

Панкратова Светлана Владимировна,
руководитель ММО учителей биологии г. Барнаула,
координатор микрогруппы учителей биологии
отделения по ЕНД краевого УМО,
учитель биологии МБОУ «СОШ №55» г. Барнаул

Чередование поколений в жизненном цикле растений. Систематизация знаний

Изучение биологических особенностей высших растений и понимание эволюционных связей между ними требуют прочных знаний о жизненных циклах (смене бесполого и полового поколений) у растений различных таксономических групп.

Рассматриваемая проблема связана с понятием жизненного цикла у растений. Под жизненным циклом понимают совокупность всех фаз развития, пройдя которые, обычно, начиная с зиготы, растительный организм достигает зрелости и становится способным дать начало следующему поколению [1].

Жизненный цикл высших растений состоит из двух фаз (или поколений) – бесполой, или спорофазы (спорофита), и половой, или гаметофазы (гаметофита). Гаметофит и спорофит могут быть одинаковыми как морфологически, так и по продолжительности жизни (изоморфное чередование поколений) или резко различны (гетероморфное чередование).

У всех высших растений, кроме мохообразных, в жизненном цикле преобладает спорофит, гаметофит развит слабее и относительно недолговечен.

Жизненный цикл водорослей

Жизненные циклы водорослей разнообразны, обусловлены рядом экологических факторов. Мы разберем жизненный цикл на примере зеленой водоросли ульвы (морского салата).

Для начала отметим, что в целом жизненный цикл водорослей представляет собой чередование двух фаз: гаплоидной (гаметофита) и диплоидной (спорофита). Гаплоидной фазой называется фаза, при которой клеточные ядра содержат непарный (половинный) набор хромосом. К

гаплоидной фазе всегда принадлежат гаметы: сперматозоиды, спермии (отличающиеся от сперматозоидов отсутствием жгутика), яйцеклетки.

При слиянии двух гамет: яйцеклетки (n) и спермия (n) образуется зигота ($2n$) из которой развивается спорофит ($2n$), таким образом, в спорофите восстанавливается диплоидный набор хромосом. В зооспорангии на спорофите в результате мейоза образуются зооспоры (n), которые делятся митозом, порастают и образуют мужские и женские гаметофиты (n). Клетки гаметофитов делятся митозом, образуются гаметы (n), которые сливаются в зиготу ($2n$), цикл замыкается.

Типы половых процессов

У водорослей выделяют несколько типов полового процесса:

Изогамия – копулирующие элементы (гаметы) не отличаются друг от друга, подвижны

Анизогамия – от греч. *anisos* неравный и *gamos* брак (гетерогамия) – при таком типе копулирующие элементы различаются по размерам, форме, величине, поведению

Оогамия – от др. греч. *ὄον* яйцо и *γάμος* брак – копулирующие элементы резко отличаются друг от друга: крупная женская гамета без жгутиков обычно с мужской мелкой подвижной гаметой. Допустимо считать оогамия в некотором смысле подтипом анизогамии.

Особо стоит выделить тип полового процесса – конъюгацию. Конъюгация отличается тем, что сливаются не гаметы, а обычные вегетативные клетки, лишённые жгутиков. Клетки соединяются друг с другом с помощью боковых выростов, формируется копуляционный (конъюгационный) канал, по которому содержимое из одной клетки перетекает в другую - образуется зигоспора. В дальнейшем из зигоспоры развивается новая водоросль [1].

Жизненный цикл мхов

При созревании яйцеклетки (n) в архегонии (n) образуется узкий слизистый канал, по которому сперматозоид (n) может достичь яйцеклетки, которая неподвижна. Сперматозоиды образуются в другом месте –

антеридиях, на мужском гаметофите, (n), и, чтобы добраться до архегониев, им обязательно нужна вода. Именно поэтому мхи обитают во влажной среде, где условия для размножения наиболее благоприятны.

Сперматозоид обладает хемотаксисом к слизи в канале архегония. Хемотаксис – движение организма под влиянием химических веществ.

В период обильных дождей сперматозоид достигает яйцеклетки в архегонии (на женском гаметофите), гаметы сливаются, и образуется зигота ($2n$). В дальнейшем из зиготы прорастает спорофит, имеющий вид коробочки на ножке. Отметим, что спорофит, по сути «паразитирует» на гаметофите (n), от которого зависит полностью. В коробочке спорофита из материнских клеток ($2n$) образуются споры (n) путем мейоза. Высыпаясь из коробочки, спора попадает в почву, где прорастает в протонему. Протонема – нитчатое образование, ранняя стадия развития гаметофита – листостебельного растения (n) [2].

На женских гаметофитах развиваются архегонии, на мужских – антеридии, в которых образуются гаметы. Цикл замыкается. Хотелось бы еще один раз подчеркнуть: спорофит у мхов редуцирован, низведен до уровня полностью зависимого придатка гаметофита, растущего прямо на гаметофите и питающегося за счет него. Гаметофит доминирует в жизненном цикле и представлен зеленым листостебельным растением [2].

Жизненный цикл папоротниковидных

Листостебельное растение папоротника, изображенное выше – спорофит ($2n$). Спорофит доминирует в жизненном цикле папоротниковидных, в отличие от цикла мха, где спорофит, по сути, является придатком гаметофита (редуцирован). На нижней стороне вайи располагаются спорангии, собирающиеся в сорусы – группы близкорасположенных спорангиев. На спорофите ($2n$) в спорангии после мейоза образуются споры (n) [2].

Гаплоидные споры (n) прорастают в заросток (n), небольшую пластинку (несколько мм) сердцевидной формы. Заросток зеленого цвета, способен фотосинтезировать и прикрепляется к почве ризоидами. На нем

образуются мужские и женские половые органы – соответственно антеридии и архегонии. Сперматозоид (n), образовавшийся в антеридии, благодаря воде (во время дождя) попадает в архегоний, где сливается с яйцеклеткой (n) и образуется зигота ($2n$) [2].

Из зиготы развивается зародыш, который проникает в ткани архегонии с помощью особого приспособления – гаустории (от лат. *haustor* – черпающий, пьющий). Гаустория представляет собой ножку, внедряющуюся в ткани заростка и поглощающую из него питательные вещества. Начинается бурный рост зародыша, образуется побег, а затем взрослое растение – спорофит ($2n$). Цикл замыкается [2].

Жизненный цикл голосеменных

На спорофите ($2n$) в микроспорангиях из материнских клеток ($2n$) путем мейоза образуются микроспоры (n). Из микроспоры формируется пыльцевое зерно. Пыльца (пыльцевые зерна (n)) с помощью ветра попадает в женские шишки, где улавливается густой жидкостью между интегументом и нуцеллусом, выступающей из микропиле. Жидкость засасывает пыльцу внутрь семязачатка на нуцеллус (в пыльцевую камеру). После того, как опыление произошло, микропиле зарастает. Чешуи шишки смыкаются и склеиваются смолой [2].

Семязачатки в этот момент еще не готовы к оплодотворению, так что от момента опыления до оплодотворения проходит около 13 месяцев. За это время в семязачатке формируется эндосперм, женская шишка увеличивается до 3-4 см и приобретает зеленую окраску [2].

Оказавшись на мегаспорангии, наружная оболочка пыльцевого зерна (экзина) разрывается, из вегетативной клетки в направлении архегония начинает расти пыльцевая трубка. Антеридиальная клетка делится на генеративную (спермагенную) и клетку-ножку антеридия (функция последней до сих пор не изучена). Спермагенная клетка попадает в пыльцевую трубку, а из нее - в архегоний [2].

Непосредственно перед оплодотворением спермагенная клетка делится на два спермия (n), один из которых отмирает, а другой сливается с

яйцеклеткой (n). Образуется зигота ($2n$), из которой формируется и растет зародыш благодаря эндосперму - запасу питательных веществ.

Окончательно созревают семена к осени на второй год после опыления, к этому моменту женские шишки увеличиваются в размерах до 6 см. Зеленая окраска меняется на серую, чешуйки расходятся, и семена, образовавшиеся из семязачатков, высыпаются. Из семени прорастает взрослое растение - спорофит ($2n$). Цикл замыкается [2].

Жизненный цикл покрытосеменных

Из генеративных почек спорофита развиваются цветки. У взрослого растения спорофита ($2n$) в цветке в гнездах пыльников тычинок в ходе микроспорогенеза образуется пыльцевое зерно (n) – мужской гаметофит. В завязи пестика в семязачатке формируется женский гаметофит – зародышевый мешок, внутри которого находятся центральная клетка ($2n$) и яйцеклетка (n).

В результате опыления (насекомым, ветром, человеком) пыльца с тычинок переносится на рыльце пестика. Пыльцевое зерно состоит из вегетативной и генеративной клеток. Вегетативная клетка начинает растворять ткани пестика, образует пыльцевую трубку и прорастает до зародышевого мешка. Генеративная клетка делится, образуя два спермия (n), из которых один сливается с центральной клеткой ($2n$) с образованием эндосперма ($3n$) – запасного питательного вещества. Другой спермий (n) сливается с яйцеклеткой (n), образуя зиготу ($2n$). [2]

В дальнейшем из семязачатка формируется семя, а завязь превращается в околоплодник – образуется плод. Своим внешним видом плоды привлекают животных, и те их охотно поедают) Благодаря семенной кожуре семена не подвергаются расщеплению в желудочно-кишечном тракте человека и животных. Они выходят из ЖКТ в неизменном виде и остаются способны к прорастанию: так происходит расселение растений. Попав в благоприятные условия, они прорастают в спорофит ($2n$). Цикл замыкается.

Чередование поколений – это система для увеличения численности особей и сохранения вида. Оно имеет важное биологическое значение, так как при этом сочетаются два способа размножения: бесполое, которое дает довольно большое количество особей, и половое, при котором обогащается наследственность потомства, могут возникать новые признаки или свойства [1].

Библиографический список литературы:

1. Соловьев, А. М. Биология, биология растений, биология с основами экологии / А. М. Соловьев, И. П. Фирсов, И. Н. Гаспарян, Т. П. Кобозева, Н. П. Попова // Тестовые задания. – Москва : Просвещение, 2015. – 80 с.
2. <http://www.greeninfo.ru/> Энциклопедия растений.