**ЦВЕТОК КАК ОСОБЫЙ РЕПРОДУКТИВНЫЙ ОРГАН ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ 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.

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

Ось цветка, на которой размещаются все его элементы, называется ***цветоложе***. Оно отличается сильно укороченными междоузлиями и ограниченным ростом в длину.

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 *гемициклические* цветки, как например, у лютика, у которого листочки околоцветника располагаются по кругу, а тычинки и пестики – по спирали. Преобладающими у покрытосеменных в настоящее время являются циклические цветки. Количество кругов в них различное. Наиболее распространены 5-круговые и 4-круговые цветки.

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.

Актиноморфные цветки считают более примитивными.

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).

*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. 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.

**АНДРОЦЕЙ**

Совокупность тычинок цветка называется ***андроцей***. Располагаются в цветке они либо по спирали (магнолиевые, лютиковые), либо по кругу (розоцветные, гвоздичные).

Тычинки покрытосеменных растений возникли в результате упрощения, редукции микроспорофиллов с 3 жилками некоторых предковых голосеменных растений.

У наиболее примитивных цветковых растений, например, многоплодниковых, тычинки еще лентовидные по форме. Постепенно в процессе эволюции микроспорофилл редуцировался, в нем уменьшалось количество проводящих пучков, редуцировалась большая часть мезофилла, сближались и срастались микроспорангии, что привело к образованию четырехгнездного пыльника, и сформировалась специализированная тычинка.

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.

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

Тычиночная нить может быть длинной, короткой, может ветвиться (у клещевины). У крестоцветных, например, 2 тычинки короткие, 4 длинные и такой андроцей называют ***четырехсильным***, у губоцветных 2 тычинки длинные, 2 короткие – это ***двусильный*** андроцей.

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* (у горошка, тыквы) (рисунок 1, В). Если образуется несколько групп (пучков) сросшихся тычинок (у зверобоя) или если все тычинки свободные, то андроцей называется *многобратственным*.

**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 1 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.

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*.

**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. Экзина содержит в себе спорополленин – вещество, нерастворимое в кислотах и щелочах, выдерживающее температуру до 300°С, поэтому экзина очень устойчива к различным воздействиям и обеспечивает длительную жизнеспособность пыльцы, а также ее сохранность в ископаемом состоянии. Экзина имеет тонкие места или даже сквозные прорывы, называемые *апертурами*. Через апертуры происходит выход пыльцевой трубки при прорастании пыльцевого 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 трубке, после того, как пыльца попадет на рыльце пестика и начнет прорастать. В этом случае ядро генеративной клетки разделится митозом и после цитокинеза в пыльцевой трубке возникнут два ***спермия***– две мужские гаметы. У однодольных растений 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.

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.

**ГИНЕЦЕЙ**

***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. 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.

Столбик не является обязательной частью пестика, например, он отсутствует у большинства лютиковых, магнолиевых, у мака, многих ветроопыляемых.

Иногда в цветках растений одного вида столбик имеет различную длину, например, у первоцвета. Это явление называется ***разностолбчатостью***, или ***гетеростилией***.

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.

Совокупность плодолистиков, образующих один или несколько пестиков, называется **гинецеем**. Таким образом, плодолистики также имеют листовую природу, и чем примитивнее цветок, тем больше листовой характер носят отдельные плодолистики. Хорошим подтверждением этого является наличие «открытой стадии» в их онтогенезе, когда на очень ранних этапах онтогенеза края плодолистика еще свободные, и только в дальнейшем они срастаются между собою.

Листовая природа плодолистиков доказывается и их анатомическим строением. Они имеют наружный и внутренний эпидермис, часто с волосками, кутикулой, иногда с устьицами, имеется также мезофилл с проводящими пучками, часто довольно многочисленными.

От открытого развернутого мегаспорофилла плодолистик покрытосеменных отличается тем, что он сложен вдоль средней жилки адаксиальной стороной внутрь, т.е. сдвоенный, и срастается краями. Сросшиеся края плодолистика образуют ***брюшной шов***. С противоположной стороны, где проходит средняя жилка плодолистика, находится ***спинной шов***.

**Типы гинецея и плацентации**

Пестик может быть образован одним или несколькими плодолистиками. Гинецей, в котором пестик образован одним сросшимся плодолистиком, называется ***апокарпным***. 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), двупестичный – 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 характерасрастания плодолистиковценокарпный гинецей бывает трех типов: синкарпный, паракарпный и лизикарпный (рисунок 1).

***Синкарпным*** 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 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 – 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 семяпочки (семязачатки) 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 семяпочки располагаются вдоль средней жилки плодолистика (у лотоса) – это ламинальная плацентация, или семяпочки располагаются вдоль брюшного шва (у гороха) – такая сутуральная (краевая) плацентация встречается чаще (рисунок 1).

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).

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

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



Рисунок 1 – **Эволюционные взаимоотношения между разными типами гинецея**

*плц* – плацента; *с.ж* – средняя жилка; *сз* – семязачаток

**Типы завязи**

В зависимости от положения относительно других частей цветка различают завязи верхнюю, нижнюю, среднюю, полунижнюю (рисунок 2).

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 2 – **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 полунадпестичный;

*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

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.

**СТРОЕНИЕ И ТИПЫ СЕМЯЗАЧАТКОВ**

На внутренних стенках завязи располагаются семязачатки. Их количество варьирует от одного до многих. В последнем случае, однако, не все они фертильные и образуют семена.



Рисунок 1 – **Основные типы семязачатков**

*1* – ортотропный; *2* – анатропный; *3* – гемитропный; *4* – кампилотпропный; *5* – амфитропный

*ЗМ* – зародышевый мешок; *Арх.кл* – археспориальная клетка

У покрытосеменных семязачатки закладываются на плаценте в виде бугорков, состоящих из однородных меристематических клеток (рисунок 1), 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.

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***, если он слабо выражен, то семяпочки называются ***тенуинуцеллятными***. 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.

Строение семязачатков у разных растений различно. В зависимости от расположения микропиле по отношению к халазе различают несколько основных типов семязачатков (рисунок 1).

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

**Анатропный**, или **обращенный** – семязачаток изогнут в халазальной части на 180° так, что микропиле обращено к плаценте. Этот тип наиболее распространен у покрытосеменных.

**Гемитропный**, или **полуобращенный** – семязачаток, изогнутый в халазальной части под прямым углом к фуникулусу, так что нуцеллуc с интегументами расположен параллельно плаценте (у губоцветных, пасленовых).

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

**Амфитропный** – **двусторонне изогнутый** посередине семязачаток, в котором нуцеллус имеет подковообразные очертания (у 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.

**ПРОЦЕСС МЕГАСПОРОГЕНЕЗА**

Бугорок семязачатка на плаценте сначала состоит из однородных меристематических клеток. Но уже на ранних стадиях его онтогенеза в нуцеллусе (мегаспорангии) в микропилярной 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 митотических делений. 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.

Вокруг каждого из трех оставшихся на микропилярном полюсе ядер обособляются участки цитоплазмы, в результате чего образуются три клетки, составляющие *яйцевой аппарат зародышевого мешка*. В нем различают ***яйцеклетку*** и две вспомогательные клетки – ***синергиды***. Яйцеклетка располагается между синергидами. 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 семяпочки, и поставляют их вещества в зародышевый мешок. Антиподы содержат гранулярный эндоплазматический ретикулум и большое количество рибосом, что свидетельствует об их секреторной функции; секретируемые 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***.

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.

Такой сформированный зародышевый мешок готов к процессу оплодотворения.

**ОПЛОДОТВОРЕНИЕ У ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Пылинка, попав на рыльце пестика, прилипает к нему и начинает прорастать, при этом интина выпячивается через одну из апертур и образует ***пыльцевую трубку***. 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 врастает в ткань рыльца, а затем растет в тканях столбика, завязи и достигает семяпочки. 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 семяпочки, пыльцевая трубка проникает в зародышевый мешок непосредственно через микропиле или попадает в него окольными путями. 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. В результате этого слияния образуется диплоидная зигота, из которой затем разовьется зародыш семени.

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 году и назван им **двойным оплодотворением**.

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 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.