

Жизненные циклы

Генетическая система вида характеризуется:

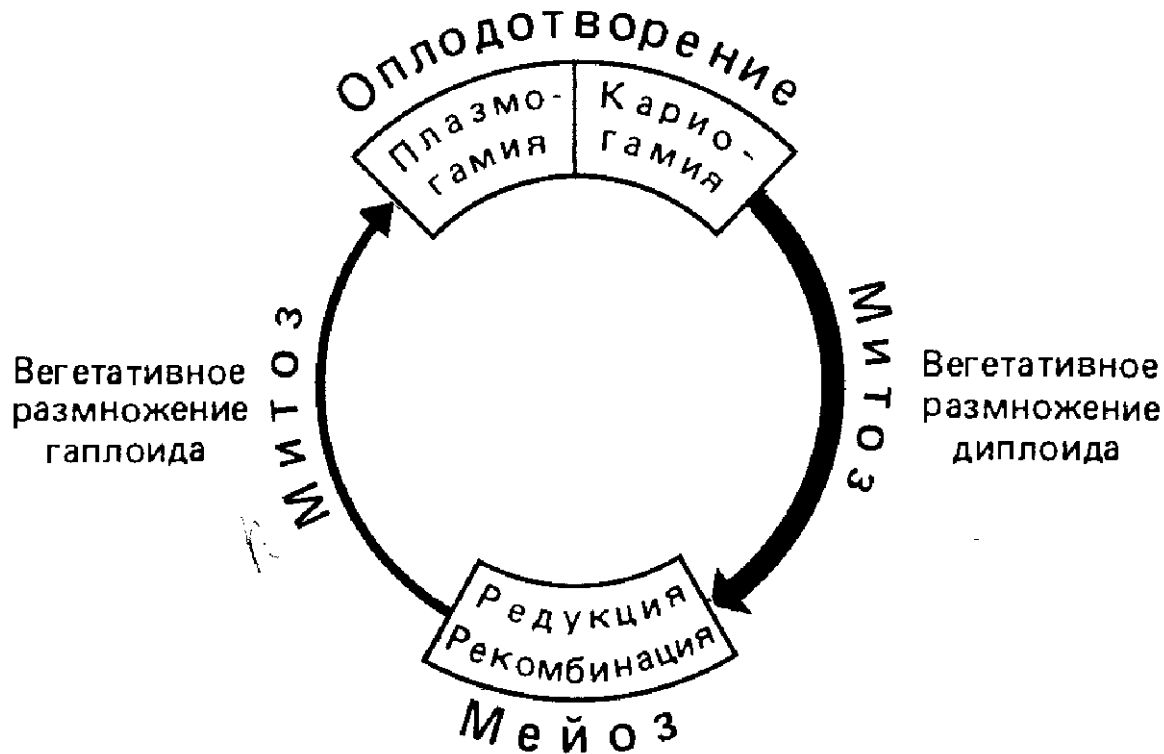
- соотношением процессов, обеспечивающих константность организмов и их изменчивость в связи с рекомбинацией (а следовательно, с распространением перекрестного и самооплодотворения)
- темпом и характером мутационной изменчивости

Жизненные циклы

Особенности жизненных циклов разных групп организмов:

- 1) генетический контроль половых различий или иных типов несовместимости, определяющих характер объединения генетического материала разных особей и клеток;
- 2) длительность и способ смены дипло- и гаплофазы;
- 3) способ оплодотворения и характеристика зиготы;
- 4) особенности рекомбинации.

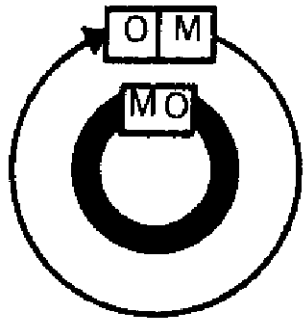
Процессы, ведущие к рекомбинации у эукариот



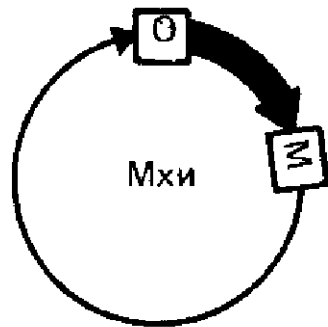
Обобщенная схема жизненного цикла у эукариотических организмов

Разнообразие жизненных циклов у эукариот

Эукариотические микроорганизмы
(грибы, водоросли простейшие)



Крайний вариант



Промежуточные варианты

Крайний вариант

М – мейоз

О - оплодотворение

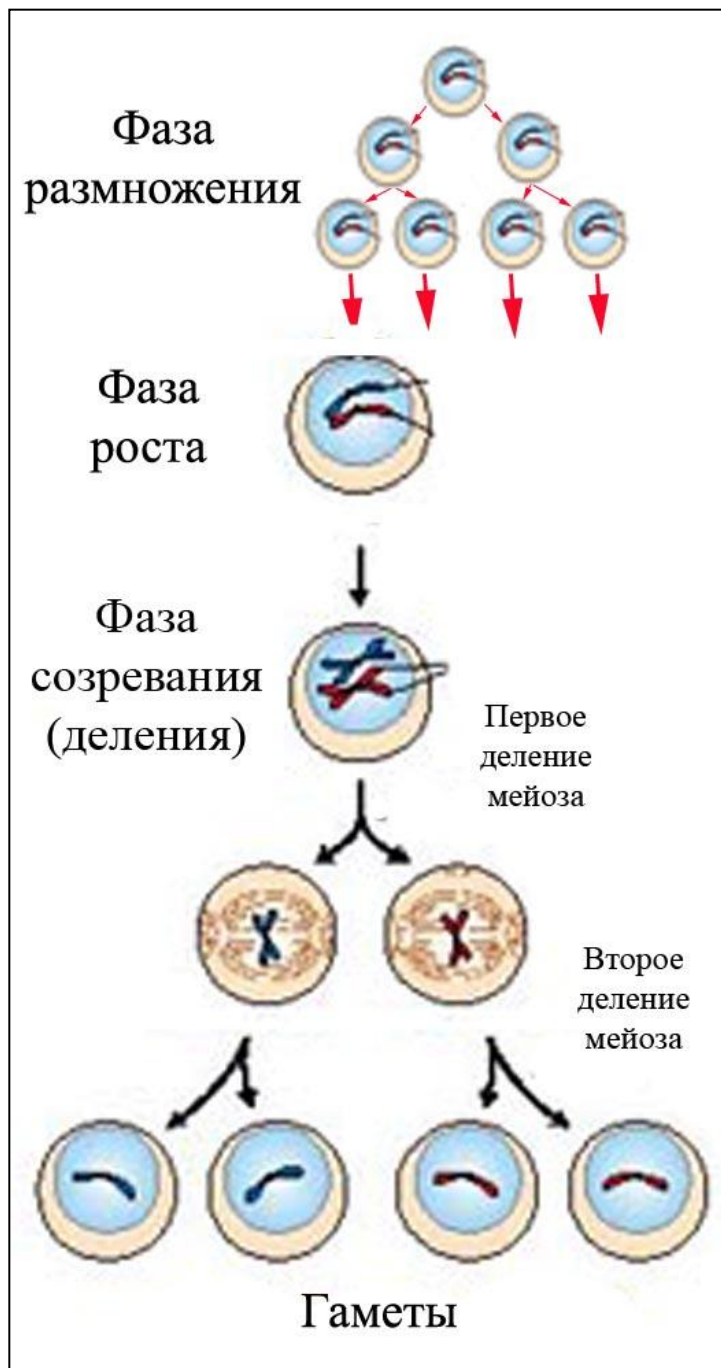
Гаметогенез и оплодотворение у животных



Жизненный цикл многоклеточных животных представлен диплоидной стадией, а гаплоидны только половые клетки.

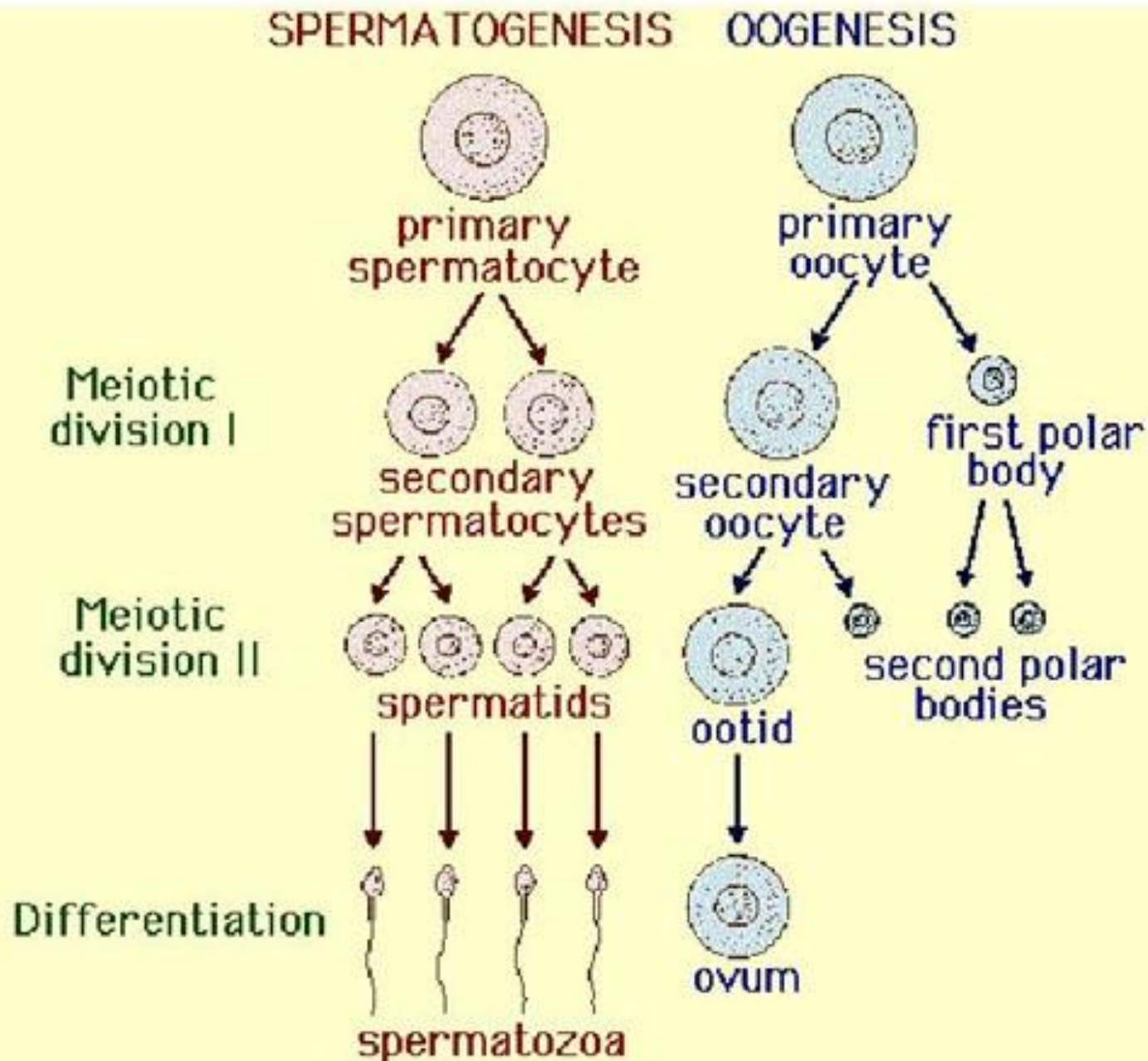
Генетические системы многоклеточных животных основаны преимущественно на:

- раздельнополости
- перекрестном оплодотворении (за исключением случаев гермафродитизма)

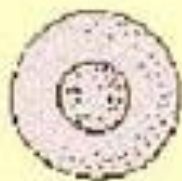


**Схема
гаметогенеза**

СПЕРМАТОГЕНЕЗ И ООГЕНЕЗ

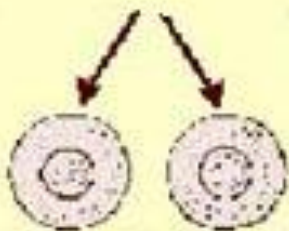


Фаза
созревания



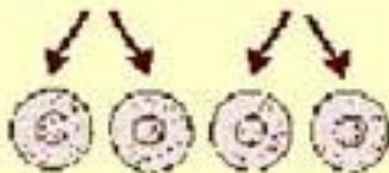
Сперматоциты 1-порядка

Первое деление
мейоза



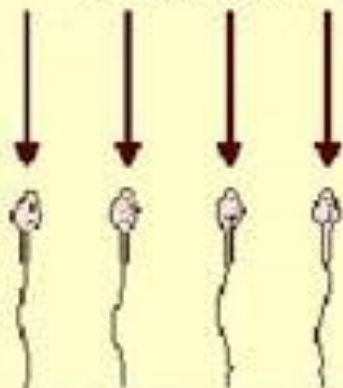
Сперматоциты 2-порядка

Второе деление
мейоза



Сперматиды

Фаза
формирования



Сперматозоиды

*Схема
сперматогенеза*

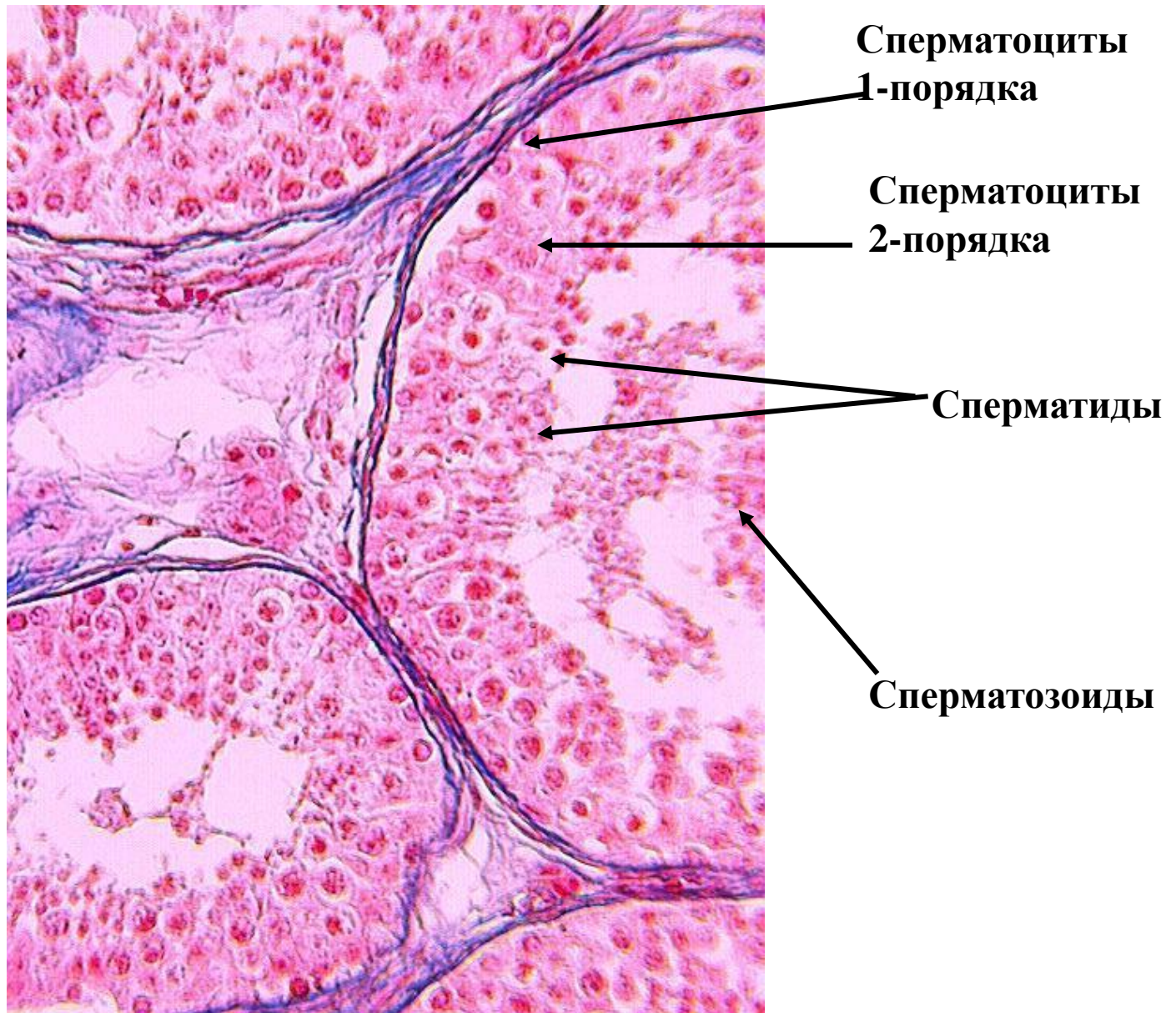
**Базальная
мембрана
семенного
канальца**

**Полость
семенного
канальца (со
сперматозоидами)**



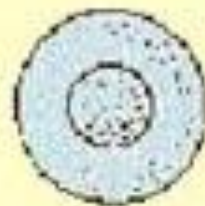
**Формирующиеся
половые клетки**

*Поперечный срез через семенные
канальцы семенников человека*



Разные фазы формирования гамет в стенке и полости семенного канальца

Фаза
созревания



Овоцит 1-порядка

Первое деление
мейоза



Овоцит
2-порядка



Первое
полярное
тельце

Второе деление
мейоза



Второе
полярное
тельце



Яйцеклетка

Схема овогенеза

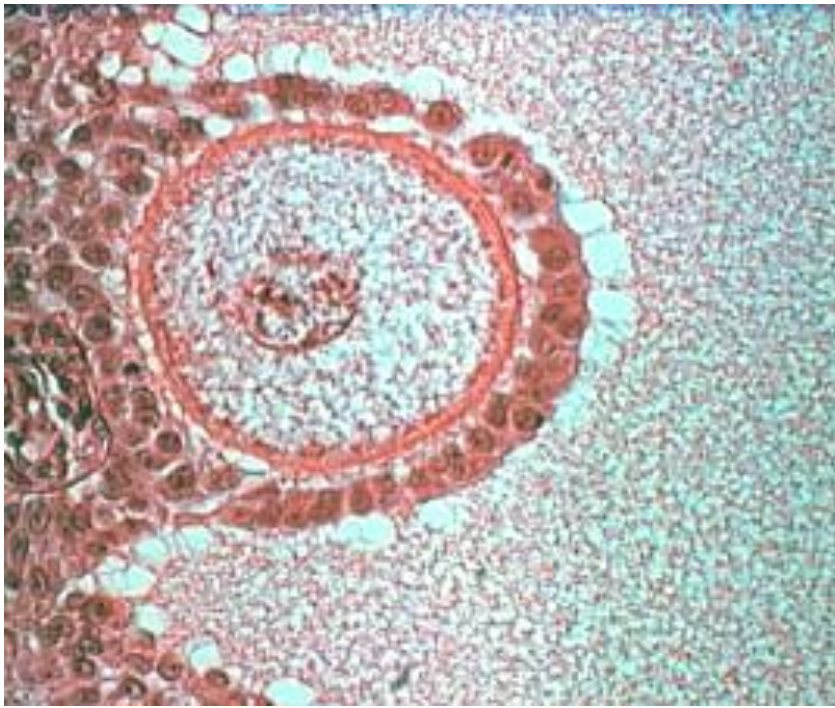
Яйцеклетка

Полость фолликула



Клетки стенки фолликула

Фолликул яичника



*Овоцит 2-го порядка в
стенке фолликула*

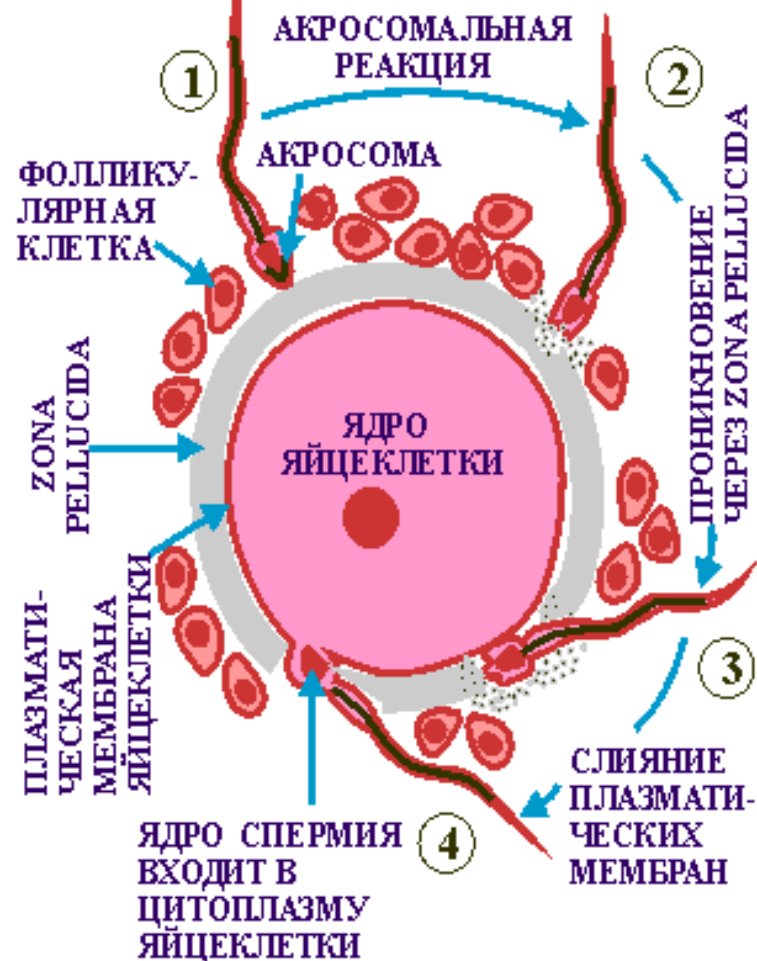


*Оплодотворенная яйцеклетка в
маточной трубе*

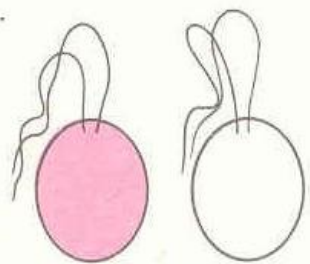
Оплодотворение



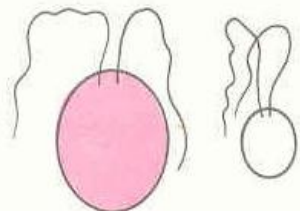
СВЯЗЫВАНИЕ
СПЕРМАТО-
ЗОИДА С ZONA
PELLUCIDA



Типы оплодотворения



Изогамия

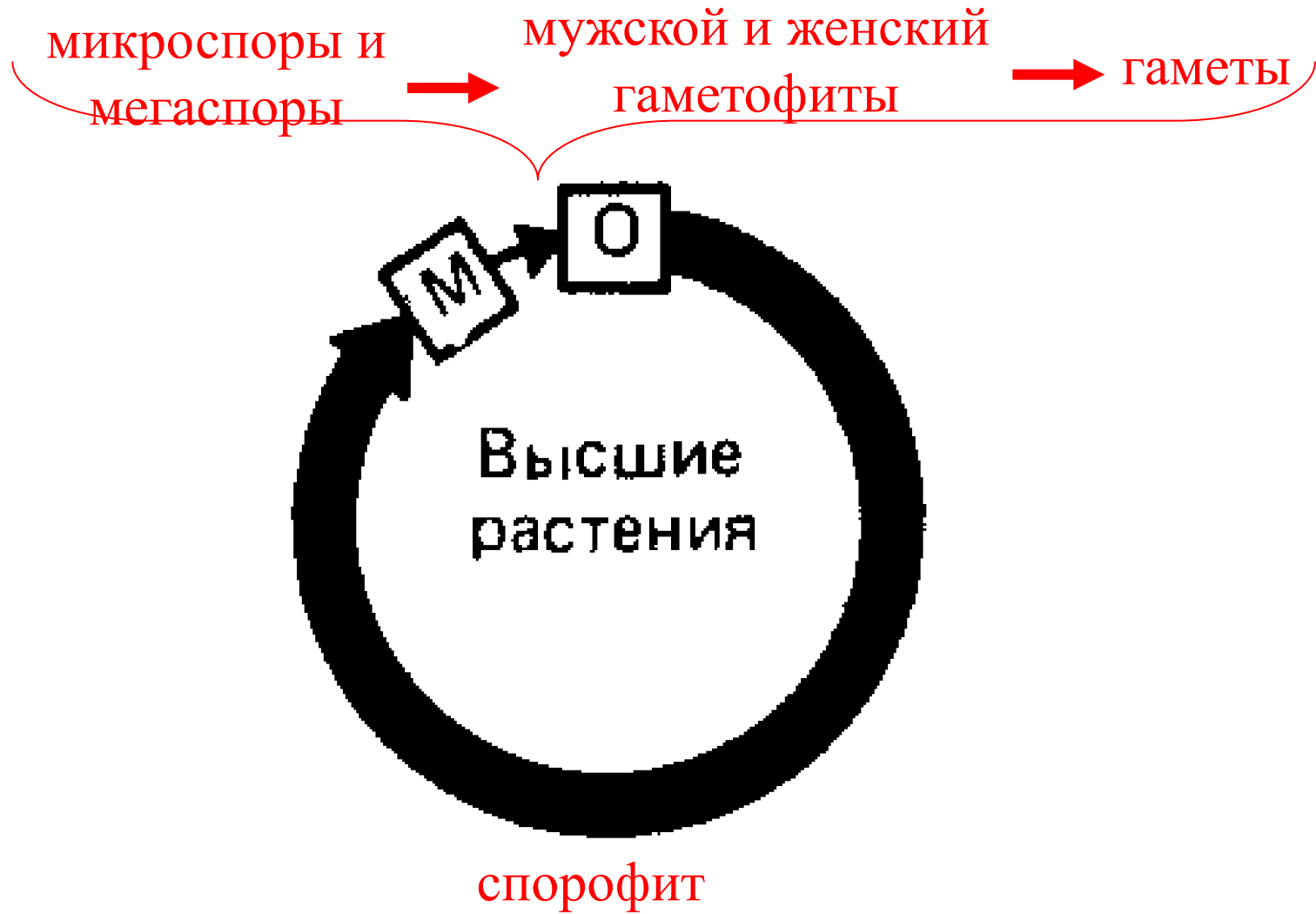


Анизогамия

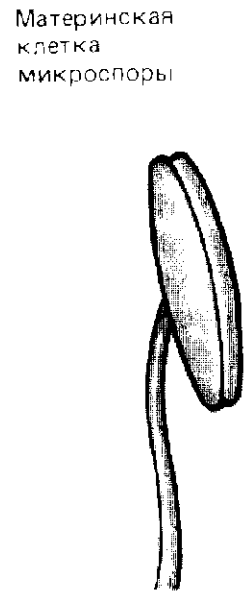


Оогамия

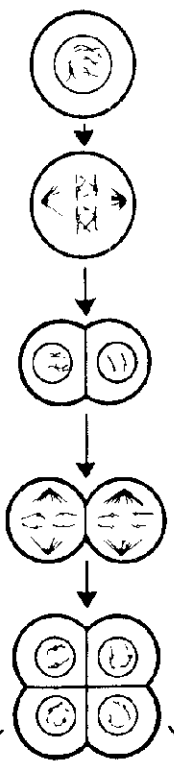
Цветковые растения



**М
И
К
р
о
с
п
о
р
о
г
е
н
е
з**



Материнская клетка микроспоры



Синапсис гомологичных хромосом

Метафаза I

Метафаза II

Тетрада микроспор

Первый митоз в микроспорах

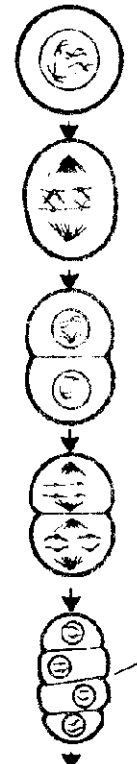
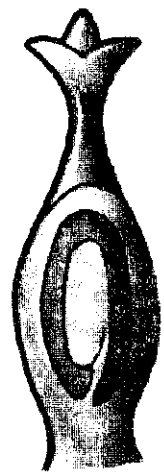
Ядро пыльцевой трубки

Спермии

Зреющие пыльцевые зерна

А

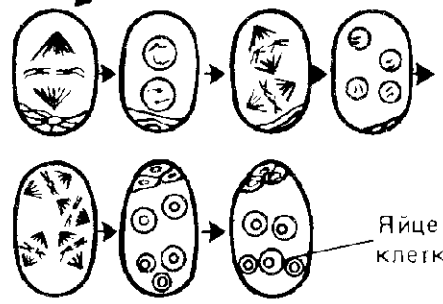
Материнская клетка мегаспоры



Тетрада мегаспор

Дегенерация трех мегаспор

Развитие гаплофазы



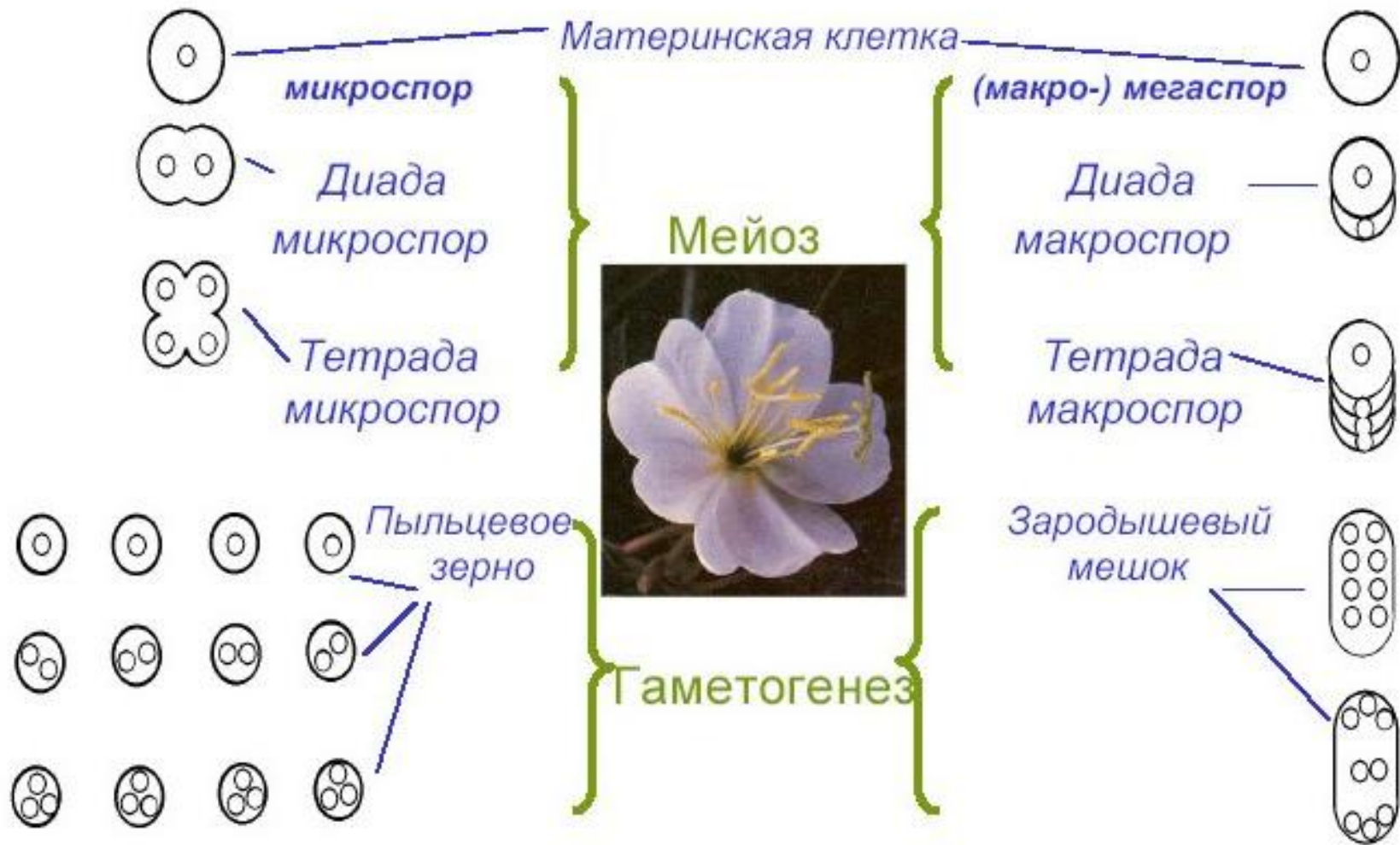
Яйце-клетка

Зреющий зародышевый мешок

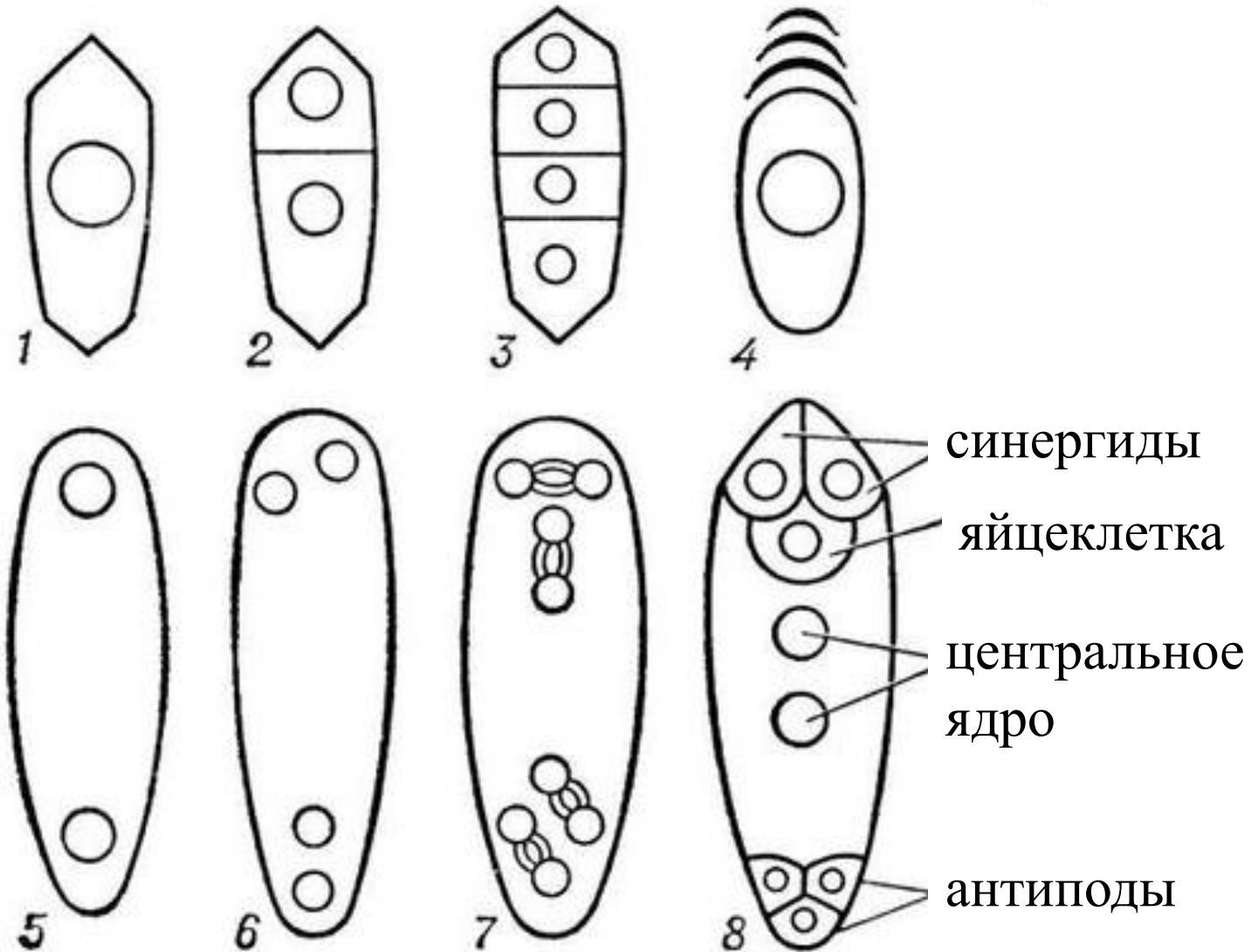
Б

**М
е
г
а
с
п
о
р
о
г
е
н
е
з**

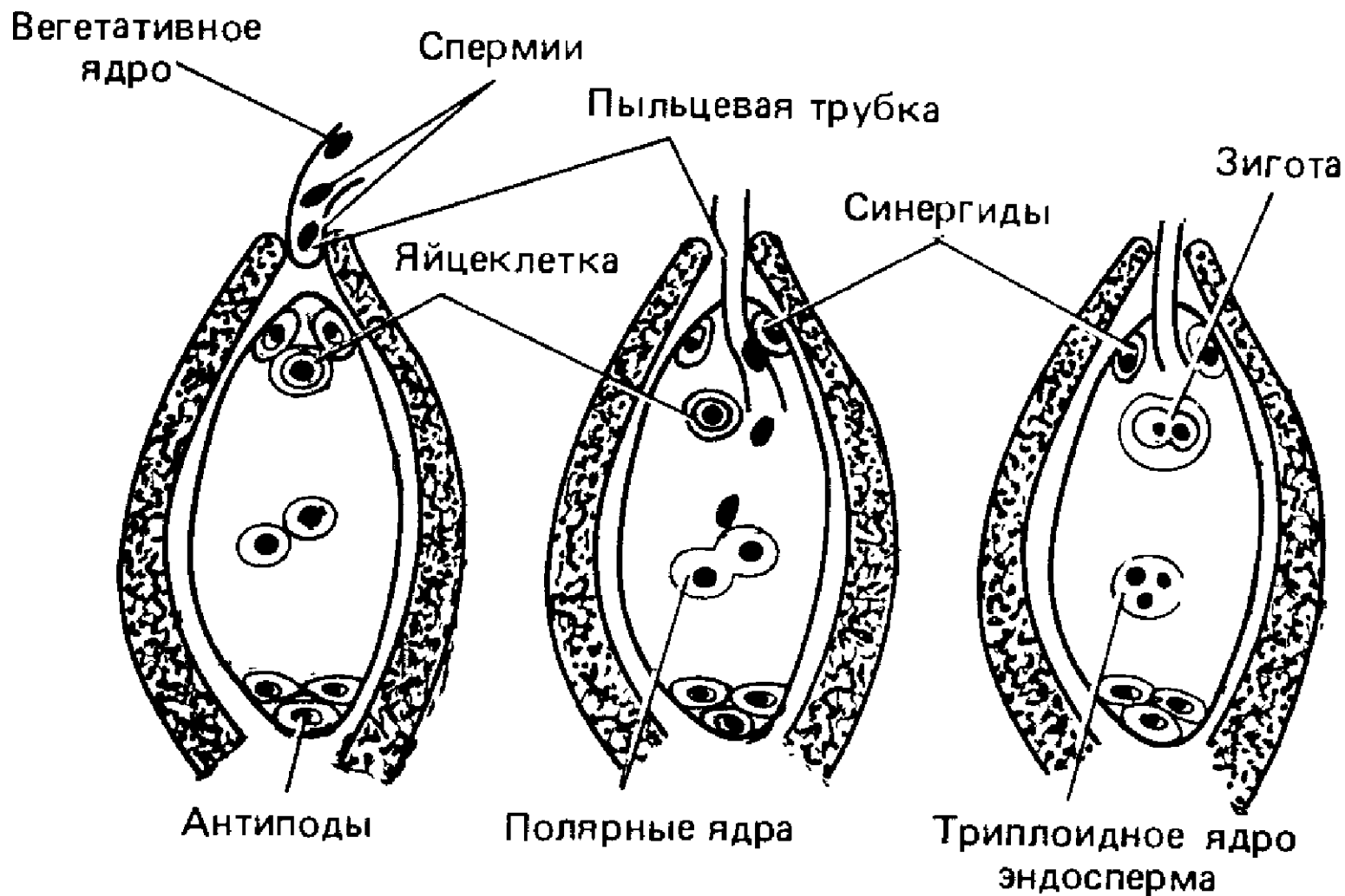
Микро- и (макро-) мегаспорогенез у растений



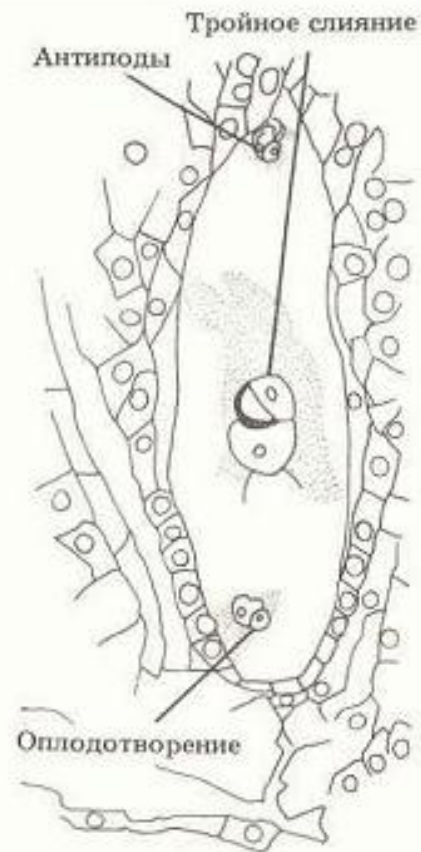
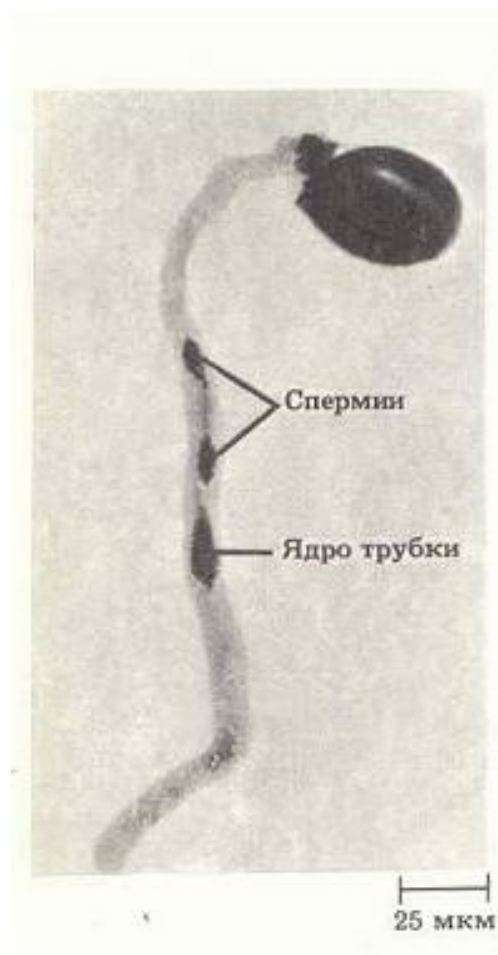
Формирование зародышевого мешка



Двойное оплодотворение (С. Г. Навашин, 1898, 1915)



Двойное оплодотворение (С. Г. Навашин, 1898, 1915)



Прорастающее
пыльцевое зерно

Зародышевый мешок

Несовместимость у растений

```
graph TD; A[Несовместимость у растений] --> B[Гомоморфическая]; A --> C[Гетероморфическая]; B --> D[Гаметофитная]; B --> E[Спорофитная]; C --- F["(гетеростилия)"]; C --- G["связана с морфологическими различиями в строении цветков в популяции"];
```

Гомоморфическая

реакция, препятствующая оплодотворению, происходит между пыльцой и тканями пестика. Цветки в популяции растений не имеют морфологических различий

Гетероморфическая

(гетеростилия)
связана с морфологическими различиями в строении цветков в популяции

Гаметофитная

определяется генотипом пыльцы по генам несовместимости

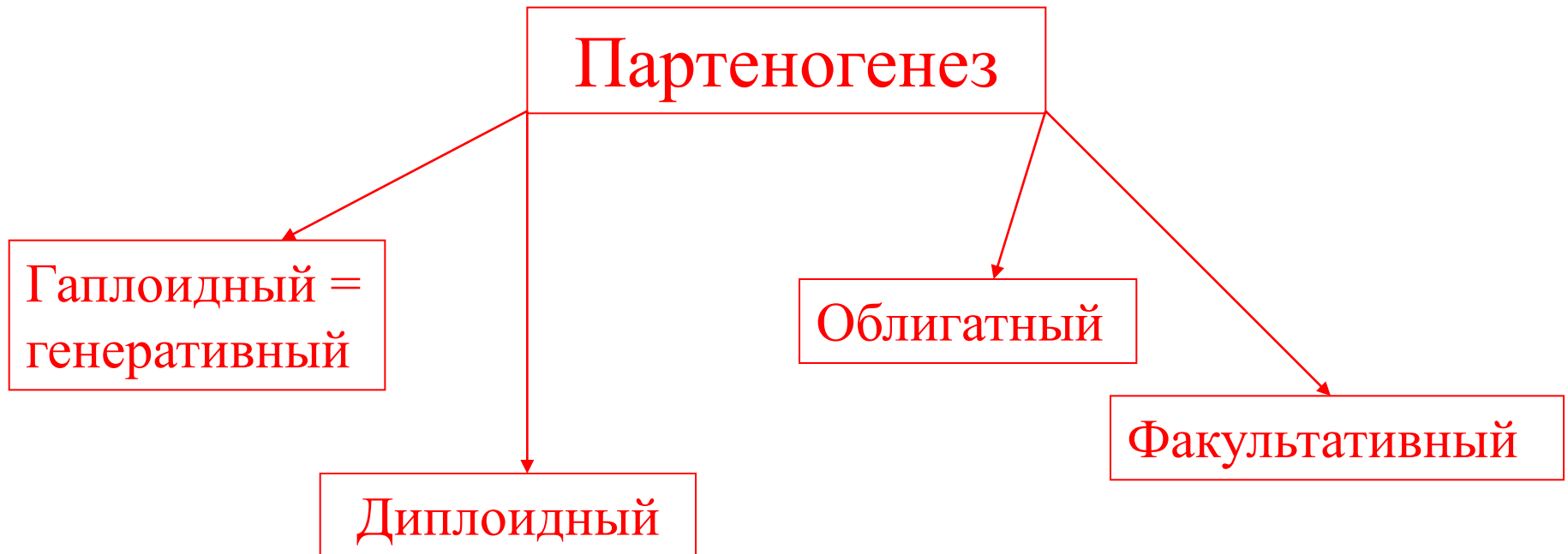
Спорофитная

определяется генотипом диплоидного растения

Нерегулярные типы полового размножения

Апомиксис (от греч. «апо» — без, «миксис» — смешение) - половое размножение без оплодотворения.

≡ *Партеногенез* (от греч. «партенос» — девственница)



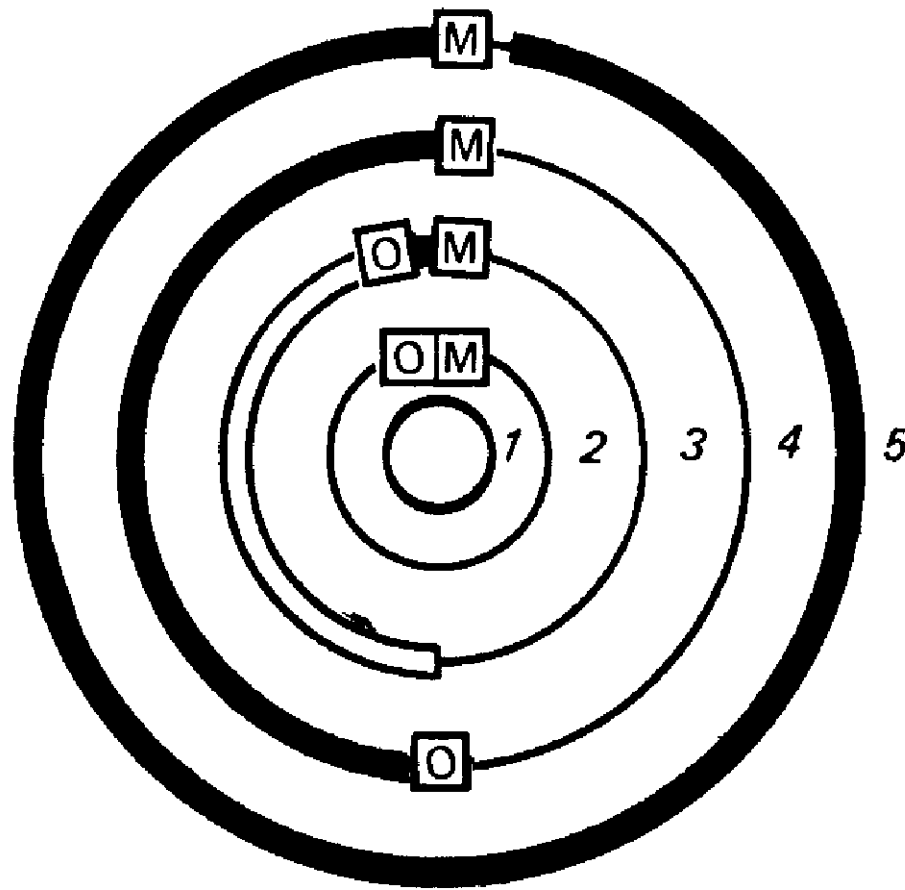
Одноклеточные эукариоты

Грибы

Особенности генетического анализа у одноклеточных грибов:

- трудно различимые морфологические признаки
- существуют мутантные ауксотрофные (недостаточные) по различным органическим соединениям форма, а также мутанты, способные усваивать экзогенные источники углерода и азота
- используется метод селективных сред, который позволяет регистрировать редкие события: мутации и рекомбинации, и создавать условия, при которых вырастают только интересующие экспериментатора варианты.

Основные типы жизненных циклов у грибов



1 - асексуальный

2 - гаплоидный

3 - гаплоидный с гетерокариотической стадией

4 - гапло-диплоидный

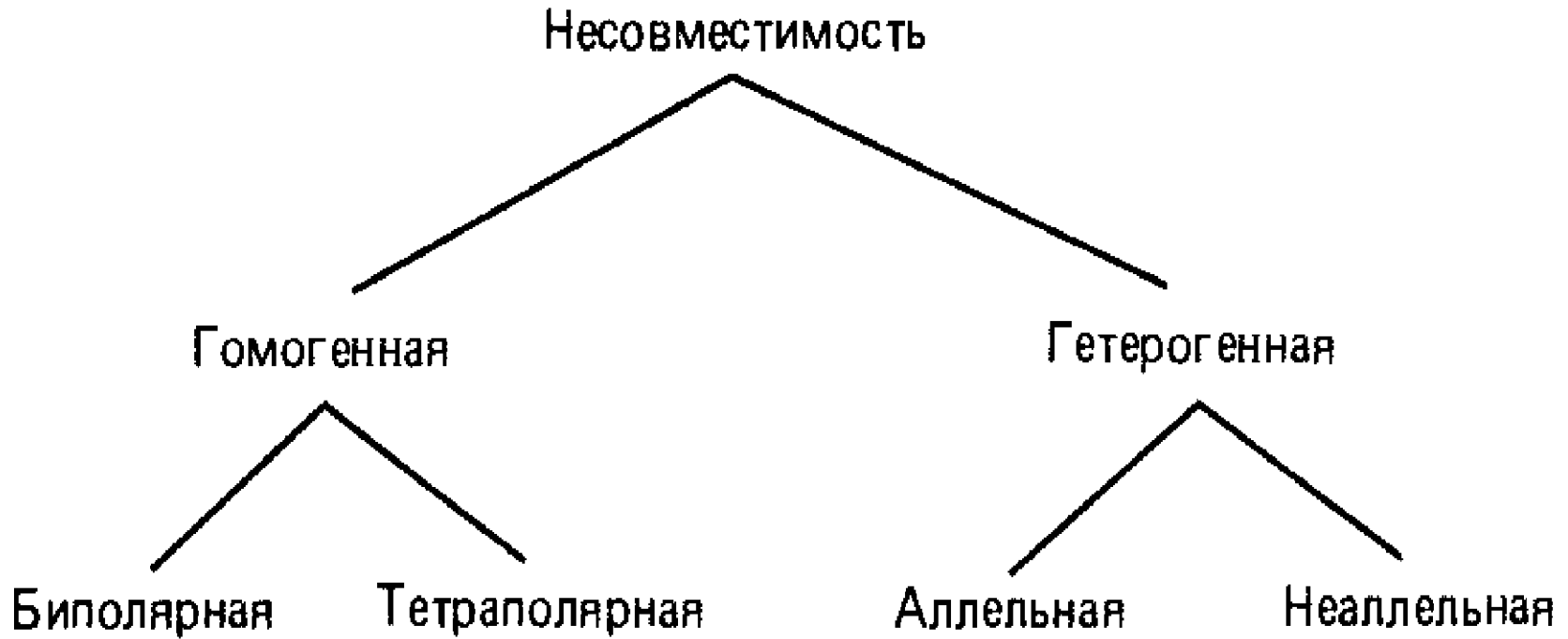
5 - диплоидный

— гаплофаза
— дикарион
— диплоид

М — мейоз

О — оплодотворение

Несовместимость у грибов



Половой процесс происходит только между штаммами, с разными факторами несовместимости

Половой процесс происходит только между штаммами, одинаковыми по факторам несовместимости

Несовместимость

Гомогенная

Гетерогенная

Биполярная

У *Sacharomyces cerevisiae*.
Половой процесс происходит между штаммами, неодинаковыми по одному фактору несовместимости (α сливается с α)

Тетраполярная

У *Schizophyllum commune*.
Половой процесс происходит между штаммами, неодинаковыми сразу по двум факторам несовместимости – А и В ($A \neq, B =$ или $A =, B \neq$)

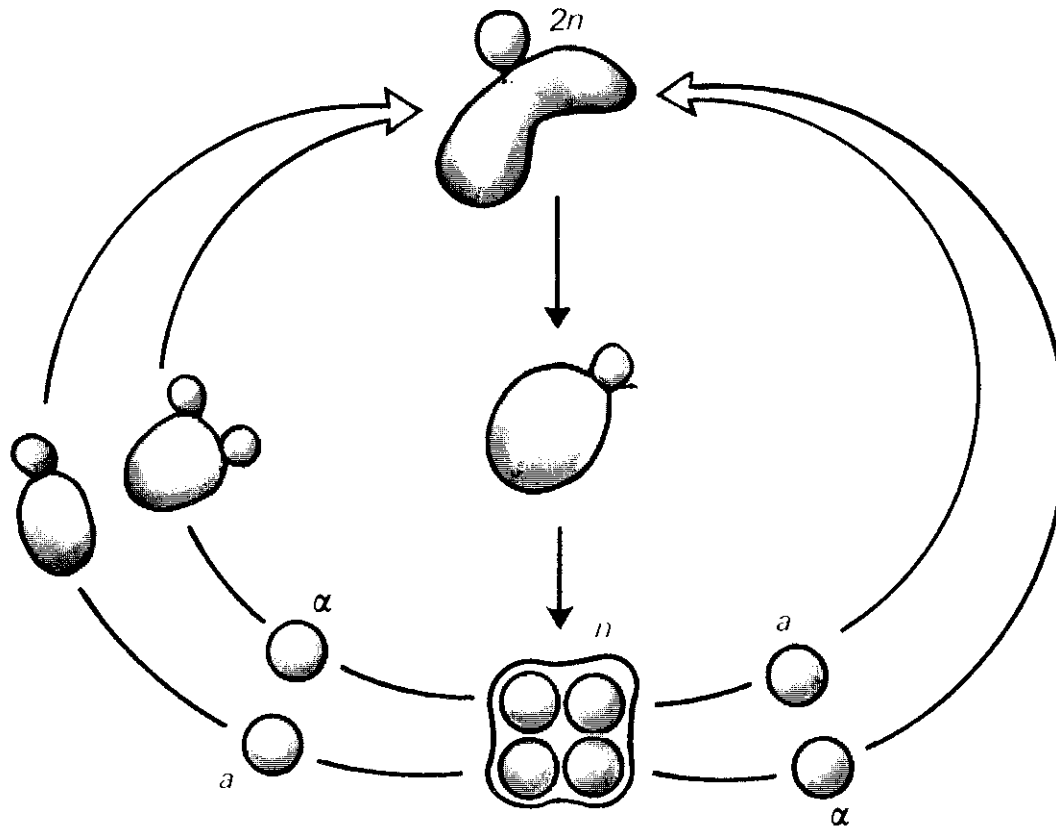
Аллельная

У *Podospora anserina* два типа спаривания «+» и «-». Но нормальный половой процесс происходит, когда скрещиваемые штаммы одинаковы по аллелям гена *t*

Неаллельная

У *Podospora anserina*. Для нормального скрещивания необходимо, чтобы штаммы были одинаковыми сразу по нескольким генам (не менее четырёх)

Жизненный цикл *Sacharomyces cerevisiae* с гомогенной биполярной несовместимостью

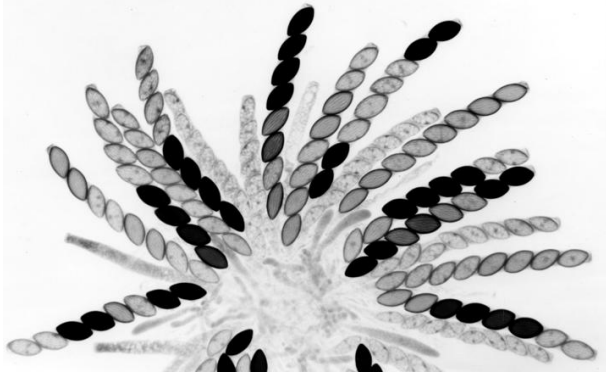
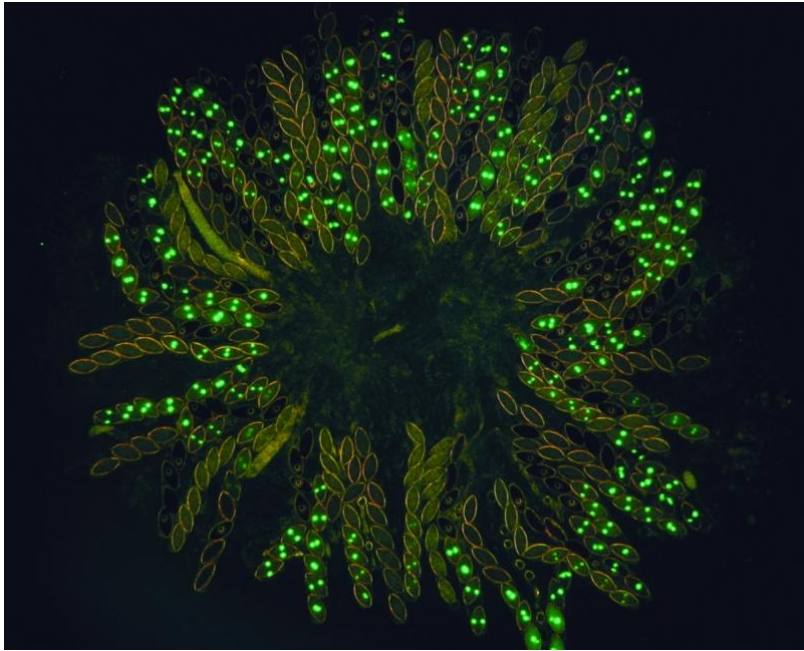


Парасексуальный цикл

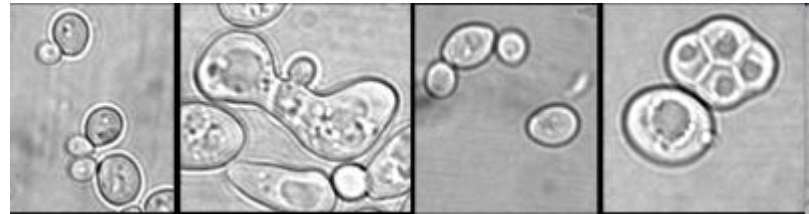
Наряду с половым размножением у грибов существует *парасексуальный цикл* (полный или неполный в зависимости от вида грибов).

Парасексуальный цикл — это процесс объединения и последующей рекомбинации генов на основе событий, происходящих в митозе, а не в мейозе, без участия оплодотворения половым путем.

Тетрадный анализ



Аски *Neurospora crassa*.
Упорядоченные тетрады



Аски *Sacharomyces cerevisiae*.
Неупорядоченные тетрады

При дигибридном скрещивании в общем виде рассматривают три типа тетрад

Родительский
дитип (P)

Нодительский
дитип (N)

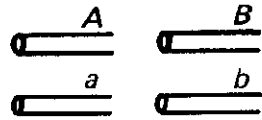
Тетратип (T)

P
AB
AB
ab
ab

N
Ab
Ab
aB
aB

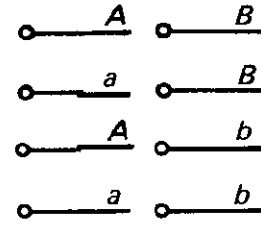
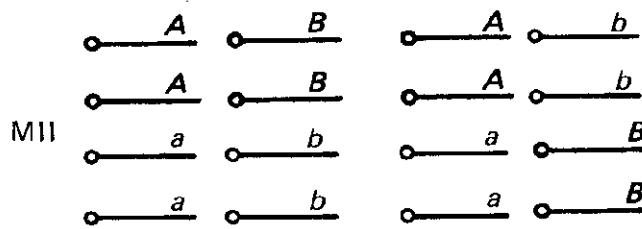
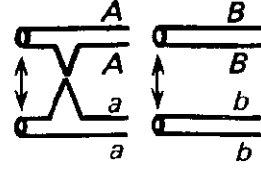
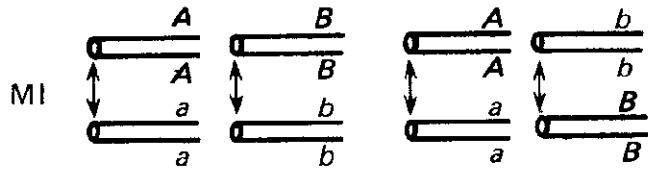
T
AB
Ab
aB
ab

Образование тетрад Р, N и Т, в зависимости наличия или отсутствия кроссинговера между генами и центромерами



Без кроссинговера на участках ген-центромера

Кроссинговер на участке Aa-центромера



	P	N	T
ТЕТРАДЫ	AB	Ab	AB
	AB	Ab	aB
	ab	aB	Ab
	ab	aB	ab

Расщепление при первом делении мейоза

Расщепление при втором делении

Формула для определения расстояния (D) между генами:

$$D = -33,33 \ln [1 - 1,5f(T)]$$

Расстояние между генами и центроммерой определяют по формуле:

$$D_A = \frac{D_{AB} + D_{AC} - D_{BC}}{2}; \quad D_B = \frac{D_{AB} + D_{BC} - D_{AC}}{2}$$

и $D_C = \frac{D_{AC} + D_{BC} - D_{AB}}{2}.$

Генетический анализ при парасексуальном процессе

У многих грибов формируются геплоидные гетерокарионы, которые могут длительно существовать.

Это явление широко используется для изучения взаимодействия между генами, аллелями, между генами ядра и цитоплазмой.

Между аллелями одного гена могут устанавливаться рецессивно-доминантные отношения, в общих чертах аналогичные отношениям в гетерозиготе.

Генетический анализ при парасексуальном процессе

У грибов *Aspergillus*, этот процесс дальше развивается в форме парасексуального цикла (Понтекорво, 1949 г)

Ядра гетерокариона иногда сливаются с образованием диплоидных участков мицелия



Далее в ходе митотических делений диплоидные ядра могут претерпевать два независимых процесса ведущих к митотическому или соматическому расщеплению

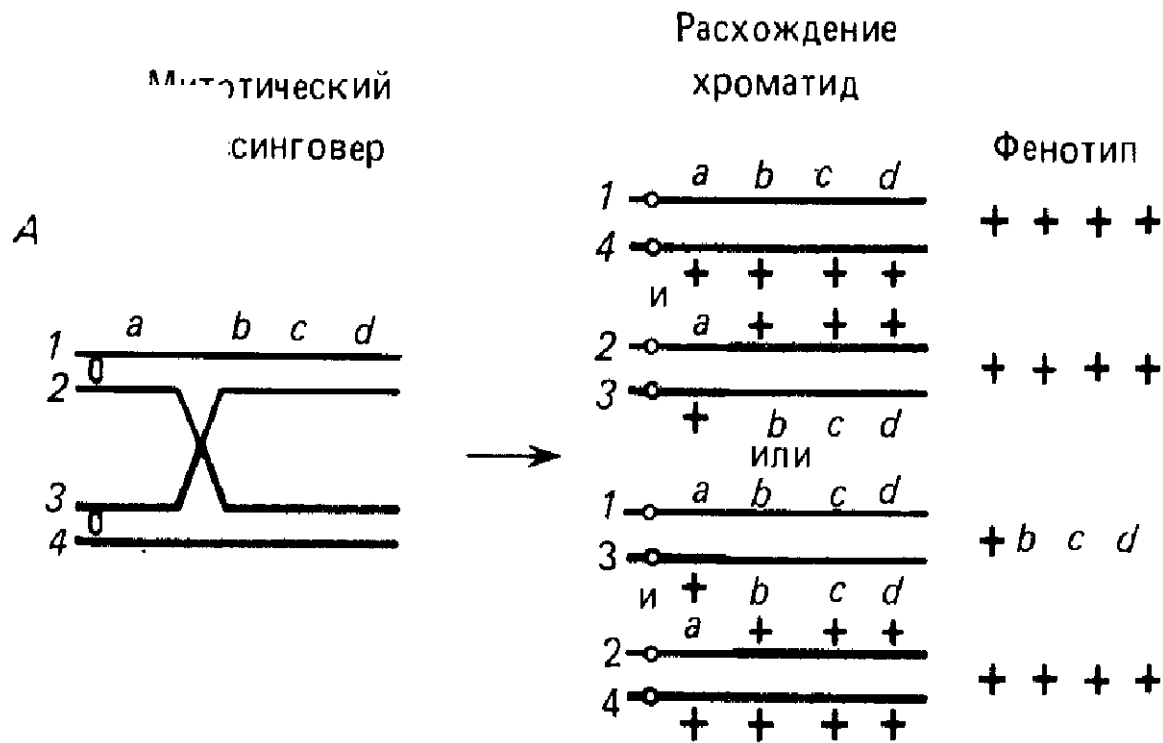


Гаплоидизация.
Происходит спонтанно.



Митотический
кроссинговер

Результат митотического кроссинговера на участке $a — b$ в тетрагетерозиготе по сцепленным генам



$$D = \frac{Nab}{Nb} \cdot 100\%$$

Nb — общее число митотических сегрегантов, гомозиготных по b

Nab — число сегрегантов, гомозиготных по a и b одновременно.

если b — маркер, наиболее удаленный от центromеры.

«+» — доминантные аллели генов a, b, c, d

Пример картирования на основе митотического кроссинговера у *Aspergillus nidulans*

ДИПЛОИД

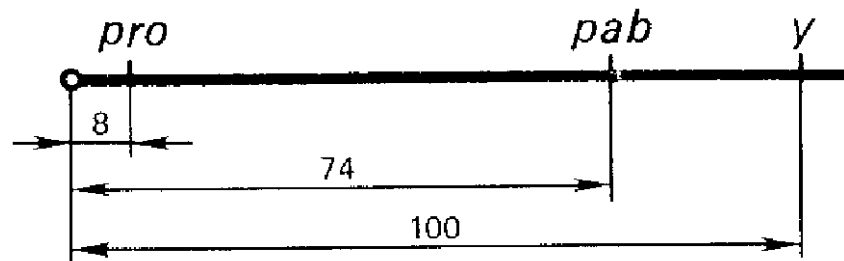
<i>ade</i> +	+	+
<hr/>		
+	<i>pab</i>	<i>pro</i> <i>y</i>

Расщепление (всего 371)

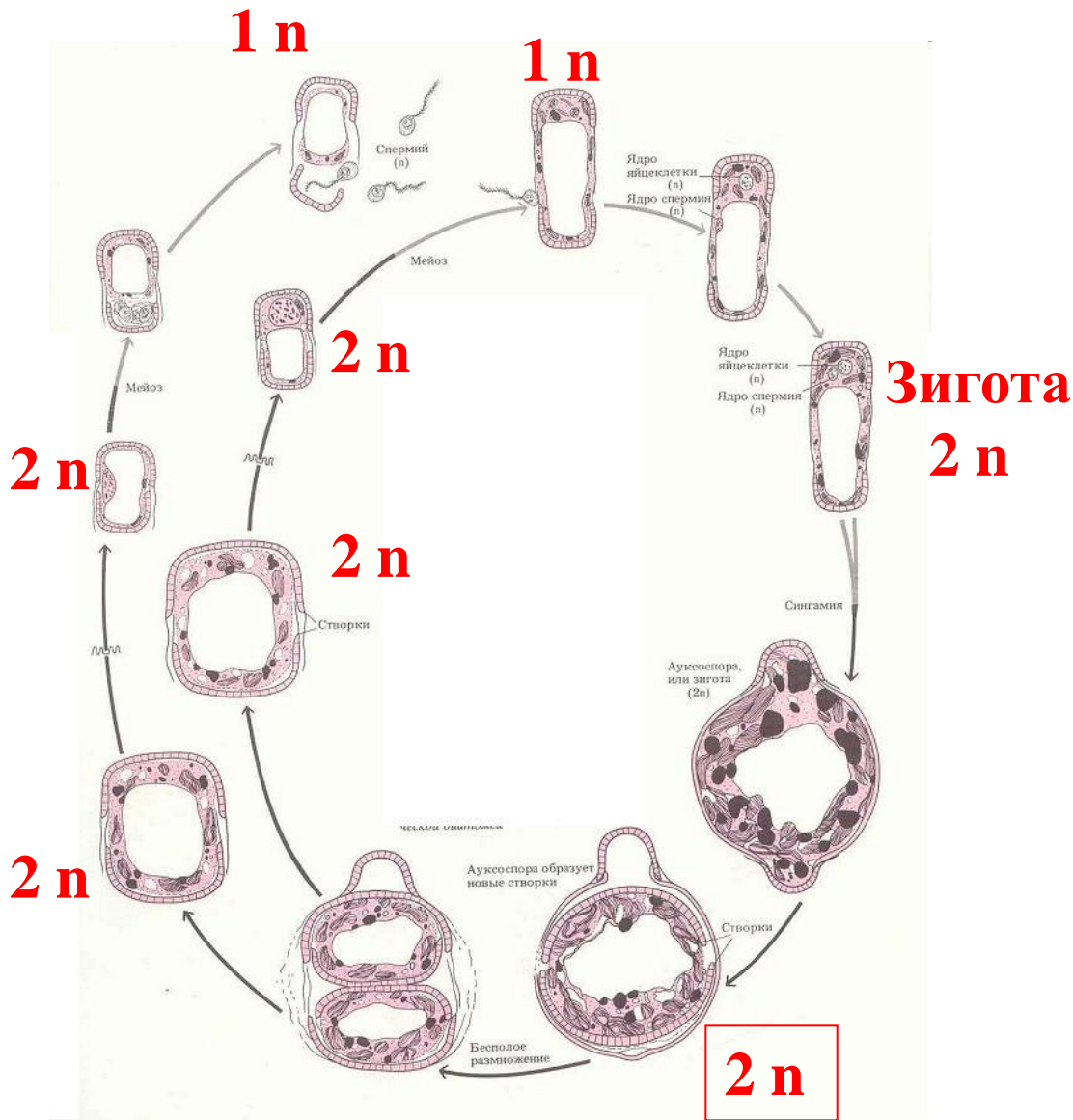
+	+	+	<i>y</i>	96
+	<i>pab</i>	+	<i>y</i>	245
+	<i>pab</i>	<i>pro</i>	<i>y</i>	30
<i>ade</i>	<i>pab</i>	<i>pro</i>	<i>y</i>	0

$$pro = 30 : 371 \times 100 \% = 8 \%$$

$$pab = 275 : 371 \times 100 \% = 74 \%$$



Одноклеточные зеленые водоросли



Жизненный цикл диатомовой водоросли

Протисты

Характерен ядерный дуализм

микронуклеус (Ми)

$2n$

Осуществляет свои функции во время полового процесса — *конъюгации*

макронуклеус (Ма)

до нескольких сот n

Функционирует в ходе вегетативного размножения клона

Система половых типов

У *Paramecium aurelia*

биполярная

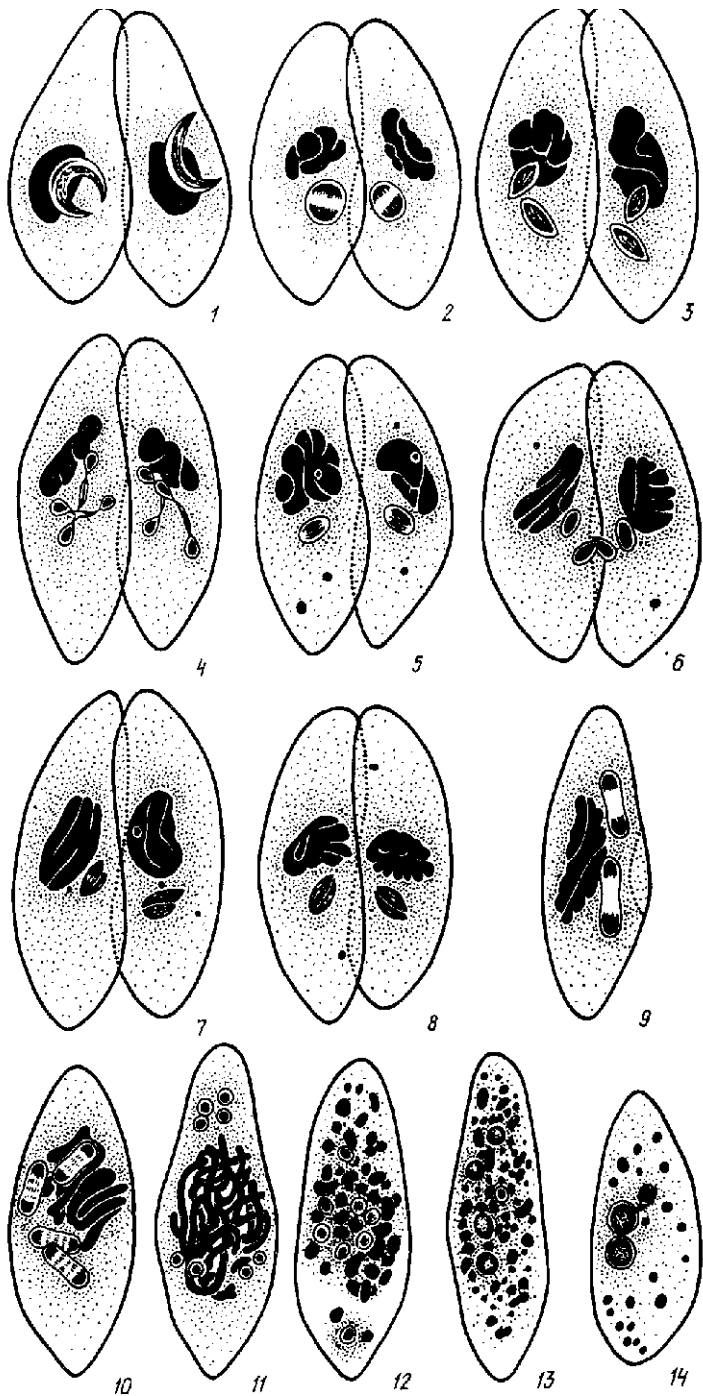
(Противоположны е типы – R_ и rr)

У *P. bursaria*

тетраполярная и система из восьми типов (два-три гена)

У *Euplotes* система множественных аллелей локуса типов спаривания (принадлежность к типу определяется доминантной аллелью ($mt5 > mt4 > mt3 > mt2 > mt1$))

Конъюгация *Paramecium caudatum*



Автoгамия у *Paramecium aurelia*

