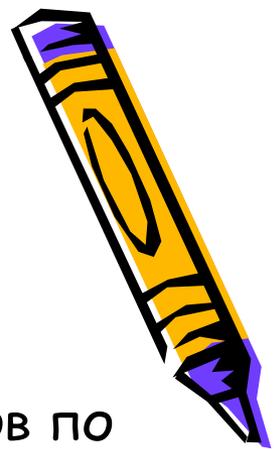




ИСТОРИЯ ГЕНЕТИКИ

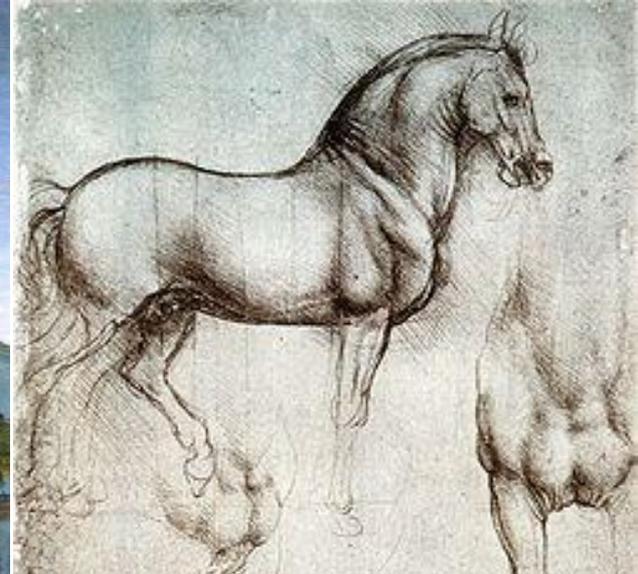
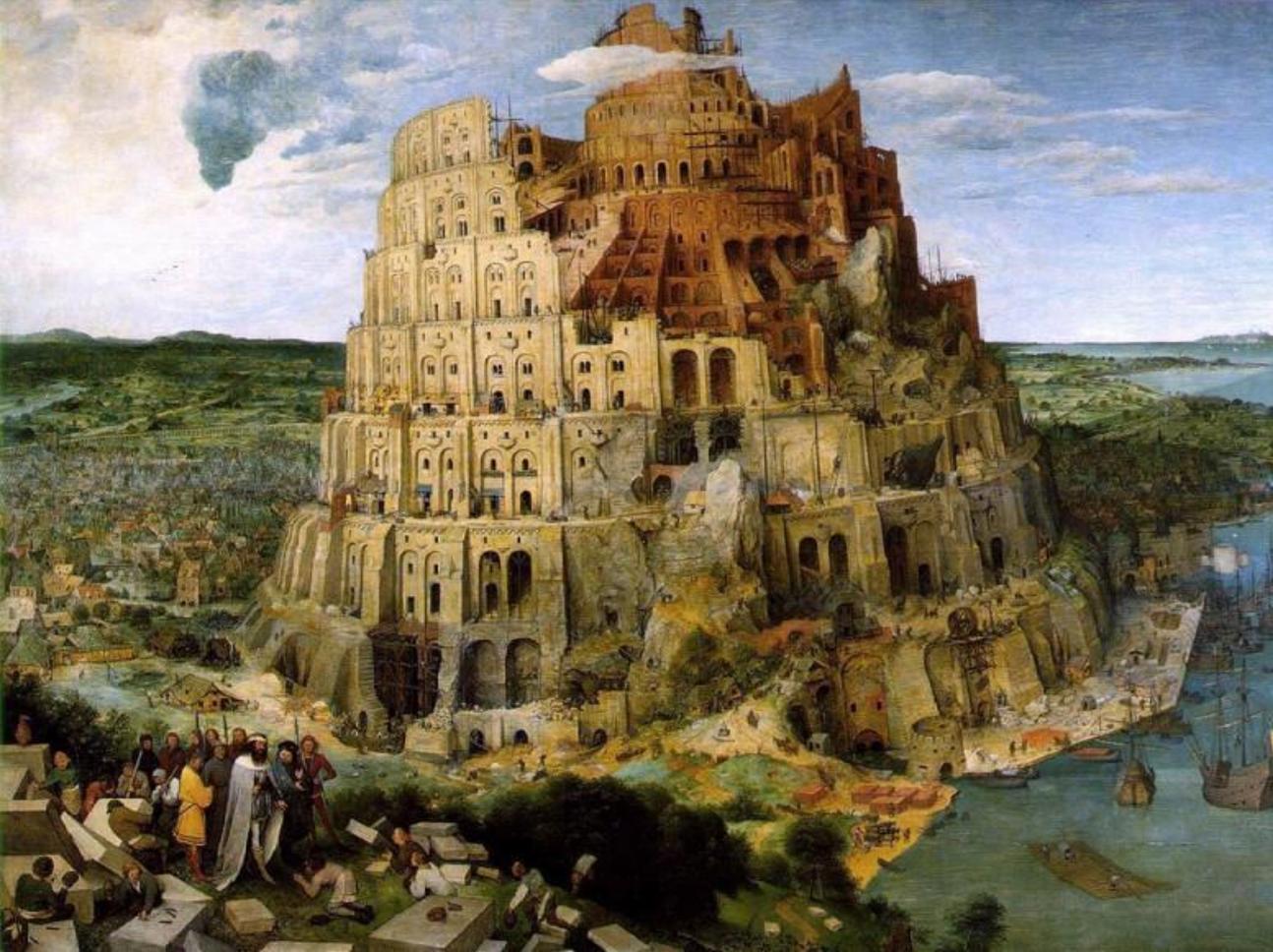


ПЕРИОД НАКОПЛЕНИЯ СВЕДЕНИЙ О НАСЛЕДУЕМЫХ ПРИЗНАКАХ

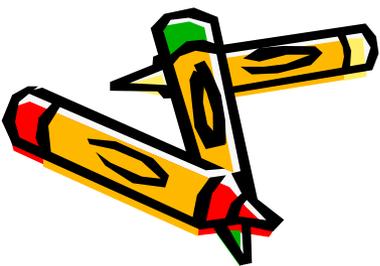


- Первые попытки понять природу передачи признаков по наследству от родителей детям предпринимались еще в древности

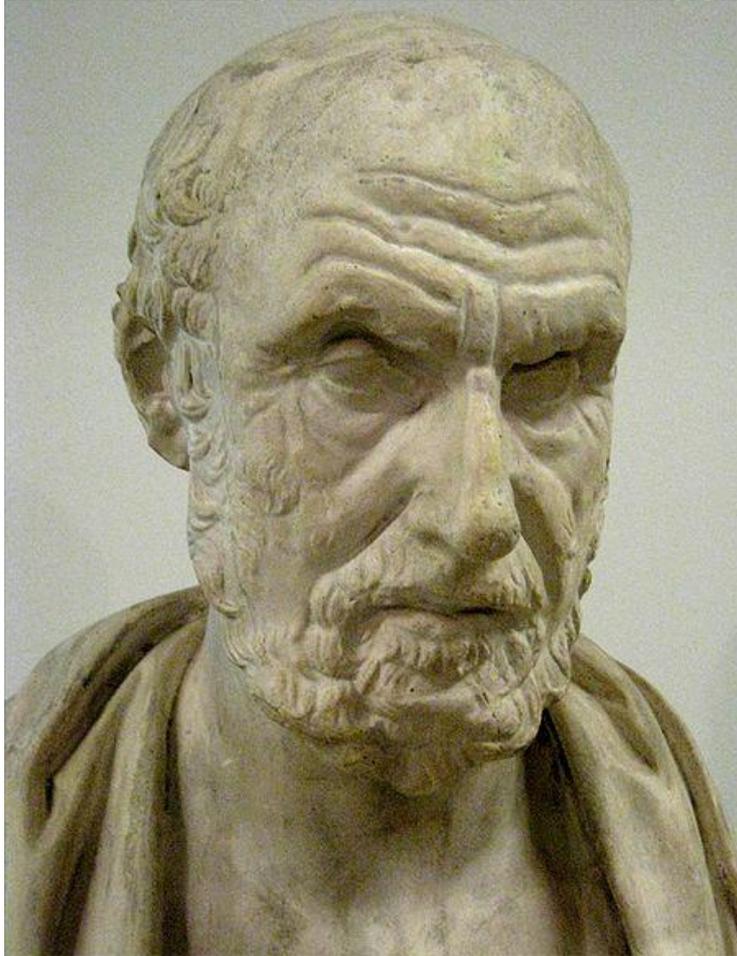




Уже 6000 лет назад люди понимали, что некоторые физические признаки могут передаваться от одного поколения к другому. Так, на вавилонских глиняных табличках указывались возможные признаки при скрещивании лошадей



К V веку до н. э. сформировались две основные, чисто умозрительные теории: *прямого и непрямого наследования признаков.*



Сторонником прямого наследования был Гиппократ, который считал, что репродуктивный материал собирается из всех частей тела и, таким образом, все органы тела непосредственно влияют на признаки потомства. Здоровые части тела поставляют здоровый репродуктивный материал, а нездоровые - нездоровый, в результате чего свойства, приобретенные организмом в течение жизни, должны наследоваться.



Гиппократ (др.-греч. Ἱπποκράτης, лат. *Hippocrates*)
(около 460 года до н. э., остров Кос —
между 377 и 356 годами до н. э., Ларисса) —
знаменитый древнегреческий врач. Вошёл в
историю как «отец медицины».



Аристотель (др.-греч. Ἀριστοτέλης; 384 до н. э.)



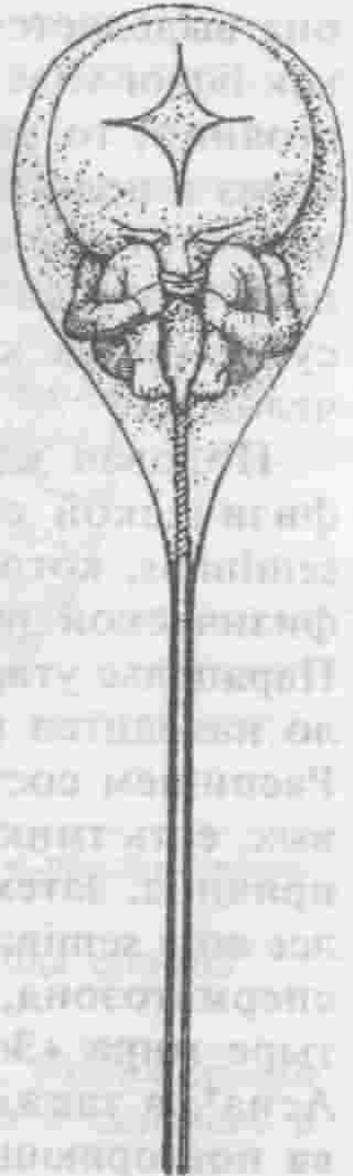
- Аристотель был сторонником непрямого наследования признаков и считал, что репродуктивный материал не поступает из всех частей тела, а производится из питательных веществ по своей природе предназначенных для построения разных частей тела.

Структуры взрослого организма при каждом акте развития возникают заново. Развитием управляет **энтелехия** - конечная причина или цель



В XVII-XVIII вв. с момента открытия сперматозоидов и яйцеклеток биологи начали искать, с каким началом – мужским или женским – связана тайна оплодотворения.

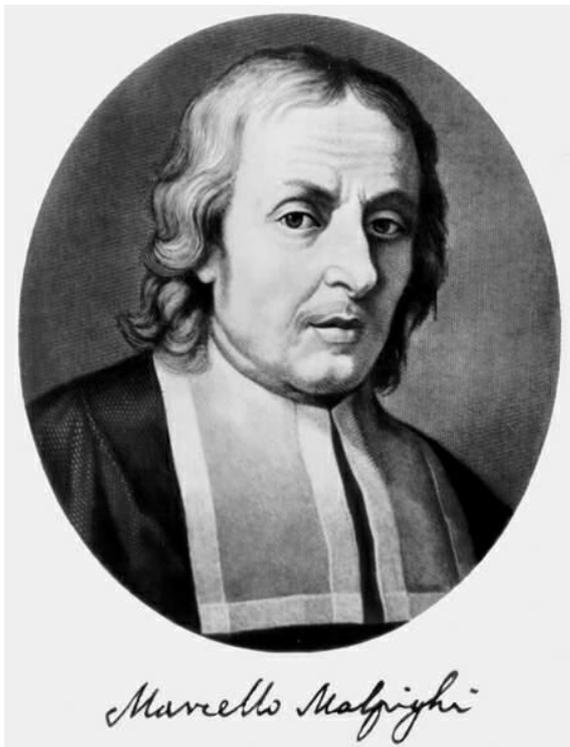
Ималькулисты считали, что настоящий человек содержится в головке озоида, а яйцеклетка предоставляет для его развития



**Антони ван
Лёвенгук**



- **Овисты** утверждали, что яйцеклетка содержит весь будущий эмбрион, а мужская половая клетка просто «запускает» эту потенциальную жизнедеятельность, как бы стимулируя яйцеклетку.



Марчелло Мальпиги - итальянский врач и биолог (1628-1694)

Ренье де ГРААФ (Reinier de Graaf) (1641-1673) - голландский врач, физиолог и анатом, один из создателей экспериментальной физиологии

Ян Сваммердам — голландский натуралист (1637 - 1680)



Знаменитая борьба **преформистов**

(анималькулистов и овистов) немало способствовала изучению процесса оплодотворения и природы наследственности у

ЖИВОТНЫХ. Преформизм (**Preformo** - «заранее образу»)»

- представление, согласно которому зародыш уже сформирован в половых клетках, и его дальнейшее развитие заключается

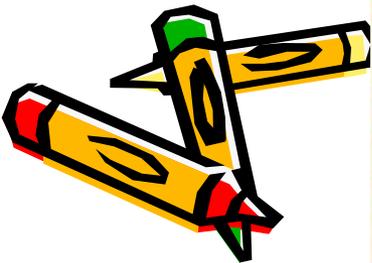
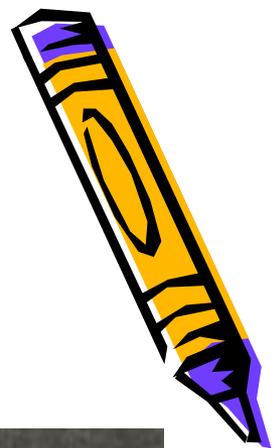
только в увеличении в размерах.



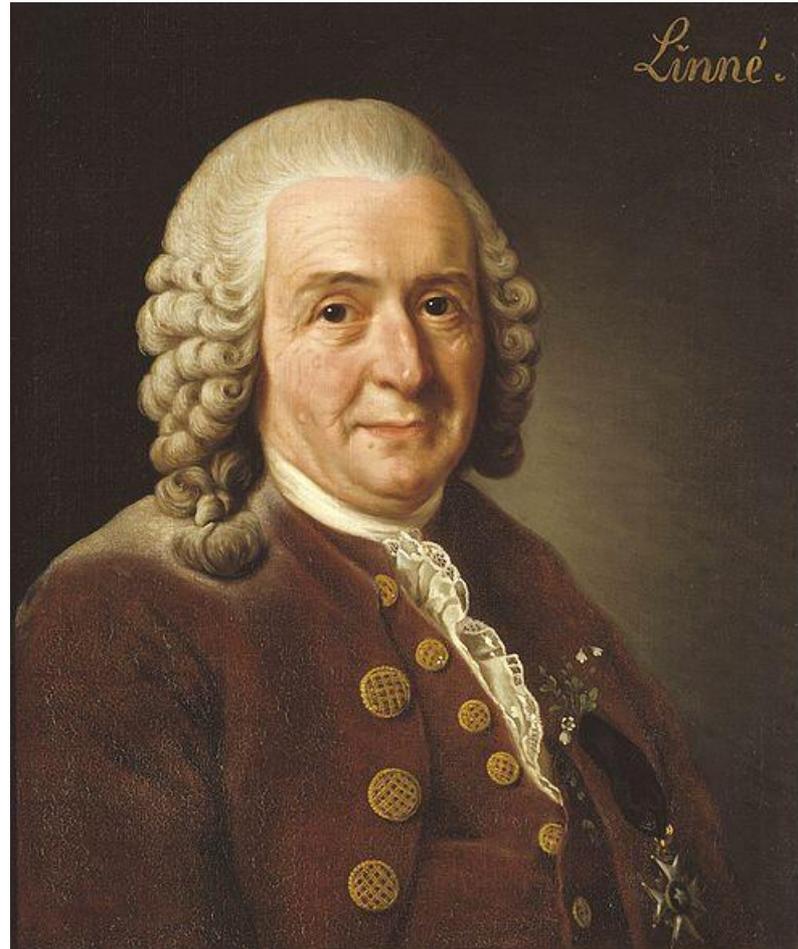
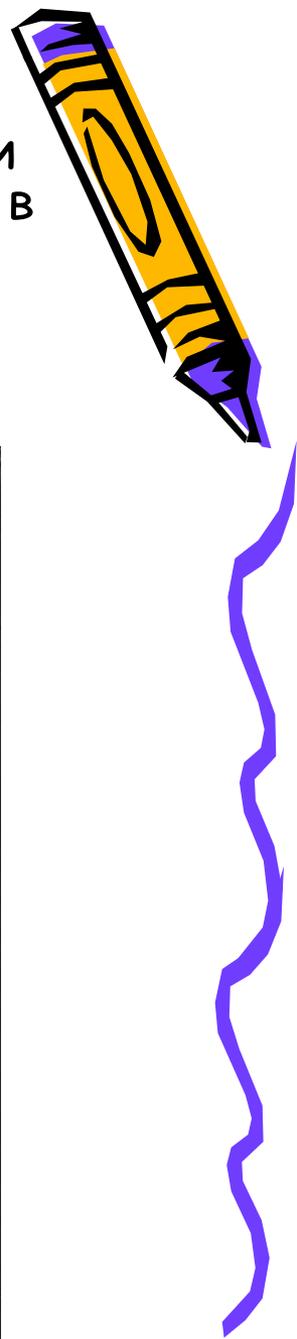
- В 1694 г. **Р.Я. Камерариусом** в опытах со шпинатом, коноплей и кукурузой было открыто, что для завязывания плодов необходимо опыление. Тем самым к концу XVII в. была подготовлена научная почва для начала опытов по гибридизации растений.



Рудольф-Иаков Камерариус
(Камерер) (нем. *Rudolf Jakob Camerarius*,
Camerer, 1665 — 1721) — немецкий врач и
ботаник.



- В 1759 г. Петербургская Академия наук для выяснения вопроса о наличии двух полов у растений и их участии в оплодотворении объявила специальный конкурс. Премии за работу «Исследование пола у растений» был удостоен в 1760 г. **Карл Линней**, получивший межвидовой гибрид козлотородников, легко дающих помеси в естественных условиях. Однако, сути гибридизации и роли пыльцы в скрещивании Линней не понял.



По рекомендации своего учителя и друга Иоганна Гмелина был вызван в Петербург и в 1756 году определён адъюнктом ботаники в Академию наук. В 1756—1760 годах провёл первые опыты по искусственной гибридизации растений.

В результате опытов **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 скрещиваний (**реципрокных скрещиваний**) с одним из исходных родителей, благодаря чему ему удалось доказать наследование признаков и равноправие мужских и женских элементов в формировании дочерних особей.

Реципрокные скрещивания — система из двух скрещиваний прямого и обратного, характеризующиеся прямо противоположным сочетанием пола и исследуемого признака. Каждый из генотипически различных родительских типов А и В используется дважды: один раз в качестве материнской и другой раз в качестве отцовской форм (**♀ А × ♂ В** и **♀ В**



Йозеф Готлиб Кёльрейтер (нем. *Joseph Gottlieb Kölreuter*; 1733—1806) — немецкий ботаник.

- **Т. Э. Найт** (1759—1838), экспериментируя, как позднее и Мендель, с горохом, столкнулся с проблемой сочетания признаков родителей у потомков. Подбирая разные пары для скрещиваний, он обнаружил, что каждый сорт характеризуется комплексом присущих ему мелких признаков. Важным выводом Найта явилось обнаружение неделимости мелких признаков при различных скрещиваниях. Таким образом, Найту принадлежит заслуга открытия «элементарных наследственных признаков».



Томас Эндрю Найт (Thomas Andrew Knight) - английский ботаник, растениевод.



• Единственная публикация **О.Сажрэ**, посвященная проблемам генетики, - "Соображения об образовании гибридов, вариант и разновидностей" (1825 г.).

Убедительно показал, что в потомстве признаки родителей не растворяются (как это предполагала теория слитной наследственности), а сочетаются, оставаясь неделимыми. Он также описал феномен **ДОМИНАНТНОСТИ**: при скрещивании сортов, различающихся наследственными задатками, ученый нередко наблюдал подавление признака одного родителя признаком другого. Это явление максимально проявлялось у первого гибридного поколения, в последующих поколениях подавленные признаки вновь выявлялись у части потомков.

Огюстен Сажрэ
(1763-1851,
Франция)

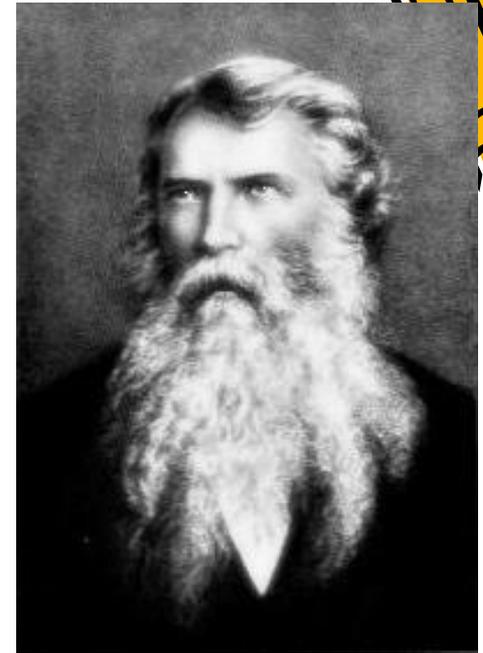


Тыквенные, с которыми, в частности, работал О. Сажрэ, оказались удачным объектом для генетических исследований.

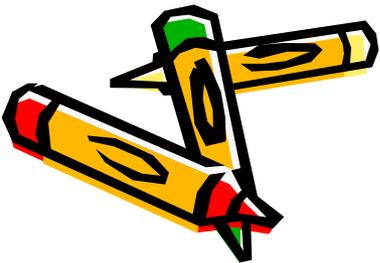


- Наиболее близко к пониманию законов наследственности смог подойти **Ш. Нодэн** (1815-1899). Он провел количественную оценку результатов рекомбинации наследственных задатков при скрещивании. Однако, неверный методический прием - одновременное изучение большого количества признаков - привел к такой путанице в результатах, что Нодэн был вынужден отказаться от своей попытки.

Ему удалось пронаблюдать явления единообразия первого поколения гибридов, комбинативной изменчивости, мутационного процесса.



Шарль Нодэн
(1815-1899, Франция)

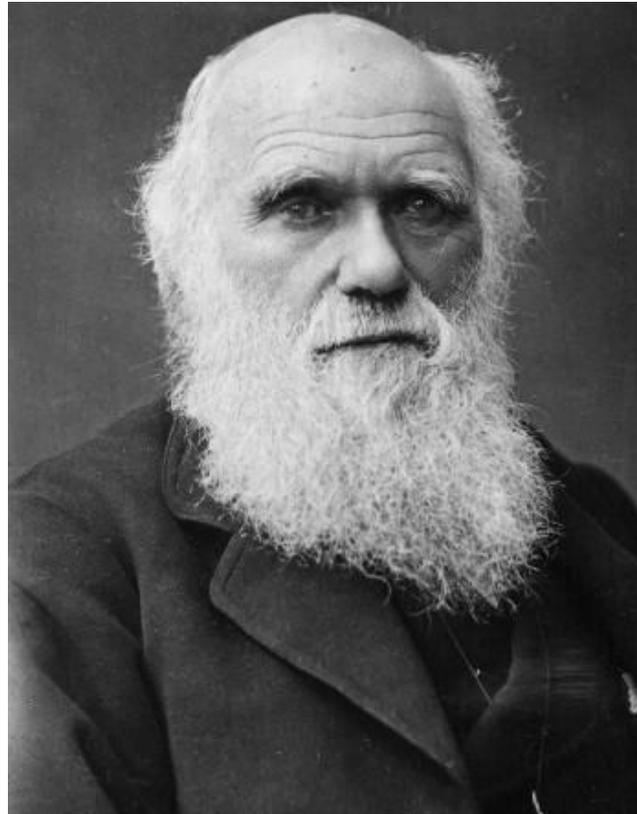


УМОЗРИТЕЛЬНЫЕ ТЕОРИИ О ПРИРОДЕ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

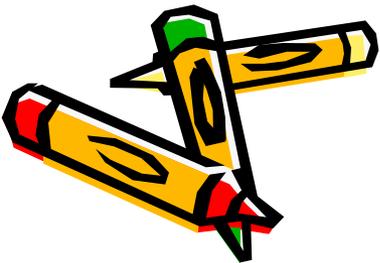
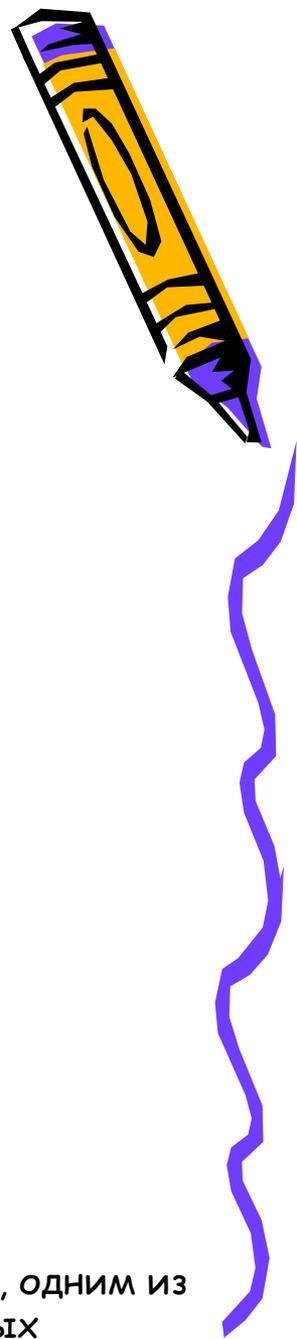
- Развитие практики гибридизации повело к дальнейшему накоплению сведений о природе скрещиваний. Важные наблюдения о сочетаниях признаков при скрещиваниях стали накапливаться в результате деятельности садоводов и ботаников. Практика требовала решения вопроса о сохранении неизменными свойств «хороших» растений, а также выяснения способов сочетания в одном растении нужных признаков, присущих нескольким родителям. Сходные задачи ставились и животноводами, но неизменно повисали в воздухе, поскольку упирались в незнание законов передачи наследственных признаков. Экспериментально решить эту проблему не представлялось еще возможным. В таких условиях возникли различные умозрительные гипотезы о природе наследственности.



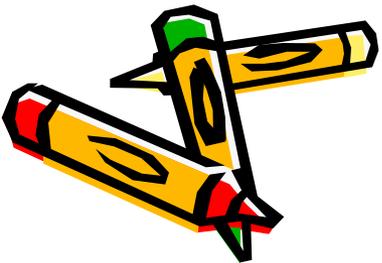
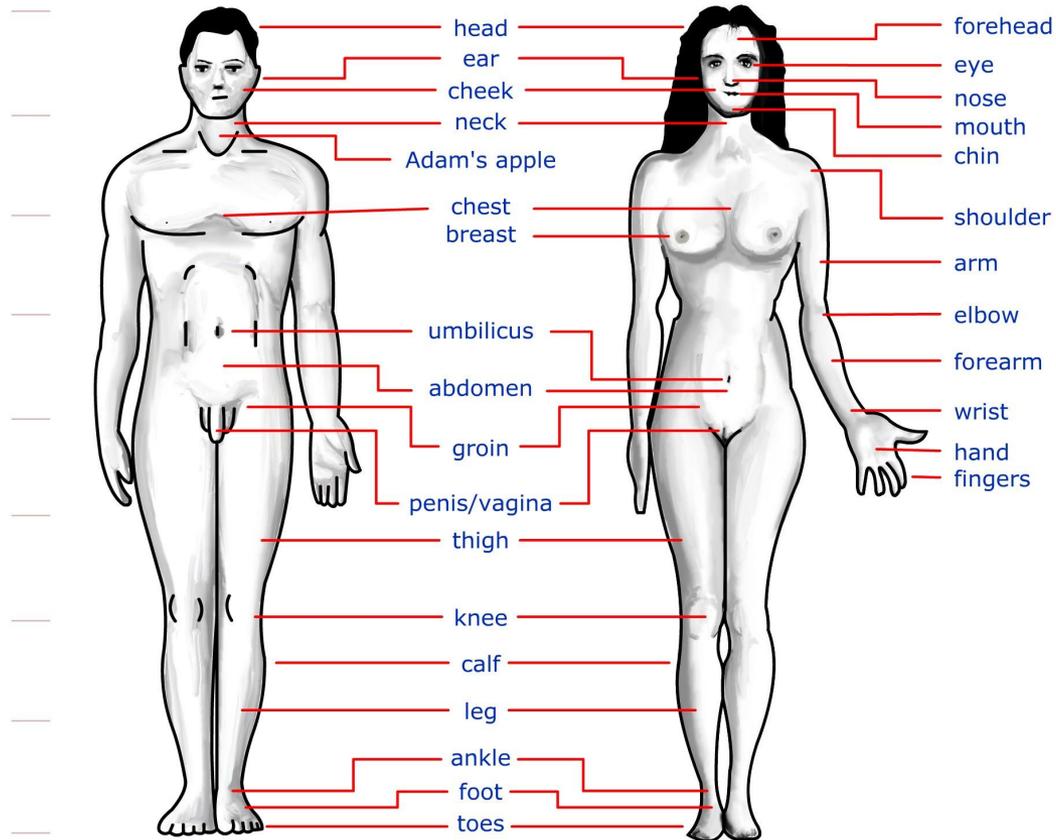
- Наиболее фундаментальной гипотезой такого рода, послужившей в известной мере образцом для аналогичных построений других биологов, явилась «временная гипотеза пангенезиса» Ч. Дарвина, изложенная в последней главе его труда «Изменение домашних животных и культурных растений» (1868).



Чарлз Роберт Дарвин (англ. *Charles Robert Darwin*; 1809 — 1882) — английский натуралист и путешественник, одним из первых осознал и наглядно продемонстрировал, что все виды живых организмов эволюционируют во времени от общих предков.



Согласно его представлениям, в каждой клетке любого организма образуются в большом числе особые частицы - **геммулы** — гипотетические частицы наследственности, обеспечивающие наследование приобретённых организмом признаков. Двигаясь с током крови, геммулы, согласно предположению Дарвина, собираются в клетках, служащих для полового или вегетативного размножения (яйцеклетки, сперматозоиды, почки растений), и обеспечивают передачу информации в половые клетки об изменениях тела. При оплодотворении геммулы двух половых клеток сливаются, образуя зиготу. Часть геммул даёт затем начало новым клеткам (подобным тем, из которых они сформировались), а часть сохраняется в недействительном состоянии и может быть передана следующим поколениям.





Карл Вильгельм фон Нэгели (нем. *Carl Wilhelm von Nägeli*; 1817—1891) — швейцарский и немецкий ботаник XIX века

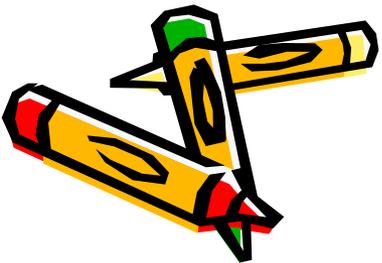
- Умозрительная гипотеза о природе наследственности была предложена ботаником **К. Нэгели** в работе «Механико-физиологическая теория эволюции» (1884). высказал предположение, что наследственные задатки передаются лишь частью вещества клетки, названного им **идиоплазмой**. Остальная часть (**стереоплазма**), согласно его представлению, наследственных признаков не несет. Нэгели высказал также предположение, что идиоплазма состоит из молекул, соединенных друг с другом в крупные нитевидные структуры — мицеллы, группирующиеся в пучки и образующие сеть, пронизывающую все клетки организма. Гипотеза Нэгели оказалась в известном смысле пророческой. Она подготовляла биологов к мысли о структурированности материальных носителей наследственности.



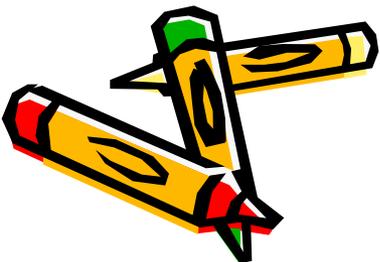
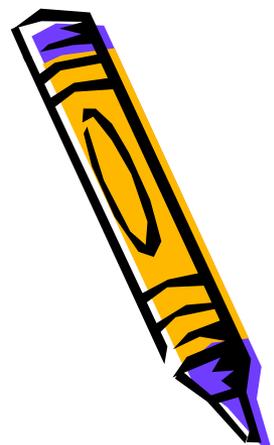
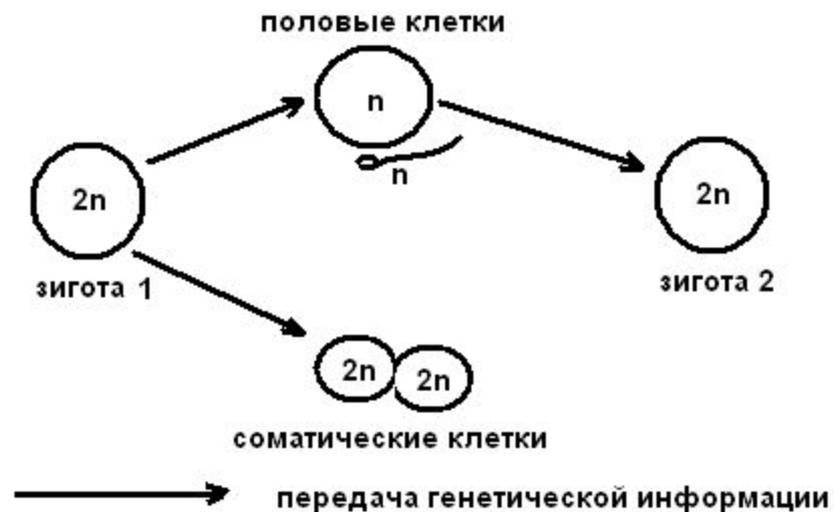


Август Вейсман
(1834-1914, Германия)

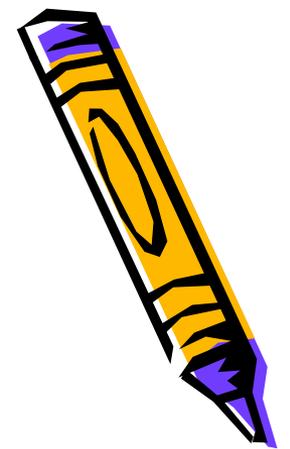
Автор **теории зародышевой плазмы**, получившей окончательное оформление в 1892 г. **Вейсман** четко указал на носителя наследственных факторов - хромосомы. Он полагал, что в ядрах клеток существуют особые частицы зародышевой плазмы - **биофоры**, каждая из которых определяет отдельное свойство клеток. Биофоры, согласно Вейсману, группируются в **детерминанты** - частицы, определяющие специализацию клетки. Поскольку в организме много различных типов клеток, то детерминанты одного типа группируются в структуры более высокого порядка (**иды**), а последние формируют хромосомы (или **иданты**, по терминологии Вейсмана).



- Сначала В. Ру (1883), а затем Вейсман высказали предположение о линейном расположении в хромосомах наследственных факторов (хроматиновых зерен, по Ру, и ид, по Вейсману) и их продольном расщеплении во время митоза, чем во многом предвосхитили будущую хромосомную теорию наследственности.
- 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. Выделение двух категорий клеток имело большое положительное значение для последующего развития генетики. Оно, в частности, было началом теоретического опровержения идеи о наследовании приобретенных признаков.



- Работы указанных биологов сыграли выдающуюся роль в подготовке научной мысли к формированию генетики как науки. К концу XIX в. благодаря работам цитологов, открывших хромосомы, изучивших митотическое (И. Д. Чистяков, 1872; А. Шнейдер, 1873; Э. Страсбургер, 1875; Шлейхер, 1878; В. Флемминг, 1892; и др.) и мейотическое (Э. ван Бенеден, 1883; Т. Бовери, О. Гертвиг, 1884) деление ядра, была подготовлена почва для понимания перераспределения наследственного материала по дочерним клеткам в ходе их деления. В. Вальдейер в 1888 г. предложил термин хромосома.



Иван Дорофеевич Чистяков (1843 — 1877, Москва)

Эдуард Адольф Страсбургер (1844—1912)

Вальтер Флемминг (1843—1905, Киль)

Мари Жозеф Эдуард ван Бенеден (1846-1910)

Теодор Генрих Бовери (1862—1915)

Генрих Вильгельм Вальдейер (1836—1921)



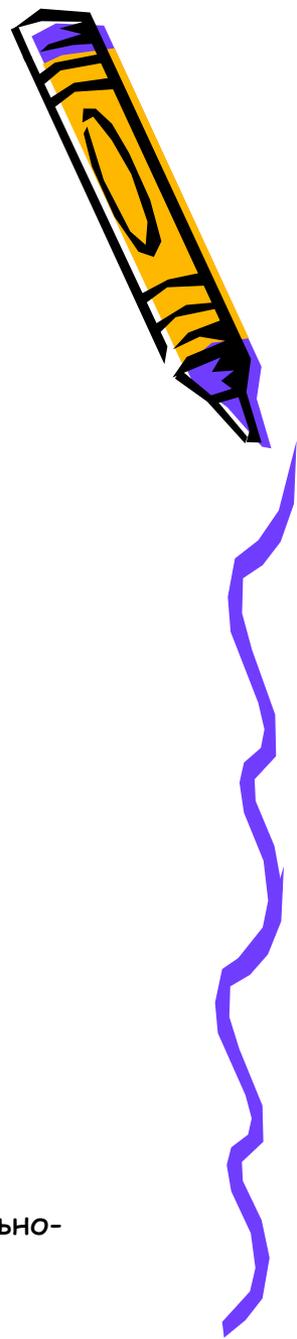
- Был обстоятельно изучен процесс оплодотворения у животных и растений (О. Гертвиг, 1876; И. Н. Горожанкин, 1880; Э. Страсбургер, 1884; и др.). Работы ботаников и животноводов подготовили почву для быстрого признания законов Г. Менделя после их переоткрытия в 1900 г.



Гертвиг, Оскар
(Oskar Hertwig) - немецкий зоолог; 1849 - 1922). Основные научные работы относятся к морфологии беспозвоночных, цитологии и эмбриологии.

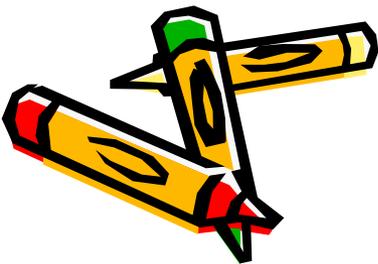
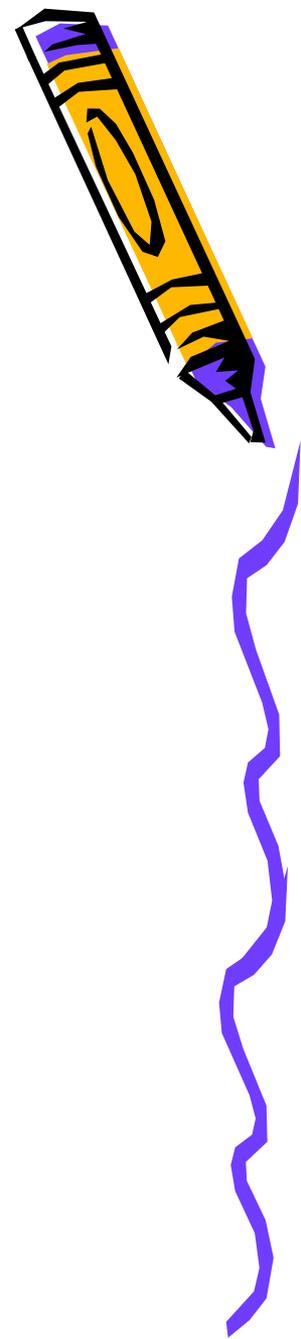


Иван Николаевич Горожанкин (1848 — 1904, Москва) — основоположник сравнительно-эмбриологического направления в русской ботанике.

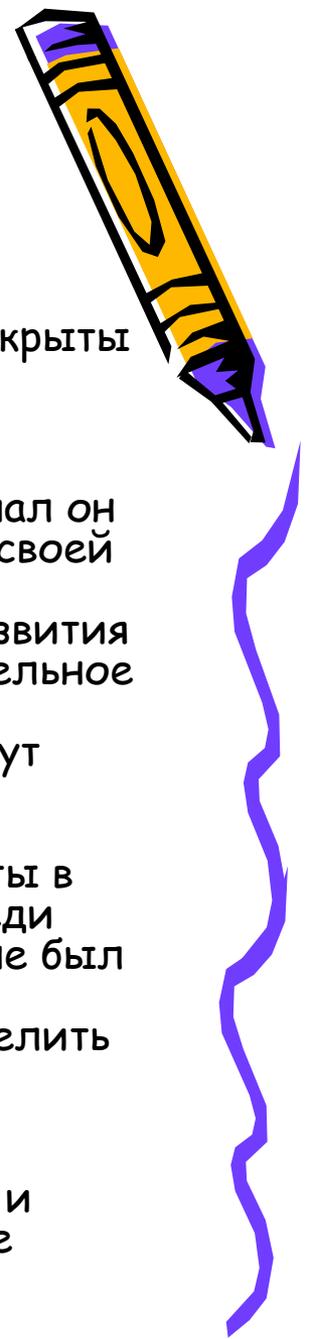


- ЭРА КЛАССИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ

Генетика - наука о наследственности и изменчивости - получила развитие в начале XX века, после того, как исследователи обратили внимание на законы Григора Менделя, открытые в 1865 г., но остававшиеся без внимания в течение 35 лет.



Открытие Г. Менделем законов наследования

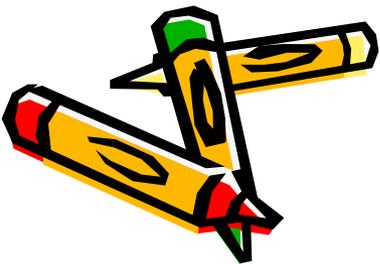


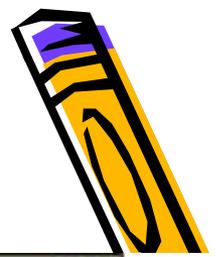
Грегор Иоганн Мендель (нем. *Gregor Johann Mendel*; 1822 — 1884) — австрийский биолог и ботаник, основоположник учения о наследственности, позже названного по его имени менделизмом.

В работах Менделя, выполнявшихся в период с 1856 по 1863 г., были раскрыты основы законов наследственности.

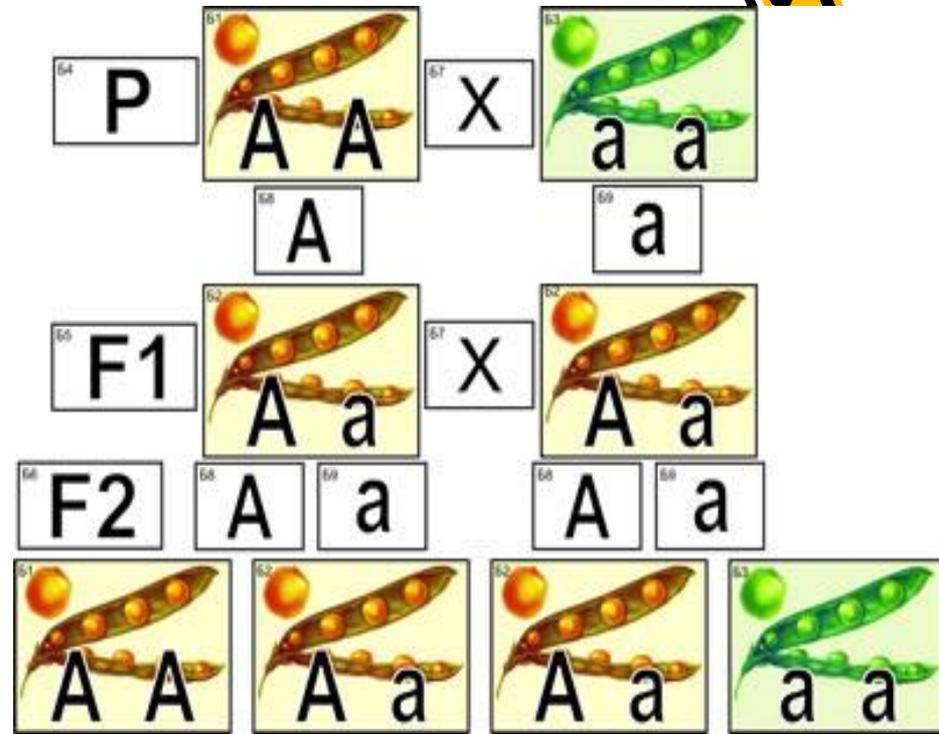
Мендель следующим образом формулировал задачу своего исследования. «До сих пор,- отмечал он во «Вступительных замечаниях» к своей работе,- не удалось установить всеобщего закона образования и развития гибридов» и продолжал: «Окончательное решение этого вопроса может быть достигнуто только тогда, когда будут произведены детальные опыты в различных растительных семействах. Кто пересмотрит работы в этой области, тот убедится, что среди многочисленных опытов ни один не был произведен в том объеме и таким образом, чтобы можно было определить число различных форм, в которых появляются потомки гибридов, с достоверностью распределить эти формы по отдельным поколениям и установить их взаимные численные отношения».

- Для своих исследований Мендель избрал горох *Pisum sativum* L. Основанием для такого выбора послужило, во-первых, то, что горох – строгий самоопылитель, и это резко снижало возможность заноса нежелательной посторонней пыльцы; во-вторых, в то время имелось достаточное число сортов гороха, различавшихся по одному, двум, трем и четырем наследуемым признакам.



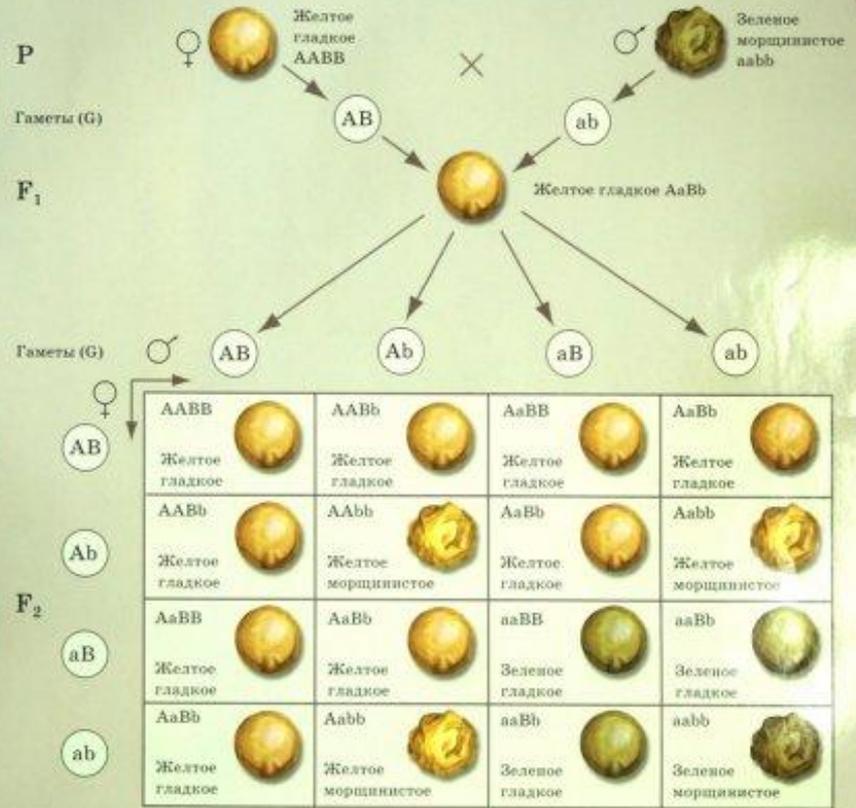


- Едва ли не самым существенным во всей работе было определение числа признаков, по которым должны различаться скрещиваемые растения. Мендель впервые осознал, что, только начав с самого простого случая - различия родителей по одному-единственному признаку - и постепенно усложняя задачу, можно надеяться распутать клубок фактов. Строгая математичность его мышления выявилась здесь с особенной силой.



Мендель начал с опытов по скрещиванию сортов гороха, различающихся по одному признаку (моногибридное скрещивание). Во всех без исключения опытах с 7 парами сортов было подтверждено явление доминирования в первом поколении гибридов, обнаруженное Сагрэ и Нодэном. Мендель ввел понятие доминантного и рецессивного признаков, определив доминантными признаки, которые переходят в гибридные растения совершенно неизменными или почти неизменными, а рецессивными те, которые становятся при гибридизации скрытыми. Затем Мендель впервые сумел дать количественную оценку частотам появления рецессивных форм среди общего числа потомков для случаев моно-, ди-, тригибридного и более сложных скрещиваний. Мендель особенно подчеркивал среднестатистический характер открытой им закономерности.

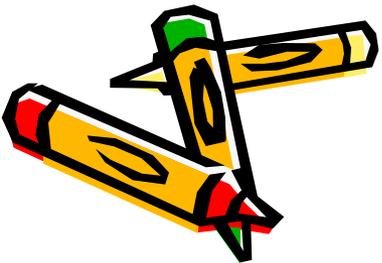
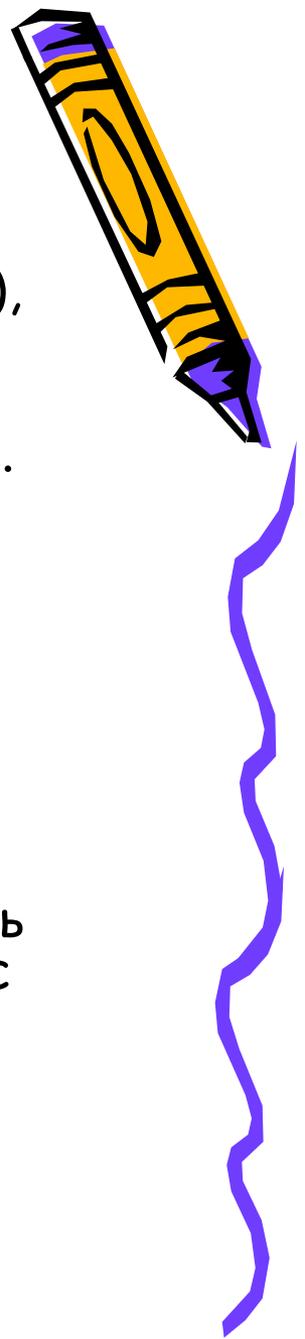
ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. НЕЗАВИСИМОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ



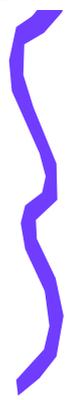
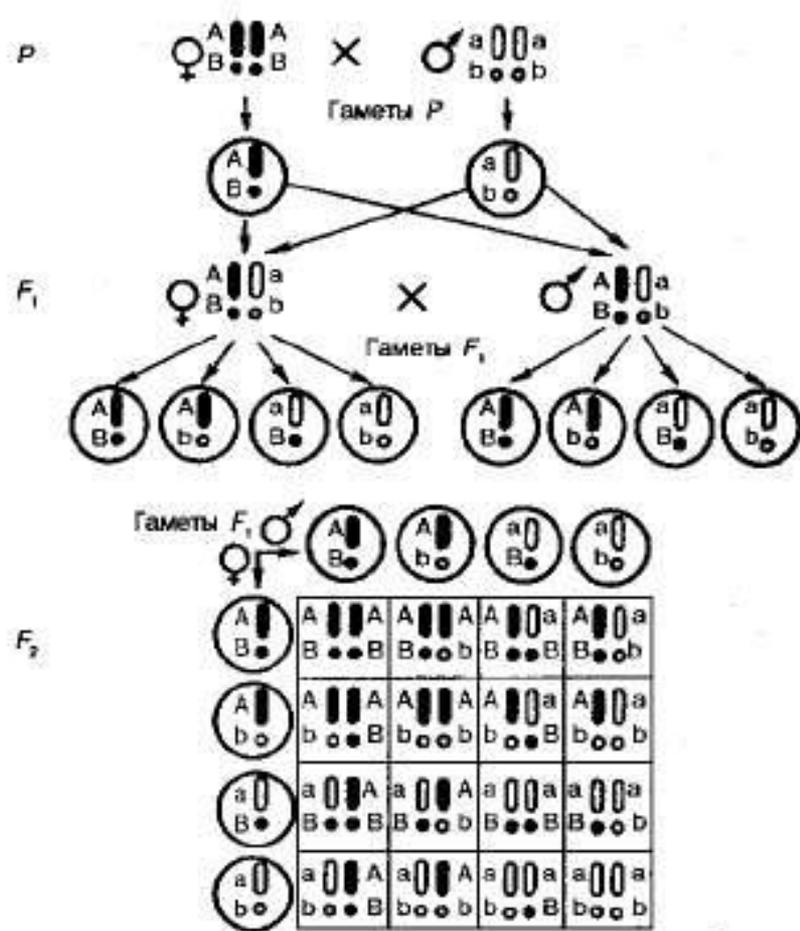
ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ РАЦИОНАЛ ДИГИБРИДНОГО СКРЕЩИВАНИЯ

9A _{..} B _{..}	: 3A _{..} bb	: 3aaB _{..}	: 1aabb
Желтые гладкие	Желтые морщинистые	Зеленые гладкие	Зеленые морщинистые
A _{..} : aa = 3 : 1		B _{..} : bb = 3 : 1	
Желтые	Зеленые	Гладкие	Морщинистые

- В результате получили прочное научное обоснование следующие обобщения фундаментальной важности:
- 1. Явление неравнозначности наследственных элементарных признаков (доминантных и рецессивных), отмеченное Сажрэ и Нодэном.
- 2. Явление расщепления признаков гибридных организмов в результате их последующих скрещиваний. Были установлены количественные закономерности расщепления.
- 3. Обнаружение не только количественных закономерностей расщепления по внешним, морфологическим признакам, но и определение соотношения доминантных и рецессивных задатков среди форм, с виду не отличимых от доминантных, но являющихся смешанными (гетерозиготными) по своей природе. Правильность последнего положения Мендель подтвердил, кроме того, путем обратных скрещиваний с родительскими формами.



Мендель впервые четко сформулировал понятие дискретного наследственного задатка, не зависящего в своем проявлении от других задатков. Эти задатки сосредоточены, по мнению Менделя, в зачатковых (яйцевых) и пыльцевых клетках (гаметах). Каждая гамета несет по одному задатку. Во время оплодотворения гаметы сливаются, формируя зиготу; при этом в зависимости от сорта гамет, возникшая из них зигота получит те или иные наследственные задатки. За счет рекомбинации задатков при скрещиваниях образуются зиготы, несущие новое сочетание задатков, чем и обуславливаются различия между индивидуумами. Это положение легло в основу фундаментального закона Менделя - закона чистоты гамет. Его предположение о наличии элементарных наследственных задатков - генов было подтверждено всем последующим развитием генетики и было доказано исследованиями на разных уровнях - организменном (методами скрещиваний), субклеточном (методами цитологии) и молекулярном (физико-химическими методами).



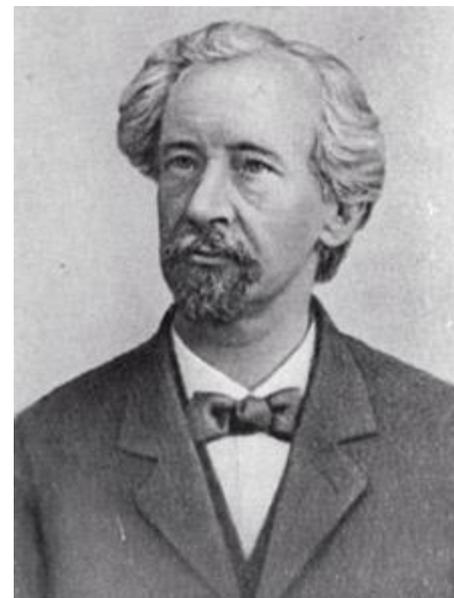
- Экспериментальные исследования и теоретический анализ результатов скрещиваний, выполненные Менделем, опередили развитие науки более чем на четверть века. О материальных носителях наследственности, механизмах хранения и передачи генетической информации и внутреннем содержании процесса оплодотворения тогда почти ничего еще не было известно. Даже умозрительные гипотезы о природе наследственности, о которых говорилось выше, были сформулированы позже. Этим объясняется то, что работа Менделя не получила в свое время никакого признания и оставалась неизвестной вплоть до вторичного переоткрытия законов Менделя К. Корренсом, Э. Чермаком и Г. де Фризом в 1900 г.



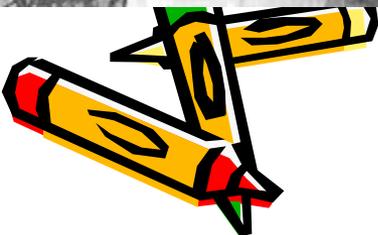
Карл Эрих Корренс (1864—1933) — немецкий биолог, ботаник, миколог, профессор, профессор ботаники, почётный профессор Берлинского университета, профессор биологии, пионер генетики в Германии, один из первооткрывателей законов Менделя



Эрих Чермак-Зейзенегг (*Erich Tschermak-Seysenegg*, 1871—1962) — австрийский учёный-генетик.



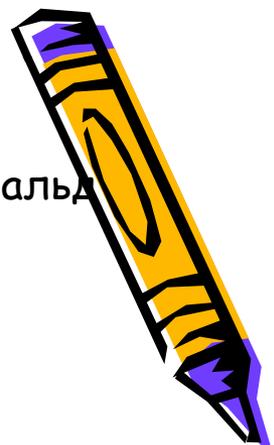
ДЕ ФРИЗ (Де Фрис) Хуго (1848-1935), нидерландский ботаник, один из основателей учения об изменчивости и эволюции



- **1865 год** - Открытие Г. Менделем (1822—1884) факторов наследственности и разработка гибридологического метода, т. е. правил скрещивания организмов и учета признаков у их потомства
- **1868 год** - швейцарский биохимик Ф. Мишер из спермы лосося выделил фосфорсодержащее вещество, происходящее из клеточных ядер, которое он назвал нуклеином (теперь его называют дезоксирибонуклеиновой кислотой).
- **1871 год** - Ч. Дарвин публикует свою книгу «Происхождение человека и половой отбор».
- **1875 год** - Ф. Гальтон демонстрирует возможность использования близнецов для изучения относительного влияния на организм наследственности и окружающей среды.
- **1900 год** - Формальное рождение генетики как науки. Независимая публикация статей Г. де Фриза, К. Корренса и Э. Чермака с изложением основных законов наследования. Фактически переоткрыты и стали известны широкой научной общественности исследования Г. Менделя.
- **1902 год** - В. Саттон и Т. Бовери независимо создают хромосомную теорию наследственности.
- **1905 год** - У. Бэтсон предлагает слово «генетика» (от греч. γένεσις - породить) для нового направления науки.
- **1909 год** - В. Иогансенем предложен термин - «генотип».
- **1910 год** - Томас Хант Морганом установлено, что гены расположены в хромосомах в линейном порядке, образуя группы сцепления. Морган установил также закономерности наследования признаков, сцепленных с полом (Нобелевская премия 1933 г. по физиологии и медицине за экспериментальное обоснование хромосомной теории наследственности).
- А. Кёссель получил Нобелевскую премию по химии за установление того, что в состав ДНК входят четыре азотистых основания: аденин, гуанин, цитозин и тимин.
- **1917 год** - Николаем Константиновичем Кольцовым основан Институт экспериментальной биологии.
- **1920 год** - термин «геном» впервые предложен немецким генетиком Г. Винклером.
- **1922 год** - Н. И. Вавилов сформулировал «закон гомологических рядов» - о параллелизме в изменчивости родственных групп растений, то есть о генетической близости этих групп. Закон Вавилова установил определенные правила формообразования и позволил предсказывать у данного вида еще не открытые, но возможные признаки (аналогия с системой Менделеева).

- **1925 год** - Г. А. Надсон, Г. С. Филиппов, Г. Мюллер проводят первый цикл работ по радиационным методам индукции мутаций.
- **1926 год** - С. С. Четвериков написал статью, заложившую основы популяционной генетики и синтеза генетики и теории эволюции.
- **1927 год** - Г. Мюллер доказал мутационный эффект рентгеновских лучей, за что в 1946 г. получил Нобелевскую премию в области физиологии и медицины.
- Н. К. Кольцов выдвинул идею матричного синтеза, которая позднее легла главным камнем в основание молекулярной биологии: *«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».*
- **1928 год** - Открытие явления трансформации у бактерий (Ф. Гриффит).
- **1929—1930 годы** - А. С. Серебровский и Н. П. Дубинин впервые продемонстрировали сложную природу организации гена; первые реальные шаги на пути создания современного представления о тонкой структуре гена.
- **1931 год** - Барбара Мак-Клинток продемонстрировала наличие кроссинговера.
- **1934 год** - Н. П. Дубинин и Б. Н. Сидоров открыли особый тип эффекта положения.
- Б. Л. Астауров осуществил успешные опыты по получению у шелкопряда потомства из неоплодотворенных яиц (одно из самых интересных достижений в прикладной генетике того времени).
- **1935 год** - Н. В. Тимофеев-Ресовский, К. Г. Циммер, М. Дельбрюк осуществили экспериментальное определение размеров гена. Ими дана трактовка гена с позиций квантовой механики, тем самым был создан фундамент для открытия структуры ДНК.
- **1940 год** - Дж. Бидл и Э. Татум сформулировали теорию «один ген - один фермент». (Нобелевская премия по физиологии и медицине за 1958 г.).
- **1943 год** - И. А. Рапопорт, Ш. Ауэрбах и Дж. Г. Робсон впервые показали индукцию мутаций химическими веществами.

ЭРА ДНК



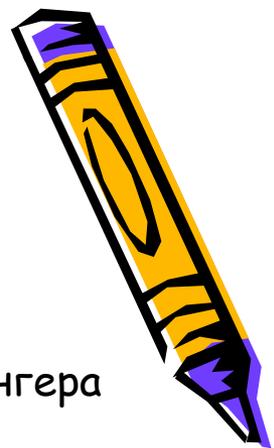
- 1944 1944 Освальд Эвери 1944 Освальд Эвери, Колин Маклеод 1944 Освальд Эвери, Колин Маклеод и Маклин Маккарти 1944 Освальд Эвери, Колин Маклеод и Маклин Маккарти изолируют ДНК (тогда его называли трансформирующим началом (*transforming principle*)).
- 1950 1950 Эрвин Чаргаф 1950 Эрвин Чаргаф показывает, что, хотя доля нуклеотидов 1950 Эрвин Чаргаф показывает, что, хотя доля нуклеотидов в ДНК не постоянна, наблюдаются определённые закономерности (например, что количество аденина, A, равно количеству тимина, T) (Правило Чаргаффа) (Правило Чаргаффа). Барбара Мак-Клинтон (Правило Чаргаффа). Барбара Мак-Клинтон обнаруживает транспозоны (Правило Чаргаффа). Барбара Мак-Клинтон обнаруживает транспозоны у кукурузы.
- 1952 1952 Эксперимент Херши — Чейз 1952 Эксперимент Херши — Чейз доказывает, что генетическая информация бактериофагов (и всех других организмов) содержится в ДНК.
- 1953 1953 Структура ДНК (двойная спираль) расшифрована Джеймсом Уотсоном 1953 Структура ДНК (двойная спираль) расшифрована Джеймсом Уотсоном и Фрэнсисом Криком 1953 Структура ДНК (двойная спираль) расшифрована Джеймсом Уотсоном и Фрэнсисом Криком с помощью Розалинд Франклин.
- 1956 1956 Жо Нин Тжио 1956 Жо Нин Тжио и Алберт Леван 1956 Жо Нин Тжио и Алберт Леван впервые верно устанавливают Хромосомное число 1956 Жо Нин Тжио и Алберт Леван впервые верно устанавливают Хромосомное число человека: 46 хромосом в диплоидном наборе.
- 1958 1958 Эксперимент Мезельсона — Стайлс 1958 Эксперимент Мезельсона — Стайлс показывает, что удвоение ДНК имеет полуконсервативный характер.
- 1961 1961 Выяснено, что генетический код 1961 Выяснено, что генетический код состоит из триплетов.
- 1964 1964 Говард Темин 1964 Говард Темин на примере РНК 1964 Говард

Секвенирование биополимеров (белков и нуклеиновых кислот — ДНК и РНК) — определение их аминокислотной или нуклеотидной последовательности (от лат. *sequentum* —



Геномная эра

- 1977 ДНК секвенирована впервые независимо Фредериком Сенгером, Уолтером Гилбертом и Алланом Максемом. Лаборатория Сенгера полностью секвенирует геном бактериофага ϕ -X174.
- 1983 Кэри Бэнкс Мёллис открывает Полимеразную цепную реакцию, открывающую возможности простой и быстрой амплификации ДНК.
- 1989 Впервые секвенирован ген человека (Фрэнсис Коллинз и Лап-Че Цуи). Ген кодирует белок CFTR. Дефекты в последовательности гена приводят к развитию опухолей.
- 1995 Впервые полностью секвенирован геном организма невирусной природы — бактерии *Haemophilus influenzae*.
- 1996 Впервые полностью секвенирован геном эукариотного организма — пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
- 1998 Впервые полностью секвенирован геном многоклеточного эукариотного организма — нематоды *C. elegans*.
- 2001 Обнародованы первые наброски полной последовательности генома человека одновременно Проектом «Геном человека».
- 2003 Обнародованы первые наброски полной последовательности генома человека одновременно Проектом «Геном человека» (Human Genome Project).



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



0 1mm