



Лекция № 3

История развития и становления генетических основ эволюции

Подготовила: к.ф.н., доцент кафедры
фармацевтического естествознания
Простодушева Т.В.



Вклад Г. Менделя в развитие генетики



Грегор Иоганн Мендель
(1822-1884 г.г.) - чешский ботаник
«Опыты над растительными гибридами»

1. Применил гибридологический метод изучения наследования признаков
2. Использовал математический подход к результатам исследования: установил среднестатистический характер закономерностей наследования
3. Впервые открыл, обосновал и сформулировал основные механизмы наследственности: расщепление и комбинирование наследственных признаков
4. Установил факт несмешиваемости признаков при скрещиваниях («гипотеза чистоты гамет»): новый признак всегда имеет шанс проявиться в фенотипе в неизменном состоянии



Переоткрытие законов Г.Менделя (1900 г.)



Хуго Де Фриз (1848 -1935 г.г.)
голландский ботаник



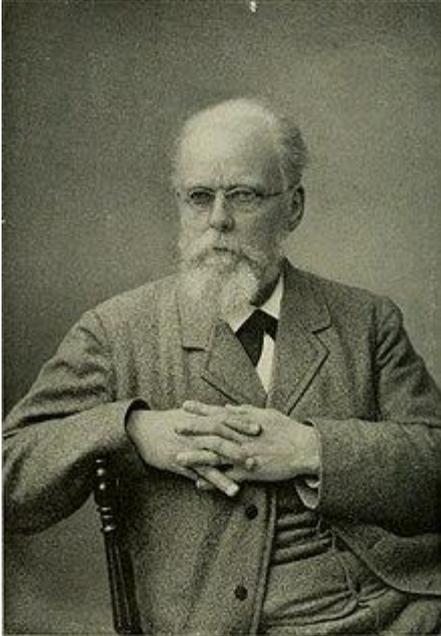
**Карл Эрих Корренс
(1864-1933г.г.)**
немецкий биолог,
ботаник, миколог



**Эрих фон Чермак
(1871-1962г.г.)**
австрийский
учёный-генетик



Август Вейсман (1834-1914 г.г.) немецкий зоолог



Основываясь на закономерностях деления клеток, пришел к заключению о том, что хромосомы носители наследственности

Выдвигает принцип невозможности передачи по наследству благоприобретенных признаков.



Сергей Иванович Коржинский (1861-1900 г.г.) предшественник мутационной теории Хуго де Фриза



Все новые формы организмов возникли не путем постепенного отбора мелких изменений, а за счет внезапных скачкообразных «гетерогенных» отклонений (мутаций), которые могут дать начало новому таксону (мутационная теория)

Русский ботаник;
Неоконченная работа
«Гетерогенезис и
эволюция. К теории
происхождения
видов» (1899г.)



Мутационная гипотеза Хуго Мари де Фриза (1901-1903 г.г.)

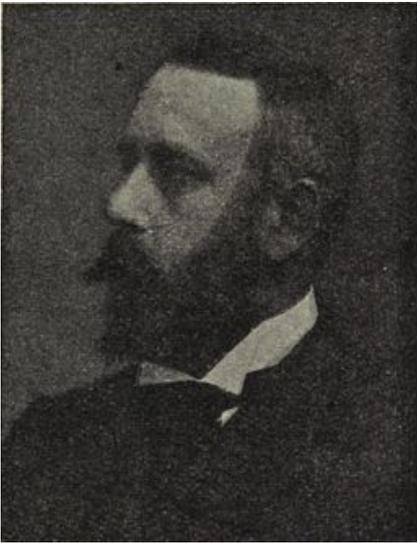


Объект исследования -
ослиник Ламарка
Труд: «Мутационная
теория эволюции»
(1903 г.)

Новые виды возникают сразу, скачкообразно, посредством появления отдельных крупных изменений наследственности (мутаций) без ведущего участия естественного отбора

Вид - генетически не разложимая единица, которая отличается от другой подобной единицы только по одному наследственному признаку

Концепция гибридогенеза (1914 г.) Ян Паулус Лотси (1867-1931г.г.)



Голландский ботаник
Труд : «Эволюция
путем гибридизации»
1916 г.

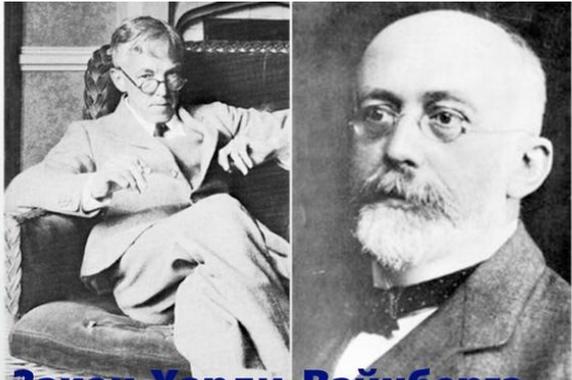
Новые виды возникают в результате комбинации генов (адаптация организмов сводится к механическому отбору удачных гомозиготных вариаций)

Все новые более совершенные признаки возникают только путем комбинирования генов, имевшихся уже у примитивных организмов



Закон Харди – Вайнберга

закон генетического равновесия (1908-1909)



Закон Харди-Вайнберга

В идеальных популяциях соотношение частот аллелей в генофонде остается неизменным из поколения в поколение при отсутствии давления факторов окружающей среды

Частоты встречаемости трех возможных генотипов AA, aa и Aa в составе популяции можно описать следующим уравнением:

$$p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1,$$

где $0,25AA + 0,5Aa + 0,25aa = 1 \Rightarrow 0,25A \quad 0,25A$
 $0,25a \quad 0,25a$ типы гамет $\Rightarrow 0,5A = 0,5a$ -
состояние равновесия

существование рецессивных аллелей преимущественно в гетерозиготном состоянии



Томас Хант Морган (1866-1945г.г.) американский биолог-генетик

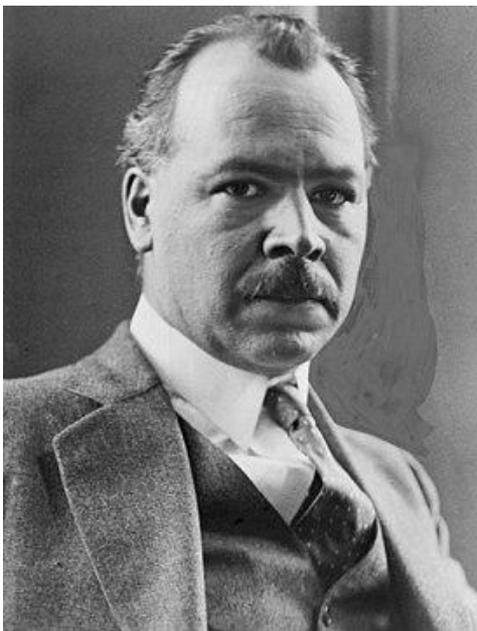


В 1910 г. экспериментально доказал закономерности наследования генов, находящихся в одной хромосоме (закон сцепленного наследования генов)

Положил начало хромосомной теории наследственности

Мутации считал аномалиями, полученными в эксперименте и не встречающимися в природе

Николай Иванович Вавилов (1887-1943г.г.)



Открыл «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости»: генетически близкие роды и виды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других родственных видов и родов

Русский учёный генетик, ботаник, селекционер, химик, географ, общественный и государственный деятель
Статья «Гомологические ряды в наследственной изменчивости». (1920 г.)



Сергей Сергеевич Четвериков (1880-1959 г.г.) русский биолог и генетик



Выделил два факта эволюции:

- случайные мутации в природных популяциях («О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» статья 1926 г. основные положения этой статьи легли в СТЭ)
- периодические колебания численности особей в популяции (волны жизни)

Периодические колебания численности («волны жизни») могут влиять на направление и интенсивность давления естественного отбора («Волны жизни» 1905 г.)



Рональд Фишер и Сьюэл Райт 1930 г.



**Роналд Эйлмер
Фишер** 1890 - 1962 г.г.
английский статистик,
биолог, генетик



Сьюэл Райт -
американский генетик

Распределение и концентрация частот аллелей в популяциях может идти не только под действием панмиксии и естественного отбора, но и под действием случайных, стохастических факторов «**дрейфа генов**»



Феодосий Григорьевич Добржанский



Впервые осуществил синтез генетики и эволюционного учения и сформулировал понятие об «изолирующих механизмах эволюции».
- репродуктивные барьеры, которые отделяют генофонд одного вида от генофондов других видов.

Труд: «Генетика и происхождение видов» 1937 г.

Джулиан Сорелл Хаксли (1887-1975 г.г.) один из создателей СТЭ



Английский биолог, эволюционист
Статья "Естественный отбор и
эволюционный прогресс" 1936 г.

- В сжатой форме изложил практически все важнейшие проблемы эволюционной теории: "В настоящее время биология находится в фазе синтеза. До этого времени новые дисциплины существовали в изоляции. Сейчас проявилась тенденция к унификации, которая является более плодотворной, чем старые односторонние взгляды на эволюцию"
- "Эволюция. Современный синтез" 1942 г., широкая версия статьи 1936 г.



Предпосылки создания синтетической теории эволюции (СТЭ)

- С. И. Коржинский «Гетерогенезис и эволюция»(1899 г.) - мутационная теория
- Г. де Фриз (Голландия) (1903 г.) - «Мутационная теория эволюции»: виды образуются в результате мутации (роль естественного отбора как фактора эволюции отрицалась)
- С.С. Четвериков «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926 г.): способствовала синтезу генетики и классического дарвинизма
- Н.П. Дубинин, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Ф.Г. Добржанский и др.: в эволюции большую роль играет изменение частоты встречаемости гена, которое определяется естественным отбором.
- Дж. Б. С. Холдейн «The causes of evolution» (1932 г.) генетика индивидуального развития; неотенией объяснял происхождение человека («голая обезьяна»)и эволюцию крупных таксонов как граптолиты и фораминиферы
- Ф. Г. Добржанский «Genetics and the Origin of Species» (1937 г.) впервые сформулировал понятие об «изолирующих механизмах эволюции» - репродуктивных барьерах, которые отделяют генофонд одного вида от генофондов других видов и т.д.
- Э.Майр «Систематика и происхождение видов» (1942 г.), развита концепция политипического вида и генетико-географическая модель видообразования, предложил принцип основателя
- Дж.Хаксли «*Evolution: The Modern synthesis*» «*Эволюция: современный синтез* (1942 г.) основные идеи СТЭ объединил все открытия в разных дисциплинах
- И. И. Шмальгаузен «Пути и закономерности эволюционного процесса» (1939 г.). Впервые в истории науки он сформулировал принцип единства механизмов микро- и макроэволюции
- А. Л. Тахтаджян «Соотношения онтогенеза и филогенеза у высших растений» (1943 г.) построил оригинальную онтогенетическую модель макроэволюции («мягкий сальтационизм») и т.д.



Основные положения синтетической теории эволюции (СТЭ или неодарвинизма) (1936-1937 г.г.)

- ▶ элементарной единицей эволюции считается локальная популяция
- ▶ элементарное эволюционное явление- изменение генетической структуры популяции
- ▶ материалом для эволюции являются мутационная и рекомбинационная изменчивость, в основном связанная с генными мутациями
- ▶ естественный отбор - главная причина развития адаптаций, видообразования и происхождения надвидовых таксонов (основной направленный фактор эволюции)
- ▶ элементарные факторы эволюции: дрейф генов, волны жизни, поток генов имеют ненаправленный, случайный характер
- ▶ дрейф генов и принцип основателя выступают причинами формирования нейтральных признаков
- ▶ эволюция имеет дивергентный характер, т. е. один таксон может дать начало нескольким таксонам, тогда как каждый вид имеет только одного предка
- ▶ вид есть система популяций, репродуктивно изолированных от популяций других видов, и каждый вид экологически обособлен
- ▶ эволюция носит постепенный и длительный характер
- ▶ любая систематическая группа может процветать (биологический прогресс) или вымирать (регресс)

Видообразование заключается в возникновении генетических изолирующих механизмов и осуществляется преимущественно в условиях географической изоляции.

Направления эволюционизма

1. **Эктогенез** (ламаркизм или неоламаркизм)
2. **Автогенез** или ортогенез или ортоламаркизм - эволюция без дивергенции (саморазвитие)
3. **Номогенез**
4. **Мутационизм** - возник в ранний период развития генетики (основатель Г.де Фриз)
5. **Дарвинизм** (неодарвинизм или селектогенез)
6. **Популяционная генетика**



Концепция эктогенеза

- ▶ **Эктогенетическая концепция:** развитие, которое целиком определяется внешними факторами
- ▶ Эволюция - это адаптивный процесс, основанный на всеобщем свойстве живых существ « наследование благоприобретенных свойств» (признаков)
- ▶ Единица эволюции - череда поколений
- ▶ Приспособленность - это причина, а не результат эволюции
- ▶ **Позиций эктогенеза придерживались:** Жоффруа Сент-Илер, представитель механоламаркизма - Н. Спенсер и др.



Концепция автогенеза

- ▶ Автогенетическая концепция : эволюция путем саморазвития организмов, основанная на внутреннем стремлении к самосовершенству (теория градации) , как неотъемлемом свойстве всего живого и не зависит от внешней среды
- ▶ Эволюция без дивергенции
- ▶ Единица эволюции - череда поколений

Представители: биолог, академик - Л.С. Берг, английский генетик У. Бэтсон, энтомолог, профессор А.А. Любищев, палеоботаник проф. С. В. Мейен, ботаник Ян Паулуc Лотси (1867-1931 г.г.) и др.



Уильям Бэтсон (1861-1926 г.г.)



**«Эволюция - это преформистское развертывание уже существующего комплекса наследственных факторов»
«В эволюции мы наблюдаем лишь комбинаторику (и в крайнем случае утрату) уже существующих наследственных факторов» 1914 г.**

Один из основателей генетики,
учитель Н. И. Вавилова,
английский зоолог

Концепция номогенеза



Лев Семенович Берг - русский зоолог и географ-энциклопедист, физико-географ, лимнолог, климатолог и почвовед, литолог и геоморфолог, палеогеограф, историк географии (1876г.-1959г.).

Теория эволюции ББ 2 курс Простодушева Т.В.

Номогенез - развитие по твердым законам, в отличие от эволюции путем случайностей

«Эволюция - это запрограммированный процесс реализации внутренних, присущих всему живому закономерностей»

(очерк «**Номогенез, или эволюция на основе закономерностей**» (1922 г.))

Естественный отбор в борьбе за существование в эволюции имеет второстепенное значение



Концепция мутационизма

Концепция мутационизма: эволюция происходит путем возникновения мутаций - редких скачкообразных изменений наследственного материала, в результате которых сразу создается новый биологический вид



Генетические основы эволюции

- ▶ Изменчивость
- ▶ Наследственность
- ▶ Мутации
- ▶ Генотип
- ▶ Генофонд



Изменчивость

- ▶ **Изменчивость** - это способность организмов меняться под воздействием факторов внешней и внутренней среды или свойство живых организмов существовать в различных формах
- ▶ Типы изменчивости:
 - Фенотипическая
 - Генотипическая:
 - 1) комбинативная
 - 2) мутационная: генные, хромосомные, геномные и внеядерные мутации



Фенотипическая изменчивость



В общей фенотипической изменчивости популяции выделяют две доли: генотипическую, или наследственную, и паратипическую, вызванную внешними условиями (А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов, 2006 г.)

Например: водный лютик и стрелолист

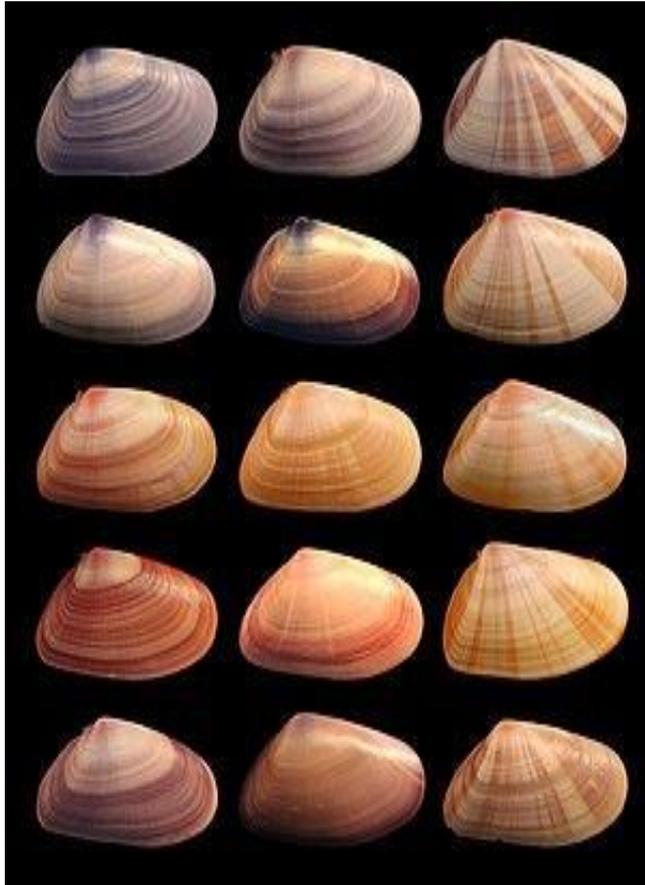


Наследственная изменчивость - элементарный эволюционный материал

- ▶ Наследственная, или генотипическая, изменчивость обусловлена изменениями в генотипе, которые передаются из поколения в поколение и обуславливают разнообразие особей одного вида, многообразие животного мира и эволюцию



Комбинативная изменчивость



Комбинативная изменчивость - изменчивость, которая возникает вследствие рекомбинации генов во время слияния гамет
Результат: огромное разнообразие генотипов и фенотипов потомков
Комбинирование генов является основным источником наследственной изменчивости эукариот

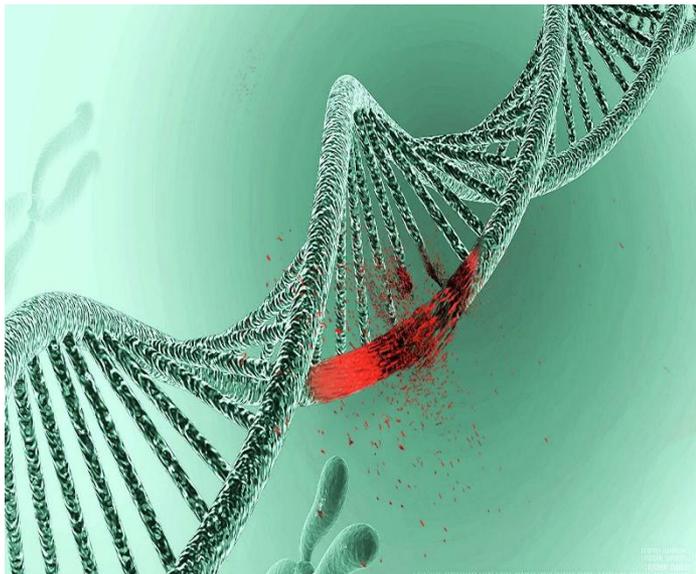


Мутации - элементарный эволюционный материал

- ▶ **Мутации** - изменения в структуре генов и хромосом или изменения числа хромосом в хромосомном наборе



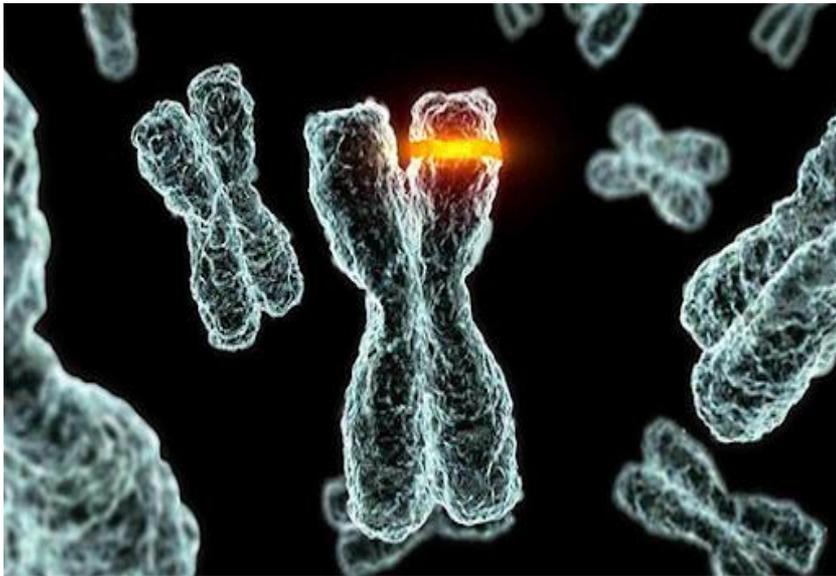
ГЕННЫЕ МУТАЦИИ - изменения молекулярной структуры генов



Связаны с изменением структуры одного гена, а именно с нарушением последовательности одного или нескольких нуклеотидов в ДНК

Результат: образуются новые аллели или множественные аллели

Хромосомные мутации - структурные изменения хромосом



Связаны с изменением
числа, размеров и
организацией хромосом
Хромосомные мутации:
делеции, дупликации,
инверсии
Межхромосомные
перестройки:
транслокации,
трансдукции,
трансформация

Геномные мутации

Геномные мутации

Геномные мутации – изменения количества хромосом.

1. **Анеуплоидия** – изменение количества отдельных хромосом.
 - **Трисомия** ($2n+1$)
 - **Моносомия** ($2n-1$)
 - **Нуллисомия** ($2n-2$)
2. **Полиплоидия** – увеличение количества наборов хромосом ($3n$, $4n$)
3. **Гаплоидия** – уменьшение количества наборов хромосом ($1n$)



Геномные мутации связаны с изменением числа хромосом в кариотипе, строго определенного для каждого вида. Значение: являются одним из важнейших факторов видообразования и прогрессивной эволюции.



Основные причины возникновения мутаций

- ▶ Спонтанные ошибки репликации последовательности нуклеотидов (спонтанные мутации)
- ▶ Действие различных мутагенных факторов, вызывающих ошибки репликации (индуцированные мутации)

В естественных условиях, когда причины возникновения мутаций неизвестны, все они считаются спонтанными

Мутагенные факторы

- физические
- химические

При действии мутагенных факторов частота мутаций резко повышается и может достигать значительных величин



Мутагенное действие физических факторов

Ионизирующая радиация и электромагнитное излучение разрывают ковалентные и (или) водородные связи в молекуле ДНК

Действие физических мутагенов подчиняется правилу «доза-эффект» (чем выше доза облучения, тем больше возникает мутаций)



Химические мутагены, нарушающие структуру нуклеиновых кислот

1. Алкилирующие агенты (иприт и его производные)
2. Нитриты (опосредованное действие)
3. Пероксиды и свободные радикалы (возникают при нарушениях метаболизма)
4. Промежуточные продукты метаболизм микрофлоры кишечника в организмах многоклеточных



Проявление мутаций зависит:

- от генетической среды, в которую попадает мутантный аллель
- от условий среды, где происходило развитие особи



Защитные механизмы в организме, выработавшиеся в процессе эволюции

- ▶ Системы репарации мутационных нарушений
- ▶ Специфический иммунитет системы Т и В лимфоцитов
- ▶ Вырожденность генетического кода (мутации, превращающие один кодон в другой, кодирующий ту же аминокислоту, не влияют на структуру белков)
- ▶ Наличие «молчащей» ДНК - мощнейшее средство защиты генома



Значение мутаций в эволюции

- ▶ Мутационная изменчивость - основной источник генетической изменчивости у прокариот
- ▶ Мутации и их комбинации первично определяют изменение генотипического состава популяции, т. е. возникновение элементарного эволюционного явления



Генофонд

- ▶ **Генофонд популяции** - совокупность генотипов всех особей, составляющих популяцию, включающая все разнообразие генов этой популяции
- ▶ **Генофонд вида** - сумма генофондов популяций
- ▶ **Источником формирования разнообразия генофонда** являются новые аллели, которые появляются в генотипах за счет комбинативной изменчивости и мутаций, в основном рецессивных



Спасибо за внимание!