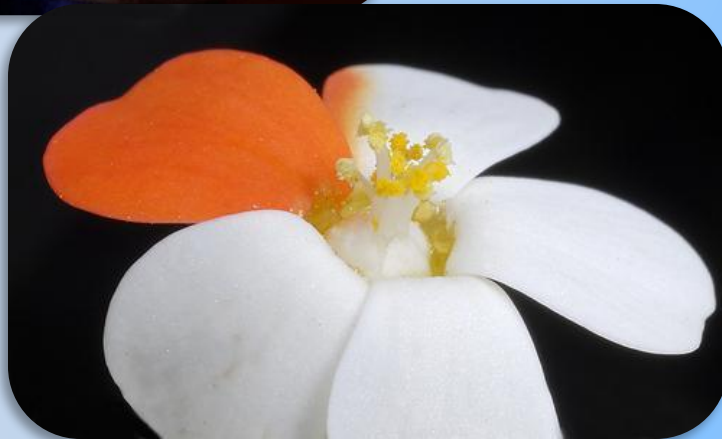


ФОРМИ МІНЛИВОСТІ. МУТАЦІЇ: ВИДИ, ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ



Живий організм завжди перебуває в тісному взаємозв'язку з навколишнім середовищем, під впливом факторів якого виявляється одна з найважливіших властивостей організму – його **мінливість**.

Мінливість забезпечує різноманітність організмів у процесі еволюційного розвитку. **Мінливість** – здатність організмів набувати нових ознак, як зумовлюють відмінності між особинами в межах виду. Мінливість як властивість живого протилежна спадковості. Причинами мінливості є зміни структури чи діяльності генетичного апарату та вплив умов середовища. Залежно від природи мінливості її можна поділити на **спадкову і неспадкову**.



ФОРМИ МІНЛИВОСТІ

Неспадкова, або фенотипова

(виникає без змін генотипу і не зберігається в разі статевого розмноження)

Модифікаційна

(фенотип змінюється під впливом певних умов існування організмів)



Спадкова, або генотипова

(пов'язана зі зміною генотипу і тому зберігається в поколіннях)

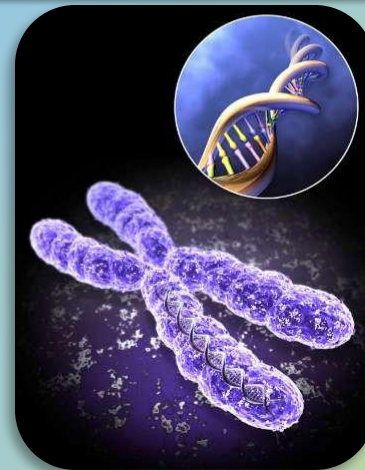
Мутаційна

(змінюється генотип унаслідок мутацій)



Комбінативна

(генотип змінюється внаслідок утворення нових комбінацій генів)



МОДИФІКАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ – це форма неспадкової мінливості, яка пов'язана зі змінами фенотипу внаслідок впливу умов існування.

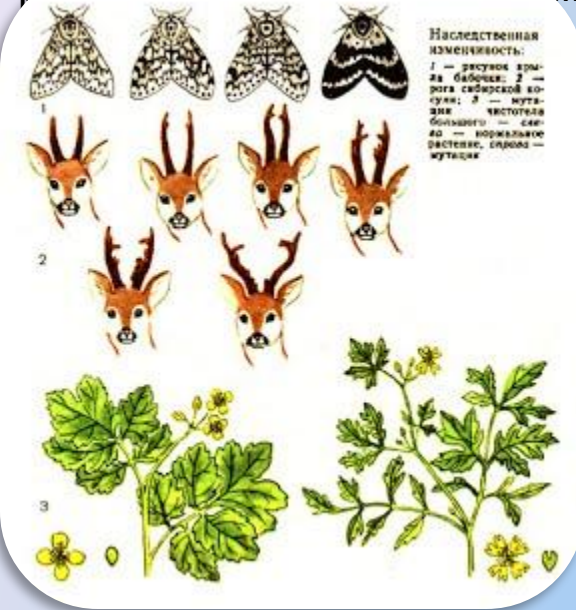
Модифікаційна мінливість трапляється в усіх організмів незалежно від видової належності.

Порівняння квіткових рослин одного виду, які зростають в різних умовах (у затінку, на сонячних місцях,

за підвищеної вологості, в горах чи на рівнинах), дає змогу помітити відмінності у розмірах й формі

листіків, кількості квіток, масі плодів тощо. У тварин модифікації проявляються зміною забарвлення,

розміру...



У кімнатної рослини *первоцвіту китайського* за звичайних умов за температури від 15 до 20 °С

квітки мають червоне забарвлення. Однак, якщо рослину червоними квітками перенести у приміщення з підвищеною вологістю і температурою 30-35 °С, то нові квітки матимуть білий

колір. Якщо попередні умови знову з'являться червоні квітки.



Кролі гімалайської породи мають білу шерсть і лише вуха, ніс, лапи і хвіст чорного кольору.

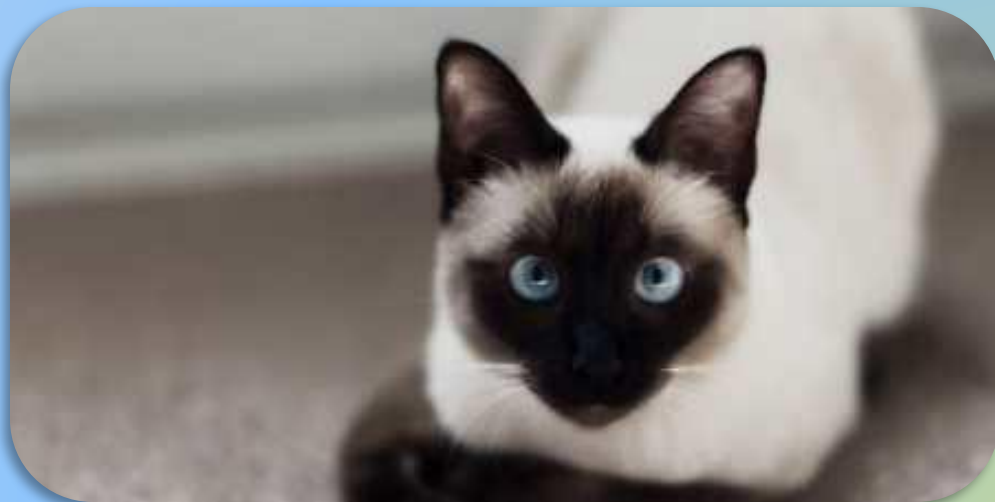
Якщо на спині кролика виголити або вищипати частину білої шерсті й утримувати його на холоді,

на спині з'являються чорні плями. Навпаки, на частинах тіла

лі волосини.



Подібний результат отримано в досліді на **сіамських котках**. У них переважає жовтувате забарвлення, але вуха, ніс, лапи, хвіст чорного кольору. Змінюючи температуру середовища, вдається і у таких котів домогтися темного забарвлення шерсті на всіх частинах тіла або білої на тих його частинах, які зазвичай



Стебло **земляної груші**, яка виросла на рівнині, було високим, а вирощеної в горах – дуже низеньким

і мало вигляд розетки, притисненої до землі. Така зміна форми стебла – результат пристосування до

суворих умов високогір'я. Якщо насіння обох рослин висівати в одні

д
р

кно від того, яким був ф



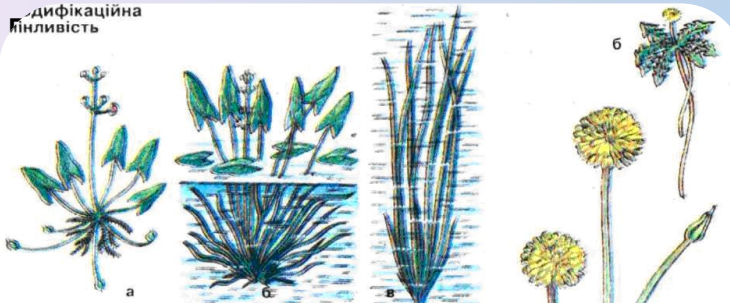
У всіх занурених у воду особин рослин **стрілолиста** (ще називають стрілицею) утворюються довгі і тонкі листки, а тих, що ростуть на суходолі, - стрілоподібні. У рослин, частково занурених

Так, у **дрібнезачка артемії** ступінь опушеності


ті во

ація солей

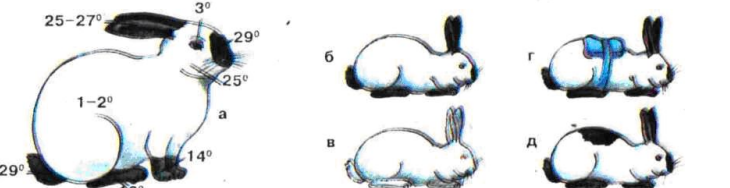
у дифікаційна мінливість



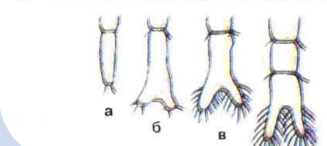
А. Залежність форми листків від умов існування
 (а – наземна рослина;
 б – рослина, частково занурена у воду,
 в – рослина, повністю занурена у воду)



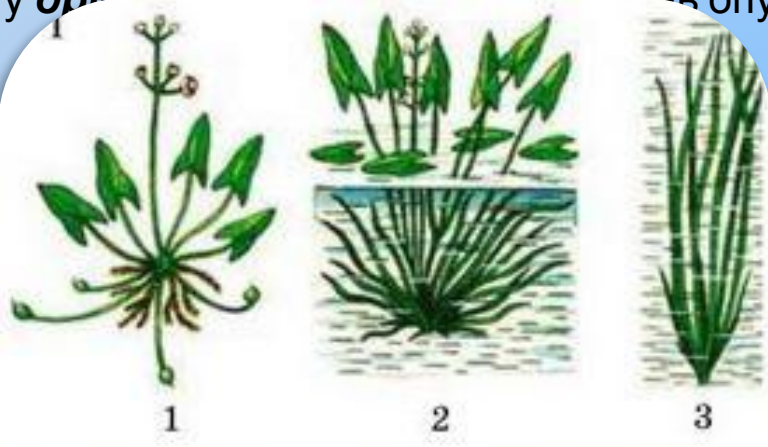

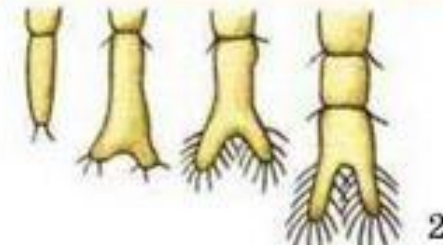
В. Залежність забарвлення крил у метелика рябокрилки мінливої від температури довкілля
 (а – весняна форма;
 б – літня форма)



Г. Залежність забарвлення шерсті кролів від температури
 (а – карта розподілу температурних порогів пігментації волосся горностаяєвих кролів;
 б – кроль, вирощений при +18°C в – кроль, вирощений при +30°C
 г – кроль, у якого на виголену ділянку спини приклали лід,
 д – той самий кроль після того, як з виголеної ділянки забрали лід)



Д. Залежність опушеності задньої частини черевця рачка-артемії від солоності води
 (а – г – особини з водойм, концентрація солей в яких поступово знижується)

Загальними властивостями модифікаційної мінливості є:

- **тимчасовість** (наприклад, засмага людини повністю зникає взимку);
- **масовість** (певний вплив зумовлює появу подібних змін в особин виду: наприклад, в устриць, які живуть у тихій воді, черепашка широка й округла, а в устриць із зони припливу черепашки вузькі й довгі);
- **спрямованість** (наприклад, заміна шерсті ссавців на густішу зумовлена впливом низьких температур, а не дією освітлення);
- **визначеність** (один і той самий вплив чинника спричиняє подібні зміни в усіх особин виду; наприклад, у зайців зимове хутро світлішає);
- **приспосувальний характер** (наприклад, зі збільшенням висоти над рівнем моря кількість еритроцитів у крові людини збільшується)

Для дослідження закономірностей модифікаційної мінливості **формують вибірку** – певну сукупність об'єктів чи ознак для спостережень. Для достовірності результатів вибірка має містити дані не менш ніж 25 спостережень. На підставі даних вибірки будують **варіаційний ряд** – послідовність чисельних показників проявів певної ознаки, розташованих у порядку зростання чи спадання. Особлив

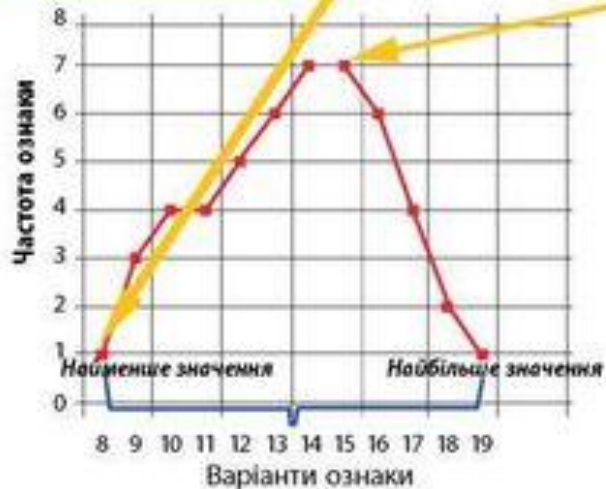


Розмір насіння, мм

12	11	10	9	14	16	9	11	14	13
13	14	8	15	16	15	10	15	16	17
12	11	9	13	14	17	13	16	12	16
10	15	12	17	15	14	10	15	13	17
14	15	13	18	14	12	16	19	18	11

Варіанта – кожний розмір насіння в ряду

Розмір насіння, мм	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Частота ознаки	1	3	4	4	5	6	7	7	6	4	2	1



Варіаційна крива – графічне вираження характеру мінливості ознаки, яка відображає розмах варіацій і частоту зустрічальності варіант

КОМБІНАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ –це форма спадкової мінливості, що виникає завдяки перерозподілу генетичного матеріалу в нащадків.

За комбінаційної мінливості успадковуються нові поєднання генів, а самі гени не змінюються. Завдяки

комбінативній мінливості також реалізується механізм «знешкодження» фенотипного прояву мутацій

шляхом переведення їх у гетерозиготний стан. Причиною виникнення проявів комбінаційної мінливості є **рекомбінації** (від лат. re– префікс, що вказує на повторну дію, combinatio – поєднання) –

перерозподіл генетичного матеріалу. Це універсальний біологічний механізм, властивий всім живим

істотам. Рекомбінація в еукаріотів відбувається під час статевого розмноження, у прокариотів – завдяки статевим процесам (наприклад, кон'югації).

Джерелами комбінаційної мінливості є:

- **кросинговер** – обмін ділянками гомологічних хромосом, що відбувається під час мейозу;
- **незалежне розходження** гомологічних хромосом під час мейозу;



МУТАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ – це форма спадкової мінливості, яка пов'язана із змінами генотипу внаслідок мутацій.

Цю мінливість зумовлюють зміни генотипу особин на рівні генів, хромосом та кількості хромосом, тому її відносять до генотипної. Виникають мутації внаслідок внутрішніх та зовнішніх чинників.



Загальними властивостями мутаційної мінливості є:

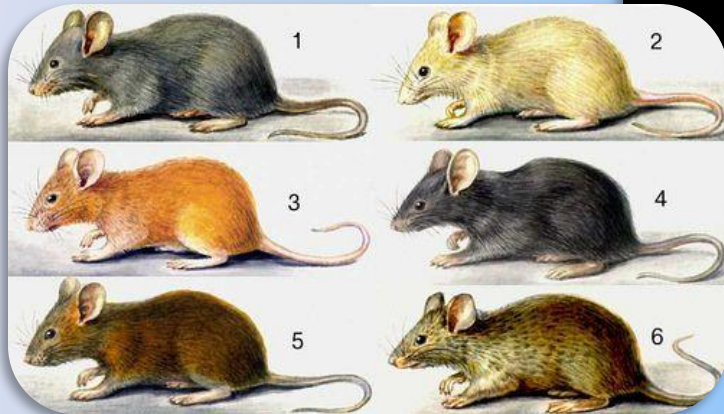
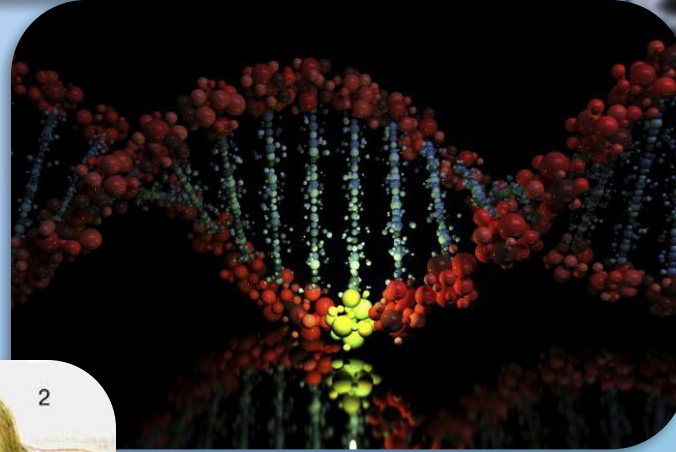
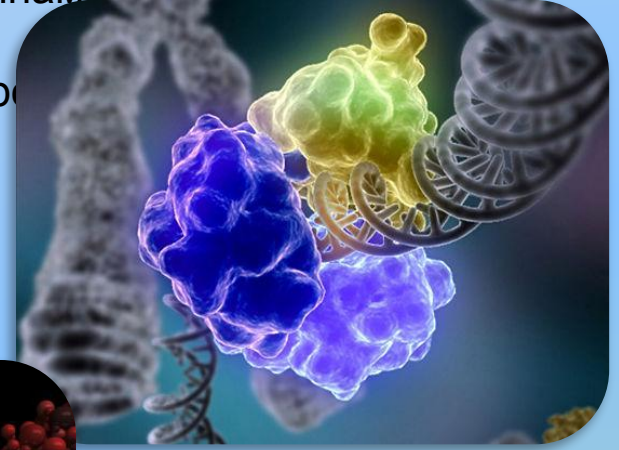
- **стійкість** (мутації не зникають упродовж життя особини);
- **індивідуальність** (мутаційні зміни проявляються в окремих особин);
- **неспрямованість** (один і той самий чинник може сприяти появі різних мутаційних змін);
- **невизначеність** (не можна передбачити появу мутації під дією того чи іншого чинника);
- **незалежність** (прояв мутацій у фенотипі не залежить від сили чи тривалості дії чинника);
- **не мають пристосувального характеру** (мутаційні зміни у більшості випадків є шкідливими, наприклад, збільшення кількості квіток у квіткових рослинах веде до смертності рослин).



Мутації — зміни генетичного матеріалу (звичайно ДНК або РНК). Мутації можуть бути викликані помилками копіювання генетичного матеріалу на стадії поділу клітини, опроміненням жорсткою радіацією, хімічними речовинами (мутагенами),

вірусами або можуть відбуватися свідомо під клітинним контролем.

ція.



Мутаційна теорія – розділ генетики, що вивчає причини, різноманітність та значення мутацій.

Основні положення теорії мутацій були сформульовані голландським ботаніком Гуго де Фрізом (1848 – 1935). Розвиток теорії пов'язаний з дослідженнями таких учених, як Г. Д. Меллер, В. В. Сахаров, Г. А. Надсон, С. М. Гершензон та ін.

Основою сучасної мутаційної теорії є такі положення:

- Здатність утворювати мутації є універсальною властивістю всіх живих організмів
- Мутації виникають раптово, стрибкоподібно і проявляються у вигляді ознак
- Мутації є спадковими і передаються наступному поколінню, якщо не спричиняють стерильності чи загибель організмів
- Ті самі мутації можуть виникати повторно і неодноразово
- Мутації проявляються по-різному й можуть бути генними, хромосомними й геномними, доміnantними й рецесивними, соматичними й генеративними
- Мутації не мають спрямованості на дію чинників і можуть бути корисними, шкідливими або нейтральними для організмів
- Мутації можуть бути спонтанними й індукованими. Індуковані мутації спричинені дією на організм мутагенних чинників

МУТАЦІЇ
(за типом прояву
ознак)

**Домінант
ні**

**Рецесив
ні**

Мутації
(залежно від причини
виникнення)

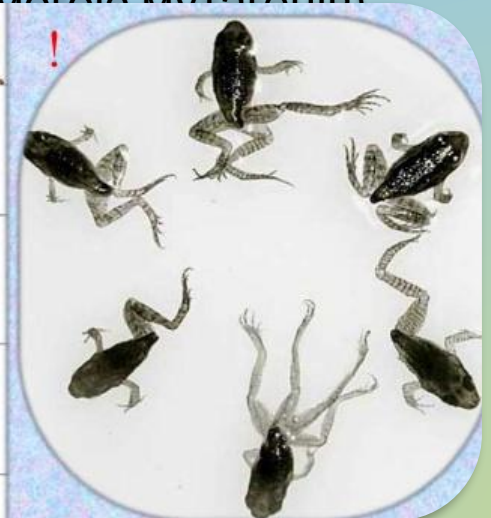
Спонтанні

Виникають під впливом чинників
навколишнього середовища або як
результат біохімічних та
фізіологічних
змін в організмі

Індуковані

Виникають як наслідок
експериментального

впливу (за допомогою мутагенів)



МУТАЦІЇ
(за місцем
виникнення)

Соматичні

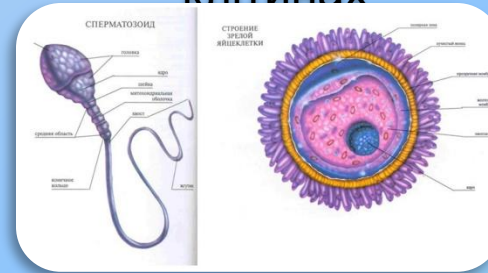
виникають у нестатевих,
соматичних

клітинах



Генеративні

виникають у статевих
клітинах



МУТАЦІЇ

(залежно від впливу на життєдіяльність
організму)

Корисні

Нейтральні

за певних умов не
впливають
на
життєдіяльність

Шкідливі

Сублетальні

знижують
життєдіяльність
в
організму

Летальні

спричиняють
в
загибель
організму

МУТАЦІЇ

(за рівнем організації спадкового матеріалу)

Генні

стійкі зміни окремих генів, спричинені порушенням послідовності нуклеотидів у молекулах нуклеїнових кислот. Порушення у структурі ДНК призводять до мутацій тільки тоді, коли не відбувається репарація. Генна мутація стосується, як правило, лише однієї ознаки або ознак, що визначаються одним геном. Генні мутації можуть бути **домінантним** (наприклад, меланізм у леопардів, укорочений хвіст у кішок, полідактилія у людини) і **рецесивними** (наприклад, альбінізм у хребетних тварин, фенілкетонурія у людини). Значення генних мутацій полягає в тому, що вони становлять більшість мутацій, з якими пов'язана еволюція органічного світу

Хромосомні

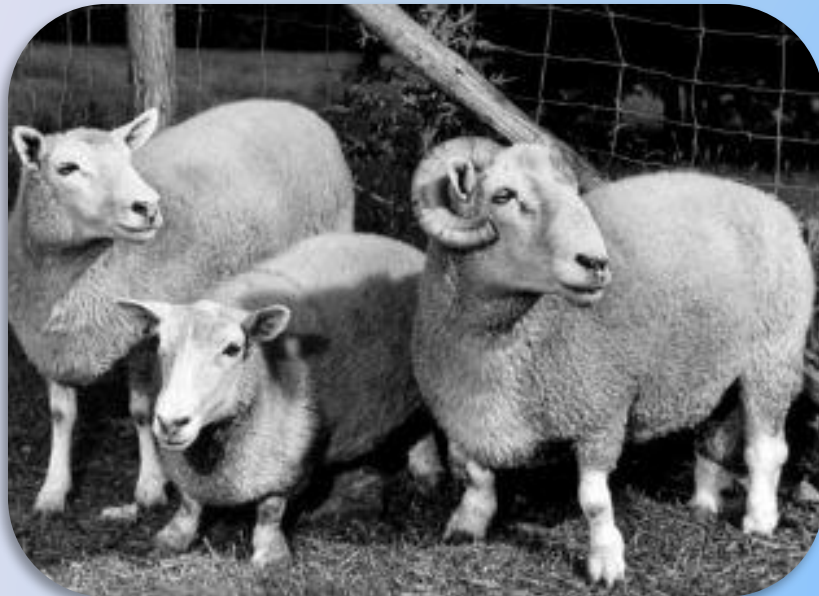
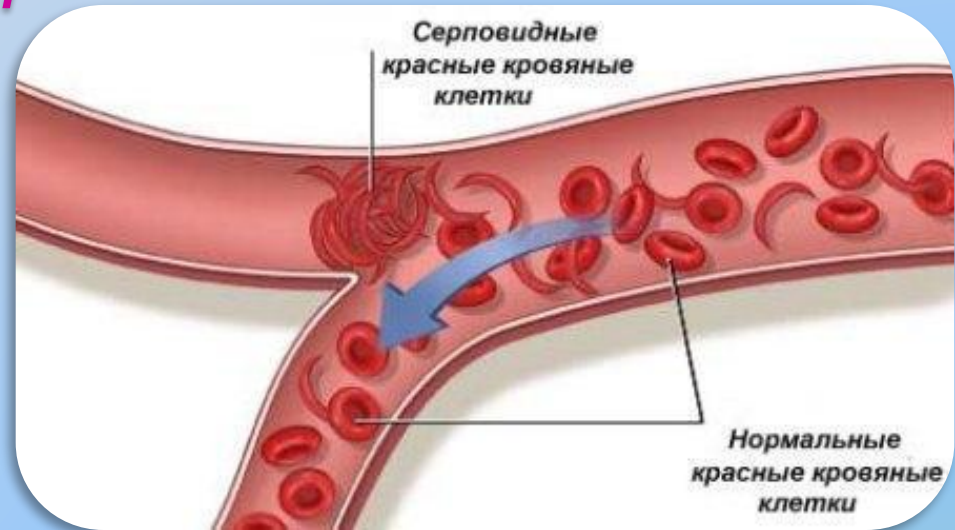
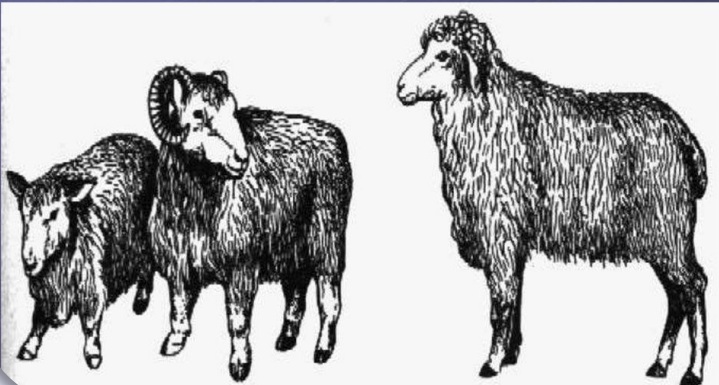
це мутації, які виникають у результаті перебудови хромосом. Це відбувається внаслідок розриву хромосом з утворенням фрагментів, що потім об'єднуються. Вони можуть виникати як у межах однієї хромосоми, так і між хромосомами. Хромосомні перебудови, як правило, призводять до порушень множини ознак і спричиняють відхилення, що скорочують життя або несумісні з ним. Прикладом хромосомних мутацій є синдром «крику кішки» в людини, за якого спостерігається втрата фрагмента у п'ятій парі хромосом.

Геномні

це мутації, які пов'язані зі зміною кількості наборів хромосом. Основними видами геномних мутацій є: збільшення кількості хромосомних наборів (**поліплоїдія**), зменшення кількості хромосомних наборів, зміна числа хромосом окремих пар (**анеуплоїдія**). Геномні мутації у природі є одним із механізмів видоутворення. Дуже багато поліплоїдних видів є серед рослин, набагато менше їх серед тварин. Геномні мутації застосовують для створення поліплоїдних сортів, які різняться збільшеними розмірами клітин й організмів, більшою врожайністю

Генні мутації

- Во все времена животноводы применяли отбор лучших особей на племя, однако использовались и внезапные крупные мутации для выведения новых пород. Так появилась **анконская** порода овец с укороченными ногами:



Серповидно-клетинна анемія



HbS — мутантний гемоглобін, відкритий в 1949 році Полінгом і Утано, відрізняється від нормального HbA тим, що в шостому положенні двох -ланцюгів місце глутамінової кислоти займає валін. Внаслідок таких відносно невеликих змін редукована форма HbS слабкіше і повільніше зазнає оксигенації і гірше (майже в 25 разів) розчиняється, ніж HbA. Зміни первинної і вторинної структури зумовлюють **кристалізацію** молекул HbS в еритроциті і випадання його в осад. Це породжує **осмотичну нестійкість еритроцитів**, зміну їх форми з двовігнутої в серповидну. Внаслідок деформації еритроцити легко руйнуються. Серповидні еритроцити легко гемолізуються вже в судинному руслі. Клінічні прояви цієї хвороби змінюються від ледь помітних (**гетерозиготна форма серповидноклетинної анемії**) до тих, що спричинюють летальний кінець в ранньому віці (**гомозиготні форми**).

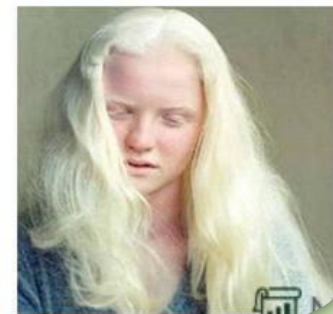
ФЕНИЛКЕТОНУРИЯ

Фенилкетонурия - наследственное заболевание группы ферментопатий, связанное с нарушением метаболизма аминокислот, главным образом фенилаланина. Сопровождается накоплением фенилаланина и его токсических продуктов, что приводит к тяжелому поражению ЦНС, проявляющемуся, в частности, в виде нарушения умственного развития.



ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ:

- дети белокурые со светлой кожей и голубыми глазами
- часто отмечаются экзема, дерматиты
- моча и пот имеют «заплесневелый», «мышинный», «волчий» запах
- быстрое и чрезмерное прибавление в весе, однако остаются рыхлыми, вялыми.
- у большинства рано зарастает большой родничок

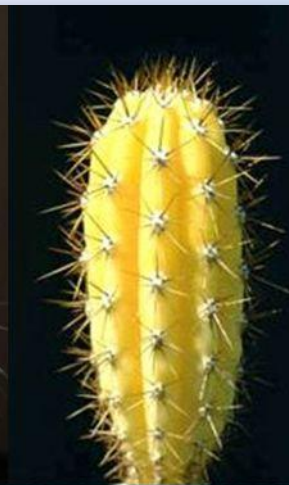




Альбінізм - вроджен
ий дефіцит
або відсутність
пігменту меланіну в
шкірі, волоссі,
радужній оболонці
та сітківці ока, за
рахунок порушення
обміну тирозину при
синтезі мелану.

В даний час
вважається, що
причиною захворюван
ня є відсутність **або**
блокада ферменту
тирозинази.





Хромосомні мутації

Нестача

а

Хромосома втрачає кінцеву ділянку, вкорочується плече хромосоми

Делеція

я

Хромосома втрачає середню ділянку

Дуплікація

я

Ділянка повторюється кілька разів

Інверсія

я

Ділянка, що внаслідок двох її розривів відірвалась від хромосоми, прикріплюється на колишнє місце, попередньо перевернувшись на 180°

Транслокація

ія

Хромосомні перебудови, при яких відбувається обмін ділянками між негомологічними хромосомами

Транспозиція

ія

Вставка невеликого фрагмента ДНК, що містить гени, перенесені з іншого місця геному, до будь-якої ділянки хромосоми

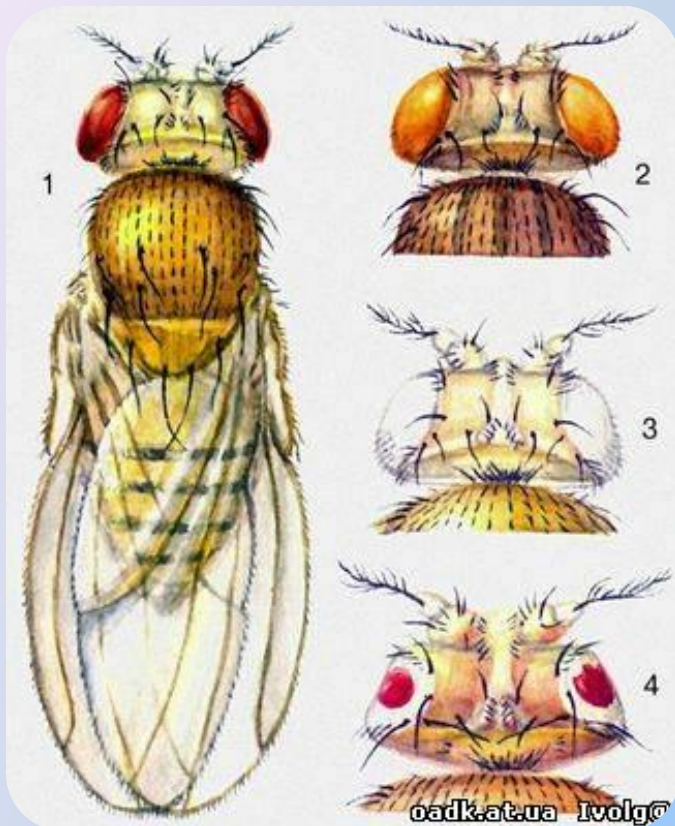
**Карликові мутації
енотери**



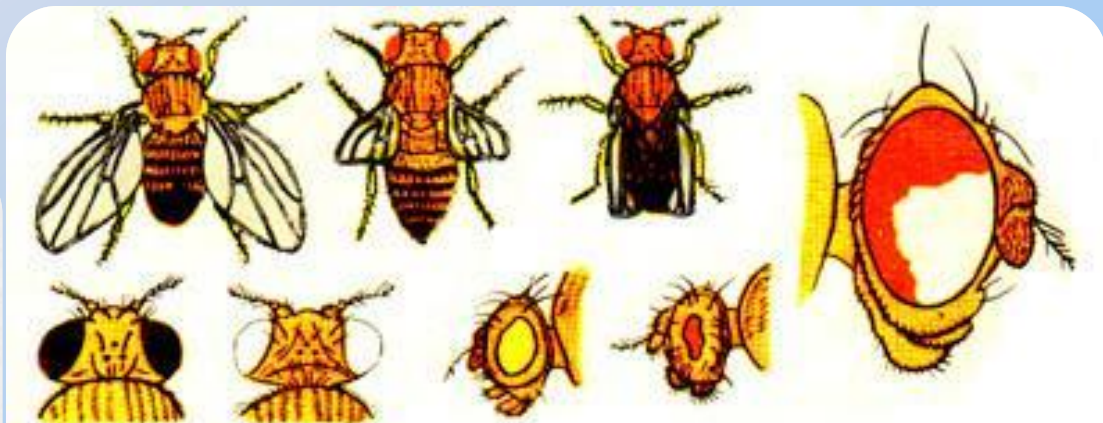
**Синдром "котячого
лементу"**



Смужкоподібні очі мухи дрозофіл



oadk.at.ua Ivolg@
oedk.at.ua Ivolg@



Различные мутации дрозофилы:

верхний ряд — изменение формы и размеров крыльев; нижний ряд — изменение пигментации и формы глаз; справа — соматическая мутация пигментации глаза у мухи дрозофилы. В нижней части глаза пигмент не развит.

РАЗЛИЧНЫЕ МУТАЦИИ ДРОЗОФИЛЫ



Изменение формы и размера крыльев



Изменение формы и пигментации глаз



Соматическая мутация пигментации глаз. В нижней части глаза пигмент не развит

Изменение формы и пигментации глаз

изменен не базис
в нижней части глаза

Геномні



терен
2n=32



алича
2n= 16

поліплоїдія



слива
2n= 48

Гібридизація з наступним подвоєнням хромосом



Аки куин - мутація сорта Кехо

Поліплоїдія – спосіб симпатричного видоутворення

Видоутворення шляхом поліплоїдії

Нова форма утворюється зі старої шляхом поліплоїдизації. Цей спосіб видоутворення поширений у рослин



В роді Картопля вихідний набір хромосом кратний 12: 24,36
кратний 12: 24,36
кратний 12: 24,36



В роді Хризантем всі види мають набір хромосом кратний 9: 18, 27, 36...90

Трисомія у 21 парі хромосом призводить до розвитку хвороби Дауна в людини



Приплюснутый нос и лицо,
приподнятые вверх
скошенные глаза.

Одиночная складка на ладони ("обезьянья")
укороченный пятый палец,
повернутый внутрь.



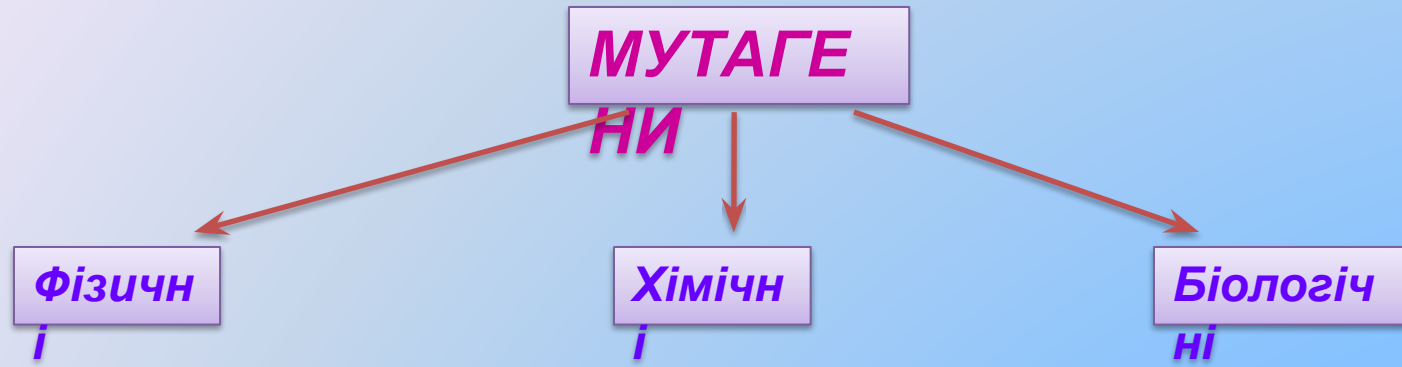
Далеко отставленный большой палец
и развитые кожные складки на ступне.



Моносомія – відсутність другої статеві хромосоми (синдром Шершевського-Тернера у людини.



Мутагени - це фактори, що спричиняють мутації



**Різні види
Випромінювання
(рентгенівське,
ультрафіолетове,
гамма-промені)**

Гідроген пероксид, нітратна кислота, формальдегід, хлороформ, бензопірен. До хімічних мутагенів відносять також пестициди, деякі лікарські препарати (антибіотики, хінін), важкі метали (ртуть, свинець), деякі харчові добавки, алкалоїд колхіцин. До небезпечних хімічних мутагенів віднесено азбест і діоксини, які утворюються внаслідок термічної переробки

Віруси, токсини грибів-паразитів, отруйних рослин й тварин. У клітинах, уражених вірусами, мутації спостерігають значно частіше, ніж у здорових. Віруси можуть вводити певну кількість власної генетичної інформації в генотип клітини-хазяїна.

Значення

мутацій:

- ❖ **Мутації** – джерело спадкової мінливості організмів, яке постачає матеріал для природного та штучного добору
- ❖ **Мутації** широко використовуються в селекції тварин, рослин та мікроорганізмів
- ❖ **Штучні мутації** використовуються при розробці генетичних методів боротьби зі



ми ці

