



ПОПУЛЯЦІЙНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні рекомендації

Київ – 2023

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Кафедра екології та зоології

Методичні рекомендації

до практичних занять з освітнього компоненту

«ПОПУЛЯЦІЙНА ЕКОЛОГІЯ»

Галузь знань:	10 «Природничі науки»
Спеціальність:	101 «Екологія»
Освітній рівень:	Бакалавр
Освітня програма:	Екологія
Вид дисципліни:	Вибіркова

Укладачі:

асистенти Проценко Ю.В., Безсмертна О.О.

*Рекомендовано науково-методичною комісією
навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 4 від 22 листопада 2023 року)*

Укладачі:

Ю.В. Проценко, к.б.н., асистент кафедри екології та зоології

О.О. Безсмертна, к.б.н., асистент кафедри екології та зоології

Рецензенти:

Бабицький А.І., доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України

Рубановська Н.В., старший викладач кафедри біології та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка

**Популяційна екологія. Методичні рекомендації / Укладачі
Проценко Ю.В., Безсмертна О.О. – Київ: 2023. – 50 с.**

Методичні рекомендації містять перелік практичних робіт і матеріали для самостійного опрацювання, що стосуються дослідження популяційних особливостей рослинного і тваринного світу. Для кожного практичного заняття надано коротку теоретичну інформацію, термінологію та показано подальше практичне застосування даних, які будуть отримані під час практичних робіт.

Методичні рекомендації призначені для студентів ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, які навчаються за освітньо-науковою програмою «Екологія» освітнього рівня «Бакалавр».

Методичні рекомендації наводяться в авторській редакції.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота № 1: Обліки дерев, як метод визначення стану популяції.....	5
Практична робота №2: Просторовий розподіл особин популяції.....	9
Практична робота №3: Визначення проективного покриття в популяції 12 (за методом Браун-Бланке)	12
Практична робота №4: Визначення щільності та рясності особин в популяції.....	18
Практична робота №5: Вікова структура популяції досліджуваного виду. Вікові періоди та спектри популяції.....	21
Практична робота №6: Генетична структура популяції людей	29
Практична робота №7: Фенотипічний поліморфізм популяцій сонечка-арлекін (<i>Harmonia axiridis</i> Pall.)	32
Практична робота №8: Морфометричні показники ляща (<i>Abramis brama</i> L.).....	36
Практична робота №9: Віталітетна структура популяції рослин	3641
Словник основних термінів та понять	44
Перелік використаних джерел.....	48

Вступ

Для існування популяцій першочергове значення мають такі інтегральні показники, як чисельність, щільність особин виду, площа популяції, її вікова, просторова, статева й віталітетна (життєва) структура. Також до диференційних індивідуальних параметрів належать ознаки особин, такі як габітус (зовнішній вигляд), віковий стан, характер онтогенезу, параметри репродуктивних процесів та морфологічна мінливість.

Грунтовно проведений популяційний аналіз дає можливість повною мірою здійснити соціологічну оцінку популяції виду, установити динамічні тенденції й характер виявлених змін (прогресивні чи регресивні), спрогнозувати їх перспективи, а тому є хорошим підґрунтям для оптимізації інформаційних та організаційних засад моніторингу та менеджменту популяції виду, що є надзвичайно актуальним сьогодні у світлі стратегії сталого розвитку та збереження біорізноманіття.

Запропонований зміст методичних рекомендації до практичних занять із дисципліни «Популяційна екологія» було апробовано авторами упродовж 2016–2023 рр., під час викладання цієї дисципліни студентам-екологам Навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Методичні рекомендації буде оприлюднено у вигляді електронного посібника з можливістю для читачів залишати коментарі та зауваження. Автори будуть вдячні за виявлені недоліки та радо приймуть всі зауваження та поради, які намагатимуться врахувати під час викладання матеріалу освітнього компоненту «Популяційна екологія».

Практична робота № 1:

Обліки дерев, як метод визначення стану популяції

Облік дерев, це комплексний метод визначення стану ценопопуляції. Під час обліку фіксується вид дерева, його координати, висота дерева, ушкодження тощо. Все це дозволяє визначити не лише приблизний вік ценопопуляції, а й також її стан (наскільки ценопопуляція вражена шкідниками і дерева пошкоджені, наскільки вона є привабливою для тварин). Так навколо великих старовікових дерев формуються багаторічні та різноманітні біотичні зв'язки. Вони надають притулок більшій кількості тварин ніж молоді дерева, та формують більшу гетерогенність середовища. В таких лісах краще представлена ярусність та мозаїчність екосистем.

Віковий розподіл особин ценопопуляції рослин називають віковим спектром. Якщо у віковому спектрі рослини представлені лише насіння і молоді особини, таку ценопопуляцію називають інвазійною. Частіше такою є молода популяція, щойно впроваджена в фітоценоз певного біогеоценозу.

Розрізняють нормальні повноцінні і нормальні неповноцінні ценопопуляції.

Нормальна повноцінна ценопопуляція представлена всіма віковими станами і здатна до самопідтримання насінням або вегетативним розмноженням.

Неповноцінною нормальною ценопопуляцією називають таку, в якій відсутні особини окремих вікових станів (сходи або, найчастіше,

старі особини). Такими є популяції рослин – монокарпиків, які плодоносять один раз у житті. Це однорічні і дворічні рослини.

Обладнання: роздруковані бланки обліку дерев (по 25 на кожную підгрупу), мірні вилки (по одній на кожную підгрупу), одна рулетка, компас або смартфон (по одному на кожную підгрупу).

Хід роботи:

1. Групу студентів виводимо в польові умови і ділимо на підгрупи по 3-4 людини.

2. Кожна підгрупа обирає один вид дерева в насадженні.

3. Визначаємо вид дерева.

4. За допомогою смартфона визначаємо координати дерева.

5. За допомогою мірної вилки (рис. 1), визначаємо діаметр стовбура дерева на висоті 120 см. При цьому ми використовуємо шкалу на мирній вильці, яка починається з нуля від верхньої губки вилки (рис. А).

6. Один студент визначає довжину власного кроку, за допомогою рулетки. Цей студент і буде міряти висоту дерева.

7. Притулившись до стовбура дерева спиною, треба відійти від нього на відстань 12-20 метрів, наскільки дозволяє щільність посадки дерев. Тепер ми використовуємо на мірній вильці іншу шкалу, яка починається не з нуля від верхньої губки (рис. Б). Відповідно, на цій шкалі ми відміряємо ту кількість метрів, яку ми відійшли від стовбура дерева і фіксуємо іншу губку гвинтом, щоб губки не рухалися. Далі перекидаємо нитку із грузилом на той бік мірної вилки, де на нижній губці є «косі мітки» (рис. В). Беремо мірну вилку і якби прицілюємось верхньою губкою на верхівку дерева (рис. Г). Дивимось на якій поділці

«косі шкали» знаходиться нитка – і таким чином визначаємо висоту дерева (рис. В).

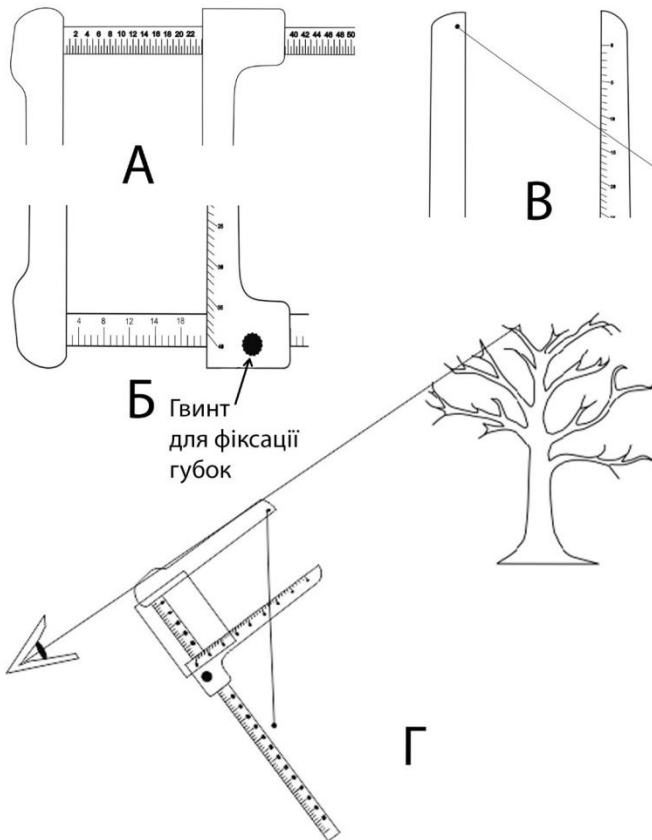


Схема вимірювання висоти дерева за допомогою мірної вики та різні шкали на ній: А – шкала для вимірювання товщини дерева (відлік на шкалі починається від внутрішнього краю верхньої губки); Б – шкала для вимірювання відстані від дерева (відлік на шкалі починається від зовнішнього краю губки), на малюнку вказана відстань 20 м; В – шкала для вимірювання висоти дерева (знаходиться на одному з боків нижньої губки), на малюнку висота дерева дорівнює 12 м; Г – схема вимірювання висоти дерева.

8. Визначаємо висоту першого галуження стовбура (якщо висота 3-6 метрів на око, якщо вище- за допомогою мирної вилки).

9. За допомогою компасу, або смартфона, визначаємо сторони світу. Після чого вибираємо з кожного боку дерева найдовшу гілку і визначаємо її довжину. Краще спочатку стати під кінцем гілки, а потім крокувати до стовбура.

10. Позначаємо ушкодження дерева (зламаний стовбур вітровалом, пошкоджені гілки, дупла, морозобоїни тощо).

11. Якщо необхідно, додаємо примітки (з кореня виходить більше ніж один стовбур, в кроні багато сухих гілок тощо).

12. Всі дані заносимо в бланк обліку.

13. В лабораторних умовах обраховуємо середню висоту дерева та проекцію крони.

14. Виходячи із вище обрахованих показників та загального стану дерев, зробити висновок про стан ценопопуляції.

Практична робота №2:

Просторовий розподіл особин популяції

Простір, який займає популяція надає їй засоби до життя. Кожна територія може прогудувати лише певне число особин. Природно, що повнота використання наявних ресурсів залежить не тільки від загальної чисельності популяції, але й від розміщення особин у просторі. Це наочно проявляється у рослин, площа живлення яких не може бути менше деякої граничної величини. Перехоплюючи корінням поживні речовини і воду, затінуючи простір, виділяючи ряд активних речовин, кожна рослина поширює свій вплив на певну площу, тому оптимальним для популяції є такий інтервал між сусідніми екземплярами, при якому вони не впливають негативно один на одного, але при цьому не залишається і невикористаного простору.

У найпершому наближенні з усього різноманіття просторових розподілів, що зустрічаються в природі, можна виділити три основні:

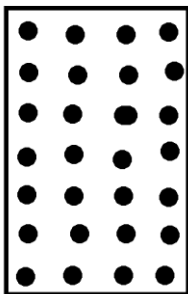
випадкове;

регулярне;

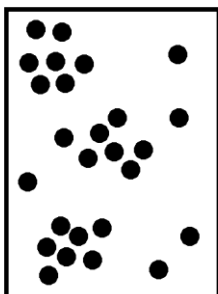
плямисте.

Щоб на практиці розрізнити описані вище типи просторові розподіли, використовують різні статистичні методи.

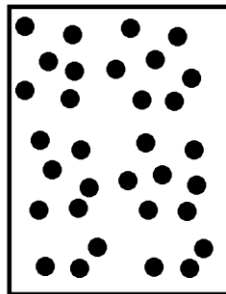
Найпростіший з них (хоча і не завжди найкращий) – порівняти дисперсію розподілу щільності з середнім значенням щільності. Також цей метод називається «метод шкарпетки».



Рівномірне



Групове



Випадкове

Типи можливого просторового розташування особин популяції (Злобин и др., 2013)

При істинно випадковому розподілі дисперсія дорівнює середньому ($\sigma^2=x$), при регулярному розподілі дисперсія менше середнього ($\sigma^2<x$), а при плямистому-дисперсія більше середнього ($\sigma^2>x$).

Обладнання: яскравий об'єкт для кидання (шкарпетка із невеличким грузилом в середині; пластикову пляшку на чверть заповнену водою, запальничку тощо), мірна рамка розміром 1мх1м (одна на кожен підгрупу), записник, рулетка.

Хід роботи:

1. Ділимо групу на підгрупи по 3-4 студента.
2. Виходимо в поле. Вибраємо одну ділянку чи більше ділянок. Кожній підгрупі назначаємо свій вид рослини, тобто на одній ділянці може працювати одразу кілька підгруп.
3. Кожна підгрупа студентів кроками обмірює свою ділянку і записує в записник. Для того щоб знати розмір кроку – потрібна рулетка.

4. В кожній групі студенти вибирають одного, який буде кидати шкарпетку. Лише він повинен робити всі кидки. Кидків необхідно зробити 25 раз.

5. Визначаємо де південь.

6. Студент бере шкарпетку, закриває очі, кілька разів обертається навколо власної осі і кидає шкарпетку. Якщо шкарпетка падає за межі полігона, кидок повторюється із попередньої точки. Якщо шкарпетка впала в межах ділянки – це буде нижній лівий кут мірної рамки, сторона рамки лежить в напрямку південь-північ. Можна обирати і інші варіанти розташування рамки, але для кожної підгрупи це повинно бути завжди однаково.

7. Обрахувати кількість досліджуваної рослини в межах мірної рамки.

8. Записати дані.

9. Далі в аудиторії вже можна обраховувати дисперсію.

10. Зробити висновок про тип розподілу даного виду.

Дисперсію розрахувати можна за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n},$$

де σ^2 – дисперсія, \bar{x} – середня щільність, n – кількість вибірок.

Практична робота №3: Визначення проективного покриття в популяції (за методом Браун-Бланке)

Для оцінки та моніторингу популяцій рослин (особливо це стосується рідкісних видів) важливим аспектом є площа популяції та показник проективного покриття.

Проективне покриття – це покриття проєкціями надземних частин рослин поверхні ґрунту, виражене у відсотках (Абдулоєва, Соломаха, 2011). Проективне покриття може визначатися в кількісних або в бальних величинах. Проективне покриття може визначатися візуально. Людське око може визначити ступінь покриття із точністю, яка достатня для геоботанічних та популяційних досліджень.

Розрізняють загальне проективне покриття (покриття всього ярусу) і часткове проективне покриття (покриття окремих видів). Також виділяють істинне проективне покриття, тобто відносну площу основ рослин (цей показник застосовують тільки для визначення задернованості).

Загальне покриття не дорівнює сумі покриттів видів, тому що наземні частини рослин перекривають одна одну. Зважаючи на це, сума проективного покриття окремих видів буде більшим числом.

Для вираження проективного покриття використовують різноманітні шкали. Зазвичай, традиційними були бальні шкали проективного покриття. Їх розділяють на асиметричні (нерівнодистаційні) і симетричні (рівнодистаційні). Таких шкал існує

достатньо велика кількість, однак більшість з них мало чим принципово відрізняються одна від одної і не використовуються.

Прикладом рівнодистаційної шкали є шкала Браун-Бланке: 1 бал — до 5%, 2 — 5-25%, 3 — 25-50%, 4 — 50-75% і 5 — 75-100%.

Прикладом нерівнодистаційної шкали є шкала Б. М. Міркіна : + — до 1%, 1 — до 5%, 2 — 5-15%, 3 — 15-25%, 4 — 25-50%, 5 — 50-100%.

Однак у європейській практиці фітоценотичних та популяційних досліджень сьогодні найбільшої популярності набуває саме пряма відсоткова шкала оцінки проективного покриття.

Обладнання: рулетка (50 м), металеві штекери, роздрукований бланк дослідження (додається).

Хід роботи:

1. Ділимо групу на підгрупи по 3-4 студента.
2. Виходимо в поле. Вибираємо одну ділянку на кожну підгрупу (відповідне обладнання має бути у кожній підгрупі).
3. Перевага надається досліджуваним ділянкам із трав'янистими біотопами задля збільшення наочності.
4. Кожна підгрупа закладає ділянку площею 10м^2 (зі сторонами квадрату 3,16 м, діагональ – 4,47 м) (кути квадрата орієнтовані на сторони горизонту).
5. У бланк геоботанічного опису (додається) внести відповідні відомості щодо проективного покриття наявних у межах досліджуваної ділянки рослин у відсотках.

6. Визначити ступінь перекриття рослин у досліджуваній ділянці порівнявши загальне проективне покриття та суму проективного покриття кожного виду рослин.



Закладання досліджуваної ділянки (Експедиція EDGG, 2021 р.)

7. Визначити вид біотопу та зробити припущення щодо його особливостей з огляду на видовий склад рослин використовуючи фітоіндикаційні шкали Елленберга, Національний каталог біотопів та Атлас трав'яних біотопів України.

8. Порівняти вихідні відомості між підгрупами (загальне проективне покриття, тип біотопу).

9. Зробити висновок щодо однорідності рослинного покриву масиву, де розташовані дослідні ділянки кожної підгрупи.

Геоботанічний опис (10 м²) для трав'янистих угруповань

№ ділянки.: ... Дата: ... Протокол заповнив:
 Інший автор (и): Фото (автор і № фото.):
 Місцезнаходження: Висота: м н.р.м.
 Широта:° Довгота:° Точність: м °
 Експозиція:° Крутизна:°
 Позиція у рельєфі: Материнська порода:
 Землекористування у поточному році: Випас Косіння Випалювання
 Занедбаність Оранка у минулому

 Тип рослинності:
 Примітки:
 Висота рослинності (5х): |.....|.....|.....|..... см Зібрано зразок ґрунту

Ярус	Покриття (%)	Мах. висота (м)
Рослинність загалом		-
T: Деревний (>5 m)		
S: Чагарниковий (>0.5–5 m)		
H: Трав'яний		
C: мохово-лишайниковий		-

Інші поверхні	Cover (%)
Підстилка	
Мертва деревина	
Каміння і скелі (> 63 мм)	
Гравій (2–63 мм)	Σ = 100%
Дрібнозем (< 2 мм)	

▼ обведіть зібрані таксони – діагональ квадрату у 10 м²: 4.47 м

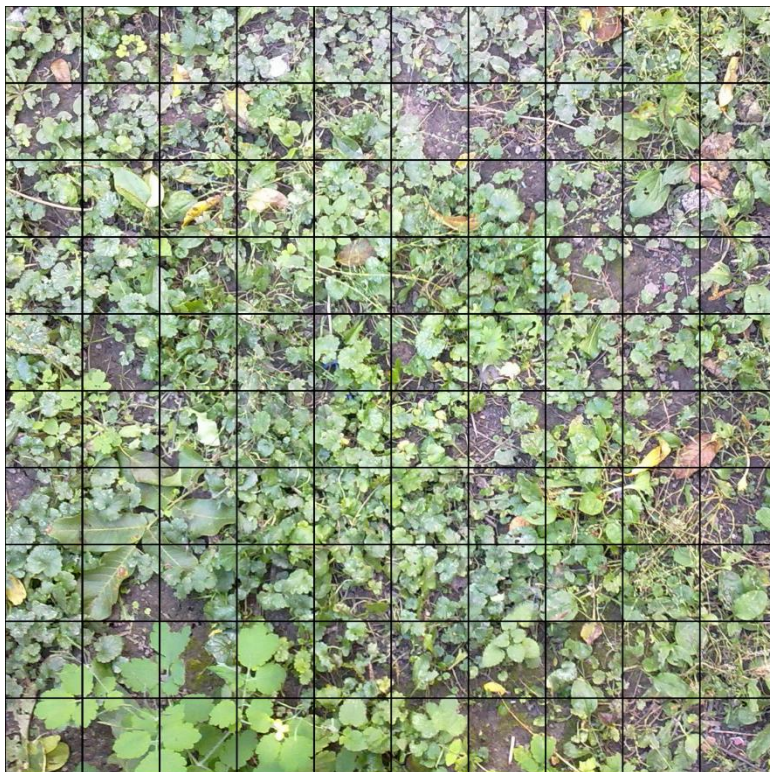
№	Ярус	Покриття %	Вид	№	Ярус	Покриття %	Вид
1				31			
2				32			
3				33			
4				34			
5				35			
6				36			
7				37			
8				38			
9				39			
10				40			
11				41			
12				42			
13				43			
14				44			
15				45			
16				46			
17				47			
18				48			
19				49			
20				50			
21				51			
22				52			
23				53			
24				54			
25				55			
26				56			
27				57			
28				58			
29				59			
30				60			

На 10 м², наступні значення покриття відповідають повністю заповненому квадрату із довжиною: 75%: 274 см, 50%: 224 см; 40%: 200 см; 30%: 173 см; 20%: 141 см; 10%: 100 см; 8%: 89 см, 5%: 71 см; 2%: 45 см; 1%: 32 см; 0.5%: 22 см; 0.1 %: 10 см; 0.05 %: 7 см; 0.01%: 3 см; 0.001%: 1 см

Самостійна робота:

Автоматизоване визначення проєктивного покриття у програмному додатку ImageJ (у вільному доступі - <http://imagej.nih.gov/ij/>)

Сфотографуйте покриття на обліковій ділянці площею 1x1 м або 50x50 см та обробіть знімок в камеральних умовах за допомогою програми ImageJ для розпізнавання образів (Broeke et al., 2015).



Проекція надземних частин рослин, сфотографована через бісекту. Фото студентки Т.Гладкої, 2011 р.

Практична робота №4:

Визначення щільності та рясності особин в популяції

Густота стояння, щільність – це кількість особин (пагонів, кущів, дернин, партикул тощо) на одиницю площі фітоценозу. Залежить від біологічних особливостей виду, сили конкуренції з іншими рослинами, «віку давності» популяції.

Визначення щільності аналогічне як для рослин, так і для тварин. Так, наприклад, щільність популяції людей на планеті Земля становить приблизно 14 ос./кв. км (*осіб на квадратний кілометр*), що розраховується шляхом ділення відомого показника чисельності населення Землі (близько 7 млрд людей), на площу поверхні Землі (приблизно 0,5 млрд кв. км).

Рясність – чисельність особин у фітоценозі, виражена в абсолютних одиницях (індивідах) або відносно загальної чисельності рослин у фітоценозі.

Приклади абсолютної рясності: 500 дерев дуба звичайного у фітоценозі; 30 тис генеративних особин цибуля гранчатої у фітоценозі; 800 дернин ковили волосистої у фітоценозі; 1 млн парціальних пагонів тонконогу лучного у фітоценозі.

Відносну рясність оцінюють, використовуючи шкали (див. таблицю).

Обладнання: рамка зі сторонами 1 м (дерев'яна) для обмеження мінімальної пробної площі

Таблиця співвідношення шкал рясність-проективне покриття

Шкала рясності, за Друде	Шкала проективного покриття
1 – sol, особини виду одиночні	<1 %
2 – sp, особин мало, рідко, розсіяно	1-5%
3 – cop1, часто	6-20%, або до ¼ пробної площі
4 – cop2, рясно	21-50%, або ¼ - ½ пробної площі
5 – cop3, дуже рясно, масово	51% і більше (або більше ½ пробної площі)
6 – soc, пануючий вид	

Хід роботи:

1. Ділимо групу на підгрупи по 3-4 студента.
2. Виходимо в поле. Вибираємо одну ділянку на кожну підгрупу (відповідне обладнання має бути у кожній підгрупі).
3. Перевага надається досліджуванім ділянкам із трав'янистими біотопами задля збільшення наочності.
4. Кожна підгрупа закладає ділянку площею 1м² у межах одного масиву з більш-менш однорідною рослинністю (лука, степ).
5. У закладених ділянках студенти підраховують кількість особин обраного досліджуваного виду, таким чином встановлюючи щільність (кількість особин на одиницю площі).

6. Підсумувавши кількість досліджуваних особин із усіх досліджуваних студентами ділянок та екстраполювавши цю цифру на орієнтовну загальну площу території, яка зайнята однорідною рослинністю зробити висновок про рясність досліджуваного виду у фітоценозі (абсолютну кількість особин досліджуваного виду у фітоценозі).

Практична робота №5:

Вікова структура популяції досліджуваного виду.

Вікові періоди та спектри популяції.

Віковий стан особини рослини – це етап індивідуального розвитку рослини, на якому вона має певні екологічні і фізіологічні властивості. Характеризуючи вікову структуру популяцій у рослин, потрібно мати на увазі, що абсолютний вік рослини та її віковий стан – різні поняття.

Співвідношення сукупності різних вікових станів особин певного досліджуваного виду становить віковий спектр (вікову структуру) популяції. Вікова структура ценопопуляцій визначається такими властивостями виду, як: періодичність плодоношення, швидкість переходу з одного вікового стану в інший, тривалість кожного стану, тривалість великого життєвого циклу, здатність до вегетативного розмноження і утворення клонів, стійкість до захворювань та несприятливих природних умов тощо.

Великий життєвий цикл включає етапи розвитку рослини від формування зародка насінини до смерті або до відмирання всіх її поколінь, що виникли від неї вегетативно. У великому життєвому циклі виділяють онтогенетичні періоди і вікові стани.

Нижче подаємо детальнішу характеристику спектрів з метою покращення сприйняття матеріалу та опису вікових спектрів обраних досліджуваних видів.

1) Латентний – період первинного спокою, коли рослина перебуває у вигляді насіння чи плодів;

2) Віргінільний або передгенеративний – від проростання насіння до формування генеративних органів;

3) Генеративний – період розмноження рослин насінням чи спорами;

4) Сенильний або постгенеративний – це період різкого зниження і втрати здатності до статевого розмноження, який закінчується повним відмиранням рослин.

Вікові стани рослин

Вікові стани	Умовні позначення	
I. Латентний	Насіння	S_m
II. Передгенеративний (віргінільний)	Проростки (сходи)	P
	Ювенільні особини	J
	Іматурні особини	I_m
	Молоді вегетативні особини	V_1
	Дорослі вегетативні особини	V_2
III. Генеративний	Молоді генеративні особини	g_1
	Середньовікові генеративні особини	g_2
	Старі генеративні особини	g_3
IV. Постгенеративний (сенильний)	Субсенильні особини	SS
	Сенильні особини	S



Вікові стани цибулі ведмежої (*Allium ursinum*): P – проросток, J – ювенільний, IM – іматурний, V – віргінільний, G – генеративний, S – синільний (Шманова, Крічфалушій, 1995)

Кожен із періодів характеризується відповідними віковими станами. Тривалість окремих періодів індивідуального розвитку, характер і час переходу від одного вікового стану до іншого є біологічною особливістю виду рослини та її адаптації до умов середовища у процесі еволюції.

Насіння характеризується відносним спокоєм, коли обмін речовин у ньому зведений до мінімуму. Сходи мають зародкові корінці

та сім'ядольні листки, живляться ще за рахунок запасних поживних речовин насіння і фотосинтезу сім'ядолей.

Ювенільні рослини переходять до самостійного живлення. Переважно у них вже відсутні сім'ядолі, але листки ще нетипові, менших розмірів та іншої форми, ніж у дорослих.

Іматурні рослини мають ознаки переходу від ювенільних до дорослих особин. У них спостерігається початок галуження пагонів, з'являються типові листки. Ювенільні ознаки поступово замінюються типовими для виду рослини. Цей стан у деяких видів є довготривалим.

Вегетативні особини (віргінільні) характеризуються процесом формування типової життєвої форми рослин з відповідними типовими ознаками морфологічної структури підземних органів і надземної пагонової системи. Рослини закінчують передгенеративний період свого життєвого циклу. Генеративні органи ще відсутні. На різних етапах формування типової вегетативної сфери виділяють молоді та дорослі вегетативні особини, готові вступити у генеративну фазу розвитку.

Генеративні особини характеризуються переходом до цвітіння і плодоношення. Молоді генеративні особини завершують формування типових структур виду. У них з'являються генеративні органи (квітки та суцвіття), спостерігається їх перше цвітіння.

Середньовікові генеративні особини відзначаються щорічним максимальним приростом вегетативної сфери за рахунок розвитку нових пагонів збагачення, рясним цвітінням і високою насінневою продуктивністю. В такому стані рослини можуть перебувати різний час, залежно від тривалості життя і біологічних особливостей видового онтогенезу. Це один із найважливіших періодів життя рослини, що

привертає увагу спеціалістів-теоретиків і практиків. Регулюючий вплив на культурні кормові та декоративні садово-паркові рослини дає можливість продовжити їхню «молодість» і підвищити продуктивність перших та декоративні якості других.

Старі генеративні особини послаблюють процес пагоноутворення, різко знижують насінневу продуктивність. У них починаються процеси відмирання, які поступово переважають над процесами утворення нових пагонових структур.

Сенильні особини відрізняються чітко вираженим процесом старіння. З'являються дрібні пагінці з листками ювенільного типу. Рослина з часом відмирає.

Віковий розподіл особин ценопопуляції рослин називають **віковим спектром**. Розрізняють нормальні повноцінні і нормальні неповноцінні ценопопуляції.

Повноцінна ценопопуляція представлена всіма віковими станами і здатна до самопідтримання насінням або вегетативним розмноженням.

Неповноцінною ценопопуляцією називають таку, в якій відсутні особини окремих вікових станів (сходи або найчастіше сенильні особини). Такими є популяції рослин-монокарпиків, які плодоносять один раз у житті. Це однорічні і дворічні рослини.

Детальну класифікацію рослинних популяцій розробив Т.А. Работнов (1946). Серед рослинних популяцій у межах фітоценозу він виділяє декілька типів:

I. Інвазійні популяції. Рослини ще тільки приживаються у фітоценозі і не завершують тому повного циклу розвитку. Частіше такою

є молода популяція, щойно впроваджена в фітоценоз певного біогеоценозу.

У цьому типі виділяють підтипи:

1) рослини зустрічаються тільки у вигляді сходів, що виникли із занесеного насіння з інших популяцій;

2) рослини зустрічаються у вигляді сходів, ювенільних і вегетативних особин. Вони з різних причин не плодоносять і відтворюються тільки занесенням насіння.

II. Популяції нормального типу. Рослини проходять у фітоценозі повний цикл розвитку.

У ньому виділяють підтипи:

1) рослини знаходяться в оптимальних умовах. У популяції високий відсоток генеративних особин;

2) рослини цього виду знаходяться в середніх умовах і, відповідно, популяція містить значно менше генеративних особин;

3) рослини знаходяться в не дуже сприятливих умовах, генеративних особин у популяції мало.

III. Популяції регресивного типу. Генеративне відтворення рослин у ній припинилось.

Цей тип популяції включає підтипи:

1) рослина цвіте, дає насіння, але з нього виростають нежиттєздатні сходи; або рослина зовсім не утворює насіння. Тому в таких популяціях молодий підріст відсутній;

2) рослина втратила повністю здатність до цвітіння і лише вегетує. Отже, популяція складається із старих особин.

У випадку, коли ценопопуляція характеризується високою насінневою продуктивністю і масовою появою сходів при значній загибелі молодих особин і швидкому переході тих, що залишились, у вегетативний і генеративний стан, її віковий спектр має **лівосторонній** характер. Таким є спектр молодих ценопопуляцій .

Якщо насіннева продуктивність невисока, молодих особин небагато, відбувається нагромадження дорослих особин внаслідок значної тривалості їх вікових станів та при утворенні клону, спектр ценопопуляції матиме **правосторонній** характер. Він є ознакою її старіння.

Обладнання: рамка зі сторонами 1 м (дерев'яна) для обмеження мінімальної пробної площі

Хід роботи:

1. Ділимо групу на підгрупи по 3-4 студента.
2. Виходимо в поле. Вибираємо одну ділянку на кожну підгрупу (відповідне обладнання має бути у кожній підгрупі).
3. Перевага надається досліджуваним ділянкам із трав'янистими біотопами задля збільшення наочності.
4. Кожна підгрупа закладає ділянку площею 1м² у межах одного масиву з більш-менш однорідною рослинністю (лука, степ).
5. У закладених ділянках студенти підраховують кількість особин у кожному віковому стані обраного досліджуваного виду.
6. За виконаними підрахунками кожна група характеризує вікову структуру популяції досліджуваного виду та, відповідно, віковий спектр.

7. Замалювати загальний вигляд рослин у певному віковому стані обраного досліджуваного виду та графічно зобразити віковий спектр за прикладом, який наведений нижче.

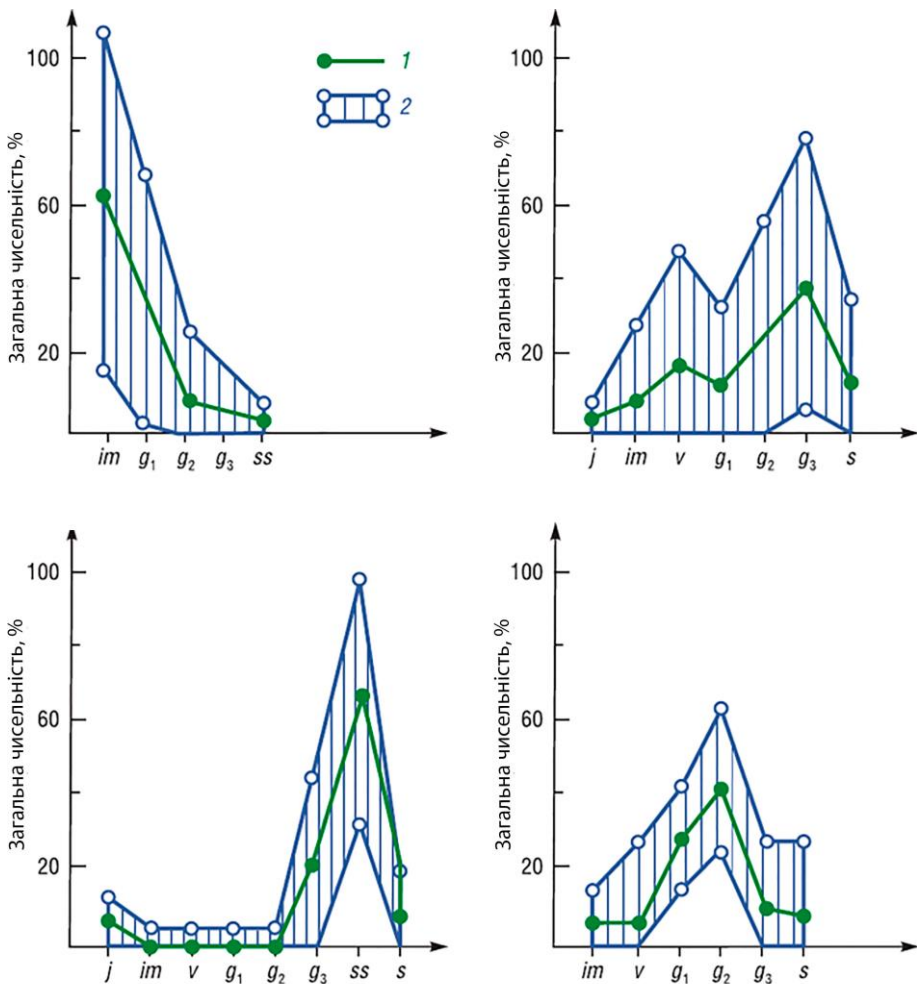


Рис. Приклади спектрів популяцій рослин (за Чернова, Білова, 2004): 1 — базовий спектр; 2 — межі змін базового спектру.

Практична робота №6:

Генетична структура популяції людей

Генетична структура — це співвідношення у популяції різних генотипів і алельних генів. Генетична структура є одним із статистичних параметрів популяції, але необхідно наголосити, що статистичні показники можуть змінюватися в часі.

Вивчення генетичної структури популяцій дозволяє оцінити розподіл алелей окремих генів в генофонді популяцій. Стосовно людини це дозволяє оцінити ризики виявлення тих чи інших спадкових захворювань. Відповідно це дозволяє передчасно застосовувати необхідне лікування.

Особливості людської популяції в тому, що, завдяки сучасному транспорту, люди масово переміщуються. Такі переміщення призводять до обміну генетичної інформацією між етносами, які були довгий час ізольованими один від одного, і генетичні відмінності етносів зменшуються. Також неспоріднені шлюби між місцевими та мігрантами призводять до збільшення гетерозиготності, відповідно у нащадків таких пар зменшується ймовірність прояву спадкових захворювань.

Також порівнюючи поширення генів та генотипів у людей в різних куточках Землі, можна вивчити переміщення окремих етносів, маршрути переселення цілих народів, а також оцінити генетичну подібність національностей.

У зв'язку із активним розвитком лабораторної діагностики, більшість алелей генів зручно визначати за допомогою ДНК аналізу. Але по окремим генам можна застосовувати простіші методи, а саме

фіксувати їх за морфологічним чи поведінковим проявом. Як приклад, для визначення правшів та шульг, наявність гену згортання язика в трубочку, наявність мису вдови, наявність мочки вуха.

Обладнання: група студентів (чим більша тим краще), записник.

Хід роботи:

1. Порахувати кількість правшів (домінантна ознака) та шульг (рецесивна ознака) використовуючи рисунок 1 та два додаткові тести: яке око відкрите при «прицілюванні» та яка нога робить крок в перед із позиції стоячи ноги разом?



Тести на визначення правша-шульга.

2. Порахувати кількість осіб які можуть згорнути чи ні язика в трубочку. Раніше вважали, що ця ознака пов'язана із наявністю певних генів. Однак пізніше з'ясувалось, що шляхом тренування можна розвинути такий навик. Хоча ця ознака і не є генетично закріпленою, для поживлення практичної роботи обрахуємо і її теж.

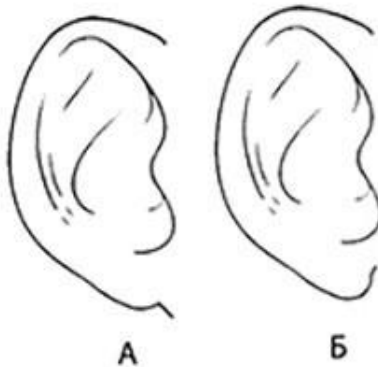
3. Порахувати кількість осіб у яких наявний відсутній «мис вдови» (рис. 2). Мис вдови – це ознака , при якій межа росту волосся над лобом має не пряму лінію, а трикутної форми направленої в них. Мис

вдови можуть має різні прояви. Ця ознака є домінантною та передається зчепленою із X-хромосою.



Фенотиповий прояв миси вдови.

4. Порахувати кількість осіб у яких наявна зросла (рецесивна ознака) та вільна (домінантна ознака) мочка вуха



Зросла (А) та вільна (Б) мочка вуха

5. Обрахуйте долю кожної з ознаки.
6. Зробити висновок про поширення кожної ознаки в групі студентів.

Практична робота №7:
Фенотипічний поліморфізм популяцій сонечка-арлекін
(*Harmonia axiridis* Pall.)

Однією із найважливіших характеристик популяції є її генетична структура, тобто частоти алелів і генотипів. Умови середовища постійно змінюються і тому генетична неоднорідність (гетерогенність) особин популяції, збільшує пристосувальні можливості виду загалом.

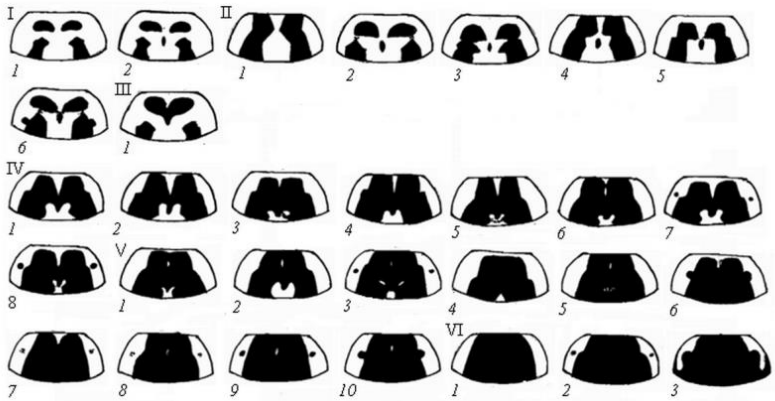
Проявом генетичної гетерогенності природних популяцій є її внутрішньо-популяційний поліморфізм, тобто тривале співіснування в популяції двох або більше генетично різних форм. Одним із прикладів такого поліморфізму може бути різноманіття забарвлення надкрил та передньоспинки у сонечка-арлекін.

Сонечко-арлекін (*Harmonia axiridis* Pall.) – це інвазійний вид, що активно поширюється світом. Його природним ареалом вважаються території Сибіру та східної частини Азії, проте зараз цей вид широко зустрічається по всьому світі.

Обладнання: колекція сонечко-арлекін (або фотографії цих комах) не менше 100 шт; роздруковані бланки частоти трапляння виявлених фенорм (додається).

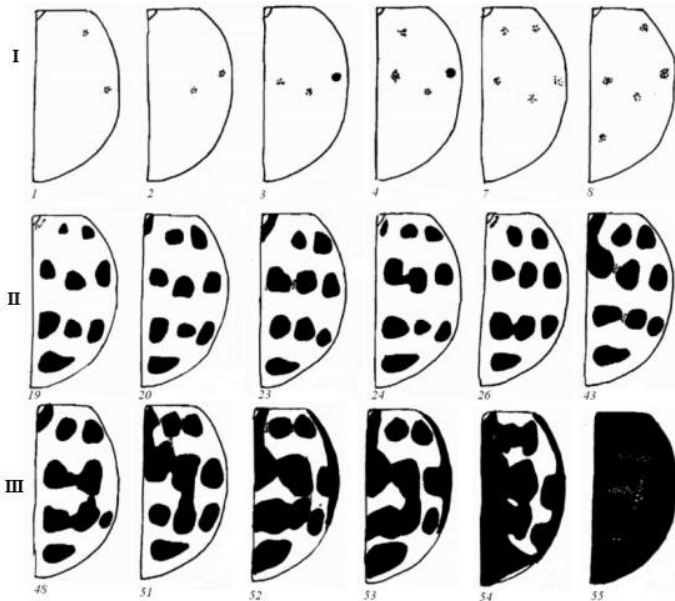
Хід роботи:

1. Попередньо ознайомитися із варіантами малюнку передньоспинки та надкрил. Виділяють 29 окремих варіантів малюнку передньоспинки, які, залежно від ступеня меланізації, об'єднані в шість груп (дивись рисунок нижче), та близько 58 варіантів рисунка надкрил, які, об'єднані у три групи (дивись рисунок нижче) (Круглова 2014).



Групи дискретних варіантів рисунка пронотума *Harmonia axyridis*

Pall. (за О.Ю. Кругловою, 2014)



Групи дискретних варіантів рисунка елітер *Harmonia axyridis* Pall.

(за О.Ю. Кругловою, 2014, зі змінами).

2. Переглянути колекцію комах та порахувати абсолютну на відносну чисельність трапляння певних видів фенів, заповнити таблиці (табл. 1 та табл. 2).

Відносна частота трапляння різних фенотипів імаго сонечко-арлекін за забарвленням передньоспинки (за О.Ю. Кругловою, 2014)

Фенотип	Кількість імаго	
	абс.	%
I		
II		
III		
IV		
V		
VI		

Відносна частота трапляння різних фенотипів імаго сонечко-арлекін за забарвленням надкрил (за О.Ю. Кругловою, 2014)

Фенотип	Кількість імаго	
	абс.	%
I		
II		
III		

3. За наданими формулами обчислити показник внутрішньопопуляційного різноманіття (μ) та статистичну похибку (S_{μ}):

$$\mu = \left(\sum_1^m \sqrt{p_i} \right)^2, \quad S_\mu \approx \sqrt{\frac{\mu(m - \mu)}{N}}$$

де p_i , частота зустрічності відповідної феноформи в популяції,
 m –

кількість феноформ у популяції., N – об'єм вибірки.

4. Частку рідкісних феноформ у популяції (h) та статистичну похибку (Sh) визначали за формулами:

$$h = 1 - \frac{\mu}{m}, \quad S_h = \sqrt{\frac{h(1-h)}{N}},$$

де μ – середнє число феноформ у популяції, N – об'єм вибірки.

5. Занести показники в таблицю.

6. Зробити висновок про поширення рідкісних феноформ у популяції сонечка-арлекін (*Harmonia axiridis* Pall.)

Показники внутрішньопопуляційної мінливості феноформ передньоспинки та надкрил сонечка арлекін.

Показник різноманіття феноформ за рисунком	μ $\pm S_\mu$	$h \pm Sh$
Передньоспинка		
Надкрила		

Практична робота №8:

Морфометричні показники ляща (*Abramis brama* L.)

Морфологія тварин – вчення про будову і форму тварин та їх індивідуальний (онтогенез) та історичний або еволюційний (філогенез) розвиток. Оскільки організми, під час свого розвитку, постійно контактують із навколишнім середовищем, це може призводити до різноманітних зовнішніх змін. Останні підхоплюються рушійною силою природного добору і види змінюються.

Тож вивчення морфометричних показників організмів дозволяє фіксувати вплив екологічних факторів як на окремі організми, так і на популяцію в цілому. Статистична обробка морфометричних даних дозволяє більш повно поглянути на структуру популяції окремого виду.

Риба живе у водному середовищі і тому за нею складно спостерігати, саме тому морфометрія риб була і залишається одним із головних методів вивчення її популяційної структури.

Морфометричний аналіз передбачає дослідження морфологічних ознак, які поділяються на дві групи. Пластичні (якісні) ознаки, які встановлюють шляхом вимірювання та зважування (довжина тіла, голови, хвостового стебла, найбільша та найменша висота тіла, вага тіла та різних органів тощо). Вони можуть змінюватися з віком риб та під впливом умов зовнішнього середовища. Меристичні (кількісні) – це видоспецифічні сталі ознаки, які визначають за допомогою підрахунків (кількість лусок у бічній лінії, число зябрових тичинок, хребців, променів у плавцях тощо).

Загальна кількість ознак, яку визначають при морфометричному аналізі риб може сягати 57 (Алексієнко, Подобайло, 1998). Однак при порівнянні вибірок, може бути використана менша кількість ознак (Христенко, 2007)

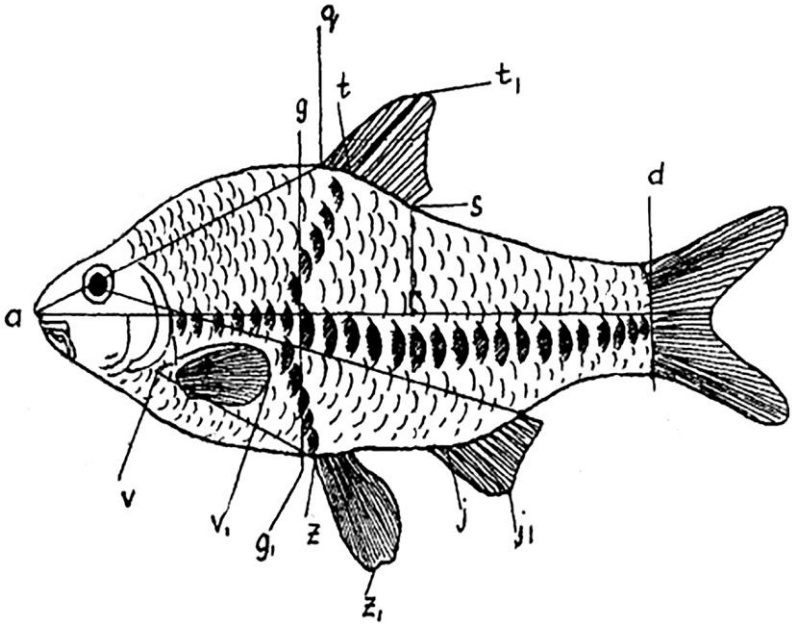


Схема вимірювань коропових риб (Cyprinidae) (за Алексієнко, Подобайло, 1998 зі змінами).

ad – довжина без хвостового плавця (стандартна) (l); gg1 – найбільша висота тіла (H); aq – антедорсальна відстань (ad); zd – постдорсальна відстань (SD) (від вертикалі заднього краю основи спинного плавця по середній лінії тіла до кінця лускового покриття або кінця останнього хребця); fd – довжина хвостового стебла (pl); tt1, – найбільша висота спинного плавця (hD); jj1 – найбільша висота анального плавця (hA); vv1 – довжина грудного плавця (lP).

Обладнання: дві проби риб ляща із різних місць (мінімум 25 особин одного виду), штангенциркуль, лінійка, мірний циркуль, пінцети голки, ножиці, лупа, бінокляр.

Хід роботи:

1. Обрахувати меристичні та пластичні ознаки для всіх особин двох вибірок використовуючи малюнок і дані занести в таблицю.

Результати промірів пластичних та меристичних ознак риб

№	Показники	Номер особини						
		1	2	3	...	23	24	25
1	Довжина без хвостового плавця, l							
2	Найбільша висота тіла, H							
3	Антедорсальна відстань, aD							
4	Постдорсальна відстань, pD							
5	Довжина хвостового стебла, pl							
6	Довжина грудного плавця, lP							
7	Найбільша висота спинного плавця, hD							
8	Найбільша висота анального плавця, hA							
9	Розгалужені промені в спинному плавці							
10	Розгалужені промені в анальному плавці							
11	Луски у бічній лінії							
12	Зяброві тичинки							
13	Загальна кількість хребців							

2. Обрахувати середню арифметичну, середню квадратичну, середню помилку для показників. Відмінності між різними вибірками обраховують за показа t -критерієм Стьюдента (t). Дані занести в таблицю 2.

Статичні обрахунки пластичних та меристичних ознак риб

Показники	Проба 1 $M \pm m$ (n = 25)	Проба 2 $M \pm m$ (n = 25)	t
Довжина без хвостового плавця, l			
Найбільша висота тіла, H			
Антедорсальна відстань, aD			
Постдорсальна відстань, pD			
Довжина хвостового стебла, pl			
Довжина грудного плавця, lP			
Найбільша висота спинного плавця, hD			
Найбільша висота анального плавця, hA			
Розгалужені промені в спинному плавці			
Розгалужені промені в анальному плавці			
Луски у бічній лінії			
Зяброві тичинки			
Загальна кількість хребців			

Середню арифметичну (M) обраховують за формулою;

$$M = \frac{1}{n} \sum x_n$$

де x_n - сума значено варіант, n – їх кількість.

Середньо квадратичне відхилення обраховують:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M)^2}{n - 1}}$$

Середню помилку обраховують за формулою:

$$\mp m = \mp \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

t-критерій Стьюдента обраховуємо за формулою:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

3. Порівняти дві вибірки між собою і опишіть чи наявна між ними різниця. Якщо зміни помітні, то подумайте які екологічні фактори могли на це вплинути.

Практична робота №9: Віталітетна структура популяцій рослин

Віталітетна структура характеризує співвідношення в популяціях особин різних класів життєвості. Теоретичні основи й алгоритм віталітетного аналізу сформулював Ю.А. Злобін, який за співвідношенням особин високого (А), середнього (В) та низького (С) класів віталітету виділив три типи популяцій: процвітаюча, рівноважна, депресивна (Жиляєв, Царик, 2009).

Життєвість висока – клас А

Життєвість середня – клас В

Життєвість низька, погана – клас С

- Класи життєвості ценопопуляції: а, в, с
- Процвітаюча: $(a+b)/2 > c$.
- Рівноважна: $(a+b)/2 = c$.
- Депресивна: $(a+b)/2 < c$.

Маркери життєвості:

1. **Потужність розвитку власного тіла.** За потужністю розвитку, біометрією: висота рослин, маса рослин, S листків, розміри головного / бічних пагонів, інтенсивність галуження, маса органів, наприклад, плодів/насіння, швидкість росту, к-сть зон галуження / пагоноутворення, к-сть репродукт. пагонів, квіток.

2. **Успішність репродуктивного розмноження.** За часткою особин у генеративному стані; схожість та енергія проростання насіння.

3. Алометричні показники: розподіл між біомасою надземною і підземною, фотосинтетичне зусилля, приріст / ростова активність, репродуктивне зусилля (алокація).

Обладнання: зразки рослин із визначеної популяції, ваги, мірні лінійки.

Хід роботи:

1. Ділимо групу на підгрупи по 3-4 студента.
2. Виходимо в поле. Вибираємо одну ділянку на кожному підгрупі (відповідне обладнання має бути у кожній підгрупі).
3. Перевага надається досліджуванім ділянкам із трав'янистими біотопами задля збільшення наочності.
4. Кожна підгрупа закладає ділянку площею 1 м^2 у межах масиву популяції обраного досліджуваногт виду з більш-менш однорідною рослинністю (лука, степ).
5. У закладених ділянках студенти:
 - 5.1. Визначають ознаки, які найбільш повно розкривають віталітет обраного виду та обирають для промірів одну із ознак (до прикладу, кількість або площа листків).
 - 5.2. Оцінюють частку (відповідно до розрахунків усіх підгруп) в популяції особин різних класів віталітету (цифрові значення класів віталітету обраної ознаки визначають за середнім арифметичним обраної ознаки. Кількість особин вираховується за класами віталітету відбувається за принципом: клас $a > x \pm t, 05 \text{ sx}$, клас $b = x \pm t, 05 \text{ sx}$, клас

$s < x - t_{0,05} s x$. Тобто середнє арифметичне (\bar{x}) \pm похибка середнього ($t_{0,05}$), помножена на критерій Стьюдента (s). За довірчим інтервалом визначаються розміри середньостатистичних особин, а в цьому прикладі – розміри особин середнього класу віталітету b .

6. За виконаними підрахунками студенти спільно визначають віталітетну структуру популяції досліджуваного виду.

Словник основних термінів та понять

Алельні гени, алелі – парні гени, що займають одні й ті самі локуси гомологічних хромосом і визначають альтернативні взаємовиключні стани тієї самої ознаки. Трапляються в межах однієї популяції організмів та визначають різні фенотипи цих організмів.

Вікова структура популяції – співвідношення особин різних вікових груп. Вікові групи виділяються на певному етапі онтогенезу і розрізняються за низкою надійних індикаторних морфологічних ознак. Під час досліджень популяцій рослин оперують такими поняттями, як віковий стан, вікова група особин. Виділяють такі вікові групи особин рослин: насіння (Se), проростки (P), ювенільні (J), іматурні (Im), віргінільні (V), генеративні (G), субсенільні (Ss), сенільні (Se). Популяцію, яка представлена всіма віковими групами, називають **повночленною**, без якоїсь групи — **неповночленною**. Якщо в популяції переважають особини прегенеративних вікових стадій, такі популяції називають **інвазійними**, якщо наявні особини лише постгенеративних стадій — **регресивними**, а якщо наявні всі вікові групи особин — **нормальними**. Нормальна популяція, відповідно, може бути **молодою** (переважають прегенеративні особини), **зрілою** (переважають генеративні особини) і **старою** (переважають постгенеративні особини).

Геоботанічний опис – це документальний опис одного фітоценозу, з точним вказанням усіх його основних ознак.

Ген – одиниця спадкового матеріалу, що відповідає за формування певної елементарної ознаки.

Генотип – сукупність генів певного організму.

Густина стояння, щільність – це кількість особин (пагонів, кущів, дернин, партикул тощо) на одиницю площі фітоценозу. Залежить від біологічних особливостей виду, сили конкуренції з іншими рослинами, «віку давності» популяції.

Життєвість (життєздатність, віталітет) – це стан, що відображає силу росту, розвитку та здійснення життєдіяльності; ступінь процвітання або пригнічення особин популяції у локальних умовах.

Мінімум-ареал – мінімальна пробна площа, достатня для визначення ознак фітоценозу із заданою точністю. Для моніторингу популяцій досліджуваних видів варто встановлювати мінімальні пробні площі площею 1 м². Емпірично встановлені площі мінімум ареалу для лісів – 0,2-0,25 га, або 40х40-50х50 м, чагарників та кущового ярусу – 10х25, 20х20, 20х50 м, трав'янистої – 10х10 м, в пустелях – 20х50.

Монокарпіки – це популяції рослин, які плодоносять один раз у житті. Вони бувають однорічні, дворічні та багаторічні.

Популяція – мінімальна, здатна до самовідновлення група особин одного виду, яка протягом еволюційно тривалого періоду заселяє певний простір, утворює самостійну генетичну систему і формує власну екологічну нішу.

Пробна площа – це спеціально виділена ділянка у фітоценозі, призначена для виявлення всіх його головних ознак (флористичного складу, рослин-домінантів, кількості ярусів, горизонтальної мозаїчності). Пробна площа дає можливість зосередитись на типових ознаках фітоценозу і робить геоботанічні описи порівнюваними між собою, для точності статистичної обробки. Пробна площа повинна бути більш-менш однорідною як на вигляд, так і за очевидними екологічними умовами. ПП

розташовують звичайно у центрі фітоценозу. ПП має переважно квадратну форму, рідко прямокутну, дуже рідко – круглу. Якщо фітоценоз має витягнуту форму – а це звичайне явище для фітоценозів на схилах і біля водойм – то можна закладати прямокутну пробну площу, довгою стороною паралельно найдовшій стороні фітоценоза. Використовуються для моніторингу популяцій досліджуваних видів рослин, у першу чергу рідкісних видів (що є важливим в умовах території об'єктів природно-заповідного фонду).

Проективне покриття – це покриття проєкціями надземних частин рослин поверхні ґрунту, виражене у відсотках. Розрізняють загальне проєктивне покриття (покриття всього ярусу) і часткове проєктивне покриття (покриття окремих видів).

Просторова структура популяції – характер розміщення в популяційному ареалі окремих особин і їхніх груп. Розміщення може бути випадковим, рівномірним або плямистим. Типи розподілу особин визначають як візуально, так і на підставі статистичних методів (співвідношення середньої кількості особин (x) на конкретній площі та дисперсії δ^2). Якщо співвідношення близьке до одиниці – розміщення особин випадкове; якщо менше – рівномірне; якщо більше – групове, плямисте.

Рясність – чисельність особин у фітоценозі, виражена в абсолютних одиницях (індивідах) або відносно загальної чисельності рослин у фітоценозі.

Старовікові дерева – дерева які розвивалися довгий час природним шляхом. Навколо них сформовані дуже складні і багатогранні відносини з оточуючою біотою. Старовіковими вважаються дерева (в

залежності від виду дерева) в межах 100-140 років і чим старше дерева тим складніше у нього зв'язки.

Фітоценоз – це будь-яке угруповання рослин, яке на певній протяжності досить однорідне за складом і структурою, характеризується однорідним характером взаємодії між рослинами та середовищем, сформувалось в конкретних екологічних умовах, має свою історію розвитку і свої пристосування до цих умов.

Чисельність популяції – загальна кількість особин на всій території або в усьому об'ємі (води, ґрунті), які належать до однієї популяції.

Перелік використаних джерел

Абдулоєва О.С., Софітоцломаха В.А. Фітоценологія. - Київ: Фітосоціоцентр, 2011. - 450 с.

Алексієнко, В. Р.; Подобайло, А. В. Методичні вказівки до вивчення іхтіології (розділ «Морфометричний аналіз риб») для студентів біологічного факультету. Вид-во Київ ун-ту, 1998. – 37 с,

Атлас трав'яних біотопів України / за заг. ред. д.б.н. А.А. Куземко. – Чернівці: Друк Арт, 2022. – 244 с.

Бобильов Ю.П., Бригадиренко В.В., Булахов В.Л., Гайченко В.А., Гассо В.Я., Дідух Я.П., Івашов А.В., Кучерявий В.П., Мальований М.С., П. Мицик Л.П., Пахомов О.С., Царик Й.В., Шабанов Д.А. Екологія. – Харків: «Фоліо», 2014. – 412 с.

Гайченко В.А., Царик Й.В. Екологія тварин: Навчальний посібник. – Херсон: Олді-плюс, Київ: Ліра-К, 2012. – 232 с.

Діденко І. П. Онтогенетична структура популяцій *Allium ursinum* L. у природних фітоценозах та в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАНУ // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка: Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. - 2009. - Вип. 24. - С. 118–119.

Дідух Я.П. Популяційна екологія / Я.П. Дідух. –К.: Фітосоціоцентр, 1998. –192 с.

Жиляєв Г., Царик Й. Концепція життєздатності популяцій // Життєздатність популяцій рослин високогір'я Українських Карпат. — Львів: Меркатор, 2009. – С. 7-16.

Загальна екологія. Online курс лекцій. Доступ: <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual>.

Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. – Сумы: Университ. книга, 2013. – 439 с

Злобин, Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста [Текст]: монография / Ю. А. Злобин. – Сумы: Университетская книга, 2009. – 263 с.

Ковальчук Т.В. Зоологія з основами екології. К., 1988.

Круглова О. Ю. Фенооблик формируючихся в Республіке Беларусь групуваньк інвазійного виду божьих коровок *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) // Труды Белорусского государственного университета. – 2015. Т. 10, вып.1. С.- 327.

Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 500с.

Національний каталог біотопів України / Ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідух, В.А. Онищенко, Я. Шеффер. – Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. – 442 с.

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. – 1950. – Сер. 3: Геоботаника. Вып. 6. – С. 70-204.

Стойко С.М., Яценко П.Т., Кагало О.О., Мілкіні Л.І. та ін. Раритетний фітогенофонд західних регіонів України (Созологічна оцінка й наукові засади охорони). Львів: Ліга-Прес, 2004. - 232 с.

Торяник В. М. Фенетична структура популяції колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в м. Шостка та його околицях // Природничі науки. - 2013. – С. 85-91.

Торяник, В. М.; Міронець, Л. П. Фенотипічний поліморфізм *Harmonia axyridis* Pall. як інвазійного виду на території села Велика

Чернеччина Сумського району Сумської області // Фактори експериментальної еволюції організмів. – 2018. Т. 22. - С. 74-79.

Шманова І.В., Крічфалушій В.В. Біоморфологічна та еколого-ценотична характеристика *Allium ursinum* L. в Карпатах // Біологічні ресурси. – 1995. – Т. 31., Вип. 3. – С. 1-18.

Щербакова О.Ф., Новосад В.В., Крицька Л.І. Основні теоретичні та методичні аспекти програми дослідження популяцій раритетних видів судинних рослин // Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин. – К.: Паливода, 2012. – С. 47–51

Хлус Л.М., Чередарик М.І. Популяційна екологія тварин: навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2000

Христенко, Д. С. Морфометричні показники ляща (*Abramis brama*) Кременчуцького водосховища // Biosystems Diversity. – 2007. Т.1,15. – С. 34.

Braun-Blanquet J. Un joyau floristique et phytosociologique. // "L'Isoetion" méditerranéen. Communication de la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine de Montpellier (SIGMA). – 1936. – No. 42. Montpellier, 23 pp. [repr. Bulletin de la Société d'Étude des Sciences Naturelles de Nîmes, 47: 141–163]

Broeke J., Perez J. M. M., Pascau J. Image Processing with ImageJ. – 2nd Edition. – Packt Publishing, 2015. – 256 p.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. – Gottingen, Goltze, 1974. – 97 s.

Ellenberg H., Weber H. E., Dull R., Wirth V., Werner W. & Paulisen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobot. – 1991. – 18. – P. 9-166.