

**Тема:** Модифікаційна мінливість. Лабораторна робота № 3. Вивчення мінливості у рослин. Побудова варіаційного ряду і варіаційної кривої

**Мета:** ознайомити учнів з явищем модифікаційної мінливості, звернути увагу на те, що межі цієї мінливості задаються генотипом, а конкретні прояви залежать від впливу навколишнього середовища; розвивати аналітичне мислення; виховувати відчуття єдності з природою.

**Обладнання й матеріали:** слайди презентації із зображенням прикладів модифікаційної та мутаційної мінливості, колекції листків або хвоїнок, лінійка.

**Базові поняття й терміни:** модифікаційна мінливість, мутаційна мінливість, генотип, фенотип, норма реакції, варіаційний ряд, варіаційна крива.

## Перевірка домашнього завдання

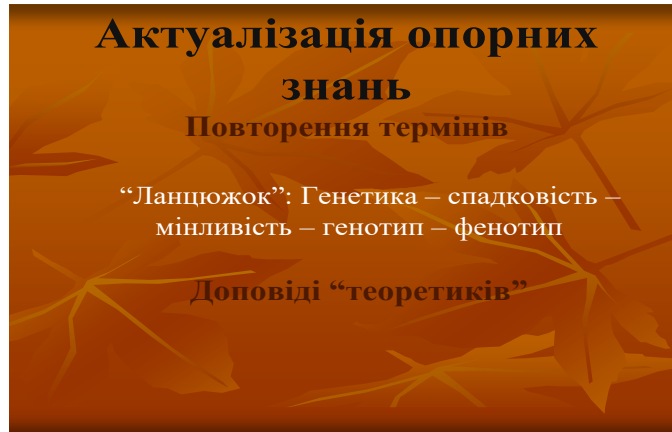
Вчитель роздає кільком учням картки із тестовими завданнями (3-5 хв.)

### Тестовий контроль знань

1. Укажіть число хромосом у статевій клітині людини: а) 46; б) 23; в) 92.
2. Укажіть число статевих хромосом у каріотипі людини а) 1; б) 2; в) 3.
3. У каріотипі жінки статеві хромосоми позначені: а) ХХ; б) ХУ; в) УУ.
4. Ознаки людини, що успадковуються зчеплено зі статтю,— це:  
а) дальтонізм; б) колір волосся; в) колір очей.
5. Зчепленими зі статтю генами в людини називають ті, що розташовані: а) у 21-й парі хромосом; б) у різних парах хромосом; в) у 23-й парі хромосом
6. Закон зчепленого успадкування відкрив: а) Г. Й. Мендель; б) Т. Г. Морган; в) М. І. Вавилов.
7. Значення комбінативної мінливості:  
а) забезпечує різноманітність комбінацій алельних генів;  
б) сприяє збереженню й передачі спадкових ознак організму;  
в) підтримує сталість станів алельних генів.
8. Хромосоми, які одержує від батька дочка:  
а) Х-хромосоми; б) аутосоми; в) У-хромосоми.
9. Соматичні клітини хатньої миші містять 40 хромосом. Число пар хромосом у її зиготі: а) 20; б) 40; в) 10.
10. Множинна дія генів виявляється, якщо:  
а) один алель впливає на формування станів кількох різних ознак;  
б) один і той самий ген впливає на формування кількох особин, що підвищують плодючість;  
в) кілька генів відповідають за формування однієї й більше ознак.
11. Батько й мати здорові, а дитина хвора на гемофілію. Якої статі дитина? Доведіть свою точку зору за допомогою відповідної генетичної схеми.

## Повторення термінів

«Ланцюжок»:



Генетика – спадковість – мінливість – генотип – фенотип

(**Генетика** – наука, що вивчає закономірності спадковості та мінливості.)

**Спадковість** – властивість живих організмів зберігати властиві їм ознаки та передавати їх нащадкам, забезпечуючи цим наступність поколінь.

**Мінливість** – здатність організмів набувати нових ознак і їхніх станів у процесі як індивідуального розвитку особин, так і історичного розвитку виду.

**Генотип** – сукупність генетичної інформації, закодованої в генах окремої клітини чи цілого організму.

**Фенотип** – сукупність усіх ознак і властивостей особини, що формується внаслідок взаємодії її генотипу і умов довкілля.)

## Доповіді теоретиків

Роль генотипу та умов зовнішнього середовища у формуванні фенотипу.

а) Ж. Б. Ламарк про умови зовнішнього середовища у формуванні фенотипу.

**Фактори еволюції за Ламарком:**

1. Успадковуються всі ознаки, що виникли під впливом довкілля.
2. Внутрішнє прагнення організмів до прогресу залежить від довкілля.

б) Значення вивчення модифікаційної мінливості для розвитку еволюційних уявлень

в) Значення знань про модифікаційну мінливість в селекції

Жан Батист Ламарк  
1744 – 1829 рр.

## III. Повідомлення теми і мотивації уроку

Усім відомо:

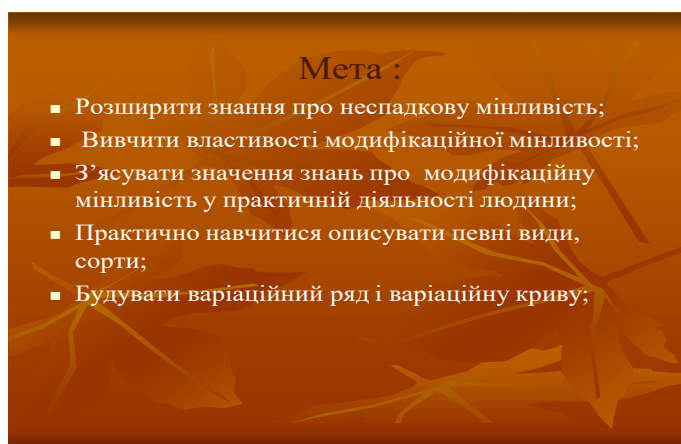
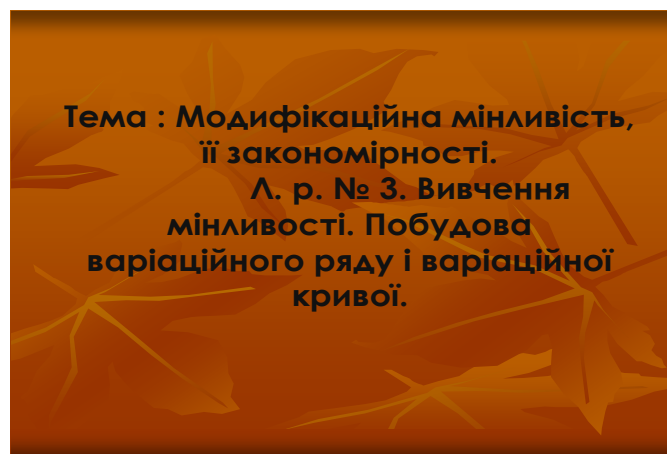
1. Що у людини при тривалій одноманітній роботі на тих місцях, де шкіра рук стирається виростають захисні мозолі.

2. Картопля розмножується вегетативно, тому всі нащадки мають однаковий генотип. Чи значить це, що всі рослини від однієї бульби будуть однакові?

3. Що ультрафіолетові промені викликають у людини посилення пігментації шкіри (загару), причому в різних людей у різній мірі.

4. Також відомо, що кількість і якість молока великої рогатої худоби в значній мірі залежить від правильного годування і утримання.

У чому ж причини цих та інших явищ та яке практичне значення мають знання про них ми дізнаємося на сьогоднішньому уроці. (слайд 4,5,6)



## Мотивація:

Усім відомо:

- 1. Що у людини при тривалій одноманітній роботі на тих місцях, де шкіра рук стирається виростають захисні мозолі.
- 2. Картопля розмножується вегетативно, тому всі нащадки мають однаковий генотип. Чи значить це, що всі рослини від однієї бульби будуть однакові?
- 3. Що ультрафіолетові промені викликають у людини посилення пігментації шкіри (загару), причому в різних людей у різній мірі.
- 4. Також відомо, що кількість і якість молока великої рогатої худоби в значній мірі залежить від правильного годування і утримання.
- У чому ж причини цих та інших явищ та яке практичне значення мають знання про них ми дізнаємося на сьогоднішньому уроці.

### ***Фенотипова (модифікаційна) мінливість***

*Модифікаціями* називають фенотипові зміни, які виникають під впливом умов середовища. Розмір модифікаційної мінливості обмежений нормою реакції. Модифікаційні зміни ознаки не успадковуються, але її діапазон, норма реакції, генетично зумовлені й успадковуються. Модифікаційні зміни не викликають змін генотипу. Модифікаційна мінливість, як правило, носить доцільний характер. Вона відповідає умовам існування, є пристосувальною. За модифікаційної мінливості структура генів не змінюється — змінюється їх експресія.

Унаслідок цього під дією факторів навколишнього середовища на організм змінюється інтенсивність ферментативних реакцій, що обумовлюється зміною інтенсивності їх біосинтезу.

Характерні риси модифікаційної мінливості:

## Властивості модифікацій

Властивості модифікацій	Приклади
<p><b>1. Ступінь вираження модифікації залежить від інтенсивності та тривалості дії на організм певного чинника</b></p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p>	<p>У дрібного рачка-артемії ступінь волохатості задньої частини черевця залежить від солоності води: вона тим більша, чим нижча концентрація солей у воді.</p> <p>У всіх рослин стрілолисту, занурених у воду, утворюються довгі й тонкі листки, а у тих, які ростуть на суходолі – вони стрілоподібні. У рослин стрілолисту, занурених у воду частково, формуються листки обох типів.</p> <p>Подібне явище характерне для водяного плаваючого горіха та лотоса горіхоносного: зверху показані надводні, а на нижній частині стебла – підводні листки. Вони мають різну форму: у лотоса в воді довгі тонкі листки ланцетовидної форми, а у водяного горіха-порізані, перисті</p>

## Властивості модифікацій

Властивості модифікацій	Приклади
<p><b>2. Модифікації не успадковуються (довів нім. вчений А. Вейсман)</b></p>	<p><b>Август Вейсман</b> (1834 – 1914) – німецький зоолог і теоретик еволюційного вчення. Основні його роботи присвячені питанням спадковості та індивідуального розвитку. Він довів, що фактори зовнішнього середовища не впливають на властивості генів, які передаються наступним поколінням. Тому модифікації не успадковуються. Протягом багатьох поколінь він відрівав мишам хвост, але у безхвостих батьків завжди народжувалися хвостаті нащадки</p>
<p><b>3. Модифікації можуть зникати протягом життя особин, якщо припиняється дія фактора, який їх спричинює</b></p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p>Загар, набутий людиною влітку, поступово зникає протягом осінньо-зимового періоду. Якщо рослину стрілолист пересадити з води на суходіл, то нові листки матимуть не видовжену, а стрілоподібну форму.</p>

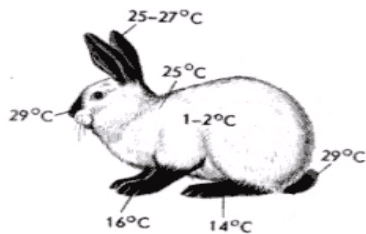
## Властивості модифікацій

<p><b>4. Модифікаційні зміни, що виникають на ранніх етапах онтогенезу можуть зберігатися впродовж усього життя особин</b></p>	<p>Викривлення кісток нижніх кінцівок унаслідок рахіту зберігаються протягом усього життя, але в батьків, які перехворіли в дитинстві на рахіт, діти можуть народитися нормальними, якщо під час свого розвитку вони отримували потрібну кількість вітаміну D. Інший приклад – це диференціація личинок медоносної бджоли на робочих і цариць (залежить від їжі: цариці живляться «молочком», а робочі – пергою).</p>
<p><b>5. Модифікації спрямовані на пристосування організмів до змін дії тих чи інших факторів довкілля</b></p>	<p>Зміна листків стрілолиста із стрілоподібної на стрічкоподібну при зануренні цієї рослини у воду захищає її від ушкодження течією. Зміна шерсті ссавців під час осіннього линня на густішу забезпечує захист від дії низьких температур, а загар людини – від шкідливої дії сонячного випромінювання.</p> <p>Залежність розмірів кульбаби від умов зростання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 – рослина, що виросла на родючому ґрунті</li> <li>2 – рослина виросла на збідненому ґрунті</li> </ol>



## Статистичні закономірності модифікаційної мінливості

Якщо в кролика поголити ділянку тіла, вкриту білою шерстю, і прикласти лід, то в умовах низької температури виросте чорна шерсть.



Карта розподілу температурних порогів пігментації волосся горностаєвих кролів

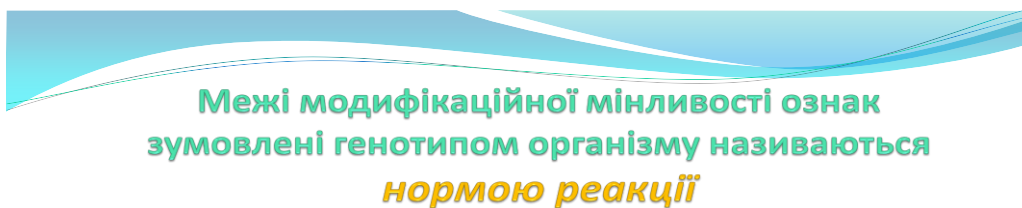
На мал. два однорічні бички, що походять від одного батька, але вирощені в різних різко відмінних умовах.



- оборотність — зміни зникають у разі зникнення специфічних умов середовища, що призвели до появи модифікації;
- груповий характер;
- зміни у фенотипі не успадковуються — успадковується норма реакції генотипу;
- статистична закономірність варіаційних рядів;
- модифікації диференціюють фенотип, не змінюючи генотип.

Як приклад пристосувальних модифікацій можна розглянути механізм утворення пігменту меланіну. За його вироблення відповідають чотири гени, які знаходяться в різних хромосомах. Найбільша кількість алелей цих генів — вісім — наявна в людей з найтемнішим кольором шкіри. Якщо на покриві інтенсивно діє такий фактор середовища, як ультрафіолетове випромінення, то в разі проникнення його до нижніх шарів епідермісу клітини останнього руйнуються. Відбувається вивільнення ендотеліну-1 та ейкозаноїдів (продуктів розпаду жирних кислот), що обумовлює активацію та посиленій біосинтез ферменту тирозинази. Тирозиназа, у свою чергу, каталізує окиснення амінокислоти тирозину. Подальше формування меланіну відбувається без участі тирозинази, але посилення біосинтезу тирозинази та її активація обумовлює утворення засмаги, що відповідає чинникам середовища.

**Норма реакції** – межі модифікаційної мінливості ознаки, що визначаються генотипом. (слайд 12)

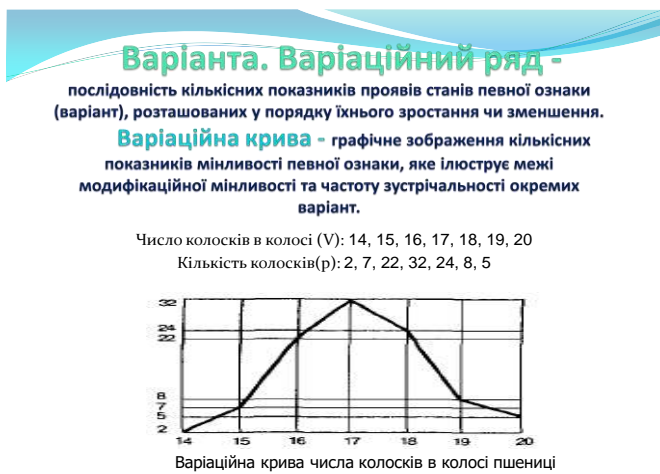


Норма реакції		
Вузька	Широка	Стала
Масць, взаєморозташування внутрішніх органів	Молочність, маса тіла, ріст, колір волосся	Розташування очей, кількість пальців на кінцівках, групи крові, характер жилкування листків

*Норма реакції* — спектр експресії генів за незмінного генотипу, з якого вибирається найбільш відповідний умовам середовища рівень активності генетичного апарату, що й формує специфічний фенотип. Норма реакції має межу вияву для кожного виду — наприклад, посилене годування тварини обумовить зростання її маси, проте вона буде знаходитись у межах спектру виявлення цієї ознаки для певного виду. Норма реакції генетично детермінована й успадковується. Для різних змін є різні межі прояву норми реакції.

Наприклад, сильно варіює величина удою, продуктивність злаків (кількісні зміни), слабо — інтенсивність забарвлення тварин тощо (якісні зміни). Відповідно до цього, норма реакції може бути вузькою (якісні зміни — забарвлення лялечок та імаго деяких метеликів) і широкою (кількісні зміни — розміри листків рослин, розміри тіла комах залежно від харчування їх лялечок). Проте для деяких кількісних змін характерна вузька норма реакції (жирність молока), а для деяких якісних змін — широка (сезонні зміни забарвлення у тварин північних широт). Загалом норма реакції та інтенсивність експресії генів на її основі зумовлюють несхожість внутрішньовидових одиниць.

### ***Варіаційний ряд і варіаційна крива.***



***Варіаційний ряд – це послідовність кількісних показників (варіант) певної ознаки, розташованих в порядку їхнього зростання чи зменшення.***

*Варіаційний ряд* — це послідовність яких-небудь чисел, розташована в порядку зростання їх величин. Проміжок між крайніми членами ряду називають інтервалом варіювання, а довжину цього інтервалу — розмахом.

Варіаційним рядом є і ранжоване відображення прояву модифікаційної мінливості — ряд модифікаційної мінливості властивостей організму, який складається з окремих пов'язаних між собою властивостей фенотипу організму, розміщених у порядку зростання чи спадання кількісного вираження властивості (розміри листка, зміни інтенсивності забарвлення хутра та ін.).



**Варіаційна крива** є графічним відображенням прояву модифікаційної мінливості. Вона демонструє як діапазон варіації властивості, так і частоту зустрічальності окремих варіант.

Після побудови кривої видно, що найбільш часто трапляються середні варіанти прояву властивості. Причиною цього є дія факторів навколишнього середовища на хід онтогенезу. Деякі фактори пригнічують експресію генів, інші посилюють. Майже завжди ці фактори, однаково діючи на онтогенез, нейтралізують один одного, тобто крайні вияви ознаки мінімізуються за частотою зустрічальності. Це і є причиною більшої зустрічальності особин із середнім виявом ознаки.

## Лабораторна робота № 3

### Лабораторна робота № 3

#### Вивчення мінливості у рослин. Побудова варіаційного ряду та варіаційної кривої

**Мета:** ознайомитися з варіативною мінливістю у рослин, закріпити навички побудови варіаційного ряду й варіаційної кривої.

**Обладнання й матеріали:** колекції листків або хвоїнок, лінійка, підручник, робочий зошит.

#### *Хід роботи*

1. Розглянути колекцію листків або хвоїнок, відібрати 20 листків або хвоїнок.
2. Виміряти довжину всіх листків (хвоїнок) і записати її в зошиті.
3. Побудувати варіаційний ряд, розташувавши по горизонталі вимірні листки в послідовності від найменшого до найбільшого значення, а по вертикалі — відклавши їх довжину.
4. Проміжок від найменшої до найбільшої довжини листка розбити на п'ять рівних частин. Для кожної частини визначити кількість листків, які до неї потрапили. Використавши ці дані, побудувати варіаційну криву.
5. Зробити висновок, у якому пояснити, чому, на ваш погляд, побудовані варіаційний ряд і варіаційна крива мають саме таку форму.

**Тема.** Вивчення мінливості в рослин. Побудова варіаційного ряду й варіаційної кривої

**Мета:** ознайомитися з варіативною мінливістю у рослин, закріпити навички побудови варіаційного ряду й варіаційної кривої.

**Обладнання й матеріали:** колекції листків або хвоїнок, лінійка, підручник, робочий зошит.

#### *Хід роботи*

1. Розглянути колекцію листків або хвоїнок, відібрати 15 листків або хвоїнок.
2. Виміряти довжину всіх листків (хвоїнок) і записати її в зошиті.

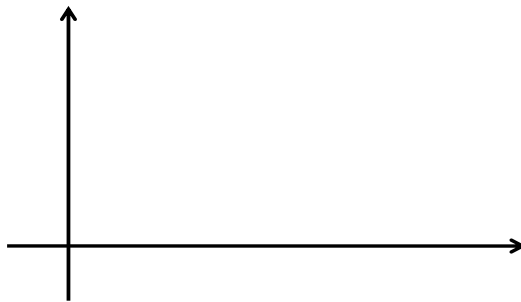
3. Побудувати варіаційний ряд, розташувавши по горизонталі виміряні листки в послідовності від найменшого до найбільшого значення, а по вертикалі — відклавши їх довжину (слайд 15, 16)



### Варіаційний ряд листків лавровишні



По горизонталі розташувати виміряні листки в послідовності від найменшого до найбільшого значення, а по вертикалі — відклавши їх довжину.



4. Проміжок від найменшої до найбільшої довжини листка розбити на п'ять рівних частин. Для кожної частини визначити кількість листків, які до неї потрапили. Використавши ці дані, побудувати варіаційну криву.

5. Зробити висновок, у якому пояснити, чому, на ваш погляд, побудовані варіаційний ряд і варіаційна крива мають саме таку форму.

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПАДКОВОЇ  
І НЕСПАДКОВОЇ МІНЛИВОСТІ**

Властивість	Неспадкова (модифікаційна)	Спадкова
Об'єкт змін	Фенотип у межах норми реакції	Генотип
Фактор виникнення	Зміни умов навколишнього середовища	Рекомбінація генів внаслідок злиття гамет, кросинговеру та мутацій
Успадковування ознак	Не успадковується (лише норма реакції)	Успадковується тільки в статевих клітинах (гаметах)
Значення для особини	Адаптація до умов навколишнього середовища, підвищення життєздатності	Корисні зміни призводять до виживання, шкідливі – до загибелі
Значення для виду	Сприяє виживанню	Призводить до появи нових популяцій, видів в результаті дивергенції
Роль в еволюції	Адаптація організмів	Матеріал до природного відбору
Форма мінливості	Групова	Індивідуальна, комбінована
Закономірність	Статистична (варіаційний ряд)	Закон гомологічних рядів спадкової мінливості

## ВИСНОВКИ

1. Неспадкова мінливість називається модифікаційною.
2. Модифікації не пов'язані зі змінами генотипу мають адаптивний характер.
3. Кількісні показники модифікаційних змін кожної ознаки можуть варіювати лише в певних межах, які визначаються генотипом .