

Деление клеток

1. Митоз
2. Клеточный цикл
3. Регуляция клеточного цикла
4. Мейоз

Исследования митоза и клеточого цикла

- Клетки возникают только путем деления (Вирхов, 1858)
- Соматические клетки делятся митозом (Флемминг, 1882)
- В интерфазе происходит репликация ДНК (Говард, Пелк, 1953)
- Открытие MPF: фактора промоции созревания (Масуи, Маркерт, 1971)
- Получение мутантов по митозу у дрожжей (Нурс, Хартвелл, 1972)
Открытие циклинов (Хант, 1983)
- MPF = Cyclin B+cdc2 (Маллер, Ньюпорт, Бич, 1988)

МИТОЗ - 1882



Вальтер Флемминг (1843-1905)

МИТОЗ ЖИВОТНОЙ КЛЕТКИ



Интерфаза Профаза Метафаза Анафаза Телофаза

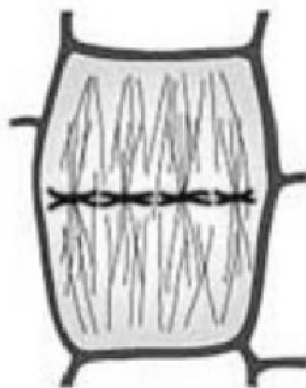
Митоз растительной клетки



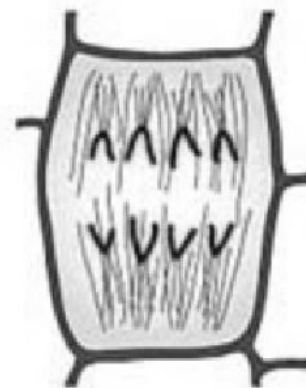
интерфаза



профаза



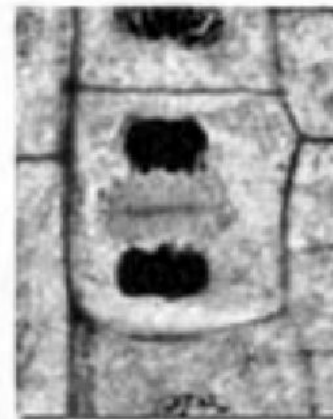
метафаза



анафаза

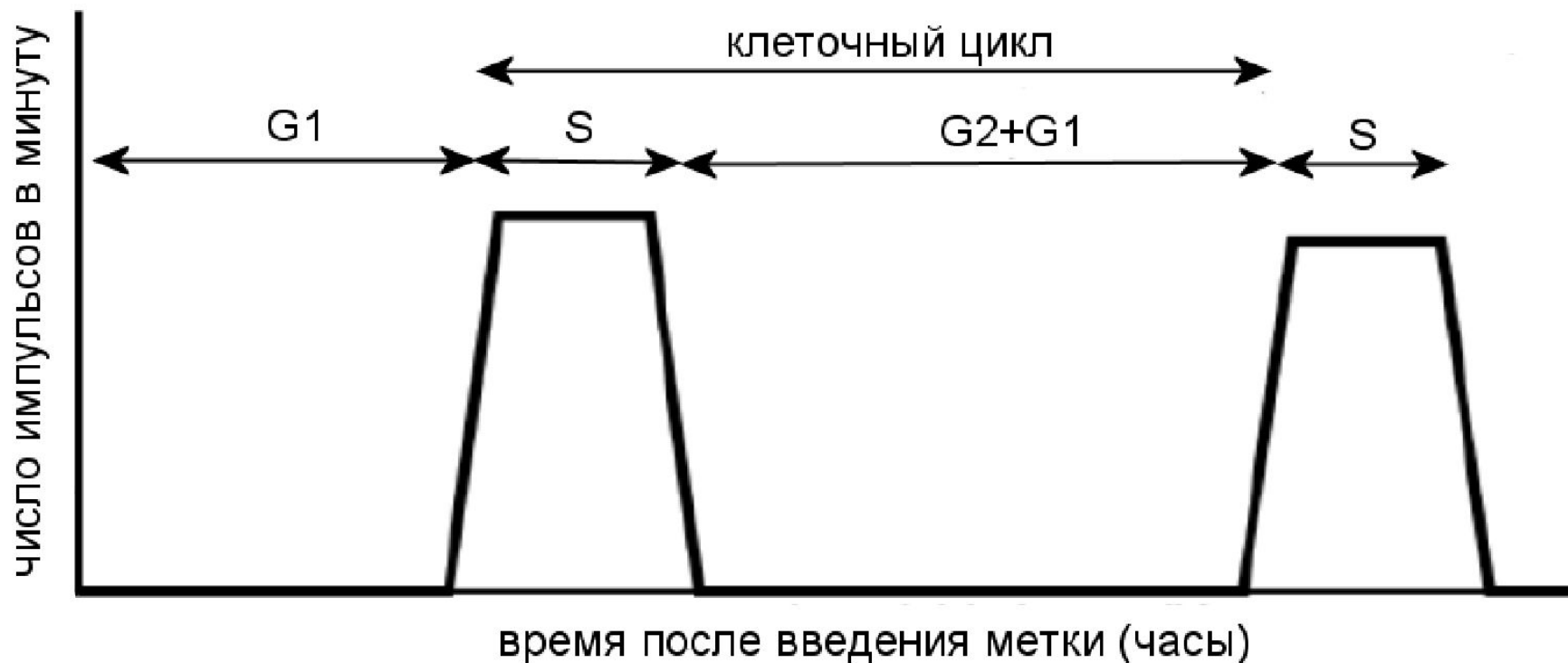



телофаза



Интерфаза Профаза Метафаза Анафаза Телофаза

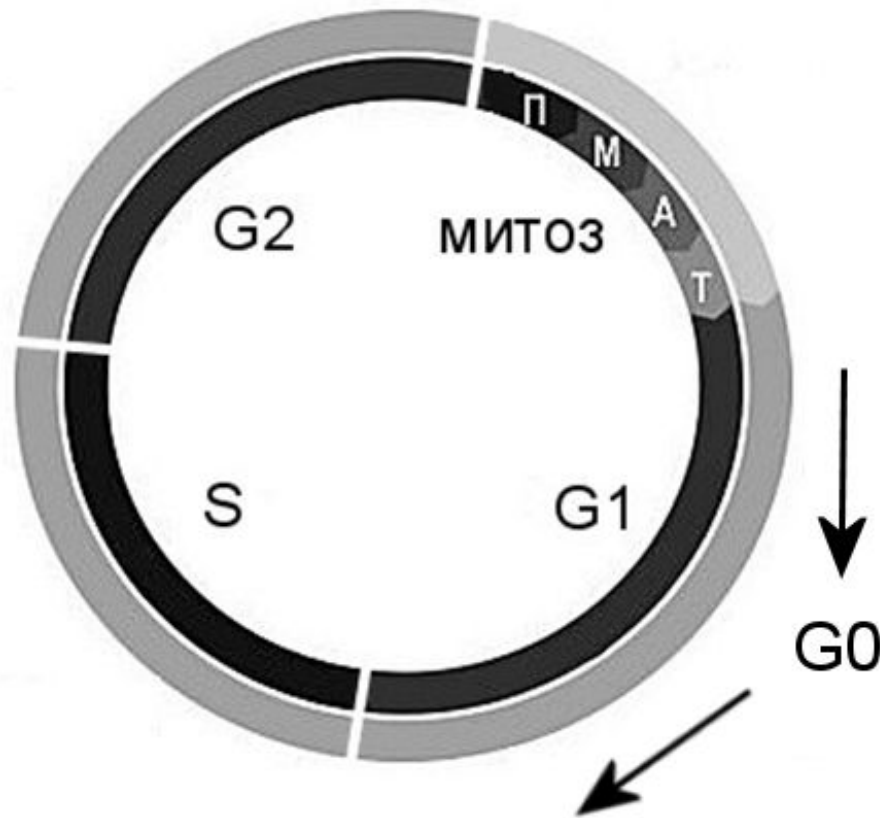
Эксперимент А.Говард и Э.Пелка (1953)





Клеточный цикл (cell cycle, mitotic cycle, life span) – жизненный путь клетки между двумя последовательными делениями: она рождается как дочерняя в результате деления материнской клетки и превращается в две дочерние в результате деления в качестве материнской

Модель клеточного цикла



- G1: [DNA]= 2C
- S : [DNA]= 2 - 4C
- G2: [DNA]= 4C
- G0: выход из цикла

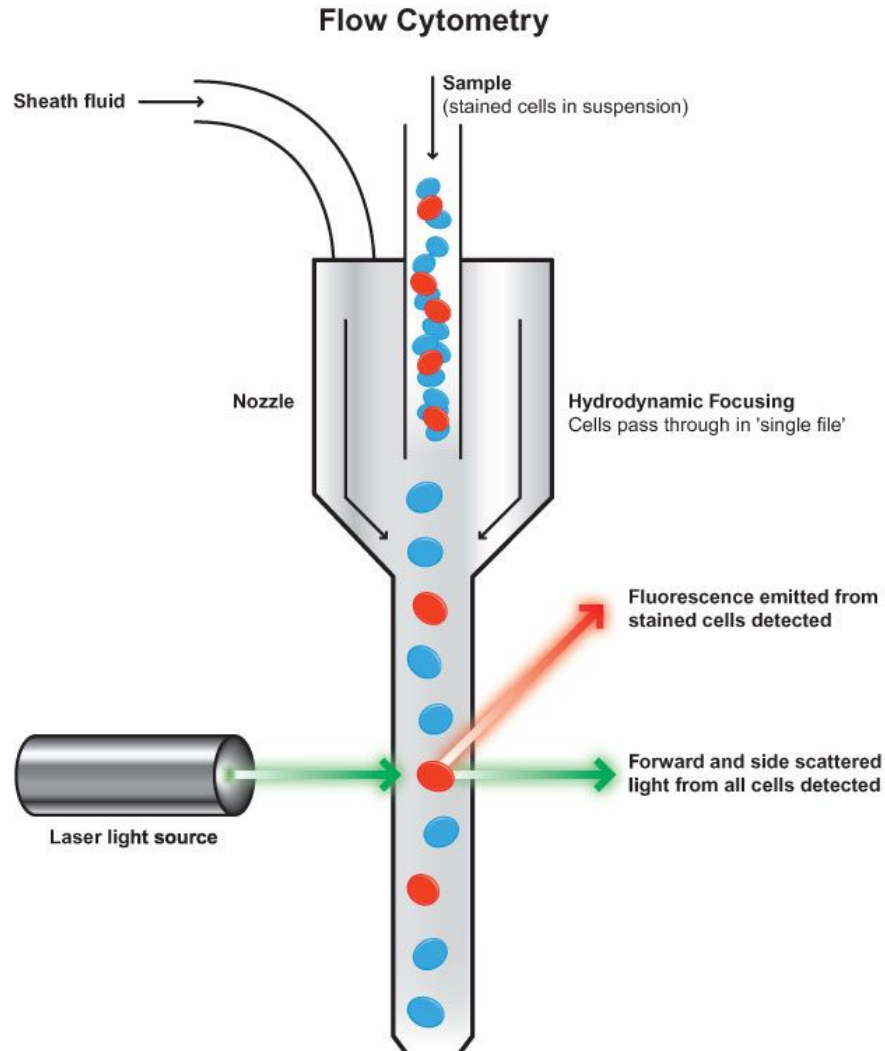
Митотический индекс:
 $МИ = N_{\text{митоз}}/N_{\text{общ}}$

Пролиферативный пул:
 $ПП = N_{\text{прол}}/N_{\text{общ}}$

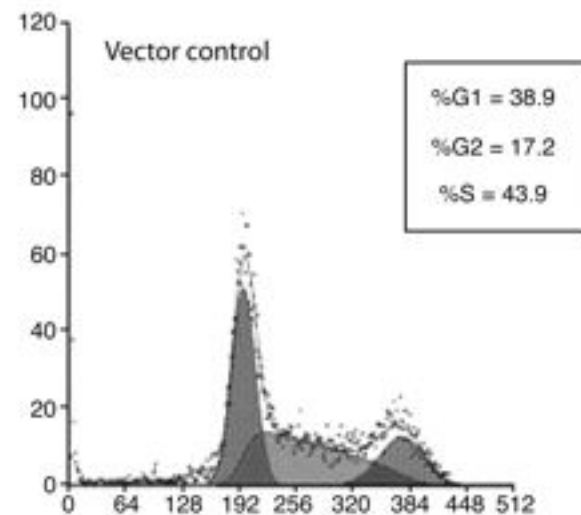
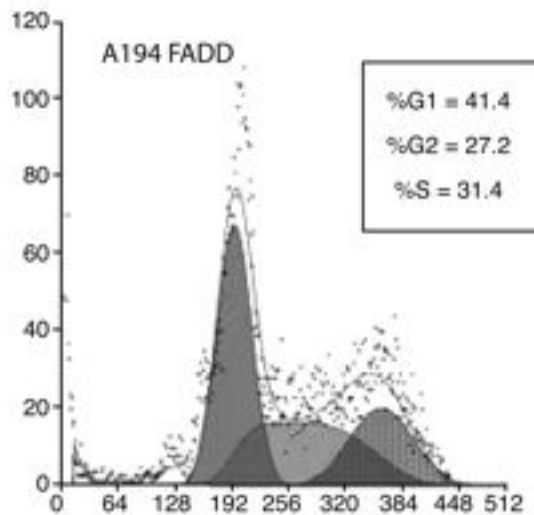
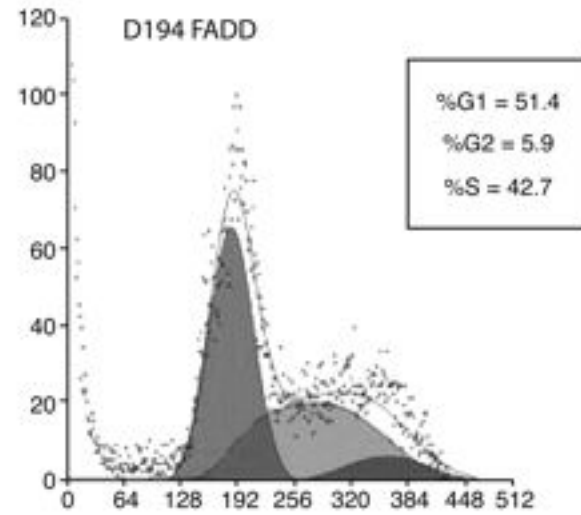
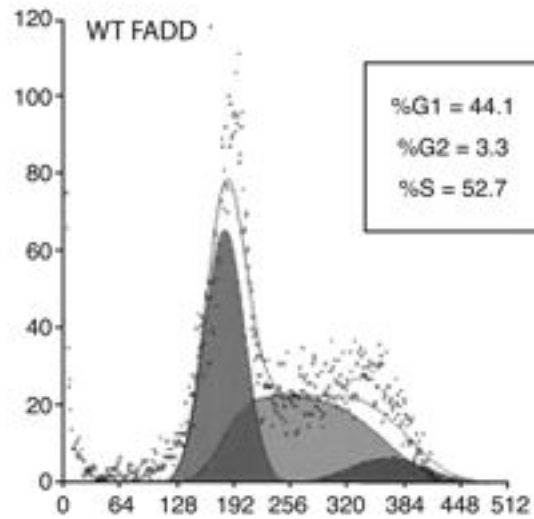
Проточная цитометрия



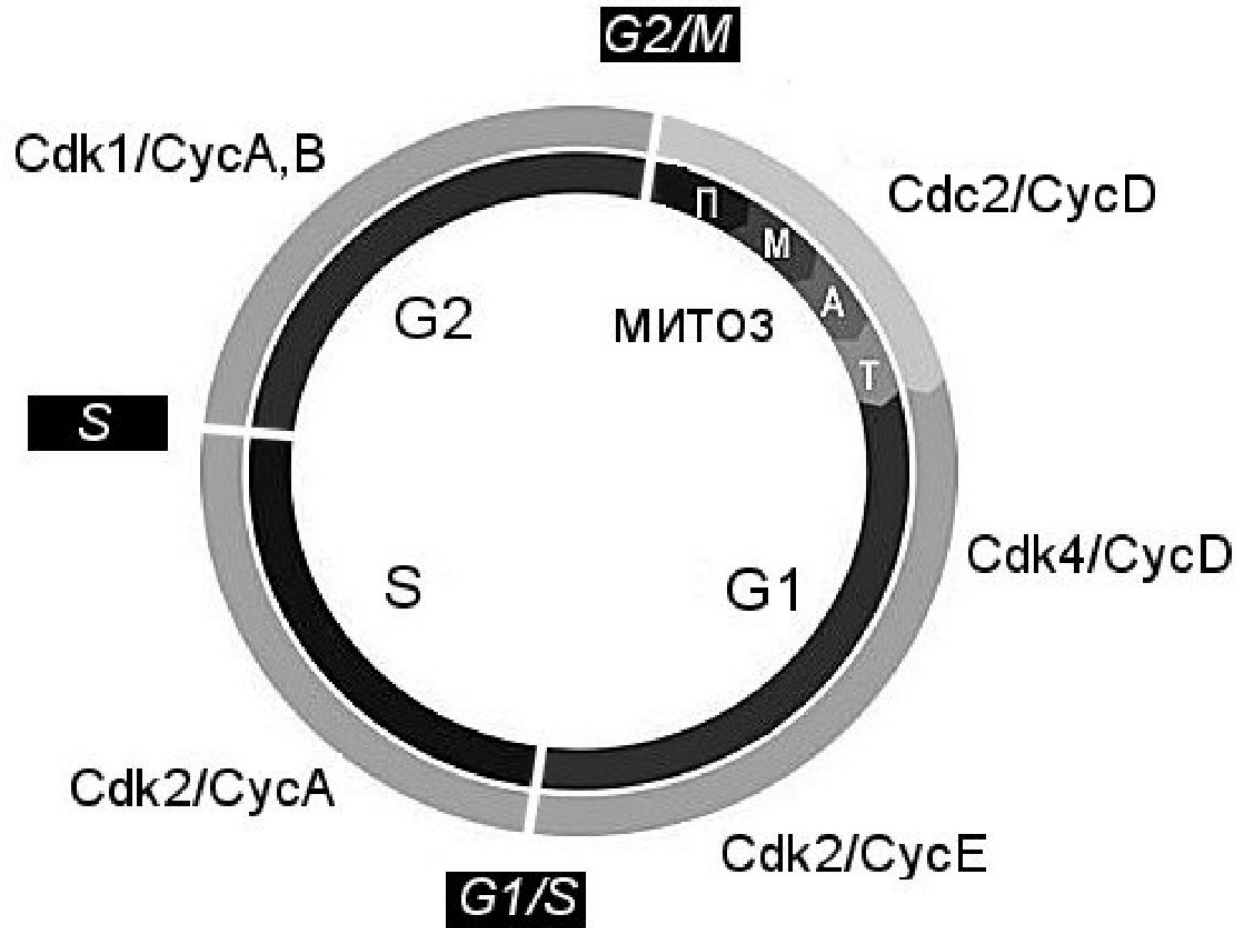
Проточная цитометрия



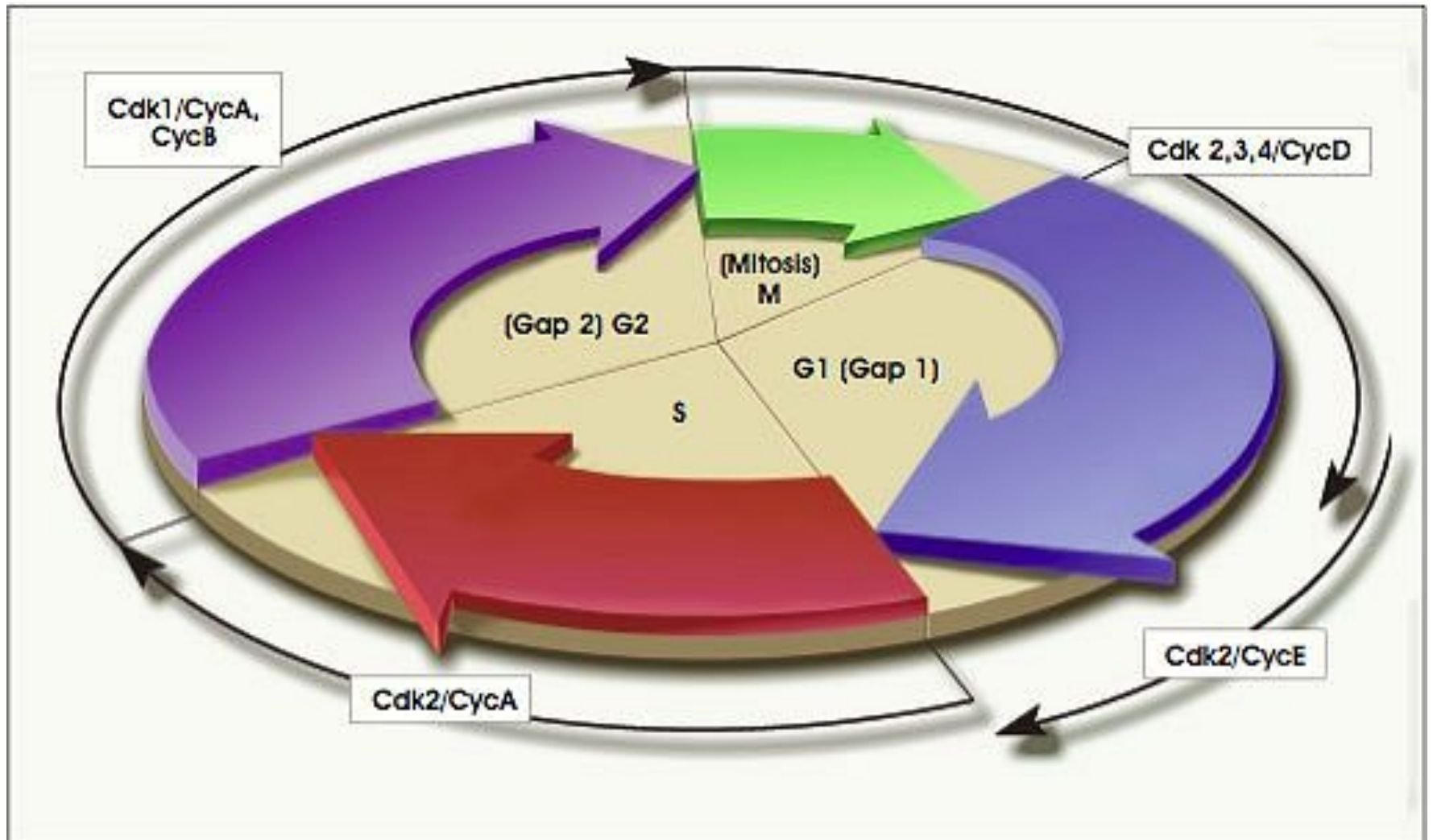
Распределение клеток по циклу в зависимости от содержания ДНК



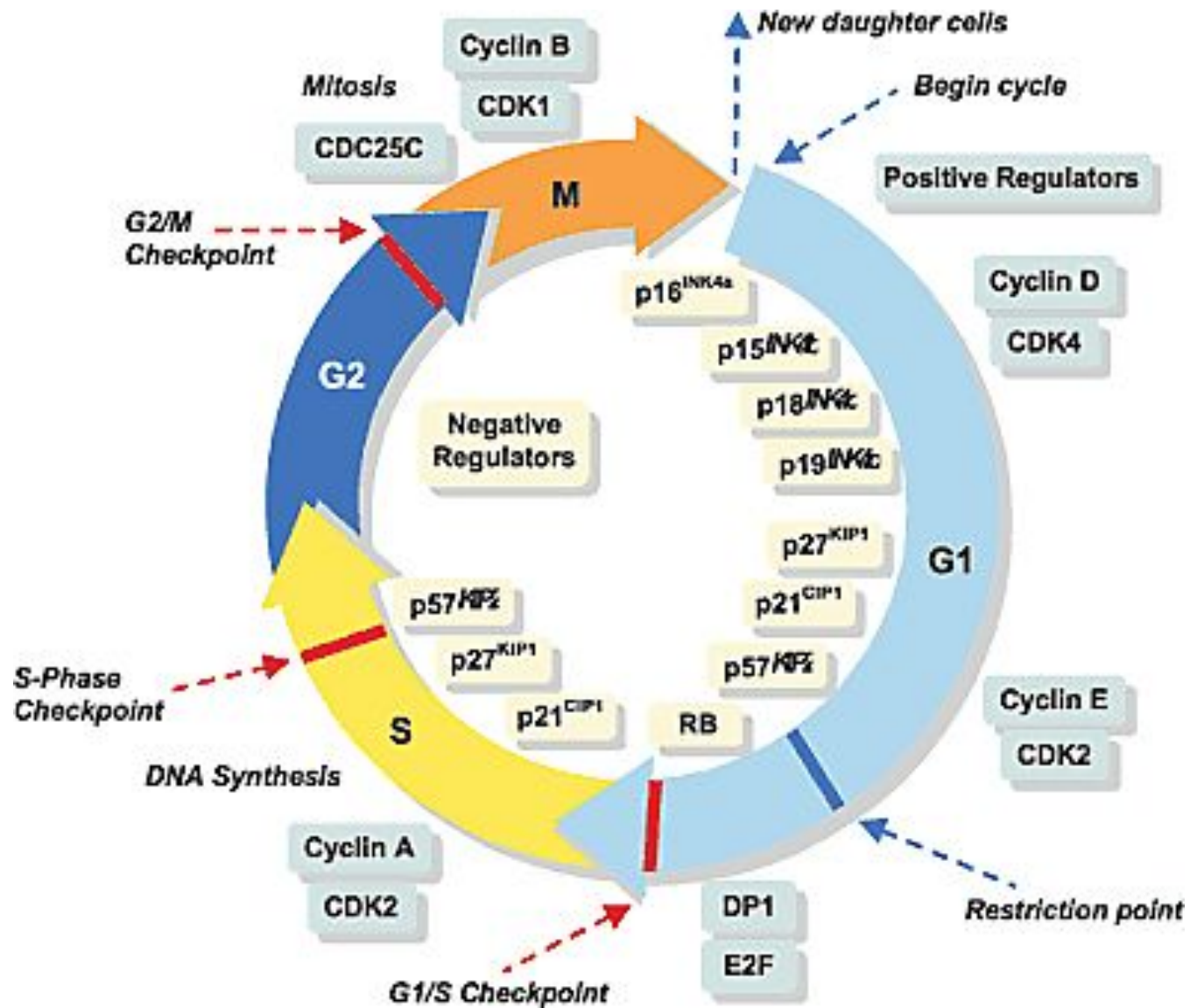
Регуляция клеточного цикла



Регуляция клеточного цикла



Регуляция клеточного цикла



Открытие мейоза



Оскар Гертвиг
(1849 - 1922)

- В 1875 г. Оскар Гертвиг в работе "Материалы к познанию образования, оплодотворения и деления животного яйца" обнаружил, что оплодотворение состоит в слиянии **пронуклеусов** женской и мужской **гамет** в единое ядро **зиготы**.
- В 1890 г. в работе "Сравнение образования яиц и спермиев у нематод" он показал редукцию числа хромосом и соответствие мейоза при оогенезе и сперматогенезе.

Типы мейоза

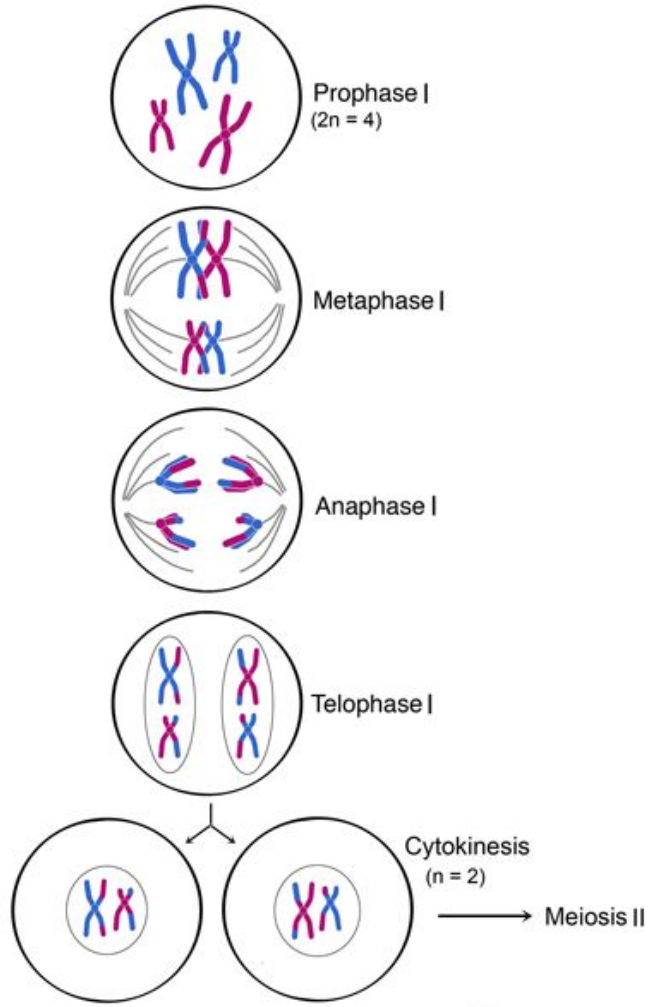
- **Зиготный (начальный) мейоз** происходит сразу после оплодотворения. Свойственен многим водорослям и простейшим. В жизненном цикле этих организмов преобладает гаплофаза, а диплофаза редуцирована до зиготы.
- **Гаметный (конечный) мейоз** наблюдается у животных, а также у некоторых простейших и водорослей. В этом случае мейоз происходит во время гаметогенеза, и гаплофазе соответствуют гаметы (яйцеклетки и сперматозоиды).
- **Споровый (промежуточный) мейоз** характерен для высших растений. В их жизненном цикле чередуются поколения спорофита, который размножается спорами, и гаметофита, который размножается половым путем. Мейоз идет в клетках диплоидного спорофита (диплофаза). В результате спорогенеза образуются споры с гаплоидным числом хромосом. Они развиваются без оплодотворения в гаметофит (гаплофаза), продуцирующий гаметы, слияние которых в зиготу опять дает начало диплоидному спорофиту.

Фазы мейоза

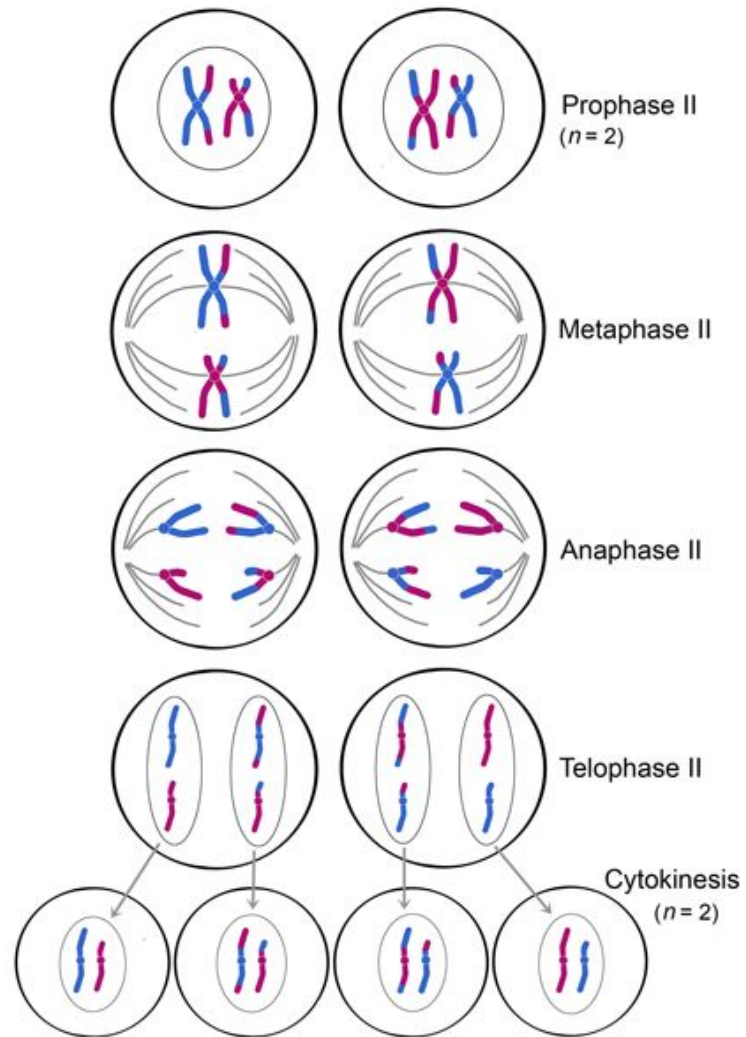
Предмейотическая интерфаза

- **Мейоз I**
 - Профаза
 - Метафаза
 - Анафаза
 - Телофаза
- Интеркинез
- **Мейоз II**
 - Профаза
 - Метафаза
 - Анафаза
 - Телофаза
- Лептотена
- Зиготена
- Пахитена
- Диплотена
- Диакинез

Мейоз I



Мейоз II

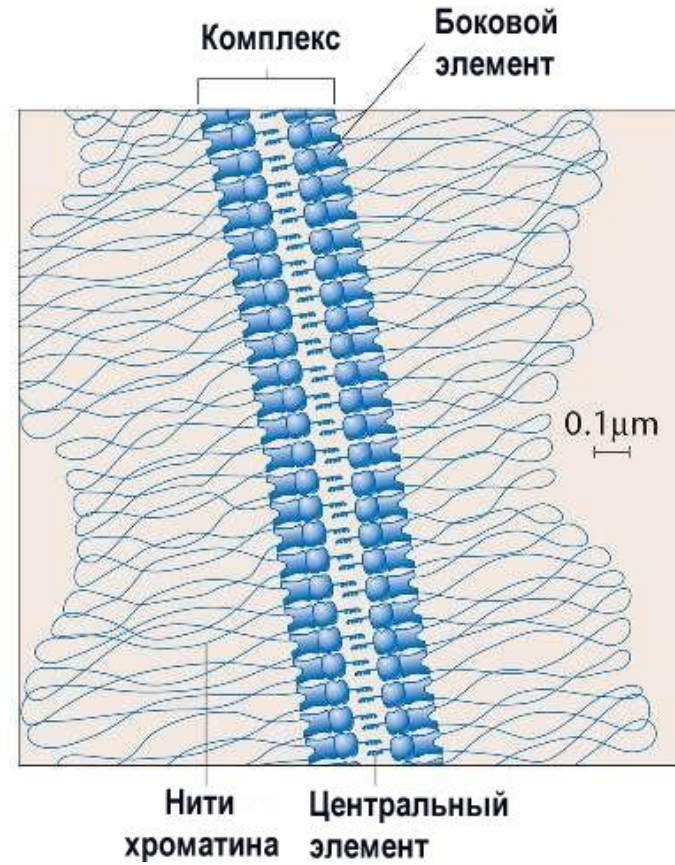
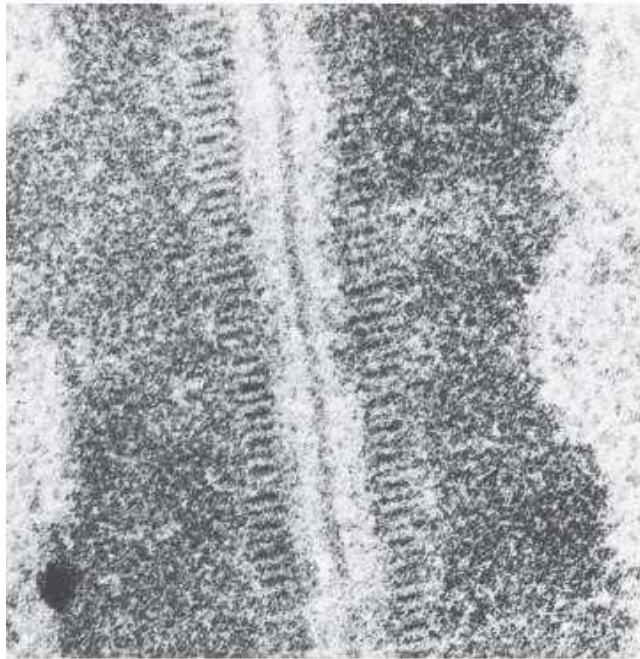


Профаза I

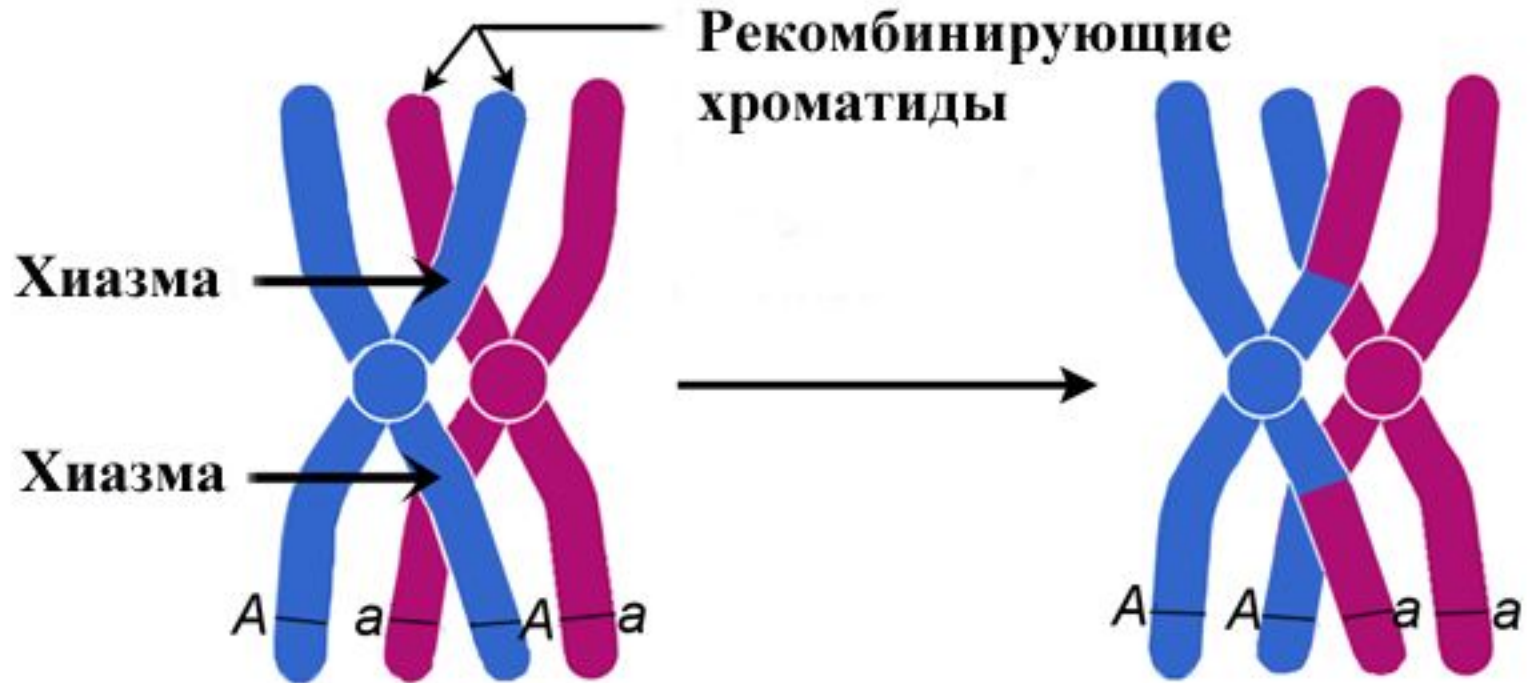


- **Лептотена** стадия тонких нитей
- **Зиготена** стадия слияния нитей
- **Пахитена** стадия толстых нитей
- **Диплотена** стадия двойных нитей
- **Диакинез** стадия отталкивания нитей

Синаптонемальный комплекс



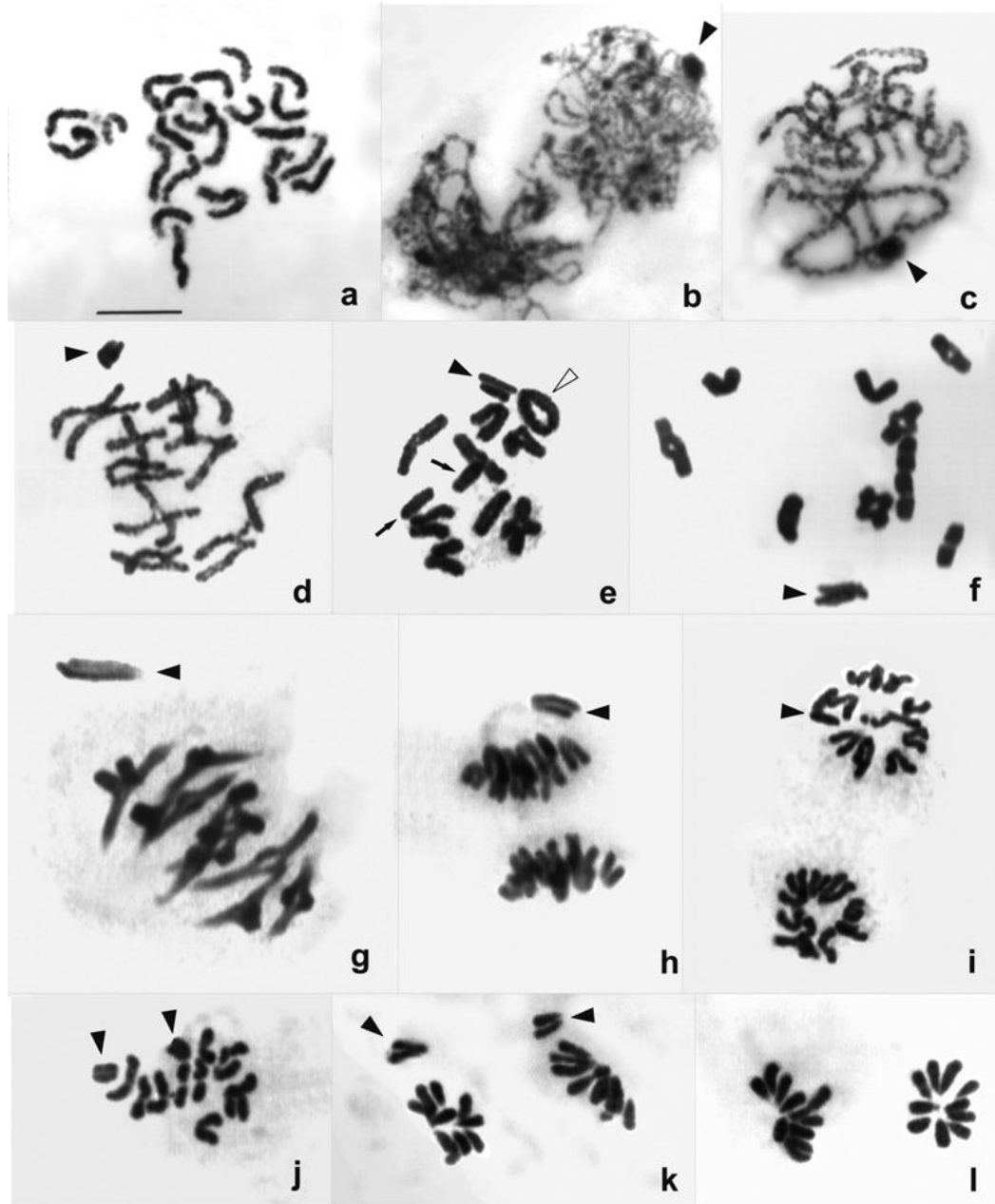
Кроссинговер



Lycosa erythrognatha ($2n=22$)



Мейоз у тарантула ($2n=22$)



Изменения числа хромосом и хроматид, а также количества ДНК во время мейоза

n – число хромосом, h – число хроматид, c – количество ДНК

Предмейотическая интерфаза

$2n:4h:4c$

- Лептотена
- Зиготена
- Пахитена
- Диплотена
- Диакинез

● Мейоз I

● Профаза $2n:4h:4c$

● Метафаза $2n:4h:4c$

● Анафаза $n:2h:2c$

● Телофаза $n:2h:2c$

● Интеркинез

$n:2h:2c$

● Профаза $n:2h:2c$

● Метафаза $n:2h:2c$

● Анафаза $n:h:c$

● Телофаза $n:h:c$

● Мейоз II

Биологическое значение мейоза

- Компенсация полиплоидизирующего эффекта оплодотворения путем редукции числа хромосом.
- Создание комбинаторной наследственной изменчивости в результате случайного сочетания материнских и отцовских хромосом при формировании гамет.
- Усиление комбинаторной наследственной изменчивости благодаря процессу кроссинговера.
- Детерминация начальных этапов развития зиготы и дифференцировки сперматозоидов с помощью избирательной активации генов