

**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ А. С. МАКАРЕНКА**

**В.М. Торяник**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З БІОЛОГІЇ  
(БЛОК «ГЕНЕТИКА З ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦІЇ»)  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ  
014 СЕРЕДНЯ ОСВІТА (БІОЛОГІЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ),  
091 БІОЛОГІЯ**

Суми – 2021

УДК 378:57.084.2:575.1/575.2

М 57

Друкується згідно з рішенням вченої ради Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка  
(протокол № 13 від 22 червня 2021 р.)

**Рецензенти:**

*Міроненко Л.П.* – кандидат педагогічних наук, доцент, декан природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка;

*Говорун О.В.* – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри біології людини і тварин Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

**М 57** Методичні вказівки до навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») для студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія / укладач В. М. Торяник. Суми : ФОП Цьома С.П., 2021. 26 с.

У методичних вказівках наводиться інформація про завдання та організацію навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції»), висвітлюється основний зміст програмних тем та методика виконання практичних робіт, якими вони реалізуються.

Методичні вказівки розроблено для студентів природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету, що навчаються за спеціальностями/освітніми програмами 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 091 Біологія.

УДК 378:57.084.2:575.1/575.2

©Торяник В. М. 2021

© ФОП Цьома С.П., 2021

© СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2021

## ЗМІСТ

Вступ	4
Зміст програмного матеріалу тем	7
Тема Модифікаційна мінливість	10
Практична робота №1 Мінливість кількісних ознак листкових пластинок складного листка <i>Fragaria vesca</i> L.	12
Тема Генотипічний та фенотипічний поліморфізм популяцій	13
Практична робота №1 Фенотипічна структура популяцій <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say за рисунком пронотуму імаго	14
Практична робота №2 Морфогенетичний поліморфізм популяції <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say за рисунком елітер	17
Практична робота №3 Фенотипічна структура ценопопуляцій <i>Chelidonium majus</i> L. (чистотілу великого) за фенами його листків в екологічно різних умовах	18
Список рекомендованої літератури	22
Додаток	24

## ВСТУП

Навчальна практика з біології (блок «Генетика з основами селекції») завершує вивчення студентами, які здобувають вищу освіту за освітньо-професійними програмами 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 091 Біологія, основ генетики та селекції, що є предметом вивчення навчальної дисципліни «Генетика з основами селекції». Навчальна практика з біології (блок «Генетика з основами селекції») проводиться на четвертому курсі у 7-8 семестрах.

*Мета* навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») – навчитися виявляти у природних популяціях та агроценозах явища спадковості та мінливості.

*Завдання* навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») спрямовані на те, щоб студенти: 1) закріпили та розширили теоретичні знання з генетики та селекції; 2) набули компетентностей у проведенні генетичних досліджень в умовах польового експерименту; 3) ознайомилися з практичним застосуванням генетичних закономірностей у селекції рослин і тварин; 4) заготовили матеріал для лабораторних робіт з навчальних курсів «Генетика з основами селекції» та «Генетичний аналіз».

На одному з етапів реалізації змісту програми навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») студенти повинні навчитися виявляти у природних популяціях та агроценозах приклади модифікаційної мінливості та морфозів. При вивченні модифікаційної мінливості студентам пропонується ряд завдань, виконуючи які можна встановити роль генотипу у визначенні норми реакції організму у варіативних умовах середовища, а також відмінності за нормою реакції при формуванні різних ознак. На матеріалі природних популяцій за допомогою статистичних методів аналізу можна з'ясувати характер розподілу зустрічальності рослин з різним ступенем прояву ознаки, до прикладу, висота квітконосу, діаметр квітки, кількість пелюсток у

віночку тощо. Також, можна спостерігати широку варіабельність ознак вегетативних органів (до прикладу, висоти рослини) та вузьку – генеративних (до прикладу, діаметру квітки) однієї й тієї самої рослини. Статистичний аналіз модифікаційної мінливості за дискретного та безперервного варіювання ознаки можна здійснювати на прикладі самозапильників (пшениця, ячмінь) та перехреснозапильників (жито). Можна встановити відмінності між видами, сортами тощо за розмахом варіювання кількісних ознак за умови відносно однакових умов вирощування. Можна виявити неспадкові аномалії розвитку, тератогенні ефекти, морфози, генокопії у популяціях рослин, що піддаються антропогенному впливу.

Під час екскурсій у природні популяції можна спостерігати приклади спадкової мінливості, зокрема, множинний алелізм на прикладі сивої плями на листу конюшини повзучої, гомологічні ряди спадкової мінливості, генетичний поліморфізм, приклади мутаційної мінливості, і результати оформити у вигляді гербарію.

Не менш важливий етап реалізації змісту програми навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») – набуття студентами умінь та навичок генетичної характеристика популяцій. До прикладу, досліджуючи у природних популяціях фенотипічну різноманітність конюшини повзучої за рисунком сивої плями на листку, або рисунку елітер імаго колорадського жука можна встановити наявність у популяції різних алелів гену у гомозиготному, гетерозиготному стані, в компаундах.

Основною формою занять під час навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») є самостійна дослідницька робота студентів, яку вони виконують під керівництвом викладача у складі академічної групи індивідуально або по двоє, причому, як у години занять за розкладом, так і в позанавчальний час. Другою обов'язковою формою даної практики є проведення навчальних екскурсій у природу, до обласних та республіканських дослідно-селекційних станцій, науково-дослідних інститутів відповідного

профілю, племінних центрів тощо. Третьою – виконання індивідуальних тематичних завдань.

Протягом навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») кожен студент веде індивідуальний щоденник практики, в якому фіксуються мета та зміст практики, результати виконання завдань практики, інша інформація, необхідна в подальшому для написання звіту, та звіт. Звіт складається за загальноприйнятою методикою, перевіряється викладачем-керівником практики і зберігається на кафедрі. Одночасно зі звітом оформлюється і здається викладачу індивідуальне завдання.

Навчальна практика з біології (блок «Генетика з основами селекції») складається з 3-х етапів: підготовчого, польового та камерального. На підготовчому етапі викладач – керівник практики знайомить студентів з організацією та програмою практики, з правилами ведення та оформлення звітності, проводить інструктаж з техніки безпеки. Польовий етап включає безпосередню роботу студентів у природних та культурних ценозах, формування ними вибірок та робочих колекцій з ценопопуляцій рослин і тварин, проведення вимірювань тощо. Камеральний етап передбачає виконання на основі сформованих на попередньому етапі вибірок та колекцій практичних робіт, заповнення щоденника, складання та оформлення звітів з екскурсій та звіту з практики.

Результати навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») обговорюються у формі повідомлень на заключному занятті. Залік проводиться у формі співбесіди за звітом та виконаним індивідуальним завданням.

*Критерії оцінювання.* Повне виконання поставлених завдань і представлення їх у щоденнику та звіті – 20 балів; оформлення щоденника – 10 балів; індивідуальне завдання та його захист – 20 балів.

Порядок проведення навчальної практики з біології (блок «Генетика з основами селекції») у дистанційній формі наведено у Додатку.

# ЗМІСТ ПРОГРАМНОГО МАТЕРІАЛУ ТЕМ

## 1. Мінливість

**1.1. Модифікаційна мінливість.** Роль генотипу у визначенні норми реакції та екологічній пластичності організму. Широка та вузька норма реакції. Використання коефіцієнта варіації у визначенні розмаху варіювання ознаки.

Оцінка параметрів мінливості кількісних ознак з використанням статистичних методів аналізу. Порівняти коефіцієнти варіювання різних ознак у одних й тих самих особин як показник детермінації ознак та їх мінливості. Виявити корелюючі та некорелюючі ознаки.

*Індивідуальне завдання* – аналіз модифікаційної мінливості різних рослин (за вибором студента). Можна використовувати будь-які культурні рослини та рослини з природних популяцій, а також зручні для вимірювання ознаки.

**1.2. Спадкова мінливість у природних популяціях** (екскурсія в природу).

### 1.2.1. Генетичний поліморфізм у природних популяціях.

В популяціях багатьох видів зустрічається не 2-3, а багато фенотипів за тими чи іншими ознаками. Причому, частота рідкісних форм є такою ж стабільною, як і основних. Тобто, рідкісні фенотипи так само підтримуються добором.

*Індивідуальне завдання* – зробити гербарій (до прикладу, поліморфізм за забарвленням суцвіть у деревію тощо).

**1.2.1.1. Фіксований поліморфізм** – спеціалізація генетично відмінних класів особин, які тісно пов'язані між собою у популяції. Статевий диморфізм у дводомних рослин та різностатевих тварин. Гетеростилія у вищих рослин.

*Індивідуальне завдання* – зробити гербарій або колекцію тварин.

**1.2.1.2. Функціональний поліморфізм.** Наявність чи відсутність крил у попелиць, обумовлена контактами між дорослими особинами.

**1.3. Мутаційна мінливість у природних популяціях.** Серія множинних алелів за формою сивої плями на листку у конюшини повзучої.

*Індивідуальне завдання – зробити гербарій.*

Гомологічні ряди спадкової мінливості у природних популяціях. Основні варіації у прояві ознак у різних видів рослин і тварин визначаються подібними мутаціями гомологічних генів (до прикладу, синій та жовтий колір віночка, проста оцвітина – домінантні ознаки, а білий колір та махрова оцвітина – рецесивні).

*Індивідуальне завдання – зробити гербарій.*

Під час екскурсії можна продемонструвати приклади мутаційної мінливості. До прикладу, відсутність антоціану у різних дикорослих злаків (тимофіївка, лисохвіст, мітлиця), сива пляма на листку конюшини повзучої, махрові квітки.

## **2. Генетична характеристика популяцій.**

Вплив апоміксису на фенотипічну та генотипічну структуру популяцій на прикладі кульбаби, приворотня тощо.

У природних популяціях наявні безантоціанові форми, за формулою Харді-Вайнберга визначити частоту відповідного алеля у даного виду у конкретній популяції.

У природних популяціях спостерігається фенотипічна різноманітність у конюшини повзучої за рисунком сивої плями на листку. Можна встановити за допомогою таблиці (Шварцман, 1986, с. 77) наявність у популяції різних алелів гену, що контролює дану ознаку, у гомозиготному стані та в компаундах. Використовуючи алель, гомозиготи за якою легко ідентифікуються, можна проаналізувати зустрічальність цього алеля з використанням формули Харді-Вайнберга. У процесі оцінювання зустрічальності генотипів фіксацію генотипу рослини слід проводити з урахуванням можливого вегетативного розмноження, тобто фіксувати фенотипи рослин (з плямою чи без плями), що знаходяться одна від одної не менше, ніж 1 метр. Вибірки повинні становити не менше 500 рослин.

У напівприродних популяціях, до яких належать агроценози, спостерігається фенотипічна різноманітність колорадського жука за рисунком

пронотума та елітер імаго. Можна встановити наявність у популяції різних алелів гену, що контролює рисунок елітер, у гомозиготному та гетерозиготному стані. Можна проаналізувати зустрічальність цих алелів та генотипів, що вони утворюють, з використанням формули Харді-Вайнберга. Вибірki повинні становити не менше 500 особин.

## Тема: Модифікаційна мінливість

*Мета:* закріпити та поглибити теоретичні знання щодо біологічної сутності модифікаційної мінливості та її значення в природі; навчитися проводити біометричне вивчення модифікаційної мінливості якісних та кількісних ознак.

### *Теоретичні відомості*

Кількісними ознаками називають такі фенотипові прояви, які можна описати виключно чисельно (зріст, вага, врожайність, плодючість, тощо). Для кількісних ознак є характерною велика мінливість, що обумовлена, з одного боку, різноспрямованою дією багатьох неалельних генів, а з іншого боку – значним впливом факторів зовнішнього середовища на прояв цих ознак.

Генетичний аналіз кількісних ознак включає в себе два обов'язкових аспекти: визначення параметрів мінливості ознаки і ту частку мінливості, яка обумовлена генетично. Для вивчення закономірностей варіювання кількісних ознак застосовують методи статистичного аналізу, які дозволяють визначити вплив випадкових та невідповідних факторів на прояв ознаки. При використанні статистичних методів необхідно дотримуватись певних вимог, що висуваються до досліджуваної вибірки:

1. Вибірка повинна бути випадковою – при дослідженні особин з будь-якої популяції їх відбір має проводитися випадково, дослідник не повинен обирати особини за якоюсь ознакою. Проводячи випадковий відбір особин тим самим досягається максимальне відображення у вибірці властивостей цілої популяції (генеральної сукупності), що аналізується. Така вибірка називається репрезентативною.

2. Вибірка повинна бути однорідною. Для вимірювань, зважувань, підрахунків повинні залучатись такі форми, що ростуть за однакових умов, рослини чи тварини одного віку, однієї статі тощо.

3. Вибірка повинна бути великою; по можливості вибірки, що порівнюються мають бути однакового об'єму. Слід пам'ятати, що, чим більший об'єм вибірки, тим більше ми наближаємось до характеристик генеральної сукупності.

4. При оцінці кількісних ознак необхідно дотримуватись точності вимірювань, однакової для всіх без виключення випадків. Вимірювання проводять з точністю до 1 г, 1 см, 1 мм, або з точністю до першого знаку десяткового дробу.

Головними статистичними параметрами, за допомогою яких характеризують мінливість прояву кількісних ознак є:

- середнє арифметичне ( $\bar{x}$ ), визначається за формулою:  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$ ;
- дисперсія ( $\sigma^2$ ), визначається за формулою:  $\sigma^2 = \frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{N - 1}$ ;
- стандартна похибка середнього арифметичного ( $S_{\bar{x}}$ ), визначається за формулою:  $S_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ ;
- коефіцієнт варіації ( $CV$ ), визначається за формулою:  $CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$  (%).

В наведених формулах  $x_i$  – числове значення прояву кількісної ознаки у окремій особини,  $N$  – кількість особин у вибірці.

Для порівняння двох вибірок за ступенем прояву кількісних ознак використовують критерій Ст'юдента, значення якого визначають за формулою:

$$t_{st} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}},$$

де  $\bar{x}_1$ ,  $\sigma_1^2$ ,  $\bar{x}_2$ ,  $\sigma_2^2$  відповідно середнє значення і дисперсія кількісної ознаки в першій та другій вибірках.

Отримане значення порівнюють з табличним для певного рівня значущості ( $p=0,05$ ) та відповідного ступеня свободи. Число ступенів свободи визначають за формулою:

$$df = N_1 + N_2 - 2,$$

де  $N_1$  та  $N_2$  кількість особин в першій та другій вибірках відповідно.

Якщо отримане значення  $t_{st}$  більше табличного або дорівнює йому, то відміни між двома вибірками за проявом кількісної ознаки вважають статистично достовірними, що вказує на існування якогось не випадкового фактору (чи факторів), що обумовлюють дані відмінності.

Для оцінки частки, яка припадає на генетичну компоненту в загальному рівні фенотипової мінливості будь якої кількісної ознаки використовують так званий коефіцієнт успадкованості:

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2},$$

де  $\sigma_G^2$  – дисперсія, яка обумовлена генетичною різноманітністю особин;  $\sigma_P^2$  – загальна фенотипова дисперсія ознаки, яка залежить від генотипової дисперсії ( $\sigma_G^2$ ), та дисперсії, що обумовлена зовнішніми впливами ( $\sigma_E^2$ ):  $\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$ .

**Практична робота №1**  
**Мінливість кількісних ознак листкових пластинок складного листка**  
*Fragaria vesca* L.

*Мета роботи:* дослідити мінливість довжини листкових пластинок складного листка *Fragaria vesca* L. (суниці лісової) та кількість зубців на них в різних біотопах (сосновий ліс та відкрита степова ділянка).

*Обладнання:* колекції з 50-100 складних листків верхнього ярусу *Fragaria vesca* L. різних місць зростання, лінійки, калькулятори.

*Хід роботи*

1. В ценопопуляціях різних біотопів (сосновий ліс та відкрита степова ділянка) *Fragaria vesca* L. зберіть колекції з 50-100 складних листків.

2. За допомогою лінійки виміряйте довжину центрального, лівого та правого листків і кількість зубців на них. Результати вимірювань занесіть до табл. 1.

Таблиця 1

Результати вимірювань кількісних ознак листкових пластинок складного листка *Fragaria vesca* L. з різних біотопів

№ рослини	Назва біотопу					
	Сосновий ліс			Відкрита степова ділянка		
	Довжина лівого листка (мм)	Кількість зубців на лівому листку	Довжина центрального листка (мм)	Кількість зубців на центральному листку	Довжина правого листка (мм)	Кількість зубців на правому листку

3. Обчисліть середнє арифметичне значення, дисперсію, коефіцієнт варіації для кожної з досліджуваних ознак (використовуйте формули, наведені у теоретичних відомостях).

4. Здійсніть кореляційний аналіз мінливості довжини листкової пластинки та числа зубців у ній.

5. Зробіть висновок: яка ознака з досліджених найбільш мінлива та за яких екологічних умов спостерігається більша мінливість досліджуваних ознак.

## Тема: Генотипічний та фенотипічний поліморфізм популяцій

*Мета:* навчитися досліджувати прояви спадкового поліморфізму у природних популяціях рослин і тварин та визначати фенотипічну та генотипічну структуру популяцій за окремими ознаками.

### *Теоретичні відомості*

Особини, що утворюють популяцію певного виду організмів не є однаковими і мають індивідуальні фенотипічні та генотипічні особливості.

Поліморфізм – одночасна наявність у популяції двох або більше форм, що генотипічно і фенотипічно відрізняються між собою, виникають в результаті генотипової мінливості, відтворюються при розмноженні.

Вивчення фенотипічної та генотипічної структури популяцій потребує точних даних про характер успадкування ознак, що вивчаються (домінантний чи рецесивний, моногенний чи полігенний, незалежний чи зчеплений). Це створює можливість виявити співвідношення (частоту) домінантних та рецесивних алелів, гомо- та гетерозиготних генотипів, що і є фенотипічною структурою популяцій.

Закономірності успадкування у популяціях, що використовують само- і перехресне запліднення, неоднакові. Природні популяції організмів, що використовують для розмноження самозапліднення, представлені, переважно, гомозиготними формами. Якщо в них з'являються гетерозиготи, то внаслідок автогамії через декілька поколінь їх частка стає незначною, тобто популяція розкладається на гомозиготні лінії.

У популяціях організмів, що використовують для розмноження перехресне запліднення, відбувається вільне схрещування особин з різними генотипами, тобто панміксія. Розподіл генотипів у панміктичній популяції визначається за формулою Харді-Вайнберга:  $(pA + qa)^2 = p^2AA + 2pqAa + q^2aa$ . Частоти алелів генів та генотипів виражаються у відсотках або долях одиниці, сума частот є величиною постійною і дорівнює 100% або 1.

У панміктичних популяціях співвідношення частот генотипів та алелів генів, що їх утворюють, буде зберігатися на певному рівні в ряду поколінь, тобто панміктична популяція в ряду поколінь буде знаходитися у генетичній рівновазі. Але це – лише за умови великої чисельності популяції, вільного (випадкового) схрещування особин, відсутності мутагенезу, однакової життєздатності гомо- і гетерозиготних особин тощо. У природних популяціях ці умови далеко не завжди реалізуються. Рівновага порушується, тобто

змінюються частоти алелів і генотипів внаслідок мутаційної мінливості, добору, коливання чисельності популяції, ізоляції тощо.

Якщо при дослідженні поліморфізму природних популяцій немає можливості встановити тип успадкування ознак, що вивчаються, але наявні кількісні дані про неоднорідність популяції за фенотипом, то користуються знаннями фенетики популяцій. Предметом фенетики популяцій є встановлення і вивчення поліморфізму стійких спадкових ознак – ознак-маркерів у різних видів живих організмів у різних екологічних умовах. Дискретна альтернативна варіація певної ознаки, що відображає особливості генотипу конкретної особини, називається феном. Встановлено, що використання фенів є доцільним при вивченні мікроеволюційних процесів та видоутворення в популяційній генетиці, систематиці, селекції, тобто в усіх напрямках біології, де вирішується задача пізнання закономірностей розвитку життя, в тому числі й з метою управління ними в інтересах людини.

## **Практична робота №1**

### **Фенотипічна структура популяцій**

#### ***Leptinotarsa decemlineata* Say за рисунком пронотуму імаго**

*Мета:* навчитися ідентифікувати фени, що утворюють рисунок пронотуму імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say, та описувати фенотипи пронотумів за допомогою формули Тауера.

*Обладнання:* колекції імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say, зібрані на різних пасльонових культурах, або на різних сортах пасльонових культур, або на одному сорті пасльонової культури, але в різних еколого-географічних регіонах тощо, ручні лупи, біноклярні лупи.

#### *Теоретичні відомості*

*Leptinotarsa decemlineata* Say (колорадський жук) – один з основних і найбільш небезпечних шкідників картоплі та інших пасльонових культур, що, в значній мірі, обумовлено його високою біологічною пластичністю.

Цей вид характеризується дуже складною популяційною структурою, високим рівнем поліморфізму популяцій, великим ареалом, інтенсивними міграційними процесами, різноманітними заходами з боку людини по регулюванні чисельності по всьому ареалу. Це створює основу для глибоких та тривалих досліджень для виявлення особливостей мікроеволюційних процесів цього виду.

Наявність поліморфізму, який виявляється в зовнішніх ознаках тіла імаго, а саме рисунку передньоспинки (пронотума) та надкрил (елітер), дозволяє простежити мінливість цих ознак за допомогою методів фенетики популяцій. Колорадський жук на пронотумі має 10-11 чорних плям та смуг, які в сукупності утворюють типовий рисунок, і варіації яких можуть розглядатися як фени (рис. 1).

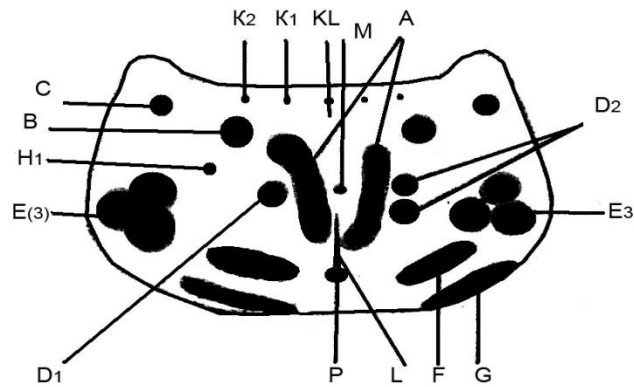


Рис. 1. Схема розташування фенів на пронотумі імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say

Для аналізу мінливості рисунка пронотума імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say використовується видозмінена формула Тауера:

$$KLMN \frac{A^1BCD_1E_{(3)}GHF}{A_1BCD_2E_3GHF} U.$$

Формула має вигляд дробу, де в чисельнику літерами позначають фени лівої сторони пронотума, а в знаменнику – правої. Цифрами позначають їх число конкретного фену, а дужками вказують на злиття фенів. Смуга А може мати згин вгорі (символ  $A^1$ ), або внизу (символ  $A_1$ ).

Фени рисунку пронотума, що розташовані на повздовжній його осі, позначають перед формулою (К, L, М, Р), а варіанти фену А – в кінці формули (рис. 2).

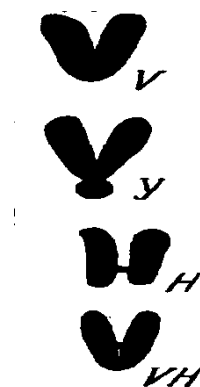


Рис. 2. Фени групи А центральної частини пронотума імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say

Якщо смуги А не злиті разом, то це за фен U. Якщо смуги А зливаються нижніми кінцями, то це фен V, якщо горизонтальною смужкою – то фен H. Якщо фен V зливається з феном Р, то утворюється фен Y. Інколи фен V має горизонтальну смужку, або навіть зливається з феном Р.

Окрім фенів групи А до найбільш мінливих належать фени груп D, E, K. Так, фен D утворює варіації у вигляді однієї (D<sub>1</sub>), двох (D<sub>2</sub>) та трьох (D<sub>3</sub>) плям. Вони можуть зливатися, утворюючи смужку, паралельну фену А (D1). Фени групи E утворюють різні кількісні варіації.

### Хід роботи

1. Зберіть в один і той самий час з ділянок, де ростуть картопля, помідори, перець по 50 особин імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say. Жуків збирайте у окремі морилки. Потім створіть з них окремі колекції на ватних матрацках. Зробіть етикетки, де зазначте: дату збору, місце збору, площу ділянки, сорт рослини, чи оброблялися насадження рослини пестицидами, якщо – так, то якими, тощо.

2. Складіть формули Тауера для фенотипів пронотумів імаго зібраних колекцій. Результати занесіть до окремих таблиць за прикладом табл. 1.

Таблиця 1

Різноманітність фенотипів пронотумів імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say, зібраних на рослинах картоплі/помідорів/перцю

№ пронотума	Формула фенотипу пронотума (морфи)
1.	
2.	
3.	
...	

3. Обчисліть для локальних популяцій досліджуваних пасльонових культур показник внутрішньопопуляційного різноманіття морф та його статистичну похибку за формулами:

$$\mu = \left( \sum_i^m \sqrt{p_i} \right)^2,$$

де  $p_i$  – частота відповідної морфи у колекції,  $m$  – кількість морф у колекції.

$$S\mu = \sqrt{\frac{\mu(m-\mu)}{N}},$$

де  $m$  – кількість морф у колекції,  $N$  – кількість імаго у колекції.

3. Опишіть різноманітність фенів, що утворюють рисунки пронотумів імаго зібраних колекцій. Результати занесіть до окремих таблиць за прикладом табл. 2.

Різноманітність фенів, що утворюють рисунки пронотумів імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say, зібраних на рослинах картоплі/помідорів/перцю

№ п/п фена	Символ фена	Кількість пронотумів, що мають фен
1.	<i>A</i>	
2.	<i>A</i> <sup>1</sup>	
3.	<i>B</i>	
...	...	

4. Зробіть висновок про величину фенотипічного поліморфізму популяції *Leptinotarsa decemlineata* Say за рисунком пронотуму імаго на різних пасльонових культурах.

## Практична робота №2

### Морфогенетичний поліморфізм популяції *Leptinotarsa decemlineata* Say за рисунком елітер

*Мета:* навчитися ідентифікувати фени, що утворюють рисунок елітер імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say, та описувати фенотипи і генотипи імаго за даною ознакою; вивчити фени рисунку елітер *Leptinotarsa decemlineata* Say у певній локальній популяції та виявити наявність флуктуючої асиметрії (незначних неспрямованих відхилень від білатеральної симетрії) за даною ознакою.

*Обладнання:* колекції імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say, зібрані на різних пасльонових культурах (на різних сортах пасльонових культур тощо), ручні лупи, біноклярні лупи.

#### *Хід роботи*

1. У колекції імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say роздивіться кожного жука та встановіть характер рисунку на правій та лівій елітері. Кожна елітера має 5 чорні повздовжні смужки. Ці смужки до вершини елітер можуть у одних жуків не зливатися, у інших – зливаються 2-а та 3-я смужки, утворюючи рисунок *V* (домінантна ознака (фен)) або зливаються три смужки, утворюючи рисунок *W* (рецесивна ознака) (рис. 1).

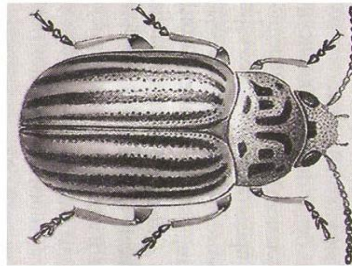


Рис. 1. Фени рисунків елітер імаго *Leptinotarsa decemlineata* Say

2. Роздивіться праву та ліву елітеру. Чи однакові (симетричні) на них рисунки?
3. Порахуйте кількість жуків з симетричними V- та W-рисунком та асиметричним W/V-рисунком елітер. Результати занесіть до табл. 1.

Таблиця 1.

Фенотип	Схематичний рисунок фенотипу	Генотип	Кількість, шт.	Частота, %

4. За допомогою формули Харді-Вайнберга визначте генотипічну структуру локальної популяції жуків з симетричними V- та W-рисунком і частоту домінантного та рецесивного алелів.
5. Зробіть висновок щодо різноманітності фенів, домінування певних фенів, частки рідкісних фенів у вивченій популяції.

### Практична робота №3

#### Фенотипічна структура ценопопуляцій *Chelidonium majus* L. (чистотілу великого) за фенами його листків в екологічно різних умовах

*Мета:* навчитися ідентифікувати фени термінальної долі листка *Chelidonium majus* L., оцінити поліморфізм ценопопуляцій *Chelidonium majus* L. за фенами його листків у екологічно різних біотопах.

### Хід роботи

1. Роздивіться на рис. 1 загальний вигляд рослини *Chelidonium majus* L.

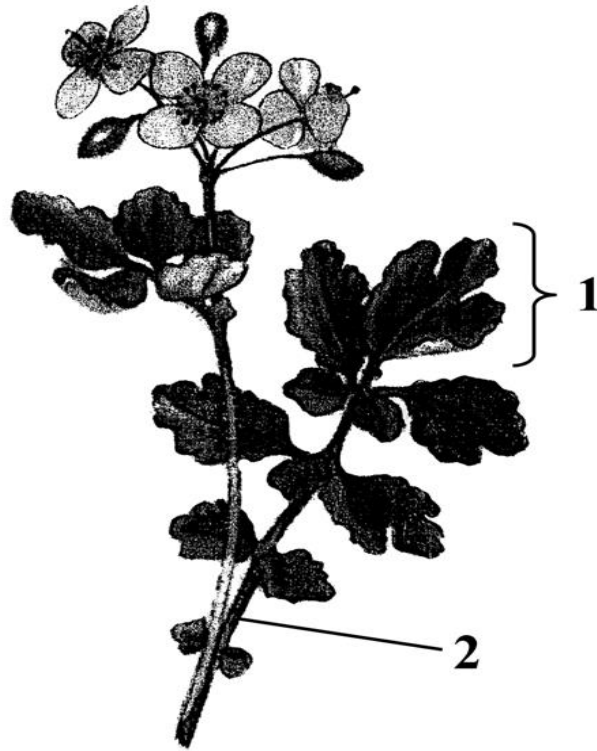


Рис. 1. Загальний вигляд рослини *Chelidonium majus* L. (1 – верхня трилопатева доля, 2 – перистороздільний листок)

2. Листок чистотілу – глибокоперисторозділений з 3-5-ма парами долів, верхня доля найбільша за розміром, зазвичай, трилопатева, але зустрічаються різні варіації (фени) цієї долі (рис. 2).

3. Знайдіть дві ділянки, де росте *Chelidonium majus* L., але які відрізняються за екологічними умовами (добре освітлені чи затінені, з різним типом ґрунту, з різним режимом зволоженості, з різним антропогенним навантаженням, з різних біоценозів тощо).

4. На кожній ділянці (в кожній ценопопуляції *Chelidonium majus* L. вивчіть 25-30 рослин. Роздивіться верхню (термінальну) долю кожного листка, користуючись рис. 2 встановіть її форму (фен). Листки не зривайте, а вивчайте їх і робіть записи на місці!

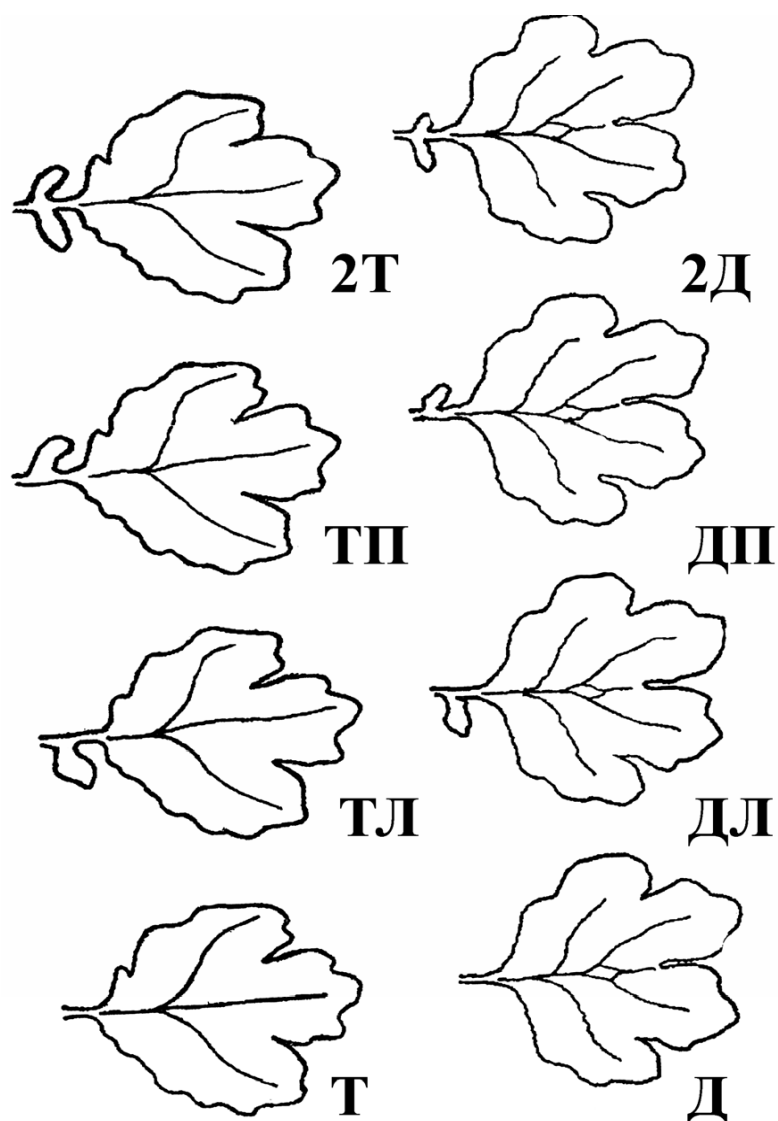


Рис. 2. Фени верхньої долі листка *Chelidonium majus* L. (Савінов, 1998); літерами позначені символи фенів

5. Порахуйте кількість листків кожної групи фенів та визначте їх частку (у %) відносно до загальної кількості вивчених листків у ценопопуляції *Chelidonium majus* L. Отримані дані занесіть до табл. 1.

Таблиця 1

Показники фенотипічної різноманітності ценопопуляцій *Chelidonium majus* L. за формою термінальної долі листків

Цено попу ляція	Загальна кількість листків у вибірці,	Кількість фенів, шт.	Частота фенів, %									
			Т	ТЛ	ТП	2Т	Д	ДЛ	ДП	2Д		

	шт.									
Ділянка 1										
Ділянка 2										

6. Зробіть висновки: 1) про вплив умов середовища на фенотипічну різноманітність ценопопуляції *Chelidonium majus* L. за формою термінальної долі листка; 2) про те, чи можуть бути фени листків *Chelidonium majus* L. використані у біоіндикації середовища.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атраментова Л.А., Утевская О.М. Статистические методы в биологии. Горловка: Ліхтар, 2008. 248 с.
2. Афанасьєва К.С., Киряченко С.С., Рушковський С.Р. та ін. Навчальна польова практика з генетики. Методичні вказівки для студентів біологічного факультету. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 32 с.
3. Воробйова Л. І., Таглина. О. В. Генетичні основи селекції рослин і тварин. Х.: Ранок, 2007. 224 с.
4. Генетика з основами селекції / Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М.. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 292 с.
5. Генетика: підручник / А. В. Сиволоб, С. Р. Рушковський, С. С. Кир'яченко та ін. / за ред. А. В. Сиволоба. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 320 с.
6. Дегтярьова Н. І. Лабораторний і польовий практикум з генетики. К.: Вища шк., 1973. 272 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Загальна та молекулярна генетика. Практикум / С.В. Демидов, В.Ф. Безруков, А.В. Сиволоб та ін. К.: Фітосоціоцентр, 2005. 240 с.
9. Кандиба Н.М. Генетика: Курс лекцій: Навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2013. 397 с.
10. Лагутенко О. Т., Чепурна Н. П. Генетика з основами селекції: лабораторний практикум. К.: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. 160 с.
11. Лазаренко Л.М, Александрова О.І., Рушковський С.Р. та ін. Методичні вказівки до малого практикуму з курсу «Генетика з основами селекції» для студентів біологічного факультету. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 32 с.
12. Маруненко І. М., Неведомська Є. О. Основи генетики: навч.-метод. посіб. з питань проведення практичних і самостійних робіт. 5-те вид., перероб. і доп. К.: Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2014. 57 с.

13. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высш. шк., 1971. С. 45-88.
14. Шварцман П. Я. Полевая практика по генетике с основами селекции М.: Просвещение, 1986. С. 77.
15. Яблоков А. В. Фенетика. М.: Наука, 1982.
16. Яблоков А. В., Ларина Н. И. Введение в фенетику популяций Ларина. М.: Высшая школа, 1985.

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З БІОЛОГІЇ (БЛОК «ГЕНЕТИКА З ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦІЇ») У ДИСТАНЦІЙНІЙ ФОРМІ**

Офіційними каналами зв'язку студентів із керівником навчальної практики за дистанційної форми проведення є платформа Moodle та інтернет ресурси Zoom та Viber.

На підготовчому етапі керівник практики визначає засоби комунікації; форми та графік консультацій в дистанційному режимі; форми і методи поточної та підсумкової атестації; ознайомлює студентів із змістом практики та вимогами до звітної документації, проводить інструктаж з техніки безпеки; разом із студентами обговорює основні етапи програми практики та складові індивідуального плану проходження практики.

При оголошенні карантинних умов студенти працюють на платформі Moodle, де розміщено всі необхідні матеріали.

Керівник практики забезпечує розміщення на платформі Moodle усіх необхідних навчально-методичних матеріалів до навчальної практики, необхідні робочі документи з практики для роботи студентів у форматі online; організовує доступний формат проведення консультацій з практики; забезпечує своєчасне надання студентам методичних рекомендацій для виконання програми практики (індивідуального завдання, оформлення щоденника і звіту практики); проводить консультації з практики та веде облік виконаної роботи в журналі Moodle; по закінченню практики проводить підсумкову конференцію з навчальної практики у зручному форматі та виставляє залік.

Студенти зобов'язані: регулярно виходити на зв'язок з керівником практики; чітко дотримуватись графіку та формату спілкування з керівником практики; від керівника практики отримати індивідуальне завдання та

консультації щодо оформлення всіх необхідних робочих документів та звітної документації з практики; у повному обсязі виконувати всі завдання, передбачені програмою практики та рекомендації керівника практики; по закінченню практики взяти участь у підсумковій конференції з практики. Підсумкова конференція здійснюється в останній день проходження навчальної практики і включає представлення та захист звітної документації на базі платформи Zoom.

**Методичне видання**

**ТОРЯНИК** Валентина Миколаївна

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З БІОЛОГІЇ  
(БЛОК «ГЕНЕТИКА З ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦІЇ»)**

*ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ  
014 СЕРЕДНЯ ОСВІТА (БІОЛОГІЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ),  
091 БІОЛОГІЯ*

Підп. до друку 13.06.2021.  
Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,4.  
Ум. фарб.-відб. 1,7. Обл.-вид. арк. 0,7.  
Тираж 50 пр. Вид. №64

Видавець і виготовлювач:  
ФОП Цьома С.П. 40002, м. Суми, вул. Роменська, 100.  
Тел.: 066-293-34-29.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
серія ДК, № 5050 від 23.02.2016