

Мейоз

ЗАДАНИЕ 1. Изучите деление клеток путем мейоза

Мейоз – особый вид деления клеток, в процессе которого число хромосом редуцируется (уменьшается) в два раза, становится гаплоидным. Диплоидное число хромосом восстанавливается в процессе оплодотворения при слиянии двух гаплоидных половых клеток (гамет) – отцовской и материнской.

Мейоз протекает в 2 этапа:

1. **Редукционное деление (мейоз I)** – направлено на уменьшение набора хромосом из диплоидного в гаплоидный – в результате образуется *диада* (2 клетки с гаплоидным набором хромосом);

2. **Эквационное деление (мейоз II)** – направлено на увеличение числа клеток и сохранение гаплоидного набора хромосом – в результате образуется *тетрада* (4 клетки с гаплоидным набором хромосом).

Каждое деление состоит из ряда последовательных фаз. Между первым и вторым делениями клетки находятся в состоянии *интеркинеза* (рис. 1, 2).

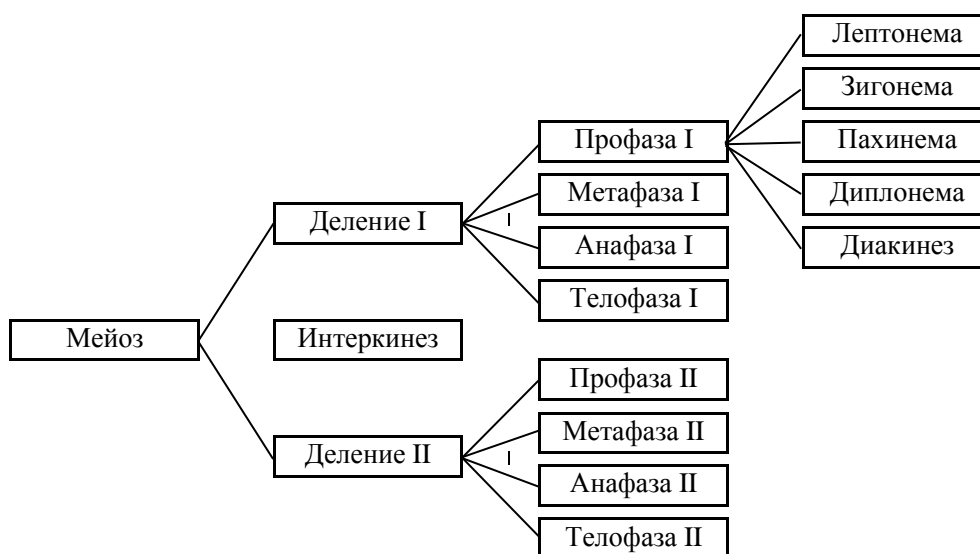


Рис. 1. Редукционное и эквационное деление мейоза.

ЗАДАНИЕ 2. Схематически зарисуйте и опишите характерные фазы мейоза

Редукционное деление.

Профаза I. Лептонома, или лептотена (стадия тонких нитей).

Хромосомы имеют вид длинных тонких нитей. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, которые тесно прижаты друг к другу.

Зигонема, или зиготена (стадия соединительных нитей).

Происходит спирализация хромосом. Хромосомы становятся толстыми и короткими.

Гомологичные хромосомы выстраиваются друг напротив друга и соединяются парно. Этот процесс называется *конъюгация*. Конъюгация обычно начинается при соприкос-

новении концевых и центромерных участков гомологичных хромосом и распространяется по всей их длине.

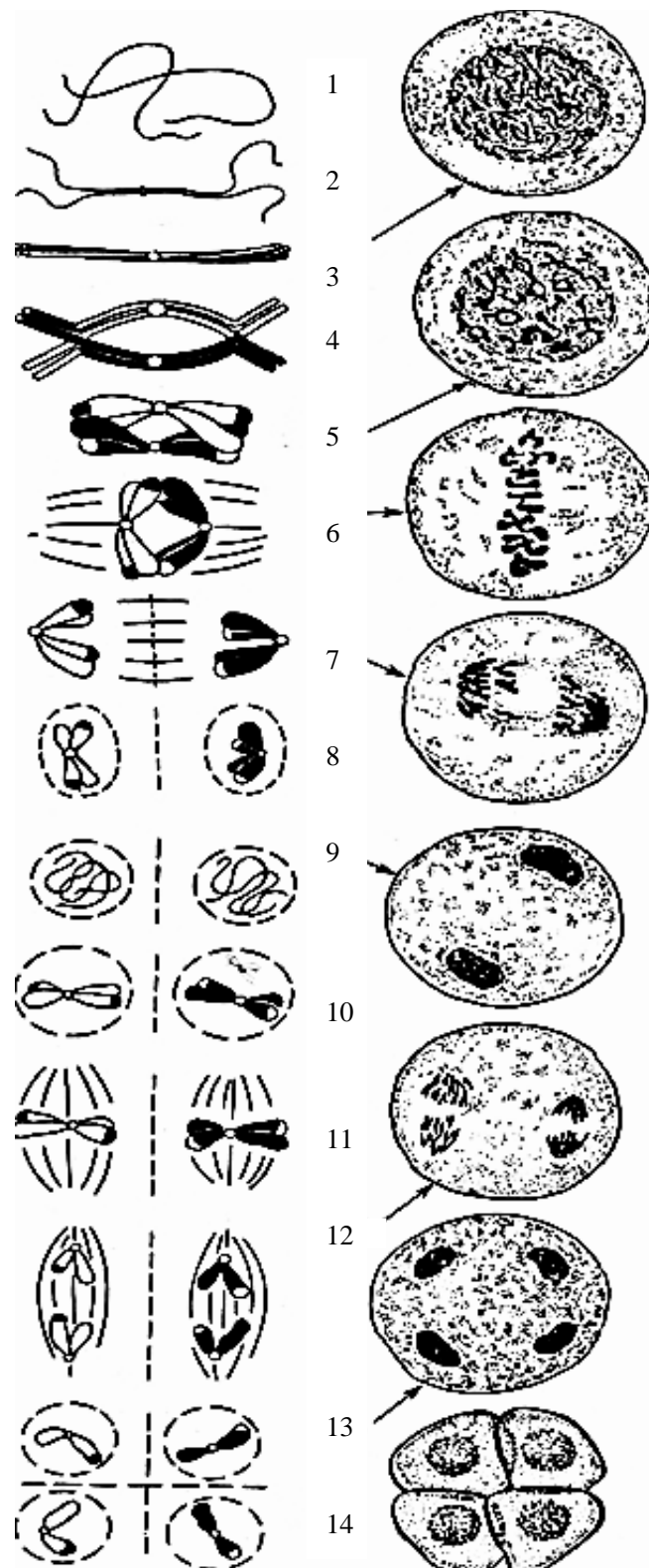


Рис. 2. Схема мейоза в растительной клетке:

1–5 – профазы I (1 – лептонема; 2 – зигонема; 3 – пахинема; 4 – диплонема; 5 – диакинез);
 6 – метафаза I; 7 – анафаза I; 8 – телофаза I; 9 – интеркинез; 10 – профазы II; 11 – метафаза II;
 12 – анафаза II; 13 – телофаза II; 14 – образование тетрады микроспор.

В результате конъюгации образуются *биваленты* – комплексы из соединенных попарно гомологичных хромосом. Число бивалентов соответствует гаплоидному набору.

В случае повреждения участков конъюгации, образуются *униваленты*, что ведет к появлению организмов с различными хромосомными отклонениями.

Пахинема, или пахитена (стадия толстых нитей).

Размеры ядра и ядрышка увеличиваются.

В каждом биваленте хромосомы начинают спирализоваться, в результате чего образуются X-образные фигуры – *хиазмы*, в которых происходит кроссинговер.

Кроссинговер – обмен гомологичными участками у гомологичных хромосом (рис. 3). Каждая из четырех хроматид в биваленте имеет одинаковую вероятность кроссинговера, поэтому он может происходить между двумя, тремя и четырьмя хроматидами. Кроссинговер всегда приводит к рекомбинациям генов в хромосоме, что способствует комбинационной изменчивости.

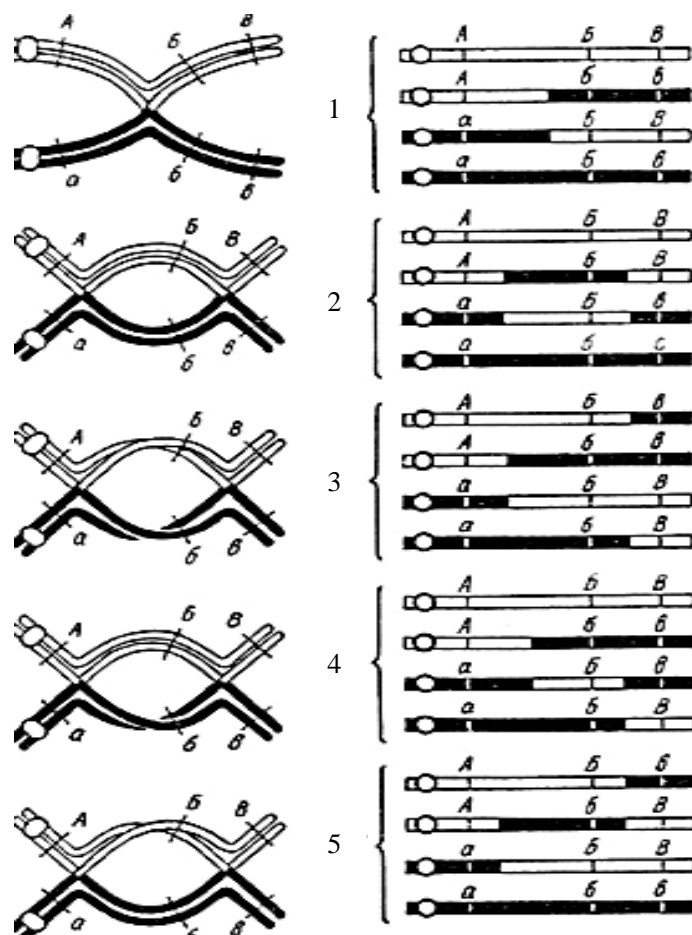


Рис. 3. Схематическое изображение различных типов кроссинговера:

1 – единичный кроссинговер; 2 – двойной кроссинговер между двумя хроматидами; 3 – двойной кроссинговер между четырьмя хроматидами; 4–5 – двойной кроссинговер между тремя хроматидами; А, Б, В – доминантные гены; а, б, в – рецессивные гены

Диплонема, или диплотена (стадия двойных нитей).

Хромосомы, соединенные в биваленты, резко отталкиваются друг от друга вначале в центромерном участке, а затем по всей длине, оставаясь соединенными в местах кроссинговера.

Диакинез («движение вдаль»).

Хромосомы, входящие в состав бивалента, максимально спирализуются и как бы прижимаются к ядерной оболочке. В этот период можно посчитать число нормальных половых хромосом и блуждающих униввалентов.

Образуются нити веретена деления.

В конце этой стадии исчезает ядрышко и ядерная оболочка.

Метафаза I.

Заканчивается формирование веретена деления.

Биваленты располагаются в цитоплазме по экватору клетки.

Тянущие нити веретена деления прикрепляются к центромерам ближайших хромосом, и разводят их к полюсам клетки.

Анафаза I.

Гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки. Расхождение каждой пары гомологичных хромосом носит случайный характер, поэтому число возможных сочетаний материнской и отцовской хромосом на каждом полюсе может достигать количества 2^n , где n – гаплоидное число хромосом.

Телофаза I.

Хромосомы концентрируются на полюсах клетки.

На экваторе происходит цитокинез, образуется диада клеток (однодольные). У других видов (двудольные) клеточная оболочка не образуется и телофаза I переходит к делению II мейоза.

Эквационное деление идет по типу митоза, но без интерфазы. Репликация ДНК не происходит, т. к. каждая хромосома уже состоит из двух хроматид.

Биологическое значение мейоза:

1. Поддерживает постоянный набор хромосом в ряду организменных поколений;
2. Способствует комбинационной изменчивости за счет кроссинговера и расхождению хромосом в анафазе мейоза I.

ЗАДАНИЕ 3. По схемам митоза и мейоза найдите и укажите различия между этими способами деления клетки

Митоз направлен на увеличение числа клеток и сохранение диплоидного набора хромосом. Возникшие в результате митоза клетки содержат ту же наследственную информацию, что и исходная материнская клетка (рис. 4).

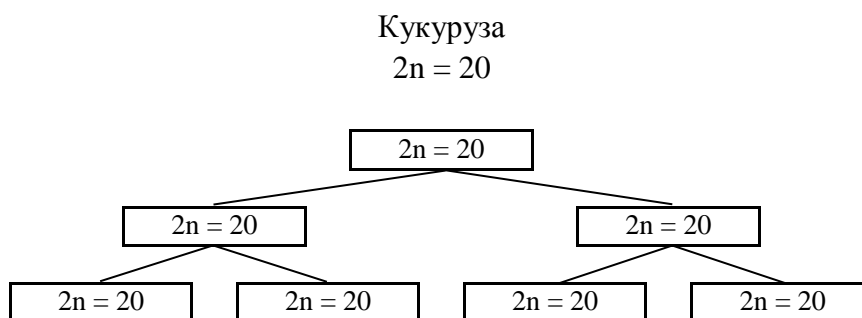


Рис. 4. Схема митотического деления клетки.

Редукционное деление (мейоз I) направлено на уменьшение набора хромосом из диплоидного в гаплоидный с образованием диады. Эквационное деление (мейоз II) направлено на увеличение числа клеток и сохранение гаплоидного набора хромосом. В результате образуются 4 клетки с гаплоидным набором хромосом (рис. 5).

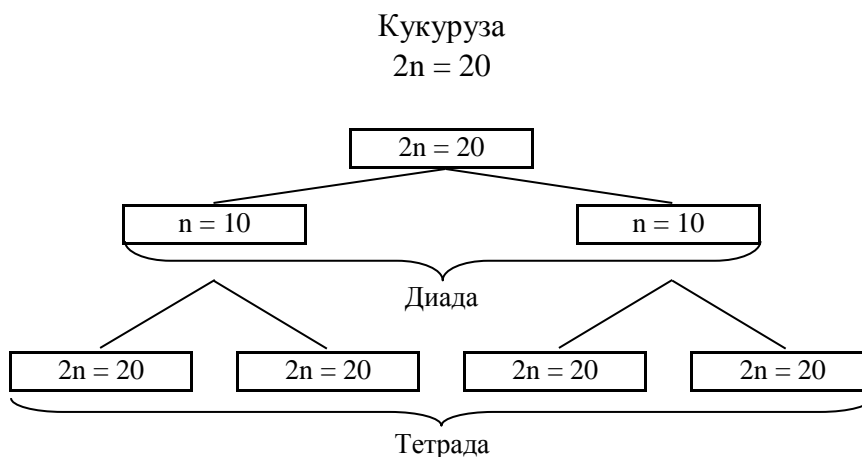


Рис. 5. Схема мейотического деления клетки.

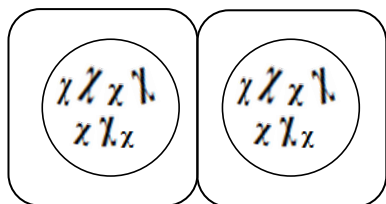
ЗАДАНИЕ 4. Решите типовую задачу по мейозу

Пример.

1. В какой стадии мейоза происходит конъюгация хромосом?
2. В какой фазе мейоза хромосомы располагаются по экватору клетки?
3. Сколько хромосом содержит микроспора твердой пшеницы?
4. Изобразите клетки диады гороха полевого?
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у кукурузы в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом?

Ответы:

1. В стадии зигонема профазы мейоза I.
2. В метафазе мейоза II.
3. 21 хромосома.
- 4.



5. 2^{10} типов гамет.

МАТЕРИАЛ

1. Схема мейоза.
2. Схема деления клетки митозом и мейозом.
3. Карточки с индивидуальными заданиями.
4. Тестовые задания по теме.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение понятию мейоз.
2. Назовите фазы мейоза.
3. Что такое редукционное деление мейоза?
4. Что такое эквационное деление мейоза?
5. Что такое лептонема, зигонема, пахинема, диплонема, диакинез?
6. Расскажите о генетических процессах в мейозе (редукция числа хромосом, конъюгация, образование бивалентов, кроссинговер, типы кроссинговера, независимое расхождение гомологичных хромосом к полюсам).
7. В чем заключается механизм перекреста хромосом (кроссинговер)?
8. Назовите типы кроссинговера.
9. В какой фазе мейоза происходит независимое расхождение хромосом?
10. Перечислите основные отличительные черты митоза и мейоза.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

- 1.1. В какой стадии мейоза происходит конъюгация хромосом?
2. В какой фазе мейоза хромосомы располагаются по экватору клетки?
3. Сколько хромосом содержит макроспора клетки овса?
4. Изобразите клетки диады у сахарной свеклы.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у хлопчатника обыкновенного в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени)?

- 2.1. Когда образуются биваленты?
2. В какой фазе хромосомы располагаются по экватору клетки?
3. Сколько хроматид содержится у картофеля культурного в метафазе I?
4. Изобразите клетку лука репчатого в фазе зигонемы митоза I.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у желтого люпина в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени)?

- 3.1. В какой фазе мейоза происходит кроссинговер?
2. В какой фазе мейоза биваленты располагаются по экватору клетки?
3. Когда происходит расхождение хромосом к полюсам клетки?
4. Изобразите клетку риса посевного в стадии пахинема мейоза I.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у пшеницы мягкой в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени)?

- 4.1. В какой фазе мейоза происходит случайное независимое расхождение хромосом к полюсам клетки?
2. Сколько хроматид содержится в каждой клетке у ржи в телофазе мейоза II?

3. Сколько хроматид содержится в одном биваленте у малины обыкновенной?
4. Изобразите клетки тетрады у турнепса?
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у проса обыкновенного в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени)?

- 5.1. Когда хромосомы, соединенные в биваленты, располагаются по периферии ядра?
2. В какой фазе мейоза хромосомы расходятся к полюсам клетки?
3. Сколько хромосом содержится в клетке диады у тыквы гигантской?
4. Изобразите клетки фасоли обыкновенной в профазе мейоза II.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у горчицы белой в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени)?

- 6.1. Когда образуются биваленты?
2. Когда начинается образование хиазм?
3. Сколько хромосом содержится в одной микроспоре у ржи?
4. Изобразите клетки овсяницы луговой в метафазе мейоза II.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у табака настоящего в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени)?

- 7.1. Когда хромосомы, соединенные в биваленты, начинают отталкиваться друг от друга?
2. В какой фазе мейоза хроматиды начинают расходиться к полюсам клетки?
3. Сколько хроматид содержится в метафазе I у гречихи обыкновенной?
4. Изобразите клетки вики посевной в анафазе мейоза II.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у смородины обыкновенной в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени).

- 8.1. Когда хромосомы имеют вид длинных тонких нитей и состоят из двух хроматид?
2. В какой фазе центромеры хромосом прикрепляются к тянущим нитям веретена деления, но не делятся?
3. В конце какой фазы образуется диада клеток?
4. Изобразите клетки тетрады у земляники лесной.
5. Сколько разных типов гамет может образоваться у льна обыкновенного в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени).

- 9.1. В какой фазе мейоза образуются биваленты?
2. Сколько бивалентов может образоваться у редьки посевной?
3. Сколько хромосом содержит одна макроспора крыжовника?
4. Изобразите клетку ржи в метафазе мейоза I.

5. Сколько разных типов гамет может образоваться у пшеницы мягкой в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени).

10.1. В какой фазе биваленты располагаются по периферии ядра?

2. В какой фазе мейоза хромосомы начинают расходиться к полюсам клетки?

3. Сколько сестринских хромосом содержится в клетках у твердой пшеницы в анафазе II?

4. Изобразите клетки ячменя многорядного в профазе мейоза II.

5. Сколько разных типов гамет может образоваться у кукурузы в результате случайного независимого сочетания материнских и отцовских хромосом (укажите показатель степени).