

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Факультет біології та лісового господарства

Кафедра зоології

Л. В. Бусленко

В. В. Іванців

Теорія еволюції

Методичні рекомендації

до проведення практичних робіт

Луцьк – 2023

УДК 575.8:371.214.114

ББК 28.02я81

Б – 92

Рекомендовано до друку вченою радою Волинського національного університету імені Лесі Українки

Рецензент:

Волгін С. О. – доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

Бусленко Л. В., Іванців В. В.

Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення практичних робіт. Луцьк, 2023. 60 с.

Методичні рекомендації розроблені у вигляді робочого зошита і призначені для проведення практичних робіт із курсу „Теорія еволюції”. До кожної лабораторної роботи наведені тема, мета, теоретичні відомості, методичні вказівки до виконання роботи, питання для обговорення, список рекомендованої літератури.

УДК 575.8:371.214.114

ББК 28.02я81

© Бусленко Л.В., Іванців В. В. 2023

© Волинський національний університет
імені Лесі Українки, 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
Практична робота №1. Мінливість організмів	6
Практична робота №2. Критерії виду	12
Практична робота №3. Природний добір	17
Практична робота №4. Докази еволюції органічного світу.....	22
Практична робота №5. Дивергенція і конвергенція – основні шляхи макроеволюції	34
Практична робота №6. Шляхи філогенетичних перетворень органів.....	41
Практична робота №7. Біологічний прогрес.....	49
Практична робота №8. Антропогенез	54

ПЕРЕДМОВА

Теорія еволюції – узагальнююча дисципліна, яка виявляє найбільш загальні закономірності, що діють в органічному світі. В процесі вивчення курсу студенту необхідне глибоке філософське та теоретичне осмислення тих явищ та фактів, з якими він уже зустрічався при вивченні інших біологічних дисциплін. В курсі еволюційної теорії пізнання йде на більш вищому рівні і вимагає глибокого теоретичного узагальнення. Звичайно, при вивченні даного предмету студент повинен спиратися на знання, набуті в минулі роки в курсах ботаніки, зоології, фізіології рослин, фізіології людини та тварин, екології, цитології, генетики і ін.

Зауважимо, що теорія еволюції як дисципліна має специфічні цілі, об'єкти і методи дослідження. Об'єктом еволюційного вчення є еволюційний процес на всіх рівнях – від розвитку нового виду або виникнення в процесі еволюції нового органу або структури – до розвитку біогеоценозів та еволюції всієї біосфери в цілому. Мета цієї науки – розкриття закономірностей, завдяки яким відбуваються ці різноманітні та різнопланові процеси еволюції органічного світу. Методи цієї області біології найрізноманітніші. Вони зв'язані з конкретними завданням, які виникають в областях наук: еволюційної генетики, еволюційної морфології; еволюційної екології і ін.

Еволюційне вчення є, з однієї сторони, основою, а з другої – об'єднуючим стержнем всіх біологічних дисциплін. Воно має особливо важливе значення у формуванні світогляду студента.

За навчальним планом передбачено вивчення теоретичного курсу „Теорія еволюції”, а також проведення лабораторних і семінарських занять по ньому. Організація лабораторних занять з теорії еволюції пов'язана з труднощами, зумовленими глобальністю самої проблеми еволюції органічного світу. З іншого боку, труднощі визначаються добором фактичного матеріалу, необхідного для лабораторних занять з конкретної

теми. На лабораторних заняттях з еволюційного вчення студенту надається можливість вивчити на конкретному матеріалі основні закономірності сучасної синтетичної теорії еволюції. На семінарських заняттях студенти можуть обговорити окремі закономірності еволюційної теорії та поглибити свої знання з вузлових проблем. Основна мета лабораторних занять з курсу така: розвиток самостійного біологічного мислення, привиття практичних навиків, використання теоретичних знань при аналізі конкретних біологічних питань. При цьому важливе значення має також вміння викладача побудувати заняття так, щоб викликати живий інтерес у студентів на основі конкретного фактичного матеріалу робити правильні висновки та узагальнення з різноманітних, іноді надто складних, проблем еволюційної теорії.

Методичні рекомендації підготовлені з опорою на власний науково-педагогічний досвід організації і проведення лабораторних та семінарських занять із студентами Волинського національного університету ім. Лесі Українки.

У методичних рекомендаціях подано тематичний план занять. До тем лабораторних робіт розроблені конкретні завдання, виконання яких супроводжується письмовими відповідями, рисунками, вимірами, порівняннями та складанням таблиць.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ТЕМА: МІНЛИВІСТЬ ОРГАНІЗМІВ

Мета: ознайомлення з різноманітністю проявів мінливості в органічному світі.

Обладнання та матеріали:

1. Колекції комах (джмелів, бронзівок).
2. Колекції моллюсків (великого ставковика, виноградного слимака, цепеї).
3. Таблиця „Турухтани – самці і самки в шлюбний період”.
4. Таблиця „Різні форми стрілолисту звичайного”.
5. Гербарні матеріали стрілолиста звичайного.
6. Вологі препарати тритонів (статевий диморфізм).

Теоретичні відомості

МІНЛИВІСТЬ – властивість організмів набувати нових ознак або втрачати попередні під впливом різних факторів. Розрізняють мінливість генотипну (спадкову) й фенотипну (неспадкову), індивідуальну, групову тощо. До *генотипної* мінливості належать зміни ознак організму, зумовлені зміною генотипу, що зберігаються в ряді поколінь; до *фенотипної* мінливості належать зміни ознак організму, що не порушують генотип і не зберігаються під час статевого розмноження.

Генотипна мінливість може виникати при стрибкоподібних змінах ознаки – *мутаціях* (*мутаційна мінливість*) або при новій комбінації наявних ознак (*комбінативна мінливість*), що відбувається найчастіше при *схрещуваннях*. Прикладом мутаційної мінливості (Ч. Дарвін називав її невизначеною) є поява чорного кроля у потомстві білих кролів або безостих форм пшениці серед остистих тощо. Приклад комбінативної мінливості – поява сірого кроля у потомстві від схрещування білого й чорного кролів, виникнення рожевих квіток у льону при схрещуванні форм з білими й

голубими квітками. Генотипна мінливість є необхідною умовою еволюції, її використовують у селекції рослин та тварин.

Корелятивна мінливість – це зміна комплексу взаємопов'язаних ознак, наприклад: маса кісток крила літаючих птахів завжди більша від маси кінцівок, а у нелітаючих – навпаки; довжина колоска і кількість зерен. Види кореляції: геномні – залежність генів у гороху; морфогенетичні – процес морфогенезу; ергоптичні – зв'язок між працюючими органами.

При фенотипній мінливості в організмах з однаковою спадковою основою виникають зміни (*модифікації*), що не передаються наступним поколінням і виявляються в різноманітності особин. Прикладом такої мінливості є посів пшениці або стадо однієї породи, що характеризуються однотипністю, проте не мають хоча б двох цілком однакових особин.

Мінливість вивчають як всередині окремих угруповань живих організмів, коли досліджують відміни в ознаках окремих особин (*індивідуальна мінливість*), так і порівнюючи між собою різні угруповання (*групова мінливість*).

Основні методи вивчення мінливості – порівняльно-описовий, біометричний і генетичний.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. Розгляньте колекції комах (джмелів, бронзівок). Зверніть увагу, які морфологічні ознаки являються найбільш мінливими. На основі матеріалу покажіть, що немає двох однакових особин (індивідуальна мінливість). Спостереження і висновки занотуйте.

Робота 2. Проаналізуйте рисунок "Турухтани – самці і самки в шлюбний період" (див. рис. 1). Встановіть, які форми і причини мінливості у даних птахів.

Висновки занотуйте.

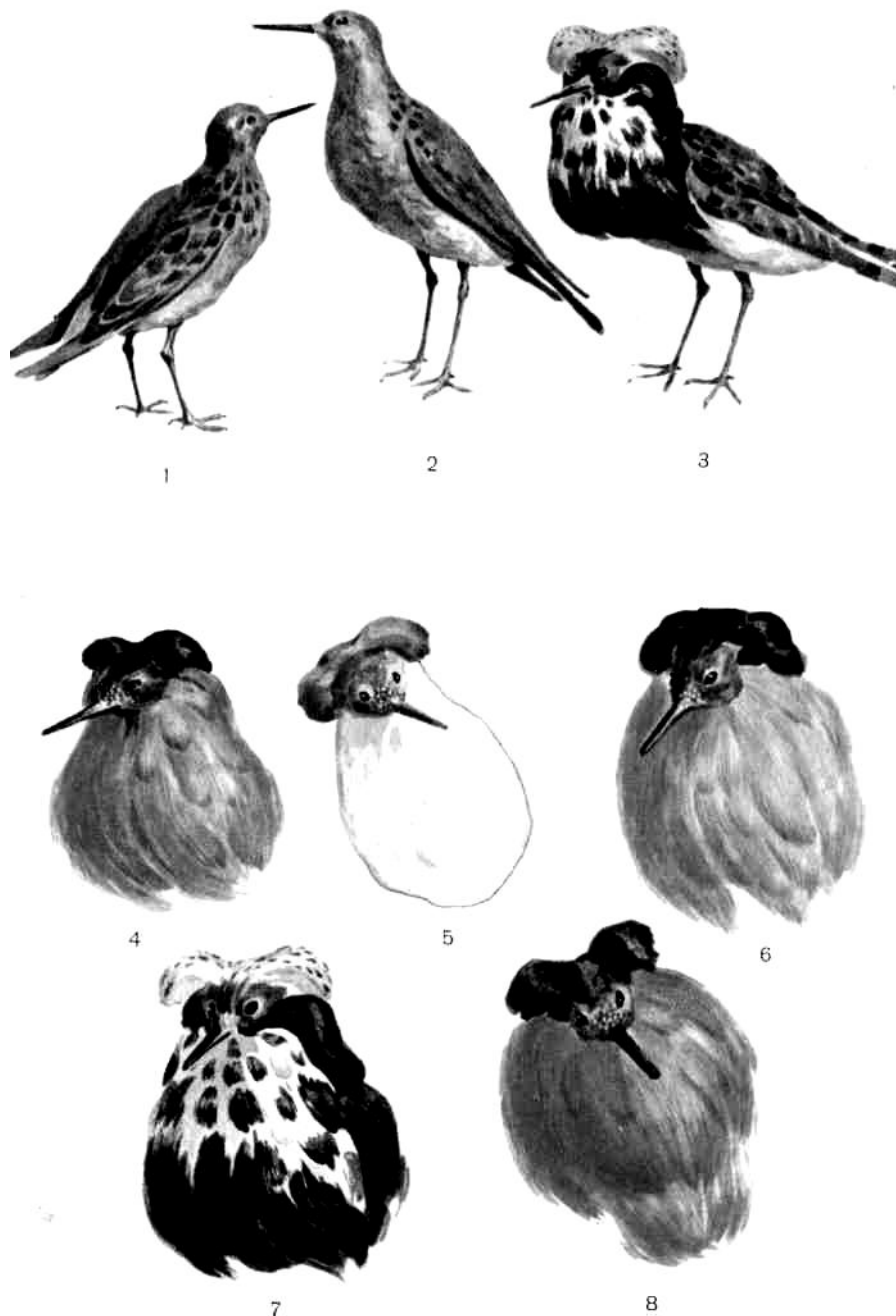
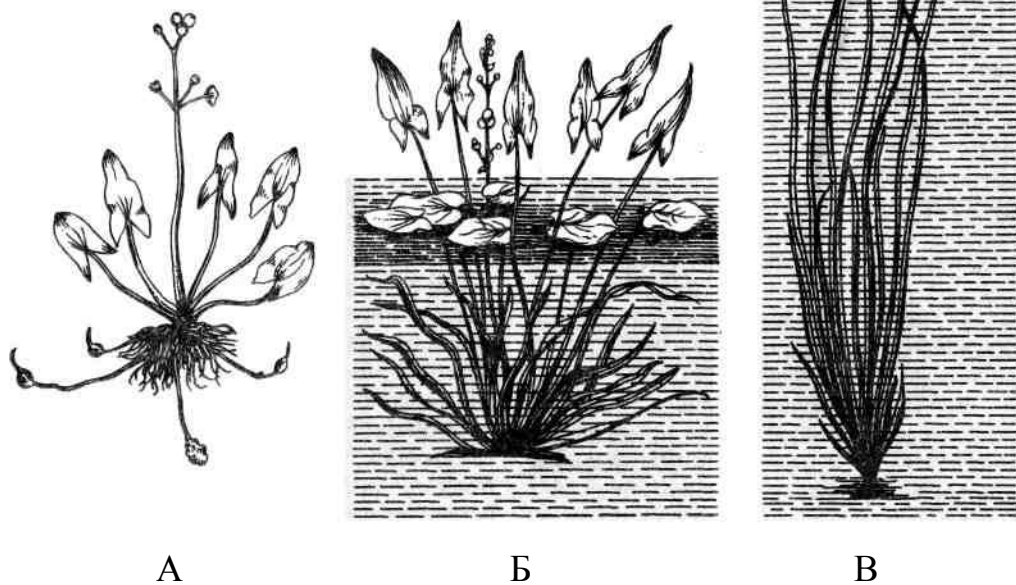


Рис. 1. Турухтани – самці і самки в шлюбний період:

1 – самка; 2 – самець в звичайному оперенні; 3 – самець в шлюбному оперенні; 4–8 – мінливість шлюбного забарвлення оперення самців

Робота 3. Розгляньте вологі препарати тритонів. Виявіть ознаки статевого диморфізму. Знайдіть спільні та відмінні ознаки самців та самок. Свої висновки занотуйте.

Робота 4. Проаналізуйте три форми стрілолисту звичайного (рис. 2). Поясніть, чим вони зумовлені і до якого типу мінливості відносяться. Зробіть висновки.



А

Б

В

Рис. 2. Різні форми стрілолисту звичайного:

А – наземна форма; Б – типова форма; В – водна форма

Робота 5. Розгляньте колекцію мушель ставковика великого. На основі даного матеріалу ознайомтесь з груповою мінливістю. Вкажіть, які ознаки мушель ставковика великого (висота мушлі, висота завитку, ширина устя, висота устя, морфо-скульптура мушлі) найбільш мінливі. Розділіть матеріал на групи та вкажіть відмінні ознаки між даними групами.

Зарисуйте мушлі кожної групи в натуральну величину.

Занотуйте свої спостереження та висновки.

Робота 6. В таблиці 1 наведені різні приклади мінливості, визначте до яких форм їх можна віднести.

Таблиця 1

№ п/п	Приклади мінливості	Форми мінливості
1.	На фермі покращили годування корів – молока в удоях стало більше, згодом годування погіршилось – молока стало менше.	
2.	У виводку галки одне пташеня біле.	
3	Від однієї вівцематки з нормальними ногами народилось ягня з короткими ногами, від якого пішла порода прекос.	
4	Народилося безшерсте щеня, зуби в нього виявилися недорозвинутими.	

Питання для обговорення

1. Що ви розумієте під мінливістю?
2. Форми і причини мінливості по Дарвіну (порівняти із сучасними).
3. Мутаційна мінливість, її причини і сутність. Роль мутаційної мінливості в еволюції.
4. Комбінативна мінливість та її значення для організмів.
5. Корелятивна мінливість та її суть.
6. Норма реакції генотипу.
7. Значення фенотипової мінливості в мікроеволюційних процесах.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.
4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.
6. Павловська Т. С., Рудик О. В. Концепції сучасного природознавства. Луцьк : Вежа-Друк, 2013. 196 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ТЕМА: КРИТЕРІЇ ВИДУ

Мета: ознайомитись з різноманітними критеріями виду. З'ясувати роль мікроеволюційних процесів, що протікають у популяції і можуть привести до виникнення нових видів, як можливого етапу еволюції живого на Землі.

Обладнання та матеріали:

1. Колекція двостулкових молюсків роду Перлівницевих.
2. Колекційний гербарій видів роду Перстач.
3. Таблиця з позначенням ареалу чотирьох видів австралійських земляних папужок.
4. Визначники моллюсків.
5. Визначники рослин.

Теоретичні відомості

Вид (*species*) – сукупність близькоспоріднених організмів, що характеризуються певними, тільки їм властивими морфо-фізіологічними та

еколого-географічними особливостями. Для всіх особин одного виду характерна також єдність філогенетичного походження, однаковий тип обміну речовин, плідність потомства, що походить від схрещування особин виду, і поширення в межах певної області, яку називають ареалом виду.

Вид – якісний етап процесу еволюції. Для розподілу видів у природі використовують відповідні критерії, тобто ознаки, за якими порівнюють відповідні види або відносять до певного виду. Виділяють морфологічний, екологічний, фізіологічний, біохімічний, генетичний критерії. Найточнішим критерієм виду є генетичний, а найменш точним – географічний.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. Морфологічний критерій. Розгляньте морфологічні ознаки чотирьох видів роду Перлівницевих. В кожного екземпляра виду виміряйте довжину, висоту і випуклість мушлі, а також довжину середньої частини мушлі та довжину її задньої частини (див. рис. 4).

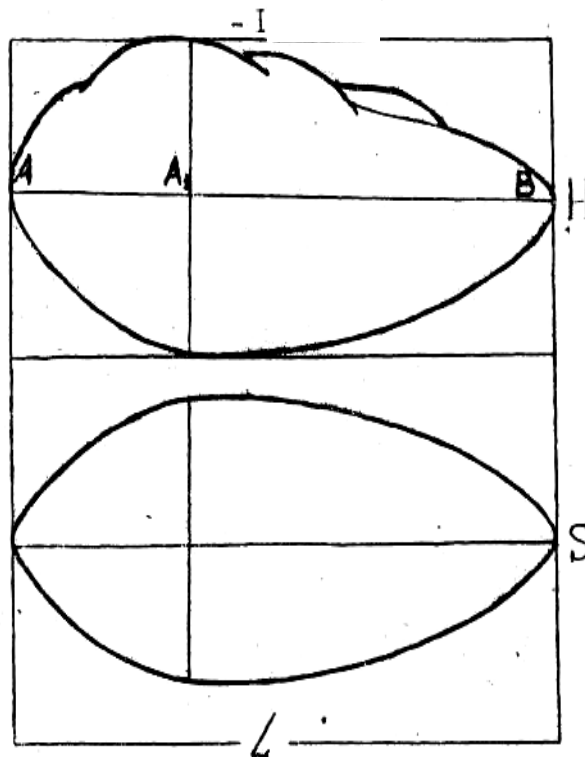


Рис. 4. Схема будови мушлі перлівниць:

H – висота, L – довжина, S – випуклість,
A-A₁ – довжина передньої частини, A₁-B – довжина задньої частини

Зверніть увагу на кривизну мушлі, загальну конфігурацію. На основі виявлених ознак заповніть таблицю 5 для визначення згаданих видів роду Перлівницевих.

Таблиця 5

**Порівняльна характеристика морфологічних ознак мушель
роду Перлівницевих**

Ознаки	Види			
	U. tumidus	U. pictorum	U. congirostris	Grasiana grassa
Довжина мушлі				
Висота мушлі				
Випуклість				
Довжина передньої частини мушлі				
Довжина задньої частини мушлі				

Робота 2. Екологічний критерій. Користуючись гербарним матеріалом, виявіть морфологічні відмінності видів роду Перстач, які поширені у різних екологічних умовах. При цьому використайте „Визначник рослин України” і заповніть таблицю 6.

Таблиця 6

Порівняльна характеристика видів роду Перстач

Ознаки	Види				
	П. прямостоячий	П. пісковий	П. сріблястий	П. білий	П.гусяча лапка
Місце зростання					
Форма листків					
Будова стебла					
Забарвлення квітки					
Квітки поодинокі чи зібранні у суцвіття					

Робота 3. Географічний критерій. Визначити ареал розповсюдження чотирьох видів австралійських земляних папужок роду *Platycercus*. Назвіть, які види папужок мають симпатричні ареали, а які алопатричні.

Заповніть таблицю 7.

Таблиця 7

Морфологічні ознаки географічно різних видів земляних австралійських папужок роду *Platycercus*

Вид	Спосіб видоутворення	Забарвлення частин тіла				
		голови	грудей	черевця	крила	хвоста
А. Види з ізольованими ареалами						
<i>P. icterotis</i>						
<i>P. venustus</i>						
Б. Види з ареалами, що перекриваються на місцевості						
<i>P. eximius</i>						
<i>P. adscitus</i>						

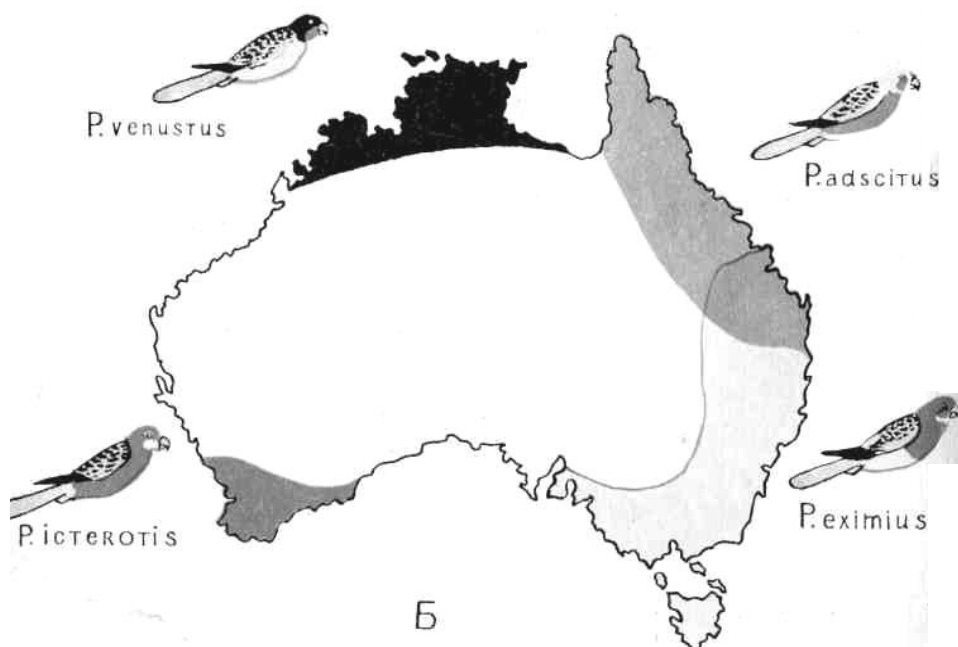


Рис. 5. Географічна мінливість австралійських земляних папужок роду *Platycercus*

На контурних картах кольоровим фоном нанесіть ареали розповсюдження чотирьох видів австралійських земляних папужок (*Platycercus*).

Дайте відповідь, чим зумовлений такий характер ареалів в австралійських земляних папужок. Що ще крім морфологічних ознак свідчить про відмежованість даних видів?

Питання для обговорення

1. Історія розвитку вчення про вид.
2. Погляди на вид у працях Д. Рея, К. Ліннея, Ж.Б. Ламарка, Ч. Дарвіна.
3. Сучасна біологічна концепція виду.
4. Реальність існування виду.
5. Біологічне значення виду.
6. Загальні ознаки виду.
7. Структура виду, генетичний поліморфізм, чисті лінії.
8. Географічна мінливість в границях ареалу, клинальна мінливість.
9. Гібридні зони, географічні ізоляти.
10. Видоутворення. Різноманітні шляхи формування нових видів.
11. Гібридогенне видоутворення та роль поліплоїдії в формуванні нових видів.
12. Алопатричне видоутворення.
13. Симпатричне видоутворення.
14. Вид – якісний етап еволюційного процесу.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.

2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.
4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.
6. Павловська Т. С., Рудик О. В. Концепції сучасного природознавства. Луцьк : Вежа-Друк, 2013. 196 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

ТЕМА: ПРИРОДНИЙ ДОБІР

Мета: Ознайомитися з експериментальними та прямими доказами природного добору, науково обґрунтувати шляхи виникнення адаптацій в органічному світі як наслідку природного добору, дарвінівського і сучасного розуміння природного добору – рушійної і спрямовуючої сили еволюції.

Обладнання та матеріали:

1. Колекції тварин з пасивними органами захисту.
2. Табличний матеріал і колекції із зображенням різних типів захисних забарвлень та форм у тварин.
3. Визначники комах.

Теоретичні відомості

Природний добір – рушійна сила еволюції органічного світу.

Природний добір – це процес вибіркового виживання і розмноження організмів, наслідком якого є удосконалення адаптацій і видоутворення завдяки накопиченню та інтеграції корисних змін ознак.

Природний добір поділяють на *стабілізуючий*, що сприяє стабілізації середнього значення ознаки, і *рушійний*. Останній базується на розриванні корелятивних зв'язків, їх дестабілізації. В межах нього виділяють дизруптивний і транзитивний добори.

Дизруптивний добір – форма добору, яка сприяє більш чим одному фенотипу і діє проти середніх проміжних форм.

Транзитивний добір – форма добору, що забезпечує індустріальний меланізм, зокрема, виникає спонтанно, залежно від умов середовища, та має зворотний характер.

Природний добір має неоціненне значення в еволюції органічного світу.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. *Пасивні органи захисту.* До засобів пасивного захисту відносяться такі структури і властивості, які лише своєю присутністю визначають велику ймовірність збереження життя особини в боротьбі за існування.

В змонтованих колекціях розгляньте деякі пасивні органи захисту у волохокрилець, молюсків, рака самітника, черепахи, їжака звичайного, морського їжака і т.д.

- Поясніть, чим зумовлений розвиток пасивних органів захисту.
- Які органи приймали участь у їх утворенні?
- Що розумієте під органами пасивного захисту?

Висновки занотуйте.

Робота 2. Захисне забарвлення. Розгляньте колекції тварин та таблиці, визначте, тип і ефект, який досягається маскуванням. Заповніть таблицю 9.

Таблиця 9

Маскування серед тварин

Тварини	Забарвлення тіла	Тип забарвлення	Ефект маскування
Коник зелений			
Довговусий сірий вусач			
Кобилка блакитнокрила			
Кропивниця			
Скорпіон			
Акула			
Біла куріпка			
Тигр			

Робота 3. Застережна (демонстративна) адаптація. Розгляньте приклади застережного забарвлення серед комах. Заповніть таблицю 10.

Таблиця 10

Застережне забарвлення серед комах

Комахи	Тип демонстрації	Забарвлення тіла	Захисні пристосування
Жук сонечко			
Колорадський жук			
Клоп-солдатик			
Денне павичеве око			
Тополевий листоїд			
Метелик строкатий			

Робота 4. Мімізія – наслідування подібності тварин з предметами або рослинами. Розгляньте приклади наслідування подібності з предметами серед тварин. Заповніть таблицю 11.

Мімізія серед тварин

Тварини	Забарвлення тіла	Форма тіла	Що наслідує тварина
Палочник			
Богомол			
Гусінь п'ядуна зеленого			
Будиночок личинки волохокрильця			
Морська голка			
Морський коник			

Дайте пояснення причин виникнення мімізії.

Робота 5. Мімікрія – подібність беззахисного і їстівного виду з одним або декількома представниками генетично неродинних видів, які добре захищених від нападу хижаків. При мімікрії розрізняють модель (об'єкт, який наслідують) та імітатора (наслідувача) (рис. 13).

Розгляньте явище мімікрії серед комах. Виділіть приклади мімікрії за Бейтсом і Мюллером. Заповніть таблицю 12.

Мімікрія серед комах

Наслідувач	Модель	Ознака подібності
Жук джмільовидний		
Муха джмільовидна		
Муха бджоловидна		
Муха сірфа		
Муха жигалка		
Шклівка велика тополева		
Білани		

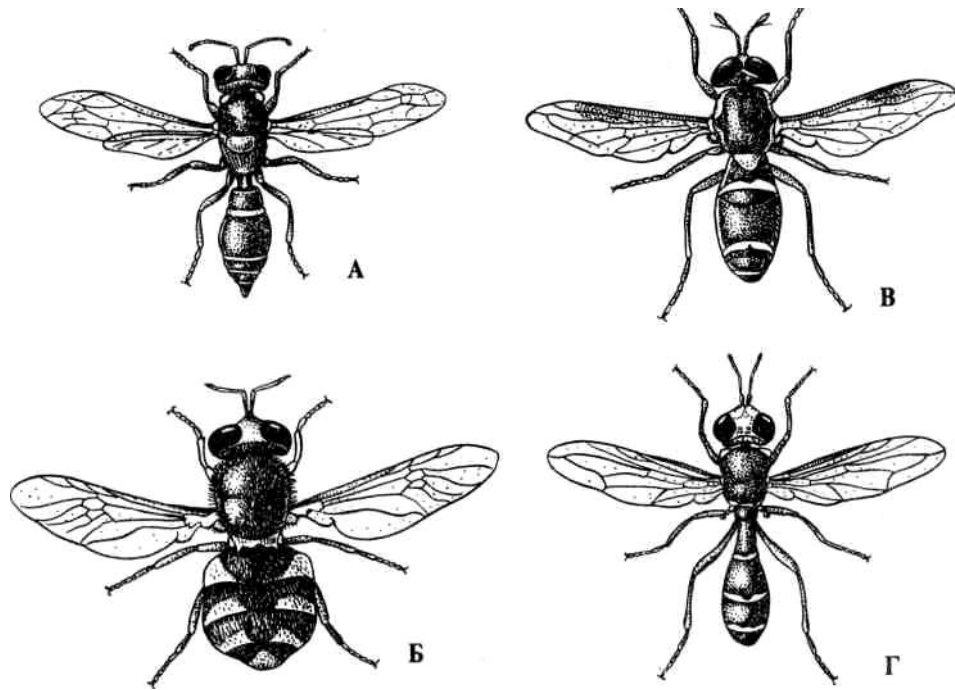


Рис. 13. Мімікрія мух, які наслідують ос (бейтсівська мімікрія):

А – добре захищена оса-одинер; Б – коловодниця мінлива, яка наслідує ос забарвленням черевця і формою вусиків; В – муха сірфа, яка наслідує ос забарвленням і частково формою тіла; Г – муха головатка – копія зовнішнього вигляду деяких ос.

Питання для обговорення

1. Що ви розумієте під первинними і вторинними формами природного добору?
2. Стабілізуюча форма природного добору.
3. Дизруптивна і транзитивна форми природного добору.
4. Індивідуальний, позиційний, груповий типи добору.
5. Статевий добір.
6. Що ви розумієте під „органічною доцільністю”? Як вона виникає? Чому „органічна доцільність” носить відносний характер?
7. Що ви розумієте під поняттям „адаптація”? Відносний характер адаптації організмів.6. Що потрібно розуміти під елементарним адаптивним явищем.

8. Шляхи формування адаптацій.
9. Морфологічні адаптації.
10. Видова адаптація.
11. Форми внутривидового поліморфізму.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.
4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

ТЕМА: ДОКАЗИ ЕВОЛЮЦІЇ ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

Мета: на фактах із різних галузей біологічних наук показати наявність еволюційного процесу в органічному світі.

Обладнання та матеріали:

1. Роздатковий матеріал „Скелети хордових тварин”.
2. Таблиці „Будова кровоносної системи у хордових”.
3. Таблиці „Будова травної системи хордових”.
4. Таблиці „Стадії розвитку ембріонів у хордових”.

Теоретичні відомості

Основними доказами еволюції органічного світу є: палеонтологічні, порівняльно-анатомічні, гомологія, аналогія, рудименти, атавізми та

зародкова подібність і т.д.

Порівняльно-анатомічні докази еволюції органічного світу

Ще у першій половині XIX ст. були отримані дані, які підтверджували єдність походження всього органічного світу – це клітинна будова всіх живих форм, встановлення Ж. Кюв'є єдиного плану будови у кожному типі тварин, що свідчить про єдність його походження. Розвиток порівняльної анатомії після виходу у світ роботи Ч. Дарвіна привів до встановлення гомологічності органів та інших важливих положень, що було значним внеском у розвиток дарвінізму.

Гомологія – подібність органів за планом будови та за походженням у різних рослин та тварин. Органи, яким властива гомологія, називають *гомологічними*. Гомологія протилежна аналогії. Термін «гомологія» запропонував англійський вчений Р. Оуен (1843), який виділив *спеціальну* гомологію (відповідність органа за розміщенням і зв'язком з іншими частинами органу іншої тварини, наприклад, рука людини, ласт кита, крило птаха та ін.) і *серіальну* (гомодинамію). Розрізняють також гомологію *повну*, коли схожість органів за положенням і зв'язками з іншими органами не порушується видозмінами у формі та величині, і *неповну*, при якій окремі частини органів можуть в процесі еволюції зникати або виникати. Комбінацію втрати одних і новоутворення інших частин організму називають *імітативною* гомологією.

Аналогія – у різних організмів схожість органів або їх частин, що походять від різних зачатків, яка виявляється переважно у виконанні однакової функції і, до деякої міри, у зовнішньому вигляді. Такі подібні за функціями органи називають *аналогічними*. Схожість аналогічних органів зумовлюється пристосуванням різних за походженням органів до однакової функції або однакових умов існування (крила птахів розвиваються з особливого зачатка і мають скелет, а крила метеликів розвиваються з шкірної складки і позбавлені скелета; колючки барбарису – видозмінені листки, а колючки глоду – видозмінені стебла).

Атавізм – прояв у організмі ознак, властивих їх предкам. Прикладом атавізму є поява двох додаткових пальців у коня, шийних ребер і зябрових щілин (шийних фістул) у ссавців. Найчастіше атавізм виникає при порушенні ембріонального розвитку, при регенерації втрачених органів, а іноді при гібридизації.

Рудимент – орган, який в процесі історичного розвитку організму втратив своє значення. Рудимент закладається у зародку, але повністю не розвивається і зберігається у дорослого організму. Прикладами рудиментарних органів є очі у кротів, залишки задніх кінцівок у деяких змій, тазу – у китоподібних, плечового поясу – у безногих ящірок, бічних пальців (грифельні кісточки) – у коня. У людини є понад 100 рудиментарних органів, серед них апендикс, зуби мудрості, волосяний покрив тулуба і кінцівок, м'язи, що зумовлюють рухомість вух та ін. Наявність рудиментарних органів допомагає встановлювати шлях історичного розвитку організмів.

Зародкова подібність. Часто ембріони різних тварин більш подібні між собою, ніж дорослі особини. Це було встановлено К. Бером, ще до виходу праці Ч. Дарвіна. У такій закономірності Ч. Дарвін вбачав важливий доказ еволюції, вважав, що у зародковому розвитку мають повторюватися ознаки предків. Російські вчені О. О. Ковалевський та І. І. Мечников довели, що у всіх багатоклітинних організмів (починаючи з червів) закладаються три зародкові листки, з яких формуються згодом всі органи. Це підтверджує єдність походження тваринного світу. При порівнянні зародків усіх класів хребетних виявляється значна подібність їх на ранніх стадіях розвитку (подібність зовнішнього вигляду, будови хорди, кровоносної системи, видільної системи). У міру розвитку подібність зменшується, проявляються ознаки класу, ряду, роду і виду. Цим підтверджується спорідненість усіх хордових тварин.

На основі ембріологічних досліджень представників різних типів тварин Ф. Мюллер і Е. Геккель у 19 ст. (незалежно один від одного) сформулювали біогенетичний закон: онтогенез є коротким повторенням

філогенезу. Пізніше М.О. Сєвєрцов уточнив і доповнив положення біогенетичного закону. Він довів, що у процесі онтогенезу відбувається випадання окремих етапів історичного розвитку, повторення зародкових стадій розвитку предків, а у дорослих форм виникають зміни, яких не було у предків. Нові спадкові ознаки, які змінюють будову дорослого організму і напрям еволюції, з'являються у різні періоди ембріонального розвитку. Залежно від часу появи нових ознак (на початку ембріогенезу – архалаксис, на середніх стадіях розвитку – девіації чи як продовження ембріогенезу – анаболії) біогенетичний закон виявляється менше чи повніше. Ця теорія отримала назву філембріогенезу.

Важливими доказами еволюції органічного світу є *палеонтологічні*, а саме виявлення викопних проміжних форм, встановлення філогенетичних рядів і виявлення послідовних викопних форм.

Викопні перехідні форми – форми організмів, які поєднують ознаки більш древніх і молодших груп. Пошуки і детальні описи таких форм служать важливими методами встановлення філогенезу окремих груп.

Палеонтологічні ряди – ряди викопних форм, пов'язані одні з одним в процесі еволюції і відображають хід філогенезу.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. *Порівняльно-анатомічні докази.* Завдяки порівняльній анатомії можна встановити ступінь спорідненості та відмінності в будові організмів. Чим ближча спорідненість організмів, тим ближча їх внутрішня подібність.

Проаналізуйте будову серця та кровоносної системи у хордових (рис. б), знайдіть спільні та відмінні ознаки. Результати своїх спостережень занотуйте та зробіть висновки.

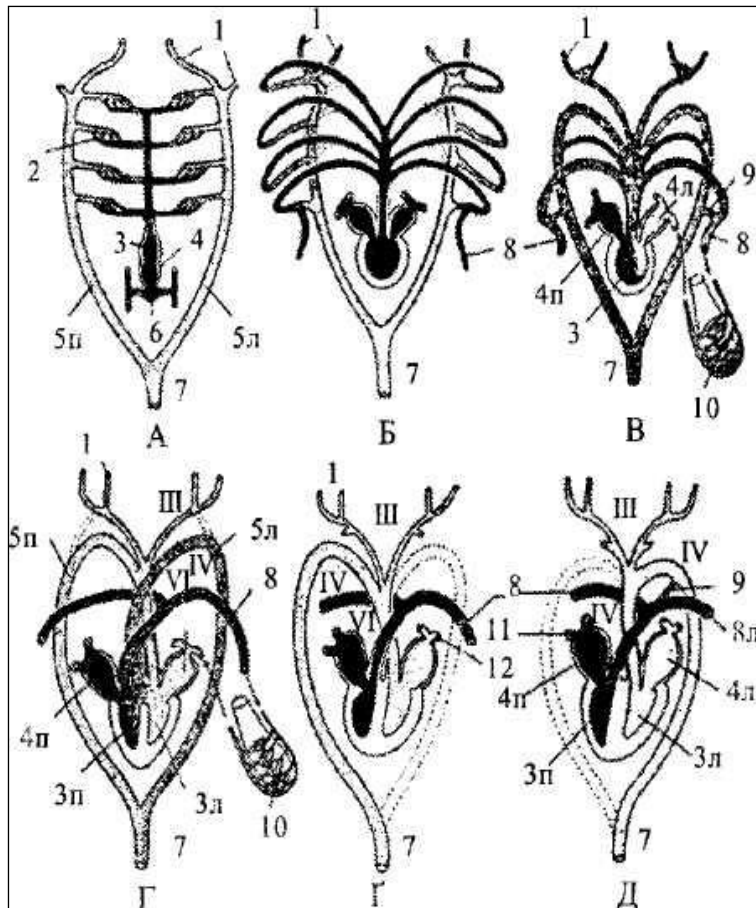


Рис. 6. Схема будови серця і артеріальних дуг різних класів хребетних:

А - риби; Б - личинки земноводних; В - хвостатих земноводних після метаморфозу; Г - плазунів; Г - птахів; Д - ссавців: 1 - сонні артерії, 2 - зяброві капіляри, 3 - шлуночки серця, 4 - передсердя, 5 - корені спинної аорти, 6 - венозний синус, 7 - спинна аорта, 8 - легенева артерія, 9 - боталові протоки, 10 - легеневі капіляри, 11 - вени тіла, п - права, л - ліва, III-VI - артеріальні дуги.

Робота 2. Проаналізуйте скелет кінцівок ряду тварин: тапіра, носорога, коня. Вкажіть шляхи еволюції, які привели до виникнення однокопитної кінцівки у коня (рис. 7). Зробіть висновки.

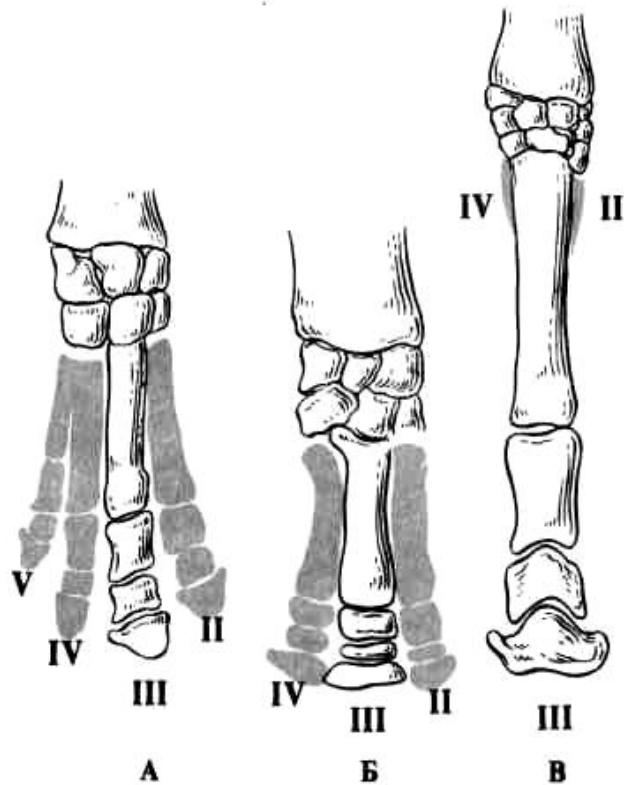


Рис. 7. Порівняльно-анатомічний ряд:

А – передня кінцівка тапіра; Б – носорога; В – коня; II – IV – пальці

Робота 3. Гомологія у тварин. Розгляньте передні кінцівки хребетних та виявіть гомологічні кістки (рис. 8). Замалюйте. На рисунках позначте гомологічні кістки одним кольором.

Зробіть висновки. Наведіть приклади гомологічних органів та занотуйте в зошиті.

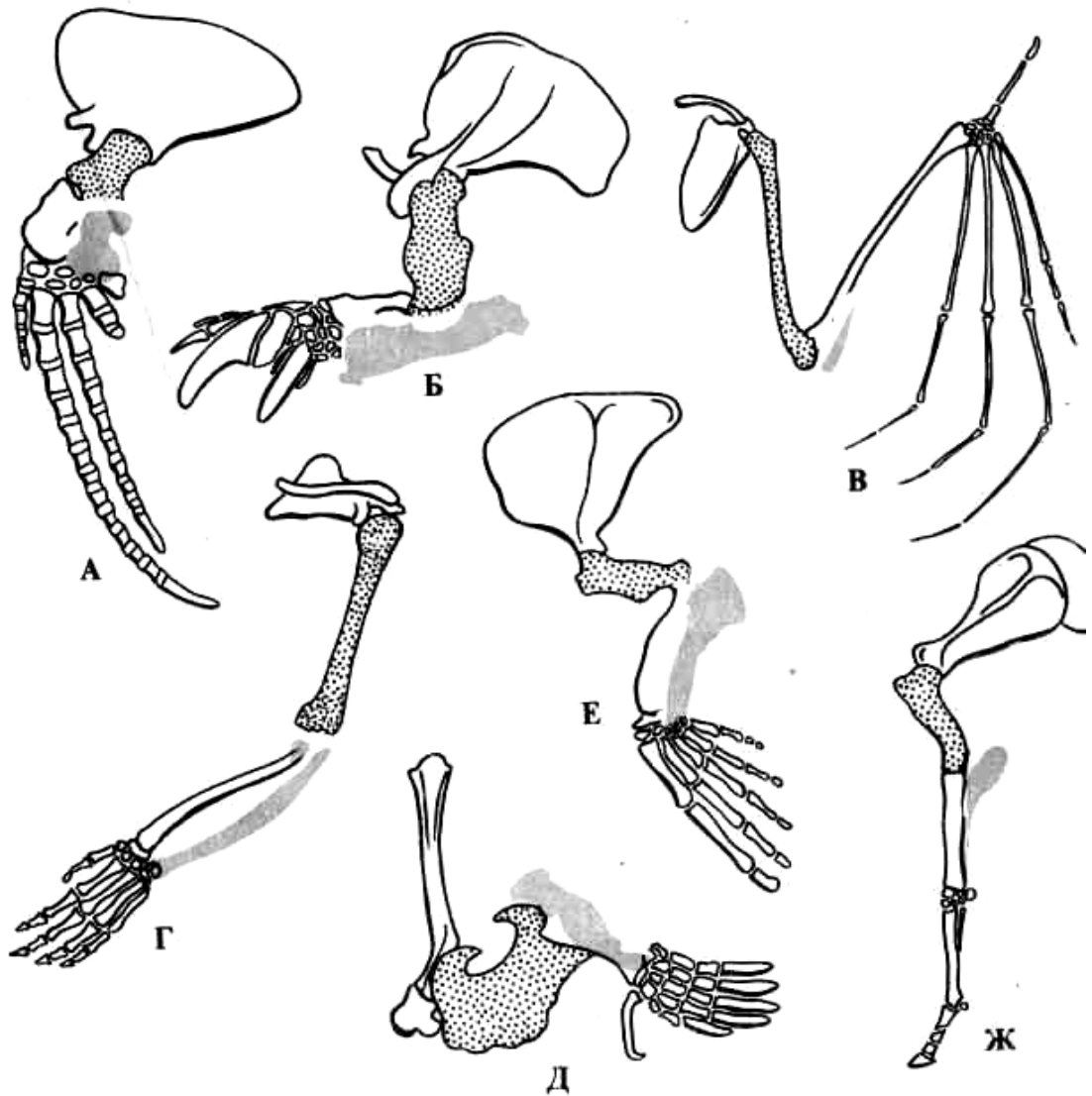


Рис. 8. Будова скелета передньої кінцівки представників різних рядів ссавців:

A – фінвал (*Balaenoptera physalus*); Б – броненосець гігантський (*Priodontes giganteus*);
 В – вечірниця руда (*Nyctalus noctula*); Г – горила (*Gorilla gorilla*); Г – кріт звичайний (*Sciurus vulgaris*); Д – сивуч (*Etimetopias jubatus*); Е – кінь Пржевальського (*Equus przewalskii*)

Робота 4. Гомологія у рослин. Ознайомтесь із колекціями різних видів рослин, де наявні гомологічні органи. За результатами спостережень та аналізу заповніть таблицю 8.

Гомологічні органи у рослин

Рослина	Родина	Основна функція	Походження (як видозміна пагона)
Купина широколиста (<i>Polygonatum latifolium</i>)			
Глід колючий (<i>Crataegus oxycantha</i>)			
Виноград лісовий (<i>Vitis sylvestris</i>)			
Горох посівний (<i>Pisum sativum</i>)			
Картопля (<i>Solanum tuberosum</i>)			
Топінамбур (<i>Heliantus tuberosus</i>)			
Стокротки багаторічні (<i>Bellis pereunis</i>)			
Цибуля городня (<i>Allium cepa</i>)			
Жовтець їдкий (<i>Ranunculus acris</i>)			

Робота 5. Аналогія. Ознайомтесь із аналогічними органами у рослин і

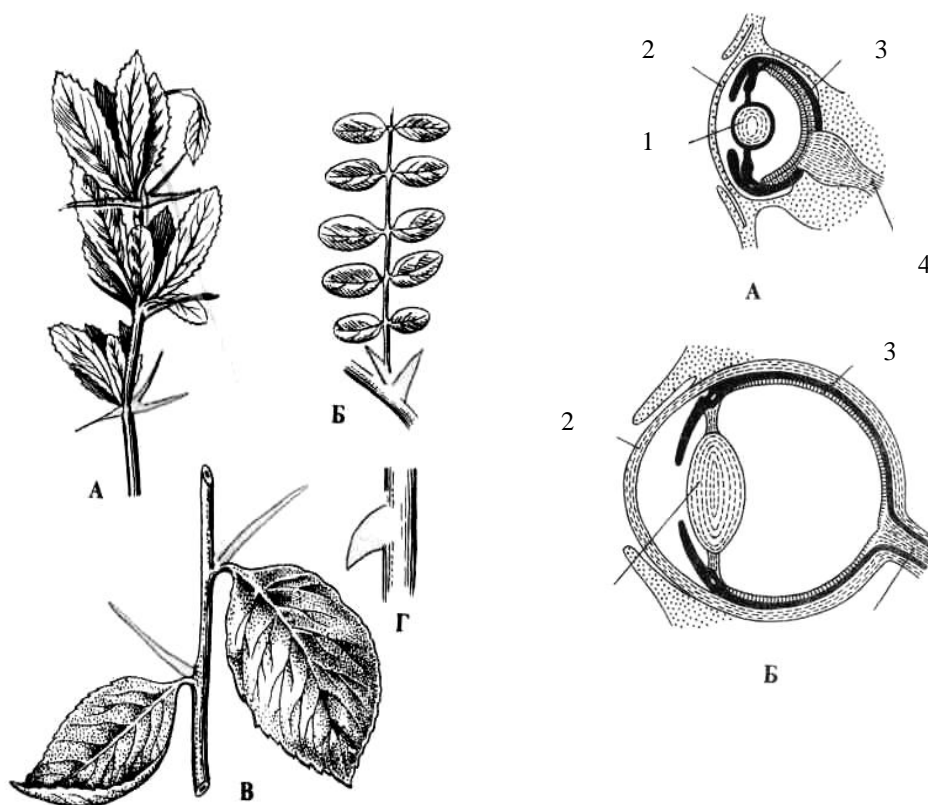


Рис. 9. Аналогічні органи у рослин і тварин:

А - колючки барбарису звичайного (*Berberis vulgaris*); Б - колючки акації білої (*Robmia pseudorassacia*); В - колючки глоду з пагонів (*Crataegus oxycantha*); Г - колючки ожини сизої (*Rubus caesicos*); Г - будова ока наземних хребетних; Д - будова ока головоногих молюсків (розвиток із різних зачатків): 1 - кришталік; 2 - рогівка; 3 - сітківка; 4 - зоровий нерв.

тварин (рис. 9). Проаналізуйте. Зробіть висновки. Наведіть приклади аналогічних органів та занотуйте в зошиті.

Робота 6. Рудименти та атавізми. Ознайомтесь із рудиментарними органами позначеними на рисунку 10. Поясніть причину наявності рудиментів в організмі з позиції синтетичної теорії еволюції. Наведіть приклади рудиментарних органів у людей та тварин.

Аргументуйте причини появи атавізмів. Поясніть значення атавізмів як доказ еволюції органічного світу. Спостереження та висновки занотуйте.

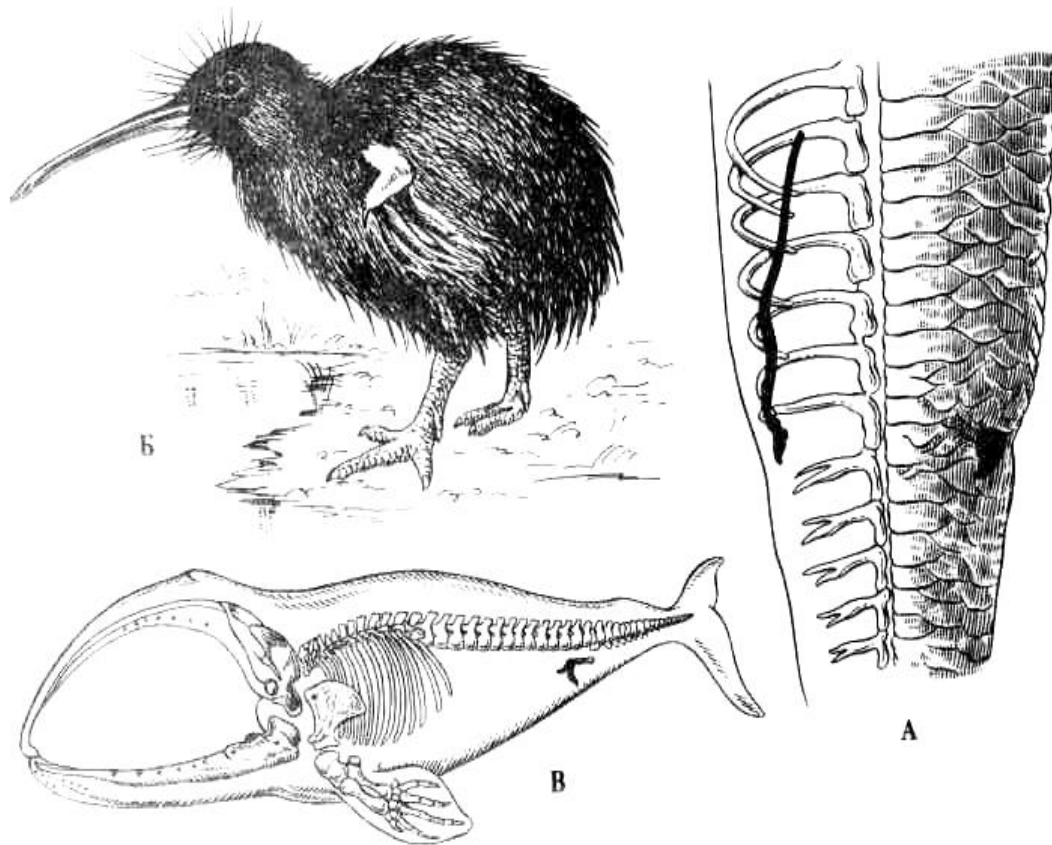


Рис. 10 . Рудиментарні органи:

А – задні кінцівки пітона сітчастого (*Python regius*); Б – крило ківі звичайного (*Apteryx australis*); В – елементи тазового поясу гладкого кита (*Eubulaena glacialis*)

Робота 7. Зародкова подібність. Розгляньте різні стадії розвитку ембріонів хребетних і покажіть на яких стадіях розвитку вони дуже споріднені за будовою (рис. 11). Свої міркування та висновки занотуйте.

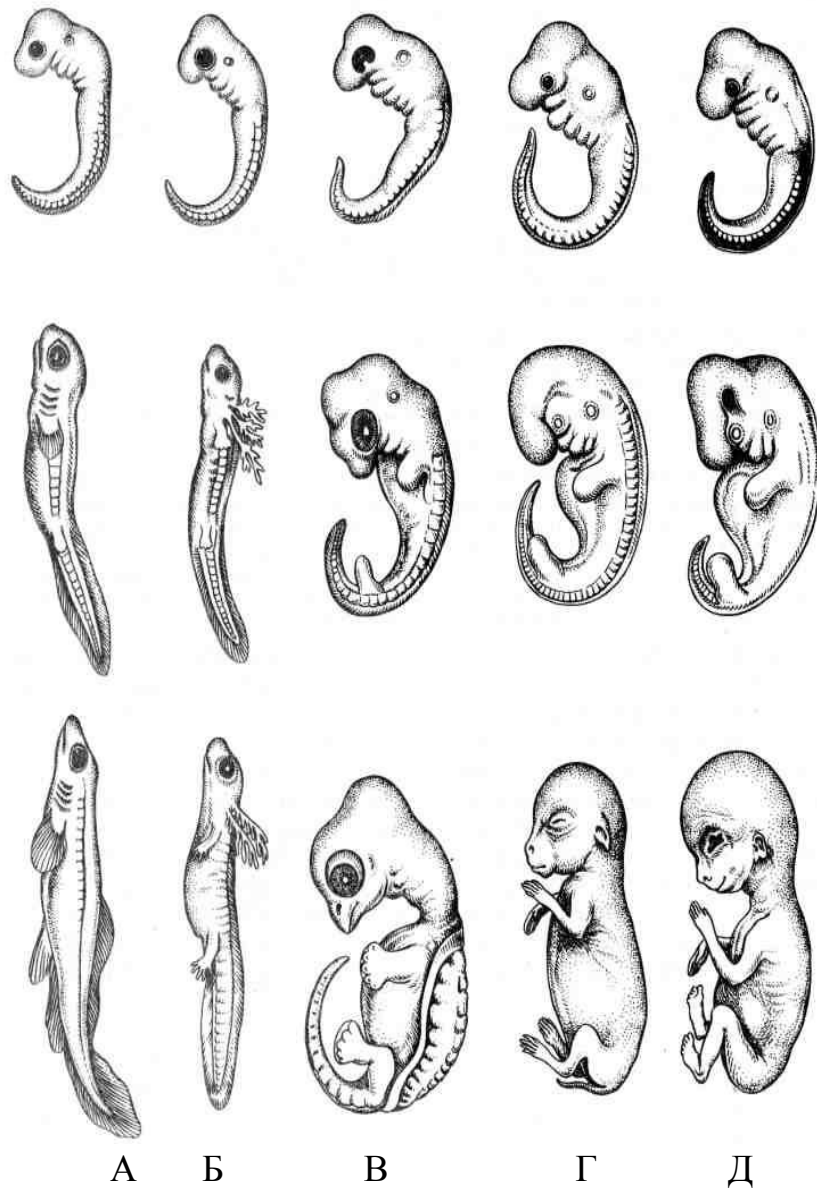


Рис. 11. Явище зародкової подібності:

А – риби; Б – саламандри; В – черепахи; Г – щура; Д – людини

Робота 8. Палеонтологічні докази. Розгляньте вимерлі перехідні форми (рис. 12), зокрема, звірозубих рептилій та археоптерикса.

- Проаналізуйте їх будову.
- Співставте їх з сучасними класами від яких вони взяли свій початок.
- Знайдіть спільні та відмінні ознаки цих тварин. Висновки занотуйте.

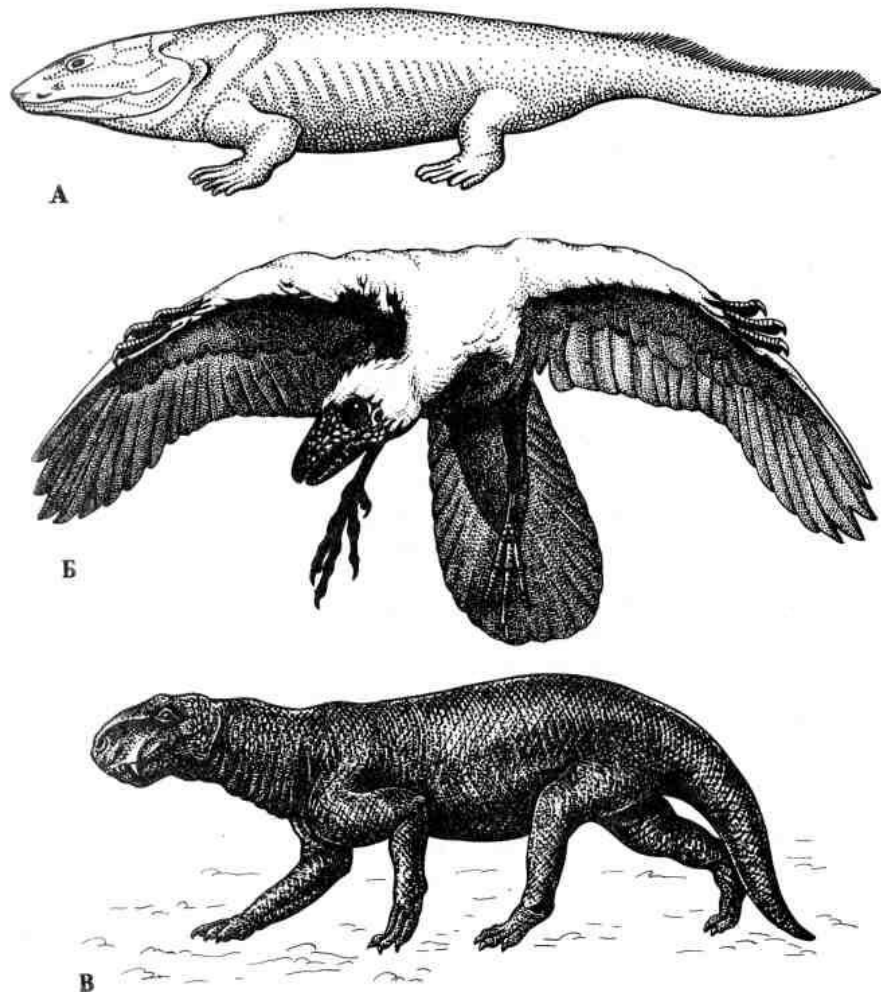


Рис. 12. Вископні перехідні форми:

А – від риб до наземних хребетних іхтіостега (*Ichthyostega*);

Б – від плазунів до першоптаха (*Archaeopteryx*);

В – від рептилій до ссавців терапсид (*Lusitanops*)

Питання для обговорення

1. Поняття макроеволюція та її зміст.

2. Шляхи макроеволюції.
3. Передумови еволюції органів та функцій.
4. Модуси органогенезу.
5. Субституція.
6. Геробатмія і компенсація.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.
4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

ТЕМА: ДИВЕРГЕНЦІЯ І КОНВЕРГЕНЦІЯ – ОСНОВНІ ШЛЯХИ МАКРОЕВОЛЮЦІЇ

Мета: ознайомитися із основними шляхами макроеволюції – дивергенцією і конвергенцією, паралелізмом.

Обладнання та матеріали:

1. Колекція „Типи кінцівок у комах”.
2. Мікропрепарати „Ротові апарати комах”.
3. Таблиці „Типи кінцівок у комах”.
4. Таблиця „Типи ротових апаратів у комах”.

Теоретичні відомості

Дивергенція – розходження ознак організмів в процесі еволюції різних

філетичних ліній, які виникли від спільного предка. Термін «дивергенція ознак» був введений Ч. Дарвіном (1859). За сучасним поглядами, дивергенція виникає в результаті дизруптивного добору, а також ізоляції і не обов'язково пов'язана з гострою внутрішньовидовою конкуренцією. Концепція дивергенції отримала подальший розвиток в концепції адаптивної радіації.

Конвергенція – незалежний розвиток подібних ознак у різних груп організмів до подібних умов зовнішнього середовища. Подібність ознак, які виникли в результаті конвергенції, називають аналогією на відміну від гомології – подібності, заснованої на походженні різних груп від спільного предка шляхом дивергенції. Термін „конвергенція” ввів Ч. Дарвін. Конвергенція може торкатись особливостей будови різних органів. Так, виникла, наприклад, подібність форми тіла і кінцівок у швидко плаваючих риб (хрящових і кісткових), морських плазунів (іхтіозаврів, мозазаврів) і морських ссавців (дельфінів); подібність крил у птахів, літаючих ящерів (птерозаврів) і рукокрилих ссавців; подібність форми тіла у стрибаючих ссавців; подібність вегетативних органів (стебло з фотосинтезуючою тканиною, редуковані шиповидні листки).

Паралелізм – незалежний розвиток подібних ознак в еволюції близькородинних груп організмів. В результаті паралелізму вторинно набута подібність різних груп накладається на їх подібність, обумовлену спільним походженням. Так виникає особлива категорія подібності органів у різних видів – гомойологія. Паралелізм широко розповсюджений в філогенезі різних груп організмів. Так, шляхом паралелізму розвивали пристосування до водного способу життя в трьох лініях еволюції ластоногих (моржі, вухаті і справжні тюлені); у деяких груп крилатих комах передні крила перетворилися в надкрила.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. Розгляньте явище дивергенції на прикладі типів кінцівок у комах (рис. 15). Бігально-ходильну (жужелиця польова – *Carabus cancellatus*).

Хватальну (богомол звичайний – *Mantis religiosa*).

Копальну (ведмедка звичайна – *Gryllotalpa gryllotalpa*).

Стрибальну (коник пустельний – *Schistocerca gregaria*).

Плавальну (водолюб, плавунець чорний – *Hydro is piceus*).

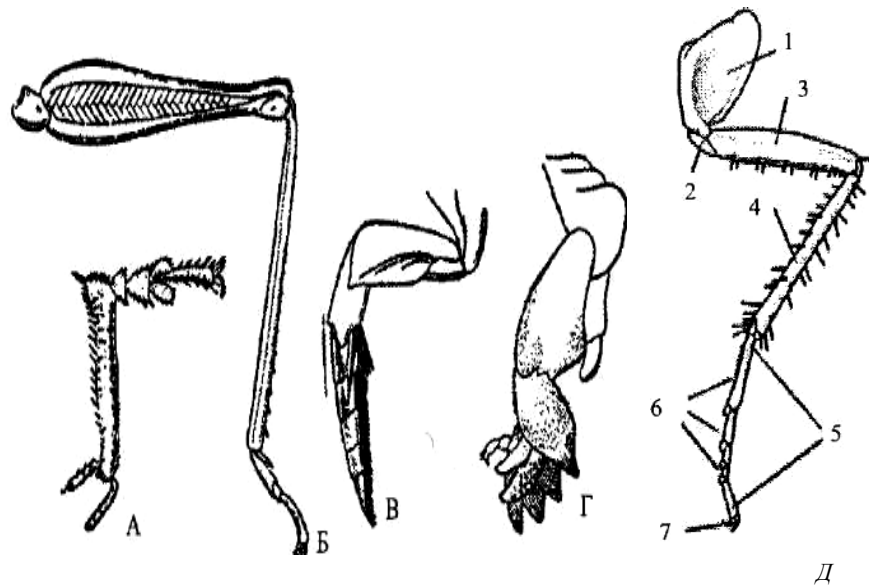


Рис. 15. Різні типи грудних кінцівок комах:

А – ходильно-бігальна довгоносіка; Б – стрибальна сарани; В – плавальна плавунця; Г – ріючо-копальна ведмедки; Д – бігальна таргана: 1 – тазик; 2 – вертлюг; 3 – стегно; 4 – гомілка; 5 – лапка; 6 – членики лапки; 7 – кігтик.

Гомологічні відділи кінцівок відзначне відповідними кольорами і позначити початковими літерами: Т – тазик, В – вертлюг, С – стегно, Г – гомілка, Л – лапка.

Який тип кінцівок потрібно вважати вихідним? Зробіть висновок про адаптивну радіацію у еволюції кінцівок комах.

Робота 2. Ознайомтеся із дивергенцією ротових апаратів комах (рис. 16) та розгляньте мікропрепарати: гризучий апарат чорного таргана, гризучо-лижучий апарат бджоли, колючо-смоктальний апарат самки комара, смоктальний апарат метелика, лижучий апарат мухи. Знайдіть гомологічні частини в ротових апаратах названих тварин. Гомологічні частини в ротових апаратах відзначте однаковим кольором і позначте початковими літерами: Вг – верхня губа, Ман – мандибула, Мак – максила, Нг – нижня губа.

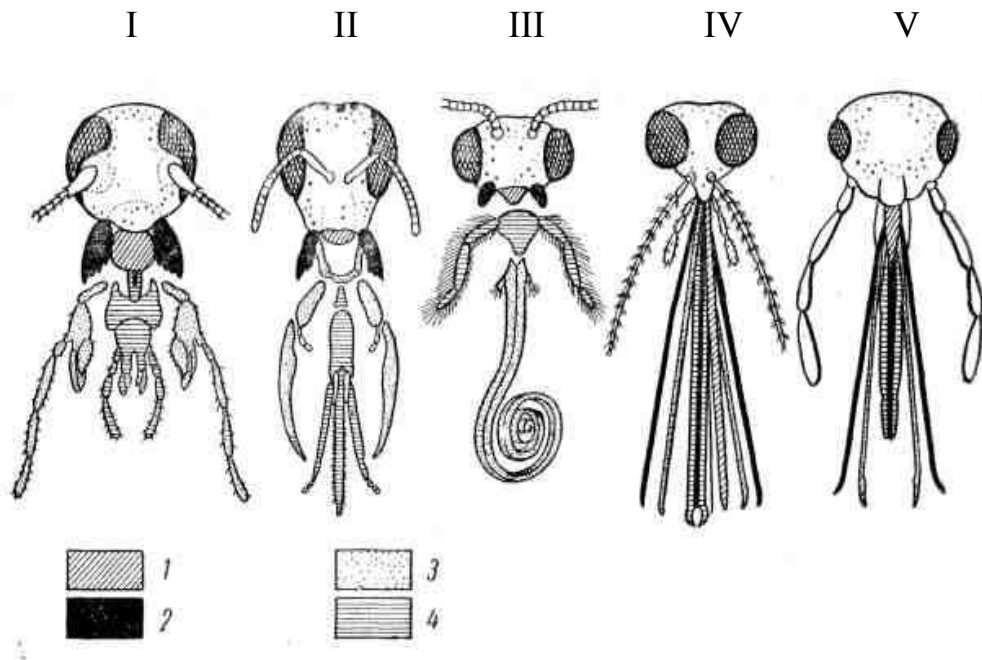


Рис. 16. Типи ротових апаратів комах

I – тарган; II – джміль; III – метелик; IV – комар; V – клоп;
 1 – верхня губа; 2 – мандибули; 3 – максили; 4 – нижня губа
 (однорідні органи заштриховані однаково)

Вкажіть, який з п'яти типів ротових апаратів є вихідним для чотирьох інших типів. Які частини з цих похідних типів і в якій мірі зазнали змін у процесі адаптивної радіації вихідного апарату?

Робота 3. Розгляньте явище конвергенції на прикладі будови ока людини і восьминога (рис. 17).

Зважте на те, що у восьминога кришталік більш округлий, ніж у людини, оскільки у води більший коефіцієнт заломлення світла, ніж у повітря: – око восьминога фокусується наближенням або віддаленням кришталіка, а в людини фокусна віддаль збільшується шляхом зміни кривизни самого кришталіка; – шляхи виникнення оптичних властивостей ока восьминога і людини в онтогенезі та в процесі еволюції різні. Цифрами показано аналогічні органи, що засвідчують зовнішню подібність і різне походження.

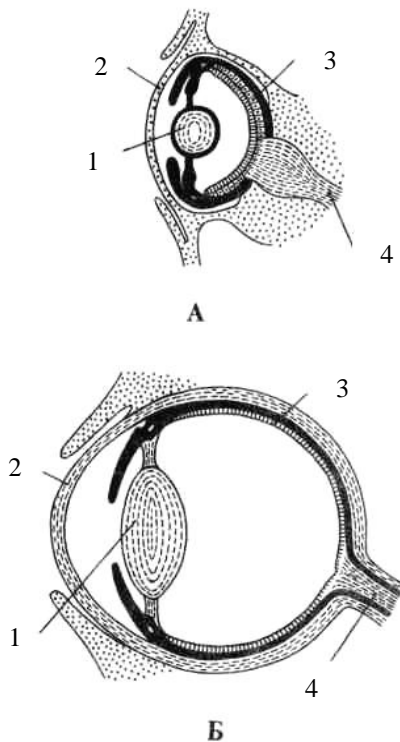


Рис. 17. Будова ока восьминога і людини

– як приклад конвергенції:

А – око восьминога (*Octopus vulgaris*);

Б – око людини (*Homo sapiens L.*):

1 – кришталік; 2 – рогівка;

3 – сітківка; 4 – зоровий нерв.

Свої висновки занотуйте. _____

Робота 4. Розгляньте явище конвергенції за формою тіла у ссавців (виникнення біологічного типу стрибуна в різних філогенетичних групах) (рис. 18).

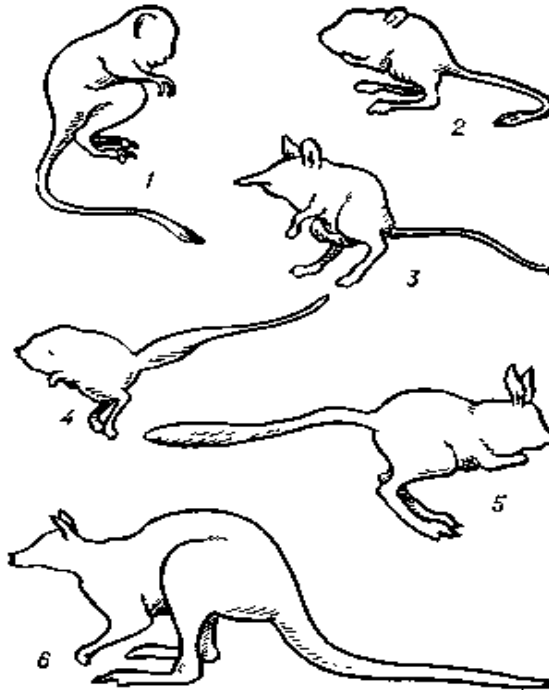


Рис. 18. Конвергенції за формою тіла у ссавців:

1 – напівмавпа довгоп’ят; 2 – піщаний тушканчик; 3 – комахоїдний стрибун;
4 – трьохпалий тушканчик; 5 – кафрський довгоніг; 6 – кенгуру.

Свої висновки занотуйте. _____

Робота 5. Проаналізуйте явище паралелізму шаблезубості у сумчастих і крупних котів, які відносяться до різних філогенетичних груп та геологічних періодів. Висновки занотуйте. _____

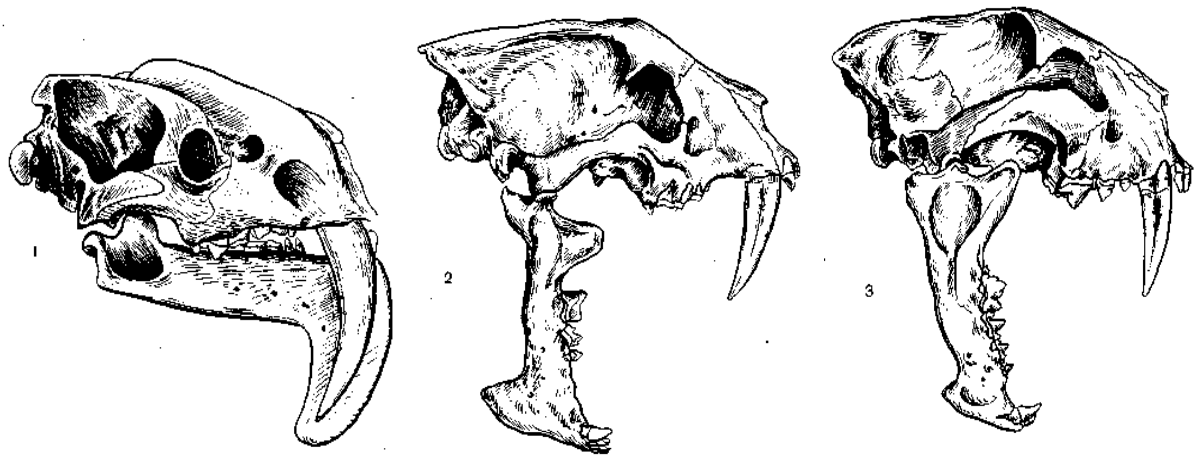


Рис. 19. Паралелізм

1 – сумчастий „шаблезубий” тигр (пліоцен),
2 – махайрод (олігоцен), 3 – псевдосаблезуб із родини справжніх котів

Питання для обговорення

1. Дайте визначення поняттю „дивергенція”.
2. Які причини дивергентного характеру еволюції?
3. Значення дивергенції у природі.
4. Дайте визначення поняттю конвергенція.
5. Поясніть значення конвергенції у процесі еволюції органічного світу.
6. Дайте визначення поняттю „паралелізм”.
7. Охарактеризуйте паралелізм – як один із шляхів макроеволюції.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

ТЕМА: ШЛЯХИ ФІЛОГЕНЕТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ОРГАНІВ

Мета: Ознайомити з різними шляхами перетворень органів: мультифункціональність, розширення, інтенсифікація, активізація, зміна функцій, олігомеризація.

Обладнання та матеріали:

1. Роздатковий матеріал по скелету риб, земноводних, плазунів, птахів, ссавців.
2. Набір скелетів: „Характерні риси скелету безхвостих, земноводних, черепах, вужів, ящірок, птахів, ссавців”.
3. Черепа представників різних класів хребетних (риби, земноводні, плазуни, птахи, ссавці).
4. Гербарії рослин.
5. Табличний матеріал – скелет передніх кінцівок крота, летючої миші, коня.
6. Сухі препарат кінцівок річкового рака широкопалого (*Astacus astacus*).
7. Вологі препарати річкового рака широкопалого (*Astacus astacus*).

Теоретичні відомості

На сучасному етапі розвитку біології відомо багато способів (модусів) еволюції органів і функцій. Основними з них є: посилення головної функції; послаблення головної функції; полімеризації органів; олігомеризація органів і концентрація функцій; зменшення числа функцій; збільшення числа функцій; розділення функцій і органів; зміна функцій.

Потрібно зазначити, що кожному органу властива мультифункціональність, а функціям – зміна кількості. Ці критерії лежать в основі всіх принципів еволюційних змін органів і їхніх функцій. Під мультифункціональністю слід розуміти виконання даним органом одночасно

декількох функцій, серед яких звичайно можна виділити основну і ряд другорядних. В концепції мультифункціональності органів під функцією розують біологічну роль органу (його адаптивне значення).

Мультифункціональність органів і структур – одна із вагомих характеристик органічної природи на Землі; важлива властивість багатьох біологічних систем, що полегшує їх еволюційну перебудову шляхом зміни функцій.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. Гомологія. Проаналізуйте еволюційний шлях становлення слухових кісточок середнього вуха хребтних тварин на основі порівняльно-анатомічного ряду: кісткових риб, плазунів, ссавці (рис. 23).

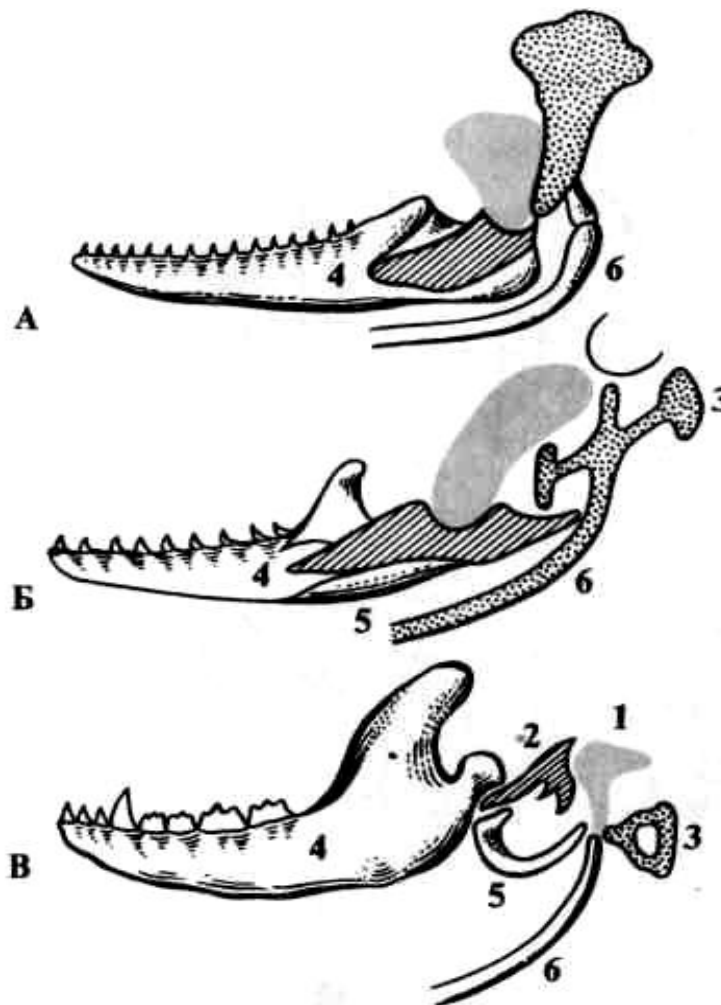


Рис. 23. Гомологія слухових кісточок середнього вуха тварин:

А – кісткової риби; Б – плазунів; В – ссавців. 1 – квадратна кістка – кувалдечко ссавців, 2 – зчленована кістка – молоточок, 3 – гіомандибуляре – стремінце, 4 – зубна кістка, 5 – кутова кістка – барабанна ссавців, 6 – гіюід.

Знайдіть гомологічні частини, відзначте відповідним кольором. Зробіть висновки. _____

Робота 2. Вивчення гомології кісток черепа. Розгляньте черепа представників різних класів хребетних (риби, земноводні, плазуни, птахи, ссавці) (рис. 24). Знайдіть гомологічні покривні кістки черепа.

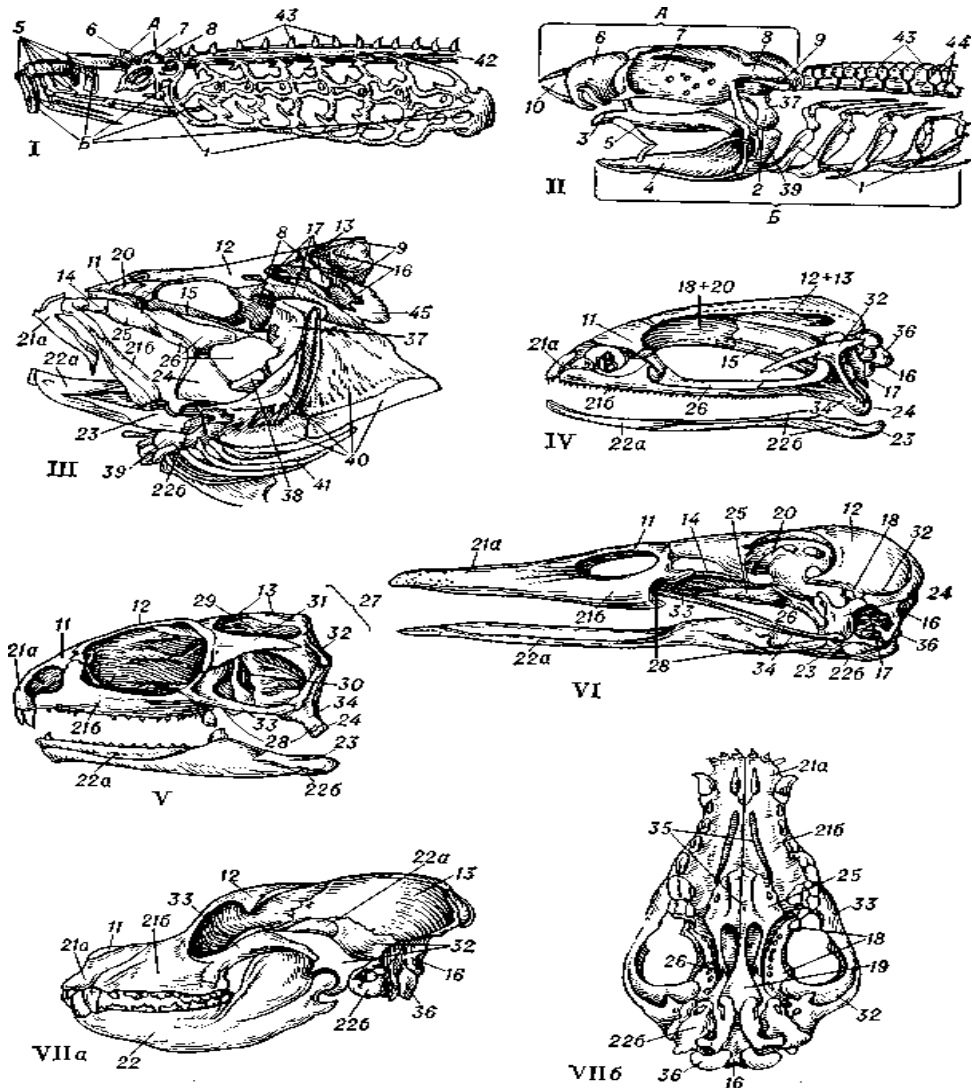


Рис. 24. Черепа хребетних тварин:

I – круглороті (мінога); II – хрящові риби (акула); III – кісткові риби (окунь); IV – земноводні (жаба); V – плазуни (гатерія); VI – птахи (качка); VII – ссавці (собака, а – вигляд збоку; б – вигляд знизу); А – вістовий череп; Б – вісцеральний череп; 1 – зяброві дуги; 2 – під'язикова дуга; 3 – первинна верхня щелепа; 4 – первинна нижня щелепа; 5 – губні хрящі;

6 – нюховий відділ; 7 – очний відділ; 8 – слуховий відділ; 9 – потиличний відділ; 10 – ростральний відділ; 11 – носові кістки; 12 – лобні кістки; 13 – тім'яні кістки; 15 – покривні клиноподібні; 16 – потиличні кістки; 17 – вушні; 18 – кістки очної області; 19 – основна клиноподібна кістка; 20 – решітчасті кістки; 21 – вторинна верхня щелепна кістка; 21а – передньощелепна; 21б – верхньощелепна); 22, 22а – зубна кістка вторинної нижньої щелепи; 22б – кутова кістка (на рис. VII – барабанна кістка); 23 – зчленована кістка; 24- квадратна кістка; 25 – піднебінна; 26 – крилоподібна; 27 – верхня вискова дуга; 28 нижня вискова дуга; 29 – верхня вискова яма; 30 – бокова вискова кістка; 31 – заочна кістка; 32 – лускова кістка; 33 – скулова кістка; 34 – квадратно-скулова кістка; 35 – тверде піднебіння; 36 – потилична; 37 – підвіска; 38 – з'єднувальна кістка; 39 – геоїд; 40 – зяброва кришка; 41 – промені зябрової перепонки; 42 – хорда; 43 – верхні дуги хребців; 44 – тіло хребців; 45 – кістка плечового поясу.

Висновки занотуйте. _____

Робота 3. Аналогія. На гербарних листках розгляньте аналогічні органи різних видів рослин та заповніть таблицю 14.

Таблиця 14

Аналогічні органи у рослин

Назва рослини	Родина	Шипи та колючки, якого походження
Акація	Бобові	
Шипшина	Розоцвіті	
Будяк	Складноцвіті	
Глід	Розоцвіті	
Барбарис	Барбарисові	
Кактус	Кактусові	

Робота 4. Розгляньте і проаналізуйте суть посилення головної функції на прикладі ароморфозних змін серця хребетних (рис. 25). Висновки занотуйте.

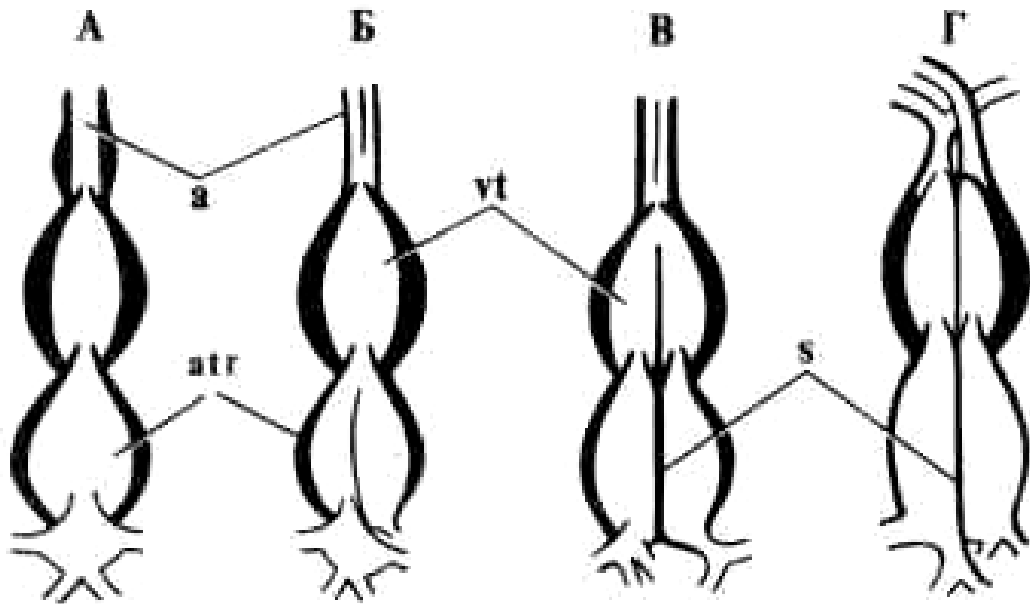


Рис. 25 . Схема еволюції серця хребетних

А – двокамерне серце риб; Б – трикамерне серце амфібій; В – трикамерне серце плазунів, крім крокодила, з неповністю розділеними шлуночками; Г – чотирикамерне серце птахів і ссавців із розділеними шлуночками і передсердями:
atr — передсердя; s — перетинка; vt — шлуночок; a — аорта.

Робота 5. Вивчення основної і додаткової функцій передніх кінцівок ссавців. Розгляньте на табличному матеріалі скелет передніх кінцівок крота, летючої миші, коня. Знайдіть гомологічні відділи скелету передніх кінцівок. Вкажіть для кожного типу кінцівки основну і додаткову функції, які вони виконують. Висновки занотуйте. _____

Робота 6. Розгляньте в таблиці наведені приклади мультифункціональних органів і опишіть які функції вони можуть виконувати. Заповніть таблицю.

Таблиця 15

Назви органу чи системи органів	Функції органу, системи органів
Око	
Легені	
Нирки	
Серце	
Печінка	
Кровоносна система	
Шкіра	

Робота 7. Розгляньте приклади функціональних змін органів і вкажіть, які з них відповідають звуженню, інтенсифікації, активації функцій. Заповніть таблицю 16.

Таблиця 16

Способи функціональних змін органів

Органи і системи органів	Виконувані функції	Способи функціональної зміни органів
Головний мозок ссавців		
Поперечносмугасті м'язи		
Кігті в котячих		
Легені у ссавців		
Щелепи у змій		
Щелепи у ящірок		

Робота 8. Проаналізуйте еволюційні зміни головної функції органів на прикладі диференціювання кінцівок річкового рака широкопалого (*Astacus astacus*) (рис 26).

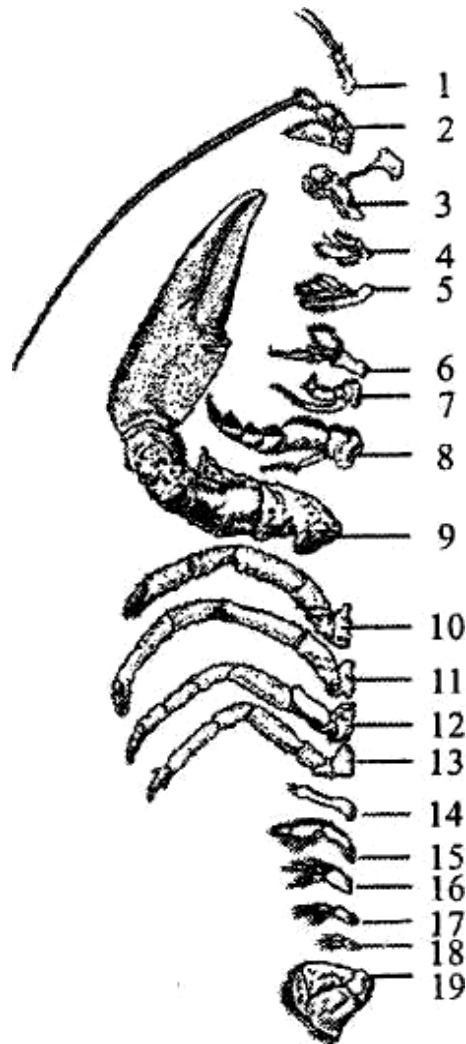


Рис. 26. Диференціація кінцівок річкового рака широкопалого пов'язана із розподілом і зміною функцій:

- 1-2 — органи чуття;
- 3-5 — щелепи;
- 6-8 — ногокощелепи;
- 9-13 — ходильні кінцівки;
- 14-18 — черевні кінцівки (спарювання і утримання яєць);
- 19 — хвостова кінцівка (плавання).

Висновки занотуйте. _____

Питання для обговорення

1. Що служить рушійною силою у виникненні аналогій?
2. Наведіть приклади аналогій.
3. Дайте визначення гомології органів. Наведіть приклади.
4. Чому функціональна зміна органів ґрунтується на властивості мультифункціональності?
5. Дайте визначення принципу мультифункціональності органів.
6. Дайте пояснення, як відбувається кількісна функціональна зміна органів?
7. Назвіть способи функціональних змін органів.
8. Наведіть приклади звуження, інтенсифікації, активації функцій органів. Чому вони виникають?

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.
4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

ТЕМА: БІОЛОГІЧНИЙ ПРОГРЕС

Мета: Познайомитись з різними способами здійснення біологічного прогресу та із закономірними змінами їх в еволюційному процесі.

Обладнання та матеріали:

1. Колекції, вологі препарати і тушки: гідра, бичачий солітер, дощовий черв'як, водяний скорпіон, річковий рак, колорадський жук, бджола, асцидія, риба, жаба, ящірка, дятел, дика качка, ластівка, грак, яструб, пацюк, кріт.
2. Таблиця: „Нервові системи різних класів безхребетних”.
3. Таблиця „Будова головного мозку у хордових”.
4. Таблиця „Птахи”.
5. Таблиця „Паразитичні черви”.
6. Таблиця „Аскариди”.

Теоретичні відомості

Прогресивна еволюція вживається у вузькому та широкому понятті. У вузькому значенні – це удосконалення морфофізіологічної організації, що дозволяє організмам проникнути у нові умови середовища і розширити життєву зону, а в широкому розгляді – це загальний напрямок історичного розвитку живої природи з моменту її виникнення на Землі.

Арогенез це напрямок прогресивної еволюції живої природи – розвиток групи з суттєвим розширенням адаптивної зони під впливом набуття групою раніше відсутніх пристосувань, адаптації широкого спектру, корисні в самих різноманітних умовах середовища (теплокровність птахів і ссавців). Крупні принципові адаптації, що ведуть групу організмів на шлях арогенезу називаються ароморфозними (морфофізіологічний процес). Прикладом арогенезу, є виникнення та розквіт класу птахів.

Алогенез – розвиток групи всередині однієї адаптивної зони із виникненням близьких форм. Цей процес проходить на основі загальних

особливостей будови і функціонування організмів, членів групи.

Складовими алогенезу є аломорфози (ідіоадаптація), тобто перетворення вихідної арогенної організації стосовно до вузьких умов середовища (дзьоби птахів різної форми для добування їжі).

Регрес (дегенерація) – це накопичення адаптацій вузького характеру, що пов'язані з переходом організмів у простіші умови середовища. Вона супроводжується спрощенням організації тварин. Рудиментація органів – наслідок регресу. Регрес є також одним із напрямків органічної еволюції і вторинним по відношенню до біологічного прогресу, як успіх виду у боротьбі за існування.

Телогенез – спеціалізація організмів викликана переходом до відносно вузьких форм існування (розвиток організмів, пов'язаних із вузькими умовами життя, — мінога з присоскою, лінивець трипалій, зміна кінцівок крота, хамелеон).

Катагенез – напрямок еволюції пов'язаний з редуцією певних систем.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. Арогенез. Простежте прогресивний розвиток нервової системи в різних груп тварин у яких на певному етапі еволюції відбулись арогенні зміни. Проаналізуйте схеми будови нервових систем представників різних типів тварин. _____

Заповніть таблиці 17 і 18.

Таблиця 17

Будова нервової системи та особливості поведінки безхребетних тварин

Тип, клас	Тип будови нервової системи	Особливості поведінки
Кишковопорожнинні, гідра		
Плоскі черви, війчасті		
Кільчасті черви, малощетинкові		
Молюски, черевоногі		
Ракоподібні		
Комахи		

Таблиця 18

Будова нервової системи та особливості поведінки хордових

Представники	Будова головного мозку					Поведінка
	Передній	Проміжний	Середній	Мозочок	Довгастий	
Ланцетник						
Риби						
Земноводні						
Плазуни						
Птахи						
Ссавці						
Гризуни						
Мавпи						

Робота 2. Алогенез. Розгляньте вказаних в таблиці птахів і вкажіть алогенні зміни, що забезпечують ширше розселення та повніше використання екологічних ніш. _____

Заповніть таблицю 19.

Алогенні зміни у птахів

Вид	Будова дзьобу	Будова ніг	Їжа
Крижень			
Кулик			
Ластівка			
Ворона			
Сова			
Яструб			

Робота 3. Катагенез. Розгляньте вказаних у таблиці тварин, в яких напрямок еволюції зв'язаний з редукцією певних систем. Проаналізуйте та заповніть таблицю 20.

Таблиця 20

Катагенез

Вид	Дегенеруюча система органів чи організмів	Прогресуюча система органів	
		Алогенез	Ценогенез
Малярійний плазмодій			
Печінковий сисун			
Бичачий солітер			
Людська аскарида			
Дитячий гострик			
Асцидія			

Робота 4. Телогенез. Розгляньте приклади вузької спеціалізації у зв'язку з переходом до відносно обмежених умов існування. Заповніть таблицю 21.

Таблиця 21

Телогенез

Вид	Телогенні адаптації	Спосіб життя
Водяний скорпіон		
Гадюка		
Дятел		
Кріт		

В чому різниця між загальною і частковою дегенерацією?
Проаналізуйте та зробіть висновки. _____

Питання для обговорення

1. Назвіть напрямки еволюційного процесу.
2. Морфо-фізіологічний прогрес і шляхи його досягнення.
7. Еволюційні перетворення, що ведуть до морфо-фізіологічного прогресу.
4. Регрес і його шляхи.
5. Закономірні зміни фаз в еволюційному процесі.
6. Напрямки біологічного прогресу.
7. Суть теломорфозу, наведіть приклади.
8. Причини виникнення гіперморфозу, наведіть приклади.
9. Катаморфоз і його значення в еволюції організмів.
10. Основні критерії біологічного прогресу за О. М. Северцовим.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.

4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8

ТЕМА: АНТРОПОГЕНЕЗ

Мета: Виявити якісні моменти еволюції людини на відміну від еволюції тварин. Значно розширити та засвоїти багату інформацію палеонтологічного характеру.

Обладнання та матеріали:

1. Лінійки.
2. Штангенциркулі.
3. Табличний матеріал.
4. Муляжі черепів.

Теоретичні відомості

В еволюції людини можна виділити декілька основних етапів.

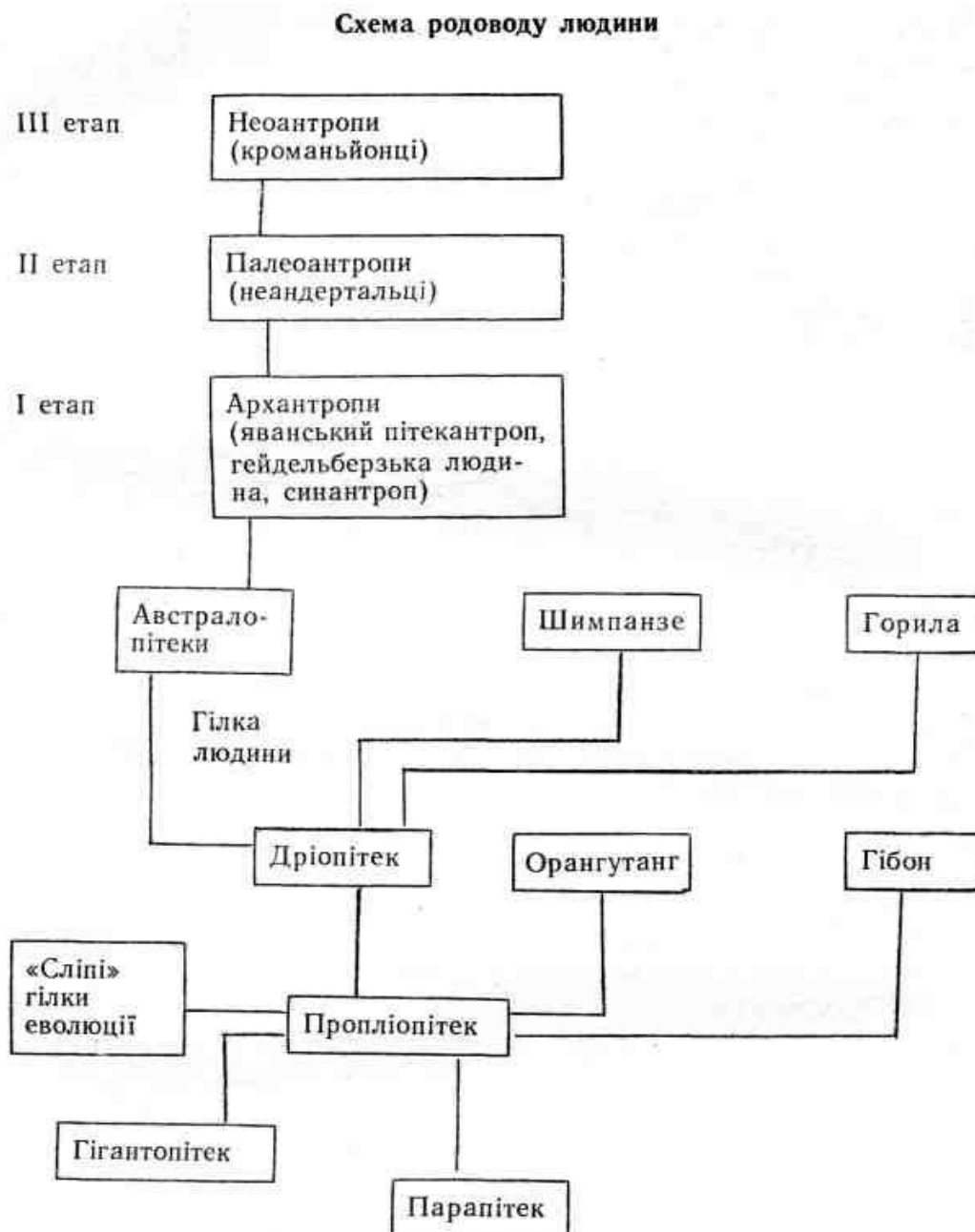
I етап – *найдавніші люди*, або *архантропи*. Є багато різноманітних знахідок скелетів найдавніших людей. Зокрема, в Африці знайдено рештки *олдувайського пітекантропа*, в Азії — *яванського пітекантропа* і *синантропа*, в Європі – *гейдельберзької людини*. Жили вони в різний час: найбільш давні – понад 1 мільйон років тому, "молодші" – 400000 років тому. Всі ці знахідки об'єднані в одну групу за трьома ознаками: об'єм головного мозку в межах 1000 см³ і лише у синантропів дещо більший – 1100 см³; відсутність членороздільної мови, про що свідчить відсутність валка на підборідді; наявність примітивних кам'яних знарядь – скребків, наконечників, сокир. Тільки найбільш прогресивні з них – *синантропи* – користувалися вогнем, на що вказують багатометрові шари попелу, знайдені в місцях стоянок. Впродовж тривалого часу архаїчні *Homo sapiens* були сучасниками

Homo erectus, які вимерли чверть мільйона років тому.

II етап – *давні люди*, або *палеоантропи*. Широко розповсюджені на території Європи, Азії і Африки. На цих континентах сформувалися місцеві раси *H. sapiens*. Найбільш ранні з них датуються більше 200000 років тому, останні зникли близько 40000 років тому. Давні люди мали зріст 150-160 см, об'єм головного мозку – близько 1300-1600 см³ (приблизно об'єм мозку сучасної людини). Проте череп давніх людей характеризувався масивним розвитком зубів, надбрівних дуг, нижньою щелепою і виступаючою потиличною ділянкою. Рештки цих людей були знайдені в долині Неандерталь поблизу Дюссельдорфа в Німеччині, звідки походить їхня назва – *неандертальці* (*H. sapiens neanderthalensis*). На цій стадії розвитку давні люди постійно користувалися вогнем, причому вже вміли добувати його, використовуючи каміння. Ретельно оброблялося кам'яне знаряддя; крім кам'яного, застосовувалося знаряддя, зроблене з кісток. Знахідки кістяних голок свідчать про наявність одягу із шкір тварин. Їх досить розвинута культура виготовлення знарядь отримала назву мустьєрської, оскільки вперше такі знаряддя були знайдені в печері Ле-Мустьє на південному заході Франції. Близько 120 000 років назад під час міжльодовикового періоду неандертальці освоїли Близький Схід і Середню Азію. Фізична своєрідність цих людей зумовлена їх пристосуванням до суворого клімату льодовикового періоду. Вимерли неандертальці близько 30-35 тис. років тому.

III етап еволюції людини – *перші сучасні люди*, або *неоантропи*. Архаїчні *H. sapiens* з Африки вже виготовляли ашельське знаряддя, їх більшість антропологів вважає предками нашого виду *H. sapiens*. Спочатку (близько 100 тисяч років тому) вони мешкали тільки в Африці і Середній Азії, а потім розселилися по всій земній кулі. Один з вагомих доказів африканського походження сучасної за анатомією людини отримано під час порівняльного виявлення мітохондріальної ДНК (мтДНК) представників різних рас. Методом рестрикційного аналізу доведено, що всі виявлені типи мтДНК людини походять від однієї предкової молекули, а звідси – і однієї

праматері, яка жила до розділення людства на основні раси. Об'єм головного мозку в них був таким же, як і в наших сучасників – 1500-1800 см³, зріст - 170-180 см. Знахідки неантропів були зроблені в різних місцях земної кулі, в тому числі і на території колишнього Радянського Союзу. Найбільш відомі з них – ті, які зроблені у Франції поблизу містечка Кро-Маньйон {кроманьйонці}.



Цей етап характеризується трьома основними особливостями: припиненням біологічної і початком соціальної еволюції; формуванням основних рас; високим рівнем розвитку культури, який характеризується

обробкою не лише кам'яних знарядь праці, а й прикрас, кам'яних фігур, малюнків. Все це свідчить про появу на цій стадії абстрактного мислення.

В еволюції людини було багато бічних гілок, які закінчувалися повним вимиранням. В один і той же час могли жити різні групи архантропів, причому більш сильні і розвинені форми могли знищувати відсталіх у своєму розвитку.

Методичні вказівки до лабораторного заняття

Робота 1. Розгляньте і проаналізуйте еволюційні особливості становлення людини (рис. 27). Свої висновки занотуйте.

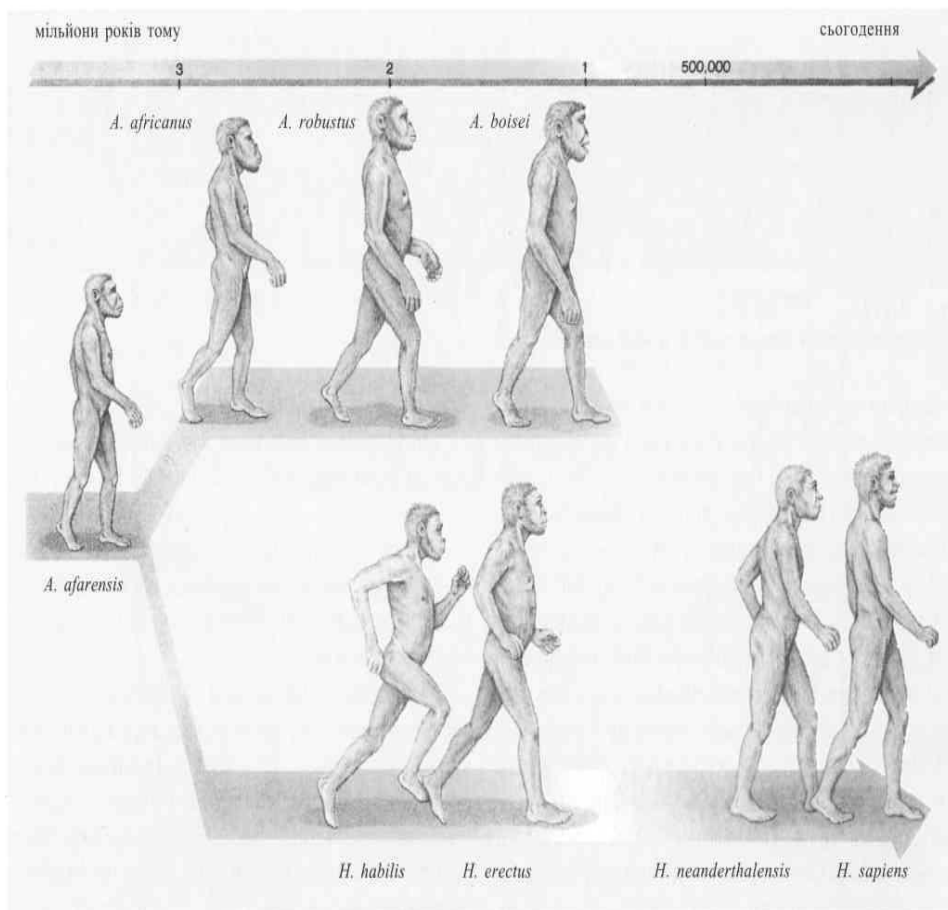


Рис. 27. Походження людини

Робота 2. Заповніть запропоновані таблиці, використовуючи муляжі черепів, рисунок 28, табличний матеріал, підручники, посібники.

В таблиці 22-23 занесіть антропометричні дані, отримані самостійно при розгляданні черепів-муляжів та їх вимірів на даному занятті.

Таблиця 22

Родовід вищих приматів

Назва тварини	Вік	Величина	Спосіб життя
Комахоїдні			
Лемури і довгоп'яти			
Парапитек			
Дріопитек			
Австралопитек			
Зінджантроп			

Таблиця 23

Етапи становлення людини

Ознаки	Архантропи		Палеоантропи	Неоантропи
	Пітекантропи	Синантропи		
Об'єм мозку				
Ріст				
Висота лоба				
Надбрівний валик				
Підборідковий виступ				
Вік знахідки				

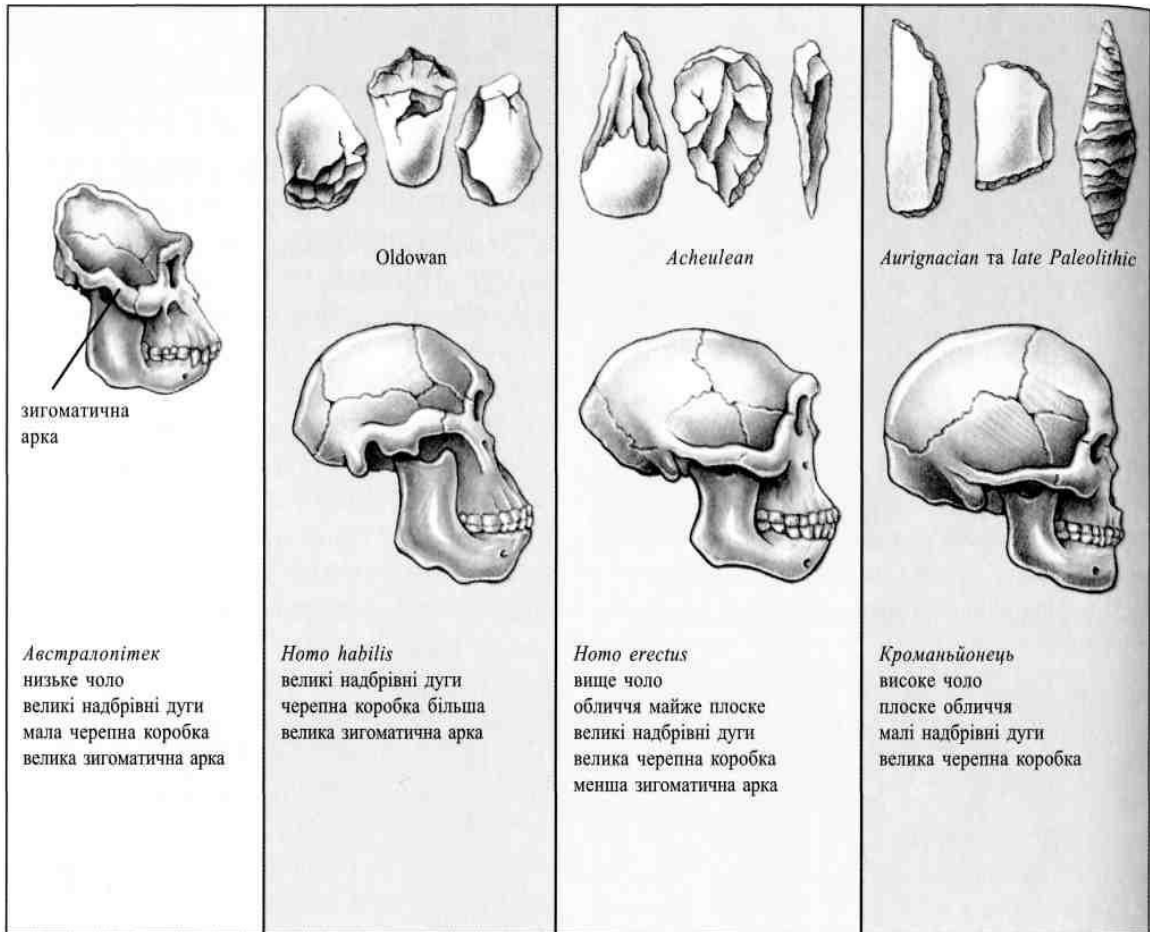


Рис. 28. Антропогенез

Робота 3. Встановіть соціальні особливості в становленні людини, проаналізуйте їх. Висновки занотуйте.

Таблиця 24

Соціальні особливості в становленні людини

Соціальні особливості	Архантропи		Палеоантропи	Неоантропи
	Пітекантропи	Синантропи		
Знаряддя				
Житло				
Джерело живлення				
Користування вогнем				
Одяг				
Розвиток мови				

Питання для обговорення

1. Назвіть біологічні передумови перетворення мавпи в людину.
2. Місце людини в зоологічній системі.
3. Основні етапи антропогенезу.
4. Виникнення людини сучасного типу.
5. Рушійні сили антропогенезу та їх специфіка.
6. Роль соціального способу життя в становленні людини.
7. Еволюція мови.
8. Роль групового добору в еволюції людини і його культури.
9. Особливості біологічної еволюції сучасної мавпи.
10. Адаптивне значення расових ознак.

Рекомендована література

1. Бровдій В. М. Еволюційне вчення. К.: ВЦ «Академія», 2013. 336 с.
2. Бусленко Л. В., Іванців В. В. Теорія еволюції: Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт. Луцьк: ПП Іванюк, 2018. 64 с.
3. Держинський М. Е., Пустовалов І. М., Варенюк А. С. Основи теорії еволюції. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2011. 474 с.
4. Корж О. П. Основи еволюції. Суми: Університетська книга, 2006. 381 с.
5. Кваша В. І., Голіней Г. М. Еволюційне вчення (курс лекцій). Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. 126 с.

Навчально-методичне видання

Бусленко Леся Володимирівна
Іванців Володимир Васильович

ТЕОРІЯ ЕВОЛЮЦІЇ

Методичні рекомендації
до проведення лабораторних робіт

Технічний редактор Іванюк В.П.

Підписано до друку 07.10.2023. Формат 60x84/16
Папір офсетний. Гарнітура Times. Офсетний друк.
Ум.друк.арк. Зам. № 7 Тираж 100
Друк ПП Іванюк В.П. 43021, м. Луцьк, вул. Винниченка, 63
Свідоцтво Держкомінформу України
ВЛн №31 від 04.02.2022 р.