

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Агрономический факультет  
Кафедра генетики, селекции и семеноводства

## **ЦИТОГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ**

**методические указания**  
по проведению практических занятий аспирантов

направление подготовки  
06.06.01 – Биологические науки  
35.06.01 – Сельскохозяйственные науки

Краснодар  
КубГАУ  
2015

*Составители:* Цаценко Л. В.

**Цитогенетика растений:** метод. указания по проведению практических занятий по цитогенетике направление подготовки 06.06.01– биологические науки и 35.06.01 сельскохозяйственные науки / Л. В. Цаценко. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 70 с.

Методические указания содержат задания для проведения практических занятий и освоения материала по курсу «Цитогенетика растений».

Предназначены для аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 – биологические науки и 35.06.01 сельскохозяйственные науки.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией агрономического факультета \_\_\_\_\_ г., протокол №

Председатель  
методической комиссии

В. П. Василько

© Цаценко Л. В., 2015  
© ФГБОУ ВПО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет», 2015

# ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ ЗАНЯТИЕ 1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЦИТОГЕНЕТИКИ. ПРЕДМЕТ И ОБЛАСТЬ

1. Дайте базовые определения  
Цитогенетика –

Цели и задачи науки –

2. Укажите связи цитогенетики с другими науками.  
Приведите краткие комментарии.



---

---

---

---

---

---

---

---

3. Заполните таблицу:

Объект	Кто работал	Что было получено

4. Укажите литературу, которой пользовались, при подготовке к занятию:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

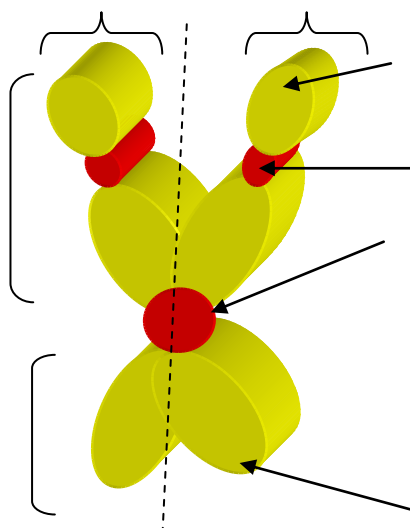
**ТЕМА 2-4. КАРИОЛОГИЯ ХРОМОСОМ. ТЕХНИКИ ПОДСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ХРОМОСОМ. ХРОМОСОМА. СТРОЕНИЕ. ФУНКЦИИ. МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ.**

**Хромосома** - постоянный компонент ядра, отличающийся особой структурой, индивидуальностью, функцией и способностью к самовоспроизведению, что

обеспечивает их преемственность, а тем самым и передачу наследственной информации от одного поколения растений и животных организмов к другому. Совокупность числа, величины и морфологии хромосом называется **кариотипом** данного вида.

Хромосома состоит из двух сестринских хроматид, объединенных первичной перетяжкой (**центромерой**). Концевые участки хромосомы называют **теломерами**. Некоторые хромосомы имеют **вторичную перетяжку (ядрышковый организатор)**. **Спутник** – это хромосомный сегмент, чаще всего гетерохроматический, расположенный дистально от вторичной перетяжки. По классическим определениям **спутник** – сферическое тельце с диаметром, равным диаметру хромосомы или меньше его, которое связано с хромосомой тонкой нитью (вторичной перетяжкой).

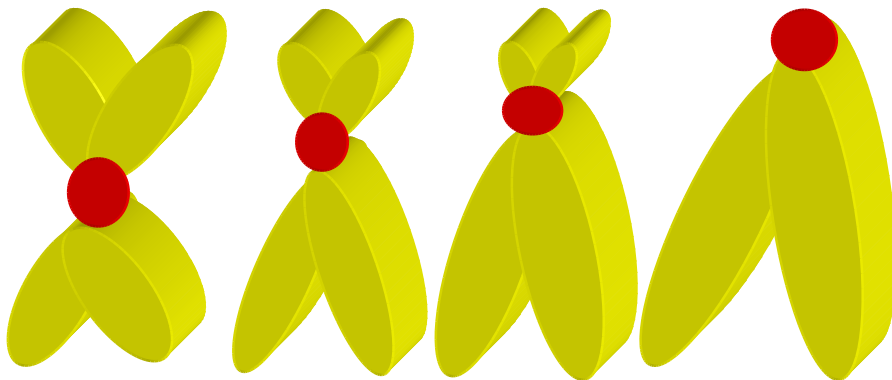
Подпишите рисунок, указав все части хромосомы.



В соответствии с местом расположения **центромеры** выделяют основные формы хромосом:

**Метацентрические** хромосомы отличаются тем, что плечи у них одинаковой или почти одинаковой длины. **Субметацентрические** хромосомы имеют плечи разной длины. У **акроцентрических** хромосом центромера расположена близко к одной из теломер. **Изохромосома** имеет генетически идентичные плечи в результате деления центромеры по горизонтали.

Подпишите типы хромосом и укажите соотношение плеч:



Соотношение плеч:	Соотношение плеч:	Соотношение плеч:	Соотношение плеч:

**Хроматин** - основной компонент клеточного ядра. В среднем в хроматине 40% приходится на ДНК и около 60% на белки. Способность к дифференциальному окрашиванию легла в основу выявления двух фракций хроматина – **гетеро** – и **эухроматина**. Хейтц, открывший это

явление, нашел, что определенные участки хромосом остаются в конденсированном состоянии в течение всего клеточного цикла, сильно окрашиваются, и назвал их *гетерохроматин*, а участки, деконденсирующиеся в конце митоза и слабо окрашенные – *эухроматином*. Эухроматин более активен, в нем есть гены, отвечающие за жизненно-важные функции организма.

При анализе морфологии хромосом принимают во внимание следующие признаки: длину плеч, положение центромеры, наличие вторичной перетяжки или **спутника**. В работе используется классификация по методике ВИР Л.И. Абромовой (1965, 1971).

Длинные хромосомы обозначаются буквой **L** (от английского слова long), средние – **M**, короткие – **S**. При срединном положении центромеры у метацентрических хромосом говорят о медианной центромере (**m**); у субметацентрических хромосом центромера субмедианная (**s**); положение центромеры у акроцентрических хромосом сдвинуто к одному из коротких плеч и обозначается буквой **a**.

Характеристика хромосомы записывается в виде заглавной буквы, обозначающей ее размер, и малой буквы в виде нижнего индекса, отмечающей положение центромеры. Наличие вторичной перетяжки (**c**) указывается в виде верхнего индекса заглавной буквы. Цифры перед заглавной буквой указывают на число пар сходных хромосом в гаплоидном наборе хромосом.

Зарисуйте хромосомы, кариологии которых соответствуют следующие обозначения:

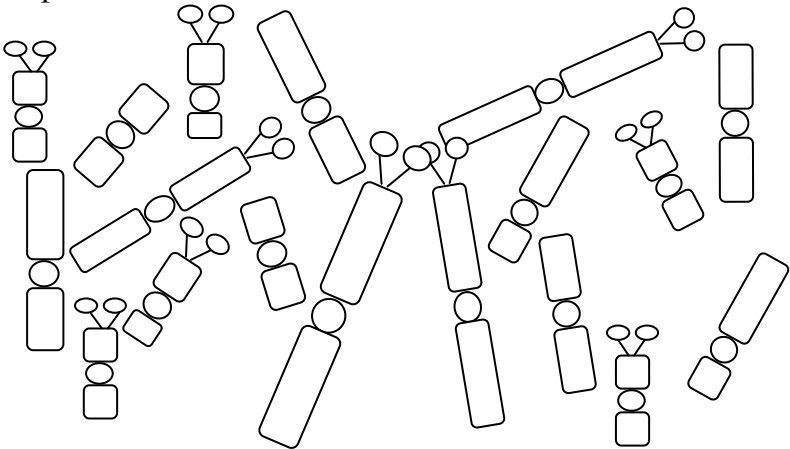
$L_m$		$L_s$		$L_a$	
$L_m^c$		$L_s^c$		$L_a^c$	
$M_m$		$M_s$		$M_a$	
$M_m^c$		$M_s^c$		$M_a^c$	
$S_m$		$S_s$		$S_m^c$	$S_s^c$



3. Укажите гетеро- и эухроматин в хромосомах:



3. Опишите кариотип хромосом на примере следующих метафазных пластинок:



$2n =$   
формула:

$2n =$   
формула:

#### 4. Вставьте пропущенные слова:

В ядре клетки различают следующие составные части: \_\_\_\_\_

Хроматин подразделяется на два типа: \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

Их различие заключается в том, что \_\_\_\_\_

Хроматин представляет собой комплекс \_\_\_\_\_ с \_\_\_\_\_, он образует \_\_\_\_\_.

Часть ядра, в которую погружен хроматин и ядрышки, называется \_\_\_\_\_.

Оболочка ядра состоит из \_\_\_\_\_, в которых имеются \_\_\_\_\_, обеспечивающие взаимосвязь ядра и цитоплазмы клетки.

Ядерная область у прокариот называется \_\_\_\_\_, она не имеет \_\_\_\_\_

и \_\_\_\_\_.

Ядрышки состоят из \_\_\_\_\_.

В ядре они образуются в области \_\_\_\_\_.

Они выполняют функции \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

Хромосома состоит из \_\_\_\_\_ сестринских \_\_\_\_\_.

Она может иметь \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_ перетяжки.

Первичная перетяжка называется \_\_\_\_\_, она \_\_\_\_\_.

на два \_\_\_\_\_. Вторичная перетяжка называется \_\_\_\_\_, в чем отражаются ее функции.

Конечный участок плеча называется \_\_\_\_\_.

Спутник – это \_\_\_\_\_.

Хромосомы, имеющие спутник, называются \_\_\_\_\_.

При соотношении плеч 1 : 1 хромосомы называются \_\_\_\_\_,

при соотношении плеч 1 : 2 - \_\_\_\_\_,

1 : 3 - \_\_\_\_\_, 1 : 0 - \_\_\_\_\_.

5. Выполните тестовые задания:

- а. Постоянный компонент ядра, отличающийся особой структурой, индивидуальностью, способностью к самовоспроизведению и обеспечивающий передачу наследственной информации, называют:
- б. Ядрышком
- в. Центромерой
- г. Ядрышковым организатором
- д. Хромосомой

2. Основное вещество, из которого состоит хромосома, называют:

- а. Хроматином
- б. Хромомером
- в. Белком
- г. ДНК

3. Хроматин состоит из:
- а. ДНК и белков
  - б. РНК и белков
  - в. Только белков
  - г. ДНК и РНК
4. Доядерные белки, входящие в состав хроматина, называют:
- а. Альбуминами
  - б. Основными белками
  - в. Гистонами
  - г. Глобулинами
5. Хромосома обладает следующими функциями:
- а. Информационная, транспортная, транскрипционная
  - б. Информационная, сегрегационная, структурно – организационная, транскрипционная, рекомбинационная
  - в. Сегрегационная, структурно – организационная, транскрипционная, рекомбинационная
  - г. Структурно – организационная, транскрипционная, рекомбинационная, информационная
6. В клеточном цикле выделяют два альтернативных состояния хромосомы:
- а. Конденсированное и деконденсированное
  - б. Суперспирализованное и спирализованное
  - в. Эухроматиновое и хроматиновое
  - г. Гетерохроматиновое и хроматиновое

7. Первичная перетяжка хромосом - это:
- а. Ядрышковый организатор
  - б. Центромера
  - в. Хромомера
  - г. Теломера
8. Расположение хромосом в экваториальной плоскости в стадии метафазы обеспечивает:
- а. Веретено деления
  - б. Центромера
  - в. Ядрышковый организатор
  - г. Теломера
9. Ориентацию хромосом на веретене деления относительно полюсов обеспечивает:
- а. Центриоль
  - б. Центромера
  - в. Спутник
  - г. Теломера
10. Перемещению хромосом или хроматид к полюсам деления способствует:
- а. Спутник
  - б. Вторичная перетяжка
  - в. Плечо хромосомы
  - г. Центромера
11. Центромер, распределенный по всей длине хромосомы, называют:
- а. Теломерным
  - б. Диффузным
  - в. Локализованным

г. Ядрышковым организатором.

12. Хромосомы, которым свойственен диффузный центромер, называют:

- а. Ацентрическими
- б. Голоцентрическими
- в. 3.Моноцентрическими
- г. Метacentрическими.

13. Центромер, сосредоточенный в одном участке хромосомы, называют:

- а. Диффузным
- б. Локализованным
- в. Ацентрическим
- г. Голоцентрическим

14. Хромосому, у которой отсутствует центромера, называют:

- а. Дицентрической
- б. Моноцентрической
- в. Акроцентрической
- г. Ацентрической

15. Хромосому, обладающую двумя центромерами, называют:

- а. Акроцентрической
- б. Моноцентрической
- в. Дицентрической
- г. Ацентрической

16. Вторичную перетяжку хромосом еще называют:
- Теломерой
  - Кинетохором
  - Центромерой
  - Ядрышковым организатором
17. В образовании ядрышек принимает участие:
- Первичная перетяжка
  - Вторичная перетяжка
  - Плечи
  - Кинетохор
18. Ядрышки выполняют функцию:
- Синтеза РНК
  - Синтеза АТФ
  - Синтеза ДНК
  - Синтеза хромосом
19. В контакте с микротрубочками веретена деления участвует:
- Плечо хромосомы
  - Кинетохор
  - Теломера
  - Ядрышко организатор
20. Теломера – это:
- Тело хромосомы
  - Плечо хромосомы
  - Область первичной перетяжки
  - Концевой участок хромосомы

21. Закономерности строения теломеры выявил:
- а. Меллер
  - б. Хейтц
  - в. Левенгук
  - г. Флемминг
22. Стабильность телу хромосомы придает:
- а. Теломера.
  - б. Кинетохор.
  - в. Ядрышко организатор
  - г. Плечо хромосомы.
23. Эта структура хромосомы укорачивается при каждом ее последующем делении:
- а. Плечо хромосомы.
  - б. Кинетохор.
  - в. Теломера.
  - г. Ядрышковый организатор.
24. Лимит на количество делений клетки называется:
- а. Ограничение Хейтца
  - б. Барьер Хейфлинка
  - в. Предел Флеминга
  - г. Комплекс Гольджи
25. Кинетохор расположен в области:
- а. Теломеры
  - б. Центромеры
  - в. Спутника
  - г. Плеч хромосомы.



26. Хромосома называется спутничной, если у нее имеется:

- а. Ядрышковый организатор
- б. Плечо хромосомы
- в. Теломера
- г. Кинетохор.

27. Сегмент, отделенный от тела хромосомы вторичной перетяжкой, называют:

- а. Теломерой
- б. Центромерой
- в. Спутником
- г. Плечом хромосомы.

28. Спутник хромосомы с диаметром вдвое или еще меньше диаметра хромосомы, называется:

- а. Микроспутником
- б. Линейным спутником
- в. Интеркалярным спутником
- г. Макроспутником

29. Спутник хромосомы, локализованный на ее конце, называется:

- а. Терминальным спутником
- б. Линейным спутником
- в. Интеркалярным спутником
- г. Макроспутником

30. Спутник хромосомы с диаметром вдвое больше диаметра хромосомы, называют:

- а. Макроспутником
- б. Терминальным спутником

- в. Интеркалярным спутником
- г. Линейным спутником

31. Спутник, локализованный между двумя вторичными перетяжками, называют:

- а. Терминальным спутником
- б. Микроспутником
- в. Интеркалярным спутником
- г. Линейным спутником

32. Спутники, имеющие форму длинного хромосомного сегмента, называют:

- а. Линейным спутником
- б. Терминальным спутником
- в. Интеркалярным спутником
- г. Линейным спутником

33. Спутничный район составляет:

- а. Только спутник
- б. Спутник и вторичная перетяжка
- в. Только вторичная перетяжка
- г. Спутник, вторичная перетяжка и плечо хромосомы

34. Спутничная хромосома характеризуется наличием:

- а. Кинетохора
- б. Вторичной перетяжки
- в. Центриолей
- г. Теломер

35. Уплотнения в гетерохроматиновых районах хромосом называют:

- а. Ядрышковые организаторы
- б. Тельца Барра
- в. Кинетохор
- г. Хромомер

36. Неоднородное окрашивание различных участков хромосом основными красителями обнаружил:

- а. Бальбиани
- б. Хейтц
- в. Вавилов
- г. Гольджи

37. Наиболее интенсивно воздействию основных красителей подвергаются:

- а. Эухроматиновые участки
- б. Хроматиновые участки
- в. Гетерохроматиновые участки
- г. Хромомерные участки.

38. Слабая окраска при воздействии основных красителей характерна для:

- а. Хромомерных участков.
- б. Хроматиновых участков
- в. Эухроматиновых участков
- г. Гетерохроматиновых участков.

39. Эти районы хроматина располагаются главным образом на ядерной оболочке:

- а. Эухроматиновые участки
- б. Хроматиновые участки

- в. Гетерохроматиновые участки
- г. Хромомерные участки.

40. Данный тип хроматина распределен по всему объему ядра:

- а. Гетерохроматин
- б. Хроматин
- в. Хромомер
- г. Эухроматин

41. Участки хромосом, которые не деспирализуются в интерфазе, называются:

- а. Хромоцентрами
- б. Хроматином
- в. Гетерохроматином
- г. Хромомерными участками.

42. Участок гетерохроматина, способный временно переходить в конденсированное состояние, обозначают как:

- а. Структурный гетерохроматин
- б. Факультативный гетерохроматин
- в. Хромомер
- г. Эухроматин

43. Хроматин, содержащий наиболее активные гены и способный к конденсации во время деления клетки, называется:

- а. Эухроматином
- б. Хроматином
- в. Гетерохроматином
- г. Хромомерными участками.

44. Хроматин, всегда находящийся в конденсированном состоянии, называют:
- а. Гетерохроматин
  - б. Хроматин
  - в. Хромомер
  - г. Эухроматин
45. Эухроматин расположен в области:
- а. Кинетохора
  - б. Плеч хромосомы
  - в. Теломер
  - г. Центромеры
46. Гетерохроматин локализован в области:
- а. Кинетохора
  - б. Плеч хромосомы
  - в. Центромеры и теломер
  - г. Теломер
47. Гены, которые отвечают за проявление половых признаков, характерны для:
- а. Гетерохроматина
  - б. Хроматина
  - в. Хромомеров
  - г. Эухроматина
48. Хроматин, для которого характерен обедненный генетический состав, это:
- а. Эухроматин
  - б. Хроматин
  - в. Гетерохроматин
  - г. Полухроматин

49. Повышенная частота хромосомных перестроек характерна для:

- а. Хроматина
- б. Эухроматина
- в. Хроматид
- г. Гетерохроматина

50. В продольном отношении хромосома делится на:

- а. Плечи
- б. Теломеры
- в. Хроматиды
- г. Центриоли

51. При делении хроматид в продольном отношении образуется:

- а. Плечо
- б. Хромонема
- в. Хроматин
- г. Хромомера

52. Наиболее плотные участки хромонем называют:

- а. Хромомерами
- б. Хроматином
- в. Хроматидами
- г. Хромоцентрами

53. По расположению первичной перетяжки различают следующие типы хромосом:

- а. Метacentрические, субметacentрические, акроцентрические, изохромосомы
- б. В – хромосомы, политенные хромосомы

- в. Дицентрические, ацентрические хромосомы
  - г. Метacentрические, субметacentрические, ацентрические
54. Генетически идентичные плечи имеют:
- а. Субметacentрические хромосомы
  - б. Изохромосомы
  - в. Акроцентрические хромосомы
  - г. Метacentрические хромосомы
55. Плечи одинаковой длины имеют:
- а. Метacentрические хромосомы
  - б. Изохромосомы
  - в. Акроцентрические хромосомы
  - г. Субметacentрические хромосомы
56. Соотношение плеч 1:2 характерно для:
- а. Метacentрических хромосом
  - б. Изохромосом
  - в. Акроцентрических хромосом
  - г. Субметacentрических хромосом
57. В акроцентрических хромосомах плечи соотносятся:
- а. Как 1:1
  - б. Как 1:2
  - в. Как 1:3
  - г. Как 1:0
58. Соотношение плеч 1:3 свойственно для:
- а. Метacentрических хромосом
  - б. Изохромосом
  - в. Акроцентрических хромосом
  - г. Субметacentрических хромосом

59. Различают следующие типы хромосом по функциям:
- А – хромосомы, В – хромосомы, хромосомы типа «ламповых щеток», политенные хромосомы
  - Метацентрические хромосомы, изохромосомы, акроцентрические хромосомы, субметацентрические хромосомы
  - Изохромосомы, акроцентрические хромосомы, субметацентрические хромосомы
  - А – хромосомы, В – хромосомы, хромосомы типа «ламповых щеток»
60. Хромосомы основного набора называют:
- В - хромосомами
  - А - хромосомами
  - Хромосомами типа «ламповых щеток»
  - Политенные хромосомами
61. Хромосомы дополнительного набора называют:
- Хромосомами типа «ламповых щеток»
  - А - хромосомами
  - В - хромосомами
  - Политенные хромосомами
62. Хромосомы, присутствие которых не обязательно, обозначают как:
- А - хромосомы
  - В - хромосомы
  - Хромосомы типа «ламповых щеток»
  - Политенные хромосомы
63. Эти хромосомы служат резервом информации вида:
- Хромосомы типа «ламповых щеток»



- б. В - хромосомы
- в. А - хромосомы
- г. Политенные хромосомы

64. Отличительной особенностью этих хромосом являются их чрезвычайно малые размеры:

- а. А - хромосомы
- б. В - хромосомы
- в. Хромосомы типа «ламповых щеток»
- г. Политенные хромосомы

65. Данные хромосомы не гомологичны ни одной из А-хромосом:

- а. Хромосомы типа «ламповых щеток»
- б. В - хромосомы
- в. А - хромосомы
- г. Политенные хромосомы

66. В этих хромосомах не содержится никакого генетического материала:

- а. В - хромосомами
- б. А - хромосомами
- в. Хромосомами типа «ламповых щеток»
- г. Политенные хромосомами

67. Хромосомы такого типа фенотипически никак не проявляются:

- а. А - хромосомы
- б. В - хромосомы
- в. Хромосомы типа «ламповых щеток»
- г. Политенные хромосомы

68. Одним из первых эти хромосомы наблюдал Э. Вильсон (1905) у клопа:

- а. Хромосомы типа «ламповых щеток»
- б. В - хромосомы
- в. А - хромосомы
- г. Политенные хромосомы

69. Эти хромосомы еще называют «сверхчисленными», добавочными:

- а. В - хромосомами
- б. А - хромосомами

## **ТЕМА 5-6. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕЙОЗА. ПОДСЧЕТ ХРОМОСОМ В М1 МЕЙОЗА.**

**Мейоз** – это форма ядерного деления, сопровождающаяся уменьшением числа хромосом с диплоидного до гаплоидного и изменением генетического материала. Результат мейоза - образование клеток с гаплоидным набором хромосом - **половых клеток**.

Биологическое значение мейоза:

1. Благодаря редукции числа хромосом в результате мейоза в ряду поколений при половом размножении обеспечивается постоянство числа хромосом.

2. Независимое распределение хромосом обеспечивает рекомбинацию генов, относящихся к одной группе сцепления (находящихся в одной хромосоме).

3. Кроссинговер в профазе I мейоза обеспечивает рекомбинацию генов, относящихся к одной группе сцепления (находящихся в одной хромосоме).

4. Случайное сочетание гамет при оплодотворении вкупе с вышеперечисленными процессами способствует генетической изменчивости.

Мейоз состоит из двух последовательных делений, первое из которых называется **редукционным**, а второе – **эквационным**.

Зарисуйте фазы мейоза

Фаза	События	Морфологическая картина
<b>ПРОФАЗА I</b>		
<b>Пахитена</b>	<b>Стадия толстых нитей.</b> Стадия завершенной или полной конъюгации хромосом. Происходит утолщение и укорочение хромосом в составе бивалента за счет их спирализации. Гомологичные хромосомы перекрещиваются, между ними возникают хиазмы.	В ядре имеются толстые нити, расположенные попарно. Эта стадия удобна для изучения тонкого строения хромосом.
<b>Диплотена</b>	Между гомологичными хромосомами в составе бивалента происходит <b>кроссинговер</b> – обмен участками.	В ядре имеются толстые нити, расположенные неупорядоченно

	<p>Происходит частичная деконденсация хромосом, при этом часть генов может работать, происходят процессы транскрипции (образование РНК), трансляции (синтез белка); гомологичные хромосомы остаются соединенными между собой.</p>	
<b>Диакинез</b>	<p>ДНК снова максимально конденсируется, синтетические процессы прекращаются, исчезает ядерная оболочка и ядрышки; гомологичные хромосомы остаются соединенными между собой; центриоли расходятся к полюсам клетки и начинают формировать веретено деления.</p>	<p>Ядро исчезает, на его месте - клубок толстых нитей, расположенных неупорядоченно</p>
<b>МЕТАФАЗА I</b>	<p>Биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости клетки; центриоли находятся на полю-</p>	<p>Клетка окончательно теряет нормальную форму и становится округлой,</p>

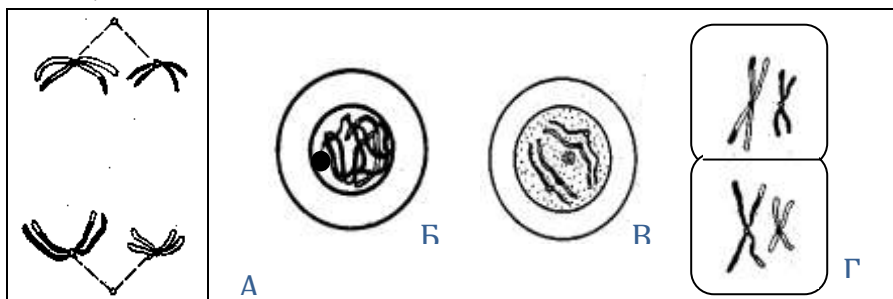
	сах и формируют веретено деления, которое присоединяется к центромерам.	ядра нет, биваленты в виде парных толстых нитей собираются у экваториальной пластинки
<b>АНАФАЗА I</b>	Происходит разделение бивалентов, и веретено деления растягивает гомологичные хромосомы к противоположным полюсам клетки.	Клетка округлой или вытянутой формы, ядра нет, хромосомы в виде толстых нитей расположены у противоположных полюсов клетки.
<b>ТЕЛОФАЗА I</b>	Очень короткая по продолжительности; происходит разделение цитоплазмы и образование двух дочерних клеток, формирование ядерной оболочки и ядрышек. Число хромосом у каждого полюса в два раза меньше, чем у материнской клетки.	Две более мелкие по размерам дочерние клетки, соединенные цитоплазматическим мостиком; ядро с толстыми нитями внутри или с большими глыбами хроматина
<b>ИНТЕРКИНЕЗ</b>	Синтетический период отсутствует, репликации	Клетка имеет присущую ей форму, имеет ядро, в ядре

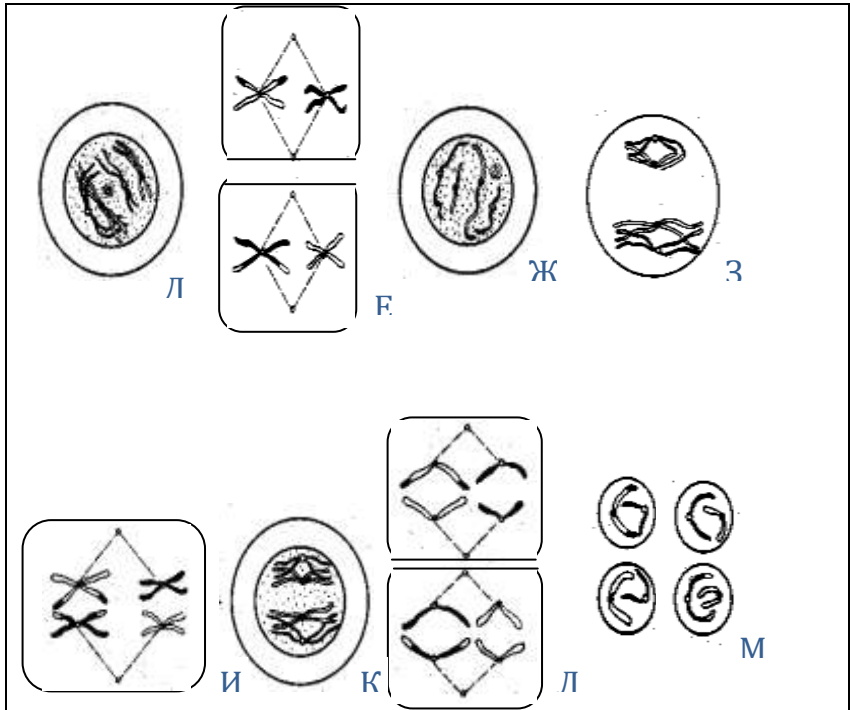
	(удвоения) ДНК не происходит	выявляется хроматин в виде точек, зерен, глыбок; как правило, имеется ядрышко
<b>ПРОФАЗА II</b>	Происходит конденсация хроматина с образованием хромосом, исчезает ядерная оболочка, ядрышко, центриоли расходятся к полюсам клетки.	Клетка начинает терять нормальную форму, на месте ядра имеется клубок толстых нитей - хромосом, расположенных неупорядоченно
<b>МЕТАФАЗА II</b>	Хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости, к их центромерам прикрепляется веретено деления, которое образуют центриоли.	Клетка окончательно теряет нормальную форму и становится округлой, ядра нет, хромосомы в виде толстых нитей собираются у экваториальной пластинки
<b>АНАФАЗА I</b>	Центромера разрывается, и сестринские хроматиды нитями веретена деления растягиваются к противоположным полюсам.	Клетка округлой или вытянутой формы, ядра нет, хромосомы в виде толстых нитей расположены у противоположных полюсов клетки

<p><b>ТЕЛОФАЗА II</b></p>	<p>Происходит процесс реконструкции интерфазного ядра: появляется ядерная оболочка, ядрышко, хромосомы деконденсируются. В итоге из одной диплоидной материнской клетки в результате мейоза образуются четыре дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом.</p>	<p>Четыре более мелкие по размерам дочерние клетки, соединенные цитоплазматическим мостиком; ядро с толстыми нитями внутри или с большими глыбами хроматина</p>
-------------------------------	--	---

**ЗАДАНИЕ:**

1. Выпишите буквенные обозначения и расположите в порядке прохождения фазы мейоза.
- 2.





А.	
Б.	
В.	
Г.	
Д.	
Е.	
Ж.	
З.	
И.	
К.	
Л.	
М.	



2. Заполните таблицу сравнения митоза и мейоза.

Признак	Митоз	Мейоз
Биологическое значение		
Количество делений		
Набор хромосом у дочерних клетках		
Особенности профазы I		
События метафазы I		
События анафазы I		
Особенности интерфазы между делениями		
Конечный продукт		

3. Вставьте пропущенные слова:

Мейоз – это \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_.

Мейоз включает в себя \_\_\_ деления, которые называются \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, потому что \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

Профаза I мейоза подразделяется на \_\_\_ подфаз:

\_\_\_\_\_.

Ключевые события профазы I – это

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

В метафазе I \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

В анафазе I \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

В телофазе I \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

В интеркинезе \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

В результате мейоза образуются \_\_\_\_ клетки, которые называются \_\_\_\_\_.

4. Выполните тестовые задания:

1. Мейоз является основой:

1. Бесполого размножения
2. Полового размножения
3. Вегетативного размножения
4. Полового и бесполого размножения

2. У дочерних клеток, образующихся в результате мейоза, набор хромосом:

1. Такой же, как у материнской клетки
2. В 2 раза больше, чем у материнской клетки
3. В 2 раза меньше, чем у материнской клетки
4. В 3 раза меньше, чем у материнской клетки

3. Биологическое значение мейоза сводится к следующему:

1. Происходит редукция числа хромосом
2. Происходит рекомбинация генного фонда
3. Происходит редукция числа хромосом и рекомбинация генного фонда
4. Образуются новые клетки

4. В ходе мейоза рекомбинация генного фонда происходит на уровне:

1. Целых хромосом, отдельных генов, группы генов
2. Отдельных генов
3. Группы генов
4. Отдельных хромосом

5. Мейоз контролирует около:

1. 50 генов
2. 30 генов
3. 120 генов
4. 1000 генов

6. В России изучением генетического контроля мейоза занимался:

1. Навашин
2. Голубовская
3. Вавилов
4. Серебровский

7. К центральному событию мейоза относится:

1. Кроссинговер между гомологичными хромосомами
2. Расхождение хромосом в анафазе I

3. Процесс узнавания, спаривания и кроссинговера между гомологичными хромосомами

4. Конъюгация хромосом

8. Профаза первого деления мейоза включает в себя следующие этапы:

1. Лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез

2. Интерфаза, метафаза, анафаза, телофаза, интеркинез

3. Пахитена, диакинез, метафаза, анафаза, телофаза

4. Анафаза, телофаза, интеркинез, интерфаза, метафаза

9. Для лептотены характерно:

1. Образование бивалентов

2. Образование тонких нитей ДНК

3. Кроссинговер

4. Синапсис

10. В зиготену происходит:

1. Образование бивалентов и кроссинговер

2. Образование бивалентов

3. Образование тетрад микроспор

4. Расхождение хромосом

11. Для пахитены характерно:

1. Образование бивалентов

2. Конденсация хромосом

3. Образование тетрад микроспор

4. Кроссинговер

12. В диплотену происходит:

1. Частичная деконденсация хромосом

2. Частичная конденсация хромосом

3. Образование бивалентов
4. Кроссинговер

13. Для диакинеза характерна:

1. Минимальная спирализация ДНК
2. Частичная конденсация хромосом
3. Исчезновение ядерной оболочки и ядрышка
4. Образование бивалентов

14. Генетически однородные хромосомы называют:

1. Бивалентами
2. Гомологичными хромосомами
3. Изохромосомами
4. Негомологичными хромосомами

15. Конъюгация происходит между:

1. Негомологичными хромосомами
2. Гомологичными хромосомами
3. Изохромосомами
4. Бивалентами

16. Образование бивалентов происходит в:

1. Профазе I
2. Метафазе I
3. Телофазе I
4. Анафазе I

17. Белковая структура, возникающая между хромосомами при синапсисе, это:

1. Синаптонемальный комплекс
2. Кроссинговер
3. Унивалент

#### 4. Хромомера

18. Процесс конъюгации сопровождается образованием:

1. Синаптонемального комплекса
2. Изохромосом
3. Унивалентов
4. Хромомер

19. Данный тип хромосом никогда не участвует в конъюгации:

1. А – хромосомы
2. В – хромосомы
3. Метацентрические хромосомы
4. Акроцентрические хромосомы

20. Процесс слияния хромосом в биваленте называют:

1. Интеркинезом
2. Кроссинговером
3. Синапсисом
4. Конденсацией

21. Взаимный обмен идентичными участками по длине гомологичных хромосом называется:

1. Конъюгация
2. Кроссинговер
3. Цитокинез
4. Синапсис

22. Места обменов гомологичными участками при кроссинговере, называется:

1. Хиазмы
2. Хромоцентры

3. Микропиле
4. Синапсис

23. Во время метафазы первого деления мейоза происходит:

1. Исчезновение ядерной оболочки и ядрышек
2. Выстраивание бивалентов в области экватора клетки
3. Процесс разделения клетки на 2 дочерние
4. Конъюгация

24. Во время анафазы первого деления мейоза происходит:

1. Разрыв бивалентов и расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки
2. Разрыв хромосом и расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки
3. Обмен гомологичными участками между гомологичными хромосомами
4. Кроссинговер

25. В некоторых случаях в конце телофазы 1 образуются:

1. Хиазмы
2. Мультиваленты
3. Диады микроспор
4. Биваленты

26. Второе деление мейоза:

1. Протекает так же, как митоз, с тем же числом хромосом
2. Протекает так же, как митоз, но с уменьшенным вдвое числом хромосом
3. Принципиально отличается от митоза

4. Протекает так же, как митоз, но с увеличением вдвое числом хромосом

27. Во время анафазы второго деления происходит:

1. Разрыв бивалентов и расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки
2. Разрыв хромосом и расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки
3. Обмен гомологичными участками между гомологичными хромосомами
4. Кроссинговер

28. В течение телофазы второго деления происходит:

1. Образование бивалентов
2. Конденсация хромосом
3. Деконденсация хромосом, образование ядерной оболочки
4. Образование бивалентов и кроссинговер

29. Первое и второе деление мейоза разделяет процесс, называемый:

1. Кроссинговером
2. Синапсисом
3. Конденсацией
4. Интеркинезом

30. Интеркинез отличается от интерфазы:

1. Скоростью протекания
2. Отсутствием редупликации ДНК
3. Образованием политенных хромосом
4. Процессы полностью идентичны



31. Конечный продукт мейоза:

1. Диада микроспор
2. Тетрада микроспор
3. Триада микроспор
4. Диплоидная клетка

#### ВОПРОСЫ:

1. Мейоз. Определение, биологическое значение.
2. Два деления мейоза. Общая характеристика фаз.
3. Характеристика профазы I мейоза, ключевые события.
4. Строение синаптонемального комплекса.
5. Эволюция мейоза.
6. Аномалии мейоза.

#### **ТЕМА 7-8. КАРИЛОГИЯ ПОЛИПЛОИДОВ. МЕТОДЫ ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.**

**Отдаленная гибридизация** – это скрещивание между двумя видами, родами или даже более крупными систематическими единицами. Получаемый в результате такого скрещивания гибрид совмещает в своем генотипе два или более чужеродных генома. У мужской и женской гамет, которые участвуют в оплодотворении, гомология хромосом либо отсутствует, либо присутствует лишь частично, в результате чего могут наблюдаться нарушения в мейозе.

При отсутствии гомологичных хромосом в профазе I мейоза биваленты не образуются, а наблюдаются лишь отдельные хромосомы (униваленты). В этом случае наблюдается неравномерное расхождение хромосом в

анафазе I и хроматид в анафазе II к полюсам клетки, и образуются гаметы с несбалансированным числом хромосом, которые погибают либо сразу, либо в результате конкуренции с нормальными гаметами и не участвуют в оплодотворении (зачатковый отбор). Если даже произойдет оплодотворение, то зигота не будет развиваться или же потомство окажется нежизнеспособным.

При частичной гомологии хромосом у отдаленного гибрида часть хромосом будет конъюгировать и образовывать биваленты (норма), или даже ассоциации из нескольких хромосом (мультиваленты), а хромосомы, не имеющие гомологичных последовательностей, будут наблюдаться в метафазе I как униваленты. Различают истинные униваленты и ложные - псевдоуниваленты. Обычно псевдоуниваленты, возникшие из одного бивалента, располагаются симметрично относительно друг друга, имея одинаковые размеры и форму. Центромера при этом ориентирована к полюсам веретена. Униваленты можно легко отличить от бивалентов, т.к. они не встраиваются в экваториальную пластинку и располагаются по всему веретену, случайно распределяются в анафазе I, делятся эквационно в анафазе II. Униваленты нередко остаются в анафазе I, образуя микроядра в диаде.

Выше отмечалось, что у отдаленных гибридов образуются мультиваленты при конъюгации частично гомологичных хромосом. При этом тривалент чаще всего образует цепочку, а квадριвалент образует либо цепочку, либо кольцо. Реже встречаются гексаваленты в виде открытой или замкнутой цепочки. Наличие мультивалентов свидетельствует о том, что генетический контроль парной (гомологичной) конъюгации ослаблен.

Из других нарушений в мейозе необходимо отметить образование мостов, многополусность и образование нескольких веретен, гетероцикличность (разная продолжительность фаз митотического цикла у геномов, входящих в ядро гибрида), цитомиксис (миграция хромосом из одной клетки в другую, чаще всего в профазе I).

Для анализа метафазных пластинок и расчета формулы метафазы I все данные заносятся в таблицу:

№	Биваленты		Униваленты	Триваленты	Квадриваленты		Формула
	открытые	закрытые			Открытые (цепь)	Закрытые (кольцо)	
1							

Заполните таблицу:

Количество конъюгирующих хромосом	Название и обозначение	Схематическое изображение
1	УНИВАЛЕНТ - I	
2	БИВАЛЕНТ - II	

	- открытый – II <sup>o</sup>	
	- закрытый – II <sup>c</sup>	
3	ТРИВАЛЕНТ - III	
4	КВАДРИВАЛЕНТ - IV - цепь - IV <sup>c</sup>	
	- кольцо - IV <sup>o</sup>	

Анализ метафазных пластинок.



Пример записи формулы при анализе метафазных пластинок:

№	Биваленты		Униваленты	Триваленты	Квадриваленты		Формула
	открытые	закрытые			Открытые (цепь)	Закрытые (кольцо)	
1	1	1	4	-	1	-	$4\Pi^C + 1\Pi^O + 1IV^C$

**Полиплоидия** – это геномная мутация, заключающаяся в увеличении числа хромосом, кратного гаплоидному набору. При **автополиплоидии** повторен один и тот же геном, а при **аллополиплоидии** – два или более разных генома (см. тему 7).

**Мейоз у автополиплоидов.** Чаще всего для нормального протекания мейоза оптимальна четная плоидность, так как в этом случае каждая хромосома имеет себе гомолога, и не одного, а даже больше (у тетраплоидов – 4 гомологичных хромосомы, у гексаплоидов – 6, у октаплоидов – 8 и т.д.) В этом случае у тетраплоидов обязательное условие образования сбалансированных – диплоидных – продуктов мейоза – это образование **квадривалентов**. Из-за нарушений конъюгации хромосом часто возникают споры с набором хромосом больше или меньше гаплоидного, что приводит к их пониженной жизнеспособности у растений и в результате к пониженной фертильности у полиплоидов.

Максимальные нарушения в распределении хромосом наблюдаются в мейозе у несбалансированных полиплоидов с нечетным числом хромосомных наборов.

Так, триплоидные формы почти всегда полностью стерильны. Это связано с тем, что три экземпляра гомологичных хромосом даже при тривалентной конъюгации расходятся независимо – две к одному полюсу, одна – к другому. Следствием этого является высокий уровень стерильности – почти полное отсутствие семян.

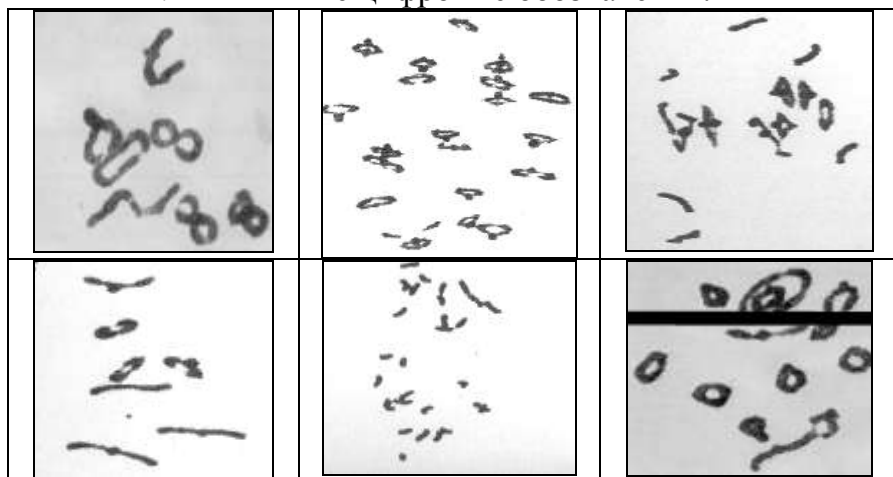
**Мейоз у аллополиплоидов.** Чаще всего полиплоидные ряды растений не результат автополиплоидизации, а следствие объединения различных геномов путем гибридизации. Очевидно, при гибридизации геномов двух разных видов даже с одинаковым числом хромосом у полученного гибрида трудно ожидать нормального течения мейоза. Конъюгация хромосом в профазе I мейоза будет нарушена из-за отсутствия гомологов. Если же геномы А и В, объединившиеся в гибриде, удвоятся (ААВВ), т.е. произойдет полиплоидизация, то фертильность его будет восстановлена, поскольку теперь такие хромосомы могут образовывать нормальные пары при конъюгации. Собственно, именно так и поступают при синтезе новых форм путем отдаленной гибридизации (см. тему 8).

**Гаплоиды** – это организмы, содержащие  $n$  набор хромосом, т.е. такой набор, в котором ни одна хромосома не имеет себе гомологичной пары. **Мейоз гаплоидов**, следовательно, характеризуется значительными отклонениями. В метафазе I из-за отсутствия партнеров в большинстве клеток образуются только униваленты, но иногда встречаются и биваленты. В AI распределение хромосом происходит неравномерно, некоторые хромосомы делятся на хроматиды уже в I делении, иногда это деление происходит вблизи полюса, так что обе хроматиды, по-видимому, попадают в одно ядро.

Второе деление мейоза (эквационное) протекает также аномально. Часто оно происходит только в одном ядре, в результате возникают не тетрада, а триада. Как правило, клетки триад неодинаковые по размерам и в целом меньше, чем у тетрад, а тем более диад. В тетрадах микроспоры тоже не всегда одинаковые по размерам, что вполне объяснимо неравномерным расхождением хромосом в АІ. Но даже там, где распределение произошло равномерно, из-за негомологичности хромосом тетрады содержат разные наборы хромосом в микроспорах. Такие микроспоры и при одинаковых размерах вряд ли будут жизнеспособными.

### ЗАДАНИЕ:

1. Выпишите цифровые обозначения:



2. Вставьте пропущенные слова:



Нарушения в мейозе у отдаленных гибридов, у полиплоидов и гаплоидов в основном связаны с \_\_\_\_\_

Стерильность отдаленных гибридов обусловлена \_\_\_\_\_

В мейозе у отдаленных гибридов помимо бивалентов (норма) могут еще образовываться \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_. Для преодоления стерильности отдаленных гибридов может быть использован метод \_\_\_\_\_.

У тетраплоидов образование нормальных продуктов мейоза связано с образованием в профазе I \_\_\_\_\_ валентов.

У триплоидов в мейозе в основном наблюдаются \_\_\_\_\_ валенты и \_\_\_\_\_ валенты, по сравнению с тетраплоидами они обладают \_\_\_\_\_ фертильностью, \_\_\_\_\_ потому что \_\_\_\_\_

У гаплоидов в мейозе наблюдаются в основном \_\_\_\_\_ валенты, но встречаются и \_\_\_\_\_ валенты.

3. Выполните тестовые задания:

1. Парные соединения удвоенных гомологичных хромосом называют:

1. Унивалентом
2. Бивалентом
3. Тривалентом
4. Квадривалентом

2. Хромосому, не нашедшую гомологичной пары, называют:

1. Мультивалентом
2. Унивалентом
3. Тривалентом
4. Квадривалентом

3. В процессе конъюгации трех хромосом образуется:

1. Квадривалент
2. Унивалент
3. Тривалент
4. Мультивалент

4. При синапсисе четырех хромосом образуется:

- 1 Унивалент
2. Мультивалент
3. Тривалент
4. Квадривалент

5. При конъюгации более двух хромосом образуется:

1. Квадривалент
2. Унивалент
3. Тривалент
4. Мультивалент

6. Число бивалентов идентично:

1. Гаплоидному числу хромосом
2. Диплоидному числу хромосом
3. Триплоидному числу хромосом
4. Тетраплоидному числу хромосом

6. Структура, обеспечивающая оптимальное расстояние между хромосомами в биваленте, называется:

1. Теломерой
2. Синаптонемальным комплексом
3. Унивалентом
4. Хромомерой

7. Сформированные в процессе мейоза две дочерние клетки из одной материнской, называются:

1. Диалы микроспор
2. Тетрады микроспор
3. Триады микроспор
4. Диплоидная клетка

8. Сформированная в конце мейоза одноядерная клетка называется:

1. Диалда микроспор
2. Тетрада микроспор
3. Триада микроспор
4. Монада

9. Сформированные в процессе мейоза три дочерние клетки из одной материнской, называют:

1. Диалы микроспор
2. Тетрады микроспор
3. Триады микроспор

4. Диплоидная клетка

10. Сформированные в процессе мейоза четыре дочерние клетки из одной материнской, называют:

1. Диады микроспор
2. Тетрады микроспор
3. Триады микроспор
4. Диплоидная клетка

11. При наличии в конечном продукте мейоза более четырех ядер, говорят об образовании:

1. Диад микроспор
2. Тетрад микроспор
3. Триад микроспор
4. Полиад.

12. Тип развития тетрад, при котором в тетрадах наблюдается неконденсированный хроматин:

1. Цитомиксис
2. Кроссинговер
3. Цитокинез
4. Синапсис

13. При двуступенчатом мейозе:

1. Биваленты состоят из 4 хроматид
2. Биваленты состоят из 2 хроматид
3. Кроссинговера не происходит
4. Конъюгации не происходит

14. Мейоз, при котором удвоения ДНК в синтетическом периоде не происходит, а каждая хромосома состоит из одной хроматиды, называется:

1. Одноступенчатый
2. Двуступенчатый
3. Трехступенчатый
4. Четырехступенчатый

15. Критическим периодом в мейозе у автополиплоидов являются стадии:

1. Профазы 1, метафазы 1
2. Метафазы 1
3. Телофазы 1
4. Интеркинеза.

16. Особенностью течения профазы 1 мейоза у аллополиплоидов является:

1. Частичная конъюгация или полное ее отсутствие
2. Образование только бивалентов
3. Образование только унивалентов
4. Отсутствие синапсиса

17. Для данного типа мейоза характерно отсутствие кроссинговера:

1. Одноступенчатый
2. Двуступенчатый
3. Трехступенчатый
4. Четырехступенчатый

18. В результате нарушений мейоза формируются:

1. Полноценные гаметы
2. Униваленты
3. Полиплоиды
4. Несбалансированные гаметы

## ВОПРОСЫ:

1. Отдаленная гибридизация как метод.
2. Полиплоидия. Механизмы, типы полиплоидии.
3. Гаплоидия. Характеристика.
4. Анеуплоидия. Характеристика.
5. Причины, типы и возможные следствия аномалий мейоза у отдаленных гибридов, полиплоидов и гаплоидов.
6. Методы преодоления стерильности отдаленных гибридов.
7. Примеры отдаленных гибридов и восстановления их фертильности.
8. Эволюция мейоза.

### **Тема 9. Кариология пшеницы. Генная и хромосомная инженерия.**

1. Укажите полиплоидный ряд пшеницы. Приведите примеры.

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Заполните таблицу

**Типы анеуплоидов мягкой пшеницы**

№ п.п	Название	Конфигурация хромосом в метафазе I мейоза
1	Нуллисомики	
2	моносомики	
3	дисомики	
4	трисомики	
5	тетрасомики	
6	нулли-тетрасомики	
7	монотелосомики	
8	дителосомики	
9	монотелодисомики	
1	двойные	
0	монотелосомики	
1	двойные	
1	дителосомики	
1	димонотелосомики	
2		
1	моносомные	
3	дополнения	
1	дисомные	
4	дополнения	
1	моно-пшеничные и	
5	моно-чужеродные замещения	
1	ди-чужеродные	
6	замещения	

2. Укажите труды ученых - цитогенетиков пшеницы, что было ими сделано.





Опишите схему микроспорогенеза:

Опишите схему формирования половых клеток у растений:

### **Методы определения фертильности, стерильности и жизнеспособности пыльцы. Методы цитогенетического мониторинга.**

Принято различать термины **жизнеспособность** и **оплодотворяющая способность** пыльцы. Отмечают, что жизнеспособность пыльцы можно определить как способность мужского гаметофита к росту на соответствующих тканях пестика, а оплодотворяющую способность или зиготический потенциал пыльцевого зерна как способность вызывать полное оплодотворение. Оплодотворяющую способность пыльцы еще называют **фертильностью**.

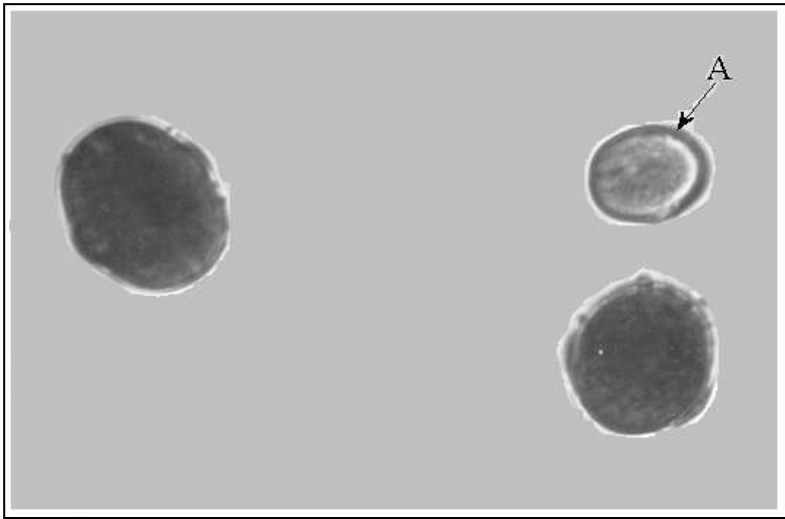
Для определения фертильности пыльцы используют два метода: ацетокарминовый и иодный.

**Ацетокарминовый метод.** Фиксируют пыльники со зрелой пыльцой в фиксаторе Карнуа (3 части спирта и 1 часть ледяной уксусной кислоты). Продолжительность фиксации от 30 минут до нескольких часов. Материал промывают и хранят в 80-% спирте. Из спирта пыльник переносят на предметное стекло и раздавливают в капле ацетокармина. Убрав лишние ткани, препарат накрывают покровным стеклом и осторожно подогревают на спиртовке.

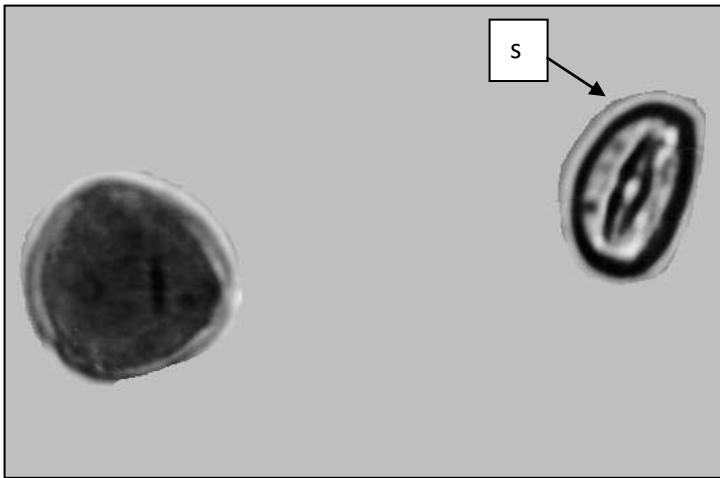
У фертильных пыльцевых зерен зернистая цитоплазма и спермии окрашены в густой карминово-красный цвет. Стерильные пыльцевые зерна почти не окрашиваются кармином или окрашиваются неравномерно. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах гибели. Спермиев в таких пыльцевых зернах нет.

**Иодный метод.** Удобным оказался иодный метод определения фертильности пыльцы. В основе этого метода лежит определение крахмала при помощи иодной реакции. Фертильные и стерильные пыльцевые зерна отличаются по содержанию крахмала; обычно фертильное пыльцевое зерно полностью заполнено крахмалом, а стерильное не имеет его совсем или содержит следы.

Зрелые пыльники вскрывают двумя иглами на предметном стекле, смачивают иодным раствором и, удалив лишние ткани, накрывают покровным стеклом. Под микроскопом можно легко отличить фертильные пыльцевые зерна по темно-фиолетовому (почти черному) цвету. Стерильные пыльцевые зерна остаются неокрашенными, т.к. не содержат крахмала или имеют следы его. Неокрашенными оказываются и оболочки пыльцевых зерен (см.рис.).



Б

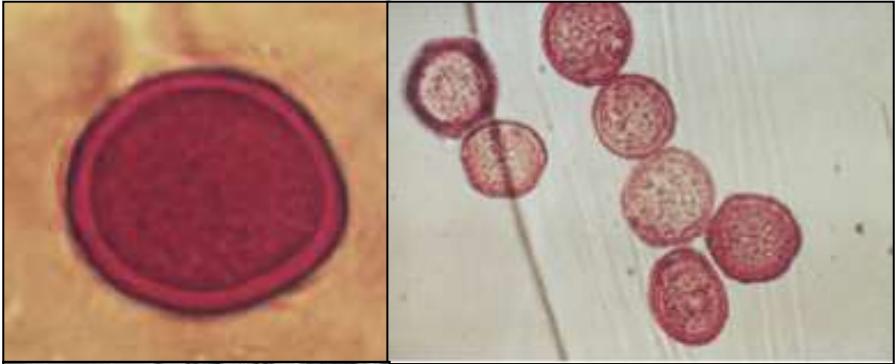


Фертильные и стерильные пыльцевые зерна после окраски йодным методом:

А - донника лекарственного;

Б - люцерны посевной.

Какие ошибки могут встретиться при анализе фертильных и стерильных пыльцевых зерен:



А – хорошо окрашенное пыльцевое зерно, Б - неравномерно окрашенные пыльцевые зерна, В – Крупные и мелкие пыльцевые зерна.

### **Жизнеспособность пыльцы**

Известно несколько методов определения жизнеспособности пыльцы в лабораторных условиях. Пыльцы либо проращивают на искусственной среде во влажной камере, либо определяют наличие в ней ферментов, связанных с жизненными процессами.

## **Определение жизнеспособности пыльцы методом П.И. Диакону**

О жизнеспособности пыльцы судят по наличию активных дыхательных ферментов дегидрогеназ, в присутствии которых бесцветный раствор 2,3,5 – трифелитетразола хлористого восстанавливается в формазан ярко-красного цвета. Погибшие пыльцевые зерна остаются бесцветными.

Пыльцу помещают в 1-2 капли 0,5-0,1%-ного раствора 2,3,5-трифенилтетразола хлористого в 1/15М фосфатного буфера Серенсена с рН 7,17, накрывают покровным стеклом и ставят в термостат при 37<sup>0</sup>С на 20-30 минут. Под микроскопом просматривают 5 полей зрения в каждом из 3-5 препаратов. Окрашенные в красный цвет пыльцевые зерна относят к жизнеспособным.

Метод дает четкие результаты при работе со многими сельскохозяйственными культурами.

### **ЗАДАНИЕ:**

1. Определите фертильность пыльцы в процентах из средней части колоса пшеницы и лилии. Результаты занесите в таблицу. Просмотрите не менее 100 пыльцевых зерен.

№ поля зрения	Объект исследования	Число пыльцевых зерен	
		фертильных	стерильных

2. Вставьте пропущенные слова:

Фертильность пыльцы – это \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Жизнеспособность пыльцы -  
это \_\_\_\_\_

Фертильность пыльцы определяют

\_\_\_\_\_ методом, при кото-  
ром \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ или  
\_\_\_\_\_ методом, в основе которого  
лежит определение \_\_\_\_\_. Фертиль-  
ные зерна в этом случае можно отличить по

\_\_\_\_\_, а стерильные пыльцевые зер-  
на \_\_\_\_\_

Жизнеспособность пыльцы определяют методом  
\_\_\_\_\_, который основан на

\_\_\_\_\_

Жизнеспособные зерна под микроскопом выглядят  
\_\_\_\_\_, а нежизнеспособные -

3. Выполните тестовые задания:

1. Пыльцевые зерна являются:

1. Одноклеточными
2. Двуклеточными
3. Трехклеточными

4. Четырёхклеточными

2. Способность мужского гаметофита к росту на соответствующих тканях пестика:

1. Жизнедеятельность
2. Стерильность
3. Оплодотворяющая способность
4. Жизнеспособность

3. Потенциал пыльцевого зерна вызвать полное оплодотворение называют:

1. Жизнедеятельность
2. Стерильность
3. Оплодотворяющая способность
4. Фертильность

4. Продолжительность жизнеспособности пыльцы:

1. Один месяц
2. Несколько лет
3. Несколько часов
4. Суток.

5. Клетки, составляющие гнездо пыльника, называются:

1. Фиброзной тканью
2. Спорогенной тканью
3. Тапетумом
4. Андроцеом

6. Внешний слой стенки пыльника преобразуется в покровную ткань:

1. Эндотений
2. Эпидермис

3. Тапетум

4. Археспорий

7. Бугорок тычинок даёт начало:

1. Тычиночной нити

2. Пыльнику

3. Тычиночной нити и пыльнику

4. Двум спермиям

8. Спорогенная ткань - это комплекс клеток, составляющих:

1. Гнездо пыльника

2. Пыльник

3. Бугорок пыльника

4. Эпидермис

9. Сложная пыльца представляет собой:

1. Скопление пыльцевых зерен

2. Микроспоры соединенные в тетрады во время гамето-генеза

3. Структуру многогранной формы

4. Структуру шестигранной формы

10. В результате жизнедеятельности микроспоры происходит образование ...

1. 2 оболочек

2. 1 оболочка

3. 3 оболочек

4. 4 оболочек

11. К защитной оболочке пыльцевого зерна относится:

1. Интина

2. Экзина



3. Ксилема
4. Флоэма

12. Последовательность формирования оболочки пыльцевого зерна .

1. Экзина, затем интина,
2. Интина, затем экзина
3. Только экзина
4. Обе оболочки формируются одновременно

13. Интина состоит из:

1. Флоэмы
2. Пектина
3. Целлюлозы
4. Глюкозы

14. Цитоплазма в пыльцевых зернах при гаметогенезе распределяется следующим образом:

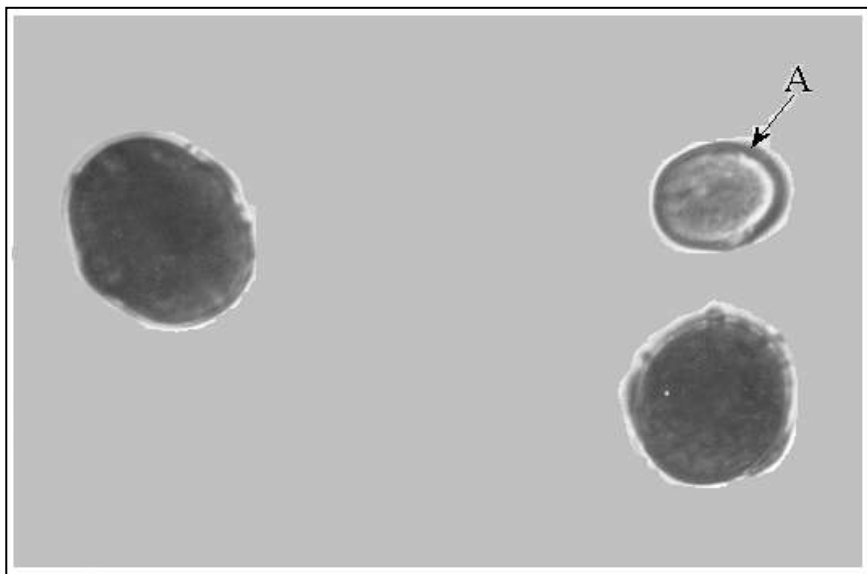
1. Наименьшее количество на генеративном полюсе
2. Наибольшее количество на генеративном полюсе
3. Равное количество на генеративном и вегетативном полюсе
4. Сконцентрирована в центре

15. После деления первичного ядра пыльцевого зерна образуется:

1. Генеративная клетка
2. Вегетативная клетка
3. Два спермия
4. Один спермий

16. Стрелкой обозначено:

1. Фертильное пыльцевое зерно
2. Стерильное пыльцевое зерно
3. Яйцеклетка
4. Зигота



17. При анализе фертильных и стерильных пыльцевых зерен могут встретиться следующие ошибки:

1. Хорошо окрашенное пыльцевое зерно
2. Неравномерно окрашенное пыльцевое зерно
3. Крупные и мелкие пыльцевые зерна
4. Допустимы все варианты ответа

ВОПРОСЫ:

1. Понятие фертильности и стерильности пыльцы.
2. Понятие жизнеспособности пыльцы.

3. Методы определения фертильности и стерильности пыльцы.
4. Возможные ошибки при определении фертильности и стерильности пыльцы.
5. Методы определения жизнеспособности пыльцы.
6. Методы цитогенетического мониторинга.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атабекова, А.И. Цитология растений / А.И. Атабекова, Е.И. Устинова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 244 с.
2. Батыгина Т. Б. Пыльник как модель изучения морфогенетических потенций и путей морфогенеза/ Т. Б. Батыгина // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 1: Генеративные органы цветка. – СПб.: Мир и семья, 1994. – С. 120–121.
3. Батыгина Т. Б. Размножение растений / Т. Б. Батыгина, В. Е. Васильева. – СПб.: Изд-во «Санкт-Петербургского университета», 2002. – 232 с.
4. Билич, Г.Л. Цитология / Г.Л. Билич, Г.С. Катинас, Л.В. Назарова. – СПб.: Деан, 1999. – 111 с.
5. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М. С. Гилярова. – 2-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 864 с.
6. Босток, К. Хромосома эукариотической клетки / К. Босток, Э. Самнер. – М.: Мир, 1981. – 598 с.

7. Дарлингтон, С.Д. Хромосомы. Методы работы / С.Д. Дарлингтон, Л.Ф. Лакур. – М.: Атомиздат, 1980. – 320 с.
8. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. - Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 2002. – 458 с.
9. К де Дюв. Путешествие в мир живой клетки.-М.: Мир, 1987. - 252 с.
10. Коровин О. А. Анатомия и морфология высших растений. Книга-сайт / О. А. Коровин. – Режим доступа: <http://knigosite.ru/library/read/12330>.
11. Круглова, Н. Н. Анализ развития пыльников и пыльцевых зерен амброзии трехраздельной и циклахемны дурнишникалистной: возможные критические стадии / Н. Н. Круглова, А. А. Катасонова, А. Г. Есина, С. В. Нурмиева // Вестник ОГУ, 2009. – № 6. – С. 176–178.
12. Круглова Н. Н. Оценка качества пыльцевых зерен в зрелых пыльниках остролодочника сходного в условиях интродукции / Н. Н. Круглова // Вестник Удмуртского университета. – Вып. 1. – 2011. – С. 67–74.
13. Куприянов П. Г. Диагностика систем семенного размножения в популяциях цветковых растений. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1989. – 160 с.
14. Левина Р. Е. Репродуктивная биология семенных растений. – М.: Наука, 1981. – 96 с.
15. Мельникова Т. А. Аномальная пыльца рода *Pinus* L. как индикатор палеоклиматических флюктуаций в позднем голоцене / Т. А. Мельникова // Вестник ДВО РАН. – 2004. – № 3. – С. 178–182.
16. От микроспоры – к сорту / Т. Б. Батыгина [и

- др.]. – М.: Наука, 2010. – 174 с.
17. Паушева В.П. Практикум по цитологии растений. М., Колос, 1981.
  18. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
  19. Пухальский, В.А. Цитология и цитогенетика растений / В.А. Пухальский, А.А. Соловьев, В.Н. Юрцев. М.: МСХА, 2004. – 118с.
  20. Реймерс Н. Ф. Популярный биологический словарь / Н. Ф. Реймерс. – М.: Наука, 1990. – 554 с.
  21. Репродуктивная биология покрытосеменных растений. Генетический словарь / С. И. Малецкий, Е. В. Левитес, С. О. Батурин, С. С. Юданова. – Новосибирск: Институт цитологии и генетики СО РАН, 2004. – 106 с.
  22. Ригер Э. Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь. М.: Мир, 1967. – 607с.
  23. Хромосомные числа цветковых растений.- Л.: Наука, 1969. – 167 с.
  24. Цаценко Л. В. Пыльцевой анализ сельскохозяйственных растений: метод. пособие / Л. В. Цаценко, А. С. Синельникова, С. Н. Нековаль. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2012. – 56 с.
  25. Цаценко Л.В., Бойко Ю.С. Цитология. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 185 с.
  26. Ченцов Ю.С. Общая цитология. М., МГУ, 1984. – 284 с.

# ЦИТОГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ

*Методические указания*

*Составители:* **Цаценко** Людмила Владимировна

Подписано в печать

Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ .

Усл. печ. л. – 4,8. Уч.-изд. л. – 3,3.

Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного  
аграрного университета.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13