

Лекция 4

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

Автор:
доцент кафедры
биологии
Трускова Г.М.
2008 г.

План:

1. Формы размножения и развитие организмов

2. Гаметогенез. Особенности овогенеза

Мейоз, его биологический смысл

3. Оплодотворение

4. Другие пути приобретения генетической информации.

Вопрос 1. *Формы размножения и развитие организмов*

Размножение – это способность организмов производить себе подобных представителей того же вида.

Обычно выделяют два основных типа размножения: **бесполое и половое.**

1.1.Бесполое размножение –
происходит при участии лишь **одной**
родительской особи.

Такой тип размножения у прокариот,
грибов и растений,
а также и у некоторых животных.

При **бесполом** размножении за один раз обычно образуется один или несколько потомков, причем эти потомки часто остаются связанными с родительской особью до тех пор, пока они не достигнут относительно больших размеров.

Основные формы бесполого размножения:

- 1.- **простое деление** – простейшие (амеба, инфузория-туфелька), одноклеточные водоросли и др.)
- 2. **спорообразование** (грибы, мхи, папоротники),
- 3. **почкование** (кишечнополостные: гидры, полипы), дрожжевые грибы;
- 4. **шизогония** – множественное деление (у малярийного плазмодия,
- 5. **фрагментация** (у червей),
- 6. **вегетативное размножение** – только у растений:
 - усиками (земляника),
 - отводками (виноград, смородина);
 - луковицами (лук, тюльпан).

Таким образом, бесполое размножение обеспечивает воспроизведение большого количества **генетически идентичных особей.**

1.2. Половое размножение

Сущность его заключается в объединении генетической

информации от **двух** особей одного
вида – **родителей** – в

наследственном материале потомка.

Наследственный материал каждой дочерней особи является **уникальной комбинацией генетической информации родителей** и отличаются друг от друга по генотипу, признакам, свойствам, характеру приспособленности к условиям обитания.

При **половом** размножении потомки
бывают вначале такими мелкими, что
многие из них гибнут от хищников,
голода или просто от
неблагоприятной погоды.

Половой процесс складывается из
двух этапов:

1. редукции числа хромосом в
результате мейоза
2. сингамии или оплодотворении

Половое размножение осуществляется двумя типами клеток: *сперматозоидами и яйцеклетками*. Половые клетки в отличие от соматических имеют гаплоидный набор хромосом и низкий уровень обменных процессов.

Яйцеклетка
картинка

Яйцеклетки – относительно крупные неподвижные клетки чаще округлые, с большим количеством запасных питательных веществ в виде желтка. В ядрах яйцеклеток образуется много рибосомальных генов и мРНК, обеспечивающих синтез жизненно важных белков будущего зародыша.

Яйцеклетки разных организмов различаются количеством и характером распределения в них желтка и бывают 4-х
4 типов:

Типы яйцеклеток

- - 1. **изо-или гомолецитальные**, в них немного желтка и он равномерно распределен в цитоплазме
- (у червей, двустворчатых и брюхоногих моллюсков, иглокожих, ланцетника и др.)
- -2. **умеренно телолецитальные** (осетровые рыбы, земноводные)
- имеют умеренное содержание желтка, основная масса которого сосредоточена на вегетативном полюсе.
- - 3. **резко телолецитальные** (у костистых рыб, пресмыкающихся, птиц, яйцекладущих млекопитающих) они имеют большое количество желтка. На анимальном полюсе находится зародышевый диск с активной, лишенной желтка цитоплазмой.
- - 4. **центролецитальные**
- (у членистоногих) имеют большое количество желтка, расположенного в центре яйца, цитоплазма тонким слоем окружает желток снаружи.

СПЕРМАТОЗОИТ

картинка

Сперматозоиды – обычно мелкие.

У них имеется **головка, шейка и хвост**. Головка содержит ядро и очень небольшое количество цитоплазмы.

На головке есть **акросома** – видоизмененный комплекс Гольджи содержащий ферменты для растворения оболочки яйцеклетки при оплодотворении.

В шейке находятся многочисленные митохондрии и две центриоли.

От шейки отрастает хвост, образованный микротрубочками и обеспечивающий подвижность сперматозоидов.

Виды, у которых одна и та же особь производит и мужские и женские гаметы, называют

гермафродитными или двуполыми.

К ним относятся: простейшие, кишечнополостные, плоские и круглые черви, ракообразные, моллюски, некоторые рыбы и ящерицы.

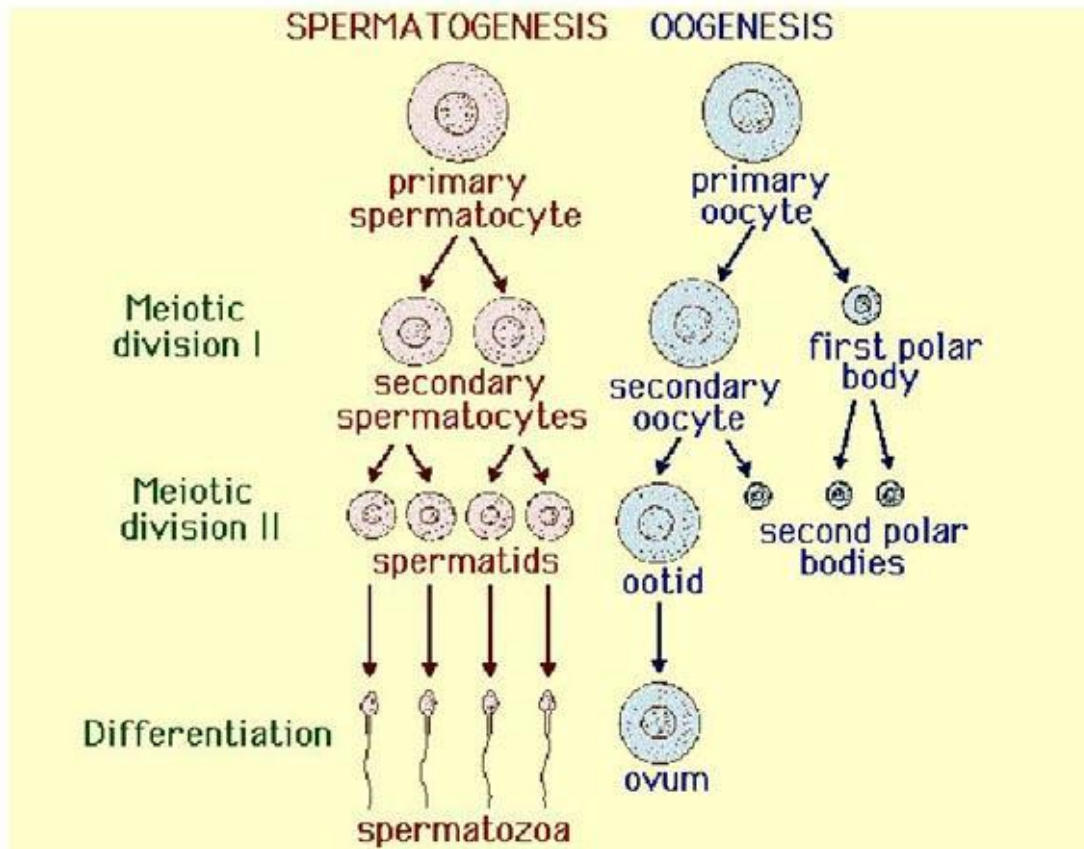
**Вопрос 2. Гаметогенез – процесс
образование половых клеток.**

**Он протекает в половых железах –
гонадах (яичниках и семенниках)**

Процесс образования
сперматозоидов - *сперматогенез*,
яйцеклеток – *овогенез*.

Гаметогенез

СПЕРМАТОГЕНЕЗ И ООГЕНЕЗ



Условно обе формы гаметогенеза
делят на несколько фаз:

размножения, роста, созревания и
выделяемую при сперматогенезе
фазу формирования.

2.1. Фаза размножения

Клетки половых желез (семенников и яичников) многократно делятся митозом, образуя многочисленные сперматогоний и овогоний.

Эти клетки, как и все клетки тела, диплоидны.

Фаза размножения у мужчин
начинается с наступления половой
зрелости и продолжается постоянно
в течение почти всей жизни.

В женском организме размножение овогоний начинается в эмбриогенезе и завершается к третьему году жизни.

2.2.Фаза роста – увеличивается объем цитоплазмы клеток, идет репликация ДНК и удвоение хромосом.

В фазе роста клетки называются:
сперматоцитами и овоцитами
1 порядка.

Фаза роста более выражена в овогенезе, так как овоциты 1 порядка накапливают значительные количества питательных веществ.

2.3. Фаза созревания

характеризуется мейозом.

Мейоз- своеобразный способ деления клеток, приводящий к уменьшению в них числа хромосом вдвое.

Мейоз состоит из двух последовательных делений, которым предшествует однократная репликация ДНК.

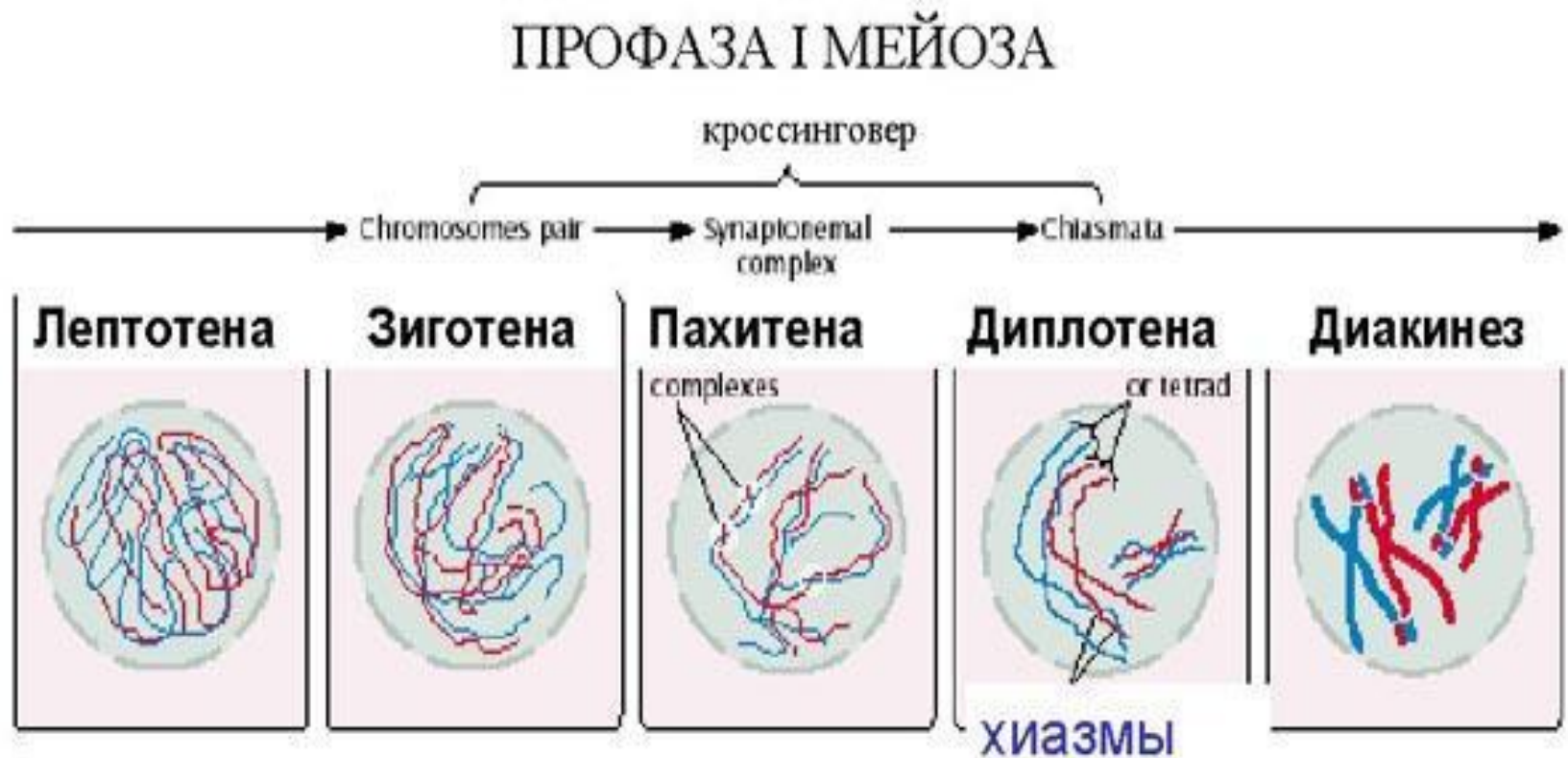
Интерфаза 2 практически отсутствует.

В каждом из них различают те же (что и в митозе) четыре стадии: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

Первое мейотическое деление приводит к уменьшению вдвое числа хромосом и называется *редукционным*. В результате его из одной диплоидной клетки ($2n4c$) образуются две гаплоидные ($n2c$) клетки.

Профаза 1 мейоза наиболее продолжительна и сложна.

Профаза мейоза 1



Кроссинговер - обмен частями между гомологичными хромосомами (отцовскими и материнскими) происходит в профазе I мейоза.

Стадии профазы мейоза 1

- **-Лептотена.** На этой стадии начинается спирализация интерфазных редуцированных хромосом и они становятся различимыми в виде тонких нитей, образующих клубок в ядре.
- **--Зиготена** . Гомологичные хромосомы сближаются и **конъюгируют**. Возникает специальная структура – синаптонемальный комплекс (синаптонема – нить спаривания). Этот комплекс есть в мейотических клетках всех животных и растений. Каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид. -
- **Пахитена.** Конъюгировавшие гомологичные хромосомы прижаты друг к другу и продолжают спирализоваться. В результате образуется одна укороченная мейотическая хромосома (пахи – толстая), состоящая из четырех хроматид. Это – бивалент.
- **- Диплотена.** Гомологичные хромосомы расходятся, но в отдельных местах они еще спарены. Это участки, в которых возможен **кроссинговер** – обмен локусами между гомологичными хромосомами. Образуются кольцевидные фигуры – **хиазмы**.
- При овогенезе в отличие от сперматогенеза выделяют еще одну стадию:
- **–Диакнез.** Хромосомы временно деспирализуются, приобретая вид «ламповых щеток».

В профазе 1 мейоза происходит два
исключительно важных в
биологическом отношении события:
конъюгация, или синапсис,
гомологичных хромосом и
кроссинговер.

Конъюгация – это процесс сближения гомологичных хромосом с образованием бивалентов или тетрад.

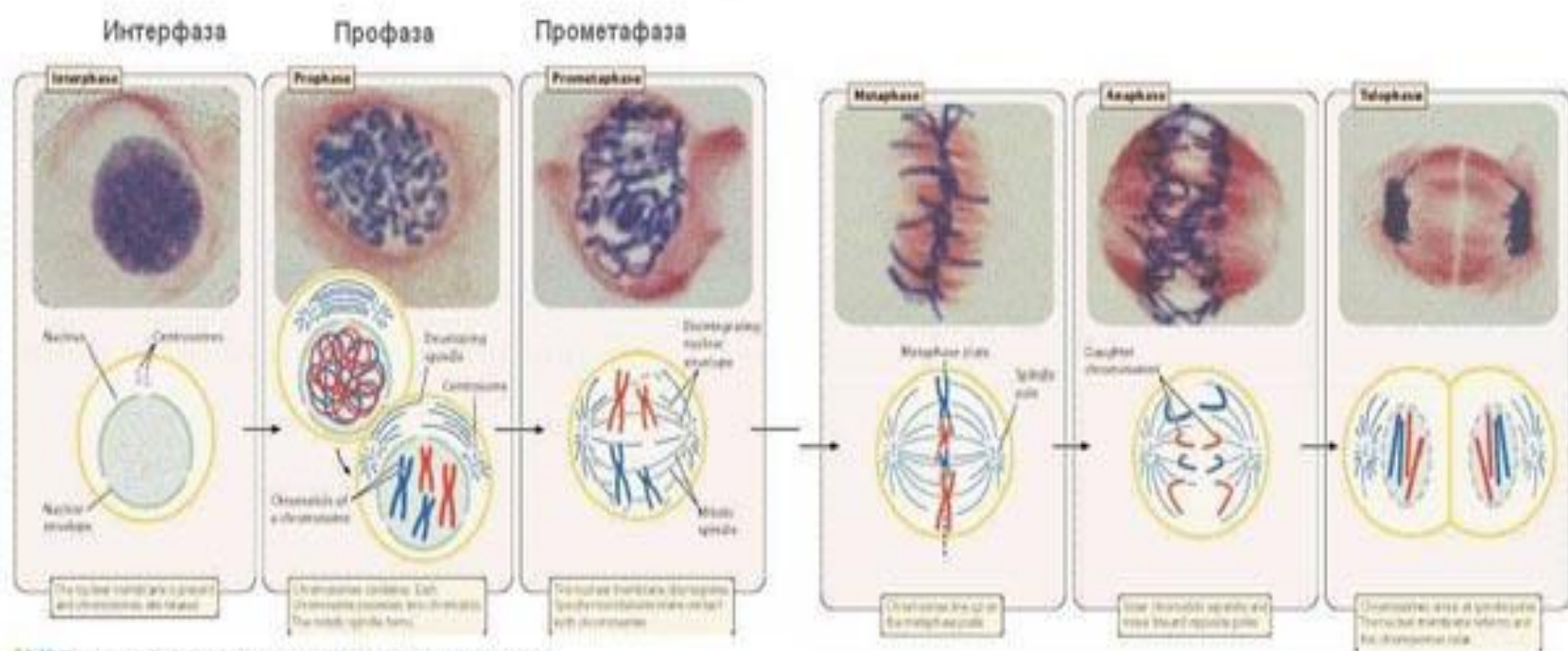
В диплоидной клетке образуется n бивалентов. После конъюгации формула клетки приобретает вид $n4c$.

К концу профазы 1 спирализация хромосом возрастает, они становятся хорошо различимы, нити веретена деления прикрепляются к центромере одной из хромосом бивалента. Ядерная оболочка разрушается, и биваленты направляются к экватору клетки.

Гомологичные хромосомы разъединяются в области центромер, но пока соединены в области плеч.

В некоторых местах бивалента хроматиды конъюгированных хромосом перекрещиваются, рвутся и обмениваются соответствующими участками. Такой процесс обмена фрагментами гомологичных хромосом называется **кроссинговером**. Он обеспечивает образование новых комбинаций отцовских и материнских генов в хромосомах будущих гамет.

ФАЗЫ ПЕРВОГО ДЕЛЕНИЯ МЕЙОЗА



4.2.10 The cell cycle is divided into stages. (Photo © Andrew S. Rajes, University of Oregon)

В метафазе 1 мейоза завершается формирование веретена деления, биваленты выстраиваются в плоскости экватора клетки.

Нити веретена с одного полюса прикрепляются к центромере каждой хромосомы.

В анафазе 1 мейоза гомологичные хромосомы отходят друг от друга, направляясь к противоположным полюсам клетки.

В результате у каждого из полюсов клетки формируется гаплоидный набор хромосом, содержащий по одной двуххроматидной хромосоме из каждой пары гомологичных хромосом.

В анафазе 1 хромосомы разных пар, т.е. негомологичные хромосомы, ведут себя совершенно независимо друг от друга, обеспечивая образование самых различных комбинаций отцовских и материнских хромосом в гаплоидном наборе будущих гамет.

Число таких комбинаций соответствует формуле 2^n , где n - число пар гомологичных хромосом. У человека эта величина равна 2^{23} , т. е. $8,4 \times 10^6$ вариантов сочетаний отцовских и материнских хромосом возможно в гаметах человека.

В телофазе 1 мейоза происходит формирование клеток, ядра которых имеют гаплоидный набор хромосом и удвоенное количество ДНК, так как каждая хромосома состоит из двух хроматид.

Клетки, образующиеся в результате первого мейотического деления, имеют формулу $n2c$ и после короткой интерфазы приступают к следующему делению.

Второе мейотическое деление (эквационное) протекает как типичный митоз, но отличается тем, что вступающие в него клетки содержат гаплоидный набор хромосом. В результате такого деления двуххроматидные хромосомы, расщепляясь образуют две однохроматидные хромосомы с формулой nc .

Таким образом, после двух последовательных делений из одной клетки с диплоидным набором двуххроматидных хромосом ($2n4c$) образуются четыре клетки с гаплоидным набором однохроматидных хромосом (nc).

Отличие мейоза от митоза:

- **1.**профаза 1 мейоза более продолжительна, чем профаза митоза. Происходит конъюгация и кроссинговер.
- **2.** в метафазе 1 по экватору располагаются не отдельные хромосомы, а пары конъюгированных хромосом
- **3.** в анафазе 1 мейоза к полюсам расходятся целые хромосомы, а не хроматиды, как в митозе
- **4.**силы отталкивания в мейозе проявляются в области центромер, а не от концов плеч как при митозе.

Биологическое значение мейоза заключается в образовании клеток с редуцированным набором хромосом и поддержании постоянства кариотипа (диплоидный набор хромосом) в ряду поколений организмов, размножающихся половым путем.

Мейоз служит основой комбинативной изменчивости, обеспечивая генетическое разнообразие гамет благодаря процессам кроссинговера, расхождения и комбинаторики отцовских и материнских хромосом.

При сперматогенезе в результате 1 мейотического деления образуются два одинаковых **сперматоцита 2 порядка**, каждый из которых после второго деления мейоза формирует по две сперматиды.

Деления созревания при **овогенезе** характеризуются рядом особенностей. Во-первых профаза первого мейотического деления осуществляется еще в эмбриональном периоде, а остальные события мейоза продолжаются после полового созревания организма.

Каждый месяц в одном из яичников половозрелой женщины созревает одна яйцеклетка. При этом завершается 1 деление мейоза, образуются крупный **овоцит 2 порядка** и маленькое первое полярное, или направительное, тельце, которые вступают во второе деление мейоза.

На стадии метафазы второго мейотического деления овоцит 2 порядка овулирует – выходит из яичника в брюшную полость, откуда попадает в яйцевод. Дальнейшее созревание его возможно лишь после слияния со сперматозоидом. Если оплодотворения не происходит, овоцит 2 порядка погибает и выводится из организма

. В случае оплодотворения он завершает второе мейотическое деление, образуя зрелую яйцеклетку – овоцит и второе направительное тельце. Полярные тельца никакой роли в овогенезе не играют и в конце концов погибают.

Таким образом, в результате фазы созревания из каждой диплоидной клетки, обладающей двуххроматидными хромосомами, формируются гаплоидные клетки с однохроматидными хромосомами: при сперматогенезе – 4 сперматиды, при овогенезе 1 овотида и 3 полярных тельца.

2.4.Фаза формирования характерна только для сперматогенеза, и сущность ее состоит в том, что сперматиды приобретают свойственную спермиям морфологию и подвижность.

3. Оплодотворение – процесс слияние сперматозоида и яйцеклетки, при этом объединяются геномы материнского и отцовского организмов и образуется зигота.

Различают **наружное** оплодотворение, когда половые клетки сливаются вне организма, и **внутреннее**, когда половые клетки сливаются внутри половых путей особи.

Кроме того существует еще **перекрестное оплодотворение**, когда объединяются половые клетки разных особей; **самооплодотворение** – при слиянии гамет, продуцируемых одним и тем же организмом; **моноспермия** и **полиспермия** в зависимости от числа сперматозоидов, оплодотворяющих одну яйцеклетку.

Подавляющее большинство наземных животных и некоторые водные виды имеют **внутреннее перекрестное оплодотворение**, причем для части птиц и рептилий характерна полиспермия.

У человека процесс оплодотворения происходит в маточной трубе, куда после овуляции попадают овоцит 2 порядка и могут находиться многочисленные сперматозоиды.

При контакте с яйцеклеткой сперматозоид выделяет ферменты, которые растворяют оболочку яйцеклетки и обеспечивают проникновение сперматозоида внутрь.

После проникновения сперматозоида яйцеклетка формирует на поверхности толстую оболочку, препятствующую проникновению других сперматозоидов.

Проникновение сперматозоида стимулирует овоцит 2 порядка к дальнейшему делению.

Он проходит анафазу и телофазу второго мейотического деления и становится зрелым яйцом. В результате в цитоплазме яйцеклетки оказываются два гаплоидных ядра, называемых мужским и женским *пронуклеусами*, которые сливаются, образуя зиготу.

Следовательно, сущность оплодотворения заключается в объединении гаплоидных геномов материнского и отцовского организмов и формировании уникальной комбинации генов в генотипе зиготы потомка.

У некоторых видов организмов
(пчел, дафний) встречается
особая форма полового
размножения – без
оплодотворения.

Такая форма полового
размножения называется
партеногенезом.

Партеногенез (parthenos – девственница, genos –рождение)- развитие организма из неоплодотворенной яйцеклетки. Эта форма размножения была обнаружена в 18 веке швейцарским натуралистом Бонне.

Партеногенез может быть естественным и искусственным. Естественный встречается у ряда растений, червей, насекомых, ракообразных. Например, у пчел, муравьев, коловраток (круглых червей) отмечен факультативный партеногенез: из оплодотворенных яиц развиваются самки, из неоплодотворенных – самцы.

Такой партеногенез необходим для регуляции численного соотношения полов. Для кавказской скальной ящерицы, обитающей в Армении, характерен облигатный партеногенез, так как в горной местности встреча двух партнеров затруднена.

У некоторых организмов партеногенез носит циклический характер. Например, у тлей, дафний летом самки размножаются партеногенезом, а осенью у них встречается размножение с оплодотворением.

Партеногенез может быть вызван искусственным путем (воздействием механических, физических, температурных факторов).

Искусственный партеногенез исследовал русский ученый А.А. Тихомиров в 1886 г.

Он добился развития
неоплодотворенной яйцеклетки у
тутового шелкопряда, раздражая
яйцеклетки тонкой кисточкой или
обрабатывая несколько секунд
соляной кислотой. Промышленный
способ получения
партеногенетического потомства у
шелкопряда разработал в 1940-60 гг.
Б.Л.Астауров.

Искусственный партеногенез
возможен, по-видимому, у всех
видов животных. Однако их яйца
различаются по способности
развиваться без оплодотворения
и в отношении факторов и
условий, стимулирующих в них
партеногенез.

Гиногенез – разновидность партеногенеза, происходящего в результате незавершающегося оплодотворения.

В данном случае оплодотворение играет роль лишь агента, активирующего яйцо к развитию, но мужской пронуклеус в нем не участвует.

Гиногенез чаще всего происходит при оплодотворении яиц спермой другого (родственного) вида. Эта сперма активизирует яйцо, но не вносит свой генетический материал в геном зародыша.

Например, яйца серебряного карася могут быть стимулированы к развитию спермой сазана, плотвы, обыкновенного карася.

Гиногенез может быть вызван искусственно термошоком или облучением яйцеклетки.

У мышей гиногенез удалось получить путем микрохирургического удаления из зиготы мужского пронуклеуса. Из таких яиц были получены особи женского пола.

Андрогенез – явление, противоположное партеногенезу. В этом случае яйцеклетка развивается только с участием мужского ядра.

Естественный андрогенез встречается у табака и кукурузы, иногда у тутового шелкопряда.

В этих опытах ядро яйца инактивировалось прогреванием или облучением. Проникшие сперматозоиды формировали пронуклеусы, два из которых сливались, образуя диплоидный набор хромосом. Особи были только мужского пола.

4. Другие пути приобретения генетической информации.

Существуют пути приобретения генетической информации от организмов других видов:

Клептогенез (эволюция путем воровства). В клетках

пищеварительной системы

брюхоного моллюска *Elysia viridis*

сохраняется хлорофилл поедаемой водоросли, способной к фотосинтезу.

Турбеллярии используют

стрекательные клетки гидроидных полипов.

Случаи внутривидового клептопаразитизма редки, обычно это взаимодействие между двумя видами.

Крупные чайки и поморники нападают в воздухе на крачек, чистиков, топорков, несущих корм своим птенцам, и, преследуя жертву заставляют бросить корм, который тут же на лету подхватывают.

Короткохвостый поморник живет
исключительно за счет рыбы,
отбираемой им у кайр, тупиков и
моевок.

Трансдукция – в генетический материал клетки-хозяина встраивается нуклеиновая кислота вируса.

Плазмиды – внехромосомные факторы наследственности, генетические элементы, способные стабильно существовать в клетке в не связанном с хромосомами состоянии.

Эписомы – генетические элементы, которые могут существовать в клетке либо независимо от хромосомы, либо встраиваться в нее.

Существуют механизмы защиты от проникновения чужеродного наследственного материала.

Интерферон вырабатывается в ответ на внедрение вируса. Это фактор неспецифического противовирусного иммунитета.

Таким образом, при размножении организмов наследственная информация передается потомкам самыми разными путями. При бесполом размножении образуются особи, идентичные родительским, а при половом – в популяции создается высокая генетическая изменчивость.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!