;

Г, Д – сформированные зародыш и эндосперм; 1 – синергиды;

2 – подвесок; 3 – зародыш; 4 – антиподы; 5 – эндосперм

6 – окружающие зародыш уплотненные ткани эндосперма

У однодольных растений появляется лишь одна семядоля. Она занимает терминальное положение, а точка роста смещена вбок, благодаря чему зародыш имеет несимметричную форму (**рисунок 1.60**). Таким образом, отличия в строении зародыша однодольных и двудольных сводятся к тому, что однодольные характеризуются наличием одной семядоли и односторонней симметрии, а двудольные – наличием двух семядолей и двусторонней симметрии. Но начальные фазы развития зародыша у них общие.



Начало

Содержание

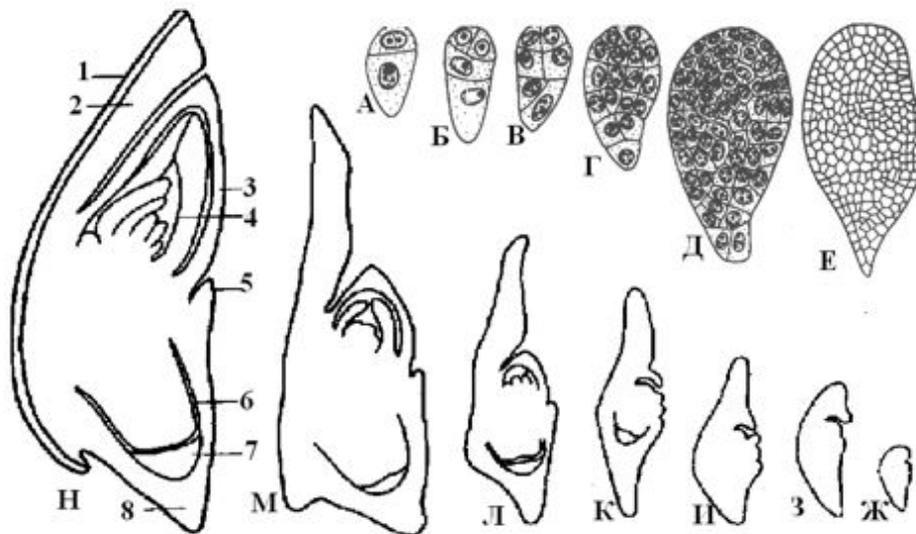


Страница 137 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.60 – Развитие и строение зародыша злаков**

А–Д – двухклеточный, четырехклеточный, многоклеточные зародыши через 1, 2, 3 и 5 дней после самоопыления; Е–Ж – многоклеточные зародыши, у которых намечаются семядоли через 7 дней после самоопыления; З–И – у зародышей намечается почечка, колеоптиль и эпибласт через 10 дней после самоопыления; К – дальнейшее развитие ранее заложенных органов и образование корешка с чехликом; Л – 15-дневный зародыш со всеми характерными чертами строения, но еще не вполне сформировавшийся; М – 20-дневный зародыш еще более развитый; Н – сформировавшийся зародыш через 25 дней после самоопыления; 1 – слой всасывающих клеток; 2 – щиток; 3 – колеоптиль; 4 – зародышевые листья; 5 – эпибласт; 6 – зародышевый корешок; 7 – корневой чехлик; 8 – колеориза

Затем на противоположном полюсе предзародыша, прилегающем к суспензору, образуется апекс корня, и за счет деления его клеток формируется зародышевый корешок. Между ним и зародышевыми листочками дифференцируется зародышевый стебелек.



Начало

Содержание



Страница 138 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Кроме наружной дифференциации, происходит и внутренняя. Она заключается в образовании двух зародышевых тканей – туники (наружной) и корпуса (внутренней). Из туники впоследствии развивается эпидерма, а из корпуса – первичная кора и центральный цилиндр. В верхушечной меристеме корня выделяют дерматоген (наружный слой), периблему и плерому (центральную часть).

Форма зародыша у разных семян может быть различной. Чаще других встречается прямой зародыш, когда апексы стебля и корня находятся на одной оси; может быть согнутым, подковообразным, кольцевидным, спирально закрученным. Положение зародыша в семени может быть центральное, боковое, периферическое. У многих орхидных и паразитических растений зародыш очень мал и не дифференцирован на зачаточные органы.

Семязачаток постепенно превращается в семя. Из интегументов, а иногда частично и из нуцеллуса, развивается *семенная кожура*. Толщина интегументов при этом сильно уменьшается, и они подвергаются частичному распаду. Стенка завязи после двойного оплодотворения разрастается, образуя *околоплодник*, который окружает семена.

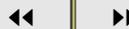
Развитие зародыша в результате слияния мужской и женской гамет называется *амфимиксисом* (от греч. *amphi* – с обеих сторон и *mixis* – слияние, смешение). Но иногда зародыш развивается и без полового процесса из неоплодотворенных элементов зародышевого мешка или даже из клеток нуцеллуса или интегументов. Это явление называют *апомиксисом* (от греч. *apo* – без). Различают три формы апомиксиса: партеногенез, апогамию и адвентивную эмбрионию.

*Партеногенез* (от греч. *parthenos* – девственный) – это явление образования зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки. При этом яйцеклетка может быть гаплоидной, а если не происходило и редукционного деления, то она будет диплоидной. Соответственно зародыши будут в первом случае гаплоидные, во втором – диплоидные. Гаплоидные зародыши мельче диплоидных. Из диплоидных зародышей развиваются вполне жизнеспособные растения, а растения, выросшие из гаплоидных зародышей, недолговечны и обычно не дают потомства.

*Апогамия* – это развитие зародыша (гаплоидного или диплоидного) из синергид или антипод.

Начало

Содержание



Страница 139 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

*Адвентивная эмбриония* – это явление образования зародыша из клеток нуцеллуса (нуцеллярная эмбриония) или интегумента (интегументальная эмбриония), во втором случае зародыши по одному или нескольку возникают из клеток только внутреннего интегумента и постепенно вырастают внутрь зародышевого мешка, где, как и при нуцеллярной эмбрионии, продолжают свое развитие. У цитрусовых это явление является постоянным, у других растений носит случайный характер.

Иногда в семенах развивается одновременно несколько зародышей. Это явление называется *многозародышевой*, или *полиэмбрионией*. Впервые оно было отмечено для цитрусовых.

Апомиксис широко распространен у растений – мхов, папоротников, покрытосеменных. Одни рассматривают его как тупик эволюции, другие считают, что апомиктичные формы обнаруживают все признаки биологического прогресса. Есть даже мнение, что апомиксис вытеснит половое размножение и станет типом размножения будущих покрытосеменных.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Морфология цветка**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Типы гинецея и плацентации. Типы завязи**



Начало

Содержание



Страница 140 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Тема 6. Морфология и классификация соцветий

**Соцветие** – это побег или часть системы побегов, несущие цветки. Одни морфологи (А. Л. Тахтаджян, 1948) считают, что в процессе эволюции первыми возникли одиночные цветки, находящиеся на верхушке побега. Подтверждение своего мнения они находят в том, что у примитивных магнолиевых имеется одиночный цветок. Другие полагают, что уже самые первые покрытосеменные растения имели соцветия, а одиночные цветки возникли в результате редукции соцветий. При этом исследователи основываются на том, что большинство древних, особенно древесных растений, имеют соцветия. По мнению Н. В. Первухиной (1970), в процессе эволюции покрытосеменных растений цветков и соцветия возникли одновременно и развивались параллельно друг другу.

В онтогенезе соцветия закладываются в цветочной почке. Апикальная меристема при этом изменяет свою форму, она разрастается, расчленяется, формируя зачатки цветков.

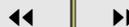
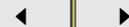
В соцветии различают: *главную ось* (цветонос, ось первого порядка), *цветоножки*, *прицветные листья*, или прицветники (иногда есть прицветнички), *цветки* (рисунок 1.61). Главная ось может ветвиться, образуя боковые оси разных порядков. *Цветоножки* – это конечные оси, несущие цветки, располагаются цветки на верхушке цветоножек. Цветки, не имеющие цветоножки, называются *сидячими*. *Прицветники* – это верхушечные листья, которые закладываются рано и выполняют защитную функцию, а позже могут выполнять функции фотосинтеза, привлечения насекомых-опылителей. На цветоножках иногда могут располагаться мелкие листочки – прицветнички, число которых – от одного до нескольких.

Соцветия отличаются исключительным разнообразием. Так, они могут отличаться характером прицветников. У одних соцветий прицветные листья по форме и размерам похожи на вегетативные листья: они довольно крупные, зеленые, выполняют функцию ассимиляции. Такие соцветия называют *фрондозными* (у марьянника, живучки ползучей, вербейника обыкновенного). Если прицветники мелкие, чешуевидные, то соцветия с такими прицветными листьями называют *брактеозными* (ландыш, черемуха). Если прицветники в соцветии редуцированы вовсе, то это *голое* соцветие (у крестоцветных).



Начало

Содержание

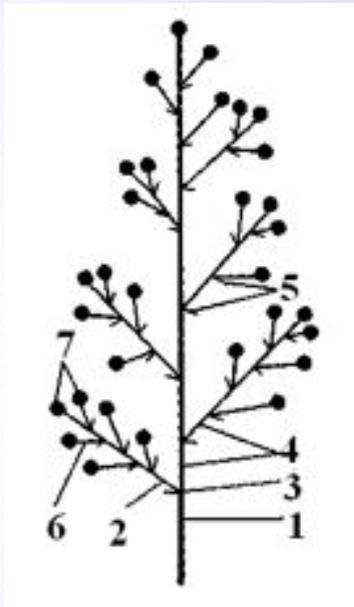


Страница 141 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.61– Строение соцветия (схема)**

1– главная ось; 2– боковая ось (паракладий); 3– узлы; 4 – междуузлия;  
5– прицветники; 6– цветоножки; 7– цветки

По степени ветвления осей соцветия делят на *простые* и *сложные*. Если на главной оси (цветоносе) располагаются одиночные цветки, то такие соцветия являются простыми (ландыш, вишня). В сложных соцветиях на главной цветочной оси располагаются боковые, или парциальные, соцветия (пшеница, сирень, морковь).

По характеру деятельности апикальной меристемы соцветия подразделяют на две группы. Если апикальная меристема цветоноса не формирует цветков и главная ось растет неопределенно долго, а цветки возникают на боковых осях, то такие соцветия называются *открытыми* (ландыш). Если цветонос соцветия заканчивается цветком, соцветие называют *закрытым* (чистотел).

По типу ветвления осей все соцветия подразделяют на *ботрические* (рацемозные, неопределенные) и *цимозные* (определенные).



Начало

Содержание



Страница 142 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

Для ботрических соцветий (от греч. *bothrys* – кисть) характерно моноподиальное ветвление, поэтому цветонос неопределенно долго нарастает в длину, цветки на нем закладываются в направлении от основания к верхушке, т.е. акропетально, и число их неопределенное. Цимозные соцветия (от лат. *cyma* – полужонтик) ветвятся по симподиальному или ложнодихотомическому типу. При этом цветонос состоит из осей разных порядков, и верхушка каждой оси заканчивается только одним верхушечным цветком, т.е. на осях образуется строго определенное количество цветков.

Все разнообразие соцветий подразделяют на *верхоцветные* (определенные, цимозные, симподиальные) и *бокоцветные* (неопределенные, рацемозные, моноподиальные). У верхоцветных соцветий верхушка главной оси рано заканчивается цветком, что ограничивает ее дальнейший рост, а остальные цветки появляются позже, в базипетальной последовательности, на боковых осях. Верхушечный цветок распускается первым. У бокоцветных соцветий первым закладывается и распускается самый нижний цветок, остальные развиваются и распускаются в акропетальной последовательности, их число неограничено, верхушечный цветок распускается последним. Эти соцветия называют *неопределенными*. Если соцветия обоих типов спроектировать на плоскость, то увидим, что порядок распускания цветков в цимозных соцветиях центростремительный – от центра к периферии, а в рацемозных – центробежный. Между этими двумя категориями соцветий существуют промежуточные и смешанные типы. Например, у колокольчика, грушанки соцветия ботрические, но цветонос заканчивается верхушечным цветком, т.е. является закрытым.

Верхоцветные соцветия считают более примитивными, а бокоцветные рассматривают как производные от верхоцветных.

Среди верхоцветных (цимозных) различают однолучевые (монохазии), двулучевые (дихазии), многолучевые (плейохазии) ([рисунки 1.62](#)).

*Монохазии* характеризуются тем, что под верхушечным цветком главной оси у них располагается только одна ось, заканчивающаяся цветком. При этом каждая последующая ось перерастает предыдущую, т.е. в монохазии цветонос ветвится по симподиальному типу. Монохазии подразделяются на *завитки* и *извилины*. У извилины оси монохазия возникают попеременно то слева, то справа (гладиолус,



[Начало](#)

[Содержание](#)

[◀](#) [▶](#)

[◀◀](#) [▶▶](#)

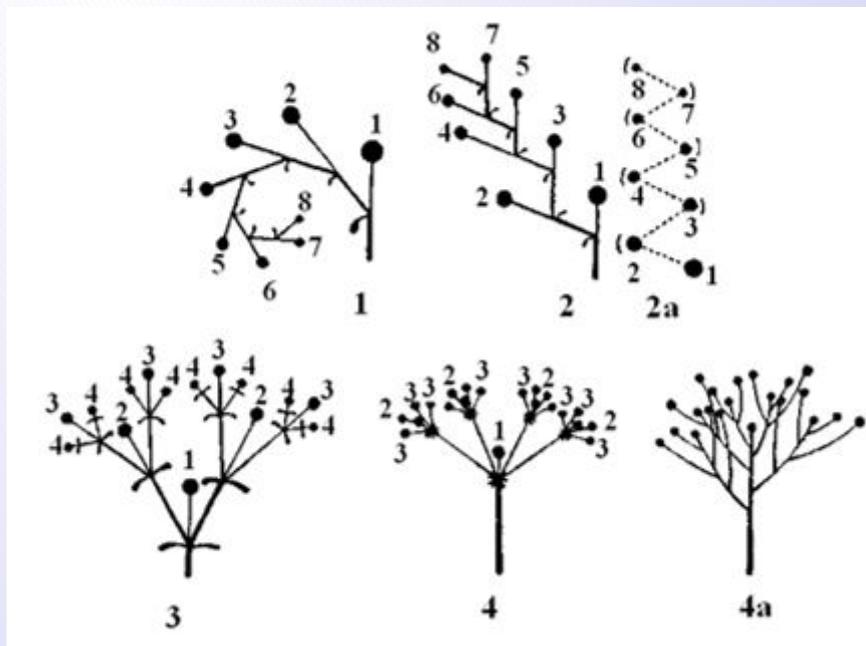
Страница 143 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

фрезия, лилейник) и цветки направлены в разные стороны от цветоноса. У завитка все оси монохазия, а, следовательно, и цветки направлены в одну сторону (анхуза, медуница).



**Рисунок 1.62 – Схемы цимозных соцветий**

1, 2 – монохазии (2а – проекция): 1– завиток; 2– извилина; 3 – дихазий; 4, 4а – плейохазий

У *дихазия* и *плейохазия* цветоносы ветвятся по ложнодихотомическому типу. Главная ось заканчивается цветком, который распускается первым. У *дихазия* от каждой оси отходят две оси последующих порядков, при этом дочерние оси перерастают материнскую (у звездчатки, дремы). *Плейохазий* (от греч. *pleion*– больше) характеризуется тем, что под верхушечным цветком главной оси (он зацветает первым) располагаются несколько боковых цветоносных побегов, которые перерастают главный и заканчиваются отдельными соцветиями (дихазиями, монохазиями, иногда, как у молочая, плейохазиями).



Начало

Содержание



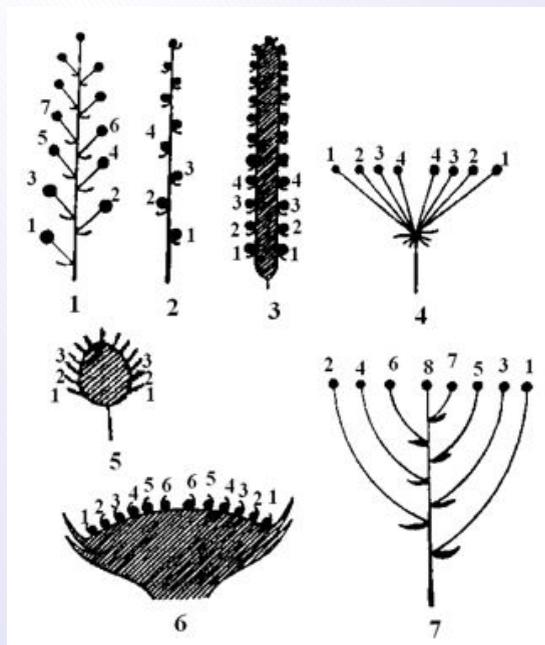
Страница 144 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Ботрические соцветия бывают *простые* и *сложные*. К простым относятся *кисть*, *колос*, *щиток*, *зонтик*, *початок*, *головка*, *корзинка*. У *кисти* цветочная ось длинная и на ней на цветоножках, выходящих из пазух прицветников, сидят цветки (черемуха, ландыш). По внешнему виду кисти очень разнообразны, они могут быть фрондозными (фиалка трехцветная), брактеозными (ландыш), закрытыми (колокольчик персиколистный), открытыми (гиацинт), многоцветковыми (наперстянка), одно- и двухцветковыми (горох посевной), мутовчатыми, односторонними (горошек мышиный) (рисунок 1.63).



**Рисунок 1.63 – Простые ботрические соцветия**

1 – кисть; 2 – колос; 3 – початок; 4 – зонтик; 5 – головка; 6 – корзинка; 7 – щиток

Если ось соцветия удлиненная, но цветки на ней без цветоножек, т.е. сидячие, то такое соцветие называется *колос* (подорожник, ослинник). Соцветие *початок* отличается от колоса тем, что у него мясистая, утолщенная ось (аир, калла).



Начало

Содержание



Страница 145 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Если главная ось укорочена, цветки сидячие или на коротких цветоножках и тесно расположенные, то соцветие называют *головка* (клевер, люцерна хмелевидная).

В соцветии *зонтик* все цветоножки выходят из верхушки цветоноса и имеют одинаковую длину (яблоня, вишня), порядок распускания цветков в этом соцветии – центростремительный. У *щитка*, в отличие от зонтика, цветоножки нижних цветков длиннее, чем цветоножки у верхних цветков, и все цветки располагаются в одной плоскости (груша садовая, пузыреплодник).

У *корзинки* цветки всегда сидячие и располагаются на сильно утолщенной и расширенной верхушке укороченной оси. При этом соцветие снизу и с боков окружено оберткой, образованной из одного или многих рядов верхушечных листьев. Они могут быть свободными или сросшимися, часто они располагаются черепитчато. Корзинка характерна для растений семейства сложноцветных – подсолнечника, одуванчика, астры. В корзинке первыми распускаются периферические цветки, а последними – цветки, находящиеся в центре соцветия.

*Сложные* рацемозные соцветия несут на главном цветоносе парциальные соцветия, которые так же, как и главная ось, ветвятся моноподиально (рисунок 1.64). Такими соцветиями являются: *сложная* (двойная) *кисть* – это соцветие, в котором на удлиненной моноподиальной главной оси располагаются пазушные простые кисти (донник, некоторые виды вероники).

*Сложный зонтик* отличается от простого тем, что боковые оси у него заканчиваются не цветками, а простыми зонтиками, их в этом случае называют зонтичками (морковь, укроп). В сложном зонтике часто есть обертки, которые представляют собою прицветные листья, собранные у основания общего зонтика, оберточки – прицветные листья у основания зонтичков.

*Сложный колос* характеризуется тем, что на главной оси находятся боковые оси, на которых сидят отдельные соцветия – простые колоски (пшеница, рожь).

*Метелка* отличается от сложной кисти большим числом осей ветвления – есть оси третьего и выше порядков, особенно у нижних отдельных соцветий (сирень, полынь).



Начало

Содержание

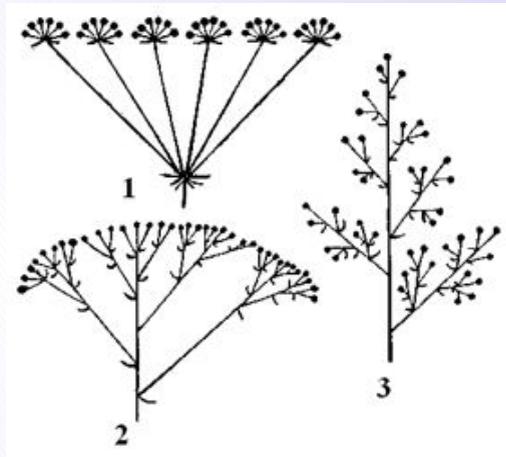


Страница 146 из 217

Назад

На весь экран

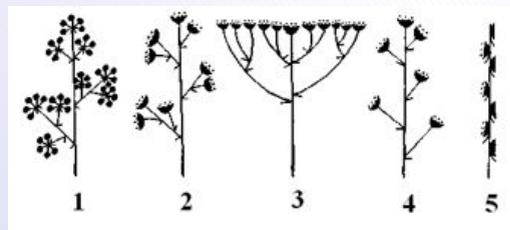
Закрыть



**Рисунок 1.64 –Схемы некоторых сложных рацемозных соцветий**

1 – сложный зонтик; 2 – сложный щиток; 3 – метелка

Среди сложных соцветий встречаются также *агрегатные*, или *составные* соцветия (рисунок 1.65). У них на главной и боковых осях располагаются соцветия разного вида. Например, метелка из колосков у тимopheевки (она называется *султан*), кисть из корзинок (у череды), щиток из корзинок (у тысячелистника), метелка из корзинок (полынь), кисть из зонтиков.



**Рисунок 1.65 –Агрегатные соцветия**

1 – метелка зонтиков; 2 – метелка корзинок; 3 – щиток корзинок;  
4 – кисть корзинок; 5 – колос корзинок



Начало

Содержание



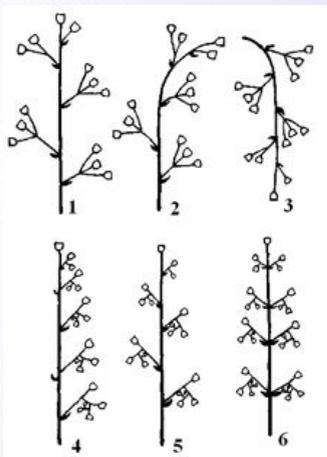
Страница 147 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

К сложным соцветиям относятся *тирсоидные соцветия*, или *тирс* (рисунок 1.66). Это соцветия, у которых главная ось ветвится по моноподиальному типу, а боковые соцветия (извилины, завитки, дихазии) – по симподиальному: у синяка обыкновенного, норичника, конского каштана. Тирсоидным соцветием является сережка березы, ольхи, тополя и др.



**Рисунок 1.66 – Тирс в зависимости от положения в пространстве главной и боковой осей соцветия и их расположения на оси**

1 – прямой; 2 – изогнутый; 3 – свисающий; 4 – однобокий; 5 – очередной; 6 – мутовчатый

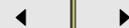
Соцветия имеют биологическое преимущество перед одиночным цветком. Группировка цветков в соцветии облегчает их опыление, в частности, с помощью ветра. Пчела за единицу времени также может посетить гораздо больше цветков, находящихся в соцветии, чем перелетая с одного одиночного цветка на другой. Кроме того, повреждение одиночного цветка или его неопыление приводит к бесплодности всего побега, а в соцветии, где цветки распускаются последовательно, создаются более надежные условия для опыления, оплодотворения и образования семян.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Морфология и классификация соцветий**



Начало

Содержание



Страница 148 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Тема 7. Морфология и классификация семян. Проростки растений

Семя покрытосеменных растений и по развитию, и по строению отличается от семени голосеменных. Запасающая ткань семени представлена эндоспермом. В семени голосеменных запасающая ткань представляет собою вегетативную часть женского гаметофита и является гаплоидной. Запасающая ткань покрытосеменных растений – триплоидная, гибридная. Иногда в семени сохраняется ткань нуцеллуса, которая превратилась в диплоидную запасающую ткань *перисперм* (у гвоздичных, нимфейных, перечных, маревых). Количество семядолей в зародыше цветковых строго определенное и равно 2 или 1, а у голосеменных их много. Семенная кожура у покрытосеменных формируется из двух интегументов, а у голосеменных – из одного. Семена покрытосеменных растений надежно защищены, они находятся внутри плода. Семена очень разнообразны по форме, окраске, размерам. Например, у орхидных они очень мелкие, пылевидные (их вес составляет тысячные доли миллиграмма), очень крупные семена у пальм (до 20 кг).

Семя цветкового растения в типичном случае состоит из семенной кожуры, зародыша и эндосперма.

*Семенная кожура* защищает зародыш и запасающую ткань от механических, биотических и других повреждений, препятствует высушиванию и преждевременному насыщению водой, но не препятствует проникновению влаги и прорастанию зародыша. Иногда она имеет приспособления для распространения семян.

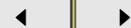
Семенная кожура довольно обычно многослойная, может состоять из разных типов тканей. У семян, развивающихся во вскрывающихся плодах, например, у гороха, в семенной кожуре имеется наружный защитный слой из склерифицированных клеток склерейд – *склеротеста*; у семян, распространяемых при помощи птиц, наружный слой семенной кожуры сочный и мясистый и называется *саркотеста*. Слой кожуры, способный ослизняться, называется *миксотеста*. В кожуре семени могут быть либо все эти типы тканей, либо некоторые из них.

У разных родов и видов растений семенная кожура разная, и ее изучение важно для диагностики и систематики растений. Толщина семенной кожуры разная и



Начало

Содержание



Страница 149 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

зависит от толщины околоплодника. Если стенка плода, внутри которого находится семя, толстая, то семенная кожура обычно тонкая (подсолнечник, вишня). Если околоплодник не достигает большой мощности, то семенная кожура толстая, часто деревянистая. Кожура семян, поедаемых животными и человеком, может быть устойчива к пищеварительным процессам, что позволяет семенам проходить через пищеварительный тракт без всякого повреждения. Кожура некоторых семян, например льна, может ослизневать, благодаря чему такие семена прилипают к животным и переносятся ими в благоприятные для прорастания места или, наоборот, такие семена прилипают к почве, что защищает их от выдувания ветром.

Семянная кожура может быть окрашенной (желтой, бурой, черной, белой). Иногда окраска распределена неравномерно – пятнами, крапинками. Пигментации семенной кожуры в растениеводстве придают большое значение, на окраске семян часто основывают классификацию сортов культурных растений. Характер пигментации иногда служит диагностическим принципом для определения хозяйственноценных качеств семенной продукции. Так, качество масла из семян сои с бурыми пятнами на кожуре будет иным, чем из семян того же сорта, но без пятен.

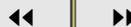
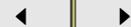
Чаще всего семенная кожура гладкая, однако, есть семена с волосками, ребрами, другими выростами (ива, тополь, Иван-чай). В этом случае кожура берет на себя функции распространения семян и тем самым расселения вида. Иногда на поверхности семени есть *ариллусы* – мясистые образования, играющие важную роль в распространении семян птицами, муравьями (у фиалок, чистотела, бересклета). Они имеют вид выроста, покрывающего все семя или часть его. Обычно они ярко окрашены. Ткань ариллуса богата у одних растений жирами, у других – белками, крахмалом, дубильными веществами.

На поверхности семени на кожуре можно увидеть *микроспиле*, *рубчик* и *семяшов*. Микроспиле сохраняется от семязачатка в виде небольшого отверстия, которое способствует проникновению первых порций воды в начале набухания семени. Кончик зародышевого корешка всегда повернут к микроспиле и при прорастании семени выходит из него. Рубчик образуется в том месте, где семя отделилось от семяножки. На рубчике заметен след проводящего пучка, который проходил через семяножку. Рубчик играет роль регуляции газообмена, и поддержания влажности семени и действует, как клапан, закрытый во влажной среде и слегка открытый



Начало

Содержание



Страница 150 из 217

Назад

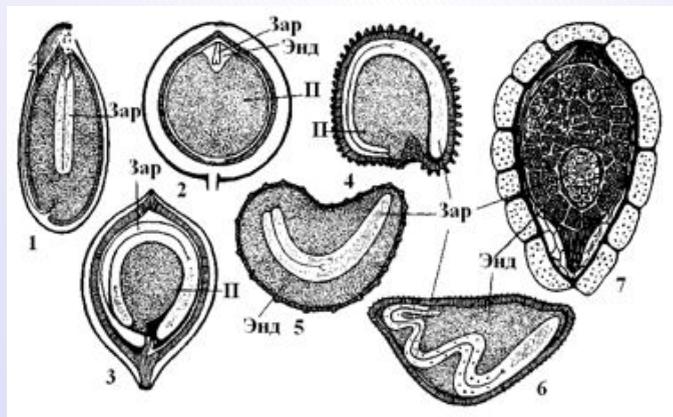
На весь экран

Закрыть

в сухой. В анатропных семязачатках семяножка оказывается как бы приросшей к покровам семязачатка и на зрелом семени можно отличить *семяшов* в виде продольного гребня на одной из сторон семени.

*Зародыш* – главная часть семени. По форме он может быть ровным, согнутым, скрученным, спиральным, подковообразным и др. Различно и его размещение в семени (**рисунок 1.67**). У одних он занимает место в центре и со всех сторон окружен запасующей тканью. У других он располагается по периферии семени и окружает запасующую ткань или прилегает к ней. Но в одном размещении зародыша в семени одинаковое: кончик корня всегда находится поблизости от микропиле, благодаря чему при прорастании семени прежде других выходит корень.

Зародыш имеет в своих клетках диплоидный набор хромосом. Он является зачатком нового растения (спорофита). Хорошо развитый зародыш у семян без эндосперма (горох, фасоль, подсолнечник), хорошо дифференцирован зародыш у зерновки злаков. Но в некоторых случаях зародыш развит очень слабо, не имеет зародышевых вегетативных органов, иногда состоит только из нескольких меристематических клеток. Такое упрощение зародыша характерно для паразитных и сапробитных форм растений.



**Рисунок 1.67 – Форма и расположение зародыша в семенах**

1 – клещевина; 2 – черный перец; 3 – шпинат; 4 – куколь; 5 – мак;  
6 – выюнок; 7 – заразиха; Зар – зародыш; Энд – эндосперм; П – перисперм



Начало

Содержание



Страница 151 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

Развитие зародыша происходит из оплодотворенной яйцеклетки – *зиготы*. Клеточные деления, в результате которых одноклеточная зигота превращается в многоклеточное растение, уже на ранних стадиях развития зародыша, часто с самого первого деления, происходят в определенных направлениях. Это приводит к упорядоченному расположению клеток, и зародыш в целом принимает особую форму, в которой можно различить *ось зародыша* и семядольные листья, или *семядоли*. Участок оси, расположенный ниже семядолей, называется *гипокотилем*, или *подсемядольным коленом*. На своем нижнем конце (корневом полюсе) гипокотиль несет *зародышевый корешок*. Условно граница между гипокотилем и зародышевым корешком называется *корневой шейкой*. На верхнем конце оси (полюсе побега) выше семядолей находится конус нарастания побега и зачатки листьев – *зародышевая почечка*. Участок зародышевой оси выше семядолей до зародышевых листочков называется *эпикотиль*, или *надсемядольное колено*.

Ткани зародыша являются меристематическими. Поверхностный слой представлен протодермой. Под ней лежит основная меристема, клетки ее более вакуолизированы. Ближе к центру располагается прокамбий, который тянется через ось корня – гипокотиль и семядоли в виде цельного слоя узких вытянутых клеток. В зародыше двудольных обычно две семядоли (за редким исключением), они располагаются по бокам зародышевой оси, а между семядолями находится точка роста побега, или почечка, которая занимает верхушечное положение (зародыш двусторонне симметричный). У зародыша однодольных одна семядоля, она занимает верхушечное положение, а точка роста побега смещена в сторону, поэтому через зародыш можно провести одну плоскость симметрии.

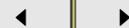
Считают, что зародыш однодольных возник из двудольного в результате недоразвития одной семядоли. На первый взгляд, этому противоречит верхушечное расположение единственной семядоли однодольных. Но оказалось, что верхушечное положение семядоли однодольных только кажущееся, т.е. псевдоверхушечное, оно является результатом смещения в процессе развития верхушечной меристемы интенсивно растущей семядоли, а сама семядоля оказалась в псевдотерминальном положении. У некоторых однодольных, вероятно, сохранилась вторая редуцированная семядоля.

*Эндосперм* развивается из оплодотворенного центрального ядра зародышевого мешка и состоит из триплоидных клеток. Его функция – обеспечение



Начало

Содержание



Страница 152 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

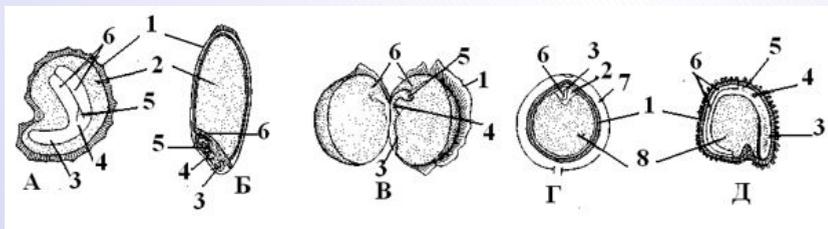


питания зародыша, который с самого начала гетеротрофен, его существование поддерживается за счет питательных веществ, находящихся в эндосперме. Основными запасными веществами являются углеводы, белки и липиды. У семян всегда есть все три типа соединений, но количество их различно. Так, эндосперм семян злаков содержит до 80% крахмала (такой эндосперм называется мучнистым), эндосперм клещевины имеет отложение жирных масел (маслянистый эндосперм); запасные белки могут соединяться с отложениями жиров, а могут образовывать специальный *алеуроновый слой* эндосперма.

При набухании семян вещества эндосперма гидролизуются под действием ферментов и поглощаются зародышем при прорастании. После этого клетки эндосперма разрушаются.

Степень развития эндосперма у разных семян разная. Как правило, чем примитивнее в эволюционном отношении группа, тем лучше развит у нее эндосперм. У более продвинутых групп эндосперм слабо развит или даже отсутствует. Поэтому считают, что в процессе развития покрытосеменных растений происходит редукция эндосперма. Она связана с постепенным увеличением размеров зародыша, и в нем начали откладываться запасные вещества, а роль эндосперма постепенно уменьшается, и он исчезает.

**Типы семян.** В зависимости от места локализации запасных питательных веществ в семенах различают 4 типа семян (**рисунок 1.68**): семена с эндоспермом; семена без эндосперма; семена с периспермом; семена с периспермом и эндоспермом.



**Рисунок 1.68 – Типы семян**

А – с эндоспермом, окружающим зародыш (мак); Б – с эндоспермом, примыкающим к зародышу (пшеница); В – с запасными веществами, отложенными в семядолях зародыша

Начало

Содержание



Страница 153 из 217

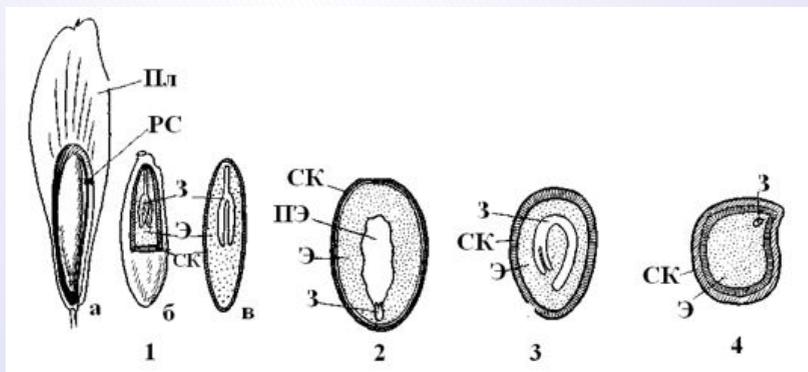
Назад

На весь экран

Закрыть

(горох); Г– с эндоспермом, окружающим зародыш, и мощным периспермом (перец); Д– спериспермом (куколь); 1 – семенная кожура; 2 – эндосперм; 3 – корешок; 4 – стебелек; 5 – почечка; 6 – семядоли (3–6 – зародыш); 7– околоплодник; 8 – перисперм

Семена с эндоспермом характерны как для однодольных, так и для двудольных растений. Например, у ясеня семя снаружи покрыто тонкой семенной кожурой, под ней лежит эндосперм, в который погружен зародыш. Он ровный, с двумя семядолями. Перед прорастанием семядоли у ясеня удлиняются и начинают поглощать питательные вещества из эндосперма. Есть зародышевый корешок, гипокотиль. Почечка у зародыша не сформирована, есть только апекс без зародышевых листочков (рисунок 1.69).



**Рисунок 1.69 – Семена двудольных с эндоспермом**

1 – ясень обыкновенный: а– семя внутри плода крылатки, б– положение зародыша в семени, в– схема продольного разреза семени; 2– продольный разрез семени пиона;

3– продольный разрез семени томата; 4– продольный разрез семени лимонника китайского; ПЛ – околоплодник; СК – семенная кожура; 3 – зародыш; Э – эндосперм; РС – редуцированные семена в плоде; ПЭ – полость эндосперма

У ириса (однодольные растение) эндосперм также со всех сторон окружает зародыш. У злаков зародыш касается эндосперма только одним боком (рисунок 1.70).



Начало

Содержание

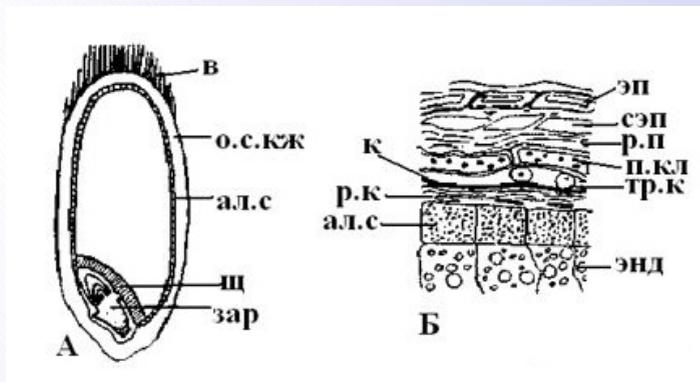


Страница 154 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 1.70 – Строение семени зерновки**

А – зерновка пшеницы в продольном разрезе; Б – часть зерновки с околоплодником и остатками семенной кожуры; ал.с – алейроновый слой; в – волоски; зар – зародыш; к – кутикула, покрывающая семенную кожуру; о.с.кж – околоплодник и семенная кожура; п.кл – поперечные клетки; р.к – разрушающиеся клетки интегумента; р.п – разрушающаяся паренхима; сэп – субэпидермальный слой; тр.к – трубчатые клетки; щ – щиток; эп – эпидерма околоплодника; энд – эндосперм

Семя злаков заключено в плод зерновку, при этом семенная кожура плотно срастается с околоплодником. Большую часть зерновки занимает эндосперм. В нем периферический слой содержит белок – это *алеяроновый слой*, внутри от него находится *крахмалистая часть* эндосперма. Зародыш (рисунок 1.70) включает: *щиток*, примыкающий к эндосперму. Его считают единственной семядолей. На стороне, обращенной к эндосперму, щиток имеет слой всасывающих клеток, вытянутых перпендикулярно поверхности щитка. При прорастании семени щиток выделяет гидролитические ферменты, которые вызывают разрушение эндосперма, а клетки всасывающего слоя поглощают из него питательные вещества, действуя как гаустории.

*Зародышевая ось* кажется расположенной как бы сбоку от щитка. Нижняя часть оси представлена зародышевым корешком, который несет на нижнем конце корневой чехлик. Корень с чехликом прикрыт *колеоризой*, которая защищает его, а при прорастании зародыша набухает и разрывается, развивая на своей



Начало

Содержание



Страница 155 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

поверхности всасывающие волоски. Некоторые ботаники считают, что колеориза – это недоразвитый главный корень зародыша злака, а структуры, видимые как зародышевые корешки, являются придаточными корнями. Гипокотиль у злаков не развит, а *зародышевая почечка* хорошо развита. Она представлена апексом побега и 2–3, а иногда и большим числом листовых зачатков. Наружный лист почечки имеет вид колпачка и называется *колеоптиль*. Он не имеет листовой пластинки и представляет собой замкнутую трубку, в которой находятся листовые зачатки и апекс. При прорастании колеоптиль пробивает почву твердой (по причине высокого тургора) верхушкой, потом разрывается и через прорыв выходит первый зеленый лист. После этого колеоптиль засыхает. Не все ботаники считают колеоптиль самостоятельным листом, некоторые рассматривают его как влагалище семядоли – щитка.

У некоторых злаков, например, у пшеницы, на стороне, противоположной щитку, находится *эпибласт*. Его одни исследователи интерпретируют как остаток второй семядоли, а другие считают единственной семядолей, третьи рассматривают как простую складку ткани.

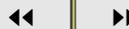
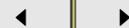
*Семена двудольных без эндосперма* характерны многим культурным двудольным растениям: бобовым, тыквенным, сложноцветным, крестоцветным, многим древесным (дуб, клен, грецкий орех). У фасоли (рисунок 1.71) семя снаружи покрыто *семенной кожурой*. Она очень плотная, имеет сложное строение, на ее поверхности имеется кутикула и воск. Окраска ее различная (белая, коричневая, с мраморным рисунком). На поверхности семени видно небольшое отверстие – *микропиле*, вблизи него находится *рубчик* – место прикрепления семени к семяножке. Рубчик выполняет функцию регуляции газообмена и поддержания влажности семени, поскольку он способен закрываться во влажной среде и открываться в сухой.

Под семенной кожурой находится *зародыш*. Он состоит из двух крупных толстых *семядолей*, прикрепленных по обеим сторонам к зародышевой оси. На одном полюсе оси находится *зародышевый корешок*, на другом – *зародышевый стебелек* и *почечка*, расположенные между семядолями. Семядоли прикрепляются к зародышевому стебельку на довольно большом расстоянии от корешка. Та часть стебелька, которая находится между корнем и местом прикрепления семядолей,



Начало

Содержание



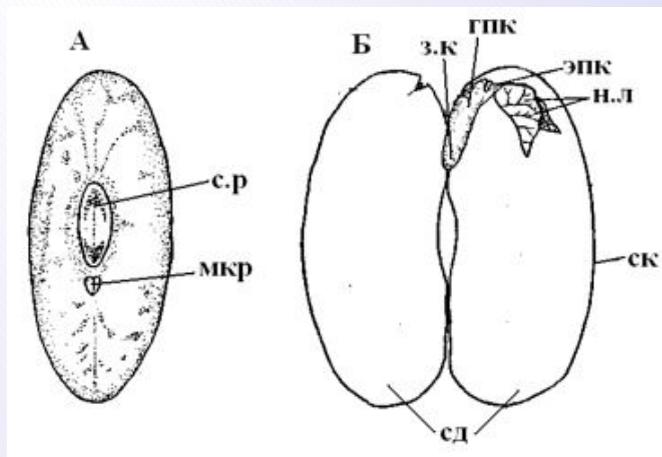
Страница 156 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

называется *гипокотиль* (подсемядольное колено). Выше его, до почечки, находится *эпикотиль* (надсемядольное колено). Корешок, стебелек и почечка состоят из меристематических тканей, а семядоли – из запасяющей паренхимы. Запасными веществами являются крахмал, белки, масла, сахара, есть минеральные соли фосфора, магния, железа, а также витамины, гормоны, ферменты.



**Рисунок 1.71 – Строение семени фасоли**

А – общий вид; Б – развернутые семядоли; гпк – гипокотиль; з.к – зародышевый корешок; мкр – микропиле; н.л – настоящие листья; сд – семядоли; ск – семенная кожура; с.р – семенной рубчик; эпк – эпикотиль

*Семена с периспермом и эндоспермом* встречаются у нимфейных (кувшинка, кубышка), у черного перца. Снаружи семя покрыто *семенной кожурой*. Под ней лежит, образованный из нуцеллуса семязачатка. Он занимает большую часть семени. *Эндосперм* небольшой, окружает *зародыш*, в котором отчетливо видны две семядоли.

*Семя с периспермом* характерно для гвоздичных: в зрелом семени эндосперм поглощается, а перисперм разрастается, окружая зародыш.

**Покой семян.** Для прорастания семян необходимы определенные условия: вода, воздух, оптимальная температура, для некоторых (салат, сельдерей, береза) – свет. При их наличии семена у некоторых растений сразу прорастают и уже



Начало

Содержание



Страница 157 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

под осень образуются крепкие растения, способные перезимовать. Если семя не прорастет, оно может утратить всхожесть. Это явление наблюдается у клена серебристого, тополя, подбела, растений мангровых зарослей. Но у преобладающего большинства цветковых растений зрелое семя не может сразу прорасти. Оно находится в состоянии покоя. Покой может быть вынужденным, связанным с отсутствием необходимых для прорастания условий, и органичным, определяемым свойствами самих семян. Это может быть недоразвитость зародыша, такой зародыш будет довольно долго доразвиваться за счет эндосперма; это может быть связано с наличием твердого и непроницаемого покрова семян, препятствующего прорастанию, например, у косточковых. Часто прорастание семян тормозится особыми веществами – ингибиторами, находящимися в семенной кожуре.

Преодоление покоя можно достичь с помощью *стратификации* – выдерживания семян во влажном песке при низких температурах ( $0^{\circ} \dots + 7^{\circ} \text{C}$ ), в условиях хорошей аэрации. Так прорастают семена косточковых и семечковых плодовых культур, многих древесных растений. Для прорастания семян, имеющих твердую семенную кожуру, используют *скарификацию* – перетиравание семян с песком, оппаривание кипятком и др. с целью повреждений семенной кожуры.

Возможность находиться в вынужденном или органическом покое вырабатывалась у растений в ходе эволюции как средство перенесения неблагоприятного для роста проростка периода года. Таким образом, образуется запас семян в почве. И когда по какой-либо причине (например, поздневесенние заморозки или засуха) появившиеся проростки погибают, то в последующие годы могут прорасти те семена, которые находятся в почве в состоянии покоя, и таким образом будут возобновлены растения данного вида.

**Прорастание семян.** Прорастанию семян предшествует его набухание, связанное с поглощением большого количества воды и оводнением тканей семени. В них происходят сложные биохимические и анатомические процессы. Резко усиливается дыхание, активизируются различные ферменты. Под их влиянием запасные вещества гидролизуются, превращаясь в подвижную легко усваиваемую форму. Так, крахмал превращается в сахар, белки – в аминокислоты. Перемещаясь в зародыш, питательные вещества становятся субстратом для процессов синтеза, необходимых для начала роста. Клетки зародыша начинают



Начало

Содержание



Страница 158 из 217

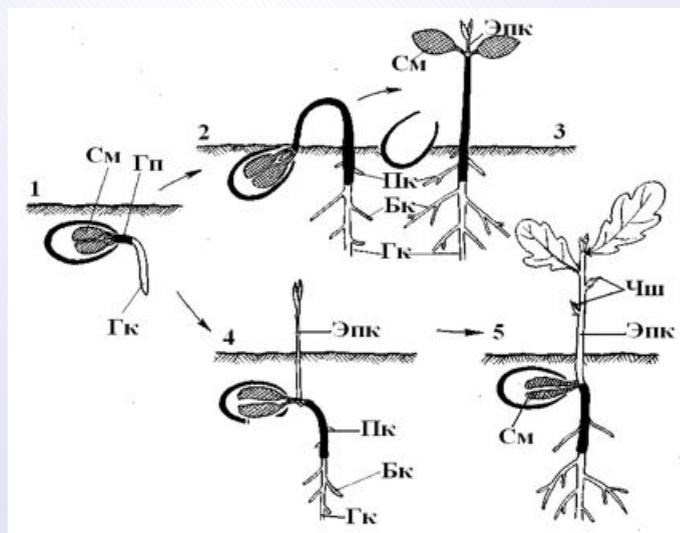
Назад

На весь экран

Закрыть

делиться и разрастаться, при этом семенная кожура разрывается и первым обычно выходит зародышевый корешок. Он закрепляет молодое растение в почве, начинает всасывать растворы минеральных веществ.

У двудольных различают надземный и подземный тип прорастания. Например, у фасоли, огурца, тыквы гипокотиль начинает удлиняться, петлеобразно изгибается и выходит на поверхность, вынося вместе с собой нежную верхушку побега, которая при этом не повреждается, поскольку не проталкивается через почву, а вытягивается из нее. Благодаря росту гипокотили семядоли выносятся на поверхность, разворачиваются и становятся ассимилирующими органами нового растения. Такой тип прорастания носит название *надземного* (тыква, томаты, фасоль, клен) (рисунок 1.72).



**Рисунок 1.72 – Схема надземного и подземного прорастания семян двудольных**

1 – начало прорастания семени; 2, 3 – этапы надземного прорастания;  
4, 5 – этапы подземного прорастания; См– семядоли; Эпк– эпикотиль;  
Гк– главный корень; Бк– боковые корни; Пк– придаточные корни;  
Чш– чешуевидные листья. Гипокотиль черного цвета



Начало

Содержание



Страница 159 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

У других растений (горох, дуб) семядоли остаются в семени под землей и являются источником питания проростка. Это *подземное прорастание* (рисунок 1.72). Оно связано с активным ростом эпикотиля, который, вытягиваясь, выносит почечку на поверхность. После появления над поверхностью почвы побега с листьями эти проростки также переходят к автотрофному типу питания. При подземном прорастании рост гипокотиля ограничен, и поэтому он проталкивает корень в нижние слои почвы. Вверх начинает расти побег из зародышевой почечки.

У проростка фасоли на двух его полюсах – в кончике корня и в почечке – продолжают деления клеток верхушечной меристемы. В апексе в почечке продолжают закладываться листовые бугорки, происходит вставочный рост стебелька, и образуются междоузлия. Зародышевый корешок развивается в главный корень. Потом у проростка образуются боковые корни. Они появляются на главном у самого его основания, т.е. около перехода в гипокотиль. Последующие боковые корни развиваются в акропетальном порядке, т.е. все дальше от основания материнского корня. У более развитых проростков появляются корни и на гипокотиле. Такие корни являются придаточными. Таким образом, уже у молодых проростков фасоли образуется корневая система, состоящая, главным образом, из боковых и придаточных корней. Потом происходит дальнейшее ветвление корней, и на боковых и придаточных корнях образуются боковые корни второго и последующих порядков.

У главного побега междоузлия разрастаются, и он становится удлинённым. У некоторых растений рост междоузлий главного побега заторможен, и они остаются укороченными. Узлы и листья при этом сближены, и образуется розеточный побег.

У гороха первые листья побега имеют вид небольших бесцветных чешуек, и только потом возникают зеленые листья.

У проростка пшеницы нужно отметить появление двух придаточных корней. Все три корня пшеницы, которые появляются у проростка, – главный и два придаточных, называются *первичными*. У кукурузы при прорастании зерновки образуется один корень, он является главным. Семядоля у злаков остается в земле. Колеоптиль выходит на поверхность, раскрывается на верхушке небольшим отверстием, через которое появляются зеленые листья. Колеоптиль останавливает свой рост и засыхает.

Таким образом, у проростков уже есть все вегетативные органы, которые потом нарастают и ветвятся.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 Морфология и классификация семян**



Начало

Содержание



Страница 160 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Тема 8. Морфология и классификация плодов

*Плод* образуется после двойного оплодотворения из завязи пестика. Но иногда в образовании плодов участвуют, помимо завязи, и другие части пестика: столбик у капусты, гравилата, а, например, у мака, и рыльце. Часто в образовании плода принимают участие и другие части цветка – околоцветник, цветоложе, основания тычинок, иногда – целые соцветия, у злаков – цветковые чешуи. Все они после оплодотворения начинают разрастаться и видоизменяться, превращаясь в плод. Поэтому иногда плод определяют как зрелый цветок.

Плод присущ только покрытосеменным растениям и относительно других органов растения является новообразованием. Не всегда плод формируется после оплодотворения, у части покрытосеменных, он образуется без оплодотворения. Такое явление называется *партенокарпией*. Партенокарпические плоды не имеют семян (мандарин, лимон, виноград, огурец и др.) или имеют семена без зародыша. Партенокарпия часто является прочно закрепленным признаком сорта. Есть два вида партенокарпии: вегетативная и стимулятивная. В первом случае плоды завязываются и развиваются без опыления (тыква, перец). Стимулятивная партенокарпия для образования плодов требует раздражения рыльца пестика цветка, например, чужеродной пылью или химическими раздражителями. В настоящее время известно около 50 химических веществ, вызывающих партенокарпию.

Некоторые растения образуют в онтогенезе плоды и семена только один раз, после чего погибают. Они называются *монокарпиками*. К ним относятся все однолетние растения, а также двулетние, которые после образования плодов и семян на втором году жизни погибают. Многие многолетние тропические растения также являются монокарпиками, например, бамбук, агава, отмирающие после единственного в своей жизни цветения и плодоношения.

Большинство наших травянистых и древесных растений способны образовывать плоды и семена многократно в течение своей жизни. Их называют *поликарпиками*, или *поликарпическими растениями*.

Биологическое значение плода заключается в том, что он защищает семена от неблагоприятных воздействий; если семя не созрело на растении, оно дозревает



Начало

Содержание



Страница 161 из 217

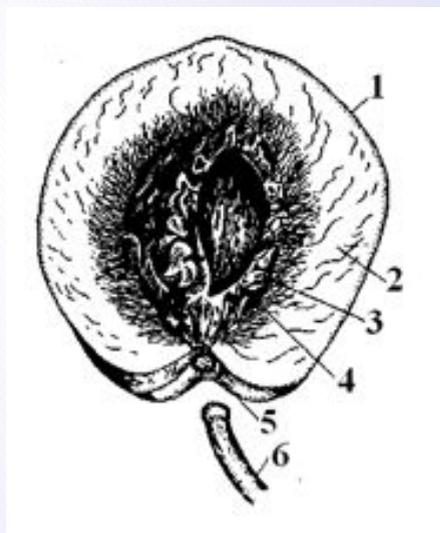
Назад

На весь экран

Закрыть

внутри плода; благодаря наличию различных приспособлений он способствует распространению семян.

Плод состоит из *околоплодника* и *семян* (рисунок 1.73).



**Рисунок 1.73 –Строение костянки персика**

1, 2, 3 – околоплодник, или перикарпий; 1 – экзокарпий; 2 – мезокарпий;  
3 – эндокарпий; 4 – семя; 5 – след плодоножки; 6 – плодоножка

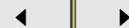
Околоплодник, или перикарпий (от греч. *peri*– вокруг, *karpos* – плод) – стенка плода, состоящая из трех слоев: *экзокарпия* (внеплодника), *мезокарпия* (межплодника), *эндокарпия* (внутриплодника). Но иногда эти слои тяжело разграничить. Экзокарпий расположен снаружи плода. Он может быть кожистым, гладким или с различными выростами, волосками (огурец, дурман, каштан). В экзокарпии незрелых плодов могут быть устьица, у зрелых они обычно незаметны, выделяются кутикула и воск. У некоторых плодов образуется раневая перидерма, мелкие чечевички.

*Мезокарпий* часто становится сочным и мясистым, паренхимные клетки его в вакуолях содержат много сахара (вишня, черешня), масло (маслина). Он пронизан



Начало

Содержание



Страница 162 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

системой проводящих пучков, что хорошо видно в плодах люффы, мака, абрикоса, персика. Однако после созревания плода жилки могут полностью разрушиться. Мезокарпий может быть сухим, слабо развитым, например, у стручков, бобов. У многих растений в нем встречаются склереиды.

*Эндокарпий* – внутренний слой околоплодника. Он бывает однослойным или многослойным, пленчатым, кожистым или деревянистым, состоящим из склереид. У ягод (виноград, черника, крыжовник) эндокарпий отсутствует. У citrusовых он сильно видоизменен и образует сочную основную часть плода.

Гистологически эти три слоя соответствуют слоям плодолистика. *Экзокарпий* – это производное наружного (внешнего) эпидермиса, мезокарпий соответствует мезофиллу плодолистика. Эндокарпий развивается из внутренней эпидермы плодолистика.

**Разнообразие плодов.** Околоплодник у разных плодов отличается по строению. Например, у одних плодов клетки мезокарпия тонкостенные, имеют крупные вакуоли с клеточным соком. Такие плоды называются *сочными*. У *сухих* плодов околоплодник сухой, твердый, часто перепончатый, пергаментный.

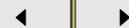
По количеству семян внутри плода различают *односемянные* и *многосемянные* плоды. Сухие многосемянные плоды являются *вскрывающимися*, при этом вскрывание осуществляется различными способами: продольными щелями по брюшному и спинному шву, по перегородкам, зубчиками, дырочками, крышечками. Односемянные плоды *невскрывающиеся*, они после созревания обычно отрываются от побега благодаря развитию на плодоножке отделительного слоя, околоплодник у них потом разрушается благодаря действию микроорганизмов и семя освобождается.

Иногда плод распадается в продольном направлении на замкнутые односемянные *мерикарпии* (от греч. *meros* – часть, *karpos* – плод) в плоскости срастания плодолистиков. Такие плоды называются *дробными* (зонтичные, губоцветные, бурачниковые). Иногда такие плоды имеют свои названия: калачики (мальвовые), ценобии (бурачниковые, губоцветные), вислоплодник (зонтичные). У *членистых* плодов происходит разделение их по поперечным ложным перегородкам на отдельные односемянные членики (редька дикая, сераделла). В этом случае число члеников не соответствует числу гнезд в завязи. Распадающиеся плоды считают эволюционно более продвинутыми.



Начало

Содержание



Страница 163 из 217

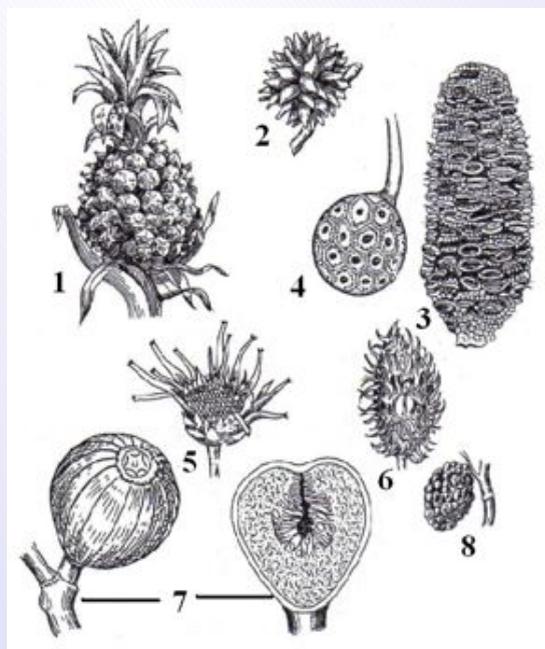
Назад

На весь экран

Закрыть

В цветке может находиться один или несколько пестиков. Плод, образованный из одного пестика, называют *простым*, или *мономерным*. В цветке в этом случае находится однопестичный апокарпный (вишня, горох, фасоль) или ценокарпный гинецей (яблоня, мак, капуста). Плод, образованный из нескольких пестиков одного и того же цветка, т.е. из апокарпного многопестичного гинецея, называется *сложным*, или *сборным*, или *полимерным* (малина, ежевика, земляника, калужница).

**Соплодие** развивается из целого соцветия, опадающего целиком, т.е. каждый плод образуется из отдельного цветка соцветия (шелковица, ананас, инжира, у липы, плодоножки плодов которой срастаются с кроющим листом) (**рисунок 1.74**).



**Рисунок 1.74 – Соплодия**

1 – ананас; 2 – ежеголовник; 3 – баксия; 4 – кизил Коуса;  
5 – василек синий; 6 – дурнишник; 7 – инжир; 8 – шелковица



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 164 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Если в плод превращается только завязь, то такой плод называется *пестичным*, или *верхним*, или *настоящим* (вишня, тюльпан). Если плод образуется не только из завязи, но и из других частей цветка, то такой плод называется *нижним*, или *покрытым*, или *ложным* (яблоня, огурец).

**Классификация плодов.** В основу морфологической классификации положен характер (консистенция) околоплодника и вся совокупность морфологических признаков плодов. В основу морфогенетической классификации положен тип гинецея, из которого развился плод, а также положение завязи в цветке. Поэтому различают *апокарпные* и *ценокарпные* (синкарпные, паракарпные, лизикарпные) плоды; последние могут быть верхними или нижними, все апокарпные плоды развиваются из верхней завязи – верхние.

*Апокарпные плоды* подразделяются на *полимерные*, т.е. возникшие из нескольких пестиков одного цветка и состоящие в этом случае из многих плодиков, и *мономерные*, возникшие из одного простого пестика. В каждом из этих типов выделяют многосемянные и односемянные плоды. К простым апокарпным плодам относят листовку, боб, орешек, костянку (рисунок 1.75).

*Листовка* – это многосемянный, одногнездный плод, вскрывающийся одним швом. Плод напоминает лист, сложенный пополам. Может быть сухой (живокость полевая) или сочной (воронец колосистый).

*Боб* – одногнездный, многосемянный, сухой плод, вскрывающийся двумя швами – по брюшному шву и по средней жилке плодолистика (горох, фасоль). У софору японской боб сочный, невскрывающийся, после длительного хранения он распадается на членики. Различное у бобов и число семян: обычно их много, но у клевера 2–4, у эспарцета бобы односемянные орешковидные. Членистые бобы у вязаля, арахиса.

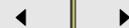
*Орешек* – сухой, односемянный, невскрывающийся плод (рогоз). Некоторые ботаники рассматривают орешек как односемянную листовку.

*Костянка* – одногнездный, односемянный, сочный плод, у которого перикарпий дифференцирован на экзо-, мезо- и эндокарпий (вишня, слива, абрикос). У миндаля плод – сухая костянка.

К апокарпным полимерным, или сборным, плодам относятся многолистовка, многокостянка, многоорешек.

Начало

Содержание



Страница 165 из 217

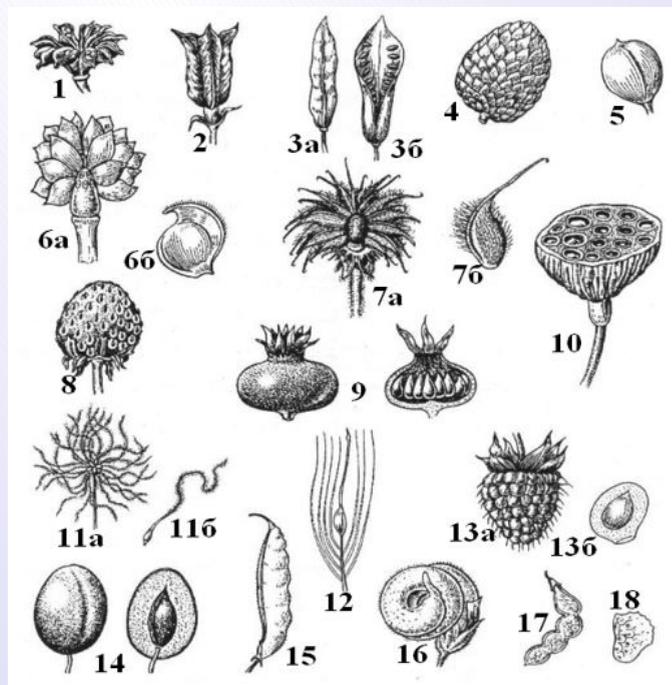
Назад

На весь экран

Закрыть

*Многолистовка* состоит из многих листовок, расположенных либо спирально (магнолия, калужница), либо циклически (спирей, водосбор). Могут быть сухими (дельфиниум, калужница) или сочными (лимонник).

*Многоорешек* – сухой плод (земляника, лапчатка, лютик, ветреница). У земляники орешки сидят на выпуклом цветоложе, у шиповника – внутри вогнутого бокальчатого *гинантия*, образованного срастанием частей околоцветника, тычиночных нитей, а в нижней части – и цветоложа. Иногда плод шиповника называют *цинарродий*, а плод земляники – *фрага*.



**Рисунок 1.75 – Апокарпные плоды**

1 – сухая спиральная многолистовка калужницы; 2 – сухая циклическая многолистовка живокости; 3а – сухая однолистовка живокости полевой со спинной стороны; 3б – раскрывающаяся по брюшному шву; 4 – сочная спиральная многолистовка анноны; 5 – сочная однолистовка воронца; 6 – многоорешек лютика; 7а – многоорешек гравилата;



Начало

Содержание



Страница 166 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

7б – отдельный плодик; 8 – многоорешек (фрага) земляники; 9 – многоорешек (цинародий) шиповника; 10 – многоорешек, погруженный в цветоложе лотоса; 11а – многоорешек ломоноса; 11б – отдельный плодик; 12 – калужница влагалищная; 13а – многокостянка малины; 13б – отдельный плодик; 14 – однокостянка сливы; 15 – многосемянный вскрывающийся боб гороха; 16 – скрученный боб люцерны; 17 – членистый боб копеечника; 18 – односемянный боб эспарцета

Листовки и многолистовки после созревания остаются на цветоложе, а орешки и многоорешки отделяются и осыпаются.

*Многокостянка* – сочный плод, состоящий из нескольких простых костяночек (малина, ежевика, костяника).

Некоторые ботаники к апокарпным плодам предлагают отнести и плод злаковых *зерновку*. Обычно ее рассматривают как паракарпный плод, образованный из двух плодолистиков, но при исследовании гинецея следов второго плодолистика не было обнаружено, поэтому зерновку рассматривают как мономерный апокарпный плод.

Самым примитивным апокарпным плодом и плодом вообще на Земле является многолистовка. От нее эволюция шла в сторону уменьшения числа семян в плодиках до одного, в сторону уменьшения числа плодолистиков до одного, от сухих плодов к сочным.

Из многолистовки возникла листовка. Из листовки, вероятно, возник боб. Он отличается тем, что может раскрываться не только по брюшному шву, но и по спинному. Его преимуществом является более быстрое раскрытие, иногда закручивание створок, что способствует рассеиванию семян на большие расстояния.

Уменьшение количества семян в каждом плодике привело, вероятно, к появлению многоорешка и орешка. Если у них происходило сильное разрастание околоплодника, возникали многокостянки и костянки.

*Ценокарпные плоды* по внешним морфологическим признакам очень разнообразны. Среди них можно встретить многосемянные и односемянные, соответственно вскрывающиеся, распадающиеся и невскрывающиеся, плоды верхние и нижние, сухие и сочные, синкарпные, паракарпные, лизикарпные (рисунки 1.76, 1.77).

Сухие вскрывающиеся плоды содержат много семян. К таким плодам относятся коробочка, стручок, стручочек.



Начало

Содержание



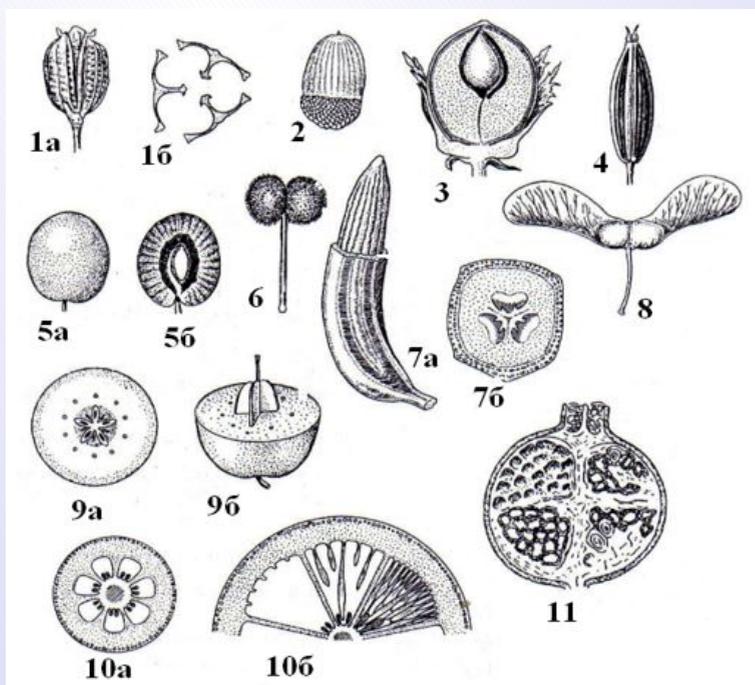
Страница 167 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

*Коробочка* встречается в различных семействах. Она может быть синкарпной (тюльпан, ослинник), паракарпной (мак), лизикарпной (гвоздичные), одногнездной (чистотел, мак) и многогнездной (колокольчик, тюльпан), верхней и нижней. Способы вскрывания ее самые разные. Раскрывание может быть полным (створками), например у фиалки, зверобоя – по брюшному шву, а у тюльпана, ириса – по спинному шву, т.е. по средней жилке плодолистика, или может быть неполным: зубчиками на верхушке (примула, смолка, куколь), дырочками (мак), крышечкой (белена, подорожник). В последнем случае коробочку называют *кузовок*, или *крыночка*.



**Рисунок 1.76 – Синкарпные плоды**

1а – коробочка тюльпана; 1б– схема вскрывания на поперечном срезе; 2 – желудь дуба; 3 – продольный разрез ореха лещины; 4 – вислоплодник; 5а – костянка малины; 5б – продольный разрез; 6 – дробный плод подмаренника; 7а – ягода банана;



Начало

Содержание



Страница 168 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

7б – поперечный разрез плода бессемянной формы; 8 – двукрылатка клена; 9а – схема поперечного разреза плода апельсина; 9б – сектор плода на поперечном срезе; 10а – поперечный разрез яблока яблони; 10б – яблоко с отпрепарированными плодолистиками; 11 – продольный разрез плода граната

*Стручок* – паракарпный ложнодвугнездный плод, образованный из двух плодолистиков, отличающийся наличием ложной перегородки вследствие разрастания паренхимной ткани плодолистиков, которая делит плод на два гнезда. Он вскрывается двумя створками снизу вверх. Характерен для капусты, редиса, гулявника. У стручка длина плода превышает его ширину в 3–4 раза. У дикой редьки стручок членистый, с перетяжками между семенами.

*Стручочек* отличается от стручка тем, что у него длина почти равна ширине или не более, чем в 3 раза превышает ее (пастушья сумка, ярутка, икотник).

Односемянными сухими невскрывающимися плодами являются зерновка, семянка, орех, орешек, желудь.

*Зерновка* формируется из двух плодолистиков верхней завязи паракарпногинецея в результате срастания семенной кожуры с околоплодником. Зерновки бывают голые (пшеница, рожь) и пленчатые (овес, ячмень), у которых цветковые чешуи превратились в пленки и остались при зерновке.

*Семянка* – паракарпный плод, характерный для сложноцветных (подсолнечник, ромашка, василек). Развивается из нижней завязи, образованной 2 плодолистиками с одним семязачатком. Семенная кожура сильно редуцирована. Семя лежит свободно, околоплодник кожистый, плотный. Семянки имеют различные выросты, придатки, способствующие распространению плода: хохолки (василек), парашютики (одуванчик), крючочки (череда). У василька эти выросты развиваются непосредственно на верхушке завязи, представляют собой видоизмененные чашелистики; у одуванчика, козлородника – это волоски, находящиеся на стержневидном выросте.

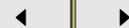
*Крылатка* – это синкарпный плод, имеющий кожистый вырост в виде крыла, который обеспечивает распространение плодов ветром (вяз).

*Орех* – сухой синкарпный нижний плод с твердым деревянистым околоплодником (лещина), образованный из двугнездной завязи с одним



Начало

Содержание



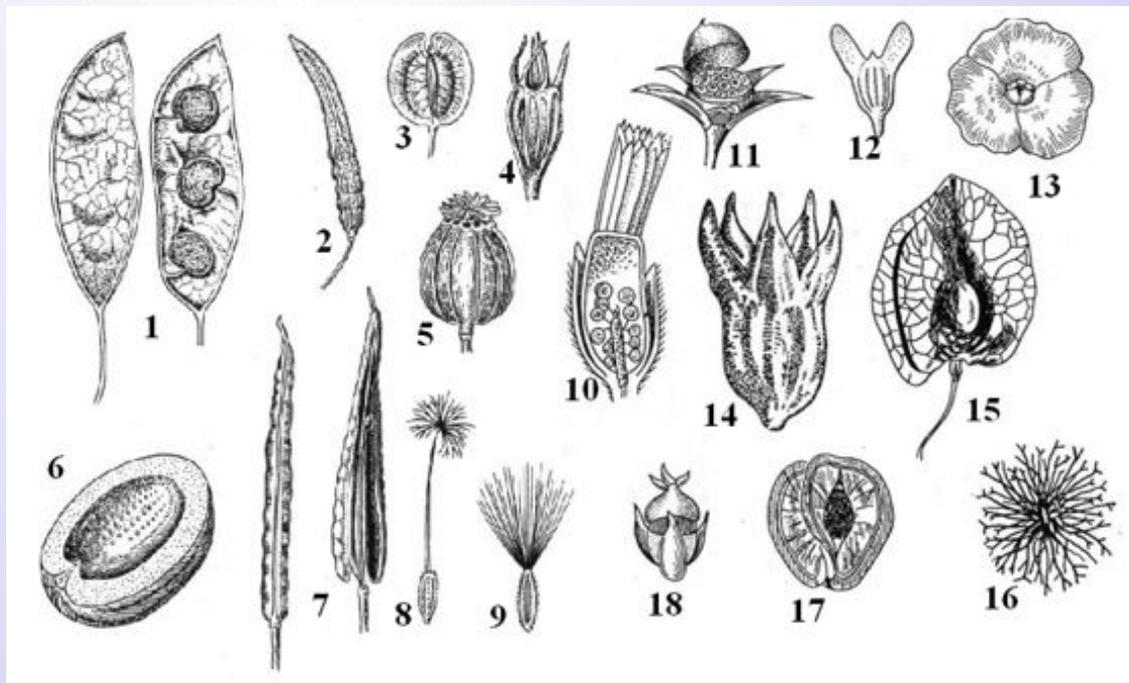
Страница 169 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

семязачатком в каждом гнезде. Однако в процессе развития плода перегородка превращается в колонку и развивается в семя только один семязачаток. У молодого ореха сильно развит мезокарпий, он имеет вид белой рыхлой ткани. Потом мезокарпий дегенерирует, а семя сильно увеличивается в размерах. Экзокарпий сильно склерифицирован.



**Рисунок 1.77 –Паракарпные и лизикарпные плоды**

1 – стручок лунника; 2 – стручок горчицы; 3– стручочек ярутки полевой; 4 – коробочка колокольчика; 5 – коробочка мака; 6 – тыква дыни в разрезе; 7 – коробочка чистотела; 8 – семянка одуванчика; 9 – семянка василька; 10 – коробочка ясколки; 11 – коробочка очного цвета; 12 – семянковидный лизикарпий лебеды стебельчатой; 13– семянковидный лизикарпий солянки шерстистой; 14– односемянный лизикарпий дивалы однолетней; 15 – семянка щавеля курчавого; 16 – семянка джужгуна; 17 – семянка ревеня; 18– односемянный лизикарпий щирицы запрокинутой



Начало

Содержание



Страница 170 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



Синкарпный сухой верхний односемянный плод липы, в отличие от ореха, имеет небольшие размеры. Одни авторы называют его *крылатый орешек*, другие считают его соплодием. У плода грецкого ореха околоплодник состоит из мясистого экзокарпия, раскрывающегося при созревании плода, и очень твердого эндокарпия, окружающего семя. Его одни ботаники называют *вскрывающаяся костянка*, но поскольку плод костянка образуется из одного плодолистика апокарпного гинецея, а у грецкого ореха плод возникает из ценокарпного гинецея, считают правильнее называть его *костянковидным орехом*.

К верхним синкарпным плодам принадлежит и плод кокосовой пальмы – *сухая костянка*. Она развивается из трехчленного синкарпного гинецея, но в процессе развития плода два гнезда редуцируются, и остается лишь одно гнездо с семенем.

*Желудь* – синкарпный односемянный плод, отличающийся от ореха кожистым околоплодником (дуб). Развивается из завязи с 2–3 гнездами, из которых сохраняется только одно. В основании плоды одеты плюской.

Среди синкарпных плодов имеются разнообразные плоды, распадающиеся на отдельные плодики – мерикарпии. К таким плодам относятся *дробные* плоды: двукрылатка, вислоплодник, ценобий и *членистые* (членистый стручок).

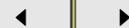
*Дробная двукрылатка* – это синкарпный плод, имеющий кожистый вырост в виде крыла, который обеспечивает распространение плодов ветром (клен). *Вислоплодник*, или *дробная семянка* – синкарпный плод, состоящий из двух семян, которые после созревания разъединяются, но остаются подвешенными на особых ножках, прикрепленных к семяноску. Характерен для зонтичных. *Ценобий* – плод бурачниковых и губоцветных. Это двугнездный синкарпный плод, при созревании в каждом гнезде образуется ложная перегородка, и плод распадается на 4 односемянные орешковидные части, которые называются *эремы*.

Кроме сухих, имеются и сочные плоды. К ним относятся ягода, гесперидий, тыква, яблоко.

У *ягод*, в отличие от костянки, околоплодник (мезокарпий, эндокарпий) сочный, а кожура семян (экзокарпий) твердая; в ягодах обычно много семян. Бывают ягоды синкарпные (паслен, томат), паракарпные (крыжовник), лизикарпные (омела). У некоторых растений сочная часть ягоды является не производным околоплодника, а сочными покровами семян, околоплодник же тонкий, покрывает снаружи ягоду

Начало

Содержание



Страница 171 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

(смородина, крыжовник); у томатов сочная мякоть плода образована, в основном, разросшимися плацентами.

*Яблоко* – синкарпный многосемянный нижний (ложный) плод, в образовании которого, кроме завязи, принимают участие разросшиеся нижние части чашелистиков, лепестков, тычинок, а также цветоложе; при этом из стенок завязи образуется лишь самая внутренняя часть плода. Эндокарпий жесткий, кожистый, окружает гнезда с семенами. Характерен для яблони, груши, рябины.

*Гесперидий*, или *померанец* – плод цитрусовых (лимон, мандарин, апельсин). Это сочный, синкарпный, многогнездный, многосемянный плод, в котором экзокарпий толстый, кожистый, с большим количеством эфирного масла, окрашенный каротиноидами; мезокарпий – белого цвета, а эндокарпий в виде тонкой кожицы окружает сочные «дольки» плода. Внутренняя сторона эндокарпия образует много волосков, которые сильно разрастаются, заполняются клеточным соком и образуют сочную часть плода.

*Тыквина* – это ягодообразный, паракарпный, многосемянный плод, формирующийся из нижней завязи. В нем экзокарпий твердый, часто одревесневающий, мезокарпий мясистый, с сильно развитыми проводящими пучками (люффа), эндокарпий сочный, сочный характер имеют и мощно развитые плаценты. Характерен для тыквы, огурца, арбуза, дыни, кабачка.

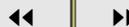
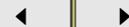
Своеобразными являются сочные плоды бузины и крушины, возникающие из нижней завязи – это *многокосточковые костянки*, граната – *гранатина*, состоящая из сухого кожистого перикарпия, с перегородками, развивающимися из завязи, и семенами с очень сочной, ярко-красной, разросшейся кожурой.

Эволюция ценокарпных плодов шла в направлении от многосемянных к односемянным, от пестичных (верхних) к покрытым (нижним), от сухих к сочным. Ценокарпные плоды возникли из апокарпных. Например, у представителя семейства лютиковых нигеллы плодолистик в нижней части срослись, а в верхней остаются свободными. Ее плод – синкарпная многолисточка – характеризуется вскрыванием в зоне верхних свободных участков плодолистиков. Внешне такой плод очень напоминает коробочку. Вероятно, при полном срастании плодолистиков из синкарпной многолисточки могла возникнуть коробочка, а из нее, благодаря редукции плодолистиков и семязачатков, возникли и другие плоды. Из коробочки,



Начало

Содержание



Страница 172 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

у которой было только два гнезда, могли возникнуть стручки и стручочки. Из синкарпной коробочки образовался, вероятно, специализированный подтип – дробная коробочка, которая дала начало двукрылатке, вислоплоднику и ценобию. В процессе эволюции из коробочки, вероятно, возникла ягода. Доказательством этого является то, что между коробочками и ягодами есть переходные формы, например, у стручкового перца плод похож и на мясистую коробочку, и на мясистую ягоду. У некоторых семейств гинеей имеет сходное строение, но у одних растений этого семейства плод коробочка, у других – ягода. Например, в семействе пасленовых у дурмана, белены – коробочка, у картофеля, томата, баклажана – ягода. Сочная коробочка характерна для бегонии.

Наиболее распространенными являются сухие вскрывающиеся плоды. За ними по распространенности идут сухие нескрывающиеся плоды, потом, реже – ягоды, еще реже – костянки. Наименьшее число типов плодов развивается из лизикарпного гинеея, наибольшее – из апокарпного и синкарпного. Среди апокарпных плодов нет нижних (ложных).

Существует мнение, что морфологическая эволюция плодов в значительной степени была сопряжена с эволюцией разных групп питающихся ими животных.

Распространяться могут различные части растения, называемые при этом *диаспорами*. Главными типами диаспор, обеспечивающих расселение растений, являются плоды и семена. Способы их распространения различны: воздушными течениями (анемохория), водой (гидрохория), животными (зоохория), человеком (антропохория), а также при помощи механизмов, выработанных в процессе адаптивной эволюции самим растением (автохория).

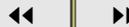
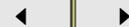
*Анемохория* (от греч. *anemos* – ветер, *choreo* – отхожу, продвигаюсь) – распространение плодов и семян воздушными течениями по поверхности земли, по поверхности стоячей воды, по снежному насту. Этому способствуют: мелкие, легкие семена (грушанковые, заразиховые). Размеры их почти микроскопические, а масса одного семени – сотые или даже тысячные доли миллиграмма (рисунки 1.78).

У некоторых видов, например, у заразики, семя имеет вздутые оболочки, такое семя поднимается даже очень слабыми воздушными течениями и долго парит, не оседая. Более крупные семена имеют разного типа волоски (марьянник, тополь, ива, хлопчатник), волоски могут образовываться и на плодах орешках, семянках,



Начало

Содержание



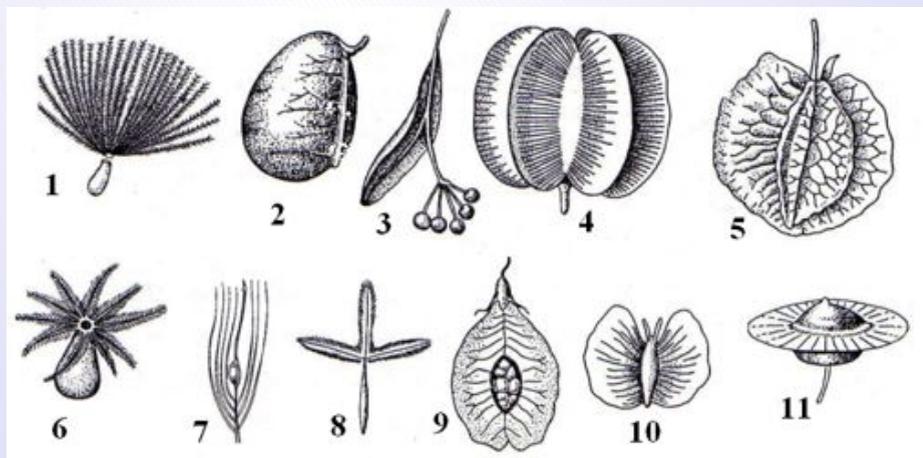
Страница 173 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

зерновках, например, у одуванчика, козлобородника, бодяка они превращены в подобие парашюта. У клена, ясеня, вяза, березы плоды имеют крыловидные выросты. У некоторых гвоздичных, у сосны семена могут быть крылатыми. Эти крыловидные придатки замедляют опадение плодов и семян, в полете они вращаются и под действием ветра осуществляется горизонтальный полет диаспор. Для пустынных обитаний характерны растения «перекати-поле». Оторвавшись от корня, они перекатываются по земле на открытых пространствах, рассеивая выпадающие семена (качим, солянки, синеголовник). По глади водоема ветер переносит опушенные плоды и семена прибрежных растений – ивы, рогоза, пушицы). По снежному насту переносятся семена хвойных, плоды ясеня и др.



**Рисунок 1.78 – Аэрохорные плоды**

1 – бодяк полевой; 2 – смирновия туркестанская; 3– липа сердцевидная; 4 – каваниллезия платанолистная; 5 – щавель длиннолистный; 6 – валериана лекарственная;  
7 – пушица влагалищная; 8 – селина Карелина; 9 – вяз граболистный;  
10 – береза повислая; 11 – держи-дерево колючее

Анемохория встречается у разных видов семенных растений – от хвойных до сложноцветных и играет большую роль во всех биоценозах – от таежных лесов до горячих пустынь.



[Начало](#)

[Содержание](#)



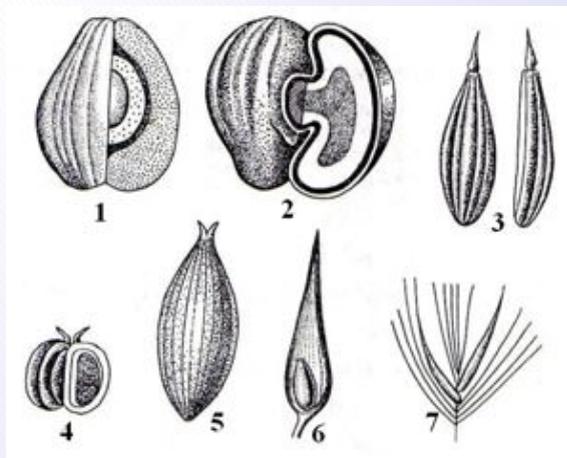
Страница 174 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

*Гидрохория* (от греч. *hydro* – вода) – перенос диаспор водой. В этом участвуют морские течения, реки, ручьи, ливневые потоки. У растений выработались специальные гидрохорные приспособления. Среди них основные – это надежная защита семени от смачивания и плавучесть, т.е. способность держаться на поверхности воды (**рисунок 1.79**).



**Рисунок 1.79 – Гидрохорные плоды**

1 – пальма кокосовая; 2 – сейшельская пальма; 3 – омежник водяной;  
4 – вех ядовитый; 5 – осока береговая; 6 – осока ложносыть; 7 – тростник обыкновенный

Например, плодики частухи, рдеста плавают 2–10 суток, у стрелолиста – до нескольких недель и даже месяцев, плоды некоторых пальм держатся на поверхности и сохраняют всхожесть еще дольше, иногда – годы. Несмачивание достигается восковым налетом, наличием масел в стенке плода или кожуре семени, густым коротким опушением и т.д. Плавучесть обеспечивается воздушными мешками (осоковые), воздушными камерами в семенной кожуре (ирис), пенистой слизью (кубышка). Распространение дождевыми потоками очень важно для растений, растущих на склонах гор и холмов.

*Зоохория* (от греч. *зоо* – животное) – распространение плодов и семян при помощи животных (**рисунок 1.80**). Животные могут съесть плоды, при этом семена



Начало

Содержание



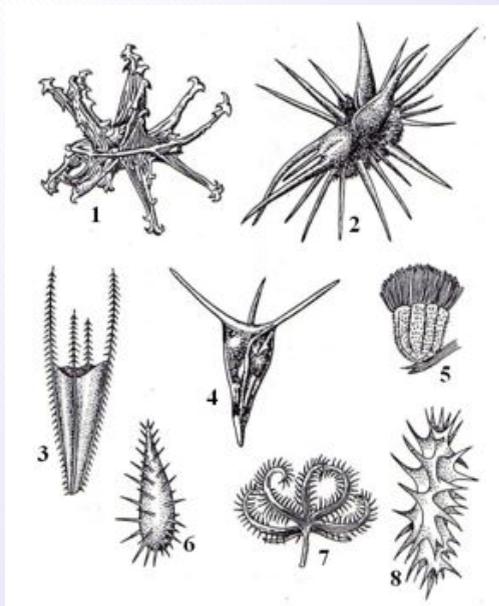
Страница 175 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

не перевариваются, поскольку защищены либо перикарпием, особенно эндокарпием, либо твердой семенной кожурой, и после прохождения через пищеварительный тракт они выбрасываются наружу и могут прорасти. Животные, например, птицы, белки, бурундуки, мыши, могут активно переносить плоды и семена в гнезда, в специальные кладовые, при этом теряя их, иногда не съедая части запасов. Наконец, животные могут пассивно переносить на своем теле прикрепившееся или прилипшее семя.



**Рисунок 1.80 – Зоохорные плоды**

- 1 – гарпагофит лежачий; 2 – гораниновияулексовидная; 3 – череда трехраздельная;  
4 – рогач песчаный; 5 – решешок алтечный; 6 – липучка щетинистая;  
7 – кольпиния линейная; 8 – орлайа морковная

Почти все зоохорные плоды сочные, большая часть их поедается птицами – распространение при помощи птиц называется *орнитохория* (от греч. *ornis* – птица). Плоды могут поедаться и млекопитающими, например, пищу белки



Начало

Содержание



Страница 176 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

составляют желуди, семена хвойных, орехи. У зоохорных плодов развиваются крючочки, щетинки (у череды, лопуха), с помощью которых они прикрепляются к шерсти животных; иногда мелкие семена прилипают с грязью. Орнитохорные плоды характеризуются сочным перикарпием, яркой окраской, они лишены запаха, что соответствует хорошему зрению птиц и плохому обонянию. У них надежно защищены семена от переваривания. Сам процесс переваривания у птиц очень быстрый, дефекация наступает не позже, чем через 3 часа после приема пищи.

Заслуживает внимания интересное явление, связанное с сезонной изменчивостью окраски ягод и других сочных плодов: пока они еще не созрели, т.е. пока у них еще не созрели семена и не сформировалась прочная семенная кожура, которая защитит семя от переваривания, плоды имеют зеленую окраску и не привлекают внимание животных, маскируясь под цвет листьев. Но под осень, когда семена созреют, плоды приобретают яркую окраску и становятся заметными.

Расселению многих растений способствуют муравьи. Это явление называется *мирмекохория*. Семена мирмекохоров имеют специальный сочный придаток, богатый маслами, его съедают муравьи. Семена таких растений созревают в начале лета, когда муравьи выкармливают личинок и очень активны в сборе корма. Имеется более 30 видов растений-мирмекохоров, в нашей флоре это фиалки, кислица, копытень, чистотел.

С момента появления семенных растений зоохория стала существенным фактором их расселения. В настоящее время она является важнейшим способом расселения цветковых растений во всех биоценозах. Она присуща древесным, кустарниковым и травянистым растениям, обеспечивает расселение вида в пределах или по периферии его ареала, а также на далекие расстояния за его пределами. Зоохорию считают самым древним у растений способом расселения у семенных растений. Об этом свидетельствует наличие хорошо развитых покровов у семян таких древних голосеменных, как гинкговые и саговниковые. Потребителями этих семян были мезозойские рептилии, что подтверждается некоторыми палеонтологическими находками. Современные рептилии не играют заметной роли в зоохории. Семена современных саговниковых используют самые разные животные – обезьяны, грызуны.

Мирмекохорию рассматривают как наиболее прогрессивную форму зоохории. В пользу этого свидетельствует целый ряд факторов. Муравьи – это молодая

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 177 из 217](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

ветвь в эволюции насекомых, они имеют сложный инстинкт запасаения и обработки корма. Очень специализированные также мирмекохорные семена, они снабжены специальной приманкой для муравьев, содержащих масла, другие питательные вещества, а также летучие вещества, привлекающие этих насекомых.

*Антропохория* (от греч. *anthropos* – человек) – распространение диаспор с помощью человека. Так, благодаря межконтинентальным перевозкам многие виды были завезены из Америки в Европу (бодяк, овсюг, элодея), из Европы в Америку (подорожник большой). Расселению видов способствует также железнодорожный и автомобильный транспорт, некоторые заносные виды встречаются вдоль железнодорожных насыпей, вблизи бензоколонок. Большое количество семян рассеивается во время косыбы, перевозки сена. При засорении посевного материала человек может распространять сорняки путем их высевания. Так возникла группа специальных сорняков: овсюг засоряет овес, гречиха татарская и горец вьюнковый – гречиху, щетинник сизый – просо и т.д. Дальнейшая специализация привела к потере способности высыпания семян в поле. Так, у торицы льняной коробочки похожи на коробочки льна, но они не вскрываются; не высыпаются из коробочек и семена куколя. Поэтому нужно совершенствовать методы очистки посевного материала от таких сорняков.

*Автохория* (от греч. *autos* – сам), или саморазбрасывание, осуществляется без посредников (**рисунок 1.81**).

Автохория происходит двумя способами: благодаря функционированию особых механизмов или через самопроизвольное опадение семян и плодов под действием силы тяжести. Первый способ осуществляется при помощи напряжения в мертвых тканях околоплодника, вскрывания плода и скручивания его створок, например, у многих бобов, коробочек. При этом у некоторых древесных форм семя может рассеяться на расстояние до 15 м. Плоды могут раскрываться также в результате возрастающего напряжения в живых тканях плода. Так, у кислицы под наружным слоем семенной кожуры залегает слой клеток, богатых сахаром. Ко времени созревания семян клетки сильно набухают, наружный слой семенной кожуры разрывается и с силой выбрасывает семена из открытой коробочки. У бальзамина при созревании плода возникает напряжение в живых клетках околоплодника, что приводит к его внезапному разрыву. У бешеного огурца в зрелом плоде образуется



Начало

Содержание



Страница 178 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

высокий тургор, поэтому плод отрывается от плодоножки, содержимое вместе с семенами выбрасывается через образовавшееся отверстие. Такое рассеивание диаспор называется *баллистохория*.



**Рисунок 1.81 – Автохорные плоды и семена**

1 – экбалиум пружинистый, или бешеный огурец; 2 – недотрога обыкновенная;  
3 – герань болотная; 4 – фиалка трехцветная; 5 – аистник (журавельник) цикутный;  
6 – ризофора остроконечная

Опадение семян и плодов под действием силы тяжести можно наблюдать у конского каштана, дуба и др. Часто этот способ сочетается с другими – зоохорией, гидрохорией.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 Морфология и классификация плодов**



Начало

Содержание



Страница 179 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

## Тема 9. Экологические группы и жизненные формы растений

В результате длительной приспособительной эволюции живые организмы приобрели определенную выраженность внешнего облика, характерного для конкретных условий обитания. Внешний облик организма, характеризующийся определенными морфологическими признаками и габитусом, называют *жизненной формой*.

**Классификация жизненных форм растений.** Из множества классификаций жизненных форм, или *биоморф*, наибольшее признание получили классификации И.Г. Серебрякова (1964) и К. Раункиера (1906).

Эколого-морфологическая классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова основывается на признаках формы роста и длительности жизни надземных вегетативных органов. Согласно этой классификации выделяют такие основные категории жизненных форм как древесные растения (деревья, кустарники и кустарнички), полудревесные растения (полукустарники и полукустарнички), травянистые растения (монокарпическиетравы и поликарпические травы).

*Деревья* отличаются наличием ствола – многолетнего одревесневшего побега. Максимальная продолжительность жизни отдельных видов достигает 5 тыс. лет (сосна остистая). Деревья бывают первой (выше 25 м), второй (высота 10–25 м), и третьей (до 10 м) величины. В экстремальных условиях – на Крайнем Севере, в горном поясе, на побережье северных морей и т.д. появляются деревья со стелющимся стволом – *стланицы*, например, кедровый стланик, ольховый стланик, сосна горная.

Продолжительность жизни *кустарников*, имеющих несколько стволиков, от 2 до 40 лет. Высота кустарников составляет 0,8–6 м (лещина, роза, дерен, бересклет). У *кустарничков* высота многолетних побегов варьирует от 0,2 до 0,6 м (черника, брусника, голубика).

Также к древесным растениям относят *деревянистые лианы*. Длина их стволов может достигать нескольких десятков метров, тогда как диаметр их стволов относительно невелик. Лианы используют в качестве опоры другие деревья, обвиваясь вокруг них или прицепляясь к ним крючкообразными шипами, усиками (плющ, актинидия, виноград, лимонник).



Начало

Содержание



Страница 180 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



У полудревесных растений верхняя часть побегов ежегодно отмирает, а возобновление происходит за счет почек, находящихся на высоте более 5 см над уровнем почвы. Высота полукустарников достигает до 2 м, у полукустарничков – значительно меньше. У *полукустарников* (малина, ежевика) отмирают лишь верхушки побегов, у *полукустарничков* (лаванда, полынь, шалфей) многолетней является только самая нижняя зона побега, а большая его часть зимой отмирает. Полудревесные растения в условиях крайне суровых условиях внешней среды, характерна *подушковидная форма существования*.

На открытых местообитаниях, в тундрах, высокогорьях, холодных пустынях, на антарктических океанических побережьях полудревесные растения формируют *растения-подушки*, которые характеризуются укороченными, обильно ветвящимися и тесно расположенными побегами с общей, подушковидной поверхностью (вереск, рододендрон мелкоцветковый). Растения-подушки вереска способны поддерживать температуру в гуще ветвей на 13 °С выше окружающей.

Травянистые растения, или *травы*, не имеют многолетних надземных побегов. *Монокарпические травы* (одно- и двулетние травы) плодоносят всего один раз в жизни. Широко распространены в засушливых районах северного полушария. Все однолетники и двулетники, есть и многолетники.

*Однолетние травы* живут один период вегетации и полностью отмирают после плодоношения. Однолетники делятся на длительно вегетирующие (пастушья сумка, кошачья лапка) и эфемеры (вероника весенняя, вкснянка), лиановидные (горец вьюнковый), полупаразитные (очанка) и паразитные (вертляница одноцветковая, повилка). *Двулетние травы* проходят онтогенез за два периода вегетации. К ним относятся важнейшие овощные культуры (капуста, морковь, петрушка, свекла, укроп, тмин) и дикорастущие виды (чистотел, череда, борщевик).

*Поликарпические*, или *многолетние*, травы плодоносят многократно. Многолетними у них являются подземные или приземные побеги либо части побегов с почками возобновления. Все надземные побеги или части побегов у них односезонные – начиная развиваться весной, полностью отмирают осенью.

Поликарпки различаются по строению корневых систем и структуре подземных органов. *Стержнекорневые травы* имеют во взрослом состоянии хорошо выраженный главный корень, проникающий в почву на значительную глубину (одуванчик, клевер горный). *Кистеконовые травы* во взрослом состоянии

Начало

Содержание



Страница 181 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

не имеют главного корня. Корневая система мочковатая. Придаточные корни толстые, часто запасующие или втягивающие, сосредоточены в виде кисти на небольшом участке стебля подземной части побегов (колокольчик, купальница, люпин многолистный, лютик едкий, подорожник). *Короткорневищные* травы имеют толстое корневище с укороченными междоузлиями и придаточными корнями (купена, гравилат, ирис, манжетка). *Длиннокорневищные травы* имеют тонкие корневища с длинными междоузлиями и придаточными корнями (пырей, грушанка, ландыш, майник). *Дерновинные травы* представлены интенсивно кустящимися короткорневищными злаками и осоками, многолетняя побеговая часть которых представлена системой многочисленных пеньков от отмерших надземных побегов. Различают плотнокустовые злаки (белоус, ковыль, щучка) и рыхлокустовые злаки (овсяница луговая, тимофеевка). *Клубнеобразующие травы* образуют клубни гипокотильного (бегония клубневая, цикламен), корневого (георгина, ятрышник) или побегового (картофель, топинамбур) происхождения. *Луковичные травы* имеют многолетние органы в виде лукович (гиацинт, лилии, луки, нарциссы, тюльпаны).

Датский ботаник К. Раункиер положил в основу своей классификации положение и способ защиты почек возобновления у растений в течение неблагоприятного периода – холодного или сухого. По этому признаку автор выделил пять крупных категорий жизненных форм: *фанерофиты*, *хамефиты*, *гемикриптофиты*, *криптофиты* и *терофиты* (рисунок 81).

В группу *фанерофитов* объединены растения, почки которых переносят неблагоприятный период открыто, высоко над землей, т.е. деревья, кустарники, деревянистые лианы, эпифиты).

Почки *хамефитов* располагаются на высоте 20–30 см от уровня почвы. К этой группе относятся кустарнички, полукустарники и полукустарнички, многие стелющиеся растения, растения-подушки.

Почки возобновления *гемикриптофитов* находятся на уровне почвы или неглубоко погружены в подстилку, образуемую мертвым растительным опадом. Гемикриптофиты – травянистые многолетние растения.

*Криптофиты* подразделяются на *геофитов*, у которых почки находятся в почве на некоторой глубине от одного до нескольких сантиметров (корневищные, клубневые, луковичные растения), и *гидрофитов*, у почки которых зимуют под водой.



Начало

Содержание



Страница 182 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

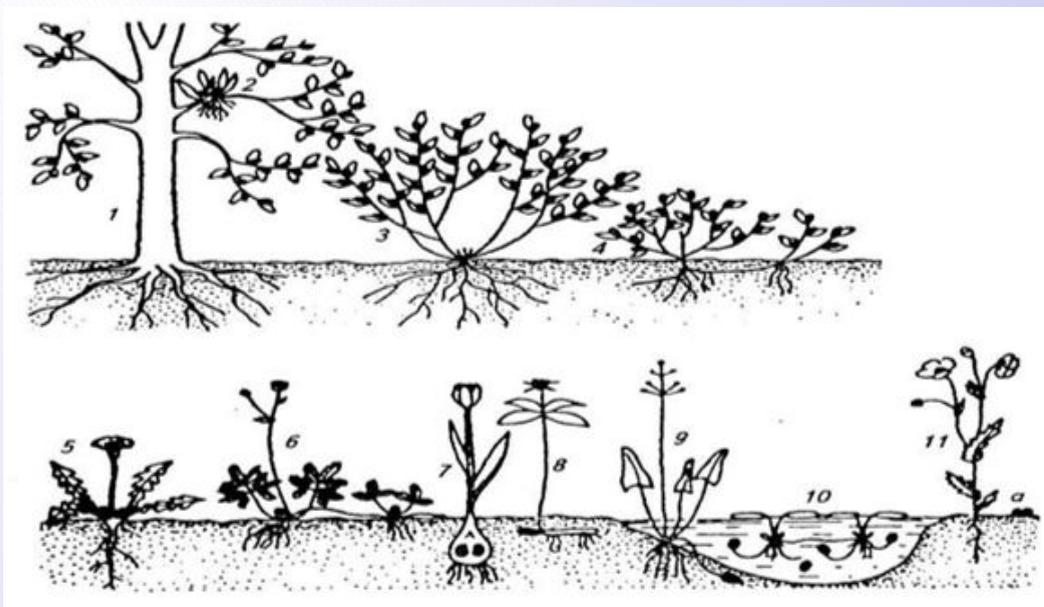


Рисунок 81 – Жизненные формы растений по Раункиеру:

1, 2, 3 – фанерофиты; 4, 5, 6 – гемикриптофиты; 7, 8, 9,  
10 – криптофиты; 11 – терофит: а – семя с зародышем

*Утерофитов*, представленных однолетними травами, все вегетативные части отмирают к концу сезона и зимующих почек не остается. Возобновление растений происходит из перезимовывающих или переживающих сухой период семян.

На основе своей классификации К. Раункиер составил так называемый биологический спектр для флоры различных зон и районов земного шара. Во влажнотропических областях наиболее высока доля фанерофитов (климат фанерофитов), а умеренную и холодные зоны северного полушария можно отнести к климату гемикриптофитов. Терофиты – господствующая группа жизненных форм в пустынях Древнего Средиземноморья.

**Экологические группы растений.** Совокупность растений различной жизненной формы, обитающих в сходных условиях среды и, обладающих в связи с этим, рядом общих признаков, называют *экологической группой*.

Начало

Содержание



Страница 183 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

По отношению к свету различают три основные экологические группы растений:

1. *Светолюбивые растения*, или *гелиофиты* – растения открытых местообитаний (высокогорья, луга, болота, меловые обнажения, степи, пустыни и т.п.), оптимально развивающиеся при полном освещении и не выносящие длительного затенения.

2. *Тенелюбивые растения*, или *сциофиты* – растения сильно затененных местообитаний, составляющие нижний ярус хвойных и широколиственных лесов умеренных областей, тропических лесов, населяющие водные глубины. Они лучше растут в условиях слабой освещенности и не выносят яркого света.

3. *Теневыносливые растения* предпочитают открытые местообитания, но иногда растут под пологом леса, на полянах, опушках, в условиях с переменным освещением. Растения этой группы лучше развиваются при полной освещенности, но хорошо выносят и слабое затенение.

**Фотопериодизм** – реакция организмов на суточный ритм освещения, то есть на соотношение светлого (длина дня) и темного (длина ночи) периодов суток, выражающаяся в изменении процессов роста и развития. Продолжительность светового дня в естественных условиях имеет для многих видов в определенные времена года большое значение при образовании цветков. В зависимости от географических особенностей их происхождения различают: растения длинного дня, растения короткого дня и нейтральные.

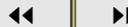
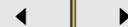
Растения длинного дня, или *длиннодневные растения*, требуются для развития больше света. У растений длинного дня бутоны появляются только в том случае, если в течение нескольких недель световой день длится более 13 ч. Если световой день более короткий и освещения недостаточно, они будут продолжать свой рост, интенсивно образуя зеленую массу, но не вступая в фазу цветения. **Длиннодневные растения** распространены в основном в умеренных и приполярных широтах. Из овощных культур к растениям длинного дня относятся морковь, сельдерей, свекла, лук, редис, капуста, картофель, салат, шпинат, редька, петрушка, укроп, пшеница, рожь, ячмень, овес.

При коротком периоде освещения растения длинного дня не смогут образовать плоды, либо урожай будет ничтожным. Растения короткого дня, или *короткодневные растения*, в условиях продолжительности светового дня до 12 часов раньше переходят к цветению и плодоношению. Короткодневные растения



Начало

Содержание



Страница 184 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

распространены в областях ближе к субтропикам. У «нейтральных» растений продолжительность светового дня на образование бутонов влияния не оказывает.

Специальных адаптации к действию холода у растений нет, но от всего комплекса неблагоприятных факторов, с ним связанных (сильные ветры, возможность иссушения) растения защищают такие морфологические особенности как опушение почечных чешуй, засмоление почек, утолщенный пробковый слой, толстая кутикула. Защищают от холода способствуют: малые размеры, *карликовость*, или *нанизм* (береза карликовая, ива полярная); *стелющиеся формы*, или *стланцы*; переживание наиболее жарких месяцев в состоянии анабиоза, в виде семян или подземных органов; особая жизненная форма *растений-подушек*; развитие сократительных корней, втягивающих зимующие почки вглубь почвы.

Для растений умеренных областей характерны такие физиологические способы защиты от холода как: снижение точки замерзания клеточного сока за счет большего содержания растворимых сахаров и увеличения доли коллоидно-связанной воды; снижение температурных оптимумов физиологических процессов (например, арктические лишайники могут осуществлять фотосинтез при  $-10^{\circ}\text{C}$ ); подснежный рост в предвесенний период у пролесков, тюльпанов и других эфемероидов.

Защита растений от перегрева способствует транспирация, ксероморфные признаки (блестящая поверхность, густое опушение, общая редукция листовой поверхности и т.д.), вертикальное расположение узких листовых пластинок (типчак, ковыль), пробка на коре, воздушные полости на корневой шейке (у растений пустынь), занятие растениями определенных экологических ниш, защищенных от перегрева (тенелюбивые растения), переживание наиболее жарких месяцев в состоянии *анабиоза* или в виде семян и подземных органов.

В зависимости от снабжения и местообитаний водой растения делят на две группы:

– растения с надземными частями, в той или иной степени погруженными в воду. Они представлены *гидатофитами* – растениями, полностью погруженными в воду, и *гидрофитами* – растениями, меньшей своей частью погруженными в воду;

– растения с надземными частями, не погруженными в воду. Среди них выделяют *гигрофиты* – растения избыточно увлажненных местообитаний, *мезофиты* – растения достаточно увлажненных местообитаний и *ксерофиты* – растения сухих местообитаний, способные переносить значительный недостаток влаги.



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 185 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Некоторые авторы все водные растения называют *гидрофитами*, выделяя среди них целиком погруженные в воду растения – *гидатофиты* (укореняющиеся и неукореняющиеся), растения с листьями, плавающими на поверхности воды (*аэрогидатофиты*), укореняющиеся в грунте «земноводные» растения – *гелофиты*, виды береговых и прибрежных местообитаний с избыточным или переменным увлажнением (в приливно-отливной зоне).

*Ксерофиты* – это растения сухих местообитаний, приспособившиеся к жизни в условиях недостатка влаги – почвенной и атмосферной (степи, полупустыни, пустыни, склоны южной экспозиции, песчаные откосы и карьеры, другие сильно прогреваемые места). В таких условиях не только засуха грозит этим растениям. Они должны защищаться и от перегрева, и от яркого света. Поскольку в разных систематических группах растений возможности для выработки того или иного типа ксероморфоза были неодинаковы, возникла обширная, крайне разнообразная экологическая группа. То есть, группа ксерофитов не является однородной, и эволюционное приспособление к недостатку влаги у них шло разными путями.

А. П. Шенников разделил ксерофиты на *суккуленты* и *склерофиты*. *Суккуленты* – это многолетние сочные мясистые растения с большим запасом воды в своем теле. *Стеблевые суккуленты*, например кактусы, имеют сочный толстый стебель и превратившиеся в колючки листья. *Листовые суккуленты*, например алоэ, агавы, обладают твердым стеблем и мясистыми листьями.

*Склерофиты* являются полной противоположностью суккулентам. По внешнему виду это растения жесткие, твердые, без запасов воды, суховатые, с сильно склерифицированными тканями.

Среди растений засушливых мест обитания выделяют растения, обладающие способностью «уходить» от засухи – *эфемеры* и *эфемероиды*. Представители этих групп приспособлены к условиям, в которых доступ к воде или солнечному свету есть не круглый год, а лишь в определённые сезоны года. Засуху они переносят в состоянии глубокого покоя. Среди них много обитателей пустынь, степей и полупустынь (мак, тюльпан, астрагал и др.).

*Эфемеры* – однолетние травы с очень коротким вегетационным периодом (веснянка, мышехвостник, резуховидка Таля). Некоторые эфемеры заканчивают полный цикл своего развития всего за несколько недель: они интенсивно



Начало

Содержание



Страница 186 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

развиваются, цветут и дают плоды во влажный период (весной или осенью) и полностью отмирают в период летней засухи. *Эфемероиды* – многолетние травянистые растения (гусиный лук, ветреница, пролеска). С наступлением неблагоприятного сезона наземные части эфемероидов высыхают и отмирают, а подземные органы (клубни, корневища, луковицы) сохраняются, чтобы сформировать новые побеги в следующем сезоне.

Экологическая группа *мезофиты* еще более разнородная, чем ксерофиты. По отношению к влаге они занимают промежуточное положение между гигрофитами и ксерофитами. Типичные мезофиты приспособлены к обитанию в условиях среднего увлажнения почвы, переносят достаточно интенсивный свет и нагревание, но не переносят постоянного перегрева. В Мезофитами являются большинство лесных луговых трав, многие деревья и кустарники, а также различные полевые, овощные, плодово-ягодные и сорные растения. Кроме типичных мезофитов А. П. Шенников выделяет ксеромезофиты, мезоксерофиты; с увеличением увлажнения мезофиты уступают место гигромезофитам и мезогигрофитам.

*Эдафические факторы среды* представляют собой всю совокупность физических и химических свойств почвенного покрова, отражающих почвенные условия, в которых произрастает растение (наличие и количество воды, газа, температурный режим, химический состав, структуру почвы).

По отношению к элементам почвенного питания и составу почвы растения подразделяют на следующие экологические группы:

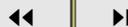
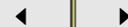
1. *Эутрофы* – растения занимающие богатые плодородные почвы и предъявляющие высокие требования к своему питанию. К группе эутрофов относятся многие растения пойменных лугов костер безостый, пырей ползучий, канареечник, лисохвост луговой, а также большинство степных растений, произрастающих на черноземах степей.

2. *Олиготрофы* – растения, произрастающие на бедных, в условиях небольшого запаса питательных элементов. Например, растения песчаных почв речных террас, сосновых боров на песках, где минеральные вещества легко вымываются дождями. Особую группу *ксероморфных олиготрофов составляют растения* кислых, бедных минеральными веществами, особенно азотом, верховых сфагновых болот (сфагновые мхи, багульник, подбел, клюква). Они изолированы от почвы толстым слоем



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 187 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

торфяной залежи и приспособились получать питательные вещества из атмосферной и космической пыли (атмосферное питание).

3. *Галофиты* – это солеустойчивые растения, произрастающие на засоленных почвах по берегам соленых озер и морей, на засоленных почвах в степных и пустынных областях. Способны переносить высокие уровни засоления почвы солянки, анабазис, полыни, бессмертники, тамариски и другие. Некоторые из них имеют суккулентный облик – с толстыми стеблями и вздутыми листьями, что способствует сохранению труднодоступной влаги.

4. *Кальцефилы* – растения, которые предпочитают богатые известью, то есть карбонатные почвы, а также в местах выхода известняков, мергелей, мела и др. пород. Например, ветреница лесная, таволга шестилепестная, лиственница европейская, дуб известковый и др. Однако, будучи кальцефилом в одних условиях, то же самое растение может хорошо произрастать на известковых почвах. Приуроченность кальцефилов к почвам, содержащим значительное количество извести, связана со щелочной реакцией почвы и некоторыми её физическими свойствами (лёгкой водопроницаемостью, лучшим прогреванием и т.п.).

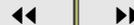
5. *Псаммофиты* – растения, обитающие на подвижных или неподвижных незадернованных песках. Например, виды саксаула, джужгуна, эфедры, астрагала, песчаная акация и другие типичные полупустынные и пустынные растения. Растения испытывают недостаток влаги, поэтому в структуре их в той или иной степени выражены ксероморфные признаки, отражающие приспособление этих растений к засухе и повышенной интенсивности света.

6. *Литофиты* – растения, которые приспособлены к жизни на каменистых субстратах (на скальных, каменистых породах). Например, некоторые мхи, папоротник костенец, камнеломка, некоторые орхидные (виды родов дендробиум, фаленопсис), **бромелиевые**. Литофиты своей корневой системой разрушают каменистый субстрат, подготавливая тем самым почву для того, чтоб там начали расти более требовательные группы растений. Для роста литофиты предпочитают карбонатные породы, но некоторые растут и в более кислой среде. Питательные вещества такие растения получают из атмосферы, остатков мхов, своих омертвевших тканей.



Начало

Содержание



Страница 188 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

*Кислотность* – одно из характерных свойств почвы лесной зоны. По отношению к кислотности почвы большинство растений являются *нейтрофилами*, т.е. предпочитают нейтральные почвы со значением рН 6,7 – 7,3. К нейтрофилам относятся рожь, ячмень, подсолнечник, лисохвост луговой, клевер луговой, сныть, мыльнянка лекарственная, цикорий, мятлик луговой и другие. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. В процессе эволюции сформировались группы растений способные обитать в условиях кислых или щелочных почв.

Зная типичные растения каждой группы – *растения-индикаторы*, в полевых условиях можно приблизительно определить кислотность почвы.

*Ацидофильные растения*, или *ацидофилы* – растения кислых почв (рН 3,5–4,5). Растения, обитающие на наиболее кислых субстратах, являются представителями флоры сфагновых болот: клюква, багульник, сфагновые мхи. На сильнокислых почвах могут расти вереск, белоус, щучка извилистая, щавелек малый. Индикаторами среднекислых и слабокислых почв служат полевица собачья, щучка дернистая, погромок большой, фиалка трехцветная, щавель, подорожник.

*Базифилы* – растения, предпочитающие слабощелочные (мать-и-мачеха, люцерна рогатый, люцерна серповидная, осока мохнатая, пупавка красильная, лапчатка гусиная, мак, выюнок, дрема белая) и щелочные почвы со значением рН от 7,3 до 9. На щелочных почвах растут вяз шершавый, все растения-кальцефилы (лиственница европейская, дуб известковый, ветреница лесная, таволга шестилепестная), растения-галофиты (некоторые виды полыни, солянка, тамарикс).

По типу и способу питания растения можно подразделить на *фототрофы* и *гетеротрофы*.

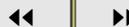
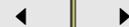
*Фототрофы* – типичные зеленые автотрофные растения, ассимилирующие углекислый газ и производящие органическое вещество в результате фотосинтеза. К этой группе относится подавляющее большинство растений.

Среди фототрофов различают группу *растений-микотрофов*, для которых характерен симбиоз корней с грибной микоризой. *Микориза* представляет собой многочисленные грибные нити, которые, оплетают корни травянистых (злаковых, сложноцветных, губоцветных, зонтичных и др.) или древесных растений (орешник, дуб и др.). Различают *экстротрофную микоризу* – гриб оплетает гифами корни



Начало

Содержание



Страница 189 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

только снаружи, и *эндотрофную микоризу* – грибные гифы проникают внутрь тканей. Иногда встречается смешанный тип микоризы. Благодаря симбиозу с грибом растения лучше используют органические и минеральные вещества почвы.

*Гетеротрофы* – растения, не имеющие хлорофилла и питающиеся готовым органическим веществом. В зависимости от характера потребляемого органического вещества различают сапрофиты и паразиты.

*Сапрофитами*, получающими готовые органические вещества из мертвого органического опада посредством грибов-симбионтов (микотрофное питание), являются подъельник, ладьян, гнездовка. Побеги этих растений теряют зеленую окраску, листья редуцируются и превращаются в бесцветные чешуи. Корни под влиянием гриба ограничивают рост в длину, но разрастаются в толщину.

Растения *паразиты* также полностью утрачивают хлорофилл и зеленую окраску. Их стебли и листья редуцированы, вместо корней формируются присоски-гаустории, внедряющиеся в ткани растения-хозяина и соединяющиеся с его проводящей системой, полностью питаясь за его счет. Широко паразиты представлены во влажнотропических лесах. Например, рафлезия Арнольда не имеет ни корней, ни листьев, внутри растения-хозяина развиваются присоски-гаустории, а снаружи формируется огромный цветок, достигающий до 1 м в диаметре и весом до 6 кг. К растениям-паразитам умеренных широт относится заразиха, петров крест, повилика.

Факультативные гетеротрофы образуют группу *полупаразитов* (марьянник, омела, очанка). Этих растения сохраняют зеленую окраску и способность к фотосинтезу, но при этом поселяются на стеблевой или корневой части растений-хозяев, забирая у них влагу и элементы минерального питания. В большинстве случаев они совершенно нетребовательны к составу грунта.

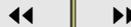
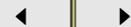
На бедных азотом субстратах произрастают растения-хищники, или *насекомоядные растения* (росянка, альдрованда, пузырчатка). Эти фототрофные растения обладают особыми ловчими аппаратами, выделяющими липкое, вязкое, сахаристое вещество привлекательное для моллюсков и насекомых.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 Экологические группы и жизненные формы растений**



Начало

Содержание



Страница 190 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

# Лабораторный практикум

## Лабораторная работа №1

### Тема: Корень. Почка

#### Тема 1

**Оборудование и материалы:** микроскоп, пенал с набором для микроскопирования (препаровальная игла, лезвие, пинцет, предметные и покровные стекла), химический стакан с водой, проростки злаков (пшеница, рожь, овес), 5–7-дневные проростки кукурузы, гороха или фасоли; гербарий корневых систем тимopheевки, овсяницы, щетинника, булавоносца, фасоли, гороха, клевера, люпина, земляники, подсолнечника, клубни георгин, корнеплоды моркови, свеклы, редьки, ветки сирени, бузины, каштана конского с почками.

### **ХОД РАБОТЫ:**

#### **I. Корень**

1. У проростков отрезать корешок и рассмотреть его зоны. Положить корешок на предметное стекло и, не прикрывая покровным стеклом, рассмотреть при малом увеличении микроскопа и окуляре х7. Зарисовать, подписать зоны корня (**рисунок 1.3**).

2. Найти в стержневой корневой системе главный корень и отходящие от него боковые корни первого, второго и последующих порядков. Главный корень расположен в центре корневой системы и хорошо выделяется в ней своими размерами (толщиной и длиной) (**рисунок 1.4**).

3. Отметить в мочковатой системе ее особенности: отсутствие главного корня (он рано редуцируется у проростка), придаточные корни закладываются на базальной части побега, они ветвятся, быстро растут, толщина этих корней примерно одинаковая (**рисунок 1.4**).

4. У смешанной корневой системы земляники, подсолнечника найти, зарисовать и подписать главный, боковые и придаточные корни (**рисунок 1.4**).

5. Рассмотрите на корнеплоде моркови, свеклы или редьки головку, шейку, собственно корень. Выполните рисунок (**рисунок 2.1**).



Начало

Содержание

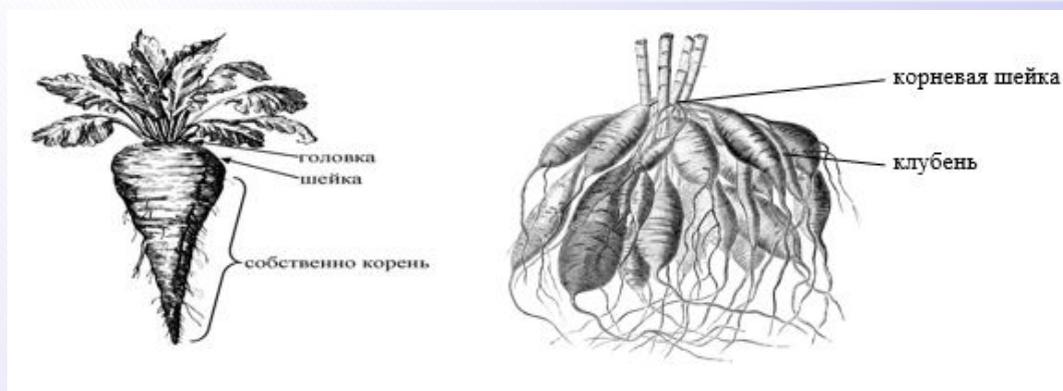


Страница 191 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 2.1 – Видоизменения корней:**

А – корнеплод редьки, Б – корневые клубни георгины

6. У клубней георгин отметить изменение формы придаточных и боковых корней (рисунок 2.1).

## II. Почка

1. Рассмотреть ветки предложенных растений и указать отличия листовых и цветочных почек по внешнему виду.

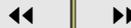
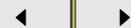
2. Разрезать почки вдоль и изучить их строение, зарисовать, подписать структурные части почек (почечные чешуи, зачатки листьев, зачаток стебля, у цветочной почки – зачаток соцветия) (рисунок 1.6).

3. Осторожно снять с почки кроющие чешуи, посчитать их количество, разложить их в один ряд на бумаге. Так же разложить на бумаге зачатки листьев. Около точки роста зачатки листьев очень маленькие, их следует только отклонить от оси почки. Рассмотреть и зарисовать снятые элементы почки. Убедиться, что почечные чешуи представляют собой переходные формы к листу. Самые наружные чешуи полностью опробковевшие, у остальных опробковение имеется только в их верхней части и постепенно уменьшается по мере удаления чешуй от поверхности почки.



Начало

Содержание



Страница 192 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

## Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите зоны корня, назовите их роль.
2. Что называется корневой системой?
3. Какой корень называется главным, придаточным, боковым?
4. Как происходит образование боковых корней?
5. Перечислите типы корневых систем.
6. Для каких растений характерна стержневая, а для каких – мочковатая корневая система?
7. Расскажите о типах почек по их строению, положению на побеге, наличию чешуй, формированию, функциональному значению.
8. Что представляют собой почечные чешуи? Благодаря каким особенностям структуры почечные чешуи защищают почку?
9. Расскажите о морфологическом строении корнеплодов.
10. Чем различаются воздушные и дыхательные корни?
11. С чем связана окраска корнеплодов у моркови и у свеклы?
12. Какое значение имеют цепляющиеся и втягивающие корни?



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 193 из 217](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закреть](#)

Лабораторная работа №2  
Тема: Побег. Ветвление побега  
Тема 1

**Оборудование и материалы:** лупа, олиственные однолетние побеги древесных (ива, тополь) и травянистых (гвоздика, клевер) растений; безлистные побеги (каштан конский, бузина, яблоня); гербарий «Листорасположение», «Ветвление побега», фиксированный материал, живые объекты, гербарий «Разнообразие стеблей по положению в пространстве», «Виды стебля по поперечному сечению».

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Зарисовать олиственные побеги и отметить узлы, междоузлия, пазуху листа, верхушечную и пазушную почки (рисунок 1.5).
2. Зарисовать безлистные удлинненные и укороченные побеги, отметить листовые рубцы, листовые следы, почечные кольца, верхушечные и пазушные почки (рисунок 1.7).
3. Используя схемы ветвления (рисунок 2.2), по гербарии «Ветвление побега» определить тип ветвление. Зарисовать их схемы.

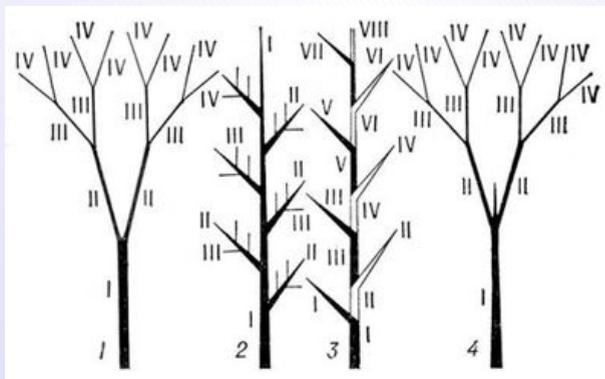


Рисунок 2.2 – Схемы ветвления

- 1 – дихотомическое; 2 – моноподиальное; 3 – симподиальное; 4 – ложнодихотомическое  
I – ось первого порядка; II – ось второго порядка; III – ось третьего порядка;  
IV – ось четвертого порядка



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 194 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



4. Рассмотреть, используя гербарий, и записать виды стеблей по направлению и способу роста: прямостоячий (редька дикая, рожь, лен); приподнимающийся или восходящий (клевер луговой, горец птичий, лапчатка серебристая); ползучий (усы – земляника, лапчатка ползучая; плети – ястребиночка волосистая, лютик ползучий, живучка ползучая); стелющийся (грыжник голый); вьющийся (фасоль многоцветковая, вьюнок полевой, хмель, горец вьюнковый); лазающий (дикий виноград, плющ, подмаренник цепкий); укороченный (одуванчик лекарственный, подорожник большой) (рисунок 1.12).

5. Используя гербарный материал и фиксированные объекты, определить следующие виды стеблей по поперечному сечению: округлый, в том числе соломину злаков; трехгранный; четырехгранный; многогранный; ребристый; бороздчатый; плоский и крылатый (рисунок 1.11).

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определения побега.
2. Что называется узлом, междоузлием, листовой пазухой, почечными кольцами, листовым рубцом, листовым следом?
3. Какой побег называется главным, боковым, удлинненным, укороченным, ортотропным, плагиотропным?
4. Что называется ветвлением? В чем его значение?
5. Перечислите основные типы ветвления побега. Укажите самый примитивный и самый совершенный тип ветвления.
6. Укажите отличия дихотомического и ложнодихотомического ветвления.
7. Как различаются стебли по форме поперечного сечения?
8. Назовите типы стеблей по положению в пространстве.
9. Чем отличается стелющийся стебель от ползучего?

Начало

Содержание



Страница 195 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

Лабораторная работа №3  
Тема: Морфология листа  
Тема 2

**Оборудование и материалы:** лупа, гербарий «Морфология листа», «Простые листья», «Сложные листья».

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Используя гербарный материал, рассмотреть, зарисовать и подписать морфологические части листа: листовую пластинку, черешок, основание листа, прилистники. Изучить и зарисовать медианные, латеральные и интерпетиолярные прилистники; раструб, охватывающий стебель; влагалище листа, язычок (рисунки 1.13, 1.14).

2. Рассмотреть гербарий простых листьев; запомнить их форму. Зарисовать листья с различным расчленением листовой пластинки и записать примеры растений (рисунок 1.17).

3. Рассмотреть гербарий сложных листьев; зарисовать типы сложных листьев и записать примеры растений (рисунок 1.18).

**Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение листа и перечислите его функции.
2. Назовите морфологические части листа однодольных и двудольных растений.
3. Назовите типы прилистников. Какие функции они выполняют?
4. Что представляет собой влагалище листа? Каковы его функции?
5. Что представляет собой раструб? Как он образуется?
6. Какие листья называют простыми и сложными?
7. Какие бывают типы простых листьев по степени расчлененности листовой пластинки?
8. Что положено в основу классификации сложных листьев? Расскажите о формах сложных листьев.



Начало

Содержание



Страница 196 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторная работа №4  
Тема: Морфология листа  
Тема 2

**Оборудование и материалы:** лупа, гербарий «Верхушка листовой пластинки», «Основание листовой пластинки», «Край листовой пластинки», «Жилкование листовой пластинки».

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Рассмотреть гербарий различных видов верхушки листовой пластинки; зарисовать их и записать примеры растений (рисунок 1.20).
2. Рассмотреть гербарий различных видов основания листовой пластинки; зарисовать их и записать примеры растений (рисунок 1.21).
3. Рассмотреть гербарий различных видов края листовой пластинки; зарисовать их и записать примеры растений (рисунок 1.19).
4. Рассмотреть на гербарном материале жилкование листовой пластинки; зарисовать схемы жилкования и записать примеры растений (рисунок 1.22).

**Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите и зарисуйте схемы края листовой пластинки.
2. Как различаются листья по форме верхушки листовой пластинки?
3. Каким может быть основание листовой пластинки?
4. Расскажите о жилковании листьев. Можно ли по типу жилкования отличить однодольные растения от двудольных?



Начало

Содержание



Страница 197 из 217

Назад

На весь экран

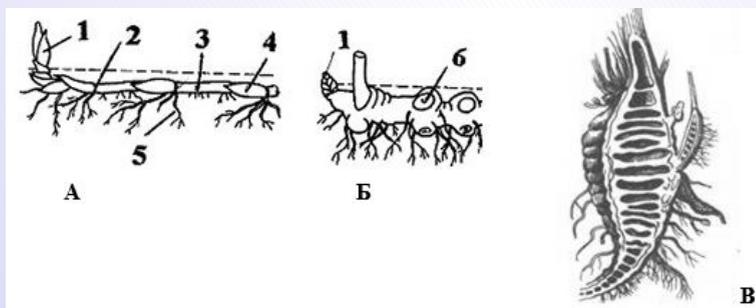
Заккрыть

Лабораторная работа №5  
Тема: Метаморфозы побега  
Тема 3

**Оборудование и материалы:** микроскоп, пенал с набором для микроскопирования (препаровальная игла, лезвие, пинцет, предметные и покровные стекла), химический стакан с водой, корневище пырея, купены, вежа ядовитого; клубни картофеля и топинамбура; луковицы лука репчатого и лилии тигровой; клубнелуковицы гладиолуса, побеги иглицы, спаржи, боярышника, барбариса, робинии, усики винограда, огурца, тыквы, гороха, клематиса, настурции.

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Рассмотреть и зарисовать плагиотропное корневище пырея и купены, ортотропное корневище вежа (рисунок 2.3). На плагиотропном корневище отметить узлы, недоразвитые чешуйчатые листья, междоузлия, верхушечные и боковые почки, придаточные корни, пазушные побеги, месторасположение у купены прошлогодних отмерших побегов. На продольном срезе рассмотреть ортотропное корневище вежа и отметить сближенные узлы, состоящие из паренхимы, и короткие полые междоузлия. Сравнить строение корневища со строение стебля.



**Рисунок 2.3 – Морфология корневища**

А – пырей; Б – купена; В – вежа; 1 – почка; 2 – узел; 3 – междоузлие;  
4 – сухие листья (чешуйки); 5 – придаточные корни; 6 – листовая след



Начало

Содержание



Страница 198 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

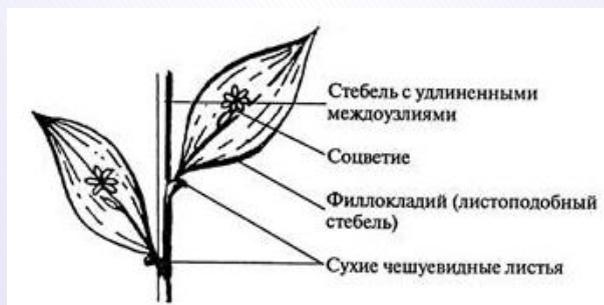


2. Найти и зарисовать у клубней картофеля или топинамбура верхушечные и пазушные почки (глазки), бровки (листовые рубцы), место прикрепления клубня к столону (**рисунок 1.30**). Определить тип расположения редуцированных листьев на клубне; отметить наличие перидермы, а также способность клубня картофеля к позеленению.

3. На продольном разрезе рассмотреть и зарисовать луковицу лука репчатого (**рисунок 1.30**). Отметить донце (сильно укороченный стебель), наружные сухие чешуи, внутренние мясистые чешуи, верхушечную почку.

4. На продольном срезе изучить строение клубнелуковицы гладиолуса (**рисунок 1.31**). Выявить отличие от луковицы и клубня. Зарисовать, сделать подписи к рисунку.

5. Рассмотреть и зарисовать филлокладий иглицы (**рисунок 2.4**). Найти редуцированные пленчатые почти бесцветные листья, в пазухе которых развивается филлокладий. На филлокладиях в пазухе маленького пленчатого листа найти развившиеся 1–2 мелких цветка.



**Рисунок 2.4 – Филлокладий иглицы**

6. Рассмотреть и зарисовать колючки у боярышника, барбариса, робинии (**рисунок 1.24**). Сделать вывод о происхождении колючек у этих растений.

7. Исследовать и зарисовать усики огурца, тыквы, гороха посевного, клематиса, настурции (**рисунок 1.25**). Выявить, у каких из перечисленных растений усики представляют метаморфоз части листочков сложного листа, всего листа, черешка листа.

Начало

Содержание



Страница 199 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

8. Рассмотреть на гербарном и фиксированном материале росянку, обратив внимание на ее листья, покрытые железистыми волосками, а также ловчие пузырьки на листьях пузырчатки. Это – ловчие аппараты у данных насекомоядных растений (рисунок 1.35).

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятия «метаморфоз».
2. Какие органы называются аналогичными? Приведите примеры.
3. Какие органы называются гомологичными? Приведите примеры.
4. Докажите, что корневище – это видоизмененный побег.
5. Назовите типы корневищ по строению и способу образования.
6. Докажите, что клубень картофеля – видоизмененный подземный побег.
7. Докажите, что луковица – видоизмененный побег. Расскажите о типах луковиц.
8. Чем отличается клубнелуковица от луковицы? Приведите примеры известных вам растений с этими органами.
9. Расскажите о надземных метаморфозах побега. Приведите примеры.
10. Расскажите о метаморфозах листа. Приведите примеры
11. Как различить колючки и усики побегового и листового происхождения?
12. Что собой представляют филлокладий, филлодий, кладодий? Приведите примеры.
13. Докажите, что филлодий у аспарагуса и иглицы – это видоизмененный побег.
14. Назовите известные вам насекомоядные растения. Каково строение их ловчего аппарата?



Начало

Содержание



Страница 200 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

**Лабораторная работа №6**  
**Тема: Морфология цветка**  
**Тема 5**

**Оборудование и материалы:** химический стакан с водой, препаровальные иглы, лупы, актиноморфные цветки лютика едкого, калужницы болотной, яблони домашней, вишни обыкновенной; зигоморфные цветки робинии псевдоакация, гороха посевного; двусторонне симметричные цветки сурепки, редиса; ложноязычковые и трубчатые цветки в корзинке нивяника обыкновенного; цветки с околоцветником из пленок и чешуй у ржи; гербарий.

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Зарисовать схему строения цветка и подписать все его части (рисунок 1.42).
2. Зарисовать актиноморфный, зигоморфный и асимметричный цветки (рисунок 1.43).
3. Зарисовать цветок с простым и с двойным околоцветником (рисунок 1.44).
4. Записать обозначения, используемые при составлении формул: буквами и цифрами показывают число частей цветка в каждом круге, используя следующие обозначения:

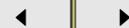
Ca (K) – чашечка;	♀ – обоеполый цветок;
Co (C) – венчик;	⊕ – пестичный цветок;
P – простой околоцветник;	♂ – тычиночный цветок;
A – андроцей;	* – актиноморфный цветок;
G – гинецей;	↑ – зигоморфный.

5. С помощью лупы рассмотреть строение, записать формулы и зарисовать диаграммы цветков (рисунок 2.5).



Начало

Содержание

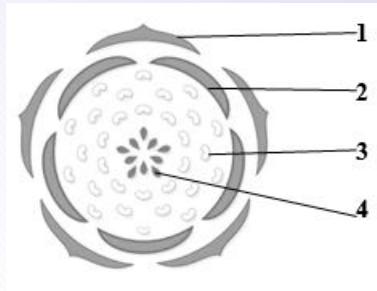


Страница 201 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 2.5 – Диаграмма цветка лютика едкого**  
1 – чашечка; 2 – венчик; 3 – тычинки; 4 – плодолистики

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение цветка. Перечислите его функции. Назовите части цветка. Укажите стерильные и фертильные части цветка.
2. Как располагаются элементы цветка на цветоложе? Чем различаются циклические, ациклические и гемициклические цветки?
3. Назовите типы симметрии у цветков.
4. Какие цветки называются актиноморфными, зигоморфными, двусторонне-симметричными, асимметричными?
5. Что называется околоцветником? Каковы его типы?
6. Какова роль околоцветника?
7. Чем обусловлена окраска лепестков венчика?



Начало

Содержание

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 202 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

## Лабораторная работа №7

Тема: Типы гинецея и плацентации. Типы завязи

### Тема 5

**Оборудование и материалы:** лупа, препаровальные иглы, скальпель, цветки сусака зонтичного, ириса, пиона, мака, дремы, робинии псевдоакации, вишни, колокольчика, чубушника.

### ХОД РАБОТЫ:

1. Зарисовать пестик и подписать основные его части (рыльце, столбик, завязь) (**рисунок 1.50**).
2. Цветки поместить на стекло, удалить чашелистики, лепестки и тычинки. Рассмотреть положение завязи на цветоложе и степень срастания завязи с цветоложем (**рисунок 1.53**). Зарисовать схемы завязи в цветке.
3. Сделать поперечный срез через завязь цветка и определить тип гинецея и тип плацентации (**рисунок 1.52**). Зарисовать схематически.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каково строение пестика?
2. Назовите и схематично зарисуйте разные типы гинецея.
3. Укажите самый примитивный и самый совершенный тип гинецея.
4. Назовите и схематично зарисуйте разные типы плацентации.
5. Укажите самый примитивный и самый совершенный тип плацентации.
6. Назовите типы завязи цветка.
7. Какие цветки называются подпестичными, околопестичными, надпестичными, полунадпестичными?

### ТЕСТ № 2



Начало

Содержание



Страница 203 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

**Лабораторная работа №8**  
**Тема: Морфология и классификация соцветий**  
**Тема 6**

**Оборудование и материалы:** лупа, гербарий «Разнообразие соцветий».

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Изучить строение соцветий. Изобразить схематично строение соцветия и указать на рисунке ось соцветия, прицветники, цветоножки, цветки (**рисунок 1.61**).
2. Найти на гербарных листах простые и сложные соцветия, отметить их отличия.
3. Изучить характер ветвления соцветий (моноподиальное, симподиальное, ложнодихотомическое), выявить ботрические и цимозные соцветия.
4. Рассмотреть порядок распускания цветков у ботрических и цимозных соцветий. Зарисовать схемы этих соцветий, цифрами показать порядок (последовательность) распускания цветков (**рисунок 1.62, 1.63**). Подписать названия соцветий.
5. Найти гербарные образцы тирсоидных и агрегатных соцветий (**рисунок 1.65, 1.66**). Зарисовать их схемы.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Что называется соцветием?
2. Как отличаются соцветия по характеру прицветников?
3. Какие соцветия называются простыми, сложными, открытыми, закрытыми?
4. Как подразделяются соцветия по типу ветвления осей?
5. Расскажите о цимозных соцветиях. Зарисуйте их схемы, укажите порядок распускания цветков.
6. Перечислите простые ботрические соцветия. Зарисуйте их схемы, укажите порядок распускания цветков.
7. Назовите сложные ботрические соцветия.
8. Какие соцветия называют тирсоидными?
9. Какие соцветия называют агрегатными?
10. В чем заключается биологическое преимущество соцветий перед одиночным цветком?



Начало

Содержание



Страница 204 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

**Лабораторная работа №9**  
**Тема: Морфология и классификация семян**  
**Тема 7**

**Оборудование и материалы:** микроскоп, пенал с набором для микроскопирования (препаровальная игла, лезвие, пинцет, предметные и покровные стекла), химический стакан с водой, семя фасоли, постоянный препарат зерновки пшеницы.

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Рассмотреть внешний вид семени фасоли, размоченного в воде. Зарисовать внешний вид, обозначить семенную кожуру, рубчик, микропиле (**рисунок 1.71А**).

2. У замоченных в течение суток семян с помощью препаровальной иглы разорвать семенную кожуру и вычлениить из семени зародыш. Раздвинуть семядоли, рассмотреть находящуюся между ними зародышевую почечку. Зарисовать зародыш с раздвинутыми семядолями, подписать зародышевый корешок, гипокотиль, семядольный узел, семядоли, эпикотиль, зародышевую почечку (**рисунок 1.71Б**).

4. При малом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат продольного среза зерновки пшеницы. Изучить строение эндосперма, найдите в нем алейроновый слой и крахмалоносную ткань. Рассмотреть при большом увеличении микроскопа строение семенной кожуры, сросшейся с околоплодником и зародыша. Отметить детали строения зародыша (щиток, зародышевый корешок, колеоризу, зародышевый стебелек, зародышевые листочки, колеоптиль, эпибласт) (**рисунок 1.70А**). Зарисовать продольный срез зерновки и сделать необходимые подписи.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите основные части семени.
2. Расскажите о роли и строении семенной кожуры. Каким образом на ней возникают семенной шов, рубчик и микропиле?
3. Расскажите о строении зародыша семени.



Начало

Содержание



Страница 205 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

4. В каких частях семени могут накапливаться запасные питательные вещества? В каких органах зародыша? Назовите типы запасающей ткани семени.

5. Какие типы семян выделяют в зависимости от места локализации в них запасных питательных веществ?

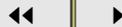
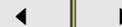
6. Расскажите о строении семян с эндоспермом у однодольных и двудольных растений.

7. Расскажите о строении семян без эндосперма у двудольных и однодольных растений.



*Начало*

*Содержание*



*Страница 206 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Заккрыть*

**Лабораторная работа №10**  
**Тема: Морфология и классификация плодов**  
**Тема 8**

**Оборудование и материалы:** плоды сливы, абрикоса, яблони; гербарий или коллекции «Сочные плоды», «Сухие нескрывающиеся плоды», «Сухие скрывающиеся плоды», «Простые (мономерные) плоды», «Сложные (полимерные) плоды», «Членистые и дробные плоды», «Соплодия», «Апокарпные плоды», «Ценокарпные плоды».

***ХОД РАБОТЫ:***

1. Найти в гербарии сухие скрывающиеся многосемянные плоды (листовку, боб, стручок, стручочек, коробочку). Проанализировать различные способы их вскрывания.

2. Найти в гербарии сухие нескрывающиеся односемянные плоды (орех, орешек, желудь, семянка, зерновка, крылатка). Обратит внимание на количество гнезд в завязи, место прикрепления семян.

3. Изучить гербарий и коллекции сочных плодов (ягода, тыква, померанец (гесперидий), яблоко). Выделить: апокарпные однокостянки и многокостянки; синкарпные костянки (однокосточковые и многокосточковые), сухие и сочные костянки.

4. Рассмотреть и зарисовать разнообразие ягод.

5. Найти в гербарии «членистые» и «дробные» плоды. Зарисовать.

6. Найти в гербарии простые и сложные плоды. Чем они отличаются? Зарисовать примеры.

7. Рассмотреть соплодия. Чем они отличаются от плодов? Изучить классификацию соплодий, их основные признаки. Записать примеры соплодий.

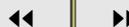
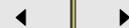
**Вопросы для самоконтроля**

1. Расскажите о строении плода.
2. Каково биологическое значение плода?



Начало

Содержание



Страница 207 из 217

Назад

На весь экран

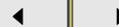
Закрыть

3. Какие плоды называют мономерными? Полимерными? Приведите примеры.
4. Какие плоды называют дробными? Членистыми? Приведите примеры.
5. Какие принципы лежат в основе морфологической классификации плодов?
6. Какие принципы лежат в основе генетической классификации?
7. Чем различаются плоды листовки, бобы и стручки?
8. Чем различаются орех, семянка, желудь, зерновка?
9. Чем отличается ягода от костянки?
10. Чем отличается соплодие от сложного плода?



*Начало*

*Содержание*



*Страница 208 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Закреть*

# Практические занятия

## Практическое занятие №1 Морфологическое строение листа

### Тема 2

**Оборудование и материалы:** гербарные коллекции листьев, растения зимнего сада.

#### 1. Определение формулы листорасположения.

Если соединить воображаемой линией все листья в порядке их возникновения на стебле, то мы увидим, что передвигаясь от листа к листу в пределах листового цикла, эта линия приобретает вид спирали и делает определенное количество оборотов вокруг стебля.

Спираль, последовательно соединяющая основания листьев, является генетической, поскольку отражает порядок возникновения листьев (их генезис) в конусе нарастания. Например, перемещаясь у гладиолуса от первого ко второму и потом к третьему листу, спираль (основная генетическая спираль) делает один виток. Это число является числителем дроби в *формуле листорасположения*. Таким образом, формула листорасположения у гладиолуса  $1/2$ . У купены она  $1/3$ , это значит, что листовой цикл включает в себя 3 листа, а основная генетическая спираль от 1-го до 4-го листа делает один оборот (**рисунок 2.6**).

Наиболее обычными являются листорасположения с формулами  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $2/5$ ,  $3/8$ ,  $5/13$  и т.д. Этот ряд легко запоминается: каждая последующая формула выводится из сложения двух предыдущих числителей (например,  $1+1=2$ ;  $1+2=3$ ;  $2+3=5$ ) и знаменателей ( $2+3=5$ ;  $3+5=8$ ;  $5+8=13$ ).

На примере растений зимнего сада, комнатных растений в аудиториях и холлах составить и записать формулы листорасположения.

2. По предложенному плану дать морфологическую характеристику листьям следующих растений: каштан конский обыкновенный, сирень обыкновенная, липа мелколистная, береза пушистая, граб обыкновенный, дуб черешчатый, клен остролистный, клен сахарный, ива вавилонская, сумах оленерогий, яблоня домашняя и т.д.



Начало

Содержание

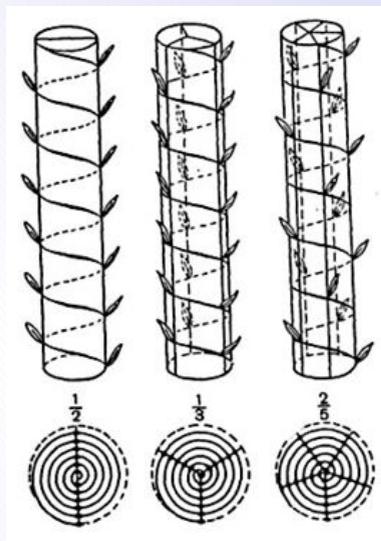


Страница 209 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть



**Рисунок 2.6 – Очередное расположение листьев**

А – очередное двурядное листорасположение; Б – очередное трехрядное листорасположение; В – очередное пятирядное листорасположение

*План морфологической характеристики листьев*

1. Вид (русское и латинское название).
2. Семейство (русское и латинское название).
3. Простой или сложный.
4. Наличие черешка.
5. Форма листовой пластинки.
6. Степень рассечения (для простых листьев), тип сложного листа (для сложных).
7. Тип верхушки и основания.
8. Край листовой пластинки.
9. Тип жилкования.
10. Наличие гетерофилии.
11. Рисунок вида.



Начало

Содержание



Страница 210 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

## Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение листа.
2. Назовите морфологические части листа однодольных и двудольных растений.
3. Опишите разнообразие и роль черешков.
4. Назовите типы прилистников. Какие функции они выполняют?
5. Какие листья называют простыми? сложными?
6. Расскажите о формах простых листьев с цельной листовой пластинкой.
7. Какие бывают типы простых листьев по степени расчлененности листовой пластинки?
8. Что положено в основу классификации сложных листьев? Расскажите о формах сложных листьев.
9. Перечислите и зарисуйте схемы края листовой пластинки.
10. Как различаются листья по форме верхушки листовой пластинки?
11. Каким может быть основание листовой пластинки?
12. Расскажите о жилковании листьев. Можно ли по типу жилкования отличить однодольные растения от двудольных?
13. Перечислите типы листорасположения. Что такое листовая мозаика?
14. Объясните, для чего и как составляются формулы и диаграммы листорасположения.

### ТЕСТ № 1



Начало

Содержание



Страница 211 из 217

Назад

На весь экран

Закреть

**Практическое занятие №2**  
**Морфологическое строение листа**  
**Тема 9**

1. Ознакомиться с многообразием растений зимнего сада, комнатных растений в аудиториях и холлах. Заполнить таблицу.

Таблица 1 – Экологические группы и жизненные формы растений

Вид	Жизненные формы		Экологическая группа	
	по И.Г. Серебрякову	по К. Раункиеру	по отношению к свету	по отношению к влаге

**Вопросы для самоконтроля**

1. Что называют окружающей средой?
2. Что называют экологическими факторами?
3. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к свету?
4. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к влаге?
5. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к элементам почвенного питания и составу почвы?
6. На чем основана классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова?
7. Что положено в основу классификации К. Раункиера?

**ТЕСТ № 4**



Начало

Содержание



Страница 212 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

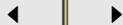
## Тестовые задания

- ТЕСТ № 1 МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ
- ТЕСТ № 2 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ
- ТЕСТ № 3 МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ
- ТЕСТ № 4 ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ



*Начало*

*Содержание*



*Страница 213 из 217*

*Назад*

*На весь экран*

*Закреть*

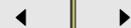
## Вопросы к зачету по разделу «Морфология растений»

1. Морфология корня. Корневые системы.
2. Морфологическое строение побега. Ветвление побега. Разнообразие побегов.
3. Строение почек. Типы почек.
4. Морфологическая характеристика стебля. Разнообразие стеблей.
5. Морфологическое строение листьев. Части листа.
6. Цельные листья. Типы дробления листовой пластинки.
7. Жилкование листьев. Край листовой пластинки.
8. Формы верхушки и основания листовой пластинки.
9. Метаморфозы корня.
10. Подземные метаморфозы побега.
11. Надземные метаморфозы побега.
12. Метаморфозы листа.
13. Бесполое и половое размножение.
14. Смена спорофита и гаметофита в жизненном цикле растений.
15. Морфологическое строение цветка.
16. Околоцветник, типы цветков по форме околоцветника.
17. Андроцей, его типы.
18. Гинецей. Пестик, его строение. Типы завязи. Типы гинецея.
19. Морфологическое строение соцветий. Типы соцветий.
20. Семя. Надземное и подземное прорастание семян.
21. Морфологическое строение проростка.
22. Плоды. Строение околоплодника. Участие различных частей цветка в его образовании. Простые и сложные плоды, соплодия.
23. Классификация плодов.
24. Понятие жизненная форма и экологическая группа. Экологические группы растений выделяют по отношению к свету.
25. Экологические группы растений по отношению к влаге и по отношению к элементам почвенного питания и составу почвы.
26. Классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова: основной принцип, группы.
36. Классификации жизненных форм К. Раункиера: основной принцип, группы.



Начало

Содержание



Страница 214 из 217

Назад

На весь экран

Закрыть

## Список использованной и рекомендуемой литературы

### Основная

1. Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений : Учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2003. – 400 с.
2. Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Минск : Новое знание, 2002. – 464 с.
3. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: учеб. для вузов / Т. И. Серебрякова [и др.]. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2007. – 543 с.
4. Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.] , под ред. Т. И. Серебряковой. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – 480 с.
5. Лотова, Л. И. Ботаника : Морфология и анатомия высших растений : учебник / Л. И. Лотова. – 4-е изд., доп. – М. : Либроком, 2010. – 512 с.
6. Морфология растений : учебно-методический комплекс : в 3 ч. / сост. М. П. Жигар (гл. ред.) [и др.]. – Брест : Изд-во Брестского гос. ун-та, 2009 – 2011. – Ч. 2 : Вегетативные органы растений / М. П. Жигар [и др.]. – 2010. – 171 с.
7. Яковлев, Г. П. Ботаника / Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитько. – СПб. : СПХФА, 2001. – 689 с.

### Дополнительная

8. Краткий определитель высших растений / сост.: М. П. Жигар [и др.]. – Брест: Изд-во БрГУ, 2013. – 172 с.
9. Рейвн, Т. Современная ботаника. Т. 2. / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айхорн. – М.: Мир, 1990. – 300 с.
10. Сауткина, Т. А. Морфология растений. Метод. указания / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. – Минск : БГУ, 2011. – 24 с.



Начало

Содержание



Страница 215 из 217

Назад

На весь экран

Заккрыть

## Словарь терминов

Меристема – образовательная ткань.

Онтогенез – процесс индивидуального развития организма.

Эмбриогенез – начальная стадия онтогенеза живых существ, в ходе которого происходит образование и развитие эмбриона (зародыша).

Эндосперм – запасаящая ткань в семени растений.

Геотропизм – физиологическое свойство органов растения расти в определённом направлении по отношению к центру земного шара.

Диктиосомы – стопки из дискообразных замкнутых цистерн аппарата Гольджи.

Апекс – верхушка побега, стебля или корня, содержащая меристему, основная часть которой представляет собой конус нарастания.

Соцветие – это побег или часть системы побегов, несущие цветки.

Междоузлие – участок побега или стебля между двумя соседними узлами.

Ксилема – водопроводящая ткань высших растений (синоним древесина), включает трахеиды и/или сосуды, древесинные волокна и паренхимные клетки.

Флоэма – ткань, осуществляющая проведение органических (пластических) веществ по ситовидным трубкам (синоним луб).

Камбий – образовательная ткань в стеблях и корнях растений, дающая начало вторичным проводящим тканям и обеспечивающая их прирост в толщину.

Перицикл – первичная образовательная ткань растений, окружающая проводящие ткани.

Перидерма – комплексная вторичная покровная ткань стебля или корня, состоящая из феллогена, феллодермы и феллемы.

Феллоген – вторичная образовательная ткань стеблей и корней многолетних растений, дающая начало феллодерме и феллеме (пробке).

Коллатеральный пучок – проводящий пучок, в котором флоэма лежит по одну сторону от ксилемы, при этом флоэма обращена к периферии органа растения. В открытых пучках между ксилемой и флоэмой имеется камбий.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 216 из 217](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

Паренхимная ткань – основная ткань растений, состоящая из более или менее однородных изометрических клеток.

Придаточные корни – корни, образующиеся на стебля, иногда, на листьях.

Хлорофиллоносная ткань – фотосинтезирующая, или ассимиляционная, ткань растений, состоящая из паренхимных клеток, содержащих хлоропласты.

Зигота – образующаяся в результате оплодотворения диплоидная клетка.

Гаметофит – половое поколение в цикле развития растений, продуцирующее гаметангии и гаметы.

Антостробил – первичный цветок примитивного типа с конусовидным цветоложем, на котором элементы цветка располагаются по спирали.

Теломы – надземные цилиндрические надземные органы риниофитов.

Эпидерма – первичная покровная ткань высших растений, содержащая устьица.

Трихомы – выросты клеток эпидермы (синоним волоски). Трихомы могут быть кроющие, железистые, жгучие, одноклеточные, многоклеточные, простые, разветвленные.

Кутикула – защитный слой, покрывающий поверхность некоторых надземных органов растений на поверхности растений. Состоит из воскоподобного вещества кутина, вырабатываемого эпидермальными клетками.

Устьица – высокоспециализированное образование эпидермы растений, состоящее из двух замыкающих клеток и устьичной щели между ними. Выполняют функции газообмена и транспирации.

Мезофилл – основная фотосинтезирующая, или ассимиляционная, паренхима листовой пластинки, заключённая между верхней и нижней эпидермой. Клетки мезофилла содержат большое число хлоропластов (синоним хлоренхима).



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 217 из 217

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)