Деление клеток

Основной формой существования жизни является клетка, которая состоит из двух основных частей ядра и цитоплазмы, отделенных друг от друга ядерной мембраной. Ядро клетки неоднородно и включает хромосомы, ядрышко и ядерный сок. Ядро неделящейся клетки под микроскопом кается однородным. В нем можно заметить лишь оболочку и одно или несколько круглых телец ядрышек. На стадии деления в нем ясно заметны хромосомы.

Основная масса вещества ядра состоит из белков (70-90%). Специфическим веществом, находящимся главным образом в ядре является дезоксирибонуклеиновая кислота. 0на обычно связана с такими специфическими для ядра белками, как гистоны в виде нуклеопротеидов.

В основе роста и дифференцировки органов и тканей лежит размножение клеток. Клетки тела или соматические клетки в разных поколениях содержат одинаковое количество хромосом, что обеспечивается делением клеток путем митоза.

Митозом называется способ упорядоченного деления ядра клетки, при котором наследственный материал, содержащийся в хромосомах, равномерно распределяется между двумя дочерними клетками.

Митотический цикл подразделяется на интерфазу и митоз. В интерфазе клетка растет, функционирует, подготавливаясь к последующему митозу, в ней происходят сложные биохимические процессы. В интерфазе различают 3 периода:

1. G_1 – пресинтетический, в ядре происходит накопление белка, РНК, аминокислот, ферментов и других биологически активных веществ, необходимых для образования клеточных структур и последующего деления.
2. S - синтетический, происходит синтез ДНК, РНК и белков, происходит редупликация (самоудвоение) хромосом, что приводит к возникновению второй хроматиды.
3. G_2 - постсинтетический, продолжается синтез ДНК, РНК, белков, набухают нити веретена, аккумулируется энергия для последующего митоза.

В процессе митоза различают 4 последовательно идущие фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

П р о ф а з а. . Различают раннюю и позднюю профазы. На ранней профазе ядро клетки сохраняет тот же вид, что и в интерфазе, но в нем обнаруживаются нити хроматина. В поздней профазе в результате внутренней спирализации хроматиновых нитей они укорачиваются и утолщаются. Центриоли расходятся к полюсам, увеличивается количество веретена деления. В конце профазы происходит фрагментация ядерной оболочки и дегенерация ядрышек.

М е т а ф а з а В. этой фазе хромосомы концентрируются в центре клетки к располагаются в одной плоскости, образуя так называемую метафазную (экваториальную) пластинку. Центромера каждой хромосомы

располагается строго в плоскости экватора клетки, а плечи хромосом вытянуты более или менее параллельно нитям веретена. В метафазе хорошо выявляются число хромосом, форма и ее строение. В метафазе окончательно формируется митотический аппарат - ахроматиновое веретено. Оно состоит из нитей, тянущихся от одного полюса клетки к другому.

А н а ф а з а Эта фаза митоза начинается с одновременного деления центромер всех хромосом данной клетки. Сразу же после деления центромер хроматиды каждой хромосомы отделяются одно от другой и расходятся к противоположным полюсам клетки. В это время их уже называют хроматидами (дочерними) хромосомами. Движение хромосом в анафазе происходит при взаимодействии двух процессов: сокращения тянущихся нитей веретена, связывающих хромосомы с полюсами клетки, и удлинения опорных нитей веретена, связывающих оба полюса.

Т е л о ф а з а В начале телофазы заканчивается движение хромосом и в клетке начиняются структурные преобразования: дочерние хромосомы деспирализуются, образуется ядро, ядерная оболочка, восстанавливаются ядрышки. В конце телофазы происходит постепенное разделение всего содержимого клетки. Этот процесс образования двух новых клеток называется цитокинезом. Он начинается с того, что в экваториальной части материнской клетки утолщаются опорные нити веретена и между ними образуется клеточная перегородка.

Биологическое значение митоза в том, что благодаря ему две дочерние клетки имеют совершенно одинаковые ядра, несущие одну и ту же наследственную информацию, характерную для данного организма (рис. 1).

М е й о з о м называется процесс редукционного и эквационного деления ооцитов и сперматоцитов, в результате которого образуются половые клетки с гаплоидным набором хромосом. Мейоз состоит из двух последовательных делений. Первое деление, в результате которого образуются клетки с гаплоидным набором хромосом, называется редукционным, или гетеротипическим; второе деление называют эквационным гомотипическим и протекает по типу митоза. Каждое деление в свою очередь состоит из ряда последовательных фаз. Фазы, относящиеся к первому делению, принято обозначать цифрой I ко второму II. Между I и II делениями клетки находятся в состоянии интеркинеза.

П р о ф а з а I. Фаза мейоза, во время которой происходят сложные структурные преобразования хромосомного материала. Она состоит из ряда последовательных стадий: лептотены, зиготены, пахитены, диплотены и диакинеза.

В л е п т о т е н е хромосомы имеют вид длинных тонких нитей, собранных в ядре в виде рыхлого клубка. Каждая хромосома состоит из двух хроматид.

В з и г о т е н е происходит конъюгация или синопсис (соединение попарно), гомологичных хромосом. Конъюгация обычно начинается с концов и распространяется вдоль хромосомы.

В п а х и т е н е гомологичные хромосомы, соединенные в биваленты,

укорачиваются и утолщаются вследствие спирализации. Каждый бивалент состоит из четырех хроматид. На этой стадии происходит обмен гомологичными участками хромосом (явление кроссинговера).

В д и п л о т е н е хромосомы, соединенные в биваленты, начинают отходить одна от другой. Процесс расхождения начинается с отталкивания центромерных участков гомологичных хромосом. При этом хромосомы образуют – Х-образные фигуры, называемые хиазмами.

На стадии д и а к и н е з а происходит сильное утолщение и укорочение хромосом. Гомологичные хромосомы остаются соединенными только в одной или нескольких точках. Биваленты в это время располагаются по периферии ядра.

М е т а ф а з а I В этой фазе заканчивается формирование митотического аппарата, исчезает ядерная оболочка, биваленты располагаются в цитоплазме по экватору клетки. Центромеры хромосом прикреплены к тянущимся нитям веретена. В отличие от митоза в метафазе I мейоза центромеры не делятся.

А н а ф а з а I. Гомологичные хромосомы начинают расходиться к противоположным полюсам клетки. Вследствие кроссинговера хромосомы не всегда бывают идентичны исходным, вступившим в мейоз.

Т е л о ф а з а I. Хромосомы концентрируются на полюсах и деспирализуются. На полюсах формируются ядра, нити веретена исчезают. На экваторе клетки формируется оболочка (происходит цитокинез), образуется диада клеток.

И н т е р к и н е з. Фаза между I и II делениями мейоза. У некоторых видов растений она может быть довольно длительной. В этом случае образуется, диада гаплоидных клеток, у других сразу после - телофазы I наступает II деление мейоза.

II р о ф а з а II. В ядрах клеток диады четко проявляются хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Они имеют вид довольно тонких нитей, расположенных до периферии ядра.

М е т а ф а з а II. В каждой клетке диады заканчивается формирование веретена. Хромосомы располагаются по экватору. К центромерам хромосом прикрепляются тянущие нити веретена.

А. н а ф а з а II. Центромеры делятся и хроматиды расходятся к противоположным полюсам клетки.

Т е л о ф а з а II. Сестринские хромосомы концентрируются на полосах клеток и деспирализуются. Формируются ядра и образуются клеточные оболочки, обычно все фазы II деления протекают одновременно в обеих клетках диад. Заканчивается мейоз образованием из каждой материнской клетки четырех гамет с гаплоидным набором хромосом (рис. 2).

Биологическое значение мейоза:

1) Мейоз является механизмом, поддерживающим видовое постоянство числа хромосом.

2) Мейоз обеспечивает разнородность гамет благодаря случайным перекомбинациям материнских и отцовских хромосом.

3) Мейоз вызывает образование нового генетического состава благодаря обмену гомологичных (парных) материнских и отцовских хромосом.

1.3. Гаметогенез

Процесс развития половых клеток носит название гаметогенеза, у самцов - сперматогенез, у самок - оогенез. Мужские половые клетки животных - сперматозоиды, образуются в семенниках. В их развитии различают несколько стадий. Первая из них - стадия размножения первичных половых клеток - сперматогониев, которые интенсивно делятся путем митоза. Затем эти клетки вступают в профазу I мейоза и превращаются в сперматоциты первого порядка. В результате непрекращающегося синтеза РНК и, следовательно, белка профазные клетки увеличиваются в размерах. Это стадия роста. Стадия, во время которой происходят одно за другим два мейотических деления, получила название стадии созревания. В результате первого деления созревания из одного сперматоцита первого порядка образуется два сперматоцита второго порядка. После второго деления из каждого сперматоцита второго порядка возникают две гаплоидные клетки сперматиды. Таким образом, из одной исходной клетки, вступившей в мейоз, образуются четыре сперматиды. Они имеют гаплоидный набор хромосом, но еще не являются специализированными клетками, способными к движению и проникновению внутрь яйцеклетки. Превращение сперматид в сперматозоиды происходит во время следующей стадии - стадии формирования. Она продолжается несколько суток (у человека, например, - почти четыре недели). В это время ядро уменьшается в размерах за - счет плотной упаковки хромосом. Резко сокращается объем цитоплазмы, и формируются цитоплазматические структуры, характерные только для сперматозоидов.

Яйцеклетки образуются в яичниках. Так же, как и при образовании сперматозоидов, вступлению в мейоз женских половых клеток предшествует стадия размножения первичных половых клеток - оогониев - путем митоза. Число митотических делений обычно меньше, чем при размножении сперматогониев.

Вступив в профазу I мейоза, оогонии становится ооцитом первого порядка. У млекопитающих и человека этот процесс заканчивается еще до рождения особи. Сформировавшиеся к моменту рождения ооциты первого порядка сохраняются без изменения долгие годы. С наступлением половой зрелости отдельные ооциты периодически вступают в стадию роста. Стадия роста ооцита отличается от соответствующей стадий сперматогенеза своей продолжительностью. Иногда на этой стадии ооцит находится несколько месяцев, достигает гигантских размеров. В его цитоплазме образуется много митохондрий, рибосом, развивается гладкая и шероховатая эндоплазматическая сеть, идет синтез питательных веществ, которые запасаются в виде желточных и белковых гранул. В конце стадии роста в

ооците содержится все необходимое для осуществления первых этапов развития зародыша.

Накануне мейотических делений, которые обычно происходят одно за другим уже после проникновения в ооцит сперматозоида, ядро ооцита перемещается ближе к поверхности клетки так, что веретено деления формируется почти около самой клеточной мембраны, перпендикулярно к ней. При цитокинезе получается одна крупная клетка, содержащая практически всю цитоплазму (ооцит второго порядка), другая - мелкая, состоящая по существу из ядра с минимальным количеством цитоплазмы. Эту клетку называют 1-м редукционным тельцем.

После второго деления мейоза, при котором цитокинез крупной клетки происходит точно так же, появляется крупная яйцеклетка, или оотида, и 2-е редукционное тельце. Первое редукционное тельце, как правило, тоже делится. Таким образом, возникают четыре гаплоидные клетки (рис. 3). В отличие от сперматогенеза, где образующиеся в ходе мейоза клетки равноценные друг другу, при формировании женских половых клеток результатом мейоза является одна, готовая к оплодотворению, яйцеклетка и три редукционных тельца, которые со временем дегенерируют.