

## Занятие 12. Морфология цветка, формула и диаграмма цветка. Соцветия

- 1 Цветок: происхождение, функции и симметрия
- 2 Андроцей и гинецей
- 3 Соцветие: происхождение и морфологические признаки, классификация соцветий
- 4 Опыление и оплодотворение у растений

### 1 Цветок: происхождение, функции и симметрия

**Цветок** – генеративный орган растения, представляющий собой видоизмененный побег с ограниченным ростом, все части которого приспособлены к функции размножения. Цветок состоит из чашечки, венчика, андроцея (тычинки) и гинецея (пестики). Составляющие цветка расположены на *цветоложе*, или оси, цветка. Часть цветка, несущая весь цветок, называется *цветоножкой*. Если она не развита, цветок называется сидячим. На цветоножке у многих растений имеются маленькие листочки, называемые *прицветничками*.

Чашечка и венчик в совокупности называются *околоцветником*. Они выполняют функцию защиты андроцея и гинецея. Если в околоцветнике четко различаются чашечка и венчик, то он называется *двойным* (яблоня, вишня). Если все элементы окрашены одинаково и однородны, то околоцветник называют *простым* (тюльпан).

**Чашечка** – это наружный круг околоцветника, листочки которого (чашелистики) имеют небольшие размеры и обычно зеленой окраски. Она называется *раздельнолистной*, если чашелистики не срастаются, или *сростнолистной*, если чашелистики срастаются. У многих сельдерейных и астровых чашечка слабо развита или отсутствует.

**Венчик** отличается от чашечки яркой окраской и более крупными размерами. Если лепестки срастаются, венчик является *сростнолепестным*, если не срастаются – *свободнолепестным*.

Для чашечки, венчика и цветка в целом характерно явление симметрии. Симметрию цветка связывают с венчиком. Он может быть:

- *актиноморфным*, или *правильным*, если в нем можно провести несколько плоскостей симметрии (капустные, гвоздичные);

- *зигоморфным*, или *неправильным*, если в нем можно провести лишь одну ось симметрии (бобовые, яснотковые);

- *асимметричным*, если через венчик невозможно провести ни одной плоскости симметрии. Такие венчики характерны для очень немногих

Ботаника. Генеративные органы растений: практ. рук-во

Ю. М. Бачура, Н. М. Дайнеко

растений (канновые).

Цветки называются *ациклическими* или *спиральными*, если части цветка располагаются по спирали (магнолиевые). У большинства покрытосеменных цветки являются *циклическими*, или *круговыми*, поскольку все части цветка расположены кольцами. У некоторых растений (лютик, калужница) – чашелистики и лепестки расположены циклами, а тычинки и пестики – по спирали. Это *гемициклические* (*полуциклические*) цветки.

У большинства растений цветки имеют тычинки и пестик и являются *обоеполыми*. Если в цветке, кроме околоцветника, есть только тычинки или пестики, то цветки являются *раздельнополыми* (тычиночными, пестичными). Растения с раздельнополыми цветками, располагающимися на одной особи, называют *однодомными* (кукуруза, береза), а на разных особях – *двудомными* (тополя, ивы, конопля).

Строение цветка можно выразить в виде **формулы**. При ее составлении пользуются следующими обозначениями: чашечка (*Calyx*) – Ca, венчик (*Corolla*) – Co, андроцей (*Androeceum*) – A, гинецей (*Gynoeceum*) – G, простой околоцветник (*Perigonium*) – P.

Типы цветков имеют также условные обозначения: обоеполый ♀♂ (этот значок в формуле обычно опускают), пестичный ♀, тычиночный ♂, актиноморфный \*, зигоморфный †, асимметричный ↯

Число членов каждой части цветка обозначают цифрами, а в том случае, если их число в цветках одного и того же вида непостоянно (обычно больше 12), – значком ∞. В случае срастания между собой одноименных членов число заключают в скобки, если они расположены несколькими кругами, то цифры, указывающие на число членов в отдельных кругах, соединяют знаком «плюс» (3+3).

При обозначении верхней завязи под цифрой числа плодолистиков ставят черточку, при обозначении нижней завязи ее ставят над цифрой.

**Диаграммой** называют схематическую проекцию цветка на плоскости. Принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия вверху, а кроющий лист внизу. Части околоцветника на диаграмме обозначаются дугами: чашелистики – с выступом на середине дуги, лепестки – без выступа. Тычинки обозначаются в форме поперечного разреза пыльника или тычиночной нити; гинецей – в виде поперечного разреза завязи. В случае срастания между собой отдельных членов фигуры, обозначающие их на диаграмме, соединяются дугами.

## 2 Андроцей и гинецей

**Андроцей** – совокупность тычинок в одном цветке.

Типы андроцея степени срастания тычинок:

- *свободный*, если все тычинки свободные (лютики);
- *сросшийся*, если тычинки сросшились (камелия):
  - *однобратственный* – все тычинки в цветке срастаются (камелия, люпин многолистный);
  - *двубратственный* – одна тычинка свободна, а остальные срастаются (некоторые бобовые);
  - *многобратственный* – многочисленные тычинки цветка срастаются в несколько пучков (зверобой).

**Тычинка** состоит из *тычиночной нити*, нижним концом которой она прикреплена к цветоложу, а на верхнем несет *пыльник* с пыльцой. Пыльник разделен на две половинки (теки), соединенные между собой связником, который является продолжением тычиночной нити. В каждой половинке пыльника расположены по два или четыре пыльцевых гнезда, в которых образуются микроспоры. Тычиночная нить – это стерильная часть цветка. Она покрыта эпидермисом, сложена паренхимными клетками, в центре проходит проводящий пучок.

**Микроспорогенез** – образование микроспор в микроспорангиях (пыльцевых гнездах). Клетки спорогенной ткани, находящейся в гнездах пыльников, делятся и образуют диплоидные материнские клетки микроспор. Каждая материнская клетка делится мейозом, образуя 4 гаплоидных микроспоры.

Размеры микроспор (пылинок) варьируют в зависимости от видовой принадлежности. Форма пылинок шаровидная, эллипсовидная, палочковидная, кубическая, тетраэдрическая, нитевидная.

**Гинецей** – совокупность плодолистиков в цветке, образующих один или несколько пестиков. Плодолистик, или мегаспорофилл, представляет собой листовую структуру, несущую семязачатки, и является составной частью пестика.

Пестик, возникающий из одного плодолистика (у бобовых), срастается по одному брюшному шву, расположенному напротив средней жилки плодолистика. Если в цветке один или несколько отдельных пестиков, то гинецей называют *апокарпным* и из каждого пестика развивается плод (розоцветные, лютиковые). У большинства растений несколько плодолистиков срастаются и образуют один пестик, называемый *ценокарпным*. Различают три типа ценокарпного гинецея: синкарпный, паракарпный и лизикарпный.

*Синкарпный гинецей* сформировался в результате бокового срастания плодолистиков и имеет два гнезда и более. Семязачатки располагаются во внутренних углах гнезд завязи, по краям завернувшихся внутрь плодолистиков (яблоня, груша, лилейные).

*Паракарпный гинецей* образуется в результате срастания краями нескольких плодолистиков. Формируется одногнездная завязь (тыквенные). У многих растений в паракарпном гинецее плаценты сильно выпячиваются в полость завязи, формируя ложные перегородки.

*Лизикарпный гинецей* формируется в результате срастания пестиков между собой боковыми стенками плодолистиков, однако стенки затем исчезают, за исключением сросшихся краев, несущих плаценты и называемых колонкой (гвоздика, гречишные).

**Пестик** расчленен на *завязь* (нижняя разросшаяся часть пестика, содержащая семязачатки), *столбик* и *рыльце*. Завязь от положения по отношению к другим частям цветка может быть верхней, нижней или полунижней. Верхняя завязь располагается свободно на цветоложе, а все части цветка находятся под ней. Нижняя завязь формируется в том случае, если все части цветка располагаются над завязью вследствие срастания их нижних частей со стенками завязи. При полунижней завязи части цветка срастаются со стенками завязи до половины последней, а завязь наполовину свободна. Рыльце служит для улавливания пыльцы. Столбик не является обязательной частью пестика.

**Семязачаток (семяпочка)** – многоклеточное образование семенных растений, из которого развивается семя. Семязачаток состоит из нуцеллуса (ядра), окружённого интегументами (покровами), которые на верхушке семязачатка не смыкаются, образуя узкий канал – микропиле (пыльцевход), через который пыльцевая трубка проникает к зародышевому мешку. Основание нуцеллуса, от которого отходят интегументы, называется халазой. Семязачаток прикрепляется к плаценте с помощью семяножки. Место прикрепления семязачатка к семяножке называют рубчиком.

Нуцеллус занимает центральную часть семязачатка, и в нем развивается зародышевый мешок.

**Мегаспорогенез** – формирование мегаспоры из архегониальной или спорогенной клетки в результате мейоза в нуцеллусе семязачатка.

Из спорогенной клетки формируются четыре гаплоидные клетки. Обычно нижняя клетка разрастается, а три остальные дегенерируют. Эта разросшаяся клетка и является мегаспорой, которая дает начало *зародышевому мешку*, в котором путем митоза образуется восемь ядер.

В центре зародышевого мешка находится диплоидное вторичное ядро. У микропиллярного конца мешка расположена яйцеклетка и двумя менее развитыми вспомогательными клетками – синергидами, у халазального полюса – три одинаковые антиподы.

### **3 Соцветие: происхождение и морфологические признаки, классификация соцветий**

Цветки могут располагаться поодиночке или группами. В тех случаях, когда они располагаются группами, образуются соцветия. **Соцветие** – видоизмененная часть побега или побеговой системы, несущая на себе цветки. Биологический смысл возникновения соцветий – в возрастающей вероятности опыления цветков.

Любое соцветие имеет главную ось, или ось соцветия, и боковые оси, которые могут быть разветвлены в различной степени или неразветвлены. Конечные их ответвления – *цветоножки* – несут цветки.

Соцветия можно **классифицировать** по ряду признаков:

**1. Разветвленность главной оси:** соцветия, у которых боковые оси ветвятся, называются *сложными*; у *простых* соцветий боковые оси не разветвлены и являются цветоножками.

**2. Деятельность апикальной меристемы:**

- соцветия, главная ось которых заканчивается верхушечным цветком и ограничено в росте получило название *закрытого*.

- у *открытых* соцветий главная ось обладает неограниченным ростом и цветки располагаются сбоку от морфологической верхушки.

**3. Способ формирования системы побегов:**

- *моноподиальные* или *ботрические* – ось формируется за счет деятельности апикальной меристемы (иван-чай);

- *симподиальные* или *цимозные* – нарастают в результате последовательно сменяющихся меристем (незабудка, картофель).

Рассмотрим один из вариантов морфологической описательной классификации соцветий:

**Простые ботридиальные соцветия** (рисунок 1).

**Кисть** – моноподиальное простое соцветие, у которого на удлиненной оси располагаются цветки с примерно одинаковыми по длине цветоножками (черемуха, ландыш).

**Колос** – моноподиальное простое соцветие, у которого на удлиненной оси располагаются цветки без цветоножек (подорожник).

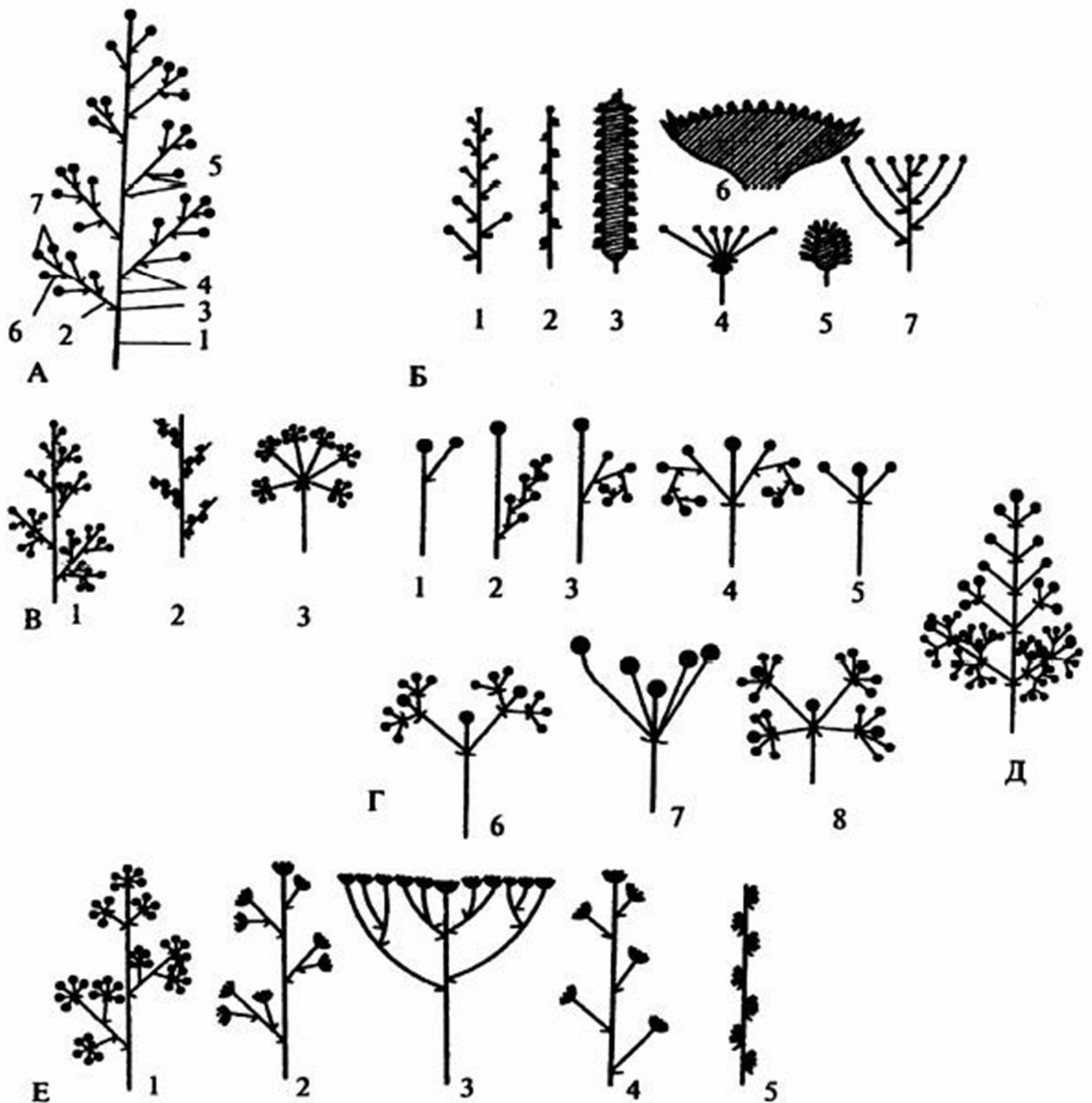


Рисунок 1 – Соцветия: А – строение соцветия (1, 2 – главная и боковая ось, 3 – узлы, 4 – междоузлия, 5 – прицветники, 6 – цветоножка, 7 – цветок); Б – простые ботрические соцветия (1 – кисть, 2 – колос, 3 – початок, 4 – простой зонтик, 5 – головка, 6 – корзинка, 7 – щиток); В – сложные ботрические соцветия (1 – метелка, 2 – сложный колос, 3 – сложный зонтик); Г – цимозные соцветия (1–3 – монохазии, 4 – «элементарный» монохазий, 5 – извилины, 6 – завиток, 7 – двойной завиток, 8 – дихазий, 9 – тройной дихазий, 10 – плейохазий, 11 – двойной плейохазий); Д – пример тирса, Е – агрегатные соцветия (1, 2 – метелки зонтиков и корзинок, 3 – 5 щиток, кисть и колос корзинок) [1]

**Початок** – моноподиальное *простое* соцветие с утолщенной мясистой осью, на которой вплотную расположены многочисленные сидячие двухцветковые колоски (кукуруза).

**Зонтик** – моноподиальное простое соцветие с укороченной главной осью и примерно равными по длине цветоножками (вишня).

**Головка** – моноподиальное простое соцветие шарообразной формы с укороченной осью и сидячими цветками (клевер).

**Корзинка** – моноподиальное простое соцветие с сильно разросшейся уплощенной осью, на которой располагаются прилегающие друг к другу цветки без цветоножек (астровые).

**Щиток** – моноподиальное простое соцветие, у которого из-за разной длины цветоножек все цветки располагаются в одной горизонтальной плоскости (яблоня).

#### **Сложные ботридиальные соцветия.**

**Метёлка, сложная кисть** – моноподиальное сложное соцветие, у которого на главной оси располагаются простые соцветия – кисти или щитки (овес, рис, сирень).

**Сложный колос** – тип моноподиального сложного соцветия, у которого от главной оси отходят простые колоски с одним или несколькими цветками в каждом (пшеница).

**Сложный зонтик** – тип моноподиального сложного соцветия, состоящего из простых зонтиков, чьи оси отходят от верхушки главной оси соцветия (морковь).

#### **Цимозные (цимозные) соцветия.**

**Цимозное соцветие** – сложное соцветие, нарастающее симподиально и представляющее собой совокупность равнозначных осей возрастающего порядка, каждая из которых завершается верхушечным цветком. Среди цимозных соцветий различают монохазии, дихазии и плейохазии.

**Завиток** – симподиальное соцветие монохазииального типа, у которого все цветки направлены в одну сторону (медуница).

**Извилина** – симподиальное соцветие монохазииального типа, у которого цветки последовательно отходят в противоположные стороны (незабудка).

**Дихазий** – симподиальное соцветие, у которого главная ось заканчивается цветком, а супротивно расположенные боковые оси возрастающего порядка развиты одинаково и также заканчиваются верхушечным цветком (гвоздичные).

**Плейохазий** – сложное симподиальное соцветие, каждая ось которого продолжается более чем двумя осями последующего порядка (молочай, картофель).

**Тирсоидное соцветия** – сложное соцветие, главная ось которого нарастает моноподиально, а отходящие от нее соцветия представлены симподиями (монохазиями или дихазиями) (яснотковые).

К тирсоидным соцветиям относят, например, срезку. **Серёжка** – сложное соцветие, представляющее собой поникающий тирс колосовидной формы (береза). Серёжка обычно поникает и после цветения или созревания плодов опадает целиком вместе с осью соцветия.

**Агрегатное соцветие** – сложное соцветие, в котором простые соцветия одного типа в совокупности образуют соцветие иного типа, напр. корзинки, собранные в щитковидную метелку (тысячелистник).

## 4 Опыление и оплодотворение у растений

**Опыление** – это процесс переноса пыльцы с пыльников тычинок на рыльце пестика. У растений различают самоопыление и перекрестное опыление.

*Самоопыление*, или *автогамия* – пыльца с тычинок попадает на рыльце пестика того же цветка. Самоопыление в растительном мире – явление малораспространенное, но среди культурных растений самоопылителей достаточно много: ячмень, пшеница, фасоль, овес, томат.

*Перекрестное*, или *аллогамия* – пыльца с тычинок одного цветка попадает на пестик другого цветка.

При перекрестном опылении выделяются следующие его виды: а) *соседнее опыление* – пыльца с тычинок одного цветка попадает на рыльце пестика другого цветка в пределах одного соцветия или растения; б) *ксеногамия* – пыльца с тычинок цветка, расположенного на одном растении, попадает на пестик цветка другого растения, но того же вида; в) *гибридизация* – на рыльце пестика цветка попадает пыльца с цветков другого сорта или вида.

В зависимости от того, какие агенты участвуют в переносе пыльцы при перекрестном опылении различают следующие **способы опыления**: *анемофилия*, или ветроопыление; *гидрофилия* – опыление водой; *энтомофилия* – насекомоопыление; *орнитофилия* – опыление птицами; *мирмекофилия* – опыление муравьями.

Перекрестное опыление в биологическом отношении более предпочтительно, так как приводит к новым комбинациям признаков у дочернего организма.

**Оплодотворение** – процесс слияния мужской (сперматозоид, или спермий) и женской (яйцеклетка) половых клеток, дающий начало новому организму.

В процессе оплодотворения у *покрытосеменных* выделяют два этапа: а) прорастание пыльцевого зерна и развитие пыльцевой трубки и б) собственно оплодотворение.

**Прорастание пыльцевого зерна** заключается в том, что его содержимое, окруженное интиной, разрывает одну из пор экзины и интина выходит наружу в виде узкой пыльцевой трубки, в которую переходит содержимое обеих клеток пыльцевого зерна. Пыльцевая трубка внедряется в эпидерму рыльца и, проникая между клетками, слагающими столбик, растет по направлению к семязпочке. В процессе роста в пыльцевой трубке находятся два ядра: генеративное и вегетативное, или ядро и два спермия, которые образовались из генеративного ядра еще в пыльцевом зерне. Достигнув завязи, пыльцевая трубка проникает в семязчаток через микропиле. Оболочка трубки на конце разрывается, и два спермия выходят в зародышевый мешок.

После этого начинается второй этап – **собственно оплодотворение**: вегетативное ядро разрушается до проникновения пыльцевой трубки в зародышевый мешок; один спермий сливается с яйцеклеткой и образуется диплоидная зигота; второй спермий сливается с диплоидным ядром зародышевого мешка и образуется триплоидное ядро.

Описанный процесс универсален для покрытосеменных растений. Его открыл в 1898 г. профессор Московского университета С. Г. Навашин и назвал *двойным оплодотворением*, так как в оплодотворении участвуют два спермия. Биологическое значение двойного оплодотворения: формирование триплоидного эндосперма происходит после оплодотворения, чем достигается существенная экономия энергетических ресурсов организма.

У *голосеменных* в оплодотворении участвует один спермий. Довольно мощный гаплоидный эндосперм развивается независимо от процесса оплодотворения.

У многих цветковых (около 10% видов) в процессе эволюции половое размножение замещается различными формами бесполого. Из них наиболее известен **апомиксис** – развитие зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки или любой другой клетки семязчатка.

Все апомиктические особи имеют одинаковую генетическую и соматическую конституцию. Хорошим примером растения с апомиктическим образованием семян служит одуванчик.

**Материалы и оборудование.** Живые и/или фиксированные цветки растений (шиповника, гороха посевного, капусты, ландыша), макет цветка, постоянные микропрепараты поперечных срезов пыльника и завязи, тематический гербарий «Соцветия», микроскопы, пинцеты, препарировальные иглы, предметные стекла, фильтровальная бумага.

**Цель:** познакомиться с общей схемой строения цветка; рассмотреть особенности строения андроеца и гинецея, изучить правила составления формул и диаграмм цветка; познакомиться с принципами классификации соцветий.

## Работа 1 Строение цветка

### Ход работы

1 Изучите строение цветка. Найдите и рассмотрите его составляющие – цветоножку, цветоложе, чашелистики, лепестки, тычинки и пестик (рисунок 2). В тычинке найдите тычиночную нить и пыльник, в пестике – завязь с семязачатками, столбик и рыльце. Отметьте на рисунке составляющие цветка.

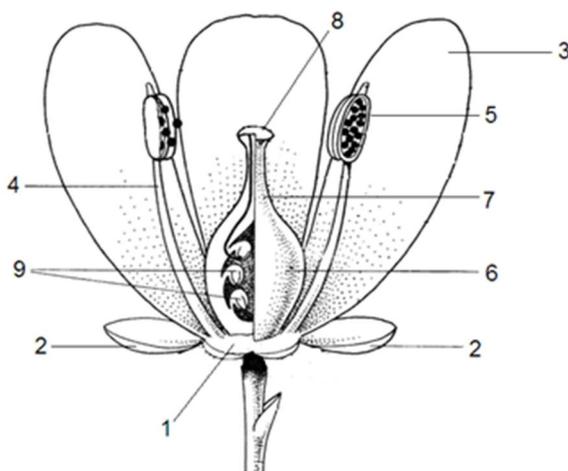


Рисунок 2 – Схема строения цветка: 1 – цветоложе, 2 – чашелистики, 3 – лепестки, 4 – тычиночная нить, 5 – пыльник, 6 – завязь, 7 – столбик, 8 – рыльце, 9 – семязачатки

## Работа 2 Строение пыльника

1 Изучите строение андроеца различных растений (тюльпана, гороха, капусты). Обратите внимание на число тычинок и их расположение.

2 Рассмотрите при малом увеличении микроскопа анатомическое строение пыльника, используя постоянный препарат «Поперечный разрез через пыльник». Найдите связник, пыльцевые гнезда, эпидермис, эндотеций, тапетум, пыльцевые зерна. Выполните соответствующие обозначения на рисунке.

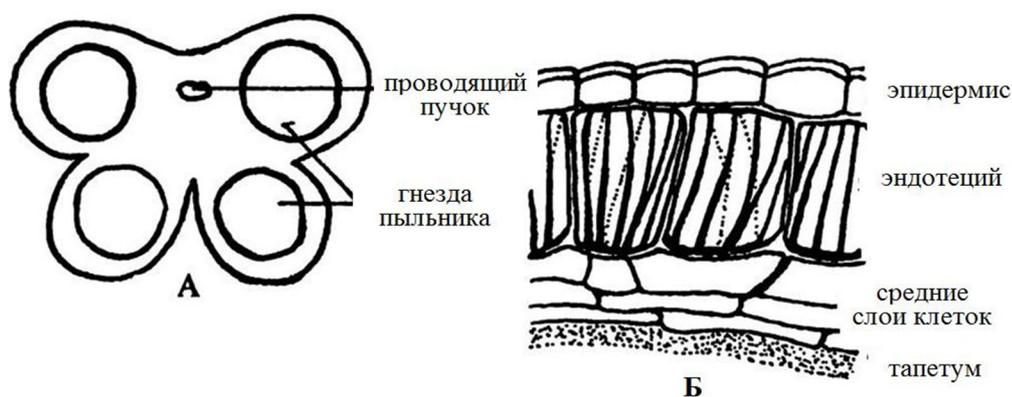


Рисунок 3 – Строение пыльника: А – не вскрывшийся пыльник, Б – стенка пыльника [2]

## Работа 3 Строение гинецея

1 Изучите типы гинецеев и их строение. Среди предложенных растений найдите цветки с моно-, апо- и ценокарпным гинецеем (рисунок 4).

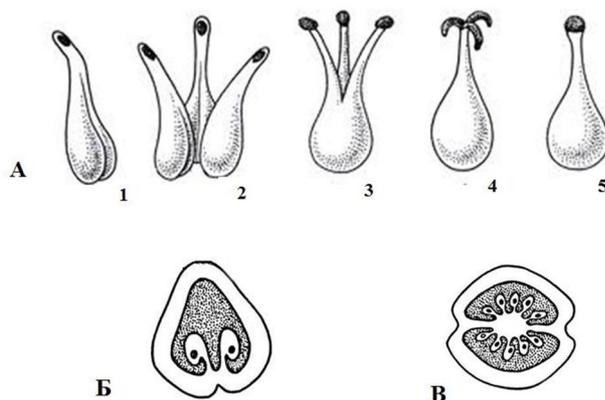


Рисунок 4 – Строение гинецея: А – гинецей (1 – апокарпный из одного плодолистика, 2 – апокарпный из трех плодолистиков, 3-5 – ценокарпный с разной степенью срастания плодолистиков), Б – одногнездная завязь, В – двухгнездная завязь [3]

2 Проанализируйте строение гинецея цветка, найдите завязь, столбик, рыльце. Рассмотрите поперечный разрез одногнездной завязи монокарпного гинецея и двухгнездной завязи ценокарпного гинецея. Сделайте соответствующие обозначения на рисунках.

3 Рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа строение семязачатка, используя постоянный препарат «Разрез семязачатка». Отметьте на рисунке плаценту, проводящий пучок, халазу, покровы, пыльцевход, нуцеллус, зародышевый мешок, яйцеклетку, синергиды, антиподы, вторичное ядро.

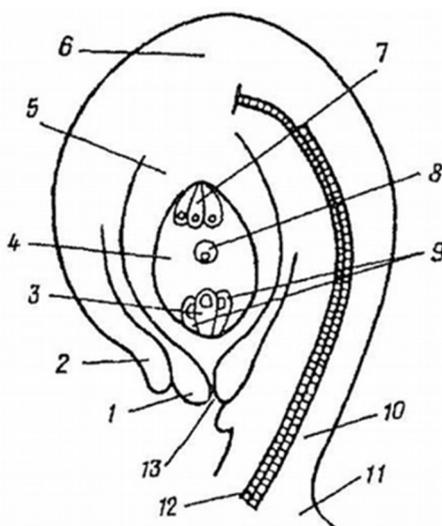


Рисунок 5 – Строение семязачатка: 1, 2 – покровы, 3 – яйцеклетка, 4 – зародышевый мешок, 5 – нуцеллус, 6 – халаза, 7 – антиподы, 8 – вторичное ядро, 9 – синергиды, 10 – фуникулус, 11 – плацента, 12 – проводящий пучок, 13 – пыльцевход [3]

## **Работа 4 Особенности строения цветков растений различных семейств**

### **Ход работы**

1 Изучите строение цветков шиповника и ландыша. Это типичные актиноморфные цветки, через которые можно провести несколько плоскостей симметрии. Используя лупу, внимательно рассмотрите части цветков, определите число чашелистиков, лепестков, тычинок и пестиков; как они расположены друг относительно друга. Выполните описания данных цветков, составите их формулы и диаграммы.

2 Изучите строение цветков гороха посевного (либо другого

представителя семейства бобовые). Это типичные зигоморфные цветки, через которые можно провести только одну плоскость симметрии. Используя лупу, внимательно рассмотрите части цветка. Один из цветков поместите на предметное стекло, проведите его анализ: определите число чашелистиков, лепестков (обратите внимание на размеры и форму лепестков), тычинок и пестиков; как они расположены друг относительно друга. Выполните описание данного цветка, составьте его формулу и диаграмму.

## Работа 5 Соцветия

### Ход работы

1 Изучить на гербарных образцах строение соцветий различных типов. Зарисовать схемы строения соцветий, привести примеры растений, для которых характерны те или иные соцветия.

Таблица 1 – Соцветия

Тип соцветия	Схема	Примеры растений
Кисть		

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Из каких компонентов состоит цветок?
- 2 По каким признакам можно классифицировать цветки?
- 3 Назовите типы андроцея и особенности строения тычинок.
- 4 Охарактеризуйте особенности строения и типы гинецея.
- 5 Каковы особенности составления формул и диаграмм цветка?
- 6 Дайте определение понятию «соцветие» и перечислите признаки, по которым их можно классифицировать.
- 7 Приведите примеры растений с различными типами соцветий.

### Литература

1. Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.
2. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие / Л. И. Лотова, под ред. А. П. Меликяна. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528

с.

3. Яковлев, Г. П. Ботаника: учеб. для фармац. институтов и фармац. фак мед. вузов./ Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитько; под ред. И. В. Грушвицкого. – М.: Высш. шк., 1990. – 367 с.

4. Власова, Н.П. Практикум по лесным травам: учеб. пособие / Н.П. Власова. М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.

5. Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, М. В. Ерёмин. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 375 с.

6. Андреева, И. И. Ботаника: учеб. пособие / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: КолосС, 2002. – 488 с.

7. Лісаў, М. Дз. Батаніка з асновамі экалогіі: вучэб. дапаможнік / М. Дз. Лісаў. – Мінск: Вышэйшая школа, 1998. – 338 с.

8. Сауткина Т. А., Морфология растений: учеб. пособие / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2012. – 311 с.

9. Хржановский, В. Г. Ботаника / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Колос, 1988. – 383 с.

10. Батаніка: вучэбна-метадычны дапаможнік для студэнтаў спец. 1-75 01 01 «Лясная гаспадарка» і 1-75 01 02 «Садовапаркавае будаўніцтва» / склад. Л. С. Пашкевіч, Дз. В. Шыман. – Мінск: БДТУ, 2006. – 132 с.

11. Анатомия и морфология растений: практ. пособие для студентов спец. 1 – 31 01 01-02 «Биология (научн.-пед. деят.)» / Н. М. Дайнеко [и др.]. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 143 с.