**Лекция 12**

Формы размножения организмов

Каждую секунду на Земле гибнут десятки тысяч организмов. Одни от старости, другие из-за болезней, третьих съедают хищники… Мы срываем в саду цветок, наступаем случайно на муравья, убиваем укусившего нас комара и ловим на озере щуку. Каждый организм смертен, поэтому любой вид должен заботиться о том, чтобы его численность не уменьшалась. Смертность одних особей компенсируется рождением других.

Способность к размножению является одним из основных свойств живой материи. *Размножение* , т. е. воспроизведение себе подобных, обеспечивает непрерывность и преемственность жизни. В процессе размножения происходит точное воспроизведение и передача генетической информации от родительского поколения следующему, дочернему, что обеспечивает существование вида на протяжении длительного времени, несмотря на гибель отдельных особей. В основе размножения лежит способность клетки к делению, а передача генетической информации обеспечивает материальную преемственность поколений любого вида. Для того чтобы особь смогла воспроизводить себе подобных, т. е. стать способной к размножению, она должна вырасти и достичь определённой стадии развития. Не все организмы доживают до репродуктивного периода и не все оставляют потомство, поэтому, чтобы поддержать существование вида, каждое поколение должно производить потомков больше, чем было родителей. Свойства живых организмов – рост, развитие и размножение – неразрывно связаны друг с другом.

Все виды организмов способны к размножению. Даже вирусы – неклеточная форма жизни – пусть не самостоятельно, но тоже размножаются в клетках организма-хозяина. В процессе эволюции в природе возникло несколько способов размножения, каждый из которых имеет свои преимущества и свои недостатки. Все разнообразные формы размножения можно объединить в два основных типа – *бесполое* и *половое* .

**Бесполое размножение.** Этот тип размножения происходит без образования специализированных половых клеток (гамет), и для его осуществления необходим только один организм. Новая особь развивается из одной или нескольких соматических (неполовых) клеток материнского организма и является его абсолютной копией. Генетически однородное потомство, происходящее от одной родительской особи, называют клоном .

Бесполое размножение является наиболее древней формой размножения, поэтому особенно широко оно распространено у одноклеточных организмов, но встречается и среди многоклеточных.

Существует несколько видов бесполого размножения.

Бесполое размножение одноклеточных:

а) бинарное деление прокариот;

б) различные формы митотического деления одноклеточных (обычный митоз, шизогония, почкование дрожжей);

Бесполое размножение многоклеточных:

а) многоклеточными неспециализированными частями материнского организма — вегетативное размножение, например, черенкование растений;

б) специализированными клетками, которые у растений, водорослей и грибов обычно называются спорами. Подвижные споры со жгутиками называются зооспорами.

**Рассмотрим более подробно.**

**Деление.** Прокариотические организмы (бактерии и синезелёные водоросли) размножаются путём простого деления , которому предшествует удвоение единственной кольцевой молекулы ДНК.

Митотическим делением на две и более клеток размножаются простейшие (амёбы, инфузории, жгутиковые) и одноклеточные зелёные водоросли.

У некоторых простейших (малярийный плазмодий) встречается особый способ бесполого размножения, так называемая **шизогония.** Ядро материнской особи делится несколько раз подряд без деления цитоплазмы, а затем образовавшаяся многоядерная клетка распадается на множество одноядерных клеток. Так, у хламидомонады при бесполом размножении образуется 4 клетки, у малярийного плазмодия — несколько десятков клеток, а у инфузории ихтиофтириуса — более 1000 клеток.

*Малярийный плазмодий. Род паразитических одноклеточных организмов, некоторые виды которого вызывают малярию. Малярия – опасное для жизни заболевание, которое передается людям некоторыми видами комаров. Симптомы малярии варьируются от легких до угрожающих жизни больного. К легким симптомам относятся лихорадка, озноб и головная боль. Тяжелые симптомы включают слабость, спутанность сознания, судороги и затрудненное дыхание.*

**Спорообразование** — размножение некоторых одноклеточных и многоклеточных организмов с помощью спор.

Спора — специализированная клетка, состоящая из небольшого количества цитоплазмы и ядра с минимальным запасом питательных веществ, способная дать начало новому организму

Спорами размножаются многие протисты, грибы и растения. Споры образуются в обычных клетках материнского организма или в специальных органах — спорангиях — и прорастают в новый организм. Спорангии представляют собой расширения гифы, внутри которого под оболочкой формируются споры, после чего оболочка спорангия лопается, и споры высыпаются.

Споры продуцируются в огромном количестве и обладают очень малым весом, что облегчает их распространение ветром, а также животными, в основ ном насекомыми.

Споры бактерий не участвуют в размножении. Их функция — перенесение неблагоприятных условий.

**Вегетативное размножение.** Способ бесполого размножения, при котором дочерний организм развивается из группы родительских клеток, называют вегетативным размножением.

Широко распространено такое размножение у растений. В естественных природных условиях оно, как правило, происходит с помощью специализированных частей тела растения. Луковица тюльпана, клубнелуковица гладиолуса, растущий горизонтально подземный стебель (корневище) ириса, ползучий, стелющийся по поверхности почвы стебель ежевики, усы земляники, клубни картофеля и корневые клубни георгина – всё это органы вегетативного размножения растений.

Вегетативное размножение у животных осуществляется двумя основными способами: фрагментацией и почкованием.

Фрагментация – это разделение тела на две и более частей, каждая из которых даёт начало новой полноценной особи. Этот процесс основан на способности к регенерации. Регенерация — способность живых организмов восстанавливать утраченные части тела. Таким способом могут размножаться кольчатые и плоские черви, иглокожие и кишечнополостные.

Фрагментация встречается и в растительном царстве. Зелёная водоросль спирогира размножается обрывками своих нитей, а низшие мхи – кусками слоевища.

Почкование – это образование на теле материнской особи группы клеток – почки, из которой развивается новая особь. В течение некоторого времени дочерняя особь развивается как часть материнского организма, а затем или отделяется от него и переходит к самостоятельному существованию (пресноводный полип гидра), или, продолжая расти, образует собственные почки, формируя колонию (коралловые полипы). Встречается почкование и у одноклеточных организмов – дрожжевых грибов и некоторых инфузорий.

При вегетативном размножении начало новому организму дает какой-либо вегетативный орган растения: часть побега или корень. В каждом из них существуют неспециализированные клетки, способные к делению. Потомки этих клеток могут превращаться в клетки различных тканей и давать начало всем органам нового растения. Помимо природного вегетативного размножения существуют искусственные, которые человек применяет в практике сельского хозяйства, например черенкование.

Бесполое размножение позволяет формам, генотипы которых хорошо приспособлены к имеющимся условиям, быстро размножиться и занять максимально возможное жизненное пространство. Однако при изменении условий может оказаться, что данное сочетание генов будет уже неоптимальным. Для преодоления этого у организмов возникло половое размножение.

**Половое размножение**.

Половое размножение – это процесс образования дочернего организма при участии половых клеток – гамет.

В большинстве случаев новое поколение возникает в результате слияния двух специализированных половых клеток различных организмов. Гаметы, дающие начало дочернему организму, имеют половинный (гаплоидный) набор хромосом данного вида и у животных образуются в результате особого процесса – мейоза. Как правило, гаметы бывают двух типов – мужские и женские, и формируются они в специальных органах – половых железах.

Новый организм, возникающий в результате слияния гамет, получает наследственную информацию от обоих родителей: 50 % от матери и 50 % от отца. Будучи похожим на них, он тем не менее обладает собственной уникальной комбинацией генетического материала, которая может оказаться очень удачной для выживания в меняющихся условиях окружающей среды.

Виды, у которых есть и мужские, и женские особи, называют раздельнополыми; к ним относится большинство животных.

Виды, у которых одна и та же особь способна формировать и мужские, и женские гаметы, называют двуполыми или гермафродитными . К таким организмам относятся большинство покрытосеменных растений, многие кишечнополостные, плоские черви и многие кольчатые (малощетинковые и пиявки), некоторые ракообразные и моллюски и даже отдельные виды рыб и пресмыкающихся. Гермафродитизм подразумевает возможность самооплодотворения, что бывает очень важно для организмов, ведущих одиночный образ жизни (например, свиной цепень в организме человека). Правда, следует отметить, что при возможности гермафродиты предпочитают обмениваться половыми клетками друг с другом, осуществляя перекрёстное оплодотворение.

Возникшая в процессе эволюции раздельнополость имела явные преимущества. Появилась возможность объединять генетическую информацию разных особей, формируя новые сочетания и увеличивая генетическое разнообразие вида, что способствовало его приспособлению в изменяющихся условиях обитания. Кроме того, это позволило распределить функции между особями разного пола. У большинства организмов появился половой диморфизм – внешние различия между мужскими и женскими особями

У большинства видов покрытосеменных растений в цветке находятся и тычинки, в пыльце которых образуются мужские половые клетки – спермии, и пестики, содержащие яйцеклетки.

Однако примерно у четверти видов мужские (тычиночные) и женские (пестичные) цветки развиваются независимо, т. е. формируются однополые цветки. Примерами однополых растений, у которых мужские и женские цветки образуются на разных особях, могут служить облепиха, ива, тополь. Такие растения называют двудомными. У некоторых растений, например у дуба, берёзы, лещины, и мужские, и женские цветки развиваются на одной особи (однодомные растения).

**Значение бесполого и полового размножения**. Как бесполое, так и половое размножение обладает рядом достоинств. При половом размножении часто приходится тратить время и энергию на поиски партнёра или терять огромное количество гамет, как происходит при перекрёстном оплодотворении у растений (сколько пыльцы пропадает впустую!). При бесполом размножении продолжение рода происходит проще и численность особей увеличивается гораздо быстрее, но все дочерние особи одинаковы и являются копией материнского организма. Это может быть преимуществом, если вид обитает в неизменных условиях среды. Но для многих видов, чья окружающая среда изменчива и непостоянна, бесполое размножение не обеспечит выживания. Амёба размножается только бесполым путём, а, к примеру, млекопитающие только половым, и каждого «устраивает» его форма размножения. То, что хорошо в одних условиях, может оказаться неподходящим в другой ситуации, поэтому у многих видов существует чередование разных форм размножения, что позволяет им оптимально решать задачу воспроизведения себе подобных в различных условиях обитания.

**Для осуществления полового размножения** необходимы специализированные клетки – гаметы , содержащие одинарный (гаплоидный) набор хромосом. При их слиянии (оплодотворении) происходит образование диплоидного набора, в котором каждая хромосома имеет пару – гомологичную хромосому. В каждой паре гомологичных хромосом одна хромосома получена от отца, а вторая – от матери.

Строение половых клеток.

**Яйцеклетки**  – это относительно крупные неподвижные клетки округлой формы. У некоторых рыб, пресмыкающихся и птиц они содержат большой запас питательных веществ в виде желтка и имеют размеры от 10 мм до 15 см. Яйцеклетки млекопитающих, в том числе и человека, гораздо мельче (0,1–0,3 мм) и желтка практически не содержат.

Сперматозоиды – мелкие подвижные клетки, у человека их длина всего около 60 мкм. У разных организмов они отличаются формой и размерами, но, как правило, все сперматозоиды имеют головку, шейку и хвост, обеспечивающий их подвижность. В головке сперматозоида находится ядро, содержащее хромосомы, и акросома – особый пузырёк с ферментами, необходимыми для растворения оболочки яйцеклетки. В шейке сосредоточены митохондрии, которые обеспечивают движущийся сперматозоид энергией .

У животных процесс образования половых клеток – гаметогенез – протекает в специальных органах – половых железах (гонадах). У большинства животных мужские половые клетки (сперматозоиды) образуются в семенниках, женские гаметы (яйцеклетки) – в яичниках.

У многоклеточных водорослей, многих грибов и споровых растений гаметы образуются в специальных органах полового размножения: женские — в архегониях, мужские — в антеридиях.

Развитие яйцеклеток называют овогенезом или оогенезом , а сперматозоидов – сперматогенезом.

**Сперматогенез** происходит в семенниках. В них имеются семенные канальцы, в которых образуются и развиваются сперматозоиды. В процессе образования сперматозоидов выделяют четыре периода (стадии):

* размножение,
* рост,
* созревание и
* формирование.

В период размножения происходит многократное митотическое деление первичных половых клеток (сперматогоний). При этом сохраняется диплоидный набор хромосом 2n2c.

Затем наступает период роста: образовавшиеся клетки несколько увеличиваются в размерах, в них удваиваются молекулы ДНК. Сперматогонии превращаются в сперматоциты первого порядка с хромосомным набором 2n4c.

В период созревания происходят два деления мейоза. После первого деления из одного сперматоцита первого порядка образуются два сперматоцита второго порядка (1n2c ), а после второго — четыре сперматида (1n1c ). В период формирования сперматиды преобразуются в сперматозоиды.

При сперматогенезе из одной первичной половой клетки образуются четыре сперматозоида

Оогенез (овогенез) происходит в яичниках и в отличие от сперматогенеза начинается ещё до рождения женского организма.

В процессе образования яйцеклеток выделяют три периода (стадии): размножение, рост и созревание.

В период размножения первичные половые клетки (оогонии) делятся митозом. При этом диплоидный набор хромосом 2n2c сохраняется, но клеток образуется значительно меньше, чем при сперматогенезе. Период размножения заканчивается до рождения женской особи. К этому времени образуется около 30 тысяч первичных половых клеток.

У половозрелой женской особи периодически начинается дальнейшее развитие отдельных оогоний. В период роста объём клетки значительно увеличивается за счёт синтеза и накопления веществ. Происходит удвоение ДНК. Образуется ооцит первого порядка (2n4c).

В период созревания происходит два деления мейоза. После первого деления из одного ооцита первого порядка образуются одна крупная гаплоидная клетка (ооцит второго порядка ( 1n2c)) и одна маленькая (полярное, или направительное, тельце).

Образовавшийся ооцит выходит из яичника в брюшную полость и попадает в маточную трубу — происходит овуляция.

В маточной трубе клетка совершает второе мейотическое деление, в результате которого ооцит образует яйцеклетку (1n1c ) и ещё одно полярное тельце. Первое полярное тельце, как правило, тоже делится.

При оогенезе из одной первичной половой клетки образуются одна яйцеклетка и три полярные тельца, которые вскоре разрушаются.

Для осуществления полового размножения организму недостаточно просто сформировать половые клетки – гаметы, надо обеспечить возможность их встречи. Процесс слияния сперматозоида и яйцеклетки, сопровождающийся объединением их генетического материала, называют **оплодотворением**. В результате оплодотворения образуется диплоидная клетка – зигота, активация и дальнейшее развитие которой приводит к формированию нового организма.

При слиянии половых клеток разных особей осуществляется перекрёстное оплодотворение, а при объединении гамет, продуцируемых одним организмом, – самооплодотворение.

Существует два основных типа оплодотворения – наружное (внешнее) и внутреннее.

Наружное оплодотворение. При наружном оплодотворении половые клетки сливаются вне организма самки. Например, рыбы мечут икру (яйцеклетки) и молоку (сперму) прямо в воду, где происходит наружное оплодотворение. Подобным образом осуществляется размножение у земноводных, многих моллюсков и некоторых червей. При наружном оплодотворении встреча яйцеклетки и сперматозоида зависит от самых разных факторов внешней среды, поэтому при таком типе оплодотворения организмы обычно образуют огромное количество половых клеток. Например, озёрная лягушка откладывает до 11 тыс. яиц, атлантическая сельдь вымётывает около 200 тыс. икринок, а рыба-луна – почти 30 млн.

**Внутреннее оплодотворение.** При внутреннем оплодотворении встреча гамет и их слияние происходит в половых путях самки. Благодаря согласованному поведению самца и самки и наличию специальных совокупительных органов мужские половые клетки поступают непосредственно в женский организм. Так происходит оплодотворение у всех наземных и некоторых водных животных. В этом случае вероятность успешного оплодотворения высока, поэтому половых клеток у таких особей гораздо меньше.

Количество половых клеток, которые образует организм, зависит также от степени заботы родителей о потомстве. Например, треска вымётывает 10 млн икринок и никогда не возвращается к месту кладки, африканская рыбка тиляпия, вынашивающая икру во рту, – не более 100 икринок, а млекопитающие, обладающие сложным родительским поведением, обеспечивающим заботу о потомстве, рождают всего одного или нескольких детёнышей.

У человека, как и у всех остальных млекопитающих, оплодотворение происходит в яйцеводах, по которым яйцеклетка движется по направлению к матке. Сперматозоиды преодолевают огромное расстояние до встречи с яйцеклеткой, и лишь один из них проникает в яйцеклетку. После проникновения сперматозоида яйцеклетка формирует на поверхности толстую оболочку, непроницаемую для остальных сперматозоидов.

Если оплодотворение произошло, яйцеклетка завершает своё мейотическое деление и два гаплоидных ядра сливаются в зиготе, объединяя генетический материал отцовского и материнского организмов. Образуется уникальная комбинация генетического материала нового организма.

*Яйцеклетки большинства млекопитающих сохраняют способность к оплодотворению в течение ограниченного времени после овуляции, как правило, не более 24 часов. Сперматозоиды, покинувшие мужскую половую систему, живут тоже очень недолго. Так, у большинства рыб сперматозоиды погибают в воде уже спустя 1–2 минуты, в половых путях кролика живут до 30 часов, у лошадей 5–6 суток, а у птиц до 3 недель. Сперматозоиды человека во влагалище женщины гибнут спустя 2,5 часа, но те, которые успевают добраться до матки, сохраняют жизнеспособность в течение двух и более суток. Существуют в природе и исключительные случаи, например сперматозоиды пчёл cохраняют способность к оплодотворению в семяприёмнике самок в течение нескольких лет.*

Оплодотворённая яйцеклетка может развиваться в теле материнского организма, как это происходит у плацентарных млекопитающих, или во внешней среде, как у птиц и пресмыкающихся. Во втором случае она покрывается специальными защитными оболочками (яйца птиц и пресмыкающихся).

У некоторых видов организмов встречается особая форма полового размножения – без оплодотворения. Такое развитие называют **партеногенезом** (от греч. **partenos** – девственница, **genesis** – возникновение) или девственным развитием. В этом случае дочерний организм развивается из неоплодотворённой яйцеклетки на основе генетического материала одного из родителей, и образуются особи только одного пола. Естественный партеногенез даёт возможность резкого увеличения численности потомства и существует в тех популяциях, где контакт разнополых особей затруднён. Партеногенез встречается у животных разных систематических групп: у пчёл, тлей, низших ракообразных, скальных ящериц и даже у некоторых птиц (индеек). Партеногенез у тлей в тёплое время из неоплодотворённых яиц появляется несколько поколений самок, а осенью рождаются самцы. У пчёл партеногенетическое размножение производит только трутней (самцов), а самки и рабочие пчёлы рождаются из оплодотворённых яиц.

Дафния. В природе, в конце весны, лета и начале осени в зависимости от температуры, доступности пищи и присутствия продуктов их метаболизма, дафния размножается партеногенетически, в водоёме присутствуют и рождаются только самки.

При недостатке пищи некоторые яйца развиваются в самцов, а самки начинают производить яйца, которые должны быть оплодотворены- гаплоидные(содержащие одиночный набор хромосом), такие яйца развиваются в эмбрионы, которые затем впадают в спячку, покрываются темно-коричневой седловидной раковиной(эфипий).

В таком состояние будущие дафнии пробудут до наступления благоприятных условий и смогут пережить недолгие высыхания водоёма, его промерзания, а если повезёт то будучи унесёнными ветром они заселят новый водоём.

Одним из главных механизмов, который обеспечивает оплодотворение строго внутри вида, является соответствие числа и строения хромосом женских и мужских гамет, а также химическое сродство цитоплазмы яйцеклетки и ядра сперматозоида. Даже если чужеродные половые клетки и соединяются при оплодотворении, это, как правило, приводит к ненормальному развитию зародыша или к рождению стерильных гибридов, т. е. особей, неспособных к деторождению.

**Двойное оплодотворение.** Особый тип оплодотворения характерен для цветковых растений. Он был открыт в конце XIX в. русским учёным Сергеем Гавриловичем Навашиным и получил название *двойного оплодотворения*.

Суть двойного оплодотворения у цветковых растений заключается в том, что в нём участвуют два спермия. Один из них оплодотворяет яйцеклетку, и образуется зигота. Второй спермий сливается с центральной клеткой, из которой развивается запасающая ткань (эндосперм). В зиготе формируется двойной набор хромосом, а в будущем эндосперме — тройной.

Оплодотворению у цветковых растений предшествует формирование гаметофитов. Мужской гаметофит (пыльцевое зерно) образуется в пыльцевых камерах пыльников тычинки из микроспоры. Пыльцевое зерно состоит из двух гаплоидных клеток: вегетативной и генеративной, покрытых оболочкой.

Образование женского гаметофита (зародышевого мешка) происходит в завязи пестика в семязачатке из мегаспоры. В состав зародышевого мешка входит семь клеток: гаплоидная яйцеклетка, центральная диплоидная клетка и пять вспомогательных гаплоидных клеток. При попадании пыльцевого зерна на рыльце пестика начинается деление вегетативной клетки и образуется пыльцевая трубка. Пыльцевая трубка прорастает через столбик пестика и проникает в семязачаток через пыльцевход. Генеративная клетка пыльцевого зерна делится и образует два спермия. По пыльцевой трубке спермии проникают в семязачаток. Один спермий сливается с яйцеклеткой и образует диплоидную зиготу. Второй спермий сливается с центральной клеткой и образует триплоидную клетку. Зигота делится, и развивается в зародыш нового растения. Из триплоидной клетки формируется эндосперм. Стенки семязачатка становятся семенной кожурой. Таким образом, семязачаток становится семенем.

**Искусственное оплодотворение.** Большое значение в современном сельском хозяйстве имеет искусственное оплодотворение, приём, который широко применяется в селекции при выведении и улучшении пород животных и сортов растений. В животноводстве при помощи искусственного осеменения можно получить многочисленное потомство от одного выдающегося производителя. Сперма таких животных хранится в специальных низкотемпературных условиях и сохраняет жизнеспособность в течение долгого времени (десятки лет).

Искусственное опыление в растениеводстве позволяет осуществлять определённое, заранее запланированное скрещивание и получать сорта растений с необходимым сочетанием родительских свойств.

В современной медицине при лечении бесплодия используется искусственное оплодотворение спермой донора и экстракорпоральное (внетелесное) оплодотворение – метод, разработанный впервые в 1978 г. и известный под названием «ребёнок из пробирки». Этот метод заключается в оплодотворении яйцеклеток вне организма и последующем переносе их назад в матку для продолжения нормального развития.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вопросы | Типы размножения | |
| Бесполое | Половое |
| 1. **Число особей**, участвующих в размножении. | 1 | 2 |
| 2. Какие **типы клеток** участвуют в размножении. | Соматические (клетки тела) | Гаметы (половые клетки) |
| 3. Какой **процесс** лежит в основе размножения. | Митоз | Мейоз |
| 4. **Особенности дочерних организмов.** | Потомки генетически сходны с материнской особью. | Потомки генетически отличаются друг от друга и родителей |
| 5. **Преимущества.** | Быстрое увеличение численности. | Обогащение наследственного материала потомков и лучшая приспособленность к условиям среды. |
| 6. **Недостаток** | Не обеспечивает выживания в измененной, непостоянной среде. | Риск остаться без потомства.  Большая затрата энергии, медленное воспроизводство. |
| 7. **У каких организмов**? | 1. Бактерии, одноклеточные животные.  2. Грибы, мхи, папоротники.  3. У цветковых растений.  4. Гидры, дрожжи  5. Плоские, кольчатые черви. | 1. Растения, животные, человек.  2. Инфузории.  3. Пчелы, муравьи. |