

? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Что такое осеменение? 2. Чем оплодотворение отличается от конъюгации? 3. Из предложенного перечня выберите организмы с внешним оплодотворением: муравьи, квакши, крокодилы, дафнии, караси, ласточки, устрицы, тритоны, черепахи.

Сложные вопросы. 1. В чем сущность партеногенеза? Приведите примеры организмов, у которых наблюдается партеногенез. Почему партеногенез считают разновидностью полового размножения? Какое значение он имеет для организмов? 2. Сравните два способа оплодотворения: внешнее и внутреннее. Какой из способов появился раньше в ходе развития органического мира? Приведите доказательства, используя дополнительные источники информации.



§ 32. Чередование способов размножения и поколений в жизненном цикле растений

- **Вспомните**, как происходит бесполое размножение у растений.
- **Как вы думаете?** В чем биологический смысл чередования бесполого и полового типов размножения у растений?
- **Вы узнаете**, как происходит образование половых клеток, оплодотворение и половое размножение у покрытосеменных растений, как в ходе эволюции изменилось соотношение бесполого и полового поколений в жизненном цикле растений.

Образование половых клеток и оплодотворение у растений. В § 29 вы познакомились с бесполом размножением растений.

В образовании половых клеток и оплодотворении у покрытосеменных растений имеется ряд особенностей. Все эти процессы протекают в генеративном органе покрытосеменных — *цветке* (рис. 48). Генеративным называется орган, участвующий в половом размножении. Кроме цветка, к генеративным органам у покрытосеменных относятся семя и плод.

Частью цветка, предопределяющей мужской пол, является *тычинка*. Она состоит из тычиночной нити и пыльника (см. рис. 48). Пыльник содержит пыльцевые гнезда, в которых происходит образование спор. Из

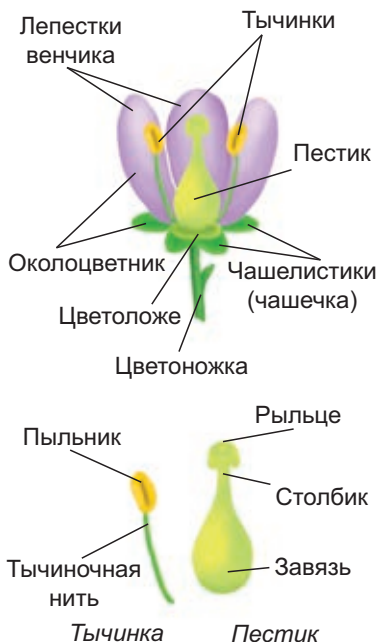


Рис. 48. Строение цветка покрытосеменных растений

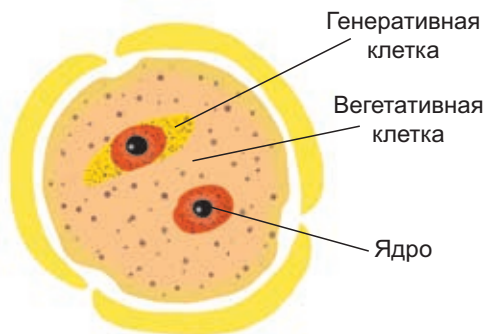


Рис. 49. Строение пыльцевого зерна

каждой материнской клетки путем деления образуется по четыре одноклеточные споры с одинарным набором хромосом. Затем каждая спора делится на две клетки: крупную вегетативную и малую генеративную. Они покрываются двойной плотной оболочкой с порами, и образуется пыльцевое зерно (рис. 49). После деления генеративной клетки формируются два спермия (мужские половые клетки без жгутиков). Все клетки в пыльцевом зерне содержат одинарный набор хромосом.

Частью цветка, предопределяющей женский пол, является *пестик*. Он состоит из рыльца, столбика и завязи (см. рис. 48). В завязи находится семязчаток (семяпочка), в котором снаружи имеются покровы. На верхушке семязчатка покровы не срастаются, и образуется пыльцевход. Одна из материнских клеток семязчатка вблизи пыльцевхода укрупняется, делится и образует четыре споры с одинарным набором хромосом. Три из них погибают. Из четвертой споры после нескольких делений ядра и цитоплазмы образуется семь клеток. По три клетки с одинарным набором хромосом находится у каждого полюса, а между ними располагается крупная центральная клетка с двойным набором хромосом. Одна из трех клеток у полюса возле пыльцевхода становится яйцеклеткой. Две соседние клетки называются клетками-синергидами, а три клетки на противоположном полюсе — клетками-антиподами. Образовавшаяся структура

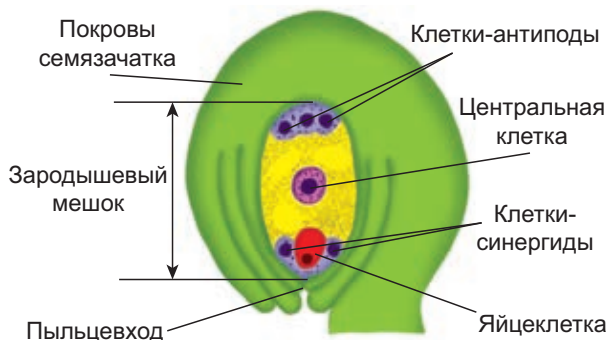


Рис. 50. Строение зародышевого мешка

представляет зародышевый мешок (рис. 50).

Перенос пыльцевого зерна из пыльника тычинки на рыльце пестика у покрытосеменных растений называется *опылением*. Оно может осуществляться с помощью насекомых, ветра, воды, птиц или самоопылением. После попадания на рыльце пестика пыль-

цевое зерно прорастает: вегетативная клетка вытягивается в длинную пыльцевую трубку, которая растворяет ткань столбика, проникает в полость завязи и через пыльцевход достигает зародышевого мешка. Спермии продвигаются по пыльцевой трубке, попадают в зародышевый мешок. Один из них оплодотворяет яйцеклетку зародышевого мешка, а второй сливается с центральной клеткой (рис. 51).

Этот тип оплодотворения был открыт в 1898 г. русским цитологом С. Г. Навашиным и получил название «двойное оплодотворение». Последовательность его этапов представлена на схеме.

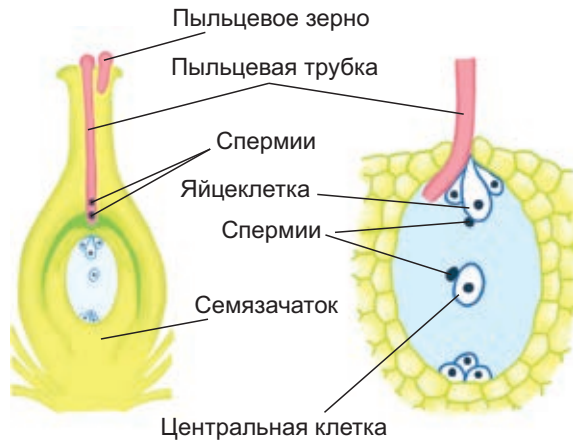
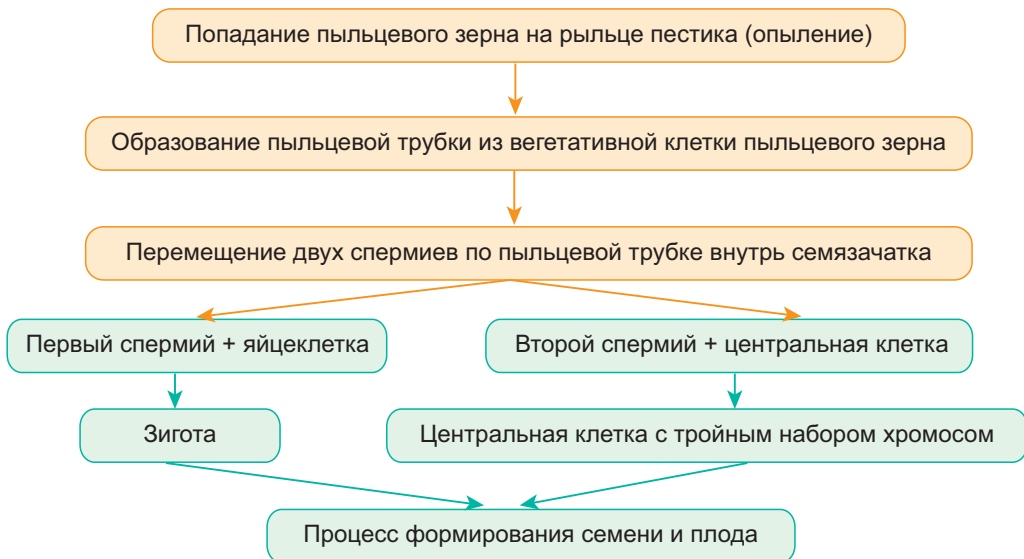
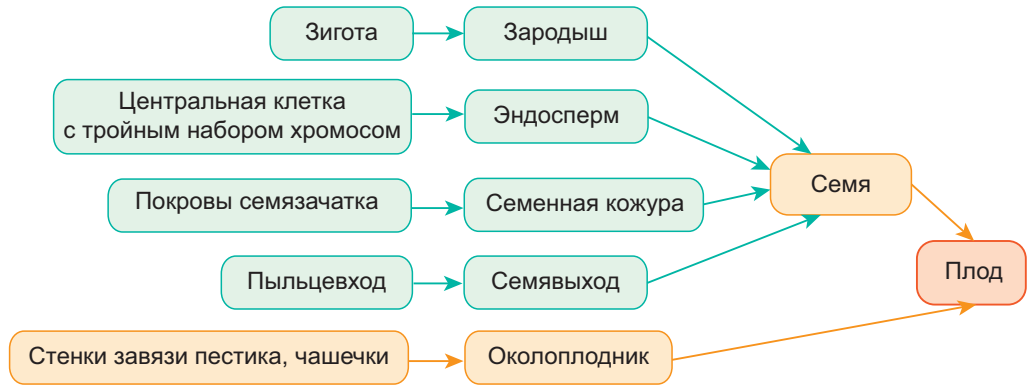


Рис. 51. Двойное оплодотворение у покрытосеменных растений



После образования зиготы в зародышевом мешке погибают синергиды. Центральная клетка многократно делится, в результате чего образуется эндосперм. Его клетки содержат тройной набор хромосом. Из зиготы начинает формироваться зародыш семени. После образования

зародыша антиподы погибают. Формирование семени и плода показано на схеме.



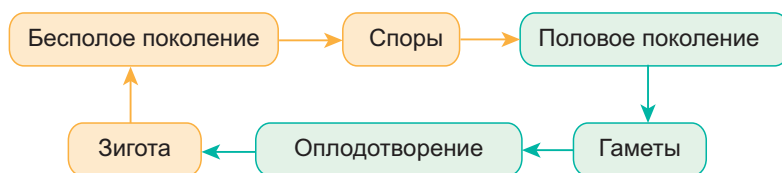
Таким образом, семя образуется из семязачатки, а на месте завязи развивается плод.

Биологический смысл двойного оплодотворения весьма велик. В отличие от голосеменных, где эндосперм развивается до оплодотворения, у покрытосеменных эндосперм образуется лишь в случае оплодотворения. Это обеспечивает существенную экономию энергетических ресурсов. Клетки эндосперма содержат тройной набор хромосом, что приводит к увеличению размеров клеток и количества питательных веществ, повышающих устойчивость зародыша к неблагоприятным факторам.

Чередование поколений в жизненном цикле растений. Многие организмы могут размножаться как бесполом, так и половым путем. При этом говорят о бесполом и половом поколениях данного вида. Если они закономерно сменяют друг друга, то такое явление называется *чередованием поколений*. Границами, разделяющими бесполое и половое поколения в цикле развития, являются процесс образования спор с уменьшением вдвое набора хромосом и оплодотворение, в результате которого восстанавливается двойной набор хромосом.

У растений механизм чередования поколений заключается в том, что на растениях, представляющих собой бесполое поколение, развиваются споры, которые прорастают в обоеполые либо раздельнополые (мужские и женские) особи (половое поколение). У покрытосеменных мужское половое поколение представлено пыльцевым зерном, а женское — зародышевым мешком. Их клетки содержат одинарный набор хромосом (за исключением центральной клетки). Половое поколение образует гаметы — спермии (или сперматозоиды) и яйцеклетки. В ре-

зультате оплодотворения образуется зигота, содержащая двойной набор хромосом, из которой вновь развивается бесполое поколение (см. схему).



Если проследить за соотношением между бесполом и половым поколениями у растений разного уровня организации, то можно увидеть, что в ходе эволюции развитию подвергалось бесполое поколение, тогда как для полового поколения было характерно постепенное упрощение строения (рис. 52). Например, у мхов преобладающим является половое поколение, на котором живет бесполое поколение. У папоротников преобладающим является бесполое поколение в виде хорошо развитого растения со стеблем, листьями и корнями, в то время как половое поколение представлено всего лишь небольшой зеленой пластинкой, прикрепляющейся к почве с помощью ризоидов. Далее, у голосеменных и покрытосеменных растений строение полового поколения упрощается до нескольких клеток, причем с полной редукцией органов полового размножения у покрытосеменных. Тогда как бесполое поколение у голосеменных представлено деревьями

Бесполое поколение

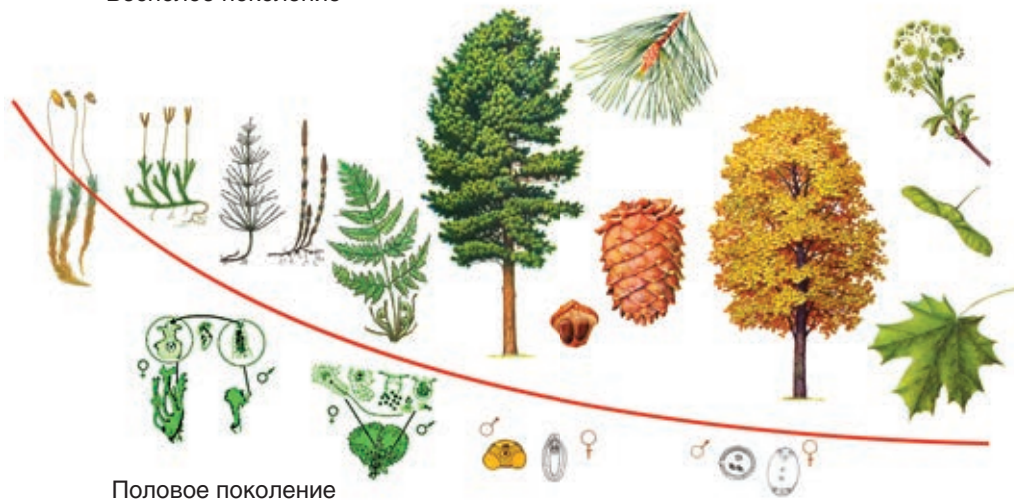


Рис. 52. Соотношение бесполого и полового поколения в жизненном цикле растений разных систематических групп

и кустарниками (иногда лианами), а у покрытосеменных — деревьями, кустарниками, кустарничками и травами.

Важно отметить, что бесполое поколение накапливает больше наследственной информации, чем половое, так как содержит двойной набор хромосом. Поэтому оно гораздо лучше приспосабливается к изменяющимся условиям среды. По всей видимости, именно это и обеспечило его доминирование над половым поколением в ходе эволюции растительного мира.



■ **Повторим главное.** Образование половых клеток у покрытосеменных растений происходит в генеративных частях цветка — тычинках и пестиках. Этому предшествует развитие полового поколения: в тычинках — пыльцевых зерен, в семязачатке — зародышевого мешка. Они образуют гаметы — спермии и яйцеклетки. После опыления происходит оплодотворение с участием двух спермиев. Из зиготы образуется зародыш, из семязачатка формируется семя, а на месте завязи развивается плод. В ходе эволюции происходило усложнение организации бесполого поколения, тогда как строение полового поколения постепенно упрощалось.

? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. В каких частях цветка происходит развитие мужских и женских половых клеток у покрытосеменных? 2. Объясните биологическую роль пыльцевой трубки. 3. Какой хромосомный набор характерен для зародыша и клеток эндосперма семени цветкового растения? Объясните, из каких клеток они образуются. 4. Из предложенного перечня выберите структурные части зародышевого мешка: синергиды, центральная клетка, вегетативная клетка, яйцеклетка, антиподы, спермии.



Сложные вопросы. 1. Почему в ходе эволюции растений изменялось соотношение полового и бесполого поколений в сторону преобладания бесполого поколения? Приведите аргументированные объяснения, используя дополнительные источники информации. 2. Для каждой части семени подберите структуры семязачатка, из которых они сформировались. Части семени: эндосперм, зародыш, семенная кожура, семявход. Структуры семязачатка: зигота, покровы, пыльцевход, центральная клетка. 3. Выберите правильные суждения. При оплодотворении у цветковых растений: а) один из спермиев сливается с яйцеклеткой зародышевого мешка, а другой спермий исчезает; б) оба спермия сливаются с яйцеклеткой зародышевого мешка, образуя зиготу; в) один из спермиев сливается с яйцеклеткой зародышевого мешка, а другой — с центральной клеткой; г) из зиготы с тройным набором хромосом развивается эндосперм; д) центральная клетка после оплодотворения погибает; е) эндосперм имеет тройной набор хромосом.