

# Генетика

---

by LIAS© #Лицей №102# Rostov n/D

**Генетика** - наука о наследственности и изменчивости организмов. Генетика- дисциплина, изучающая механизмы и закономерности наследственности и изменчивости организмов, методы управления этими процессами. Она призвана раскрыть законы воспроизведения живого по поколениям, появление у организмов новых свойств, законы индивидуального развития особи и материальной основы исторических преобразований организмов в процессе эволюции. Первые две задачи решают теория гена и теория мутаций. Выяснение сущности воспроизведения для конкретного разнообразия форм жизни требует изучения наследственности у представителей, находящихся на разных ступенях эволюционного развития. Объектами генетики являются вирусы, бактерии, грибы, растения, животные и человек. На фоне видовой и другой специфики в явлениях наследственности для всех живых существ обнаруживаются общие законы. Их существование показывает единство органического мира. История генетики начинается с 1900 года, когда независимо друг от друга Корренс, Герман и де Фриз открыли и сформулировали законы наследования признаков, когда была переиздана работа **Г. Менделя “Опыты над растительными гибридами”**. С того времени генетика в своем развитии прошла три хорошо очерченных этапа- эпоха Классической генетики (1900-1930), эпоха неоклассицизма (1930-1953) и эпоха синтетической генетики, которая началась в 1953 году. На первом этапе складывался язык генетики, разрабатывались методики исследования, были обоснованы фундаментальные положения, открыты основные законы. В эпоху неоклассицизма стало возможным вмешательство в механизм изменчивости, дальнейшее развитие получило изучение гена и хромосом, разрабатывается теория искусственного мутагенеза, что позволило генетике из теоритической дисциплины перейти к прикладной. Ее бурное развитие было обусловлено как запросами сельского хозяйства, нуждавшегося в детальной разработке проблем наследственности у растений и животных, так и успехами биологических дисциплин, таких, как морфология, эмбриология, цитология, физиология и биохимия, подготовивших почву для углубленного изучения законов наследственности и материальных носителей наследственных факторов. Название генетика было предложено для новой науки английским ученым **У. Бэтсоном** в 1906 г.

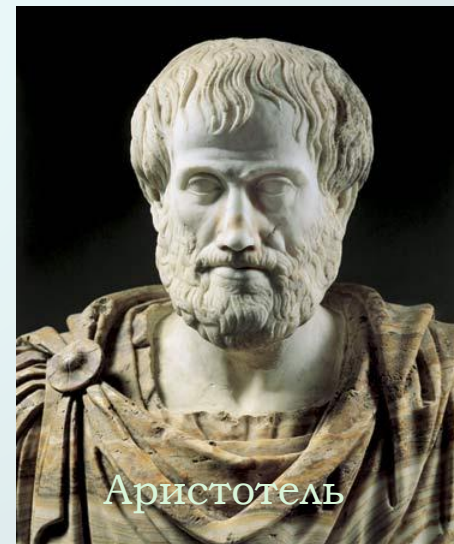
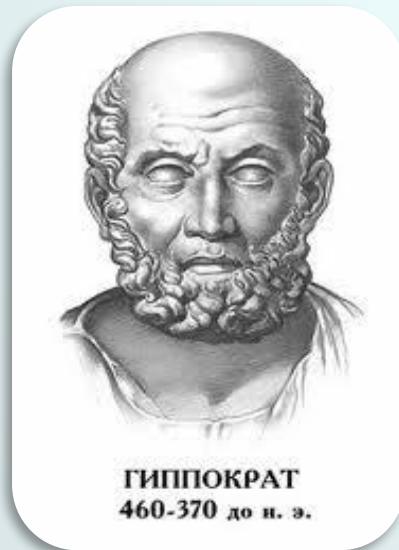
Новый этап в развитии генетики стал возможным благодаря расшифровке структуры “золотой” молекулы ДНК в 1953 г. **Дж. Уотсоном и Ф. Криком**. Генетика переходит на молекулярный уровень исследований. Стало возможным расшифровать структуру гена, определить материальные основы и механизмы наследственности и изменчивости. Генетика научилась влиять на эти процессы, направлять их в нужное русло. Появились широкие возможности

# Зачатки генетики

Зачатки генетики можно проследить ещё в доисторические времена. Судя по разнообразным археологическим данным, уже 6000 лет назад люди понимали, что некоторые физические признаки могут передаваться от одного поколения к другому. Отбирая определённые организмы из природных популяций и скрещивая их между собой, человек создавал улучшенные сорта растений и породы животных, обладавшие нужными ему свойствами. На вавилонских глиняных табличках указывались возможные признаки при скрещивании лошадей. Однако основы современных представлений о механизмах наследственности были заложены только в середине XIX века. Хотя успехи микроскопии и позволили установить, что наследственные признаки передаются из поколения в поколение через сперматозоиды и яйцеклетки, оставалось неясным, каким образом мельчайшие частицы протоплазмы могут нести в себе "зачатки" того огромного множества признаков, из которых складывается каждый отдельный организм.

## Опыты по гибридизации растений. Накопление сведений о наследуемых признаках.

Попытки понять природу передачи признаков по наследству от родителей детям предпринимались еще в древности. Размышления на эту тему встречаются в сочинениях Гиппократ, Аристотеля и других мыслителей. В XVII–XVIII вв., когда биологи начали разбираться в процессе оплодотворения и искать, с каким началом – мужским или женским – связана тайна оплодотворения, споры о природе наследственности возобновились с новой силой. Знаменитая борьба преформистов («анималькулистов» и «овистов») немало способствовала выяснению природы этого процесса у животных. У растений половая дифференциация была открыта Р. Я. Каммерариусом (1694), обнаружившим в опытах со шпинатом, коноплей и кукурузой, что для завязывания плодов необходимо опыление.





## Опыты по гибридизации растений. Накопление сведений о наследуемых признаках.

Тем самым к концу **XVII в.** была подготовлена научная почва для начала опытов по гибридизации растений. Первые успехи в этом направлении были достигнуты в начале XVIII в. Полагают, что первый межвидовой гибрид получил англичанин **Т. Фэйрчайлд** при скрещивании гвоздик *Dianthus barbatus* и *D. caryophyllus*. С получением других гибридов практика гибридизации стала расширяться, но ботаники еще продолжали считать спорным вопрос о наличии двух полов у растений и их участии в оплодотворении. В **1759 г.** Петербургская Академия наук для выяснения этого вопроса объявила даже специальный конкурс. Премии за работу «Исследование пола у растений» («*Disquisitio de sexu plantarum*») был удостоен в **1760 г.** **К. Линней**, получивший межвидовой гибрид козлобородников (*Tragopogon*), легко дающих помеси в естественных условиях. Однако сути гибридизации и роли пыльцы в скрещивании Линней не понял. Научно обоснованное решение этого вопроса было достигнуто в опытах члена Российской Академии наук **И. Г. Кельрейтера**.



Здание Петербургской Академии наук на Васильевском острове



К. Линней

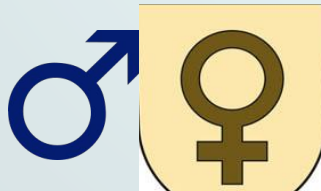
И. Г. Кельрейтер

Опыты по гибридизации растений.  
Накопление сведений о наследуемых признаках.



И. Г. Кельрейтер

В 1760 г. Кельрейтер начал первые тщательно продуманные опыты по изучению передачи признаков при скрещивании растений. В 1761–1766 гг., почти за четверть века до Л. Спалланцани, изучавшего проблему скрещивания на животных объектах, Кельрейтер в опытах с табаком, дурманом и гвоздиками показал, что после переноса пыльцы одного растения на пестик другого растения, отличающегося по своим морфологическим признакам, образуются завязи и семена, дающие растения со свойствами, промежуточными по отношению к обоим родителям. В результате Кельрейтер пришел к выводу фундаментальной важности: в формировании потомства и передаче признаков, прослеживаемых у потомков, принимают участие оба родительских организма. Кельрейтер ввел также метод обратных скрещивания с одним из исходных родителей, благодаря чему ему удалось доказать наследование признаков и равноправие мужских и женских элементов в формировании дочерних особей. Точный метод скрещивания, разработанный Кельрейтером, обусловил быстрый прогресс в изучении наследственной передачи признаков.



## Опыты по гибридизации растений. Накопление сведений о наследуемых признаках.

Развитие практики гибридизации повело к дальнейшему накоплению сведений о природе скрещиваний. Важные наблюдения о сочетаниях признаков при скрещиваниях стали накапливаться в результате деятельности садоводов и ботаников. Практика требовала работы в условиях нежелательных условий и выводов о хороших растениях, также научной выяснения способов сочетания в одном растении нужных признаков в присутствии нежелательных родителей. Сходные задачи ставились и животноводы, но неизменно повисали в воздухе, поскольку упирались в незнание законов передачи наследственных признаков (И. Д. Чистяков, 1872; А. Шнейдер, 1873; Э. Страсбургер, 1875; Шлейхер, 1878; В. Флемминг, 1892; экспериментально решить эту проблему не представлялось еще возможным. В таких условиях возникли различные умозрительные гипотезы о природе наследственности:

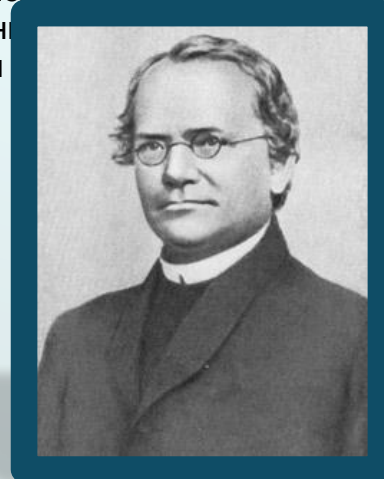
- **Деление ядра** была популярной гипотезой, так же, как и для получения перераспределения наследственного материала по дочерним клеткам в ходе их деления. **Гипотеза Вальдейера** (1881) и **Дарвина** (предложил термин хромосома. Был обстоятельно изучен процесс оплодотворения у животных и растений (О. Гертвиг, 1876; И. Н. Горюжанкин, 1880; Э. Страсбургер, 1884; и др.). Работы ботаников и животноводов подготовили почву для быстрого признания законов Г. Менделя после их переоткрытия в 1900 г.

- **Гипотеза Ф. Гальтона** получила название «*гипотезы корневища*». Он сравнивал генеративные органы с корневищем некоторых растений, каждый год дающим новые зеленые побеги.
- **Умозрительная гипотеза ботаника К. Нэгели** в работе «*Механико-физиологическая теория эволюции*» (1884). Он высказал предположение, что наследственные задатки передаются лишь частью вещества клетки, названного им *идиоплазмой*. Остальная часть (*стереоплазма*), согласно его представлению, наследственных признаков не несет.
- **Теория наследственности Вейсмана**. Развивая идею о неравнонаследственном делении, Вейсман логично пришел к выводу о существовании в организме двух четко разграниченных клеточных линий – зародышевых (клеток зачаткового пути) и соматических. Первые, обеспечивая непрерывность передачи наследственной информации, «потенциально бессмертны» и способны дать начало новому организму. Вторые этим свойством не обладают. Выделение двух категорий клеток имело большое положительное значение для последующего развития генетики. Оно, в частности, было началом теоретического опровержения идеи о наследовании приобретенных признаков. Вместе с тем теория Вейсмана содержала и ошибочное допущение, будто полный набор детерминант содержится только в половых клетках.



# Грегор Мендель

**Грегор Мендель** (1822-1884) родился в Силезии в семье крестьянина и так же, как и его отец, был искусным садоводом. В 1843 году Мендель поступил в августинский монастырь и получил имя Грегор Слва и почет придут к Менделю уже после смерти. Он же покинет жизнь, так и не разгадав тайны ястребинки, не «уложившейся» в выведенные им законы единообразия гибридов двадцатипятилетнего монаха Менделя учителем в среднюю школу. Затем с 1851 по 1853 года он изучал первого поколения и расщепления признаков в потомстве». Слишком рано великий естественные науки, особенно физику, в Венском университете, после чего стал преподавателем физики и естествознания в училище города Брно. Последние пятнадцать лет жизни Мендель был готов. Лишь в 1900 году, перестроив законы Менделя, мир поразились красоте логики настоятелем монастыря. В 1856 году он начал классическую работу по гибридизации и анализу эксперимента исследователя и изящной точности его расчетов. И хотя ген продолжал наследования признаков у гороха. Чин монаха католического монастыря ордена августинцев не оставался гипотетической единицей наследственности, сомнения в его материальности помешал Менделю получить образование в Венском университете и активно участвовать в работе Общества естествоиспытателей г. Брюнна (ныне Брно). В 1865 г. Мендель доложил на заседании этого общества, а в 1866 г. опубликовал в его трудах работу «Опыты над растительными гибридами». Через начало тридцатых годов нашего столетия генетика и лежащие в ее основе законы Менделя три года Мендель был назначен настоятелем Брюннского монастыря и вследствие большой занятости стали признанным фундаментом современного дарвинизма. Менделизм сделался теоретической основой для выведения новых высокоурожайных сортов культурных растений, оставил свои эксперименты по гибридизации. Изучая наследование признаков у гибридов гороха, Мендель опирался на опыт своих более продуктивных пород домашнего скота, полезных видов микроорганизмов. Он же дал толчок развитию медицинской генетики. Знаменитый физик Эрвин Шредингер считал, что применение законов Менделя равнозначно возвратные скрещивания, отбор растений с альтернативными признаками) и усовершенствовал внедрению квантового начала в биологии. гибридологический метод, дополнив его количественным учетом расщепляющихся форм и математическим анализом полученных результатов. Мендель довательные этапы экспериментальной работы Менделя маны и обоснованы.



Аристотель



## В своем развитии генетика прошла ряд этапов:

- *Первый этап* ознаменовался открытием Г. Менделем (**1865**) дискретности (делимости) наследственных факторов и разработкой гибридологического метода, изучения наследственности, т. е. правил скрещивания организмов и учета признаков у их потомства.

Дискретность наследственности состоит в том, что отдельные свойства и признаки организма развиваются под контролем наследственных факторов (генов), которые при слиянии гамет и образовании зиготы не смешиваются, не растворяются, а при формировании новых гамет наследуются независимо друг от друга. Менделевские законы наследственности заложили основу теории гена — величайшего открытия естествознания XX в., а генетика превратилась в быстро развивающуюся отрасль биологии.

В **1901 — 1903 гг.** де Фриз выдвинул мутационную теорию изменчивости, которая сыграла большую роль в дальнейшем развитии генетики.

Важное значение имели работы датского ботаника В. Иоганнсена, который изучал закономерности наследования на чистых линиях фасоли. Он сформулировал также понятие “популяциям” (группа организмов одного вида, обитающих и размножающихся на ограниченной территории), предложил называть менделевские “наследственные факторы” словом ген, дал определения понятий “генотип” и “фенотип”.

- *Второй этап* характеризуется переходом к изучению явлений наследственности на клеточном уровне (цитогенетика). Т. Бовери (**1902—1907**), У. Сэттон и Э. Вильсон (**1902—1907**) установили взаимосвязь между менделевскими законами наследования и распределением хромосом в процессе клеточного деления (митоз) и созревания половых клеток (мейоз).

Развитие учения о клетке привело к уточнению строения, формы и количества хромосом и помогло установить, что гены, контролирующие те или иные признаки, не что иное, как участки хромосом. Это послужило важной предпосылкой утверждения хромосомной теории наследственности.

Решающее значение в ее обосновании имели исследования, проведенные на мушках дрозофилах американским генетиком Т. Г. Морганом и его сотрудниками (**1910—1911**).

Ими установлено, что гены расположены в хромосомах в линейном порядке, образуя группы сцепления. Число групп сцепления генов соответствует числу пар гомологичных хромосом, и гены одной группы сцепления могут перекомбинироваться в процессе мейоза благодаря явлению кроссинговера, что лежит в основе одной из форм наследственной комбинативной изменчивости организмов. Морган установил также закономерности наследования признаков, сцепленных с полом.

## В своем развитии генетика прошла ряд этапов:

- *Третий этап* в развитии генетики отражает достижения молекулярной биологии и связан с использованием методов и принципов точных наук — физики, химии, математики, биофизики и др. — в изучении явлений жизни на уровне молекул. Объектами генетических исследований стали грибы, бактерии, вирусы.

На этом этапе были изучены взаимоотношения между генами и ферментами и сформулирована теория “один ген — один фермент” (Дж. Бидл и Э. Татум, 1940): каждый ген контролирует синтез одного фермента; фермент в свою очередь контролирует одну реакцию из целого ряда биохимических превращений, лежащих в основе проявления внешнего или внутреннего признака организма.

Эта теория сыграла важную роль в выяснении физической природы гена как элемента наследственной информации.

В 1953 г. Ф. Крик и Дж. Уотсон, опираясь на результаты опытов генетиков и биохимиков и на данные рентгеноструктурного анализа, создали структурную модель ДНК в форме двойной спирали. Предложенная ими модель ДНК хорошо согласуется с биологической функцией этого соединения: способностью к самоудвоению генетического материала и устойчивому сохранению его в поколениях — от клетки к клетке.



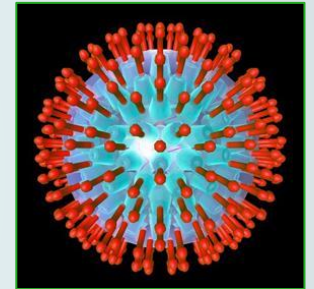
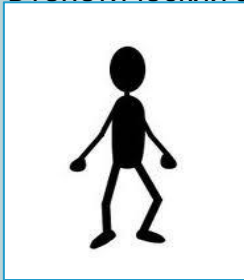
Эти свойства молекул ДНК объяснили и молекулярный механизм изменчивости: любые отклонения от исходной структуры гена, ошибки самоудвоения генетического материала ДНК, однажды возникнув, в дальнейшем точно и устойчиво воспроизводятся в дочерних нитях ДНК.

В последующее десятилетие эти положения были экспериментально подтверждены: уточнилось понятие гена, был расшифрован генетический код и механизм его действия в процессе синтеза белка в клетке. Кроме того, были найдены методы искусственного получения мутаций и с их помощью созданы ценные сорта растений и штаммы микроорганизмов — продуцентов антибиотиков, аминокислот.

В последнее десятилетие возникло новое направление в молекулярной генетике — *генная инженерия* — система приемов, позволяющих биологу конструировать искусственные генетические системы.

Генная инженерия основывается на универсальности генетического кода: триплеты нуклеотидов ДНК программируют включение аминокислот в белковые молекулы всех организмов — человека, животных, растений, бактерий, вирусов.

Благодаря этому можно синтезировать новый ген или выделить его из одной бактерии и ввести его в генетический аппарат другой бактерии, лишенной такого гена.



Таким образом, третий, современный этап развития генетики открыл огромные перспективы направленного вмешательства в явления наследственности и селекции растительных и животных организмов, выявил важную роль генетики в медицине, в частности, в изучении закономерностей наследственных болезней и физических аномалий человека.



## Эра классической генетики

- **1865 г.** Грегор Мендель делает доклад «*Опыты над растительными гибридами*»
- **1869 г.** Фридрих Мишер открыл главную составную часть ядер, названную им нуклеином (Nuclein)
- **1903 г.** Высказано предположение о том, что хромосомы являются носителями наследственности.
- **1905 г.** Уильям Бэтсон в письме к Адаму Сэдживу вводит термин *генетика*.
- **1908 г.** закон Харди — Вайнберга.
- **1910 г.** Томас Хант Морган доказывает, что гены расположены в хромосомах.
- **1913 г.** Альфред Стёртевант составляет первую генетическую карту хромосомы.
- **1918 г.** Рональд Фишер публикует работу «*On the correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance*», которая знаменует начало работ по созданию Синтетической теории эволюции.
- **1927 г.** Для обозначения изменений в генах введен термин мутация.
- **1928 г.** Фредерик Гриффит обнаруживает молекулу *наследственности*, которая передаётся от бактерии к бактерии
- **1931 г.** как причина рекомбинации
- **1941 г.** Эдвард Тейтем и Джордж Бидл показывают, что в генах закодирована информация о структуре белков.

## Эра ДНК

- **1944 г.** Освальд Эвери, Колин Маклеод и Маклин Маккарти изолируют ДНК (тогда его называли трансформирующим началом (*transforming principle*)).
- **1950 г.** Эрвин Чаргафф показывает, что, хотя доля нуклеотидов в ДНК не постоянна, наблюдаются определённые закономерности (например, что количество аденина, А, равно количеству тимина, Т) (Правило Чаргаффа). Барбара Мак-Клинтон обнаруживает транспозоны у кукурузы.
- **1952 г.** Эксперимент Херши—Чейз доказывает, что генетическая информация бактериофагов (и всех других организмов) содержится в ДНК.
- **1953 г.** Структура ДНК (двойная спираль) расшифрована Джеймсом Уотсоном и Фрэнсисом Криком с помощью Розалин Франклин
- **1956 г.** Jo Hin Tjio и Алберт Леван впервые верно устанавливают Хромосомное число человека: 46 хромосом в диплоидном наборе.
- **1958 г.** Эксперимент Мезельсона—Шталя показывает, что удвоение ДНК носит полуконсервативный характер.
- **1961 г.** Выяснено, что генетический код состоит из триплетов.
- **1964 г.** Говард Темин на примере РНК-содержащих вирусов показал, что центральная догма Уотсона не всегда верна.
- **1970 г.** При изучении бактерии *Haemophilus influenzae* обнаружены ферменты рестриктазы, которые позволяют вырезать и встраивать участки молекул ДНК.

## Геномная эра

- **1977 г.** ДНК секвенирована впервые независимо Фредериком Сенгером, Уолтером Гилбертом и Алланом Максемом. Лаборатория Сенгера полностью секвенирует геном бактериофага Ф-Х174;.
- **1983 г.** Кэри Бэнкс Мёллис открывает Полимеразную цепную реакцию, открывающую возможности простой и быстрой амплификации ДНК.
- **1989 г.** Впервые секвенирован ген человека (Фрэнсис Коллинс и Лап-Че Цуй). Ген кодирует белок CFTR. Дефекты в последовательности гена приводят к развитию опухолей .
- **1995 г.** Впервые полностью секвенирован геном организма невирусной природы — бактерии *Haemophilus influenzae*.
- **1996 г.** Впервые полностью секвенирован геном эукариотного организма — пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
- **1998 г.** Впервые полностью секвенирован геном многоклеточного эукариотного организма — нематоды *C. elegans*.
- **2001 г.** Обнародованы первые наброски полной последовательности генома человека одновременно Проектом «Геном человека» (*Human Genome Project*) и *Celera Genomics*.
- **2003 г.** (14 апреля) Проект «Геном человека» успешно завершён: 99 % генома секвенировано с точностью 99.99%.
- **2008 г.** Стартовал международный проект по расшифровке геномов 1000 человек.
- **2010 г.** Институтом Крейга Вентера впервые создана **искусственная форма жизни** *Mycoplasma mycoides JCVI-syn1.0*.