

Цитологические основы наследственности.

Митоз

Раздел генетики, посвященный изучению наследственности и изменчивости на клеточном уровне, называется ***цитогенетикой***.

Объектами цитогенетических исследований являются клетка в различные периоды жизнедеятельности и ее органоиды.

Клетка – основа строения и жизнедеятельности растительных и животных организмов.

Основными компонентами клетки являются клеточная оболочка, цитоплазма, ядро, органоиды.

Ядро является обязательным и важнейшим компонентом клетки. Ему принадлежит главная роль в сохранении, передаче и реализации наследственной информации. Ядро окружено ядерной оболочкой, содержит ядерный сок (кариоплазму), ядрышко и хроматин (хроматиновые нити).

ЗАДАНИЕ 1. Схематически зарисуйте метафазную хромосому и по морфологическим признакам составьте классификацию хромосом

Хромосомы являются постоянными компонентами ядра клетки. Они имеют особую организацию, функциональную и морфологическую специфичность, способны к самовоспроизведению и сохранению свойств на протяжении всего органогенеза.

Наиболее четко морфологические особенности хромосом проявляются в метафазе митоза, поэтому подсчет числа хромосом, определение их размеров, описание и идентификацию проводят в этот период (рис. 1).

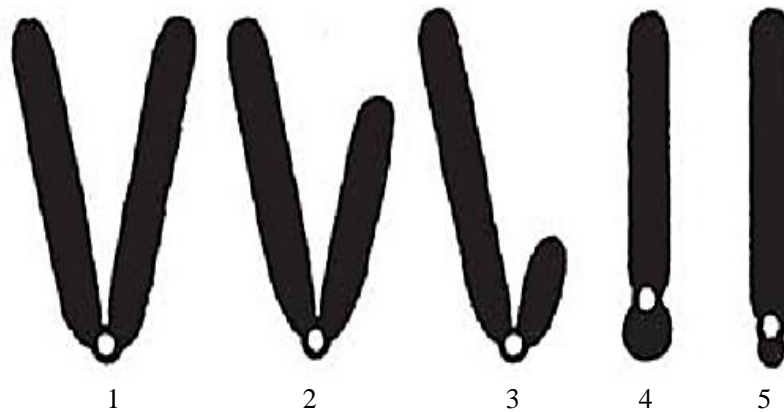


Рис. 1. Морфологическое строение метафазных хромосом.

1 – метацентрическая, 2 – субметацентрическая, 3–5 – акроцентрическая.

Каждая метафазная хромосома состоит из двух хроматид, имеет определенные размеры (диаметр варьирует от 0,2 до 3 мкм, длина – от 0,2 до 50 мкм) и форму, которая зависит от положения первичной перетяжки. В области первичной перетяжки расположен ***центромер***, который делит хромосому на два плеча. Если центромер расположен строго посередине и плечи имеют почти одинаковую длину, хромосома называется ***метацентрической***, если ближе к одному из концов – ***субметацентрической*** или ***акроцентрической***.

Кроме местоположения центромера, морфологическое строение хромосомы определяет *вторичная перетяжка*. Сегмент хромосомы, отделенный вторичной перетяжкой, называется *спутником*, а хромосомы, имеющие его, – *спутничными*. Различают микроспутники, макроспутники, линейные спутники, тандемные спутники.

ЗАДАНИЕ 2. Составьте таблицу хромосомных чисел основных видов культурных растений

Совокупность хромосом, присущая соматической клетке определенного вида, называется *кариотипом*. Кариотип характеризуется определенным числом хромосом, размером и формой каждой хромосомы (табл. 1).

Таблица 1. Число хромосом у основных видов культурных растений

Вид	Число хромосом в клетках	
	половых	соматических
1	2	3
<i>Полевые культуры</i>		
Пшеница однозернянка	7	14
Пшеница мягкая	21	42
Пшеница твердая	14	28
Рожь посевная	7	14
Овес посевной	21	42
Ячмень многорядный	7	14
Ячмень двурядный	7	14
Кукуруза	10	20
Просо обыкновенное	18	36
Рис посевной	12	24
Гречиха обыкновенная	8	16
Горох посевной	7	14
Горх полевой	7	14
Бобы кормовые	6	12
Фасоль обыкновенная	11	22
Нут культурный	8	16
Вика посевная	6	12
Вика мохнатая	7	14
Подсолнечник культурный	17	34
Соя культурная	19	38
Горчица белая	12	24
Лен обыкновенный	16	32
Сахарная свекла	9	18
Картофель культурный	24	48
Хлопчатник обыкновенный	26	52
Табак настоящий	24	48
Клевер луговой	7	14
Клевер ползучий	16	32
Люпин желтый	26	52

1	2	3
Люпин узколистный	20	40
Люпин белый	25	50
Люцерна посевная	16	32
Тимофеевка луговая	21	42
Овсяница луговая	7	14
<i>Овощные культуры</i>		
Томат настоящий	12	24
Перец красный	12	24
Огурец обыкновенный	7	14
Морковь огородная	9	18
Латук (салат) посевной	9	18
Шпинат огородный	6	12
Тыква гигантская	20	40
Арбуз столовый	11	22
Турнепс обыкновенный	10	20
Репа огородная	10	20
Капуста кочанная	9	18
Редька посевная	9	18
Свекла обыкновенная	9	18
Лук репчатый	8	16
<i>Фруктовые культуры</i>		
Яблоня домашняя	17	34
Груша обыкновенная	17	34
Абрикос обыкновенный	8	16
Вишня обыкновенная	16	32
Слива домашняя	24	48
Персик обыкновенный	8	16
Земляника лесная	7	14
Земляника садовая	28	56
Земляника мускатная	24	42
Малина обыкновенная	7	14
Смородина обыкновенная	8	16
Крыжовник обыкновенный	8	16
Голубика высокая	24	48
Жимолость съедобная	9	18

Подсчет числа хромосом в клетках изучаемого растения позволяет установить:

- его плоидность (гаплоидное, диплоидное, триплоидное, тетраплоидное),
- наличие добавочных хромосом (полисомия),
- отсутствие одной или нескольких хромосом (гетероплоидия).

В кариотипе одной диплоидной соматической клетки ($2n$) каждая хромосома имеет себе подобную по размеру и морфологии. Такие хромосомы называются *гомологичными*.

Графическое изображение хромосом, присущих соматической клетке данного вида, со всеми их структурными и морфологическими характеристиками (положение центромера и вторичной перетяжки, длины плеч, наличие спутников), называют *идиограммой*.

ЗАДАНИЕ 3. Схематически зарисуйте и опишите характерные фазы митоза

Наследственная информация передается в процессе деления клеток. Универсальным способом деления клеток является *митоз*, в результате которого все вновь образующиеся клетки имеют одинаковый кариотип и генетическую информацию, закодированную в молекулах ДНК.

Митоз, или кариокинез, был впервые открыт И. Д. Чистяковым в 1874 г. В 1882 г. В. Флеминг дал подробное описание митоза и предложил терминологию, связанную с этим процессом. Митоз – не прямое деление ядра, которое сопровождается коренной перестройкой всей клетки. Процессы, происходящие при митозе, необратимы.

Период от начала одного деления до другого и совокупность процессов, происходящих при этом в клетке, называется *митотическим циклом*.

Митотический цикл включает:

- интерфазу (состояние клетки между двумя митозами),
- собственно митоз.

В интерфазе различают три периода:

- G₁ пресинтетический;
- S синтетический;
- G₂ постсинтетический.

В *пресинтетический период* в клетке накапливаются богатые энергией вещества (нуклеотиды, аминокислоты, ферменты), необходимые для удвоения генетического материала клетки.

В *синтетический период* в клетке происходит удвоение генетического материала путем репликации (самоудвоения) молекулы ДНК.

Начиная с *постсинтетического периода*, в клетке идет спирализация молекул ДНК, синтез белков, ферментов и АТФ, необходимых для нормального течения митоза. Происходит синтез белков, необходимых для построения митотического веретена деления.

В процессе митоза различают 4 последовательно идущие фазы:

- профаза;
- метафаза;
- анафаза;
- телофаза (рис. 2).

Профаза.

Ядро заметно увеличивается в размерах и в нем проявляются хромосомы в виде длинных тонких хроматиновых нитей.

Усиливается спирализация хроматиновых нитей. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, спирально скрученных и соединенных центромером.

Интенсивно формируется митотический аппарат клетки, состоящий из тянущих и опорных нитей веретена деления.

Происходит фрагментация ядерной оболочки и исчезновение ядрышка.

Метафаза.

Ядерная оболочка полностью фрагментировалась, и хромосомы приближаются к экватору клетки.

Хромосомы располагаются в одной плоскости на экваторе клетки, образуя метафазную пластинку.

Заканчивается формирование митотического аппарата, осуществляется прикрепление тянущих нитей к центромерам.

Происходит одновременное деление центромер всех хромосом данной клетки.

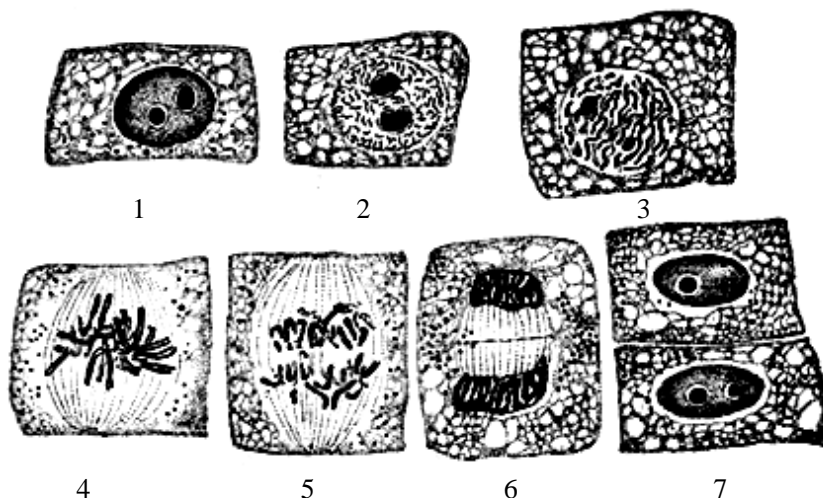


Рис. 2. Схема митоза:

1 – интерфаза, 2 – ранняя профаза, 3 – профаза, 4 – метафаза, 5 – анафаза,
6 – телофаза, 7 – цитокinesis.

Анафаза.

После деления центромер хроматиды отталкиваются одна от другой и расходятся к противоположным полюсам клетки.

В анафазе хроматиды называются *сестринскими хромосомами*.

Движение сестринских хромосом происходит за счет сокращения тянущих и удлинения опорных нитей веретена деления.

Сестринские хромосомы достигают полюсов клетки.

Телофаза.

Заканчивается движение сестринских хромосом, они концентрируются на полюсах клетки.

Хромосомы деспирализуются и утрачивают видимую индивидуальность.

Образуется ядро, окруженное оболочкой, восстанавливается ядрышко (ядрышки), закладывается клеточная оболочка.

Происходит разделение всего содержимого исходной материнской клетки и образование двух дочерних клеток – *цитокinesis*.

Таким образом, дочерние клетки, возникшие в результате митоза, содержат ту же наследственную информацию, что и исходная материнская клетка. После цитокинеза клетка может вступить в следующий митотический цикл или перейти в состояние дифференциации.

Биологическое значение митоза:

1. Способствует сохранению набора хромосом в ряду клеточных поколений.
2. Способствует росту и развитию организма.
3. Способствует омоложению клеток.

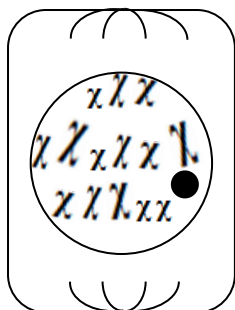
ЗАДАНИЕ 4. Решите типовую задачу по митозу

Пример.

1. В какой фазе митоза происходит разделение цитоплазмы между дочерними клетками?
2. Какая фаза митоза начинается после деления центромер?
3. Какой период митотического цикла предшествует репликации молекул ДНК?
4. Изобразите клетку гороха посевного в профазе митоза.
5. У мягкой пшеницы в меристеме конуса нарастания содержится 4584 клетки, в том числе 88 – в профазе, 26 – в метафазе, 37 – в анафазе, 42 – в телофазе. Определите митотический индекс.

Ответы:

1. В телофазе.
2. Анафаза.
3. Пресинтетический период интерфазы.
- 4.



5. $MI = 42,10 \%$.

МАТЕРИАЛ

1. Схема строения растительной клетки.
2. Схемы строения хромосом.
3. Схема митоза.
4. Карточки с индивидуальными заданиями.
5. Тестовые задания по теме.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое клетка? Назовите основные компоненты растительной клетки.
2. В чем состоит отличие соматических клеток от половых?
3. Дайте определения понятиям хромосома, кариотип, гомологичные хромосомы.
4. Какие хромосомы называются метацентрическими, субметацентрическими, акроцентрическими и телоцентрическими?
5. Что такое митотический цикл клетки?
6. Чем характеризуются периоды G_1 , S и G_2 интерфазы?
7. Расскажите о фазах митоза.
8. Расскажите о значении ДНК и хромосом в передаче генетической информации.
9. Что такое митотическая активность меристемы?
10. Что такое митотический индекс?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

- 1.1 В какой период интерфазы происходит удвоение генетического материала клетки?
2. В конце какой фазы фрагментируется ядерная оболочка?
3. В какой фазе митоза происходит деление центромер?
4. Изобразите клетку чечевицы культурной в анафазе митоза.
5. В меристеме корешка томата настоящего содержится 2485 клеток, в том числе 26 в профазе, 8 в метафазе, 10 в анафазе, 12 в телофазе. Определите митотический индекс.

- 2.1. Какой период интерфазы следует за периодом репликации ДНК?
2. Когда начинается формирование митотического веретена?
3. В какой фазе митоза тянущие нити веретена прикрепляются к центромерам хромосом?
4. Изобразите клетку клевера лугового в телофазе митоза.
5. В меристеме корешка свеклы обыкновенной содержится 854 клетки, в том числе 14 в профазе, 3 в метафазе, 5 в анафазе, 6 в телофазе. Определите митотический индекс.

- 3.1. Какой период интерфазы предшествует репликации ДНК?
2. Какая фаза митоза начинается после деления центромер?
3. В какой фазе митоза происходит разделение цитоплазмы между дочерними клетками?
4. Изобразите клетку капусты кочанной в профазе митоза.
5. У сои культурной в меристеме конуса нарастания содержится 3676 клеток, в том числе 68 в профазе, 18 в метафазе, 23 в анафазе, 42 в телофазе. Определите митотический индекс.

- 4.1. В какой период митотического цикла происходит репликация ДНК?
2. В какой фазе митоза хромосомы имеют четко выраженное морфологическое строение?
3. В начале какой фазы митоза хроматиды начинают расходиться к полюсам клетки?
4. Изобразите клетку ржи в метафазе митоза.
5. В зоне меристемы зародышевого корешка узколистного люпина содержится 936 клеток, в том числе 11 в профазе, 4 в метафазе, 7 в анафазе, 9 в телофазе. Определите митотический индекс.

- 5.1. В начале какого периода интерфазы в ядре клетки уже содержится удвоенная генетическая информация?
2. В начале какой фазы митоза начинается спирализация хроматиновых нитей?
3. В конце какой фазы митоза происходит деление центромер?
4. Изобразите клетку гречихи обыкновенной в синтетическом периоде интерфазы.
5. У твердой пшеницы в меристеме конуса нарастания содержится 3744 клетки, в том числе 20 в профазе, 7 в метафазе, 10 в анафазе, 14 в телофазе. Определите митотический индекс.

6.1. В какой фазе митоза хромосомы уже состоят из двух хроматид?

2. В какой фазе митоза хроматиды расходятся к полюсам клетки?

3. В какой фазе митоза заканчивается деспирализация хромосом?

4. Изобразите клетку кормовых бобов в метафазе митоза.

5. У тыквы гигантской в меристеме зародышевого корешка содержится 614 клетки, в том числе 5 в профазе, 2 в метафазе, 3 в анафазе, 3 в телофазе. Определите митотический индекс.

7.1. Перечислите периоды интерфазы.

2. В какой фазе митоза заканчивается формирование митотического аппарата?

3. В какой фазе митоза начинается деление цитоплазмы и ее органоидов между дочерними клетками?

4. Изобразите клетку гороха посевного в профазе митоза.

5. У подсолнечника культурного в меристеме зародышевого корешка содержится 914 клетки, в том числе 16 в профазе, 4 в метафазе, 7 в анафазе, 10 в телофазе. Определите митотический индекс.

8.1. Перечислите фазы митоза.

2. В начале какой фазы митоза хроматиды начинают расходиться к полюсам клетки?

3. В какой фазе митоза начинает формироваться клеточная оболочка?

4. Изобразите клетку огурца в анафазе митоза.

5. У яблони домашней в меристеме зародышевого корешка содержится 2486 клеток, в том числе 62 в профазе, 12 в метафазе, 21 в анафазе, 26 в телофазе. Определите митотический индекс.

9.1. В конце какой фазы митоза происходит фрагментация ядерной оболочки и исчезновение ядрышка?

2. В какой фазе митоза центромеры хромосом располагаются по экватору клетки?

3. В какой фазе митоза начинается деспирализация хромосом?

4. Изобразите клетку персика обыкновенного в телофазе митоза.

5. У овса посевного в меристеме зародышевого корешка содержится 1467 клеток, в том числе 36 в профазе, 11 в метафазе, 15 в анафазе, 22 в телофазе. Определите митотический индекс.

10.1. В какой фазе наиболее интенсивно идет процесс спирализации хроматиновых нитей?

2. В какой фазе митоза происходит деление центромер?

3. В какой фазе митоза происходит полная реконструкция ядра?

4. Изобразите клетку ячменя двурядного в пресинтетическом периоде интерфазы.

5. У мягкой пшеницы в меристеме конуса нарастания содержится 2584 клетки, в том числе 88 в профазе, 26 в метафазе, 37 в анафазе, 48 в телофазе. Определите митотический индекс.