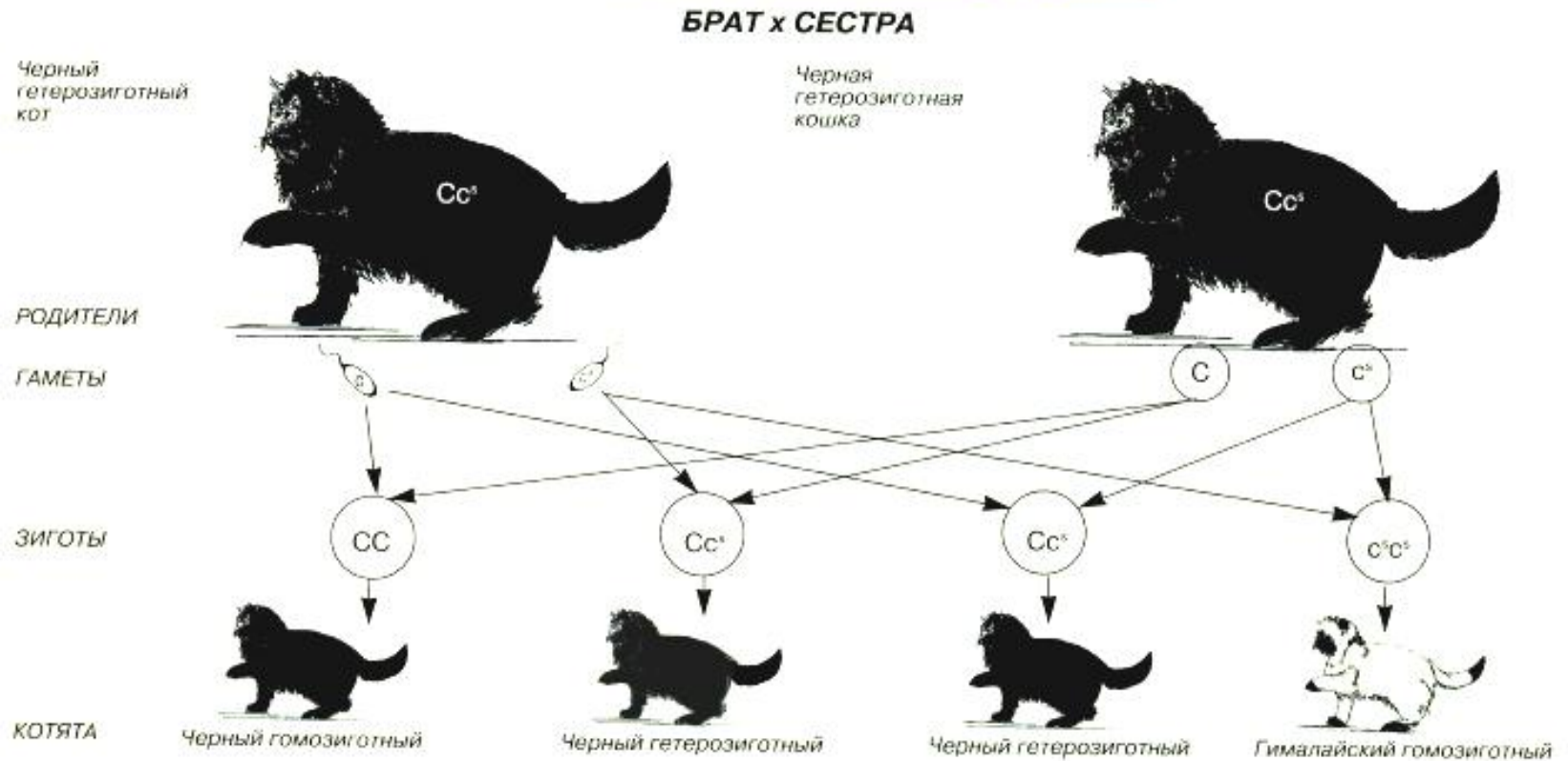


# Спадковість організмів

Рис. 1. РАСЩЕПЛЕНИЕ ПРИ ИНБРИДИНГЕ



# Генетика



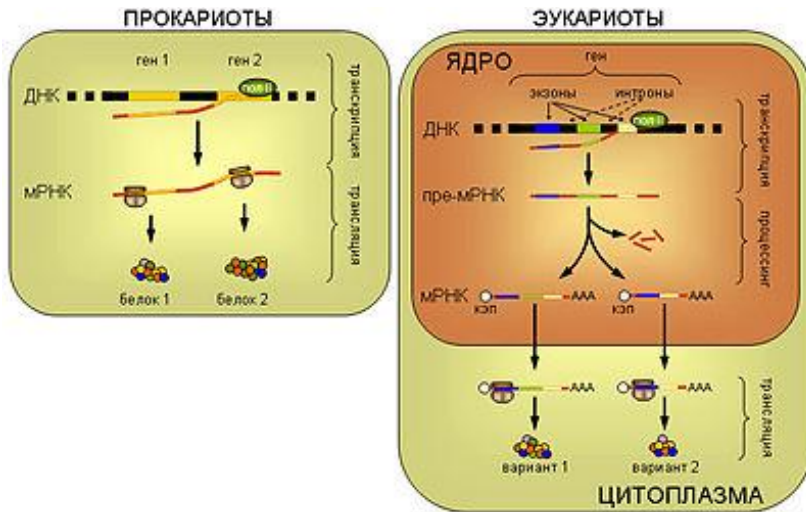
- Генетика (від латин. *genetica* — походження) — наука, яка займається вивченням спадковості й мінливості живих організмів.
- Термін «генетика» запропонував англійський вчений В. Бетсон в 1905 році

# Основні етапи розвитку генетики



- Накопичення інформації про спадковість і мінливість (до середини XIX століття)
- Виикнення генетики (1865 – 1900)
- Дослідження на клітинному рівні (1900 – 1953)
- Дослідження на молекулярному рівні (после 1953)

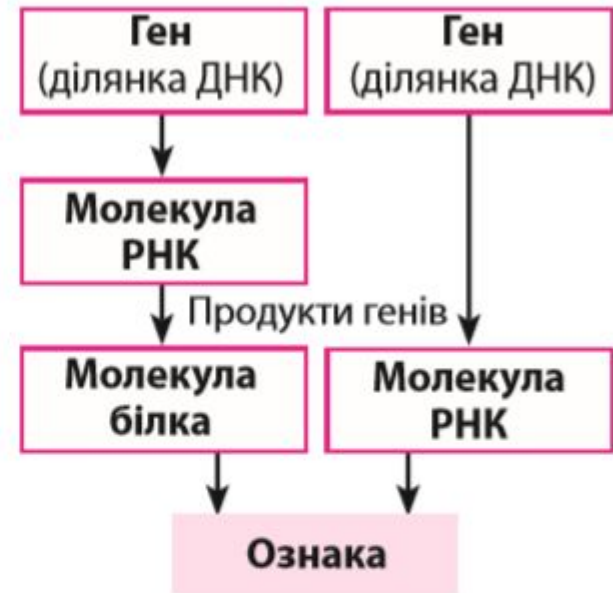
# Ген



- Ген (від давньогрец. *genos* — рід) — окрема ділянка ДНК, яка відповідає за утворення однієї або кількох ознак організму.

# Типи генів

- За функціями гени живих організмів можна поділити на структурні й регуляторні.
- Структурні гени містять інформацію про будову молекул білків та РНК які входять до складу органел або цитоплазми клітин.
- Регуляторні гени теж містять інформацію про структуру молекул білків або РНК які регулюють роботу структурних генів



# Гени прокаріотів



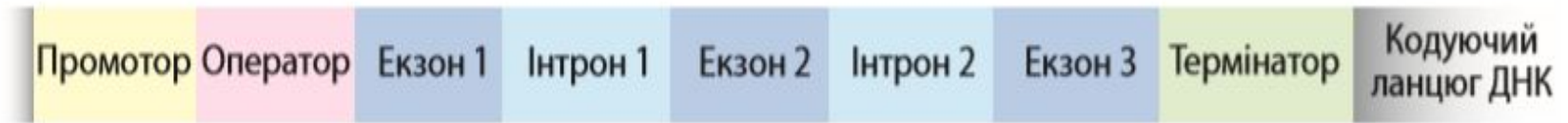
- Гени прокаріотів мають відносно просту структуру.
- Частіше за все кожен з цих генів містить інформацію тільки про одну структуру — молекулу білка або РНК.

# Оперони



- Гени прокаріотичних організмів часто організовані в оперони.
- Оперон — структура, яка складається з кількох структурних генів

# Гени еукаріотів

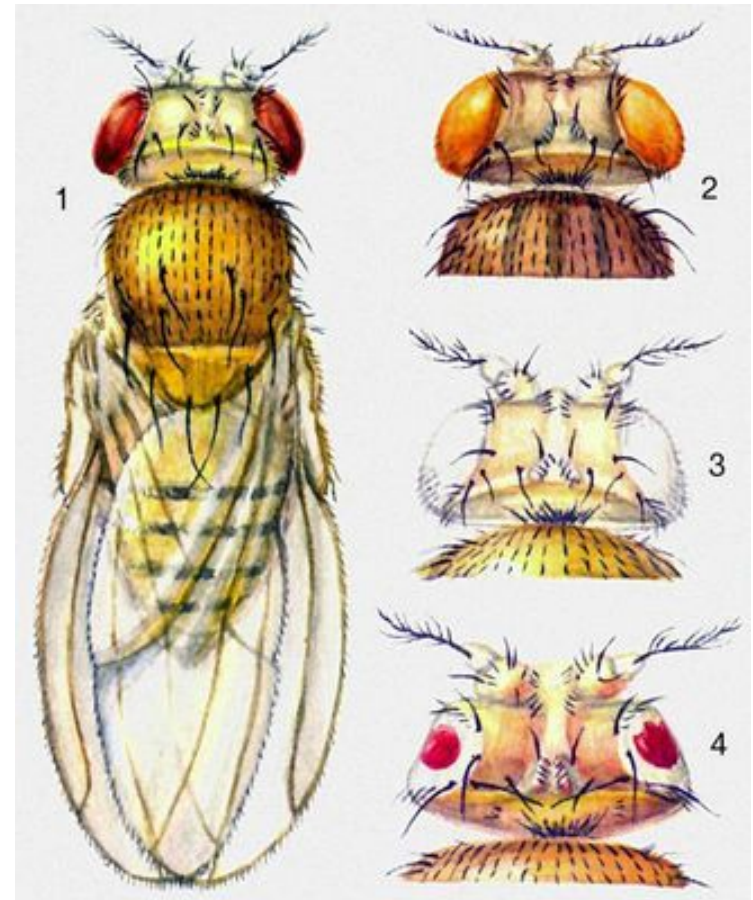


- Гени еукаріотичних організмів не утворюють оперонів.
- Кожний з них має свої власні промотор і термінатор.
- У складі їхньої ділянки ДНК є послідовності нуклеотидів, які не містять інформації, потрібної для синтезу продукту гена. Такі ділянки називають інтронами.
- Ті ділянки, які містять потрібну інформацію, називають екзонами.

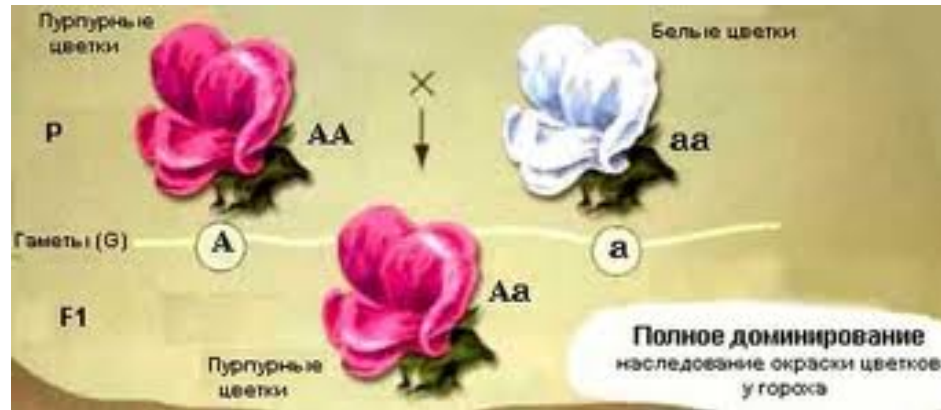


# Алель

- Алель (від латин. *allellos* — протилежний) — один із можливих станів (варіантів) гена, що визначає альтернативні варіанти розвитку певної ознаки.



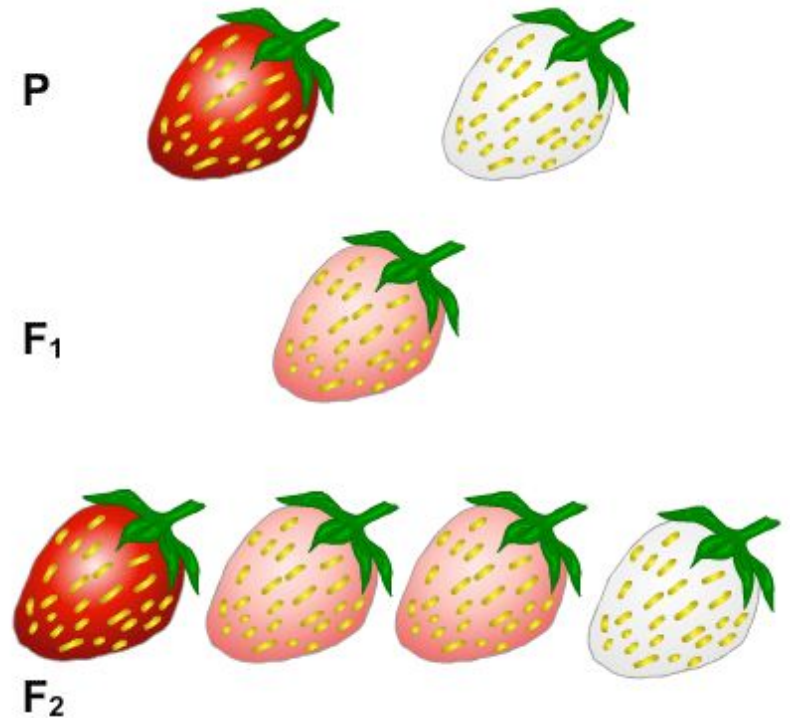
# Алелі в гомологічних хромосомах



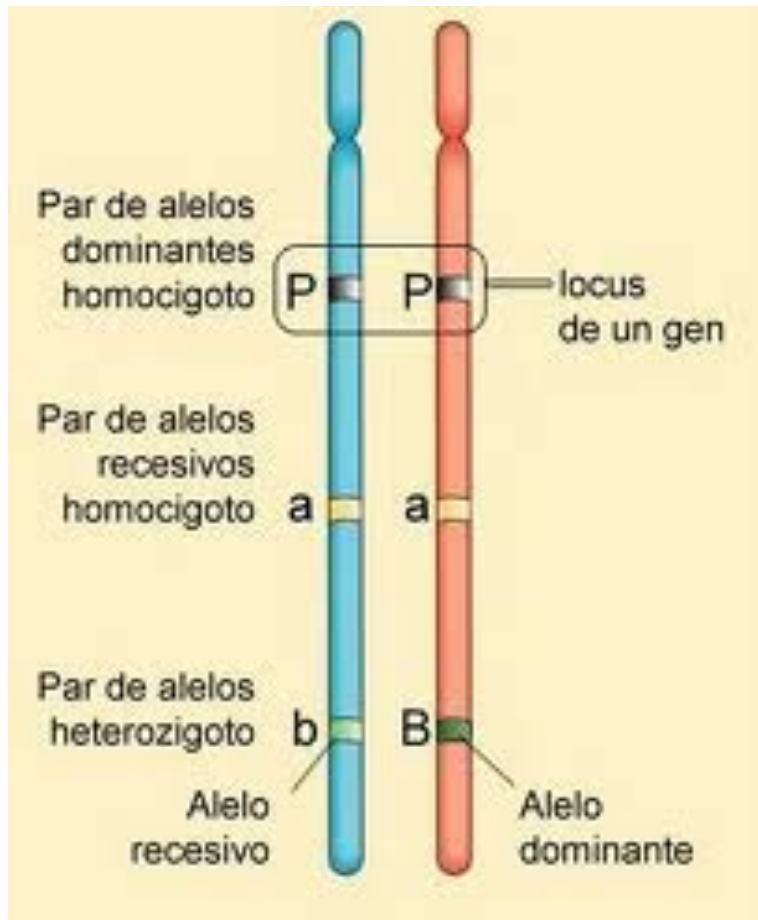
- Якщо алелі одного гена, що розташовані в різних гомологічних хромосомах, є однаковими, організм називають гомозиготою
- Якщо алелі в гомологічних хромосомах різні — це гетерозигота.
- Якщо в парі хромосом присутній тільки один алель гена (зазвичай це буває у статевих хромосомах) — це гемізигота.

# Взаємодія алелів

- До основних понять генетики належать також поняття домінантність і рецесивність, які визначають форму взаємовідносин між різними алелями одного гена.
- За таких взаємовідносин один з алелів (домінантний) маскує у гетерозиготі прояв іншого алеля (рецесивного).



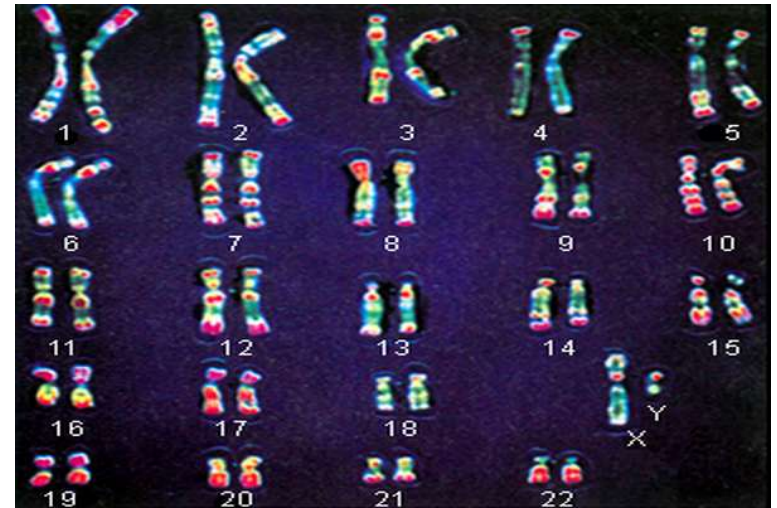
# Локус



- Локус (від латин. locus — місце) — місце розташування алелів певного гена на хромосомі.

# Генотип

- Генотип — сукупність усіх генів організму, розміщених у ядрах клітин (у хромосомах) або в інших структурах цитоплазми (пластидах, мітохондріях, плазмідах).
- Генотип є спадковою основою організму. Він є носієм генетичної інформації, який контролює формування всіх ознак організму, тобто його фенотипу.



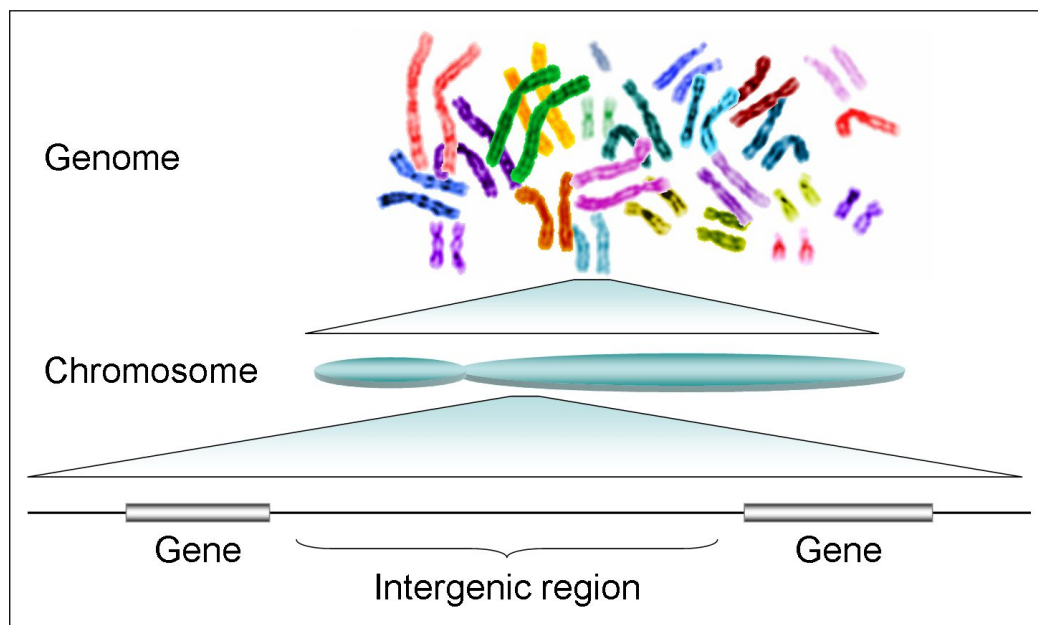
# Фенотип



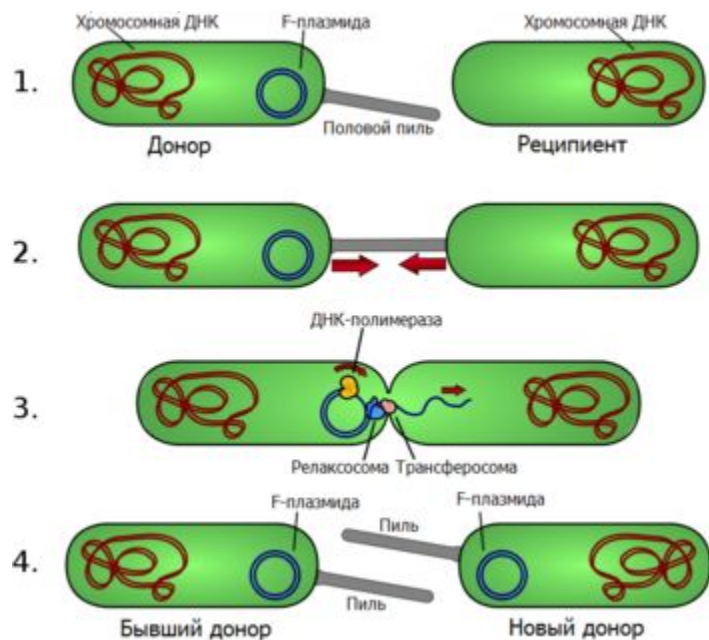
- Фенотип (від грец. *phaino* — виявляю, *typos* — відбиток, образ) — сукупність властивостей і ознак організму, що склалися на основі взаємодії генотипу з умовами зовнішнього середовища.

# Геном

- Геном (від нім. *genom* — рід) — сукупність усієї спадкової інформації організму, що включає як гени, так і некодуючі ділянки ДНК.



# Геноми прокариотів

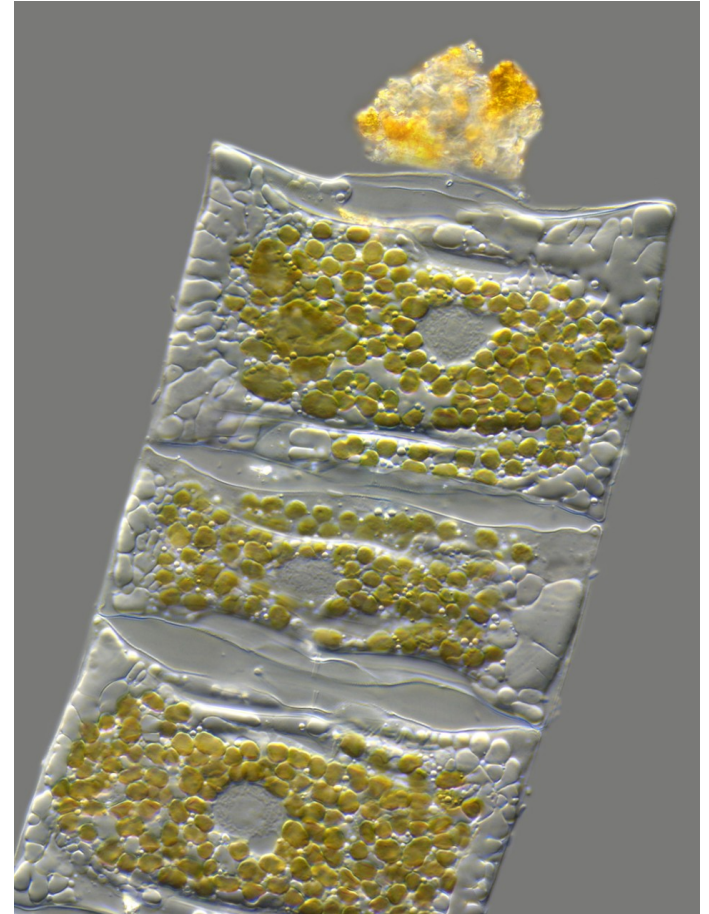


- Складаються з молекул ДНК бактеріальної хромосоми (нуклеоїда), плазмід та епісом.
- Часто містять оперони



# Геноми еукаріотів

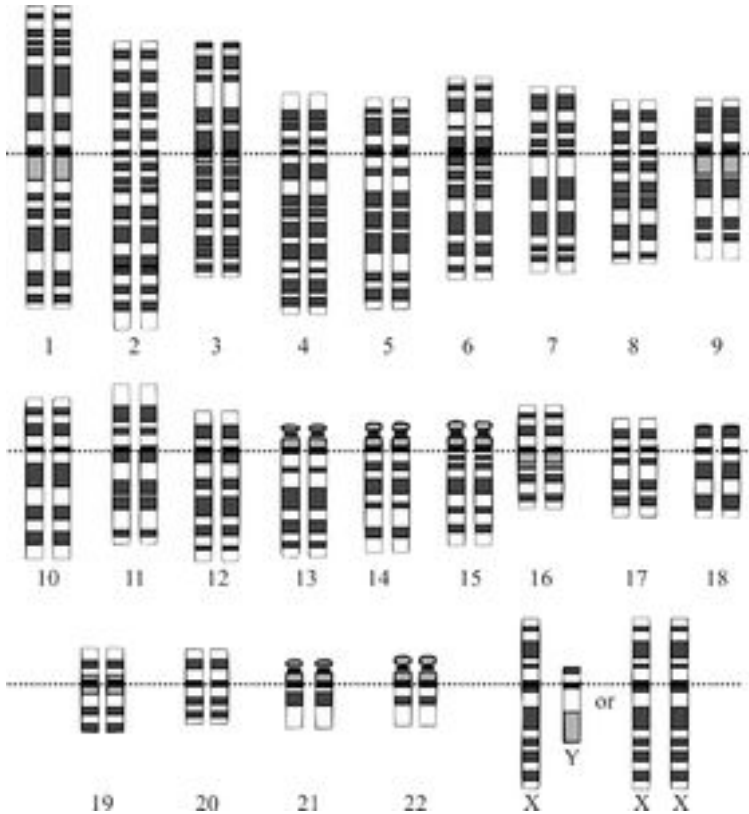
- До їх складу входять молекули ДНК хромосом, мітохондрій і пластид.
- В деяких випадках можуть включати плазміди.
- Не містять оперонів



# Размір геномів і кількість генів

Організм	Размір геному (пар основ)	Кількість молекул ДНК	Кількість генів
Бактеріофаг	5 386	1	10
Бактерія	$4,6 \times 10^6$	1	4 100
Дріжджі	$1,2 \times 10^7$	16	6 700
Нематода	$10^8$	6	20 000
Дрозофіла	$1,3 \times 10^8$	4	14 000
Курка	$10^9$	33	13 000
Миша	$3,3 \times 10^9$	20	22 000
Людина	$3,2 \times 10^9$	23	21 000

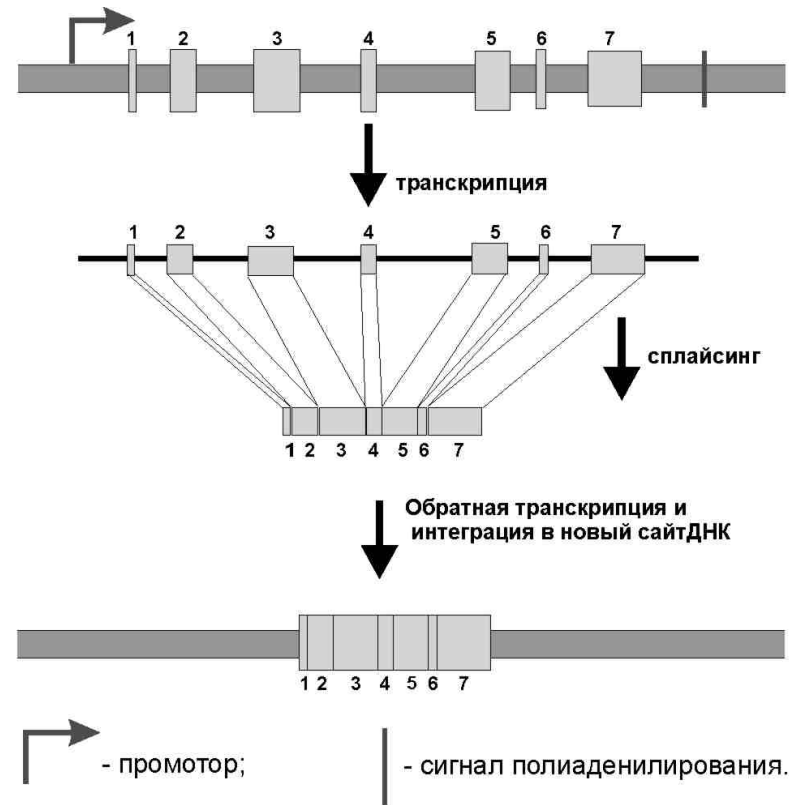
# Геном людини



- Складається з ДНК хромосом і мітохондрій.
- Містить 3,1 млрд пар основ.
- З них тільки 1,5 % кодує функціональні білки та РНК

# Псевдогени

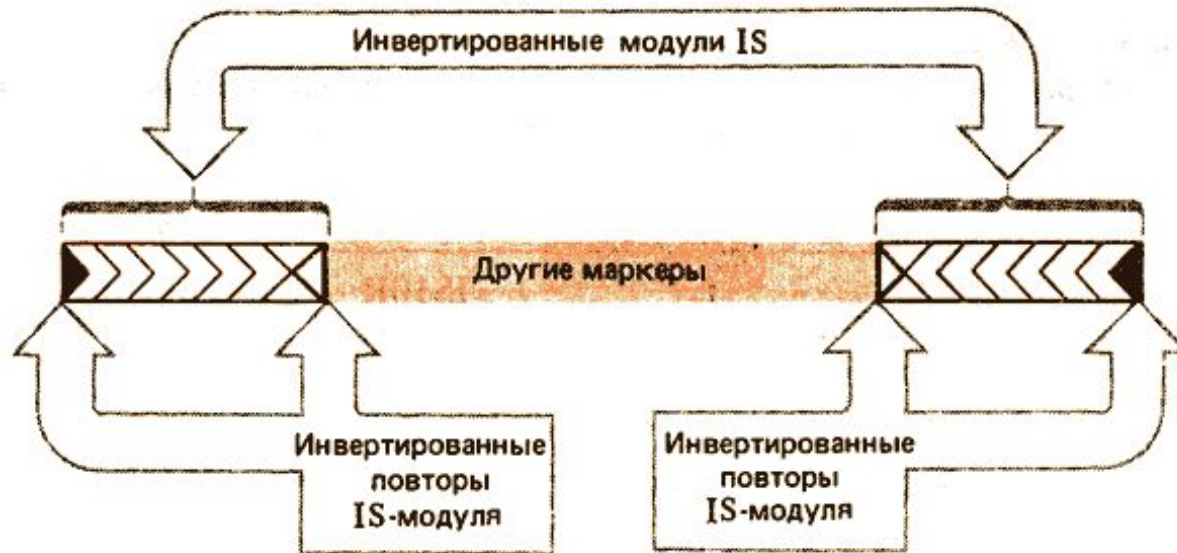
- Послідовності нуклеотидів, які є схожими на звичайні гени але не утворюють функціональних продуктів (білків або РНК)



Цифрами 1-7 обозначены экзоны.

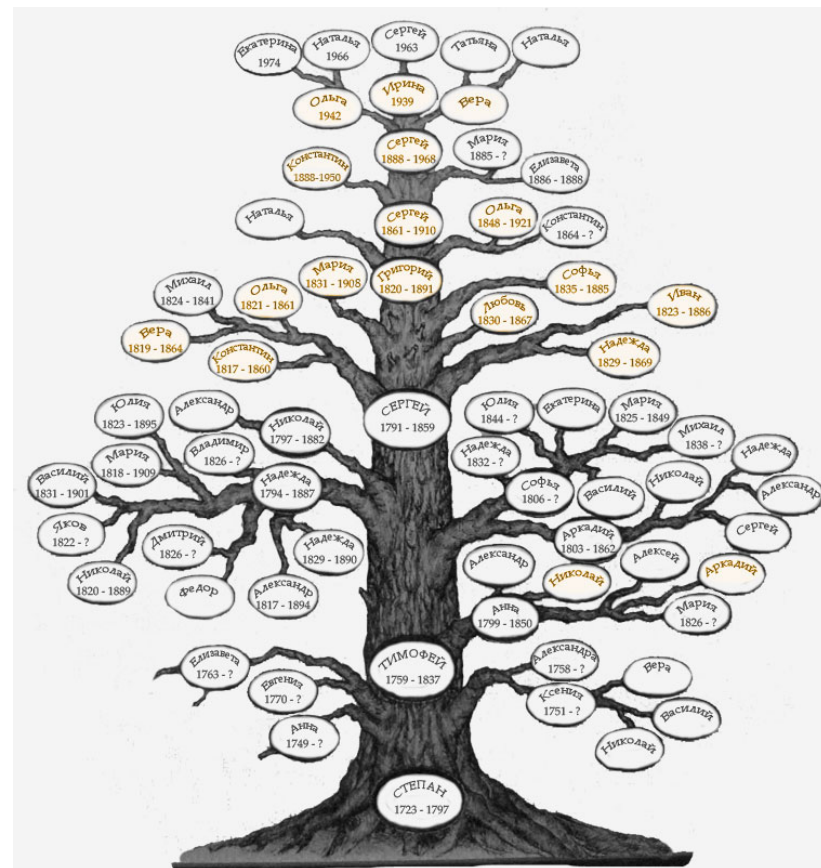
Рис.1.6.5. Схема образования псевдогенов.

# Мобільні генетичні елементи



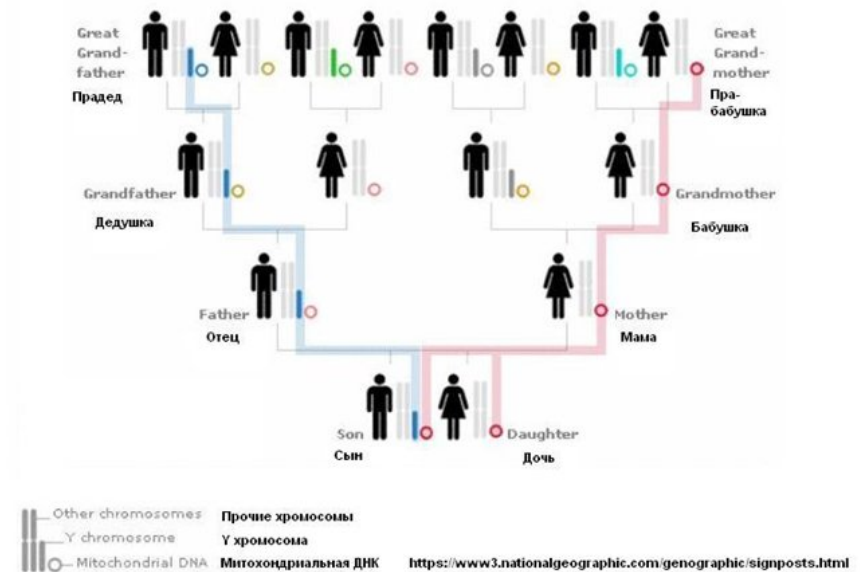
# Методи генетичних досліджень

- Гібридологічний
- Генеалогічний
- Популяційно-статистичний
- Цитогенетичний
- Біохімічний
- Близнюковий
- Молекулярно-біологічні методи



# Генеалогічний метод в генетичних дослідженнях

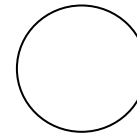
- Полягає у вивченні родоводів організмів. Це дає змогу простежити характер успадкування різних станів певних ознак у ряді поколінь.
- За його допомогою можна вираховувати ймовірність прояву певної ознаки в майбутніх нащадків.



# Умовні позначення



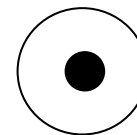
ЧОЛОВІК



ЖІНКА



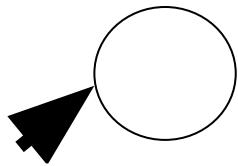
ТОЙ, ХТО МАЄ  
ОЗНАКУ



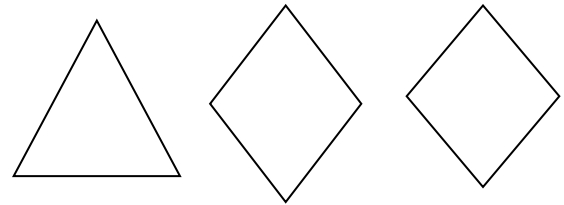
НОСІЙ ОЗНАКИ



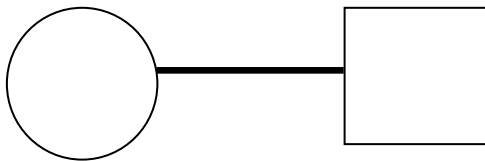
# Умовні позначення



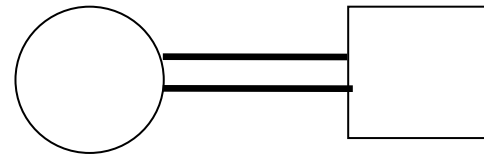
пробанд



стать невідома

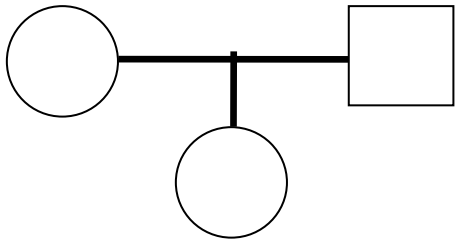


шлюб

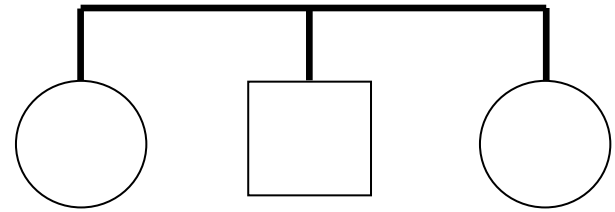


споріднений  
шлюб

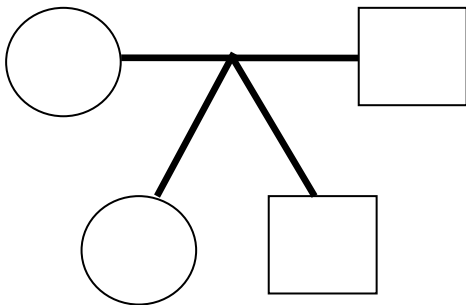
# Умовні позначення



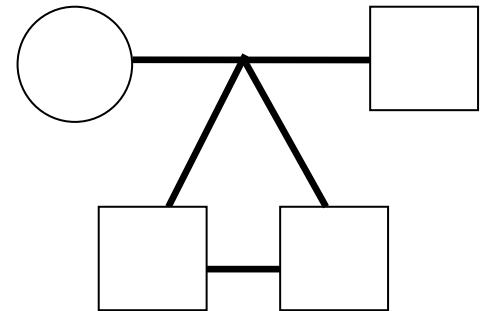
дитина



сибси

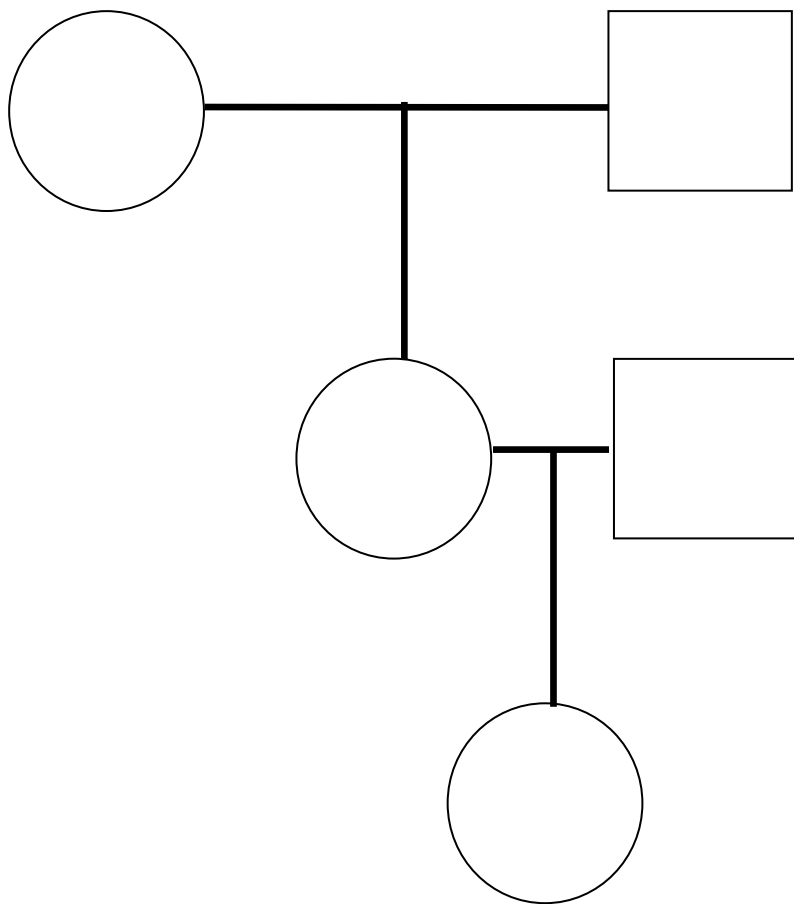


ДИЗИГОТНІ  
БЛИЗНЯТА



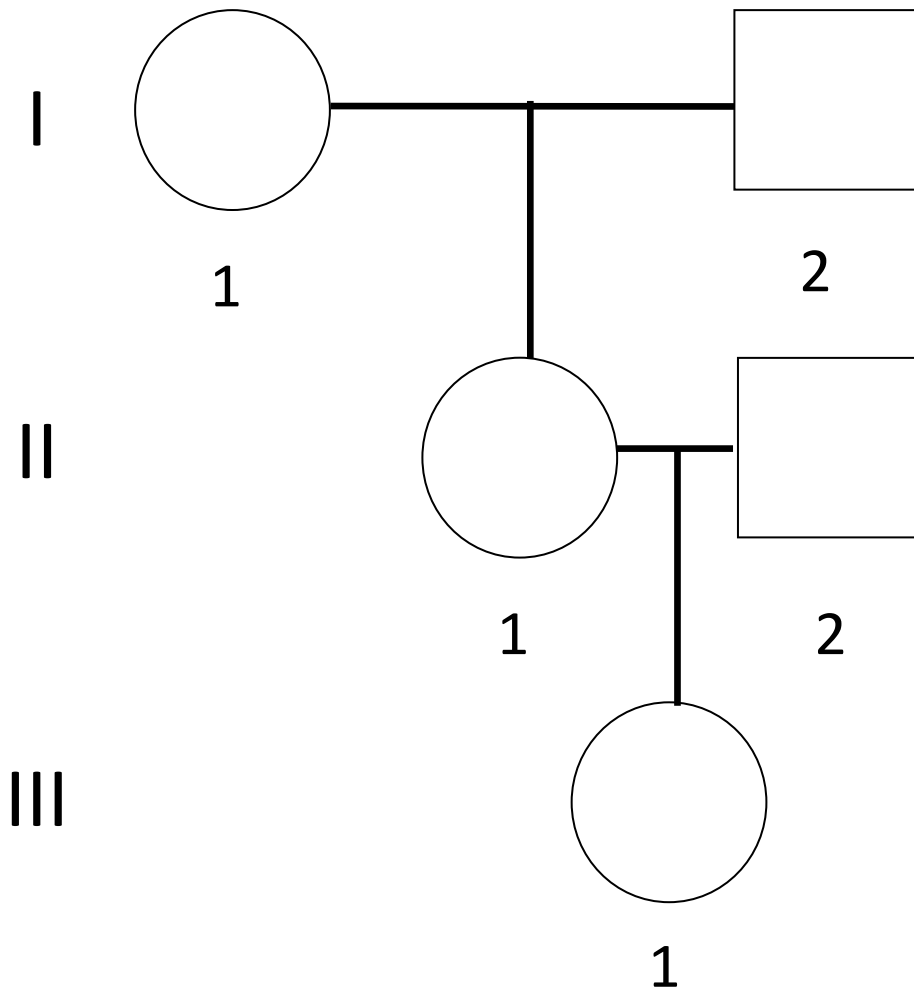
МОНОЗИГОТНІ  
БЛИЗНЯТА

# Правила складання



- Члени одного покоління записуються в один ряд.
- Старші розміщуються вище молодших

# Правила складання



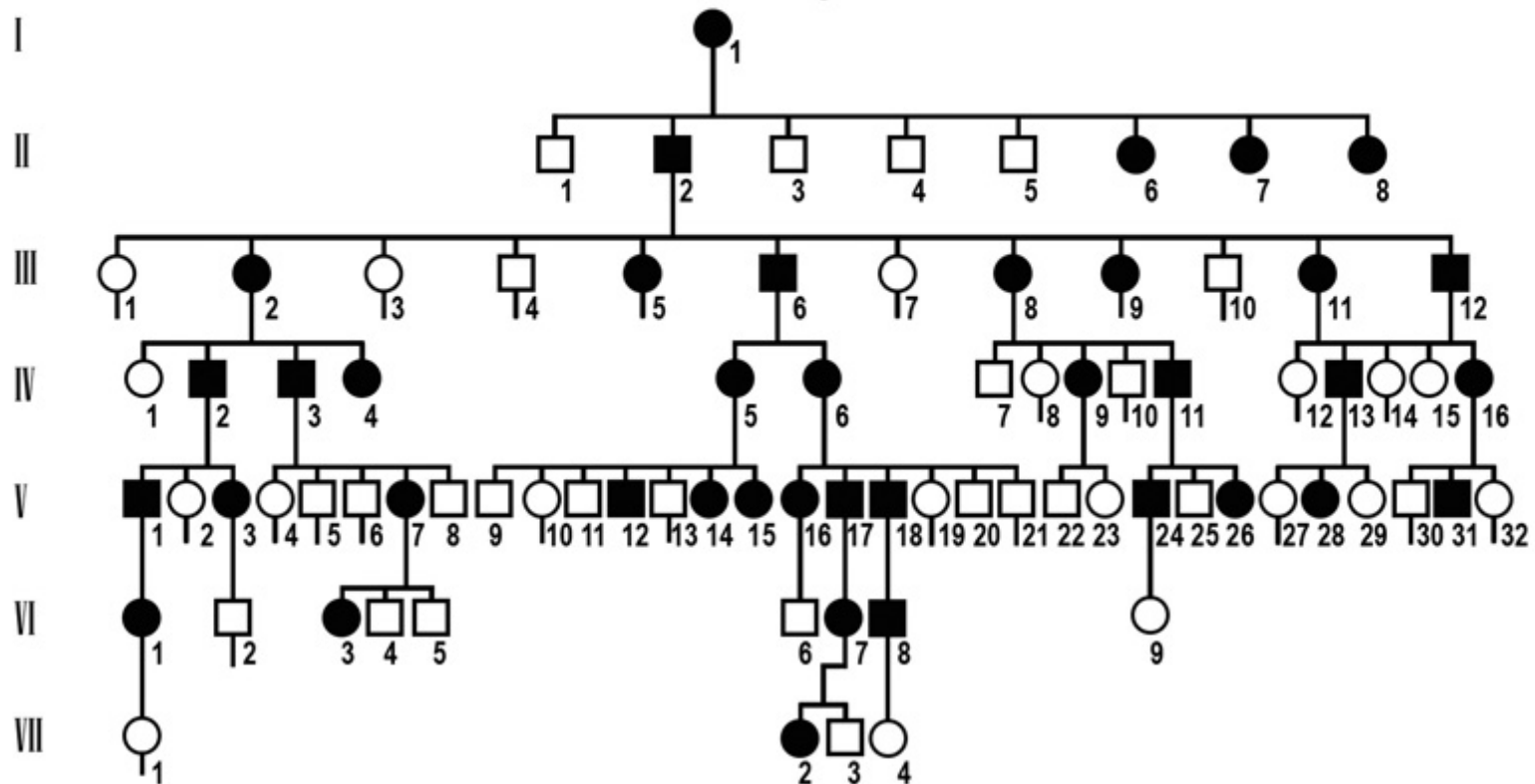
- Покоління нумеруються зверху вниз римськими цифрами.
- Представники одного покоління – зліва направо арабськими цифрами

# Типи успадкування моногенних ознак у людини

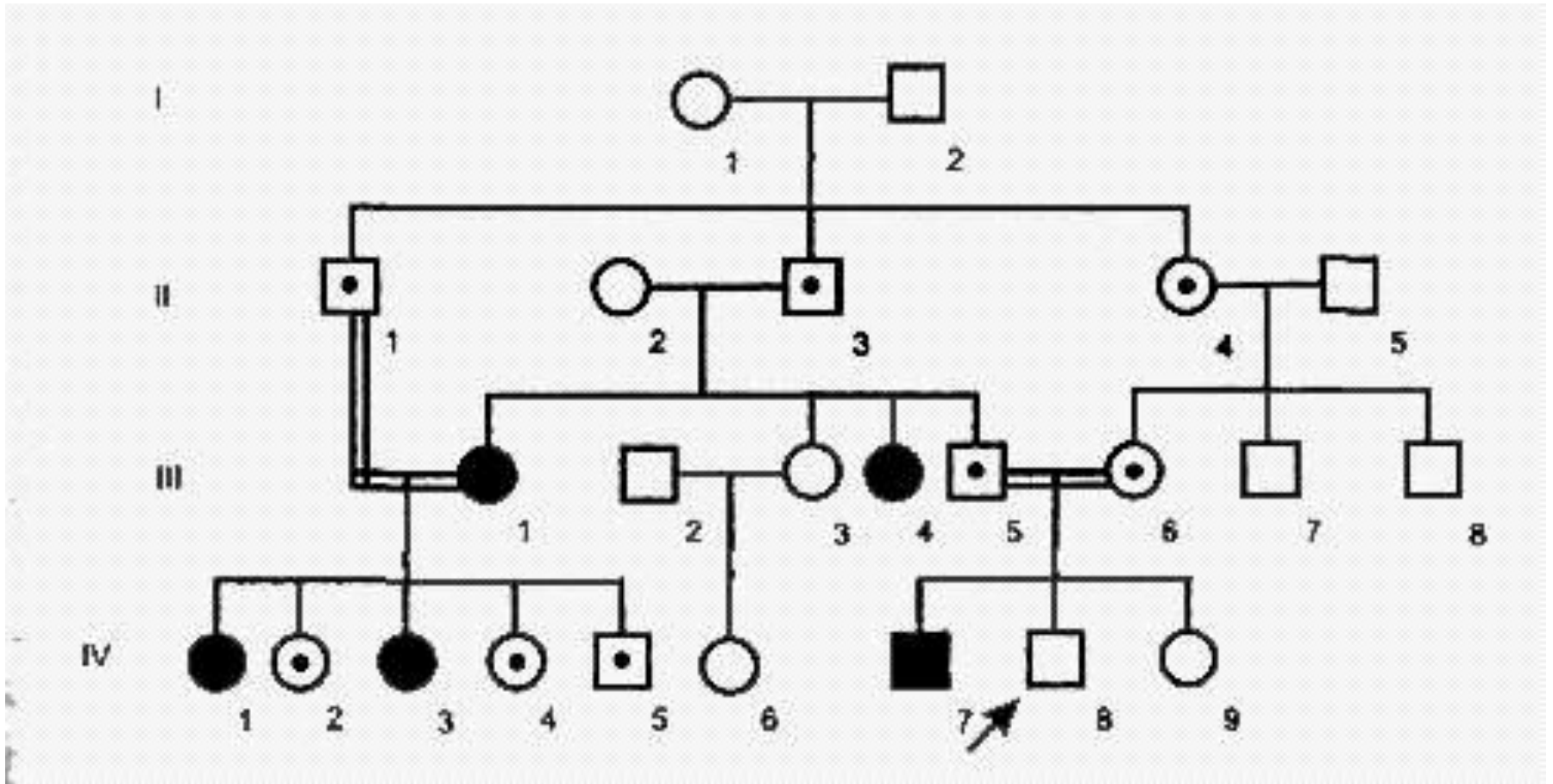
- Аутосомно-домінантний
- Аутосомно-рецесивний
- Зчеплений зі статтю домінантний
- Зчеплений зі статтю рецесивний
- Залежний від статі аутосомний
- Голандрічний

# Аутомно-домінантне успадкування

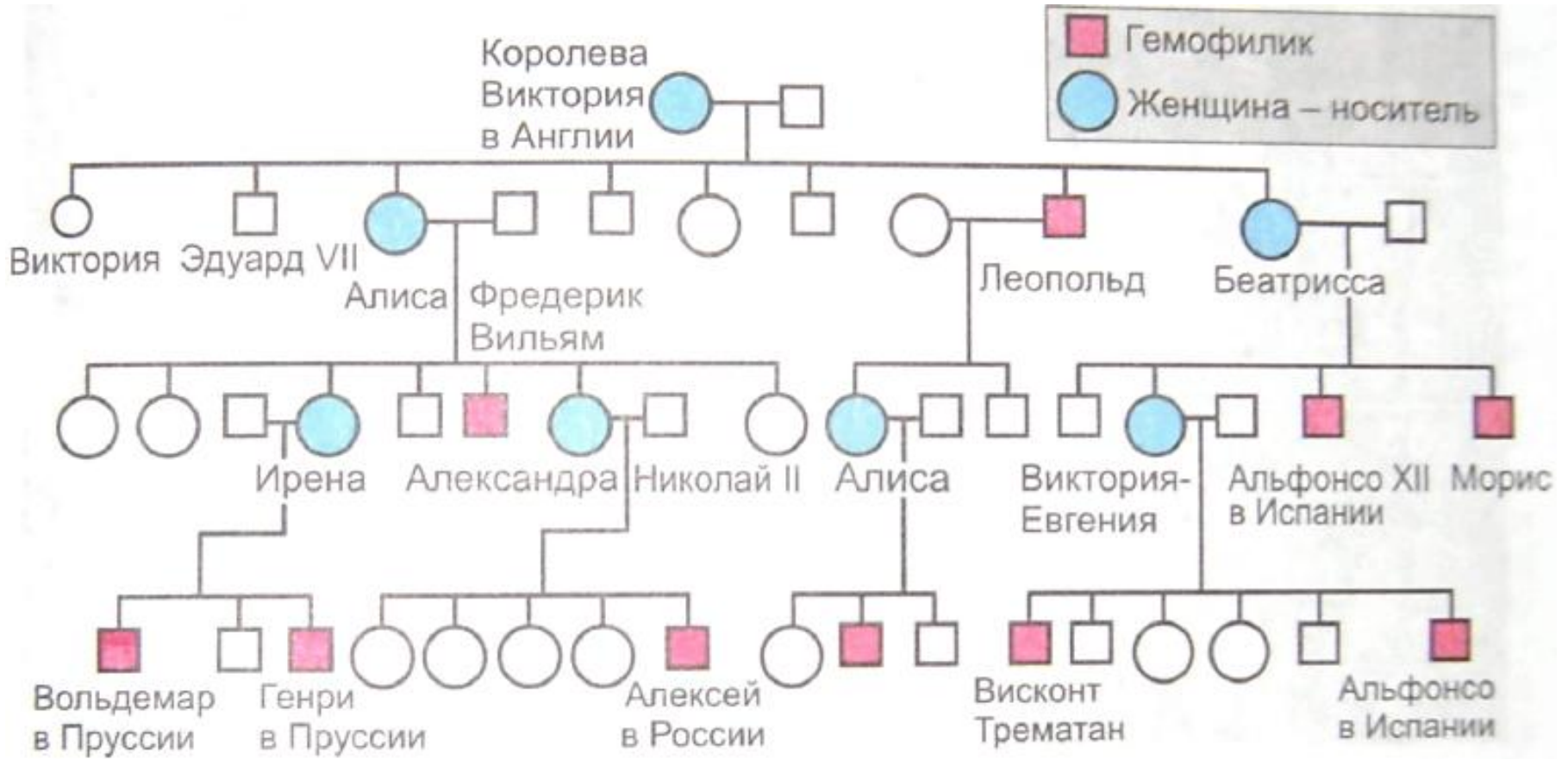
## Родословная по брахидактилии



# Аутосомно-рецесивне успадкування

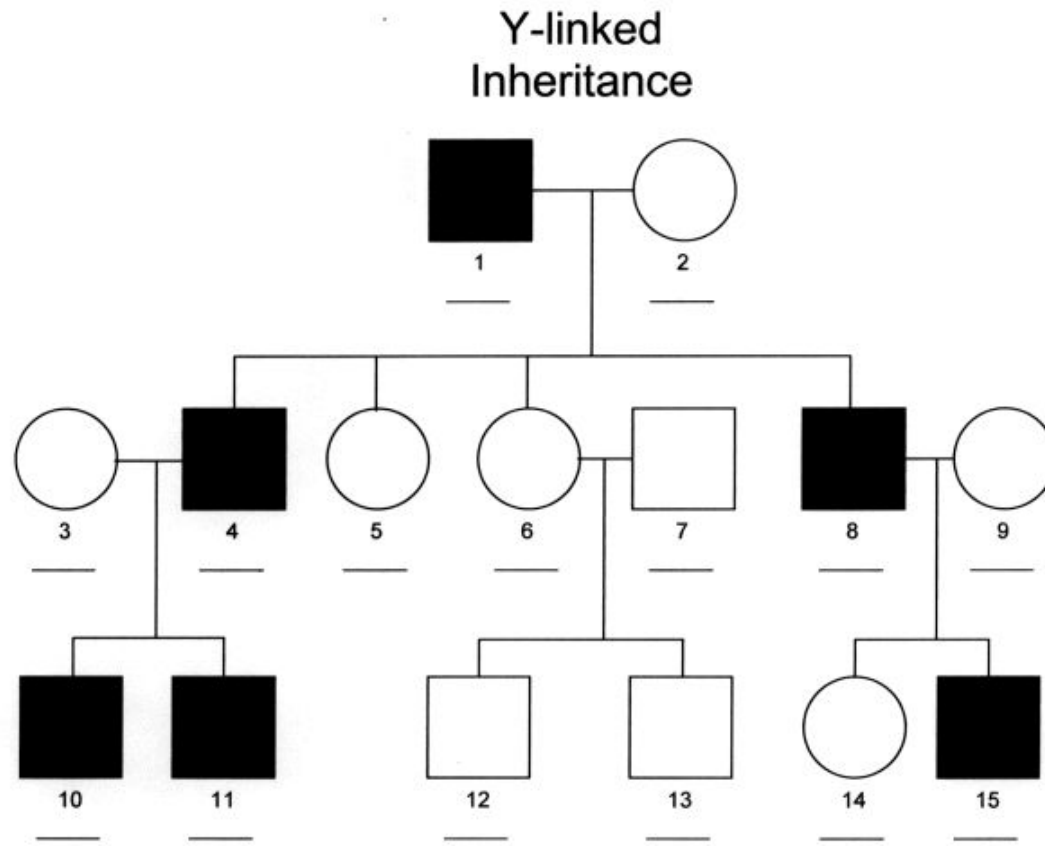


# Зчеплене зі статтю успадкування





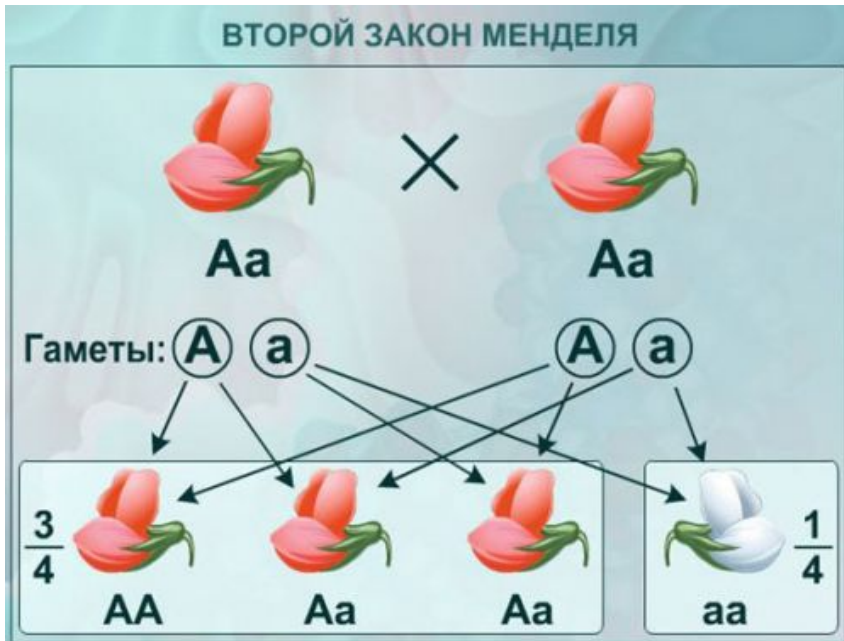
# Голандрічне успадкування



# Гібридологічний метод. Закони Г. Менделя



# Гибридологічний аналіз



- Дослідження характеру успадкування ознак за допомогою системи схрещувань
- Схрещування можуть бути моно-, ди- або полігібридними

# Схрещування

- Моногібридне – схрещування, при якому аналізується одна ознака
- Дигібридне – схрещування, при якому аналізуються дві ознаки
- Полігібридне – схрещування, при якому аналізується кілька ознак

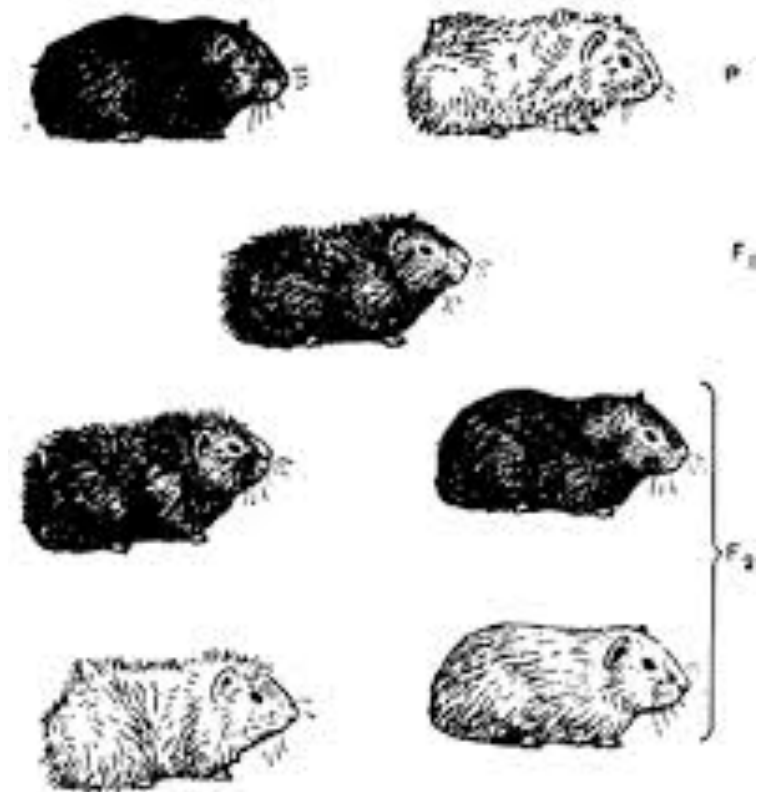
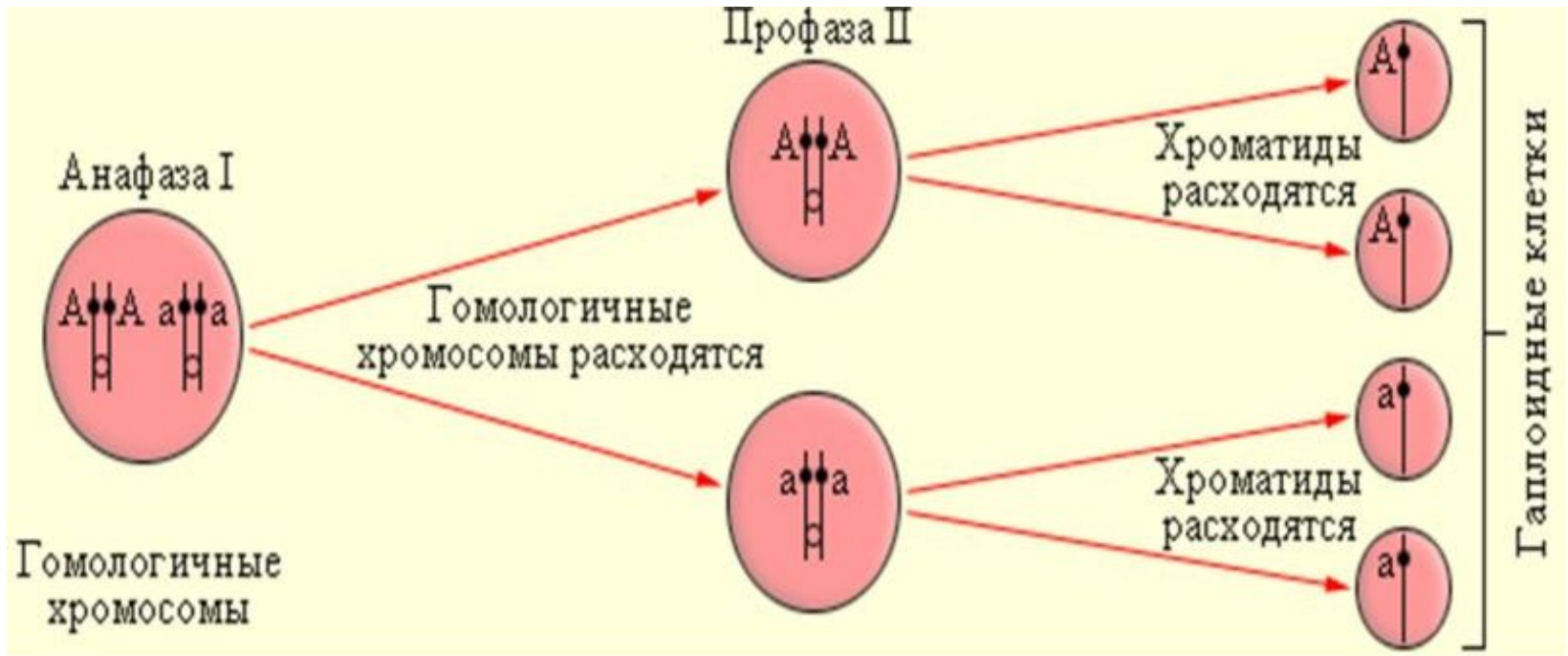


Рис. 338. Дигібридне скрещування — незалежне розподілення ознак у потомстві: P — батьківські форми; F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> — два покоління гібридів.

# Закон чистоти гамет



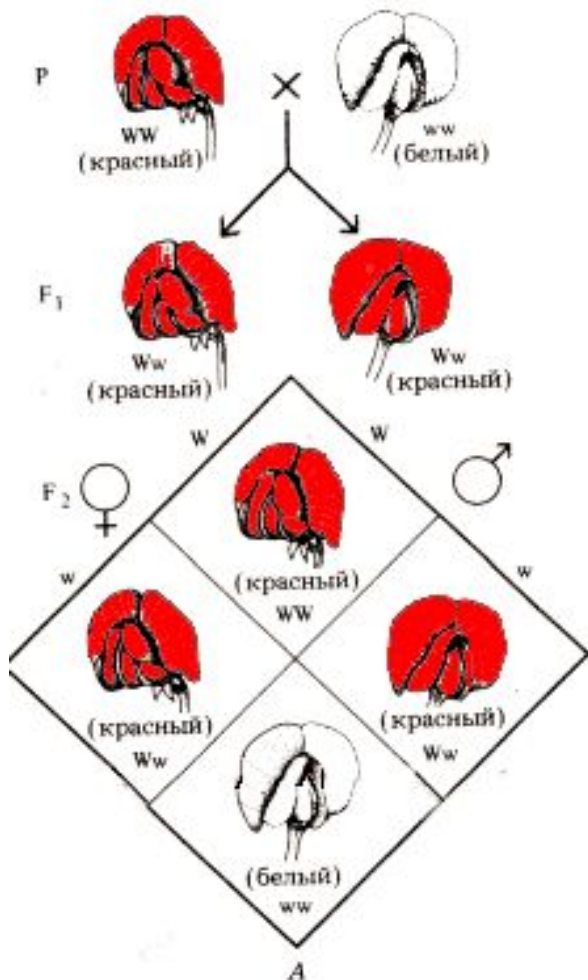
- В кожду гамету потрапляє тільки один алель з пари алелів даного гену батьківської особини

# Закон однотипності гібридів першого покоління

- Нащадки першого покоління від схрещування стійких форм (організмів, у яких певна ознака проявлялася незмінно протягом багатьох поколінь), які відрізняються за однією ознакою, мають однаковий генотип і фенотип за цією ознакою



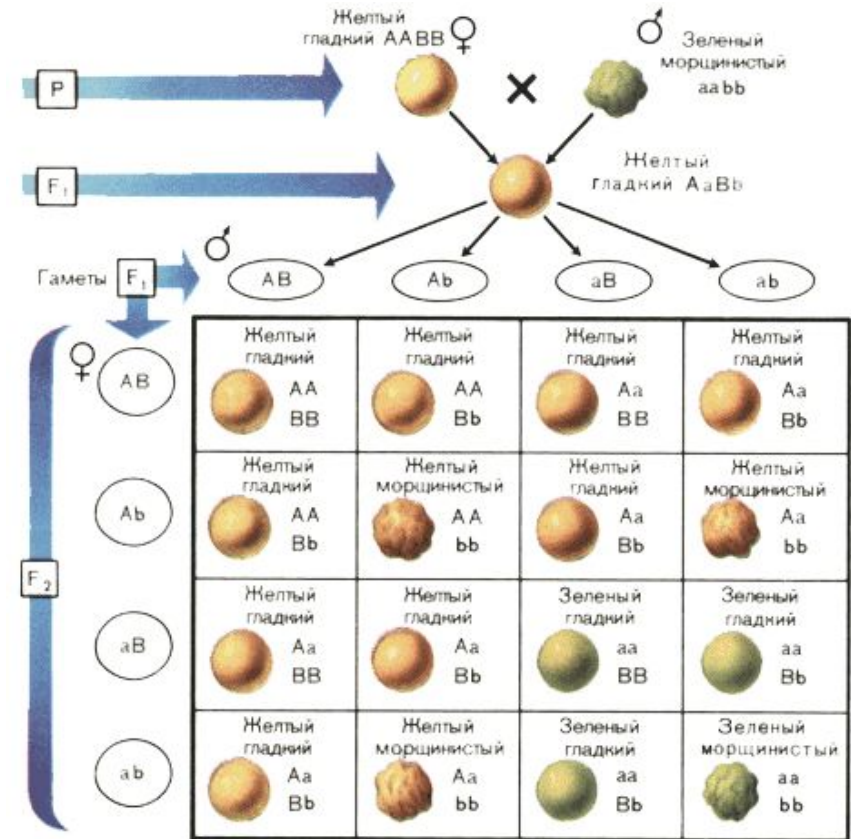
# Закон розщеплення спадкових ознак у нащадків гібрида



- Під час схрещування гібридів першого покоління між собою серед гібридів другого покоління у певних співвідношеннях з'являться особини з фенотипами вихідних батьківських форм і гібридів першого покоління

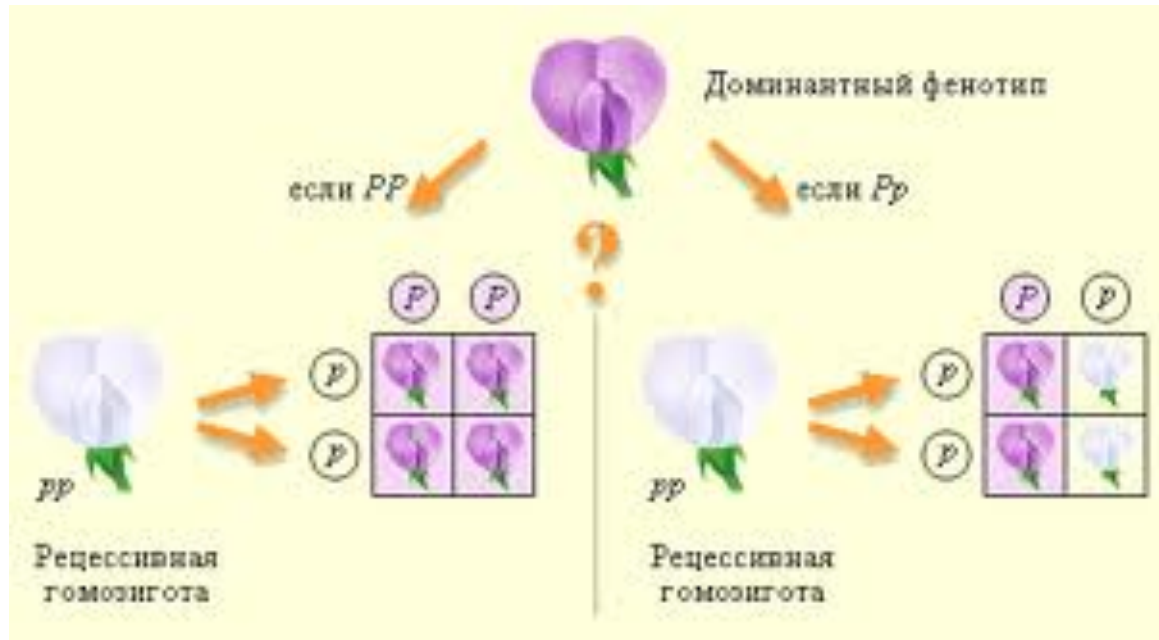
# Закон незалежного комбінування спадкових ознак

- Гени, які визначають різні ознаки й перебувають у різних групах хромосом, спадкуються незалежно один від одного, унаслідок чого серед нащадків другого покоління у певних співвідношеннях з'являються особини з новими (відносно батьківських) комбінаціями ознак





# Аналізуюче схрещування



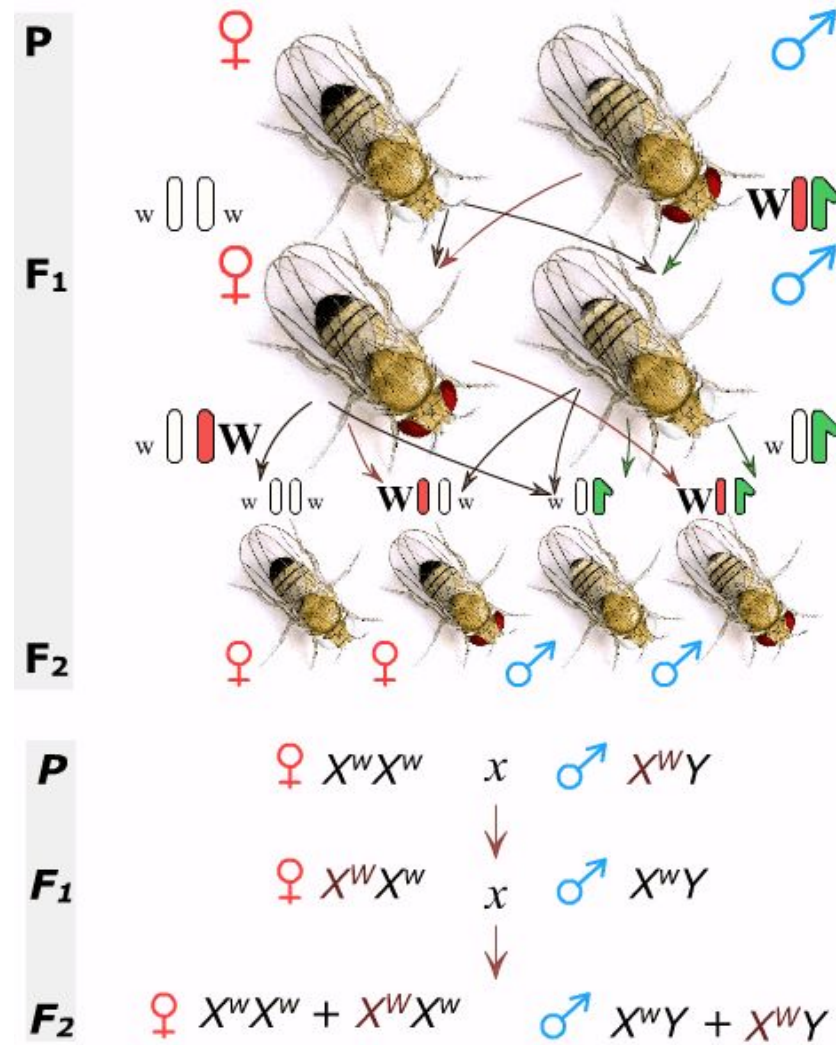
- Схрещування форми, яка має невідомий генотип і доміантний фенотип з формою, яка є рецесивною гомозиготою за досліджуваними ознаками.
- Дозволяє встановити всі види гамет, які утворює досліджувана форма

# Реципрокні схрещування



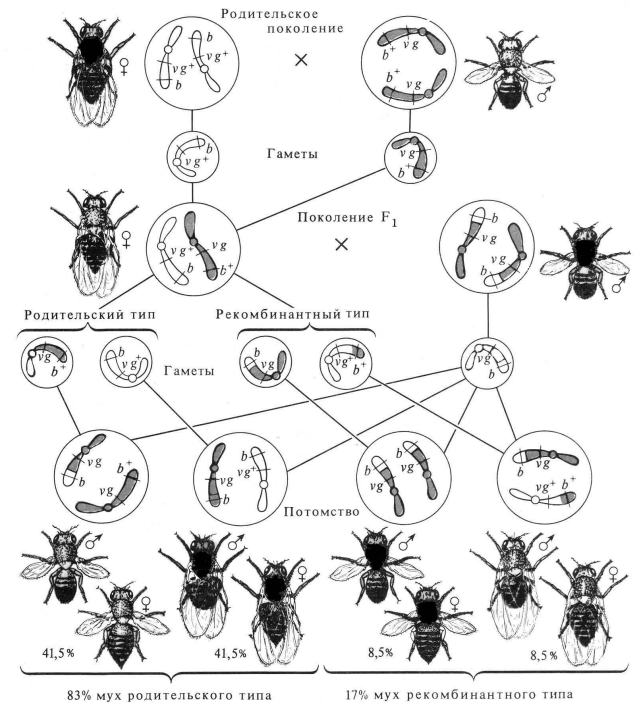
- Схрещування двох форм між собою в двох напрямках (від кожною форми по чергово використовуються чоловічі і жіночі особини).
- Дозволяє виявити відмінності в успадкуванні ознак з боку материнського чи батьківського організму

# Взаємодія генів. Хромосоми



# Хромосомна теорія спадковості

- Сформульована на початку ХХ ст. в Європі Теодором Бовері та Вальтером Саттоном (1902 – 1903).
- Але обґрунтував і сформулював її в сучасному вигляді американський генетик Т. Х. Морган зі своїми учнями.



Рекомбинация у *Drosophila melanogaster*. Родители обладают разными аллелями, определяющими два признака – цвет тела и величину крыльев; гены, контролирующие эти признаки, расположены в одной хромосоме. В поколении F<sub>1</sub> самки ( $b^+b\ vg^+vg$ )

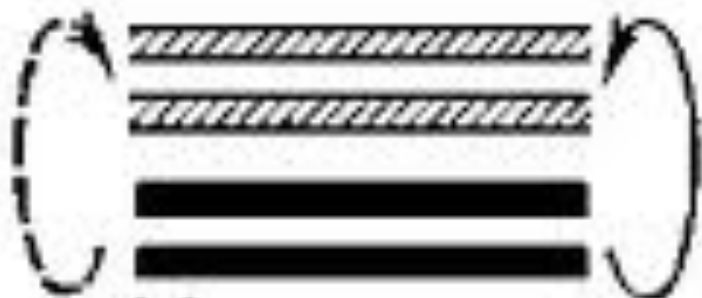
производят четыре типа гамет, два из которых содержат ту же комбинацию аллелей, что и родительские ( $b^+vg$  и  $bvg^+$ ), а два другие – рекомбинантные сочетания генов ( $bvg$  и  $b^+vg^+$ ). Это обнаруживается при скрещивании самок F<sub>1</sub> с самцами, гомозиготными по

двум рецессивным аллелям ( $bb\ vg\ vg$ ). В следующем поколении частота мух, унаследовавших один признак от одного родителя, а второй – от другого, отражает частоту рекомбинаций между генами, определяющими цвет тела и величину крыльев.

# Основні положення теорії

- Матеріальною основою спадковості є хромосоми.
- Гени розташовані в хромосомах у лінійній послідовності.
- Гени, які локалізовані в одній хромосомі, утворюють одну групу зчеплення і передаються нащадкам разом.
- Кількість груп зчеплення дорівнює гаплоїдному числу хромосом.
- Гаплоїдне число хромосом є постійним для кожного виду.
- Ознаки, які визначаються зчепленими генами, також успадковуються зчеплено.

# Механізм кросинговеру



1. Спаривание и скручивание



2. Разрыв двух хроматид

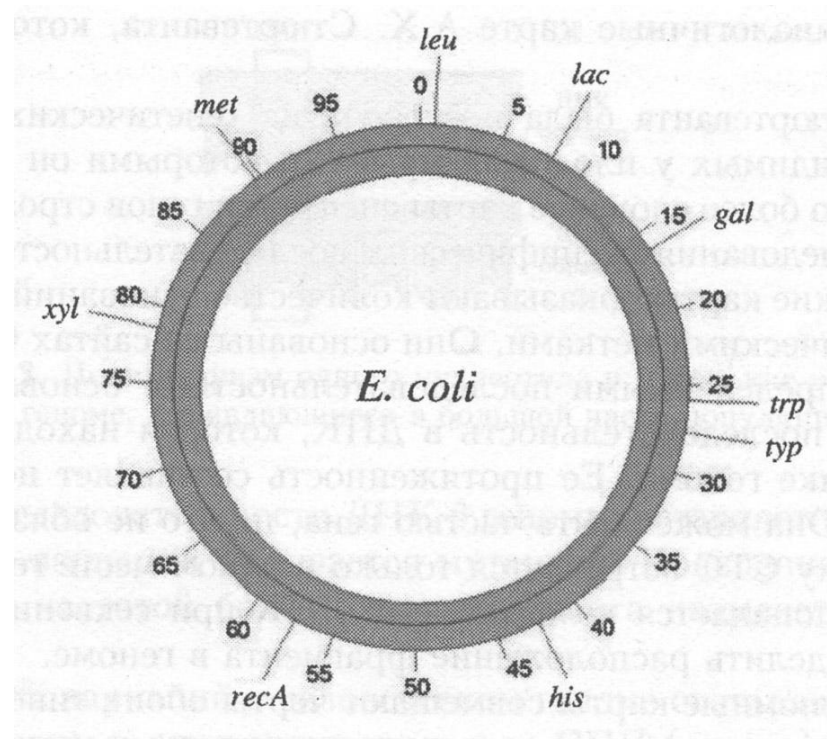


3. Перекрестное воссоединение разорванных хроматид



4. Продукты кроссинговера

# Карты хромосом

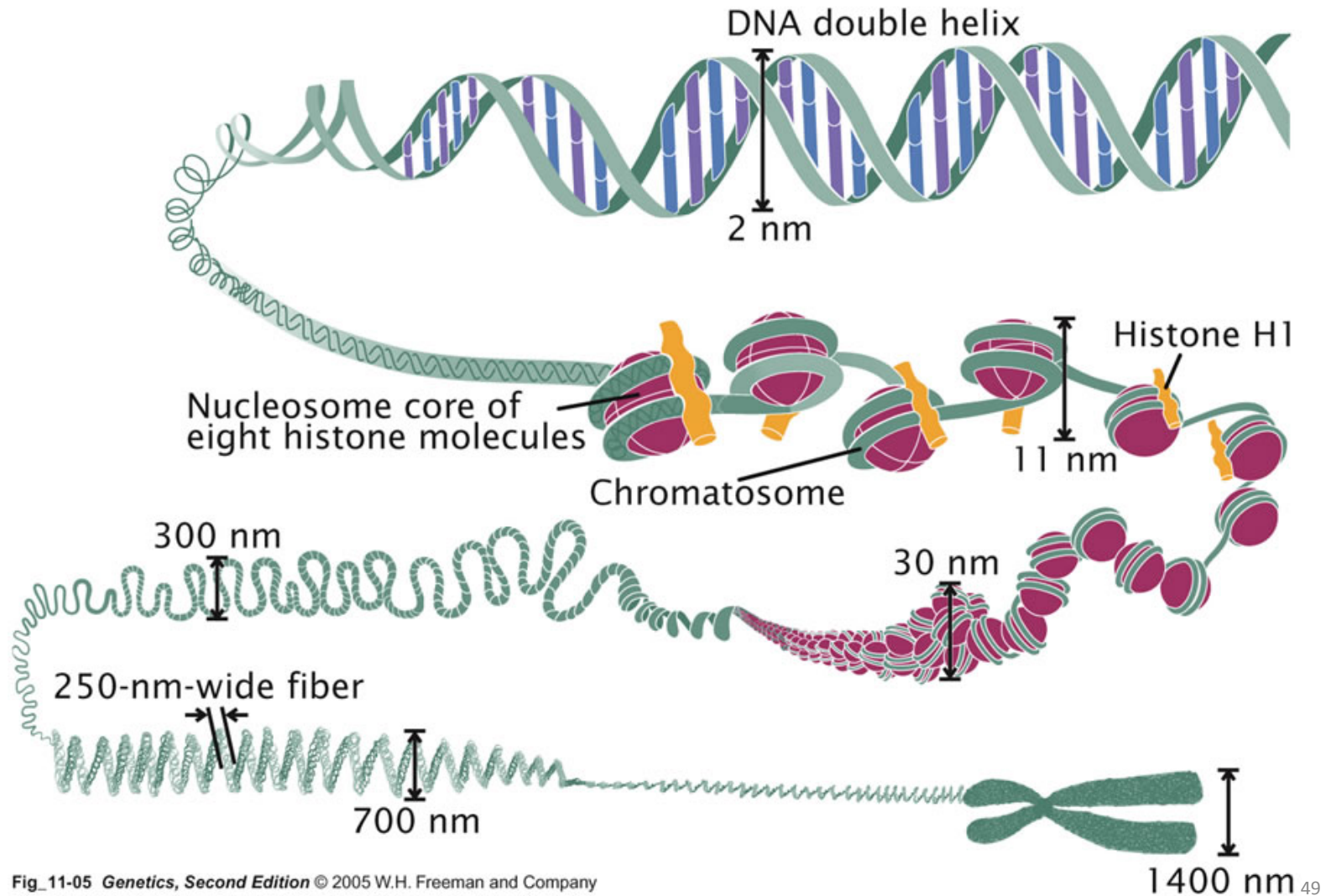


# Карта хромосомы дрозофилы





# Структура хромосом



Fig\_11-05 Genetics, Second Edition © 2005 W.H. Freeman and Company

# Структура хромосом

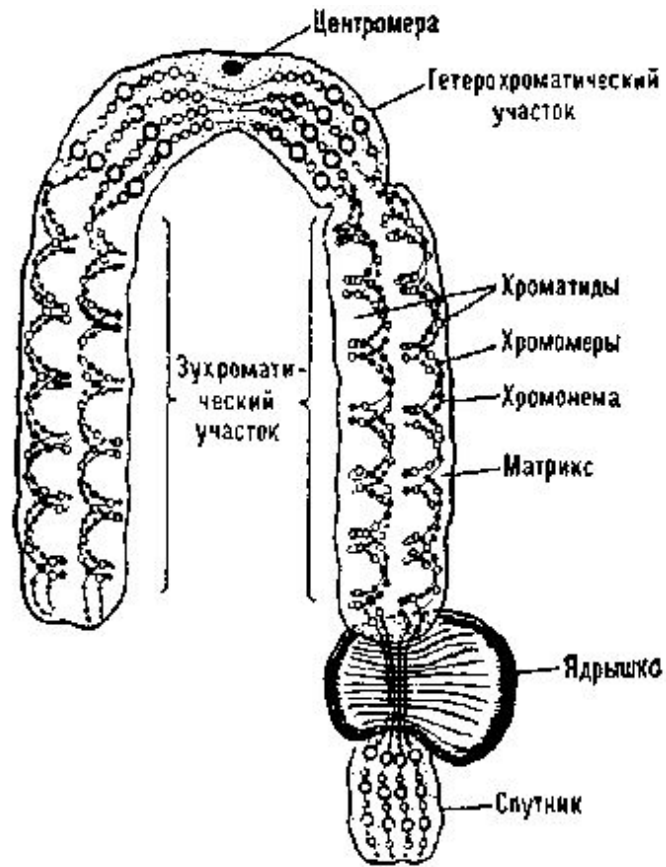
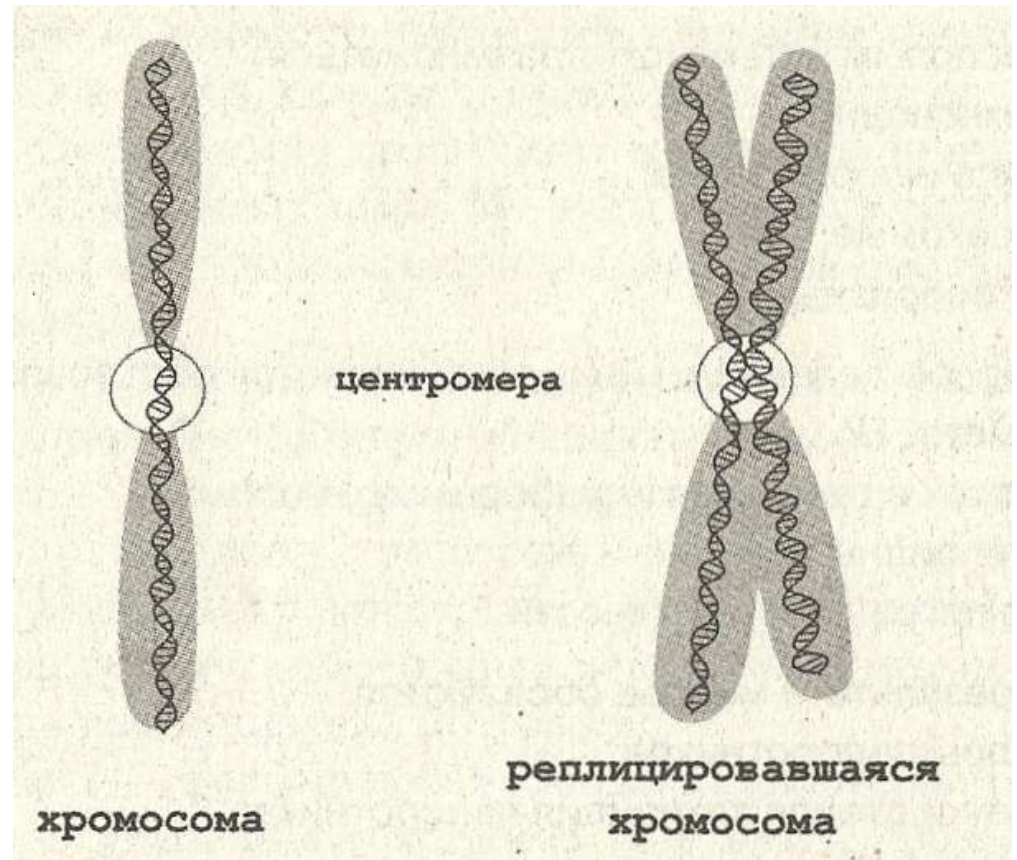
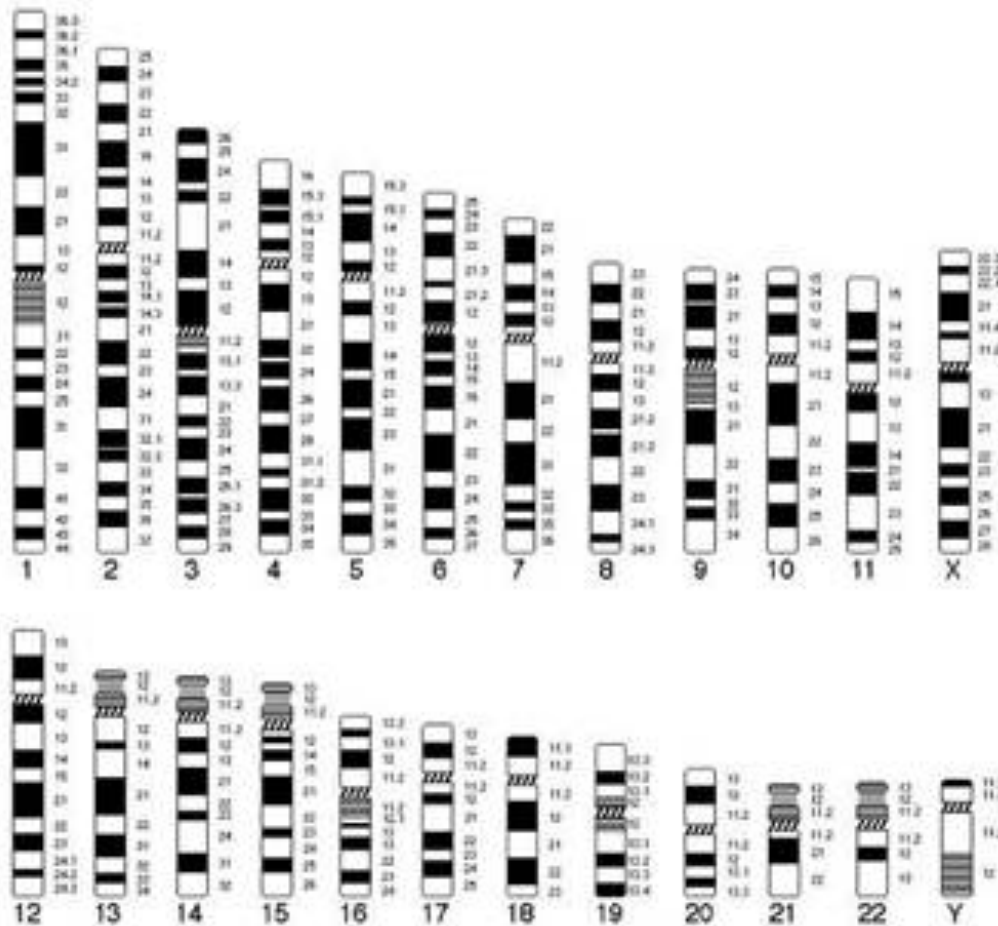


Рис. 1. Схема строения хромосомы.



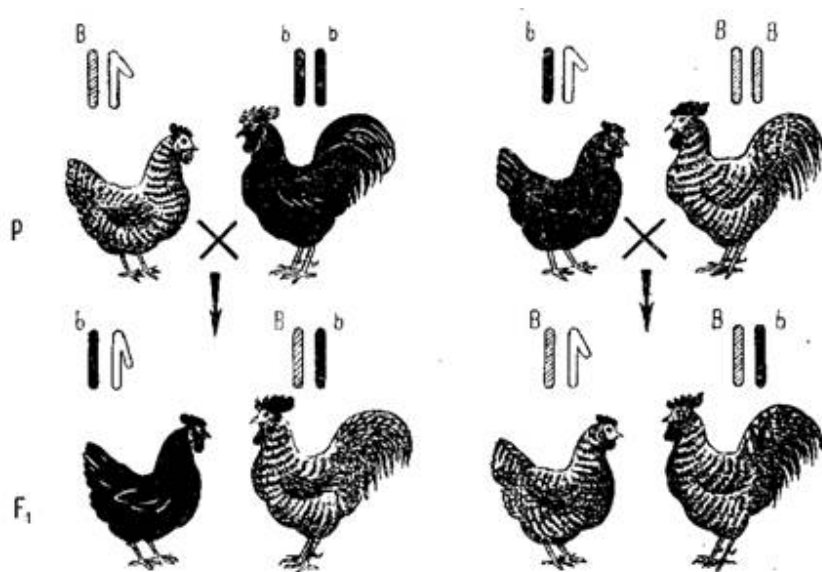
# Диференційне забарвлення хромосом



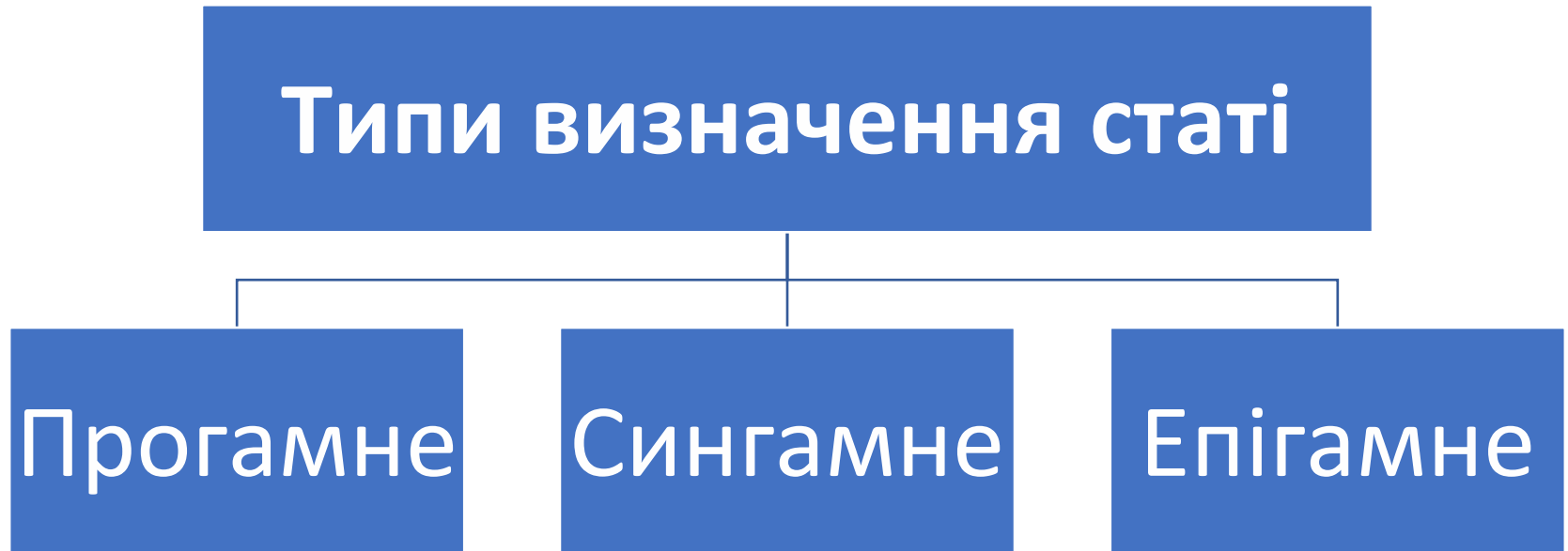
# Хромосомний набір

Тварини		Рослини	
• Малярійний плазмодій	2	• Горох	14
• Аскарида	4	• Морква	18
• Дрозофіла	8	• Конопля	20
• Окунь	28	• Мак	22
• Кішка	38	• Дуб	24
• Домова миша	40	• Сосна	24
• Людина	46	• Тверда пшениця	28
• Шимпанзе	48	• Льон	30
• Тутовий шовкопряд	56	• Вишня	32
• Кінь	64	• Яблуня	34
• Собака	78	• Рапс	38
• Гусь	80	• М'яка пшениця	42
• Карп	104	• Картопля	48
• Рак	116	• Липа	82

# Успадкування, зчеплене зі статтю



# Визначення статі



# Визначення статі

Механізм визначення статі

```
graph TD; A[Механізм визначення статі] --> B[Факторами середовища]; A --> C[Генетично]; A --> D[Числом гаплоїдних наборів]; C --> E[Статеві хромосоми є]; C --> F[Статевих хромосом немає];
```

Факторами  
середовища

Генетично

Числом гаплоїдних  
наборів

Статеві  
хромосоми є

Статевих  
хромосом немає

# Програмне визначення статі

- Відбувається до запліднення на стадії формування яйцеклітин
- Наприклад, коловертки утворюють два типи яйцеклітин – великі (диплоїдні) і малі (гаплоїдні)





# Хромосомне визначення статі

Самки гомогаметні, самці гетерогаметні

- самки  $XX$  / самці  $XY$
- самки  $XX$  / самці  $XO$

Самки гетерогаметні, самці гомогаметні

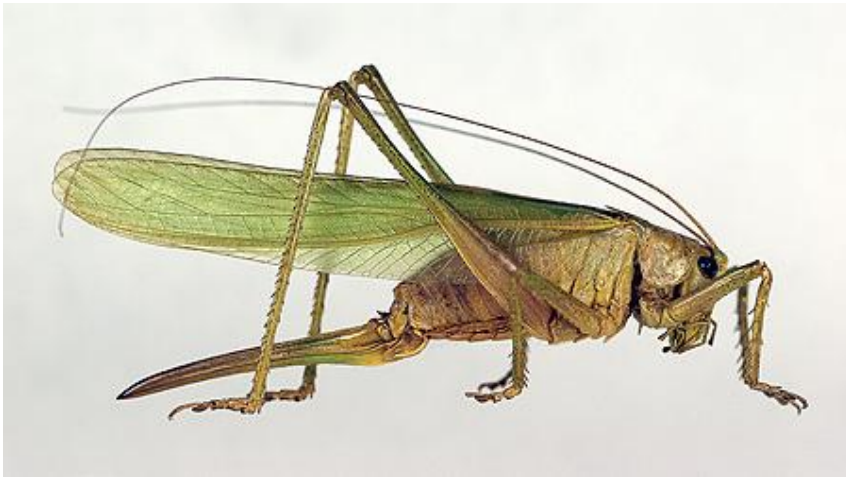
- самки  $ZW$  / самці  $ZZ$
- самки  $ZO$  / самці  $ZZ$

# XУ-визначення статі

- Є у більшості ссавців, деяких комах і деяких риб
- У дрозоділі стать визначається співвідношенням кількості X-хромосом до кількості наборів аутосом



# XO-вихначення статі



- Є у деяких комах (коники, цвіркуни, таргани) і ссавців (деякі гризуни та комахоїдні). Зустрічається у деяких нематод

# ZW-визначення статі

- Зустрічається у птахів, деяких рептилій (наприклад, змії) і метеликів



# ZO-визначення статі



- Зустрічається у деяких молей

# Гаплодиплоїдне визначення статі

- Зустрічається у представників ряду Перетинчастокрилі (мурахи, бджоли).
- Можливо, відіграє важливу роль у виникненні еусоціальності

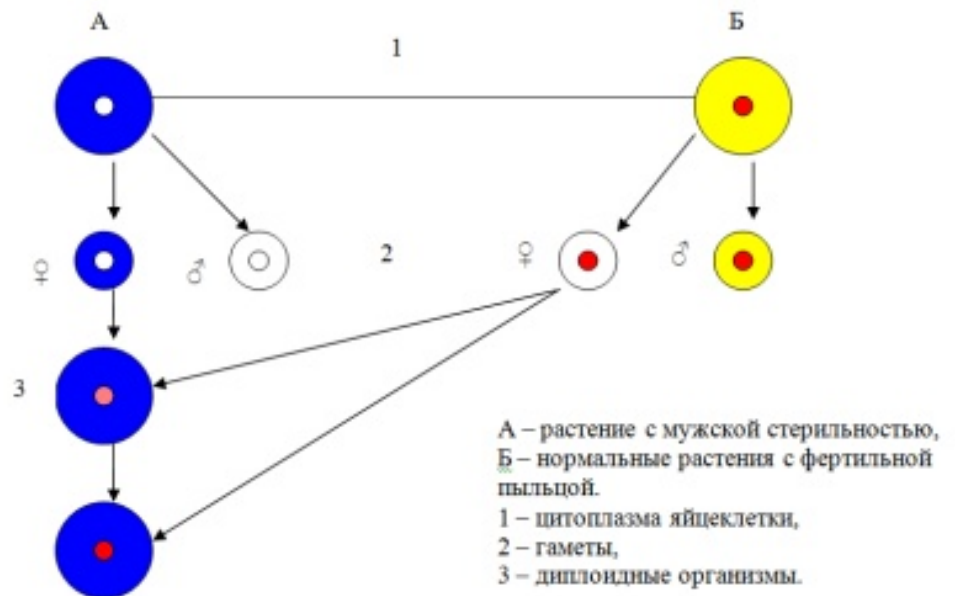
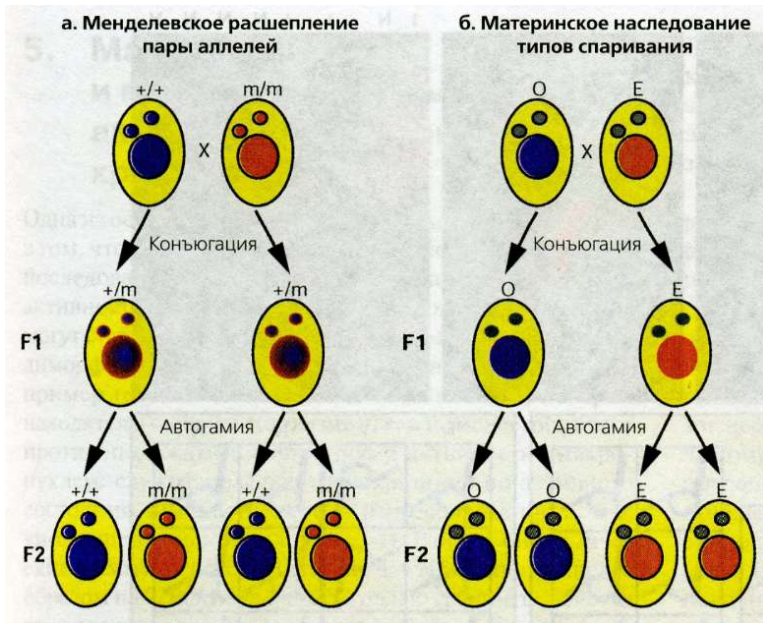


# Епігамне визначення статі



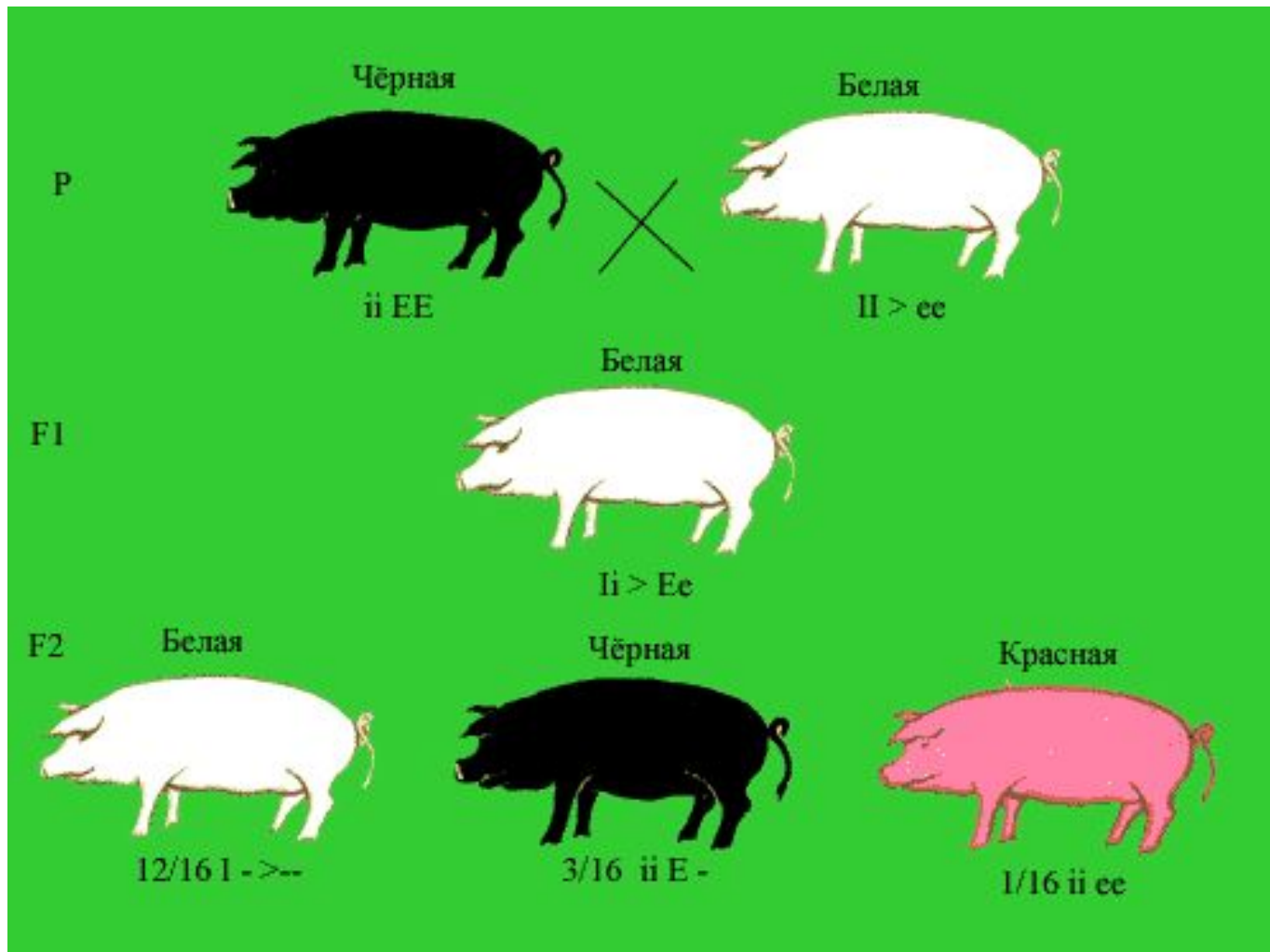
- Є у крокодилів, черепах, ящірок, деяких червів.
- Може залежати від температури або мати інший механізм дії

# Цитоплазматичне успадкування



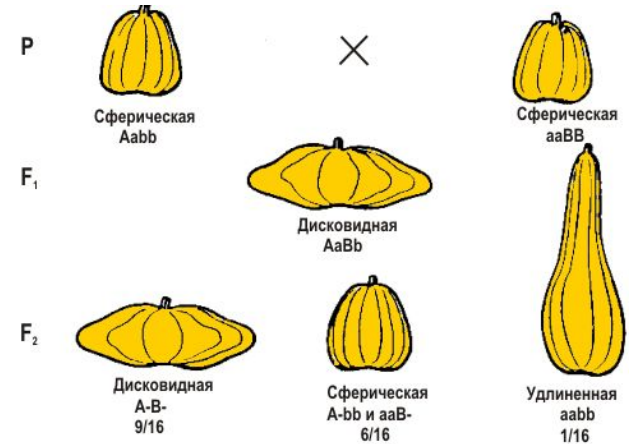


# Взаємодія генів



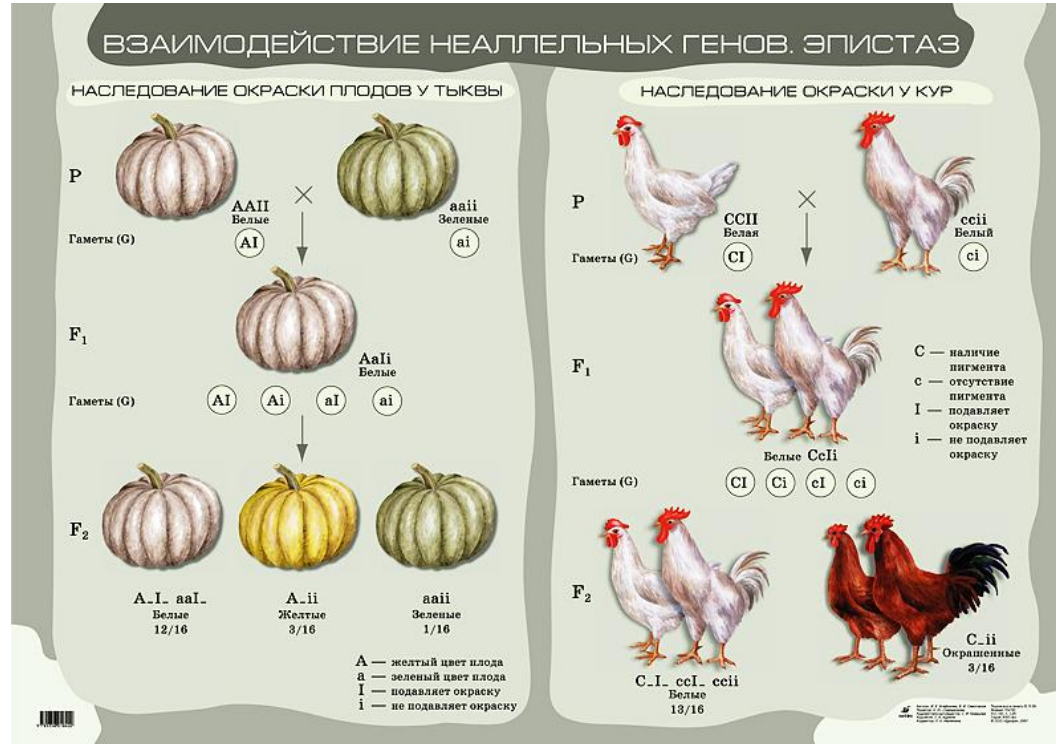
# Комплементарна взаємодія

- Під час комплементарної взаємодії генів розвиток ознаки відбувається лише у випадку, коли кожний із генів має хоча б по одному домінантному алелю.



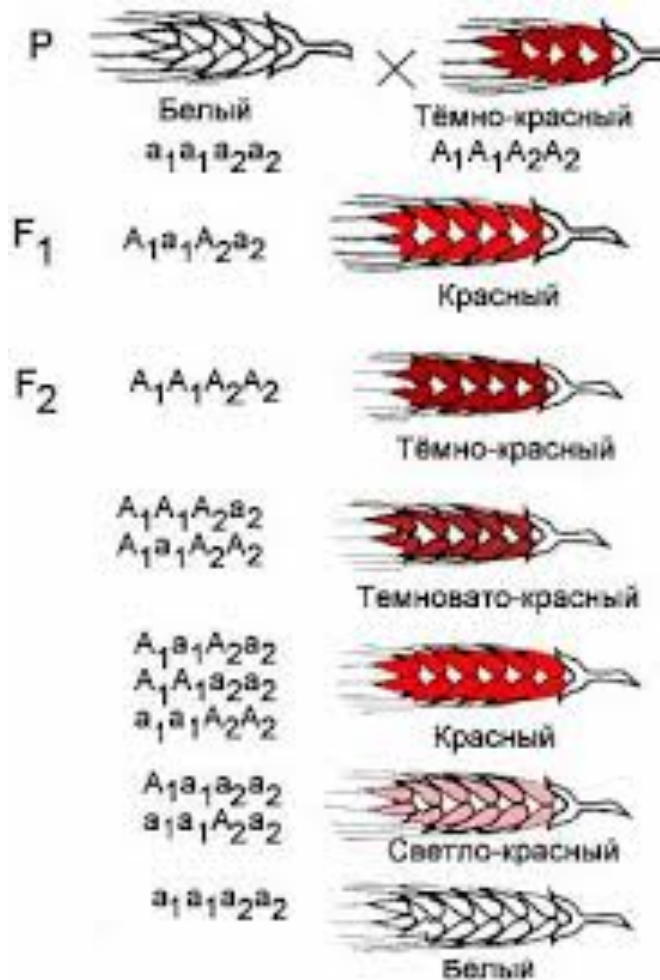
	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB дискв.	AABb дискв.	AaBB дискв.	AaBb дискв.
Ab	AABb дискв.	Aabb сферич.	AaBb дискв.	Aabb сферич.
aB	AaBB дискв.	AaBb дискв.	aaBB сферич.	aaBb сферич.
ab	AaBb дискв.	Aabb сферич.	aaBb сферич.	Aabb удлин.

# Епістатична взаємодія



- У разі епістатичної взаємодії генів домінантний або рецесивний алель одного гена (супресора) пригнічує прояв домінантного алеля іншого гена. Відповідно, розрізняють домінантний і рецесивний епістаз.

# Полімерна взаємодія



- У разі полімерної взаємодії генів для прояву ознаки необхідна наявність хоча б одного домінантного алеля в будь-якого з кількох генів. Ці гени виконують одну функцію, але можуть розташовуватися в різних хромосомах. Їх називають полімерними генами.
- Полімерні гени зазвичай визначають кількісні ознаки. Діють вони, доповнюючи один одного, тому їх зазвичай позначають однаковими літерами латинського алфавіту, додаючи нижній числовий індекс для того, щоб розрізнити гени між собою. Наприклад,  $A_1A_1a_2a_2$  або  $A_1a_1A_2A_2$ .<sup>68</sup>

Дякую за увагу!

