

Генетика. Вступ. Історія.

Генетика (від грецького «генезис» – походження) – наука про дві найбільш універсальні властивості живих об'єктів – спадковість та мінливість.

Спадковість – це властивість батьків передавати свої ознаки і особливості розвитку наступному поколінню. Матеріальним носієм цієї спадковості є гени.

Ген – це фрагмент молекули ДНК або РНК, що несе генетичну інформацію про елементарну функцію або ознаку.

Успадковування – це процес передачі генів (і відповідно ознак) нащадкам. Тобто ген – це окремий елемент спадкової програми.

Мінливість – це властивість живих об'єктів змінювати структуру, комбінації спадкових задатків - генів та їх прояв в онтогенезі.

Об'єктами генетики є всі живі організми: людина, тварини, рослини, гриби, дріжджі, бактерії, віруси.

Мета генетики як науки: 1) з'ясування існуючих закономірностей спадковості та мінливості та 2) пошук шляхів практичного використання цих закономірностей в інтересах людини.

Генетика становить теоретичний фундамент сучасної біологічної науки. Генетика - теоретична основа селекції і сільського господарства в цілому, ядро молекулярної біології і біотехнології, невід'ємна частина медицини, еволюційного вчення і екології.

Уся генетика (як і будь-яка наука) підрозділяється на фундаментальну й прикладну.

Фундаментальна генетика вивчає загальні закономірності успадкування ознак у лабораторних, або модельних видів: вірусів (фагів), прокаріот (наприклад, кишкової палички), цвілевих і дріжджових грибів, дрозопіли, мишей, арабідопсису, рису і деяких інших (слайд).

До фундаментальної генетики належать наступні розділи: – класична (формальна) генетика, – цитогенетика, – молекулярна генетика (у т.ч. імуногенетика), – генетика мутагенезу (у т.ч., радіаційна й хімічна генетика), – еволюційна генетика, – геноміка та епігеноміка, – генетика індивідуального розвитку й епігенетика, – генетика поведінки, – генетика популяцій, – екологічна генетика (у т.ч., генетична токсикологія), – математична генетика.

Прикладна генетика розробляє рекомендації для застосування генетичних знань у медицині, селекції, генній інженерії й інших розділах біотехнології, у справі охорони природи.

У прикладній генетиці залежно від об'єкта дослідження виділяють наступні розділи **спеціальної** генетики:

1. Генетика рослин: дикоростучих і культурних: (пшениця, жито, ячмінь, кукурудза; яблуні, груші, сливи, абрикоси – усього близько 150 видів).
2. Генетика тварин: диких і свійських тварина (корів, коней, свиней, овець, курей – усього близько 20 видів)
3. Генетика мікроорганізмів (вірусів, прокариот, нижчих еукаріотів – сотні видів).
4. Генетика людини.

Історія розвитку генетики

Термін **генетика** став вживатися з 1872 р в значенні «закони походження» завдяки англійському біологу Вільяму Бетсону (1861-1926).

Доменделівська ера!

Зародження генетики можна прослідкувати ще у доісторичні часи. У давньоіндійських епосах “Махабхарата”, “Рамаяна” (VI-V ст. до н.е.) висловлювались думки про наявність у живих істот спадкових властивостей, якими пояснюється схожість дітей з батьками. На Вавилонських глиняних плитках указувалися можливі риси при схрещуванні коней.

Перші відомості про успадкування ознак одержано із повсякденних спостережень і медичної практики. Вони містяться у працях учених, філософів та письменників давніх і середніх віків (Аристотель, Гіпократ, Аврелій Августин).

Перші гібридні рослини отримані Т. Ферчайлдом (1708) та І. Кельрейтером (1760-1766) у гвоздик і тютюну.

У 1799 році англійський природодослідник Т. Ендрю **Найт** опублікував свої праці з гібридизації різних форм гороху і описав виявлене ним явище домінування сірого кольору насіння і пурпурового забарвлення квіток, але не усвідомив закономірностей розщеплення. також зазначав, що гібриди розвиваються краще від своїх негібридних попередників і запропонував горох посівний (*Pisum sativum*) як модельний об'єкт для вивчення спадковості.

Французький біолог Огюстен **Сажре** проводив свої дослідження на гарбузових. Він вперше в історії гібридизації почав вивчати успадкування окремих ознак. Схрещуючи різні форми дині, Сажре виділив п'ять ознак і виявив їх альтернативні стани. Вперше сформулював принцип окремих ознак і встановив стале їх успадкування.

У 1750 р. французький лікар П. Мопертюї описав характер успадкування багатопалості (полідактилії).

У 1814 р. Дж. Адамс опублікував працю, в якій розрізняв не спадкові й спадкові захворювання.

На період 1803-1820 рр. кілька лікарів описали тип успадкування гемофілії. Швейцарський лікар-офтальмолог Й. Горнер у 1876 р. описав тип успадкування дальтонізму (колірної сліпоти).

Генетика людини як наука виникла завдяки працям англійського вченого Френсіса Гальтона (1822-1911). Він вивчав успадкування розумових здібностей, обдарованості, людини. Вважав, що можна покращити людський рід спеціальними генетичними заходами. Створив особливий напрям генетики - євгеніку, призначення якої - вдосконалити людину. Запропонував спосіб ідентифікації людини за відбитками пальців, тобто він є засновником дактилоскопії і дерматогліфіки.

Французький дослідник Шарль Ноден, якого вважають попередником Менделя, протягом 1854-1861 рр. здійснив велику за обсягом роботу з міжвидової та внутрішньовидової гібридизації ряду баштанних, садових та декоративних рослин, але встановити чітко окреслені закономірності успадкування ознак він не зміг, бо аналізував гібридний матеріал за багатьма ознаками.

На становлення генетики як науки вплинули **клітинна теорія**, сформульована німецьким ботаніком Маттіасом Якобом Шлейденом (1804-1881) і німецьким цитологом, гістологом і фізіологом Теодором Шванном (1810-1882) в 1838 р, і **еволюційне вчення** в 1859 р Ч. Дарвіна. Були й інші теорії спадковості, які не знайшли підтвердження, наприклад, умоглядна теорія спадковості і еволюції (1884 г.) швейцарського і німецького ботаніка Карла Вільгельма фон Негелі (1817-1891).

Ера класичної генетики почалася з відкриття Грегором Іоганном Менделем (1822-1884) в 1865 р дискретності (подільності) спадкових факторів (пізніше названих генами) і розробки гібридологічного методу, вивчення явища спадковості, тобто правил схрещування організмів та обліку ознак у їх потомства. В даному році вийшла його робота «Досліди над рослинними гібридами», в якій викладено закономірності успадкування, відкриті вченим в результаті досліджень на різних сортах гороху. Дані відкриття оформилися в три закони Менделя закон одноманітності гібридів першого; закон розщеплення ознак; незалежного успадкування ознак.

Однак, значення відкриття Г.І. Менделя (в період з 1856 по 1865 рр.) оцінили лише після того, як його закони були перевідкриті в 1900 р відразу трьома вченими-біологами, які працювали незалежно один від одного: голландським ботаніком Хуго де Фріз (1848-1935), експерименти на ослиннику, німецьким ботаніком Карлом Еріхом Корренсом, роботи по нечуйвітру, і австрійським агрономом Еріхом Чермак-Зейзенегга (1871-1962), гібридизація садового гороху. Надалі закони успадкування ознак Менделя були підтвержені в результаті експериментів на різних рослинах і тваринах

(горох, кукурудза, мак, квасоля, дріжджі, хатня миша, кролик, нематода, плодова мушка (дрозофіла) і ін.) - модельних організмах.

Закони довели свій універсальний характер по відношенню до всіх організмів, які розмножуються статевим шляхом, і послужили основою **теорії гена - найбільшого наукового відкриття ХХ ст.** Завдяки цьому генетика перетворилася в швидко розвивається галузь біології.

У 1869 р біологом Іоганном Фрідріхом **Мішером** (1844- 1895) була відкрита дезоксирибонуклеїнова кислота (**ДНК**). Спочатку нова речовина отримала назву нуклеїн, а потім, у зв'язку зі своїми кислотними властивостями, - нуклеїнова кислота. Структуру ДНК виявили лише в 1953 р. англійські біологи Джеймс Дьюї **Уотсон** (1928-) і Френсіс **Крік** (1916-2004), але завдяки методу рентгеноструктурного аналізу, використаному **Розаліндою Франклін** (Леді ДНК).

Ще у 1885 р. німецький зоолог і теоретик еволюційного вчення Фрідріх Леопольд Август **Вейсман** (1834-1914) розробив теорію «зародкової плазми», висунув гіпотезу про те, що кількість хромосом у статевих клітинах повинна бути вдвічі менше, ніж в соматичних клітинах. Крім статевих хромосом, у різностатевих організмів всі інші хромосоми будуть аутосомами. У його термінах зародкова плазма складається з біофор. У 1903 р висловлено припущення про те, що **хромосоми є носіями спадковості**. Термін хромосома відомий з 1889 р і походить від німецького терміна Chromosom , утвореного німецьким анатомом і гістологом Генріхом Вільгельмом Готфрідом Вальдейером-Гарц (1836-1921) в 1888 р від латинізованої форми грецького слова khrō̄ та «колір» + - some «тіло». Хромосоми отримали таку назву тому, що містять речовину, яка легко забарвлюється основними барвниками.

У 1889 р. Теодор **Бовери** (Theodor Boveri) довів **роль клітинного ядра у спадковості**.

У 1906 р англійські біологи Вільям **Бетсон** і Реджинальд Кранделл **Паннет** (1875-1967) описали перший випадок відхилення від законів Г. Менделя, який пізніше отримав термінологічне найменування **зчеплення генів**. В цьому ж році англійський генетик Леонард **Донкастер** (1877-1920) в дослідях з лускокрилими виявив явище **зчеплення ознаки зі статтю**.

У 1902-1907 рр. відбувся перехід до вивчення явищ спадковості на клітинному рівні (**цитогенетика**). Німецький біолог, ембріолог Теодор Генріх **Бовери** (1862-1915), американські цитологи Уолтер **Саттон** (1877-1916) і Едмунд Бічер **Уїлсон** (1856-1939) встановили взаємозв'язок між менделевськими законами спадковості й розподілом хромосом в процесі клітинного ділення (**мітоз**) і дозрівання статевих клітин (**мейоз**) – **хромосомна теорія спадковості**. (Термін «мітоз» був запропонований німецьким анатомом, біологом, засновником цитогенетики Вальтером Флемінгом (1843- 1905) ще в 1882 р.).

На початку ХХ ст. голландський ботанік, генетик Хуго де **Фриз** і російський ботанік, генетик-еволюціоніст, Сергій Іванович **Коржинський**

(1861-1900) і анатом, зоолога і гістолога Альберта фон Келлікер, досліджували стійкі зміни геному (спадкові зміни) – мутації, згодом обґрунтував **мутаційну теорію мінливості** (1903 р.), яка заклала основи генетичної мінливості і еволюції і зіграла велику роль в подальшому розвитку генетики.

У 1908 р англійський математик Годфрі Харолд **Харді** (1877-1947) і німецький лікар Вільгельм **Вайнберг** (1862-1937) незалежно один від одного сформулювали основний закон генетики популяцій про сталість частот генів - **закон Харді-Вайнберга**. Значний внесок у генетику популяцій вніс Сергій Сергійович **Четверіков** (1880-1959), який об'єднав у своїй концепції основні закономірності **менделізму і дарвінізму** в 1926 р, довів генетичну неоднорідність природних популяцій.

Важливе значення мали роботи датського ботаніка Вільгельма Людвіга **Йогансена** (1857-1927), який вивчав закономірності успадкування на чистих лініях квасолі. Вчений запропонував називати «спадкові чинники» Менделя словом «ген» в 1909 р, сформулював поняття «популяції», дав визначення термінам «**генотип**» - генетична конституція представника того чи іншого виду «**фенотип**»- видимі характеристики представника того чи іншого виду».

У 1910 році американський біолог Томас Хант **Морган** (1866-1945) довів, що гени розташовані в хромосомах в лінійному порядку, утворюючи групи зчеплення, а через рік сформулював **першу хромосомну теорію спадковості**. У 1933 р Т.Х. Моргану була присуджена Нобелівська премія з фізіології та медицини за відкриття, пов'язані з роллю хромосом у спадковості.

У 1911 р Т.Х. **Морган** і американський генетик і зоолог Альфред Генрі **Стертевантом** (1891-1970) описали **кросинговер**. У 1913 р. А.Г. Стертевант склав першу генетичну карту хромосоми. Метод побудови генетичних карт отримав назву **генетичного картування**.

У 1918 р виникли передумови **Синтетичної теорії еволюції** - сучасного еволюційного синтезу завдяки науковій роботі англійського біолога-еволюціоніста і генетика Роналда Ейлмера Фішера, Олексія Северцева, Івана Шмальгаузена, Сергія Четверикова, Миколи Тимофеева-Ресовського, Георгія Гаузе, Джуліана Гакслі, Джон Холдейна, Феодосія Добжанський та ін.

У 1920 р. **Микола Іванович Вавілов** (1887-1943) сформулював **закон гомологічних рядів спадковості і мінливості**, що забезпечувало тісний зв'язок генетики з вченням про еволюцію. У 1920-1930-і рр. Микола Костянтинович **Кольцов** (1872-1940) розробив вчення про соціальну генетику (евгеніку). У ці ж роки російський біолог і селекціонер Іван Володимирович **Мічурін** (1855- 1935) відкрив можливість управління домінуванням, розробив методи селекції плодово-ягідних рослин методом віддаленої гібридизації.

Великий вчений-ботанік і генетик Микола Іванович Вавілов!

Ботанік, географ, генетик, селекціонер. Чл.-кор. АН СРСР з 1923, академік в 1929-1940. Член Академій в Галле (1929), Празі (1936), Аллахабаде (1937), Единбурзі (1937), член Лондонського Королівського товариства. Автор закону гомологічних рядів в спадковій мінливості організмів, навчань про біологічні основи селекції, центрах походження культурних рослин, імунітет рослин. Зібрав найбільшу в світі колекцію культурних рослин - генетичний банк рослин, заклав основи сортовипробування польових культур.

Караванні і піші маршрути тільки в одній експедиції 1926 -27 років склали близько 2 тисяч км. Насінневий матеріал, зібраний Вавіловим, обчислювався тисячами зразків!

Микола Іванович мав феноменальну пам'ять, знав усі європейські мови.

У Болівії, опинившись без засобів, під час революції в країні, Вавілов став вести лекції і тим прогонував себе і врятував зібрані колекції. Вавілов говорив в кожній країні з селянами їхньою мовою.

*У 1916 році Вавілов врятував від масового захворювання солдатів російської армії в Персії. Він з'ясував причину захворювання, вказавши на те, що в місцеву борошно потрапляють частинки насіння плевела п'яного (*Lolium temulentum*), а з ним гриб *Stromatinia temulenta*, який виробляє алкалоїд темулін - речовина, здатна викликати серйозне отруєння з можливим летальним результатом.*

1921-22 р Вавілов відвідав Англію, Францію, Німеччину, Голландію, Швецію і Данію, зустрічаючись в них з відомими генетиками і селекціонерами

З 1924 по 1927 рік був проведений ряд внутрішньосоюзних і зарубіжних експедицій - Афганістан, Середземномор'я, Африка,

У 1925 році пішли експедиції в Хивинський оазис і інші сільськогосподарські райони Узбекистану.

У 1926-1927 роках Вавілов зробив експедицію по країнах Середземномор'я. Дослідницькі роботи їм були проведені в Алжирі, Тунісі, Марокко, Лівані, Сирії, Палестині, Трансиорданії, Греції, Італії, Сицилії, Сардинії, Криті, Кіпрі, південної частини Франції, Іспанії, Португалії, потім у Французькому Сомалі, Абіссинії і Еритреї. На зворотному шляху Вавілов ознайомився з землеробством в гірських районах Вюртемберга (Німеччина).

У 1929 році Вавілов з метою вивчення особливостей сільського господарства здійснив експедиції в країни Східної Азії: разом з М. Г. Поповим - в північно-західну частину Китаю - Синьцзян, а поодиночі - в Японію, на Тайвань і в Корею.

У 1930 році організував II Міжнародний конгрес ґрунтознавців в Москві, брав участь (на запрошення Корнельського університету, США) в Міжнародній конференції по сільськогосподарській економіці, а після неї здійснив експедицію по американському континенту: він об'їхав всі південні

штати США від Каліфорнії до Флориди, перетнув двома маршрутами гірські і рівнинні райони Мексики, Гватемалу.

У 1932 році Вавилова обрали віце-президентом VI Міжнародного конгресу з генетики, проведеного в Ітаці. На ньому була представлена колекція ВІРа, зібрана під час останньої американської експедиції. Після конгресу він об'їхав ряд провінцій Канади і потім півроку обстежив землеробські райони країн Центральної і Південної Америки: Сальвадору, Коста-Ріки, Нікарагуа, Панами, Перу, Болівії, Чилі, Аргентини, Уругваю, Бразилії, Тринідаду, Куби, Пуерто-Ріко та інших, всього - 17 країн.

6 серпня 1940 чекісти заарештували Миколи Івановича. Слідство щодо Вавилова тривало 11 місяців. За час слідства його викликали на допит близько 400 разів, загальний час допитів склало 1700 годин. Слідство вели співробітники НКВС СРСР А. Хват і С. Албогачієв. Під час допитів Вавилов піддавався жорстоким тортурам.

9 липня 1941 Військова колегія Верховного Суду СРСР засудила Вавилова до розстрілу за статтями 58-1а, 58-7, 58-9, 58-11 КК РРФСР. Сталін, боячись осуду світової спільноти, скасував розстріл і схвалив термін в 20 років. Кажуть, на Ялтинській конференції Уїнстон Черчіль запитав у Сталіна про долю Вавилова, на що вусатий негідник відповів - що у нас багато видатних учених і він не може пам'ятати всіх ...

Вавилов помер о 7 годині ранку 26 січня 1943 року від дистрофії і зупинки серця ... Про його смерть і життя "вдячна" батьківщина замовчувала.

Лисенківщина — політична кампанія з переслідування і шельмування групи генетиків, заперечення генетики (вейсманізму-морганізму) і тимчасової заборони генетичних досліджень в СРСР. Отримала свою популярну назву за прізвищем Т. Д. Лисенка, який став символом кампанії. Кампанія розгорталась у наукових біологічних колах приблизно з середини 1930-х до першої половини 1960-х років. Її організаторами були партійні і державні діячі, а також діячі в галузі біології (видну роль, крім Т. Д. Лисенка, зіграв І. І. Презент) та інші.

У переносному значенні термін лисенківщина може використовуватися для позначення будь-якого адміністративного переслідування вчених за їх «політично некоректні» наукові погляди.

У 1928 році раніше невідомий агроном Трохим Денисович Лисенко заявив про відкриття нової сільськогосподарської технології — яровизації (використання попереднього охолодження насіння злакових культур перед посівом навесні). Насправді яровизація була відома принаймні з 1854 року і активно вивчалася протягом 25 років, що передували «відкриттю». В даний час техніка яровизації знаходить застосування в селекції рослин, дозволяючи отримувати додаткові покоління рослин в

селекційних камерах, фітотронах і теплицях, а також поєднувати термін цвітіння рослин, що походять з різних регіонів світу.

Почалася активна газетна кампанія, в якій селянський син Трохим Лисенко представлявся як геній народу, самородок, який здійснив революційне відкриття. Лисенко став відомим і впливовим. Він «довів», що ярівізація підвищує врожай на 15%. Далі запропонував спосіб весняного посіву озимих рослин - «кожен злак у відомих умовах може бути перетворений на ярий», і метод представлений як найбільш ефективний для вирішення продовольчої проблеми. Далі він пропонував впливати холодом не тільки на пшеницю і стверджував про 40% підвищення врожаю.

У 1933—1934 роках Лисенко разом з доктором біологічних наук Ісааком Презентом почав наступ на генетику. Лисенко вірив у теорію Ламарка про спадкування набутих ознак і вважав себе послідовником І. В. Мічуріна.

У 1938 році Лисенко став президентом ВАСГНІЛ замість М. І. Вавилова, зниженого на посаді до його заступника. Класичну генетику стали публічно іменувати «фашистською наукою», «буржуазною псевдонаукою». Почалося політичне переслідування вчених-генетиків. В кінці 1930-х років стали відбуватися арешти і навіть розстріли. Лисенківці оголошували себе прихильниками «генетики», однак під цим терміном розуміли виключно свій «мічурінський метод», класичну ж генетику іменували «вейсманізмом-менделізмом-морганізмом».

У кінці серпня 1948 р. почалася велика «кадрова чистка». Початок кампанії було покладено на т. зв. серпневій сесії Всесоюзної академії сільськогосподарських наук ім. Леніна (ВАСГНІЛ), що проходила 31 липня — 7 серпня 1948 року і стала тріумфом «народної агробіології». Головний ідеолог гонінь на генетиків, Ісаак Презент був призначений деканом на біофаках Московського і Ленінградського університетів одночасно. У всіх вищих навчальних закладах України було вилучено підручники і навчальні посібники, написані прихильниками генетики. Переглянуто програми з біологічних та інших суміжних наук. Більше 100 генетиків були звільнені, деякі виключені з партії, покінчив із собою в 1951 р. Д. А. Сабінін. Всі генетичні дослідження в СРСР були практично припинені. Повне відновлення генетичних досліджень відбулося тільки після зняття М. С. Хрущова в жовтні 1964 року.

Досить значну роль у розвитку генетики зіграло відкриття **чинників мутагенеза- іонізуючих випромінювань** - ботаніком, мікробіологом, генетиком Георгієм Адамовичем **Надсоном** (1867-1939) і його колегою Григорієм Семеновичем **Філіпповим** (1898-1933), в **1925 р** і американським генетиком Германом Джозефом **Меллером** (1890-1967) в **1927 р**. Завдяки

даним відкриттям розширився діапазон генетичного аналізу, селекції та генної інженерії в подальшому.

У **1928 р** англійський генетик і лікар Фредерік **Гріффіт** (1879-1941) поставив експеримент, яким довів, що бактерії здатні передавати генетичну інформацію за механізмом **трансформації**. Експеримент показав існування «трансформуючий агент», який пізніше ідентифікували як ДНК.

1935 - Ніколай Тимофеев-Ресовський, Циммер (Karl Zimmer) і Дельбрюк (Max Delbruck), базуючись на залежності кількості мутацій від радіаційної дози, оцінили розмір гена, установивши, що ген - це велика органічна молекула.

У **1941 р** американські генетики Едвард Тейтем (1909- 1975) і Джордж Уелс Бідл (1903-1989) довели, що в **генах закодована інформація про структуру білків**. Дж. Бідл також є автором теорії «один ген - один фермент» (1940 г.).

Період класичної генетики закінчується в **1944 р**, коли американськими біохіміками Освальдом Теодором **Евері** (1877-1955), Коліном **Маклеодом** (1909-1972) і Маклін **Маккарті** (1911-2005) була ізольована ДНК як носій генетичної інформації. **Настає ера ДНК. Генетика стає молекулярною !.**

1950 - Чаргафф (Erwin Chargaff) установив, що кількість аденіну в ДНК дорівнює кількості тиміну, а кількість гуаніну = кількості цитозину (правила Чаргаффа).

Американський вчений-цитогенетик **Барбара Мак-Клінток** (1902-1992) займалася дослідженням цитогенетики кукурудзи, склала її першу генетичну карту, показала роль теломер і центромер, відкрила транспозони (**1951 г.**). У 1983 р Б. Мак-Клінток була удостоєна Нобелівської премії з фізіології і медицини за відкриття **мобільних генетичних елементів**.

1952 - Херші та Чейз (Alfred Hershey, Martha Chase) показали, що **тільки ДНК бактеріофага є інфікуючим агентом**.

1953 - Франклін і Уїлкінс (Rosalind Franklin, Maurice Wilkins) отримали ключові **рентгенограми фібрил ДНК**, які вказували на регулярну спіральну структуру молекули.

1953 - Уотсон і Крік (James Watson, Francis Crick), базуючись на рентгенограмах, розробили **модель структури ДНК** і сформулювали принцип комплементарності.

1955 - Корнберг (Arthur Kornberg) отримав першу **ДНК-полімеразу** й дослідив її властивості.

1957 - Крік сформулював "**центральну догму молекулярної біології**".

1958 - Мезельсон і Сталь (Matthew Meselson, Franklin Stahl) продемонстрували напівконсервативний механізм **реплікації ДНК**.

1956 р. Д. Тійо і А. Леван встановили, що кількість хромосом у соматичних клітинах людини - 46, після чого були виявлені зміни хромосом при різних захворюваннях.

1959 р. І. Лежен відкрив наявність 21-го хромосому при хворобі Дауна.

1961 - Бреннер, Жакоб (Sydney Brenner, François Jacob) і Мезельсон установили **роль мРНК** як проміжного переносника інформації при експресії білкових генів.

1961 - Жакоб і Моно (Jacques Monod) описали першу систему регуляції транскрипції - у **лактозному опероні** *E. coli*.

1966 - Ніренберг і Корана (Marshall Nirenberg, Gobind Khorana) закінчили **розшифрування генетичного коду**.

1970 - Сміт (Hamilton Smith) відкрив першу **рестриктазу**.

1970 - Темін і Балтімор (Howard Temin, David Baltimore) відкрили **зворотну транскриптазу**.

1972 - (Paul Berg) створив першу **рекомбінантну ДНК**.

1975 - Максам і Гілберт (Allan Maxam, Walter Gilbert) і Сангер (Frederick Sanger) запропонували два **методи секвенування ДНК**.

1976 - Створено першу **генноінженерну компанію** - Genentech.

1977 - Сенгер і співавт. встановили послідовність першого геному бактеріофага φX-174 (**секвенування**). **Генетика стала геномной!**

1977 - У лабораторіях Робертса й Шарпа (Richard Roberts, Phillip Sharp) встановлено **мозаїчну будову** (наявність інтронів) еукаріотичних генів.

1982 - Створено першу загальнодоступну базу даних послідовностей ДНК GenBank.

1984 - Джефрі (Alec Jeffreys) розробив молекулярний метод ідентифікації особин - **фінгерпринтинг ДНК**.

1985 - Мелліс (Kary Mullis) розробив революційний молекулярно-генетичний метод - **полімеразну ланцюгову реакцію**.

1990 - Започатковано роботи з секвенування геному людини.

1995 - Установлено послідовність **перших прокаріотичних геномів** - бактерій *Neisseria meningitidis* та *Mycoplasma genitalium*.

1996 - Установлено послідовність **першого еукаріотичного геному** - дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*.

2001 – Секвеновано послідовність геному людини.

З 2001 року – новітній період розвитку генетики. Геноміка, біоінформатика, гена інженерія, біотехнологія, гена терапія, редагування геномів...

3. Методи генетики

1. *Гібридологічний* - полягає в гібридизації з подальшим урахуванням розщеплення. Є основою генетичного аналізу.

2. *Методи отримання мутацій* - забезпечують гетерогенність спадкового матеріалу для подальшого застосування методів 1.

3. *Цитологічний аналіз* - вивчаючи клітину, дозволяє вивчати морфологію і функціональну активність компонентів геному.

4. *Онтогенетичний аналіз* - вивчає функціональну активність геному на різних етапах індивідуального розвитку. Широко використовується в роботі з культурами клітин, тканин і інших біотехнологічних аспектах.

5. *Математичний метод* - методи варіаційної статистики незамінні при обліку результатів генетичного аналізу, при вивченні успадкування кількісних ознак і різних форм мінливості.

6. *Фізико-хімічні методи.*

7. *Біохімічні та імунологічні.*

8. *Молекулярно- біологічні. ДНК- технології.*