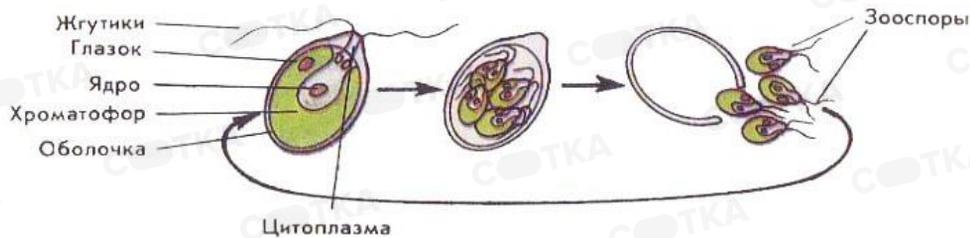


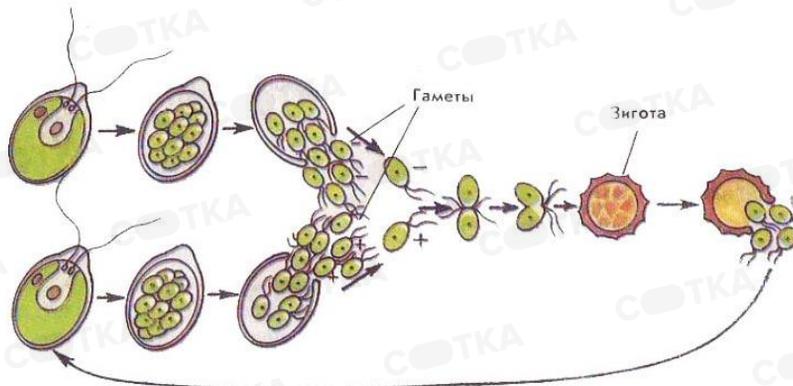
Жизненный цикл хламидомонады

В благоприятных условиях хламидомонада быстро размножается **бесполом путем**.

Достигнув определенных размеров, клетка отбрасывает жгутики и округляется. Происходит несколько митотических делений ядра. Под оболочкой материнской клетки образуется 2, 4 или 8 мелких клеток, имеющих пару жгутиков. Оболочка материнской клетки разрывается, и мелкие клетки, называемые **зооспорами**, выходят в среду. Они растут и превращаются во взрослых хламидомонад.

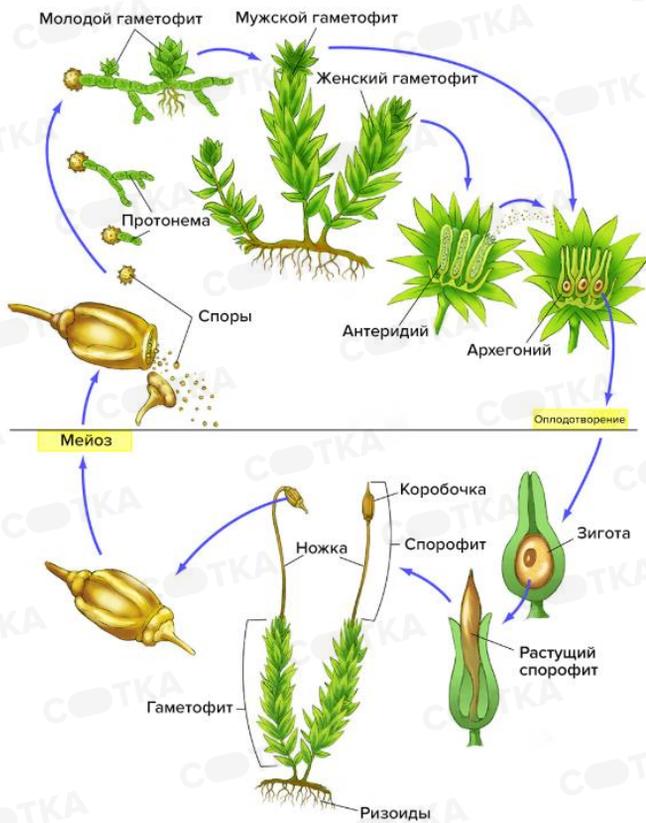


В неблагоприятных условиях у хламидомонады начинается **половой процесс**. Внутри родительских клеток формируются подвижные гаметы, которые выходят в воду. Гаметы, происходящие из разных родительских клеток, соединяются попарно и образуют зиготу. Она покрывается плотной оболочкой и превращается в **зиготисту**, способную переживать неблагоприятные условия. При наступлении благоприятных условий в зиготисте происходит мейоз, и из нее выходят 4 зооспоры, вырастающие во взрослую хламидомонаду.

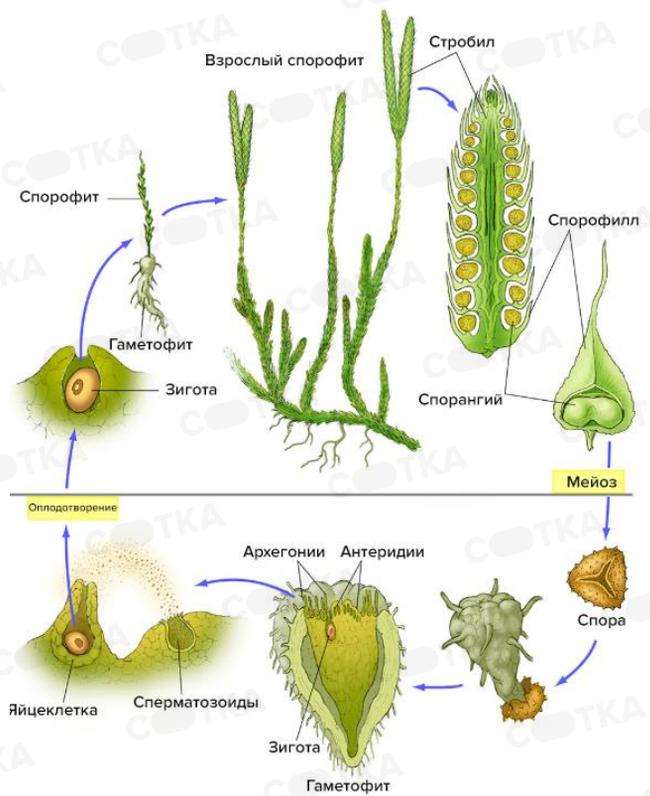


Жизненный цикл мха (кукушкина льна)

На верхушке листостебельных гаметофитов развиваются гаметангии – **архегонии** и **антеридии**. **Архегонии** – женские половые органы, к которых развиваются яйцеклетки. **Антеридии** – мужские половые органы, в которых развиваются сперматозоиды. Образование гамет происходит в результате митозов, т.к. гаметофит гаплоидный (n). Для оплодотворения мху **нужна вода**, по которой сперматозоиды могли бы переплыть на женское растение и проникнуть в архегоний. После оплодотворения из образовавшейся зиготы развивается диплоидный спорофит ($2n$). Он растет на гаплоидном зеленом растении и использует образованные им вещества, сам не содержит хлорофилла и не фотосинтезирует. Он имеет вид длинной коричневой нити, называемой **ножкой**. Одним концом она прикреплена к верхушке гаметофита, а на другом образуется расширение, являющееся спорангием. В спорангиях формируются материнские клетки спор, которые делятся **мейозом**, образуя множество одноклеточных спор. Зрелый спорангий состоит из коробочки и крышечки. Крышечка отрывается, и споры высыпаются и разносятся ветром на большие расстояния. Из спор, попавших во влажное освещенное место, вырастает тонкая ветвящаяся нить (**протонема**). На ее концах формируются почки, дающие начало новым гаплоидным растениям.



Жизненный цикл мха



Жизненный цикл плауна

Жизненный цикл плауна

На концах побегов плауна образуются прямостоячие спороносные колоски - **стробилы**. Спороносные колоски покрыты видоизмененными чешуевидными листочками (**спорофиллами**) на которых образуются **спорангии**. В спорангиях в результате мейоза образуются гаплоидные споры. Созревшие споры высыпаются, и из них развивается гаплоидный заросток.

У многих видов плаунов заросток развивается под землей в течение нескольких лет, питаясь гетеротрофно, в основном за счет симбиоза с грибом. На зрелом гаметофите образуются **архегонии** с яйцеклетками и **антеридии** со сперматозоидами. Для оплодотворения необходима вода. После оплодотворения из зиготы развивается диплоидный спорофит, который питается за счет гаметофита, пока не достигнет поверхности земли, где он начинает фотосинтезировать.

Жизненный цикл хвоща

Весной из-под земли вырастают спороносные побеги. Они имеют коричневый цвет, т. к. не содержат хлорофилла и живут за счет накопленных в прошлом году запасов питательных веществ. В стробилах, на спорофиллах в результате мейоза образуются гаплоидные споры, которые имеют специальные нитевидные выросты (**элатеры**), меняющие форму в зависимости от влажности.

Это позволяет им легче покидать спорангий и шире распространяться. Споры высыпаются из спорангиев прорастают в молодой гаметофит. На гаметофитах развиваются архегонии и антеридии, в которых образуются гаметы в результате митоза. Для оплодотворения необходима вода. Из образовавшейся зиготы развивается молодой спорофит.

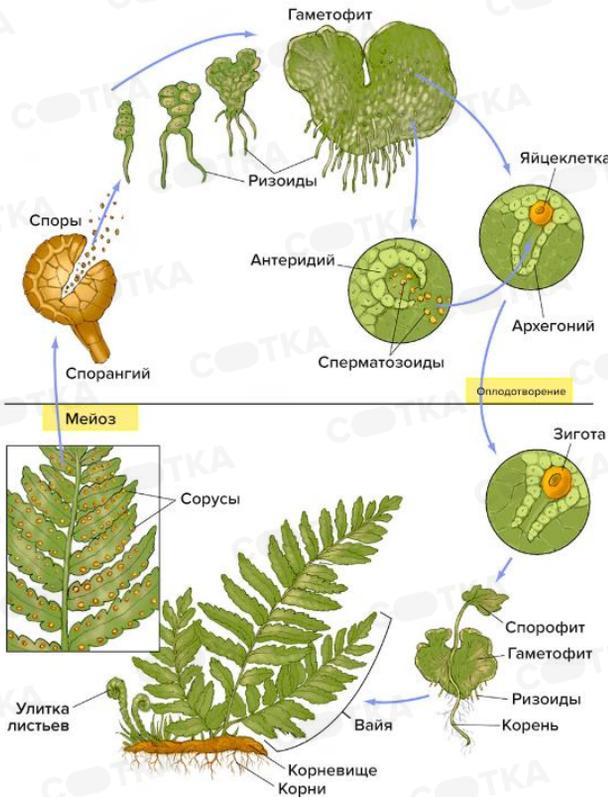


Жизненный цикл хвоща

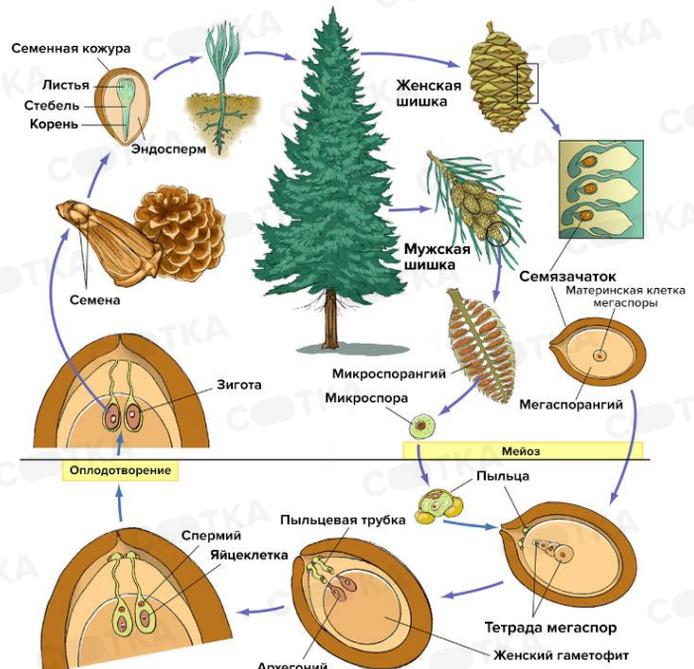
Жизненный цикл папоротника

При бесполом размножении на нижней стороне листа образуются парные выросты - **сорусы**. Сорус представляет собой ножку и покрывальце, закрывающее снизу шаровидные спорангии, отходящие от основания ножки. В спорангиях формируются материнские клетки спор, которые делятся мейозом с образованием гаплоидных клеток, становящихся спорами. В сухую погоду края покрывальца отгибаются, а оболочка спорангия лопается из-за неравномерного утолщения стенок образующих ее клеток.

Из спор, попавших во влажное освещенное место, развивается гаплоидный гаметофит папоротника (**заросток**) в виде сердцевидной пластинки с многочисленными ризоидами. На его нижней стороне образуются антеридии со сперматозоидами и архегонии с яйцеклетками. Так же как и мхам, папоротникам для оплодотворения нужна вода. По ней многожгутиковые сперматозоиды папоротника плывут к архегониям. Там сперматозоиды сливаются с яйцеклеткой, образуя диплоидную зиготу. Из нее вырастает новое диплоидное растение.



Жизненный цикл папоротника



Жизненный цикл голосеменных

Жизненный цикл Голосеменных

Мужские и женские шишки у сосны образуются на одних и тех же растениях.

На чешуях мужских шишек образуются микроспорангии, в которых в результате мейоза образуются микроспоры. Каждая микроспора делится митозом, образуя две неравные клетки. Одна из них, большего размера, называется **вегетативной клеткой**. Вторая клетка, меньшего размера, находится внутри первой и называется **генеративной клеткой**. Она ещё раз делится митозом, образуя два безжгутиковых **спермия**. Так образуется пыльцевое зерно.

Красноватые женские шишки устроены более сложно и их чешуи представляют собой целые видоизменённые укороченные побеги, где в пазухе стерильной кроющей чешуи находится семенная чешуя с двумя семязачатками на верхней стороне. Семенные чешуи впоследствии одревесневают.

Семязчаток имеет покровы с **микропиле** — отверстием для проникновения пыльцевой трубки, обращённым к основанию чешуи. Внутри семязчатка находится ткань **нуцеллуса**, в которой материнские клетки делятся мейозом (уже после опыления). Из 4 образовавшихся гаплоидных клеток три отмирают, а одна несколько раз делится митозом и даёт начало женскому гаметофиту. На каждой чешуе формируется один гаметофит, который образует два архегония.

Для оплодотворения пыльцевое зерно должно попасть на чешую женской шишки. Это процесс называется опылением. У голосеменных пыльца переносится ветром. При этом пыльца прилипает к капле жидкости, выделяемой семязчатком в области микропиле. После опыления чешуи шишки смыкаются.

Попав на женскую шишку, пыльцевое зерно прорастает, образуя пыльцевую трубку. Она растёт в направлении архегониев, и по ней перемещаются спермии. Когда пыльцевая трубка достигает архегония, её конец лопается, и спермии выходят в женский гаметофит.

Один из спермиев сливается с яйцеклеткой, второй погибает. Образовавшаяся зигота развивается в зародыш нового диплоидного растения. Клетки женского гаметофита, разрастаясь, образуют гаплоидный эндосперм, содержащий запас питательных веществ для прорастания семени.

Жизненный цикл Цветковых

Микроспорогенез и микрогаметогенез

Формирование мужских гамет происходит в пыльниках тычинок.

Образование пыльцевых зёрен происходит из диплоидных ствольных клеток (материнских клеток микроспор).

Стволовая клетка ($2n$) делится **мейозом**, образуя 4 гаплоидные **микроспоры** (n).

Каждая микроспора делится митозом, образуя две гаплоидных клетки – **вегетативную** и **генеративную** под общими оболочками микроспоры.

Снаружи микроспора покрыта двумя оболочками – наружной (**экзиной**) и внутренней (**интиной**).

В дальнейшем из генеративной клетки путем митоза образуются 2 спермия. Этот процесс может происходить позже, параллельно с прорастанием пыльцевого зерна при оплодотворении.

Мегаспорогенез и мегагаметогенез

Формирование зародышевого мешка происходит в семязачатках пестика.

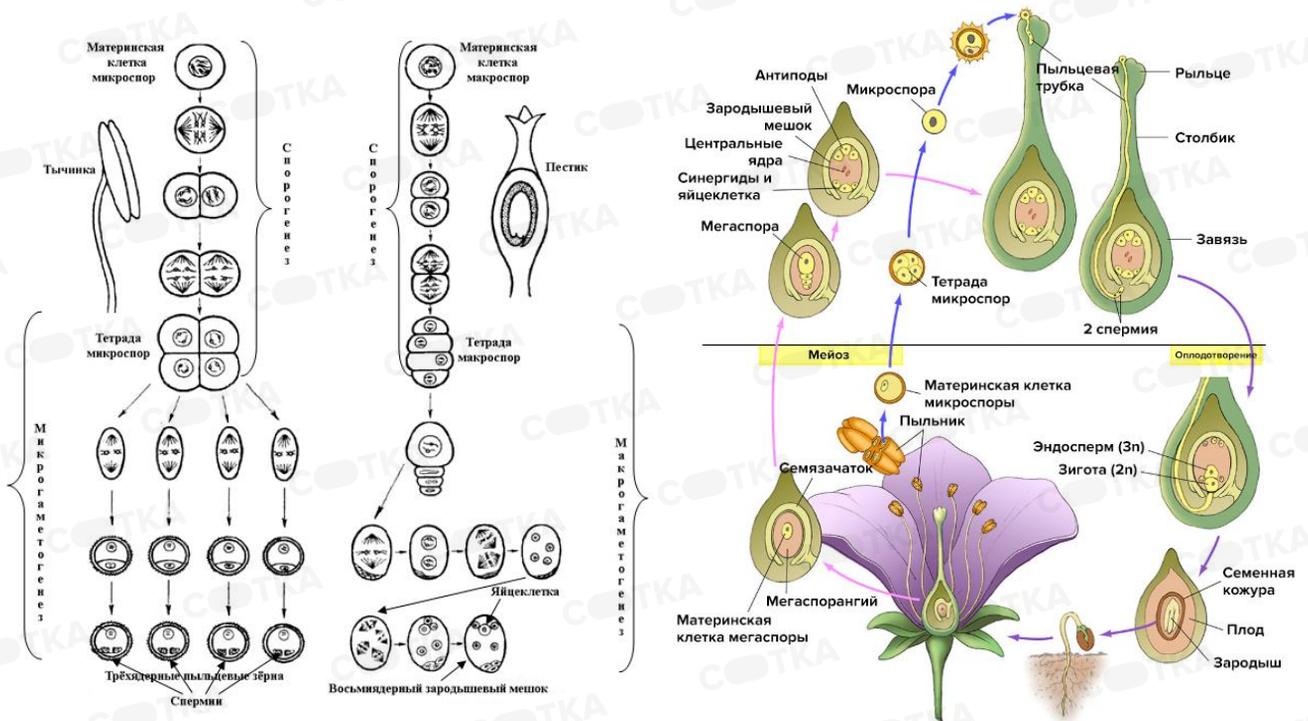
Внутри семязчатка из диплоидной ствольной клетки ($2n$) путем **мейоза** образуется гаплоидная **мегаспора** (n) и три направительных тельца.

Мегаспора даёт начало женскому гаметофиту — **зародышевому мешку**, направительные тельца отмирают.

Ядро мегаспоры (n) делится митозом, образовавшиеся два ядра (n) расходятся к противоположным концам, но деления клетки не происходит — образуется двухъядерная клетка.

Ядра ещё дважды делятся митозом (образуется восьмиядерная клетка), в результате на каждом конце клетки образуется группа из 4 ядер.

По одному ядру из каждой группы перемещаются к центру, где сливаются и образуют диплоидное центральное ядро зародышевого мешка.



Опыление и оплодотворение

При попадании пыльцевых зерен на рыльце пестика запускаются химические процессы, стимулирующие прорастание пыльцевого зерна – из вегетативной клетки образуется **пыльцевая трубка**.

В начале образования пыльцевой трубки происходит деление генеративной клетки, в результате чего образуется **два спермия**. Они перемещаются по пыльцевой трубке по мере её роста, находясь около её растущего конца.

Достигнув завязи, пыльцевая трубка прорастает через микропиле в семязачаток, а затем в зародышевый мешок.

После того как пыльцевая трубка внедрилась в зародышевый мешок, ее головка разрывается под действием ферментов и разницы в осмотическом давлении между пыльцевой трубкой и зародышевым мешком.

В зародышевый мешок попадают два спермия:

1. Один спермий сливается с яйцеклеткой, образуя **зиготу**.
2. Второй спермий сливается с центральной диплоидной клеткой зародышевого мешка, образуя **триплоидную клетку**.

В результате процесса двойного оплодотворения:

1. Из зиготы развивается **зародыш**.
2. Из триплоидной клетки развивается **эндосперм** (запасаящая ткань).
3. Из покровов семязачатка развивается **семенная кожура**.
4. Из стенки завязи развивается стенка плода (**перикарпий**).