

# **Основные понятия и законы генетики**

# Генетика — наука о закономерностях наследственности и изменчивости

Генетика - относительно молодая наука.

Официальной датой ее рождения считается 1900г., когда Г. де Фриз в Голландии, К. Корренс в Германии и Э. Чермак в Австрии независимо друг от друга "переоткрыли" законы наследования признаков, установленные Г. Менделем еще в 1865 году.



Грегор Мендель.



Гуго де Фриз.



Карл Корренс.



Эрик Чермак.

# Основные генетические понятия

**Изменчивость** — свойство организмов приобретать новые по сравнению с родителями признаки. В широком смысле под изменчивостью понимают различия между особями одного вида.

**Признак** — любая особенность строения, любое свойство организма. Развитие признака зависит как от присутствия других генов, так и от условий среды, формирование признаков происходит в ходе индивидуального развития особей. Поэтому каждая отдельно взятая особь обладает набором признаков, характерных только для нее.

**Фенотип** — совокупность всех внешних и внутренних признаков организма.

**Ген** — функционально неделимая единица генетического материала, участок молекулы ДНК, кодирующий первичную структуру белка. В широком смысле ген — участок ДНК, определяющий возможность развития отдельного элементарного признака.

**Генотип** — совокупность генов организма.

# Основные генетические понятия

**Локус** — местоположение гена в хромосоме.

**Аллельные гены** — гены, расположенные в идентичных локусах гомологичных хромосом.

**Гомозигота** — организм, имеющий аллельные гены одной молекулярной формы.

**Гетерозигота** — организм, имеющий аллельные гены разной молекулярной формы; в этом случае один из генов является доминантным, другой — рецессивным.

**Рецессивный ген** — аллель, определяющий развитие признака только в гомозиготном состоянии; такой признак будет называться рецессивным.

**Доминантный ген** — аллель, определяющий развитие признака не только в гомозиготном, но и в гетерозиготном состоянии; такой признак будет называться доминантным.

# Методы генетики

Основным является **гибридологический метод** — система скрещиваний, позволяющая проследить закономерности наследования признаков в ряду поколений. Впервые разработан и использован Г. Менделем. Отличительные особенности метода:

- 1) целенаправленный подбор родителей, различающихся по одной, двум, трем и т. д. парам контрастных (альтернативных) стабильных признаков;
- 2) строгий количественный учет наследования признаков у гибридов;
- 3) индивидуальная оценка потомства от каждого родителя в ряду поколений.

Скрещивание, при котором анализируется наследование одной пары альтернативных признаков, называется **моногибридным**, двух пар — **дигибридным**, нескольких пар — **полигибридным**. Под альтернативными признаками понимаются различные значения какого-либо признака, например, признак — цвет горошин, альтернативные признаки — желтый цвет, зеленый цвет горошин.

Кроме гибридологического метода, в генетике используют: **генеалогический** — составление и анализ родословных; **цитогенетический** — изучение хромосом; **близнецовый** — изучение близнецов; **популяционно-статистический** метод — изучение генетической структуры популяций.

# Генетическая символика

Предложена Г. Менделем, используется для записи результатов скрещиваний:

P — родители;

F — потомство, число внизу или сразу после буквы указывает на порядковый номер поколения ( $F_1$  — гибриды первого поколения — прямые потомки родителей,  $F_2$  — гибриды второго поколения — возникают в результате скрещивания между собой гибридов  $F_1$ );

× — значок скрещивания;

♂ — мужская особь;

♀ — женская особь;

A — доминантный ген,

a — рецессивный ген;

AA — гомозигота по доминанте,

aa — гомозигота по рецессиву,

Aa — гетерозигота.

# Закон единообразия гибридов первого поколения, или первый закон Менделя

Успеху работы Менделя способствовал удачный выбор объекта для проведения скрещиваний — различные сорта гороха.

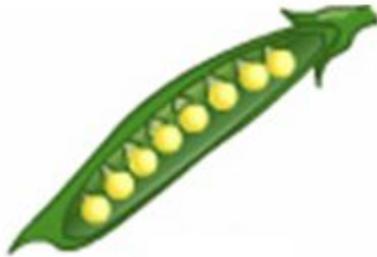
Особенности гороха: 1) относительно просто выращивается и имеет короткий период развития; 2) имеет многочисленное потомство; 3) имеет большое количество хорошо заметных альтернативных признаков (окраска венчика — белая или красная; окраска семядолей — зеленая или желтая; форма семени — морщинистая или гладкая; окраска боба — желтая или зеленая; форма боба — округлая или с перетяжками; расположение цветков или плодов — по всей длине стебля или у его верхушки; высота стебля — длинный или короткий); 4) является самоопылителем, в результате чего имеет большое количество чистых линий, устойчиво сохраняющих свои признаки из поколения в поколение.

Опыты по скрещиванию разных сортов гороха Мендель проводил в течение восьми лет, начиная с 1854 года.

8 февраля 1865 года Г. Мендель выступил на заседании Брюннского общества естествоиспытателей с докладом «Опыты над растительными гибридами», где были обобщены результаты его работы.

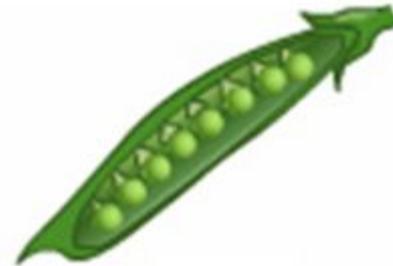
# Мендель провел скрещивание:

**P:**   Сорт гороха с желтыми  
          семенами

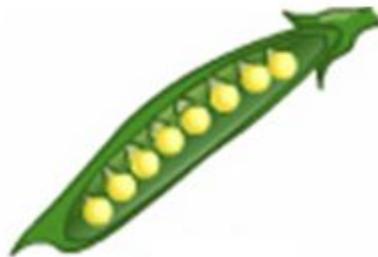


×

Сорт гороха с зелеными  
семенами



**F<sub>1</sub>:**

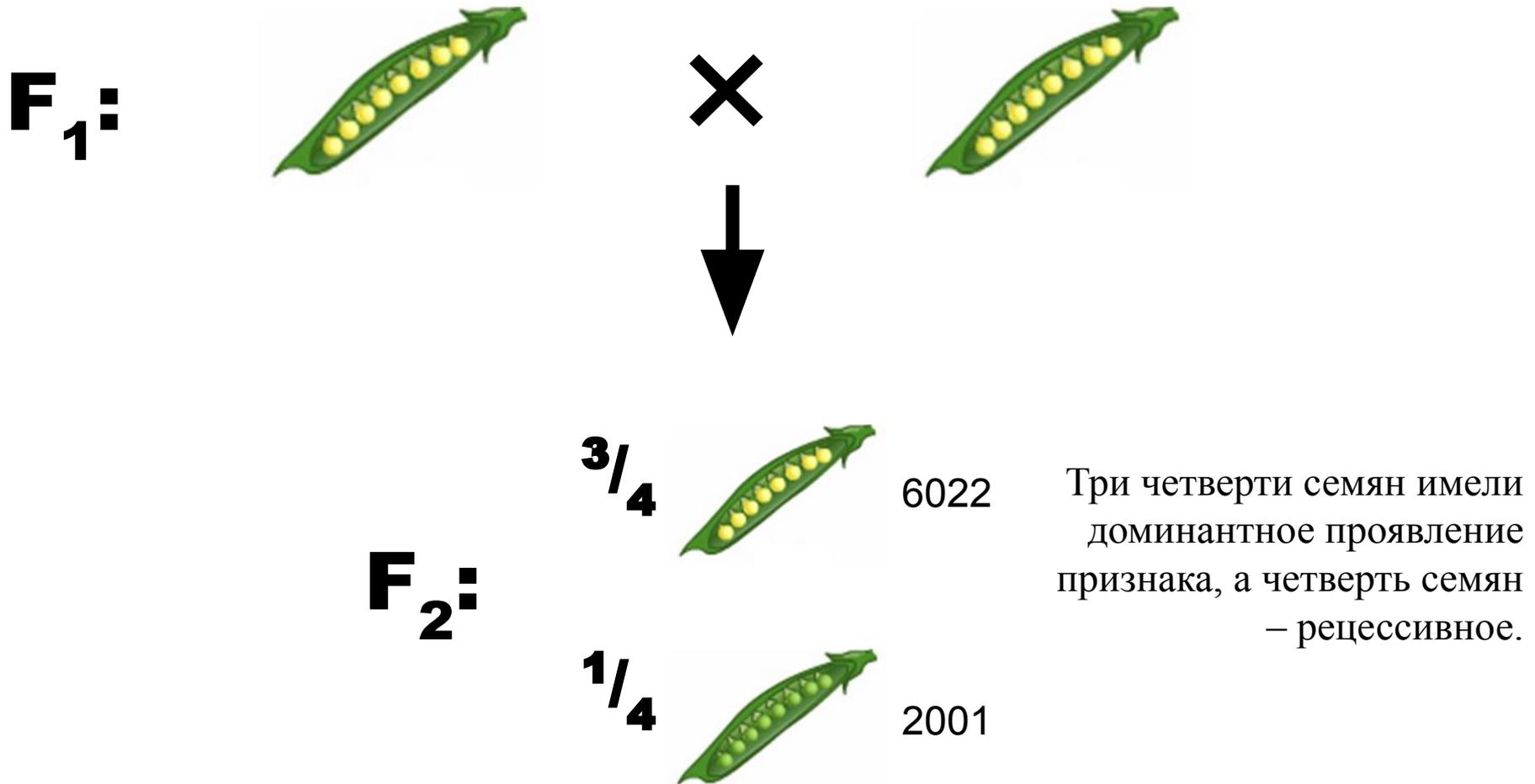


В первом поколении  
были только растения с  
желтыми семенами!

# Закон единообразия гибридов первого поколения, или первый закон Менделя

При моногибридном скрещивании  
гомозиготных особей, имеющих разные  
значения альтернативных признаков, гибриды  
являются единообразными по генотипу и  
фенотипу.

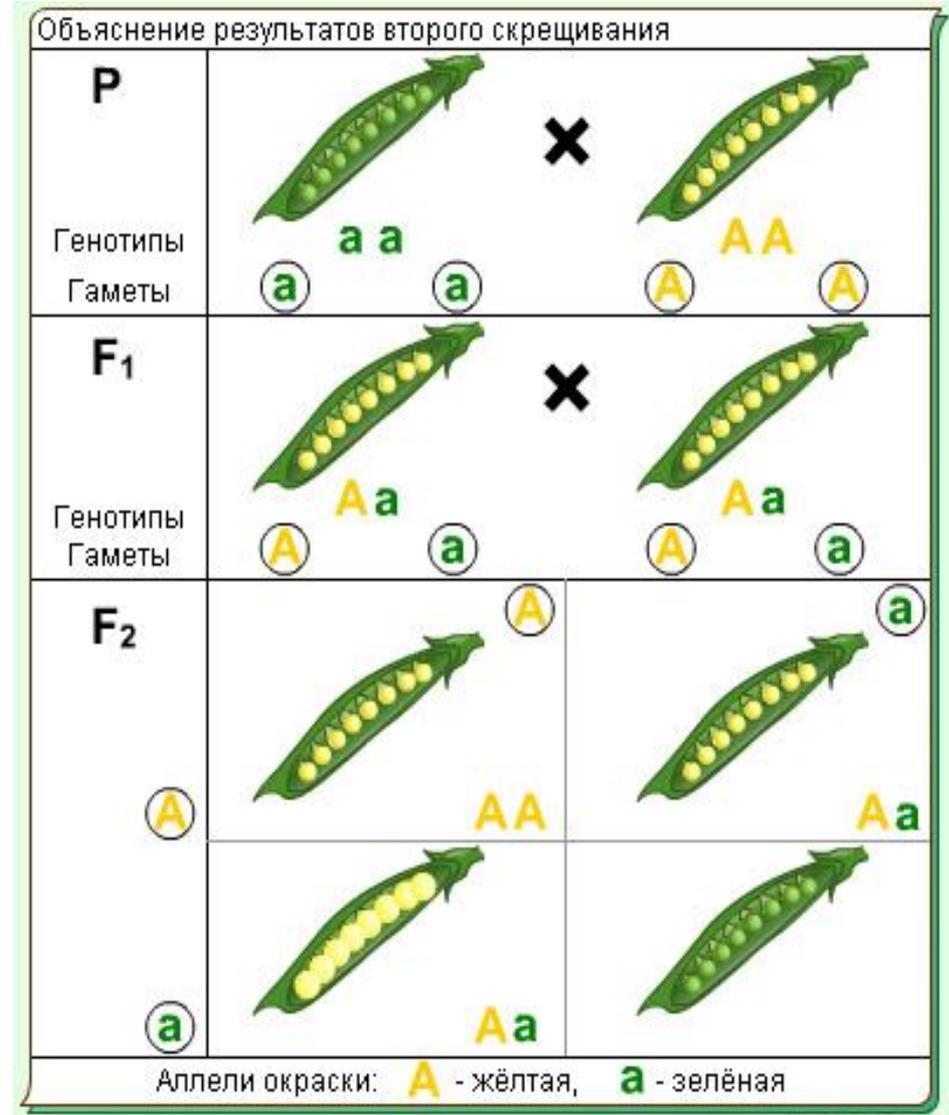
Г. Мендель дал возможность самоопылиться гибридам первого поколения. У полученных таким образом гибридов второго поколения проявился не только доминантный, но и рецессивный признак.



# Закон расщепления, или второй закон Менделя

Анализ данных позволил сделать следующие выводы:

1. Единообразия гибридов во втором поколении не наблюдается: часть гибридов несет один (доминантный), часть — другой (рецессивный) признак из альтернативной пары;
2. Количество гибридов, несущих доминантный признак, приблизительно в три раза больше, чем гибридов, несущих рецессивный признак;
3. Рecessивный признак у гибридов первого поколения не исчезает, а лишь подавляется и проявляется во втором гибридном поколении.



# Второй закон Менделя — закон расщепления

При моногибридном скрещивании  
гетерозиготных особей у гибридов имеет  
место расщепление по фенотипу в  
отношении 3:1, по генотипу 1:2:1

# Закон чистоты гамет

С 1854 года в течение восьми лет Мендель проводил опыты по скрещиванию растений гороха. Им было выявлено, что в результате скрещивания различных сортов гороха друг с другом гибриды первого поколения обладают одинаковым фенотипом, а у гибридов второго поколения имеет место расщепление признаков в определенных соотношениях. Для объяснения этого явления Мендель сделал ряд предположений, которые получили название «гипотезы чистоты гамет», или «закона чистоты гамет». Мендель предположил, что:

- 1. За формирование признаков отвечают какие-то дискретные наследственные факторы;*
- 2. Организмы содержат два фактора, определяющих развитие признака;*
- 3. При образовании гамет в каждую из них попадает только один из пары факторов;*
- 4. При слиянии мужской и женской гамет эти наследственные факторы не смешиваются (остаются чистыми).*

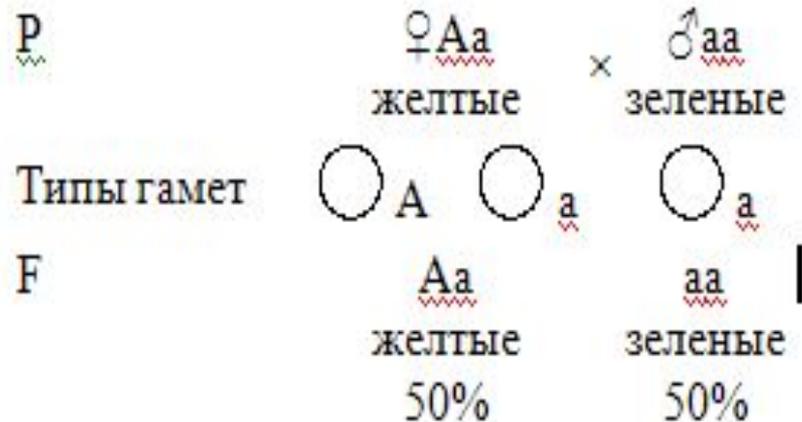
В 1909 году В. Иогансен назовет эти наследственные факторы генами, а в 1912 году Т. Морган покажет, что они находятся в хромосомах.

# Анализирующее скрещивание

Для доказательства своих предположений Г. Мендель использовал скрещивание, которое сейчас называют анализирующим (**анализирующее скрещивание** — скрещивание организма, имеющего неизвестный генотип, с организмом, гомозиготным по рецессиву).

*Наверное, Мендель рассуждал следующим образом: «Если мои предположения верны, то в результате скрещивания  $F_1$  с сортом, обладающим рецессивным признаком (зелеными горошинами), среди гибридов будут половина горошин зеленого цвета и половина горошин — желтого».*

Как видно из приведенной ниже генетической схемы, он действительно получил расщепление 1:1 и убедился в правильности своих предположений и выводов, но современниками он понят не был. Его доклад «Опыты над растительными гибридами», сделанный на заседании Брюннского общества естествоиспытателей, был встречен полным молчанием.



# Закон независимого наследования признаков, или третий закон Менделя

Организмы отличаются друг от друга по многим признакам. Поэтому, установив закономерности наследования одной пары признаков, Г. Мендель перешел к изучению наследования двух (и более) пар альтернативных признаков.

Для дигибридного скрещивания Мендель брал гомозиготные растения гороха, отличающиеся по окраске семян (желтые и зеленые) и форме семян (гладкие и морщинистые). Желтая окраска (А) и гладкая форма (В) семян — доминантные признаки, зеленая окраска (а) и морщинистая форма (b) — рецессивные признаки.

Скрещивая растение с желтыми и гладкими семенами с растением с зелеными и морщинистыми семенами, Мендель получил единообразное гибридное поколение  $F_1$  с желтыми и гладкими семенами. От самоопыления 15-ти гибридов первого поколения было получено 556 семян, из них 315 желтых гладких, 101 желтое морщинистое, 108 зеленых гладких и 32 зеленых морщинистых (расщепление 9:3:3:1).

# Закон независимого наследования признаков, или третий закон Менделя

Анализируя полученное потомство, Мендель обратил внимание на то, что:

- 1) наряду с сочетаниями признаков исходных сортов (желтые гладкие и зеленые морщинистые семена), при дигибридном скрещивании появляются и новые сочетания признаков (желтые морщинистые и зеленые гладкие семена);
- 2) расщепление по каждому отдельно взятому признаку соответствует расщеплению при моногибридном скрещивании. Из 556 семян 423 были гладкими и 133 морщинистыми (соотношение 3:1), 416 семян имели желтую окраску, а 140 — зеленую (соотношение 3:1). Мендель пришел к выводу, что расщепление по одной паре признаков не связано с расщеплением по другой паре. Для семян гибридов характерны не только сочетания признаков родительских растений (желтые гладкие семена и зеленые морщинистые семена), но и возникновение новых комбинаций признаков (желтые морщинистые семена и зеленые гладкие семена).

# Закон независимого наследования признаков, или третий закон Менделя

При скрещивании гомозиготных особей, отличающихся по двум или нескольким парам альтернативных признаков, во втором гибридном поколении наблюдается независимое комбинирование этих признаков, в результате чего получают новые формы, обладающие несвойственными родителям сочетаниями признаков.

У гибридов второго поколения имеет место расщепление по фенотипу в отношении 9:3:3:1, по генотипу в отношении 4:2:2:2:2:1:1:1:1, признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.

# Закон независимого наследования признаков, или третий закон Менделя

P  
♀ AABV  
желтые, гладкие

x

♂ aabb  
зеленые, морщинистые

Типы гамет

○ AB

○ ab

F<sub>1</sub>

AaBb  
желтые, гладкие, 100%

P  
♀ AaBb  
желтые, гладкие

x

♂ AaBb  
желтые, гладкие

# Закон независимого наследования признаков, или третий закон Менделя

Гаметы: ♂	AB	<u>Ab</u>	<u>aB</u>	<u>ab</u>
♀				
AB	AABB желтые гладкие	<u>AABb</u> желтые гладкие	<u>AaBB</u> желтые гладкие	<u>AaBb</u> желтые гладкие
<u>Ab</u>	<u>AABb</u> желтые гладкие	<u>AAbb</u> желтые морщинистые	<u>AaBb</u> желтые гладкие	<u>Aabb</u> желтые морщинистые
<u>aB</u>	<u>AaBB</u> желтые гладкие	<u>AaBb</u> желтые гладкие	<u>aaBB</u> зеленые гладкие	<u>aaBb</u> зеленые гладкие
<u>ab</u>	<u>AaBb</u> желтые гладкие	<u>Aabb</u> желтые морщинистые	<u>aaBb</u> зеленые гладкие	<u>aabb</u> зеленые морщинистые

Анализ результатов скрещивания по фенотипу: желтые, гладкие — 9/16, желтые, морщинистые — 3/16, зеленые, гладкие — 3/16, зеленые, морщинистые — 1/16. **Расщепление по фенотипу 9:3:3:1.**

Анализ результатов скрещивания по генотипу: AaBb — 4/16, AABb — 2/16, AaBB — 2/16, Aabb — 2/16, aaBb — 2/16, AABB — 1/16, Aabb — 1/16, aaBB — 1/16, aabb — 1/16.

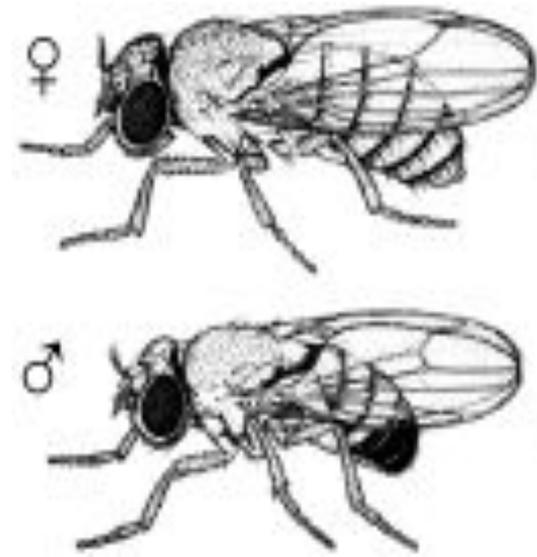
**Расщепление по генотипу 4:2:2:2:2:1:1:1:1.**

# Сцепленное наследование

Каждый организм имеет огромное количество признаков, а число хромосом невелико. Следовательно, каждая хромосома несет не один ген, а целую группу генов, отвечающих за развитие разных признаков.

Изучением наследования признаков, гены которых локализованы в одной хромосоме, занимался **Т. Морган**. Если Мендель проводил свои опыты на горохе, то для Моргана основным объектом стала плодовая мушка дрозофила.

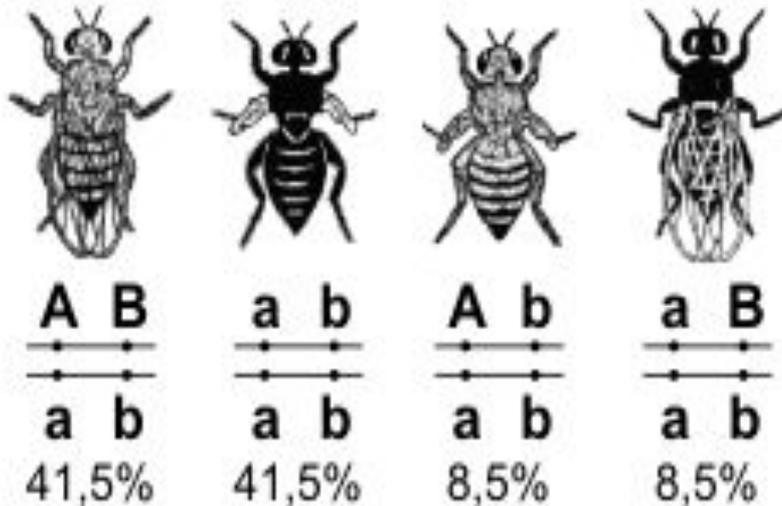
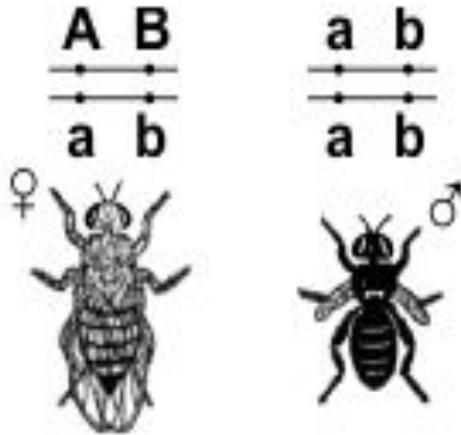
Дрозофила каждые две недели при температуре 25 °С дает многочисленное потомство. Самец и самка внешне хорошо различимы — у самца брюшко меньше и темнее. Они имеют всего 8 хромосом в диплоидном наборе, достаточно легко размножаются в пробирках на недорогой питательной среде.



# Сцепленное наследование

Скрещивая мушку дрозофилу с серым телом и нормальными крыльями с мушкой, имеющей темную окраску тела и зачаточные крылья, в первом поколении Морган получал гибриды, имеющие серое тело и нормальные крылья (ген, определяющий серую окраску брюшка, доминирует над темной окраской, а ген, обуславливающий развитие нормальных крыльев, — над геном недоразвитых). При проведении анализирующего скрещивания самки  $F_1$  с самцом, имевшим рецессивные признаки, теоретически ожидалось получить потомство с комбинациями этих признаков в соотношении 1:1:1:1.

# Сцепленное наследование



Однако в потомстве явно преобладали особи с признаками родительских форм (41,5% — серые длиннокрылые и 41,5% — черные с зачаточными крыльями), и лишь незначительная часть мушек имела иное, чем у родителей, сочетание признаков (8,5% — черные длиннокрылые и 8,5% — серые с зачаточными крыльями). Такие результаты могли быть получены только в том случае, если гены, отвечающие за окраску тела и форму крыльев, находятся в одной хромосоме.

**Сцепленное наследование** - наследование признаков, гены которых локализованы в одной хромосоме.

Сила сцепления между генами зависит от расстояния между ними: чем дальше гены располагаются друг от друга, тем выше частота кроссинговера и наоборот.

**Полное сцепление** — разновидность сцепленного наследования, при которой гены анализируемых признаков располагаются так близко друг к другу, что кроссинговер между ними становится невозможным.

**Неполное сцепление** — разновидность сцепленного наследования, при которой гены анализируемых признаков располагаются на некотором расстоянии друг от друга, что делает возможным кроссинговер между ними.

# Результатом исследований Т. Моргана стало создание им **хромосомной теории наследственности:**

1. Гены располагаются в хромосомах; различные хромосомы содержат неодинаковое число генов; набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален;
2. Каждый ген имеет определенное место (локус) в хромосоме; в идентичных локусах гомологичных хромосом находятся аллельные гены;
3. Гены расположены в хромосомах в определенной линейной последовательности;
4. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно, образуя группу сцепления; число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом и постоянно для каждого вида организмов;
5. Сцепление генов может нарушаться в процессе кроссинговера, что приводит к образованию рекомбинантных хромосом; частота кроссинговера зависит от расстояния между генами: чем больше расстояние, тем больше величина кроссинговера;
6. Каждый вид имеет характерный только для него набор хромосом — кариотип.

# Наследование признаков, сцепленных с полом

- У большинства организмов пол определяется во время оплодотворения и зависит от набора хромосом. Такой способ называют хромосомным определением пола. У организмов с таким типом определения пола есть аутосомы и половые хромосомы — X и Y .
- У млекопитающих (в т.ч. у человека) женский пол обладает набором половых хромосом- XX , мужской пол —XY . Женский пол называют гомогаметным (образует один тип гамет); а мужской — гетерогаметным (образует два типа гамет).
- У птиц и бабочек гомогаметным полом являются самцы — XX, а гетерогаметным — XY самки .

# Наследование признаков, сцепленных с полом

Установлено, что в половых хромосомах находятся гены, отвечающие не только за развитие половых, но и за формирование неполовых признаков (свертываемость крови, цвет зубной эмали, чувствительность к красному и зеленому цвету и т.д.). Наследование неполовых признаков, гены которых локализованы в X- или Y-хромосомах, называют **наследованием, сцепленным с полом**.

У людей мужчина получает X-хромосому от матери, Y-хромосому — от отца. Женщина получает одну X-хромосому от матери, другую X-хромосому от отца. X-хромосома и Y-хромосома имеют не только разные размеры, строение, но и по большей части несут разные наборы генов. В зависимости от генного состава в половых хромосомах человека можно выделить следующие участки:

- 1) негомологичный участок X-хромосомы (с генами, имеющимися только в X-хромосоме);
- 2) гомологичный участок X-хромосомы и Y-хромосомы (с генами, имеющимися как в X-хромосоме, так и в Y-хромосоме);
- 3) негомологичный участок Y-хромосомы (с генами, имеющимися только в Y-хромосоме). В зависимости от локализации гена в свою очередь выделяют следующие типы наследования.

# Наследование признаков, сцепленных с полом

В зависимости от локализации гена в свою очередь выделяют следующие типы наследования:

Тип наследования	Локализация генов	Примеры
<u>Х-сцепленный</u> рецессивный	Негомологичный участок X-хромосомы	Гемофилия, разные формы цветовой слепоты ( <u>протанопия, дейтеронопия</u> ), отсутствие потовых желез, некоторые формы мышечной дистрофии и пр.
<u>Х-сцепленный</u> доминантный	Негомологичный участок X-хромосомы	Коричневый цвет зубной эмали, витамин D устойчивый рахит и пр.
<u>Х-У-сцепленный</u> (частично сцепленный с полом)	Гомологичный участок X- и Y-хромосом	Синдром <u>Альпорта</u> , общая цветная слепота
У-сцепленный	Негомологичный участок Y-хромосомы	<u>Перепопчатость</u> пальцев ног, гипертрихоз края ушной раковины

*Генетика –  
прошлое,  
настоящее,  
будущее*

# Прошлое генетики

Открытие законов наследственности.

В 1865 г. австрийский естествоиспытатель Грегор Мендель описал в статье «Опыты над растительными гибридами» два принципиально важных явления, открытых с помощью разработанного им метода генетического анализа.



1. Признаки определяются отдельными наследственными факторами, которые передаются через половые клетки.

2. Отдельные признаки организма при скрещивании не исчезают, а сохраняются в потомстве в том же виде, в каком они были у родительских особей.

Таким образом, был открыт один из важных источников изменчивости, а именно механизм сохранения приспособительных признаков вида в ряду поколений.

# Прошлое генетики

1900 - год формального рождения генетики как науки.

Публикация статей де Фриза (Голландия), К. Корренса (Германия), Э. Чермака (Австрия) с изложением основных законов наследования. «Переоткрыты» и стали известны широкой научной общественности исследования Г. Менделя (1856 — 1866 годы) и обнаруженные им закономерности наследования.



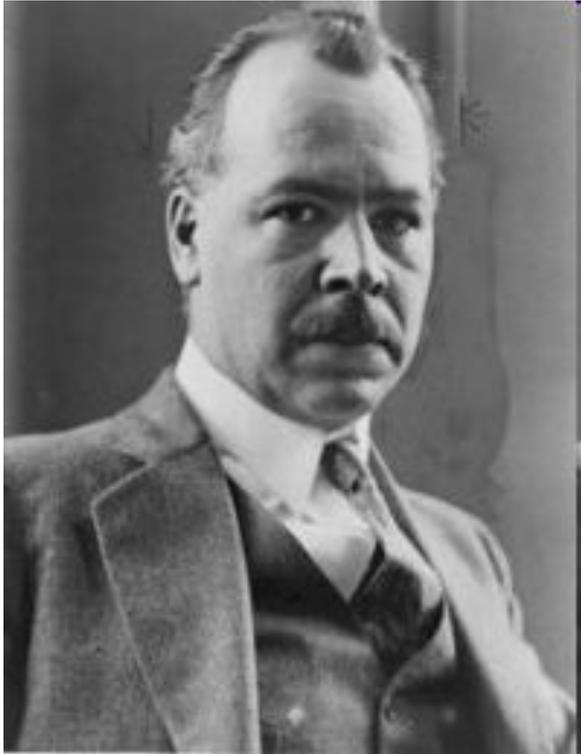
Гуго де Фриз

# Прошлое генетики

1917 год — открытие Института экспериментальной биологии, созданного Н. К. Кольцовым.

В начале двадцатых годов студенты Д. Ромашов и Н. Тимофеев-Ресовский получают задание испытать на дрозофиле действие рентгеновских лучей.

# Прошлое генетики



1922 год - Н. И. Вавилов делает доклад о «Законе гомологических рядов» - о параллелизме в изменчивости родственных групп растений, то есть о генетической близости этих групп.

# Прошлое генетики



Г. Меллер

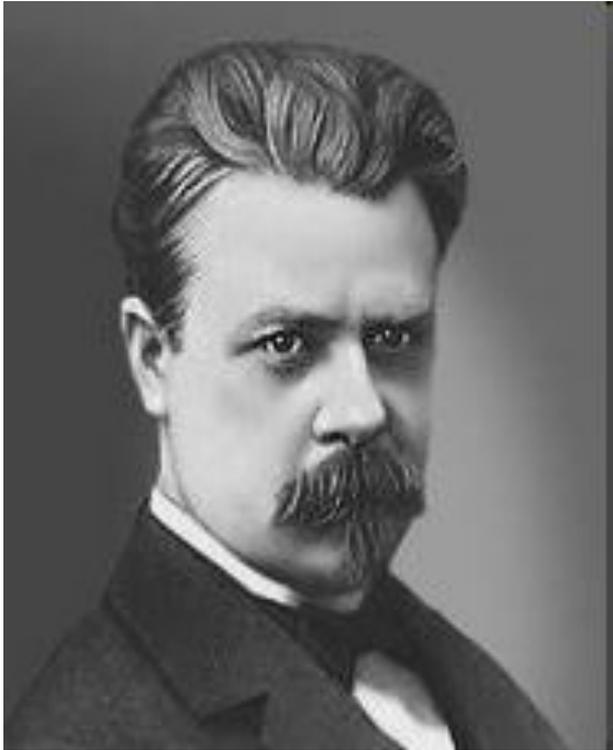
1925 год - Г. А. Надсон, Г. С. Филиппов, Г. Меллер - работы по радиационным методам вызывания мутаций.

# Прошлое генетики

- 1926 год - С. С. Четвериков - статьи, заложившие основы популяционной генетики и синтеза генетики и теории эволюции

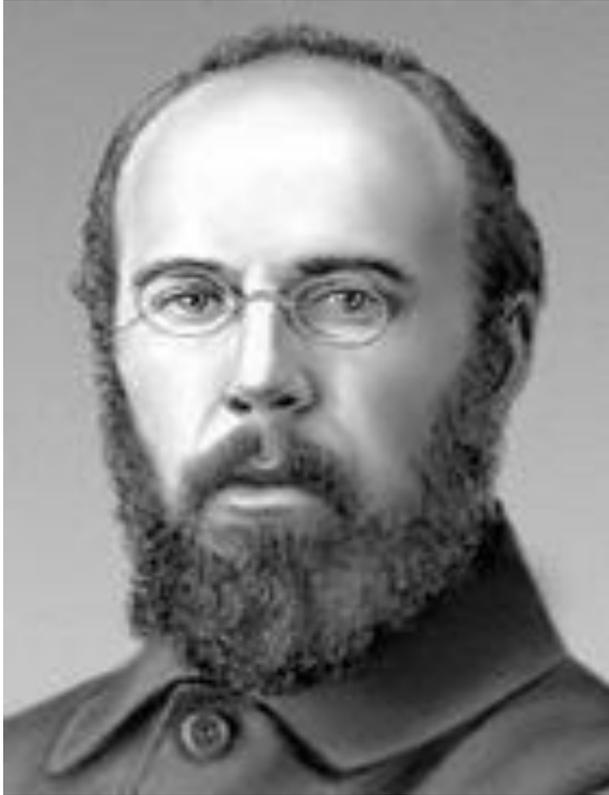


# Прошлое генетики



1927 год - Н. К. Кольцов - идея матричного синтеза. Эта идея и сегодня отвечает современным представлениям биологов: «В основе каждой хромосомы лежит тончайшая нить, которая представляет собой спиральный ряд огромных органических молекул — генов. Возможно, вся эта спираль является одной гигантской длины молекулой».

# Прошлое генетики



1929 год - А. С. Серебровский - изучение функциональной сложности гена.

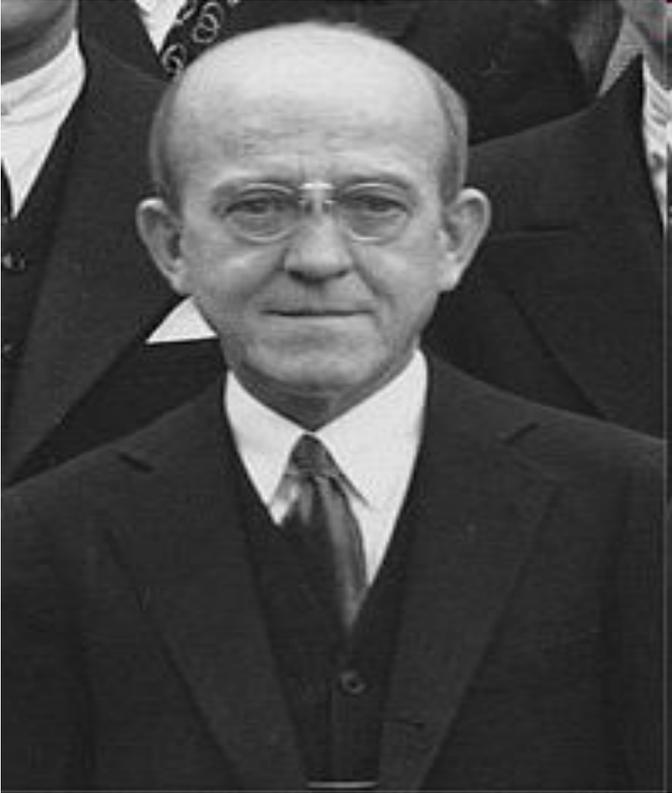
На рубеже 1920—1930-х годов вел понятие генофонда популяции и заложил основы геногеографии .

# Прошлое генетики



1934 год - Б. Л. Астауров - успешные опыты по получению у шелкопряда потомства из неоплодотворенных яиц, одно из самых интересных достижений в прикладной генетике того времени.

# Прошлое генетики



1943 год — О. Эвери установил, что «веществом гена» является ДНК. Начало «эры ДНК».

# Прошлое генетики

1944 год -М. Дельбрюк, С. Лурия, А. Херши - первые исследования по генетике кишечной палочки и ее фагов, после чего эти объекты стали модельными для генетических исследований на многие десятилетия.



М. Дельбрюк

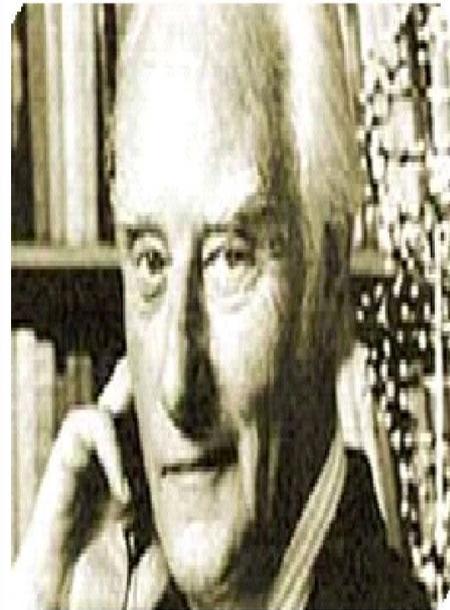


А.Херши



С. Лурия

# Прошлое генетики



Расшифровка строения молекулы ДНК. В 1953 г. английский биофизик и генетик Ф. Крик и американский биохимик Дж. Уотсон предложили модель структуры ДНК, которая с тех пор многократно проверялась и была признана правильной как в целом, так и во многих деталях. С этого момента начинается совершенно новый период развития не только генетики, но и всей биологии в целом.

# Прошлое генетики

1961 год - М. Ниренберг, Р. Маттей - синтез искусственной белковой цепочки на искусственной затравке.

В работах биохимиков М. Ниренберга, С. Очоа, Х. Кораны начата расшифровка «языка жизни» - кода, которым в ДНК записана информация о структуре белковых молекул.

# Прошлое генетики



Баев Александр Александрович

В 1994 году награжден золотой медалью им. В. А. Энгельгардта за цикл работ по молекулярной биологии, генетической инженерии и биотехнологии.

# Настоящее генетики



Джон Гёрдон - английский микробиолог, стоящий у истоков клонирования.

В 1970 году исследователь стал культивировать *in vitro* клетки почки, легкого и кожи взрослых животных и использовать эти клетки в качестве доноров ядер.

# Настоящее генетики Генная инженерия

В настоящее время используются три основных метода генной инженерии:

1. непосредственное выделение необходимого генетического материала из природных источников (этот метод использовался на ранних этапах развития биотехнологии и используется сейчас для создания банка генов);
2. химический синтез (метод используется для установления нуклеотидной последовательности в молекуле ДНК);
3. получение рекомбинантной ДНК, которая затем встраивается в клетки другого организма.



# Настоящее генетики

## Трансгенные организмы



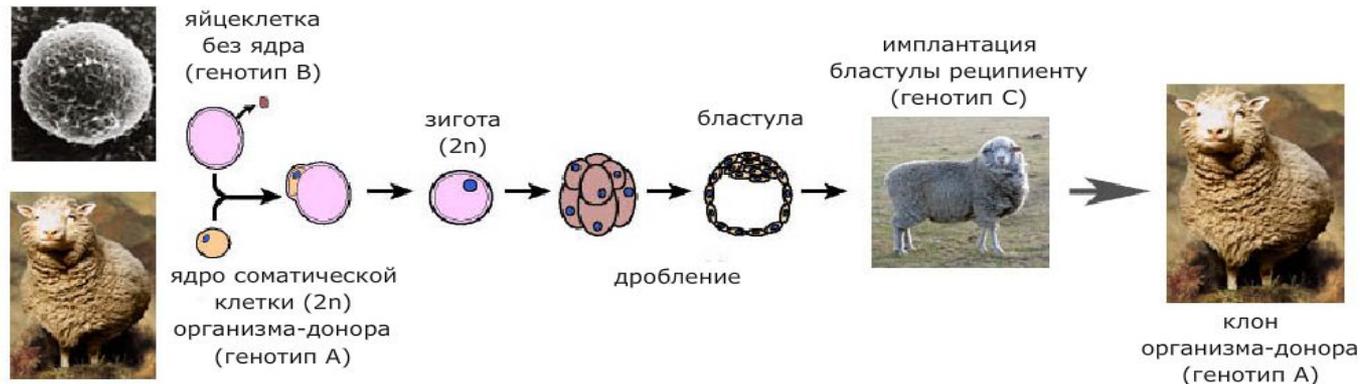
Сторонники ГМО утверждают, что генетически модифицированные вставки разрушаются в желудочно-кишечном тракте человека или животного, а из полученных таким образом составных частей строятся новые, необходимые организму вещества.

По мнению ученых-противников, отдельные молекулы трансгенной ДНК могут попадать из кишечника в клеточное ядро и встраиваться в хромосому, принося с собой собственный генетический материал.

# Настоящее генетики.

## Клонирование

**Клонирование** (англ. *clone, cloning* - копирование, греч. *Κλων* - побег, отпрыск) - создание нескольких генетически идентичных организмов путем бесполого размножения (в том числе вегетативного) в лабораторных условиях. Самым известным клонированным животным стала **овечка Долли**. Она появилась на свет в 1997 году и оказалась единственной из 276 зародышей, сумевшей вырасти во взрослое животное. Долли прожила всего шесть лет, и в феврале 2003 года ветеринары, не сумев справиться с серьезной легочной инфекцией, усыпили ее.



# Настоящее генетики

## Клонирование животных



На сегодняшний день ученые всего мира, помимо овец, уже клонировали мышей, коров, коз, кроликов, кошек, свиней, мулов и собак. Летом 2003 года команда исследователей под руководством Чезаре Галли из лаборатории репродуктивных технологий в Кремоне (Италия) клонировала первого в мире жеребенка.

# Настоящее генетики

## Клонирование растений



Клонирование растений позволяет получать гомозиготных по всем генам растений и безвирусный посадочный материал; оно обеспечивает быстрое размножение растений в больших масштабах (в том числе редких и исчезающих).

Также можно культивировать на искусственных питательных средах протопласты растений (т. е. клеточное содержимое за исключением оболочки), из которых в некоторых случаях можно регенерировать целые растения.

# Клонирование человека запрещено



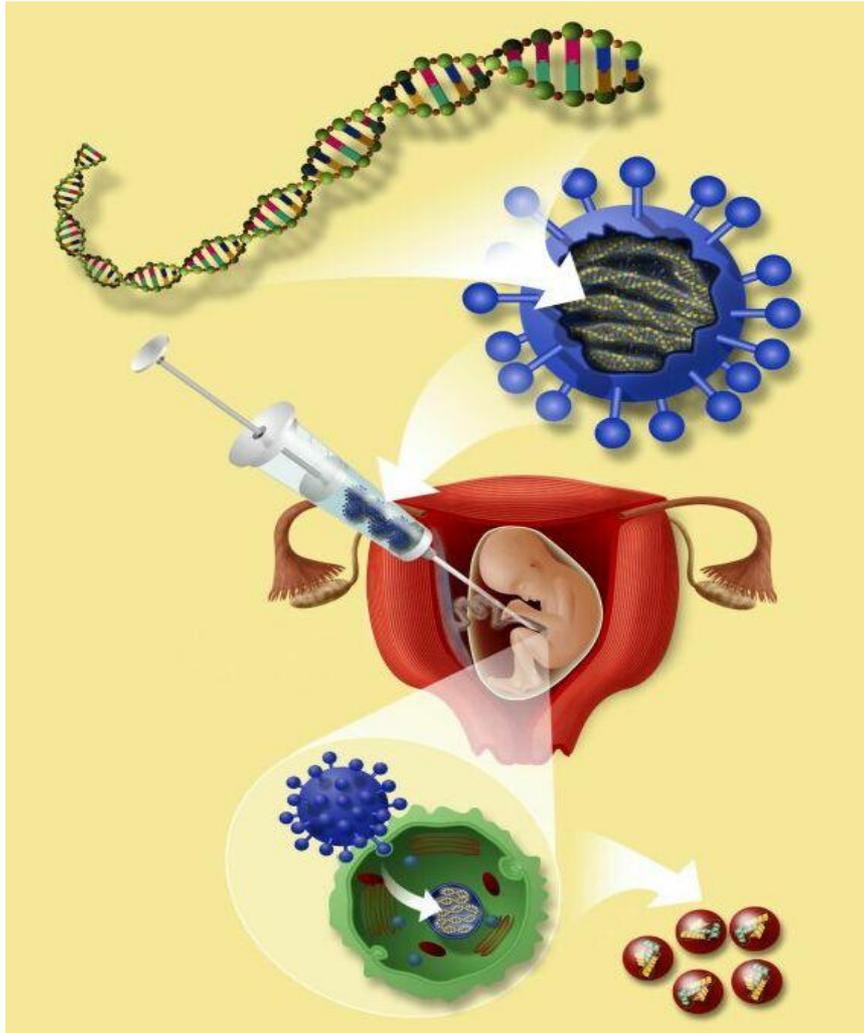
Клонирование человека — возможность создания человеческих существ, на генетическом уровне точно воспроизводящих какого-либо индивида (ныне существующего или ранее существовавшего).

Клонирование человека неоднозначно оценивается как научной, так и широкой общественностью, оно запрещено Конвенцией по правам человека в биомедицине, принятой в 1996 году.

Примером клонов, созданных природой, можно считать полностью идентичных однояйцевых близнецов, которые рождаются в результате обычной беременности.

# Будущее генетики

## Генотерапия



Генотерапия (генная терапия) — совокупность генноинженерных (биотехнологических) и медицинских методов, направленных на внесение изменений в генетический аппарат соматических клеток человека в целях лечения заболевания. Это новая и бурно развивающаяся область, ориентированная на исправление дефектов, вызванных мутациями в структуре ДНК или придания клеткам новых функций.