



ЗАПОРОЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

каф. мед. биологии
к.фарм.н., доц. Емец Т. И.

medbio@zsmu.zp.ua

Запорожье
2015

***Размножение клеток
и организмов***

План:

1. Основные способы размножения.
2. Деление клетки: митоз, amitoz.
3. Мейоз. Значение мейоза.
4. Гаметогенез.
5. Типы размножения.

Основные способы размножения

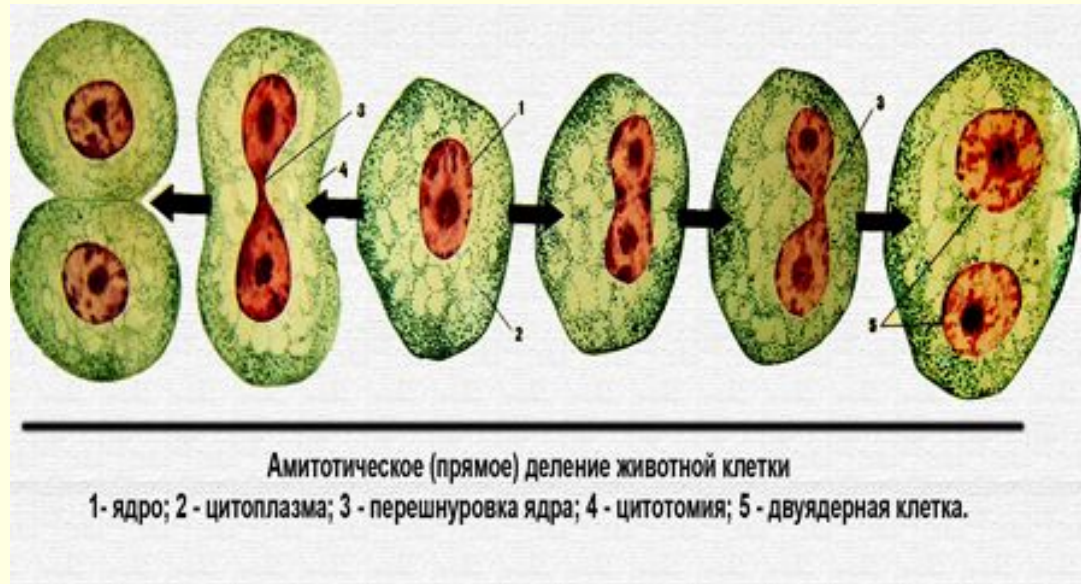
- **Размножение** - универсальное свойство живого, заключающееся в воспроизведении себе подобных. В основе размножения лежит передача генетической информации от одного поколения клеток или организмов к другому.

Схема способов размножения клеток

- Размножение на
 - клеточном уровне
 - (типы деления
 - клеток)
 - Непрямое (митоз)
 - Прямое (амитоз)

Деление клетки

- **Амитоз** (прямое деление клеток) - происходит путём деления ядра перетяжкой без веретена деления.



Начинается с образования перетяжки ядра, затем цитоплазмы, и далее они делятся на две части. Установлено, что и при амитозе не происходит равномерное распределение генетического материала между дочерними клетками.

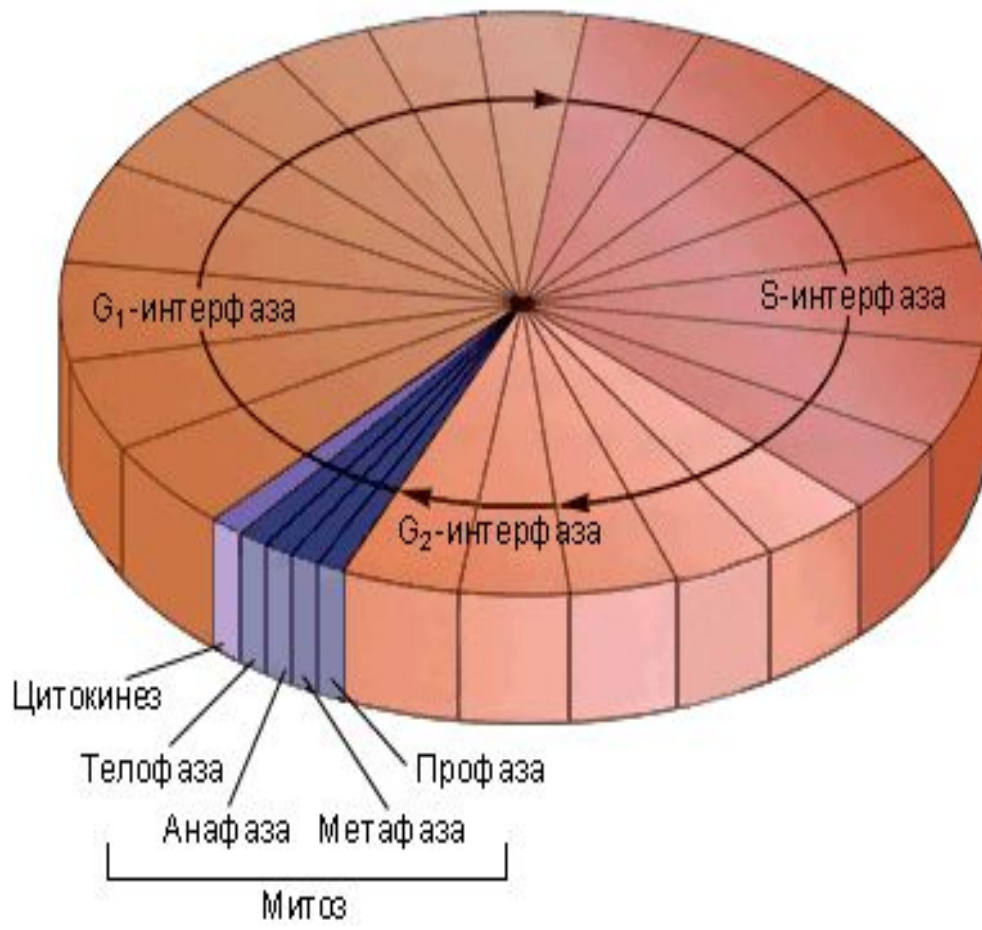
Клеточный и митотический циклы

- **Жизненный цикл** - это период в жизнедеятельности клетки от момента ее появления до гибели или образования дочерних клеток.
- **Клеточный (митотический) цикл** — это период жизни клетки от одного деления до другого.

Этот цикл состоит из трех главных стадий.

- Интерфаза.
- Митоз (кариокинез).
- Цитокинез.

Митотический цикл



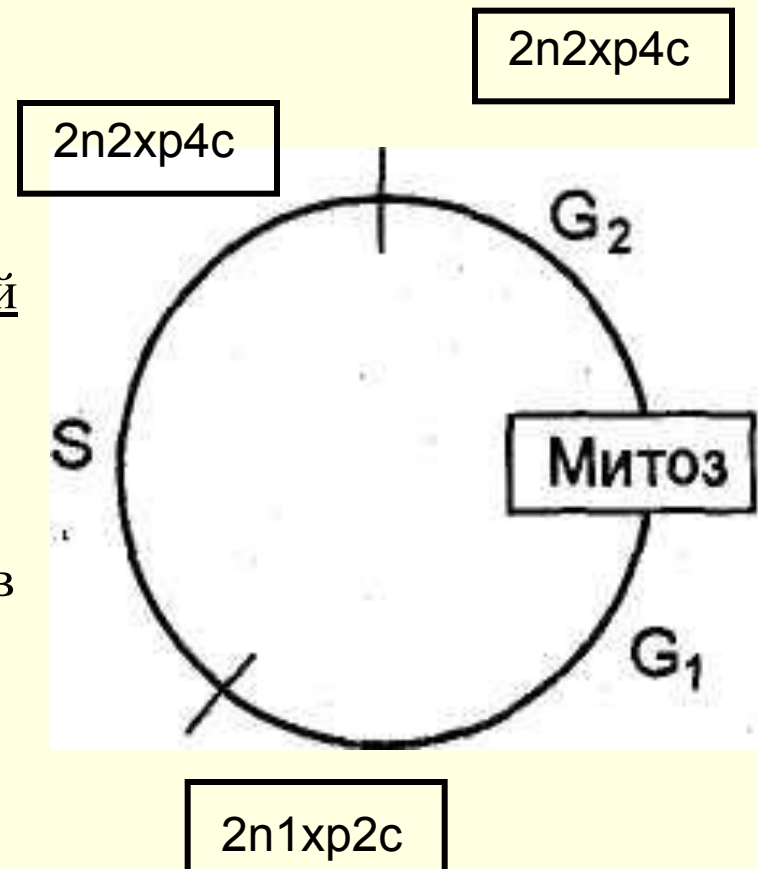
- Митотический цикл включает интерфазу и митоз
- Интерфаза состоит из трех периодов: пресинтетического (постмитотического) **G₁**, синтетического **S** и постсинтетического (премитотического) — **G₂**.

Схема митотического цикла

Содержание генетической информации в клетке: n - набор хромосом, xp - число хроматид в одной хромосоме, c - число молекул ДНК.

Интерфаза – это период между делениями клетки.

- Образовавшаяся после митоза клетка содержит диплоидный набор хромосом и удвоенное число молекул ДНК, каждая хромосома имеет одну хроматиду ($2n1xp2c$).
- Такая клетка вступает в пресинтетический период (G_1) интерфазы, продолжительность которого колеблется от нескольких часов до нескольких месяцев и даже лет. В этот период клетка выполняет свои функции, увеличивается в размерах, в ней идет синтез белков и нуклеотидов, накапливается энергия в виде АТФ.



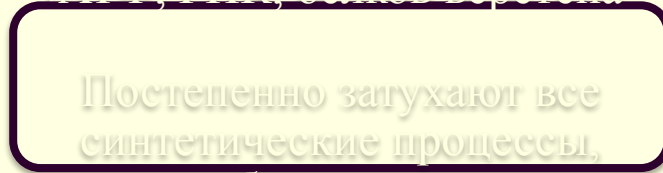
Клеточный и митотический циклы

В синтетический период (S)

происходит репликация
молекул ДНК и
содержание в клетке



В постсинтетический
период (G2) идет синтез
и обменные процессы, и она
продолжает выполнять свои
АТФ, РНК, белков веретена



Постепенно затухают все
синтетические процессы,
уднеобходимые для
репродукции органоидов.



клеткой основных
функций. Содержание
ге



Митоз

- это основной способ размножения соматических клеток. Состоит из 4х фаз.

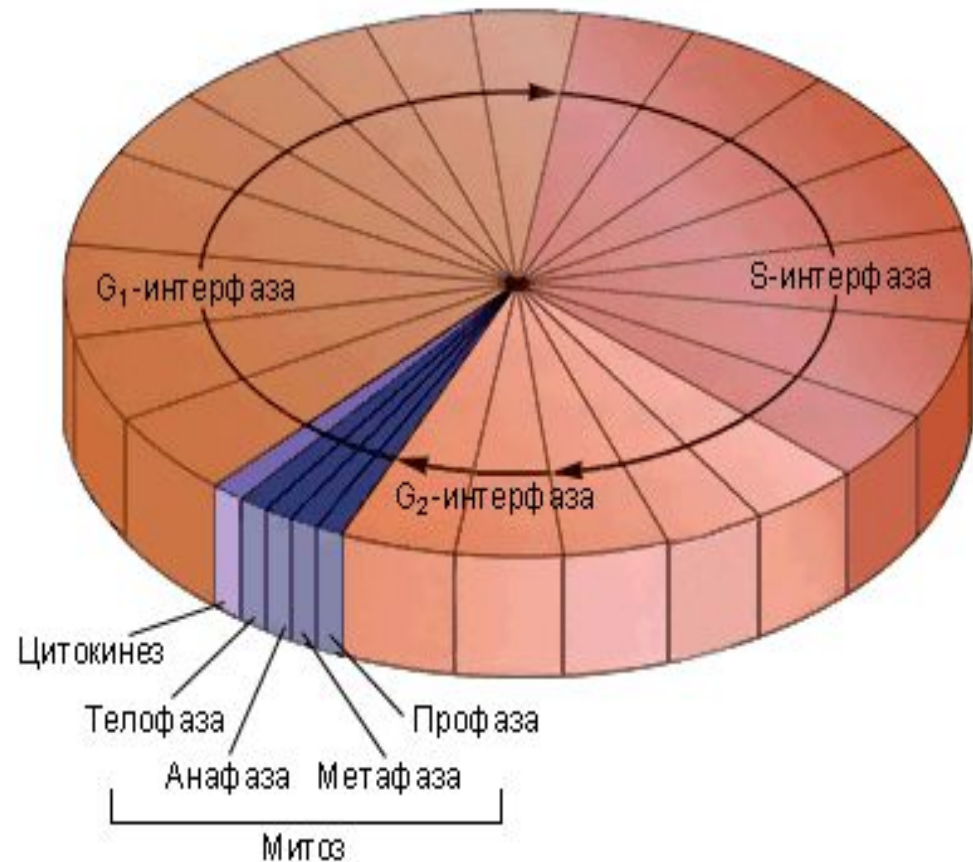
Главными причинами начала митоза являются:

- 1) изменение ядерно-цитоплазменного соотношения (в разных клетках оно достигает $1/69$ - $1/89$);
- 2) появление "митогенетических лучей" - делящиеся клетки "заставляют" расположенные рядом клетки вступить в митоз;
- 3) наличие "раневых гормонов" - поврежденные клетки выделяют особые вещества, вызывающие митоз неповрежденных клеток. Регуляция деления клеток осуществляется *белками-циклинами*, изменяющими продолжительность фазы *G1*.

Митоз

Процесс митоза непрерывен
4 стадии:

- профаза
- метафаза
- анафаза
- телофаза

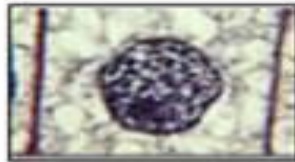


Митоз

- **Профаза** – хромосомы спирализуются, укорачиваются, утолщаются. Хроматиды отталкиваются и соединены только в области центромеры. Ядрышки и ядерная мембрана разрушаются. Хромосомы попадают в цитоплазму. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Вокруг каждой центриоли образуются нити веретена деления (звезда). **2n4c.**
- **Метафаза** – хромосомы прикрепляются своими центромерами к нитям веретена деления. Они выстраиваются по экватору, хорошо видны и имеют Х-образную форму. **2n4c.** ***Метафазную пластинку*** используют для изучения кариотипа.

Митоз

- *Анафаза* – каждая центромера расщепляется на две. Хроматиды отходят друг от друга. Нити веретена деления оттягивают дочерние хромосомы к противоположным полюсам. **4n4c.**
- *Телофаза* – хромосомы перемещаются к полюсам клетки, деспирализуются, удлиняются и их уже не видно. Нити веретена разрушаются. У каждого полюса вокруг хромосом образуется ядерная оболочка, появляется ядрышко. Набор генетического материала в каждом ядре – **2n2c.**
- *Цитокинез* – это разделение цитоплазмы между двумя дочерними клетками. Набор генетического материала в каждой клетке – **2n2c.**



ранняя

- Ядро увеличивается в размерах;
- Хромосомы не спирализованы – представлены в виде хроматина;
- К концу интерфазы хромосомы спирализуются, и поэтому становятся видны хромосомные нити.

ПРОФАЗА



- присутствует ядрышко;
- присутствует ядерная оболочка;
- видны хромосомные нити.

поздняя



- исчезает ядрышко;
- исчезает ядерная оболочка;
- видны спирализованные хромосомные нити;
- центриоли расходятся к полюсам.

МЕТАФАЗА



- хромосомы максимально спирализованы;
- хромосомы располагаются в центре экватора клетки, в одной плоскости;
- центриоли формируют митотическое веретено;
- нити веретена деления прикрепляются к центромерам хромосом.

АНАФАЗА



ранняя

- центромеры хромосом делятся;
- нити веретена деления растягивают
- сестринские хроматиды каждой хромосомы
- к противоположным полюсам клетки.

поздняя



ТЕЛОФАЗА



- хромосомы претерпевают деспирализацию, расплетаются;
- контуры хромосом теряют свою четкость;
- митотическое веретено разрушается;
- восстанавливается ядерная оболочка;
- появляются ядрышки.

ЦИТОКИНЕЗ

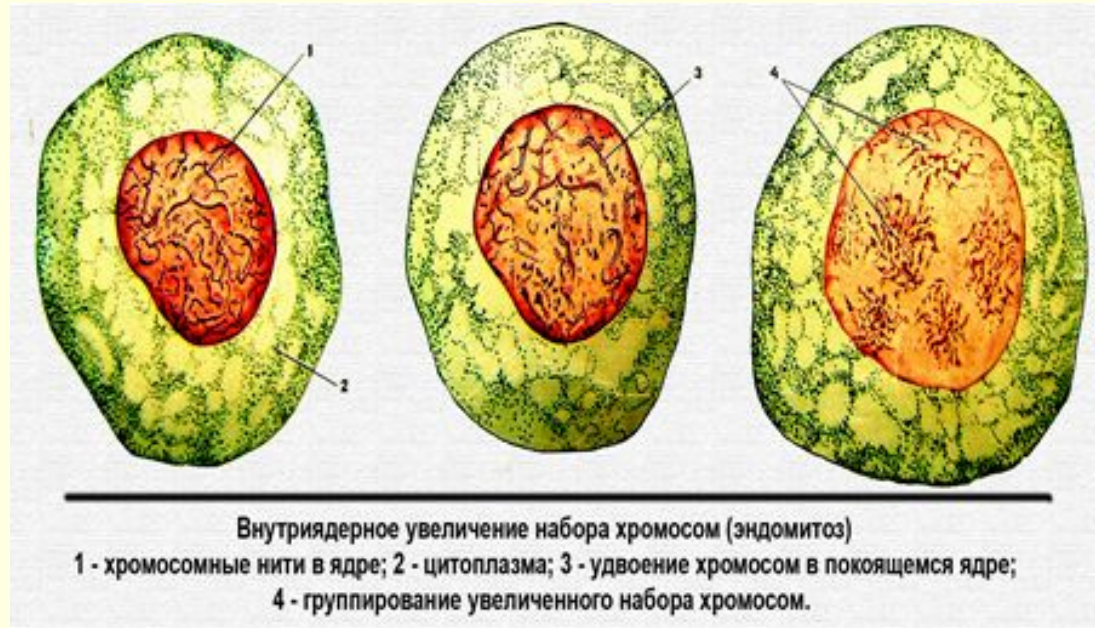


- из фрагмопласта веретена деления формируется клеточная стенка, которая делит все содержимое
- цитоплазмы на две равные части;
- митоз заканчивается.

Основное значение митоза

- ***Генетическая стабильность.*** В результате митоза получают две дочерние клетки, которые содержат столько же хромосом, сколько их было в родительской клетке.
- ***Рост.*** В результате митозов число клеток в организме увеличивается.
- ***Бесполое размножение, регенерация и замещение клеток.***

- **Эндомитоз** – увеличение числа хромосом. Происходит в результате того, что после деления хромосом, деление ядра не происходит. Так образуются полиплоидные ядра. При эндомитозе клетки продолжают свою жизнедеятельность.



- **Политения** – увеличение количества хромосом. Образуются гигантские хромосомы (обнаружены в слюнных железах личинок двукрылых).

Мейоз

- это способ деления половых клеток эукариот, в результате которого хромосомный набор уменьшается в два раза.

Мейоз происходит при образовании сперматозоидов и яйцеклеток у животных и при образовании спор у большинства растений.

Мейоз состоит из **двух последовательных делений:**

- Редукционного;
- Эквационного.

4 фазы:

- профазы
- метафазы
- анафазы
- телофазы

Профаза мейоза-I. 5 стадий: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена и диакинез.

- **Стадия лептотены.** Хроматиновые нити спирализуются, утолщаются и укорачиваются, становятся различимы под микроскопом. Заметны интенсивно окрашивающиеся участки - *хромомеры*, в которых хроматин сильно спирализован, и слабо окрашивающиеся, в которых хроматин слабо спирализован. Нитевидные гомологичные хромосомы начинают движение друг к другу центромерными участками. Содержание генетического материала составляет $2n2xр4с$.
- **Стадия зиготены.** Начинается конъюгация - попарное соединение гомологичных хромосом. Гомологичные хромосомы соприкасаются сначала в области центромер, а затем по всей длине. Их хромомеры точно совпадают. Содержание генетического материала не изменяется: $2n2xр4с$.

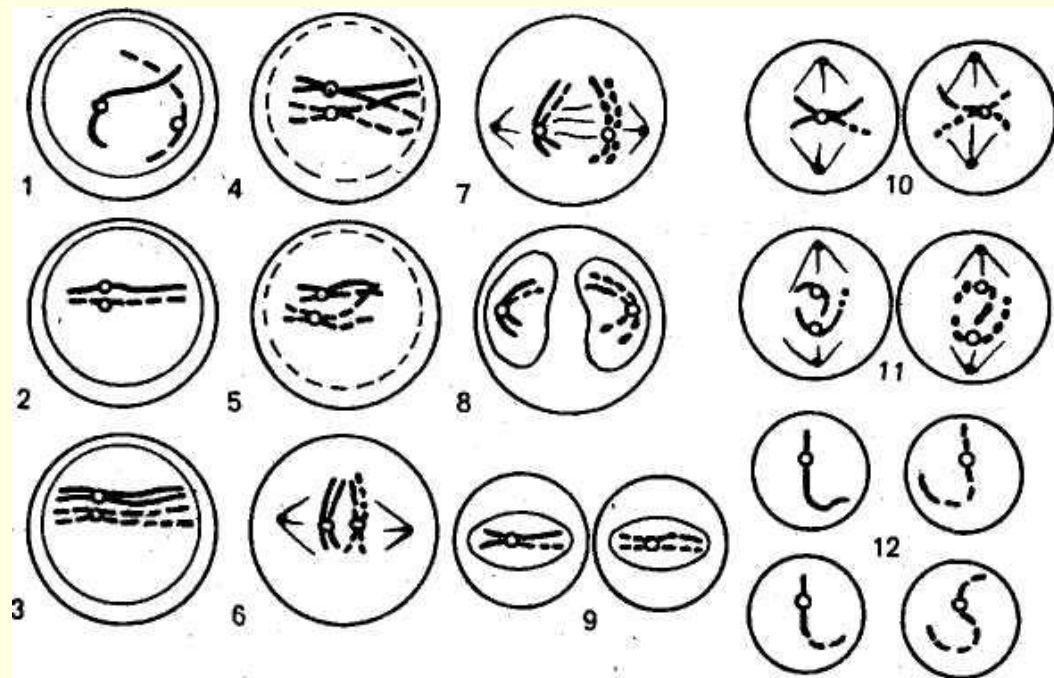
Схема мейоза

мейоз –I:

- 1 - лептотена;
- 2 - зиготена;
- 3 - пахитена;
- 4 - диплотена;
- 5 - диакинез;
- 6- метафаза;
- 7- анафаза;
- 8 - телофаза;
- 9- интеркинез;

мейоз- II:

- 10- метафаза;
- 11 - анафаза;
- 12 - дочерние клетки



Профаза мейоза-I. 5 стадий: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена и диакинез.

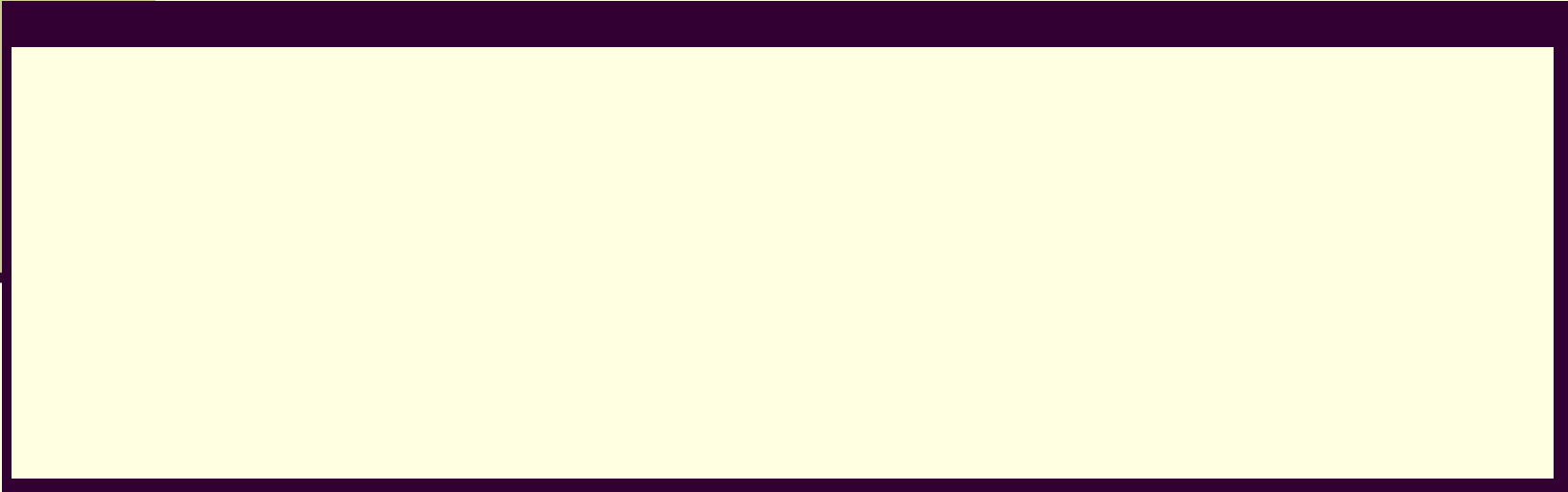
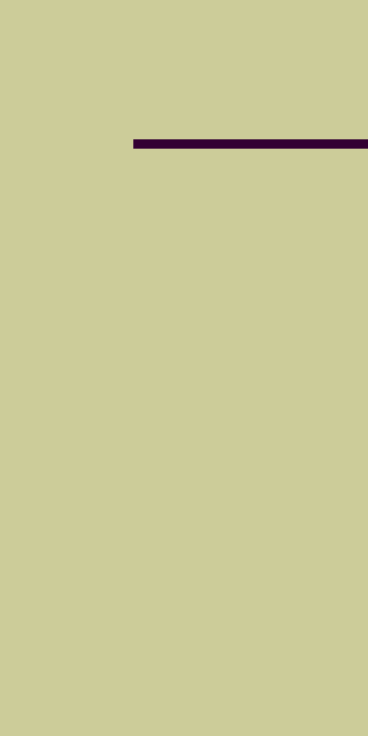
- **Стадия пахитены.** Гомологичные хромосомы тесно соприкасаются по всей длине, образуя биваленты. **Бивалент** - это пара гомологичных хромосом, каждая из которых состоит из двух хроматид, т. е. в биваленте содержится 4 хроматиды (отсюда другое название бивалентов — **тетрады**). Число бивалентов соответствует гаплоидному набору хромосом — $1n$. К концу этого периода начинают действовать силы отталкивания в области центромер, и становится заметным, что каждая хромосома состоит из 2 хроматид. Конъюгирующие хромосомы могут обмениваться участками хроматид — происходит **кроссинговер**. Содержание генетического материала не изменяется, однако его можно записать иначе **$1n(\text{бив})4x4c$** ($1n$ бивалентов, каждый бивалент состоит из 4 хроматид и 4 наборов ДНК).

Профаза мейоза-I. 5 стадий: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена и диакинез.

- На стадии *диплотены* конъюгирующие гомологичные хромосомы продолжают действовать силы отталкивания, в результате чего хроматиды начинают расходиться, оставаясь соединенными в участках перекрестов — *хиазм*. Расхождение хроматид увеличивается, а хиазмы постепенно смещаются к их концам. Содержание генетического материала остается прежним **1n(бив)4хр4с**.
- На стадии *диакинеза* завершается спирализация и укорочение хромосом (они окрашиваются равномерно). Биваленты, соединенные только своими концами, обособляются и располагаются по периферии ядра.

Профаза мейоза-I. 5 стадий: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена и диакинез.

- К концу *профазы-1* хромосомы полностью уплотнены, центриоли мигрируют к полюсам, ядрышки и ядерная мембрана разрушаются. Хромосомы попадают в цитоплазму. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Вокруг каждой центриоли образуется веретено деления. **$2n4c$** .



Значение мейоза:

- 1) В результате мейоза половые клетки имеют гаплоидный набор хромосом. Это обеспечивает постоянное число хромосом в зиготе для каждого вида.
- 2) Мейоз обеспечивает комбинативную изменчивость организмов за счет:
 - Кроссинговера
 - Независимого комбинирования негомологичных хромосом
- 3) В результате мейоза все клетки отличаются комбинацией гомологичных хромосом и составом генов в них.

Гаметогенез: сперматогенез, овогенез

Половые клетки (гаметы) выполняют функцию передачи наследственного материала от родителей к потомкам.

- *Сперматозоиды* – мужские половые клетки. Они подвижные (обеспечивают встречу гамет), микроскопических размеров. Сперматозоиды млекопитающих состоят из *головки, шейки и хвоста*. На переднем конце *головки* находится *акросома* (видоизмененный аппарат Гольджи). Акросома выделяет ферменты, которые растворяют оболочки яйцеклетки. Основную массу головки занимает ядро. Цитоплазма находится в жидкостно-кристаллическом состоянии. В *шейке* находятся центриоль и спиральная нить, которая образована митохондриями. *Хвост* выполняет активные движения.
- *Яйцеклетки* – женские половые клетки. Неподвижные, крупных размеров. Яйцеклетки содержат все типичные органоиды клетки. В них содержатся питательные вещества (желток) для развития зародыша. Яйцеклетки покрыты оболочками, которые выполняют защитную и трофическую функцию. У плацентарных млекопитающих они обеспечивают связь зародыша и стенки матки материнского организма.

Процесс формирования половых клеток (гамет) называется *гаметогенез*.

Сперматогенез

Семенник состоит из множества канальцев. Каждый каналец состоит из нескольких слоев клеток. Каждый слой – это последовательные стадии развития сперматозоидов.

- **Зона размножения.** Наружный слой клеток – это сперматогонии (имеют крупное ядро и небольшое количество цитоплазмы). Эти клетки делятся путем митоза. Поэтому семенник увеличивается в размерах. **$2n2c$.**
- **Зона роста.** Когда наступает половая зрелость, часть сперматогониев продолжает делиться путем митоза. Другая часть клеток переходит в зону роста. Увеличивается количество цитоплазмы. Клетки становятся крупнее. Они называются первичные сперматоциты. **$2n4c$.**
- **Зона созревания.** Происходит два деления мейоза. Из каждого первичного сперматоцита образуется два вторичных сперматоцита (Мейоз-1) **$n2c$** , а затем четыре сперматиды (Мейоз-2) **nc .**
- **Зона формирования.** Из сперматид формируются сперматозоиды. **nc.**

Овогенез

- **Зона размножения.** Овогонии (имеют крупное ядро и небольшое количество цитоплазмы) интенсивно делятся путем митоза. У млекопитающих и человека этот период заканчивается до рождения. К моменту рождения у девочек содержится 400-450 овогониев. Они сохраняются много лет. **$2n2c$.**
- **Зона роста.** Когда наступает половая зрелость, овогонии увеличиваются в размерах. В них накапливается желток, жир, пигменты. Образуются первичные овоциты. Каждый овоцит окружается мелкими фолликулярными клетками, которые дают ему питание. **$2n4c$.**
- **Зона созревания.** Происходит два деления мейоза. Цитоплазма неодинаково распределяется между дочерними клетками. Из первичного овоцита образуется вторичный овоцит (содержит почти всю цитоплазму) и направительное тельце 1 порядка (Мейоз-1) **$n2c$** . Из вторичного овоцита образуется овотида nc и направительное тельце 2 порядка (Мейоз-2). Параллельно, направительное тельце 1 порядка делится на два направительных тельца 2 порядка (nc).
- **Зона формирования.** Из овотиды формируется яйцеклетка nc , а направительные тельца растворяются.

Сперматогенез

Оогенез

Сперматогонии

Оогонии

Сперматоцит I порядка

Ооцит I порядка

Сперматоциты II порядка (пресперматиды)

Ооцит II порядка

I редукционное тельце

Сперматиды

II редукционное тельце

Яйцеклетка

Сперматозоиды

Зигота

Период размножения

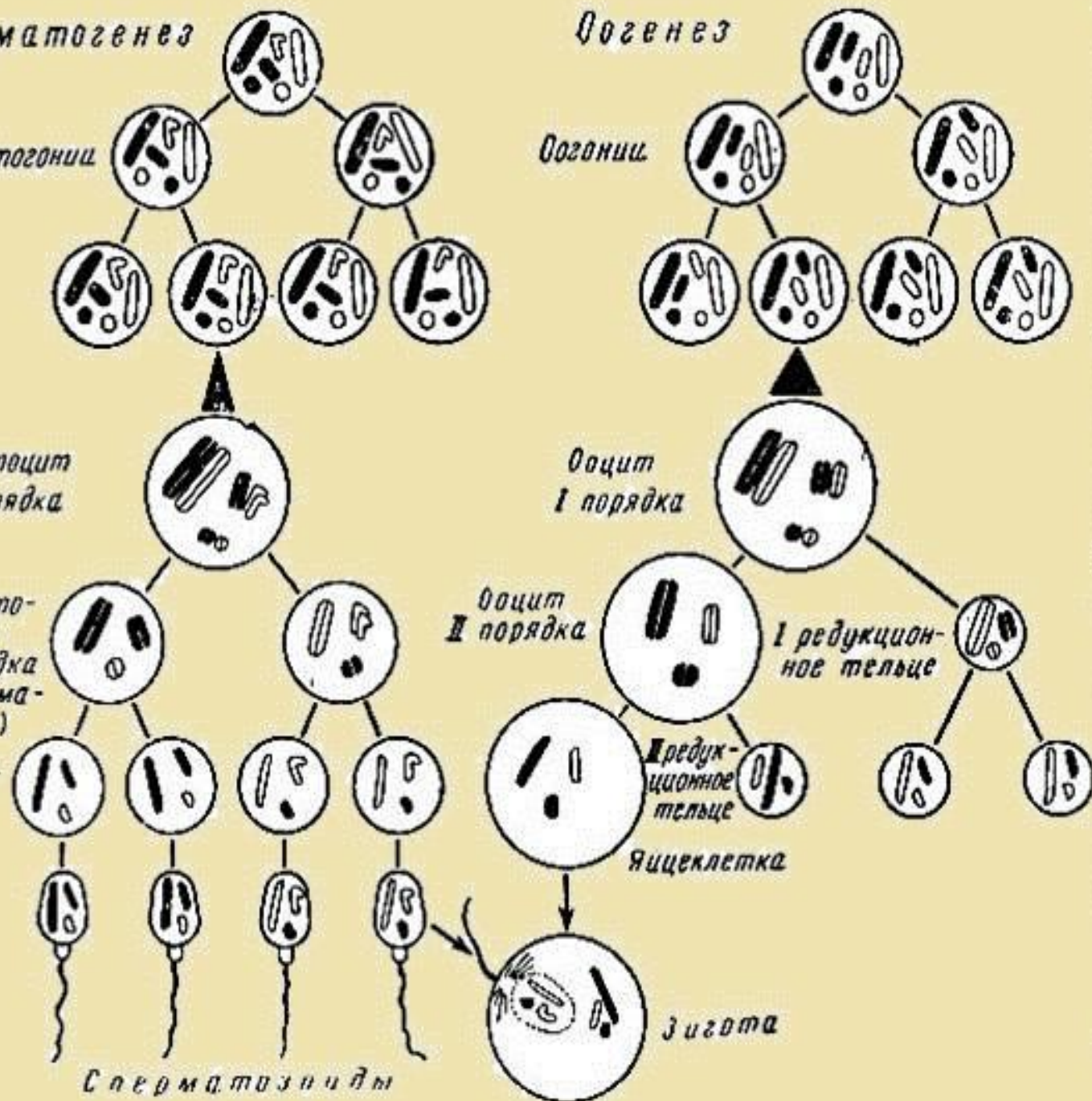
период роста

период созревания

период формирования

Оплодотворение

Гаметогенез



Оплодотворение. Особенности репродукции человека

Оплодотворение – это соединения двух гамет с образованием зиготы, из которой развивается новый организм.

Фазы оплодотворения:

- *активация яйца* – побуждение к развитию – проникновение в яйцеклетку сперматозоида. Фермент гиалуронидаза растворяет фолликулярные клетки;
- *синкариогамия* – образование диплоидного ядра зиготы в результате слияния гаплоидных ядер половых клеток.

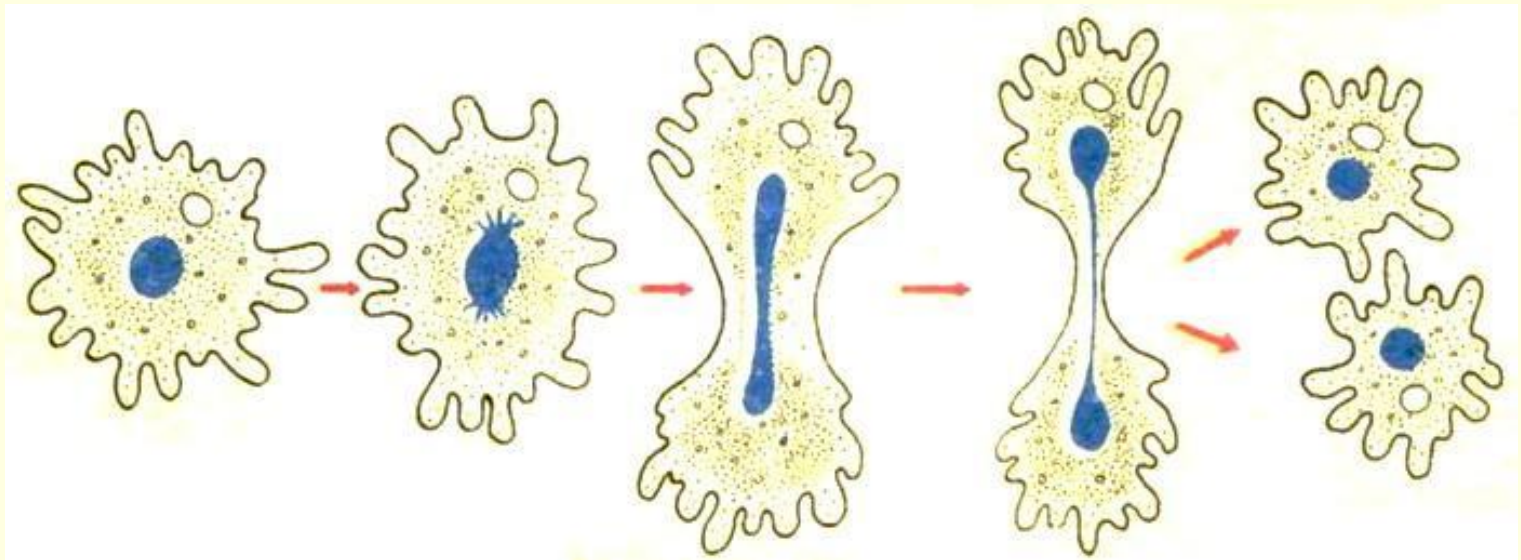
Биологическое значение оплодотворения:

- Восстанавливается диплоидное число хромосом в зиготе.
- Оплодотворение – один из механизмов комбинативной изменчивости, так как в зиготе объединяются наследственный материал двух организмов у потомков.
- Избирательность оплодотворения (только в пределах вида) обеспечивает сохранение вида как целого.

- **Размножение** – это способность живых организмов создавать себе подобных.
- **Бесполое размножение** –

это размножение соматическими клетками. В основе этого размножения лежит митотическое деление, поэтому материнский и дочерний организм генетически абсолютно идентичны.

- **Простое деление** – у амёбы, поперечное у инфузорий, продольное у жгутиконосцев.



Простое деление на примере амёбы

- **Эндогония** – внутреннее почкование. Внутри материнской клетки образуются две дочерних, которые затем выходят наружу.



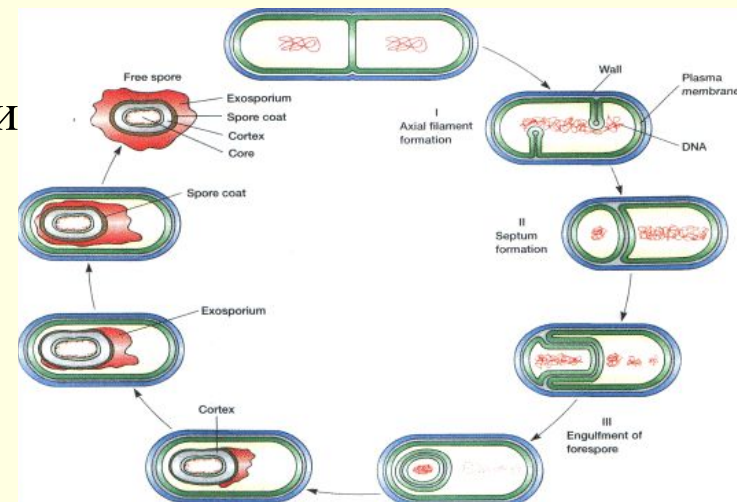
Эндогония у токсоплазмы



- **Шизогония** – множественное деление. Ядро делится 4-5 раз, затем обособляется цитоплазма с образованием 16 или 32 новых клеток.

Шизогония малярийного плазмодия

- **Спорообразование** – специализированными клетками с плотными оболочками для переживания неблагоприятных условий среды. Высшие споровые растения, из простейших – споровики. Споры для переживания неблагоприятных условий – бактерии.

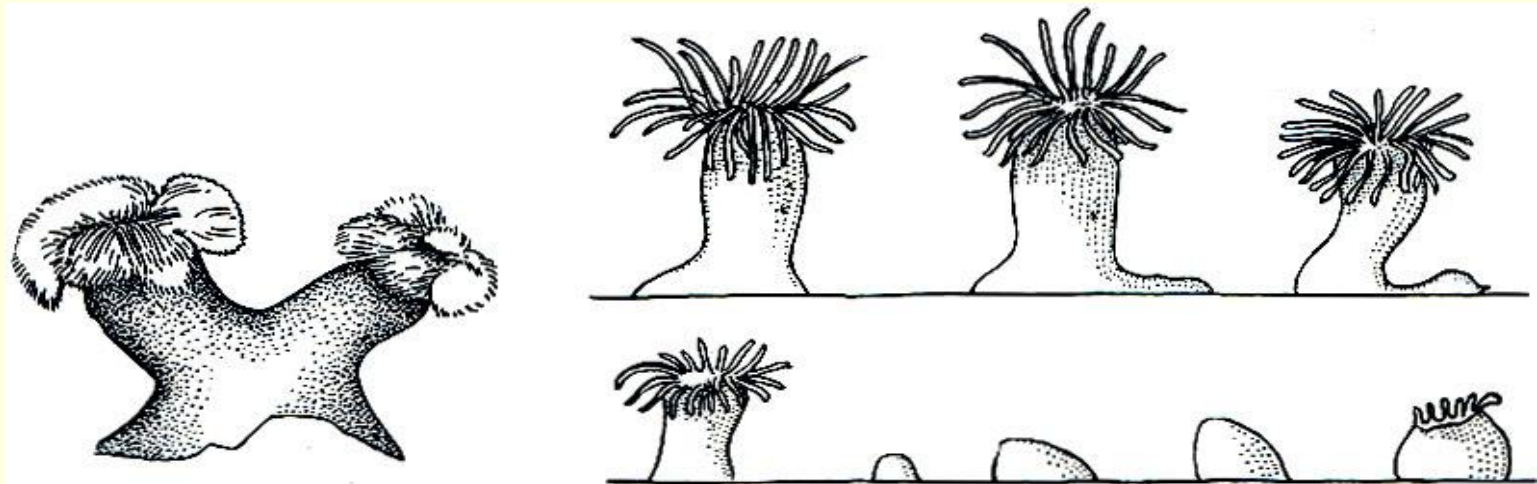


Спорообразование у бактерий

■ **Вегетативное размножение** – группой материнских клеток. Широко распространено у растений – вегетативными органами и специализированными органами вегетативного размножения: корневищем, клубнями, луковичками детками и т.д. У животных:

- **Фрагментация** – разделение материнского организма на несколько частей.

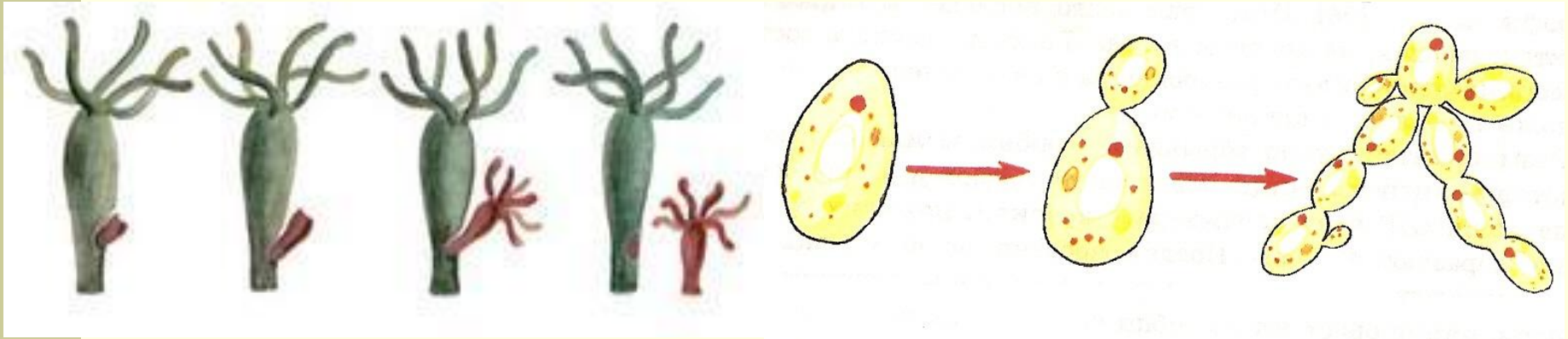
При неупорядоченном делении – части неравномерные – у губок, полипов.



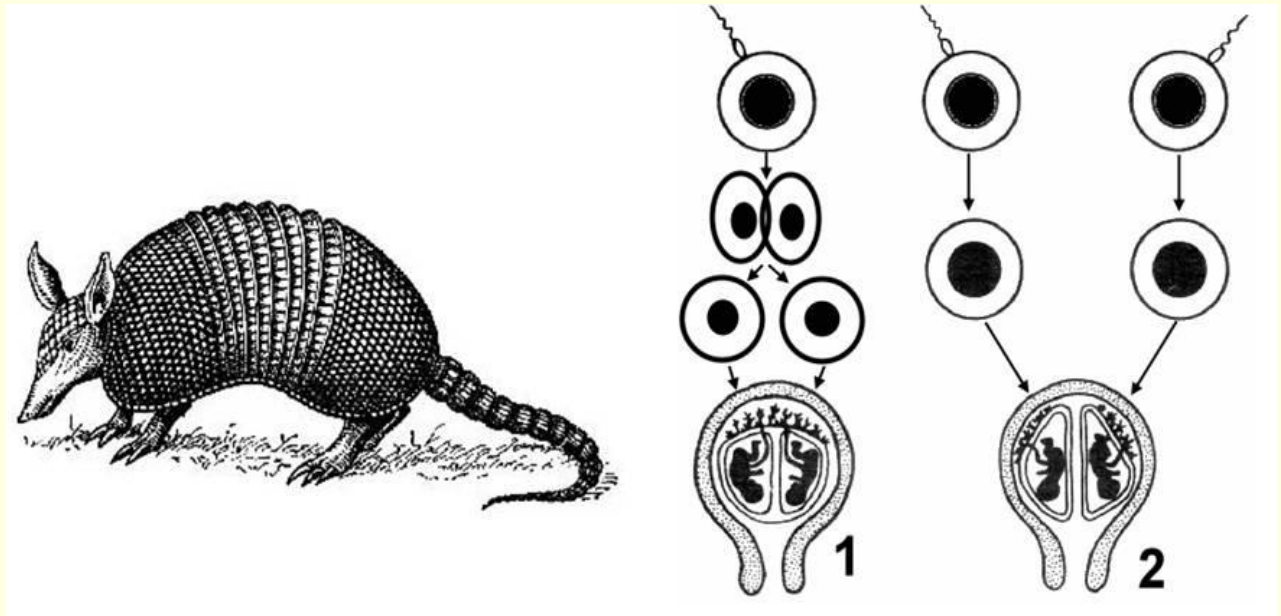
При упорядоченном – части относительно постоянны – кольчатые.



- **Почкование** – гидра, у одноклеточных - дрожжи.



- **Полиэмбриония**
– разделение организмов на стадии дробления зиготы. Броненосцы, наездники, монозиготные близнецы.



Партеногенез

Половое размножение без оплодотворения. Поскольку организм развивается из яйцеклетки, созревающей при мейозе, присутствует кроссинговер и независимое расхождение хромосом, как следствие комбинативная изменчивость. Но последующие поколения не дают разнообразия из-за своей гомозиготности. Виды партеногенеза:

Факультативный – смена партеногенетического и полового размножения у дафний, тлей. У пчел партеногенетические самцы, а из оплодотворенных яиц самки.



Облигатный – у особей, встреча которых для размножения маловероятна – кавказская и американская скальные ящерицы.



- ***Гиногенез*** – активирующим фактором является оплодотворение сперматозоидом другого вида, синкарион не образуется.
Карась.



- ***Искусственный*** – при раздражении яйцеклетки механически или веществами. Тихомиров, Астауров - опыты на тутовом шелкопряде.



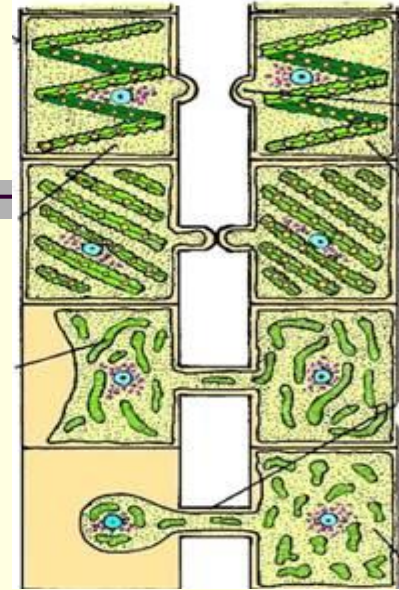
Половое размножение

Размножение специализированными клетками гаметами, при созревании которых происходит мейоз.

Конъюгация – обмен информацией при временном соединении клеток:

- у бактерий – однонаправленный перенос генетической информации от донора к реципиенту;
- у зеленых водорослей класса конъюгаты (спирогира) – по образовавшемуся цитоплазматическому мостику перетекание содержимого мужской клетки в женскую, из которой формируется зимующая зигота;
- у инфузорий растворение макронуклеуса, деление микронуклеуса мейозом с образованием стационарного и мигрирующего ядер, обмен мигрирующими ядрами, образование макро и микронуклеуса из синкариона после расхождения инфузорий.

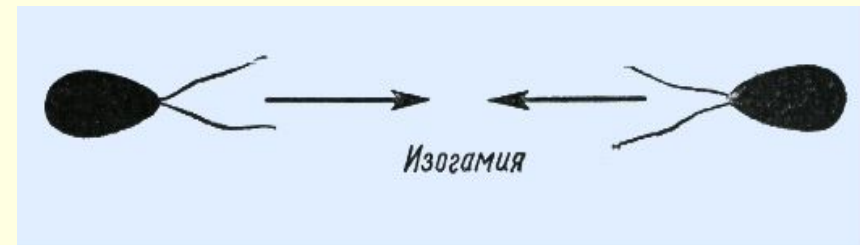
Спирогира



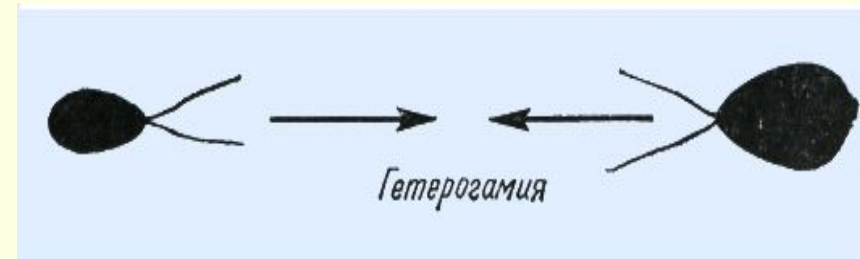
Наблюдается слияние протопластов двух рядом расположенных клеток

■ **Копуляция** – слияние двух половых клеток.

■ **Изогамия** – одинаковы
размером и строением.



■ **Анизогамия** – строение
одинаково,
женская крупнее.



■ **Оогамия** – неподвижная
крупная яйцеклетка и
мелкие подвижные
сперматозоиды.

