

Клеточный цикл. Митоз

Одним из важнейших свойств жизни является самовоспроизведение биологических систем, в основе которого лежит деление клеток: «От клеточного деления зависят не только явления наследственности, но и сама непрерывность жизни» (Э. Вильсон). Универсальным способом деления эукариотических клеток является *непрямое деление*, или *митоз* (от древнегреч. «митос» – нить). Биологическое значение митоза заключается в сохранении объема и качества наследственной информации.

Клеточный цикл

В. Флемминг сформулировал представление о митозе как циклическом процессе, кульминационным моментом которого является расщепление каждой хромосомы на две дочерние хромосомы и их распределение по двум вновь образующимся клеткам. У одноклеточных организмов продолжительность существования клетки совпадает с продолжительностью жизни организма. В организме многоклеточных животных и растений различаются две группы клеток: постоянно делящиеся (пролиферирующие) и покоящиеся (статичные). Совокупность пролиферирующих клеток образует пролиферативный пул. В группах пролиферирующих клеток интервал между завершением митоза в исходной клетке и завершением митоза в ее дочерней клетке называется *клеточный цикл*. Клеточный цикл контролируется определенными генами. Полный клеточный цикл включает *интерфазу* и *собственно митоз*. В свою очередь, собственно митоз включает *кариокинез* (деление ядра) и *цитокинез* (деление цитоплазмы).

Интерфаза. *Интерфаза* – это период между двумя клеточными делениями. В интерфазе ядро компактное, не имеет выраженной структуры, хорошо видны ядрышки. Совокупность интерфазных хромосом представляет собой *хроматин*. В состав хроматина входят: ДНК, белки и РНК в соотношении 1 : 1,3 : 0,2, а также неорганические ионы. Структура хроматина изменчива и зависит от состояния клетки. Хромосомы в интерфазе не видны, поэтому их изучение ведется электронно-микроскопическими и биохимическими методами. Интерфаза включает три стадии: пресинтетическую (G_1 – «джи-один»), синтетическую (S – «эс») и постсинтетическую (G_2 – «джи-два»). Символ G представляет собой сокращение от англ. *gap* – интервал; символ S – сокращение от англ. *synthesis* – синтез. Рассмотрим эти стадии подробнее.

Пресинтетическая стадия (G_1). В основе каждой хромосомы лежит одна двуспиральная молекула ДНК. Количество ДНК в клетке на пресинтетической стадии обозначается символом **2с** (от англ. *content* – содержание). Клетка активно растет и нормально функционирует. **Синтетическая стадия (S).** Происходит самоудвоение, или репликация ДНК. При этом одни участки хромосом удваиваются раньше, а другие – позже, то есть репликация ДНК протекает асинхронно. Параллельно происходит удвоение центриолей (если они имеются).

Постсинтетическая стадия (G_2). Завершается репликация ДНК. В состав каждой хромосомы входит две двойных молекулы ДНК, которые являются точной копией исходной молекулы ДНК. Количество ДНК в клетке на постсинтетической стадии обозначается символом **4с**. Синтезируются вещества, необходимые для деления клетки. В конце интерфазы процессы синтеза прекращаются.

Собственно митоз

Профаза – первая фаза митоза. Хромосомы спирализуются и становятся видны в световой микроскоп в виде тонких нитей. Центриоли (если они имеются) расходятся к полюсам клетки. В конце профазы ядрышки исчезают, ядерная оболочка разрушается, и хромосомы выходят в цитоплазму.

Метафаза. Начало этой фазы называется **прометафаза**. В прометафазе хромосомы располагаются в цитоплазме довольно беспорядочно. Формируется *митотический аппарат*, в состав которого входит *веретено деления* и *центриоли* или иные центры организации микротрубочек. При наличии центриолей митотический аппарат называется астральным (у многоклеточных животных), а при их отсутствии – анастральным (у высших растений). Веретено деления – это система тубулиновых микротрубочек в делящейся клетке, обеспечивающая

расхождение хромосом. В состав веретена деления входят два типа нитей: полюсные (опорные) и хромосомальные (тянущие).

После формирования митотического аппарата хромосомы начинают перемещаться в экваториальную плоскость клетки; это движение хромосом называется *метакинез*.

В метафазе хромосомы максимально спирализованы. Центромеры хромосом располагаются в экваториальной плоскости клетки независимо друг от друга. Полюсные нити веретена деления тянутся от полюсов клетки к хромосомам, а хромосомальные – от центромер – к полюсам.

Совокупность хромосом в экваториальной плоскости клетки образует *метафазную пластинку*.

Анафаза. Происходит разделение хромосом на хроматиды. С этого момента каждая хроматида становится самостоятельной однохроматидной хромосомой, в основе которой лежит одна молекула ДНК. Однохроматидные хромосомы в составе анафазных групп расходятся к полюсам клетки. При расхождении хромосом хромосомальные микротрубочки укорачиваются, а полюсные – удлиняются. При этом полюсные и хромосомальные нити скользят вдоль друг друга.

Телофаза. Веретено деления разрушается. Хромосомы у полюсов клетки деспирализуются, вокруг них формируются ядерные оболочки. В клетке образуются два ядра, генетически идентичные исходному ядру. Содержание ДНК в дочерних ядрах становится равным **2с**.

Цитокинез.

В цитокинезе происходит разделение цитоплазмы и формирование мембран дочерних клеток. У животных цитокинез происходит путем перешнуровывания клетки. У растений цитокинез происходит иначе: в экваториальной плоскости образуются пузырьки, которые сливаются с образованием двух параллельных мембран.

На этом митоз завершается, и наступает очередная интерфаза.