

Міністерство освіти і науки України
ВСП « Ковельський промислово-економічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



БІОЛОГІЯ І ЕКОЛОГІЯ

Конспект лекцій

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр
денної форми здобуття освіти

Ковель, 2024

Затверджено до видання методичною радою ВСП «КПЕФК ЛНТУ»
протокол № _____ від « ____ » _____ 2024 року
Голова методичної ради ВСП «КПЕФК ЛНТУ» _____ Ігор ІЛЮШИК

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової комісії природничо-математичних освітніх компонентів ВСП «Ковельський промислово-економічний фаховий коледж ЛНТУ»,

протокол № ____ від « ____ » _____ 2024 року.

Голова циклової комісії _____ Жанна КРИВОШ

Електронна копія друкованого видання передана до книжкового фонду бібліотеки ВСП «КПЕФК ЛНТУ»

Завідувачка бібліотеки _____ Неля ТЕЛЮЧИК

(підпис)

Укладач: _____ Наталія ГРИНЕВИЧ, викладач ВСП «КПЕФК ЛНТУ»

Рецензент: _____ Світлана ВОЛОЩИНСЬКА, к.ф.н., викладач ВСП «КПЕФК ЛНТУ»

Відповідальний за випуск: _____ Леся ПРОКОПЧУК,
методист ВСП «КПЕФК ЛНТУ»

Біологія і екологія [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст денної форми навчання/уклад. Н.Л. Гриневич. – Ковель: КПЕК Луцького НТУ, 2024. – с.29

Конспект лекцій складений відповідно до програми курсу «Біологія і екологія» та містить один розділ: «Адаптації». У кінці кожної теми є узагальнюючі запитання для індивідуальної та групової роботи. Запропоноване навчально-методичне видання направлене на формування у студентів навичок самостійного набуття та поглиблення знань, розвиток професійної компетенції.

Призначене для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня фаховий молодший бакалавр усіх спеціальностей денної форми навчання.

Біологія і екологія [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст денної форми навчання/уклад.Н.Л. Гриневич. – Ковель: КПЕК Луцького НТУ, 2024. – с.29

Комп'ютерний набір і верстка:

Наталія ГРИНЕВИЧ

Редактор:

Наталія ГРИНЕВИЧ

Підп. до друку «___»_____2024. Формат 60х84/16. папірофіс.

Гарн.Таймс. Ум.друк. арк. _____ Обл.-вид. арк. ____ Зам. ____

Тираж _____ прим.

ВСП «КПЕФК ЛНТУ»

45000 м.Ковель, вул. Заводська, 23

Друк – ВСП «КПЕФК ЛНТУ»

Вступ

Конспект лекцій рекомендований до використання в освітньому процесі для студентів вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації.

Конспект лекцій складений відповідно до нової програми курсу «Біологія і екологія» та містить розділ: «Адаптації».

Зміст методичної розробки конспекту лекцій «Адаптації» має теоретико-прикладний характер. Метою вивчення є формування в студентів комплексного уявлення про адаптації, що проявляються на різних рівнях організації біологічних систем. Тема націлена на розуміння, яким чином зміна умов середовища впливає на стан, сталість і розвиток живих істот; усвідомлення, що на підставі вивчення життєвих циклів видів та особливостей їх життєвих стратегій можна контролювати чисельність небезпечних інвазійних та патогенних організмів або, навпаки, створювати відповідні умови для підвищення продуктивності організмів, що використовуються в якості харчових, технічних, лікарських; в який спосіб можна досягти підвищення стійкості організмів в процесі їх адаптації до стрес-факторів; як підвищити власний адаптивний потенціал тощо.

В розробці термін «адаптації» використовують для позначення еволюційного процесу характерного для популяції і виду (еволюційні/філогенетичні/генотипові адаптації) і для означення фізіологічного процесу, властивого окремому організму (фізіологічна/фенотипова адаптація). Останній процес у світовій науці називають «акліматизацією», а здатність до нього — «фенотиповою пластичністю». У загальносвітовій практиці прийнято еволюційне трактування поняття «адаптації».

В кінці кожної теми подано перелік питань для самоконтролю знань та вмінь студентів. Матеріал кожної теми доповнений рисунками, таблицями, фотографіями, схемами, що дає змогу студентам ретельно опрацювати частину змісту теми відразу після її вивчення.

Тема 1. Адаптація як загальна властивість біологічних систем

План

1. Адаптації біологічних систем різних рівнів
2. Загальні закономірності формування адаптацій
3. Адаптації на молекулярному рівні організації живого
4. Адаптації на клітинному рівні організації живого

1. Адаптації біологічних систем різних рівнів

Незважаючи на дивовижне різноманіття, для живого характерні певні загальні властивості. Однією із них і є адаптація. Ця властивість живого настільки всеосяжна, що нерідко ототожнюється із самим поняттям життя.

Основи теорії адаптації закладено канадським ученим Гансом Сель (1936 - 1989). Він увів у науку поняття адаптації, виявив фази адаптаційного процесу, сформулював уявлення про загальний адаптаційний синдром і стрес.

У найпростішому тлумаченні під адаптацією розуміють **здатність організмів пристосуватися до мінливих умов зовнішнього середовища**. Прикладами адаптацій можуть бути: маскування птаха дрімлюги, який в Україні гніздиться по всій території, але мало хто його бачив; формування імунітету проти інсектицидів у комах-шкідників; збільшення сили м'язів людини внаслідок тренувань.

Адаптація реалізується не лише на рівні організму. Її прояви існують на кожному з рівнів організації біосистем і притаманні їм усім.

Клітинними адаптаціями є пристосування на рівні одноклітинних організмів або окремих клітин багатоклітинних організмів. Так, під дією ультрафіолетового випромінювання на мембрани епітеліоцитів синтезується фермент тирозиназа й утворюється меланін; нестача кисню стимулює збільшення кількості мітохондрій і посилення процесу біологічного окиснення; поява нового джерела поживних речовин спричиняє появу нових ферментів у клітинах бактерій.

Організовими адаптаціями є морфоанатомічні структури, фізіологічні явища або прояви поведінки організму, що сформувалися в процесі еволюції і підвищують довготривалий репродуктивний успіх організму. Це найбільш вивчена група адаптацій.

До **популяційних адаптацій** належать: спільне добування їжі зграєю вовків або прайдом левів, зростання в популяціях кількості самок і збільшення плодючості та кількості яєць у кладках птахів у сильно забрудненому середовищі

Видовими адаптаціями є шлюбні танці журавлів або турнірні бої оленів, результатом яких є добір самців й самок для успішної репродукції виду, нерест у прохідних риб, світлова комунікація у світляків.

Прикладами **екосистемних адаптацій** можуть бути симбіотичні відносини між видами у біогеоценозах: мікориза орхідей з базидіальними грибами, бактеріориза бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* з бобовими рослинами, мутуалізм риб-клоунів з актиніями.

Адаптація (від лат. adaptation — пристосування) в біології — загальна властивість усіх біосистем щодо формування й розвитку нових біологічних ознак відповідно до змін умов навколишнього середовища.



2. Загальні закономірності формування адаптацій

Закономірності адаптаціогенезу є предметом досліджень екології, еволюційної біології, біогеографії, порівняльної анатомії, фізіології, цитології, біохімії, молекулярної біології, генетики популяцій, етології, що свідчить про складність цього прояву життя. На сьогодні сформульовано цілу низку правил і законів, серед яких ми виокремимо наступні.

Правило адаптивності: у відповідь на дію умов середовища в усіх біосистем на всіх рівнях організації живої матерії формуються пристосування.

Згідно із цим правилом усе живе здатне пристосовуватися до умов існування (адаптивність), наслідком чого є певна сукупність пристосувань (адаптованість). Вихідною закономірністю для правила адаптивності була аксіома адаптованості, що її сформулював Ч. Дарвін: кожний вид

адаптований до певної, специфічної для нього сукупності умов існування — екологічної ніші.

Правило екологічної індивідуальності: кожен вид специфічний за екологічними можливостями адаптації, двох ідентичних видів не існує.

Кожен вид організмів у мінливому середовищі життя по-своєму адаптований. Навіть види-двійники (криптичні види), які не різняться за морфологічними (та іншими) ознаками, мають свої індивідуальні пристосування і є конкурентами, що займають дуже близькі екологічні ніші.

Правило відносної незалежності адаптацій: висока адаптивність до одного з екологічних чинників не дає такого самого ступеня пристосовуваності до інших умов життя (навпаки, вона може обмежувати ці можливості через фізіологоморфологічні властивості організмів).

Правило двох рівнів адаптації: біосистеми адаптуються до умов існування двома способами: шляхом функціональних адаптацій у межах сталого рівня стабілізації системи та шляхом зміни цього загального рівня стабілізації.

Так, на рівні організмів розрізняють **онтогенетичні** (спрямовані на підтримку гомеостазу впродовж індивідуального розвитку) і **філогенетичні** (забезпечення адаптованості впродовж історичного розвитку) адаптації. На рівні надвидових таксонів застосуванням правила є концепція ідіоадаптацій та ароморфозів.

За всієї різноманітності адаптивних реакцій біосистем та умов існування існують і загальні закономірності формування адаптацій.

Адаптогенез — процес формування адаптацій внаслідок мікроеволюційних процесів

Механізм формування адаптації з погляду класичної теорії еволюції (Ч.Дарвін): адаптації виникають внаслідок боротьби за існування і дії природного добору

Механізм формування адаптації з погляду СТЕ (синтетичної теорії еволюції):

Матеріал для еволюційних змін — **мутації**. Формування адаптацій відбувається **в межах популяції** під час або розширення ареалу, або зміни інтенсивності дії певних чинників. **Рушійною силою** формування адаптацій є **одна з трьох форм природного добору** (рушійний, стабілізуючий, дизруптивний).

На успішність адаптогенезу впливають фактори: ізоляція, дрейф генів і хвилі життя.

Адаптогенез відбувається шляхом преадаптацій і постадаптацій.

Преадаптація — виникнення нової адаптації на основі вже сформованих структур

Преадаптації

Преадаптація - це наявність пристосувань, що не мали спочатку пристосувальної цінності, але виявились і дали можливість вижити особинам при зміні умов існування

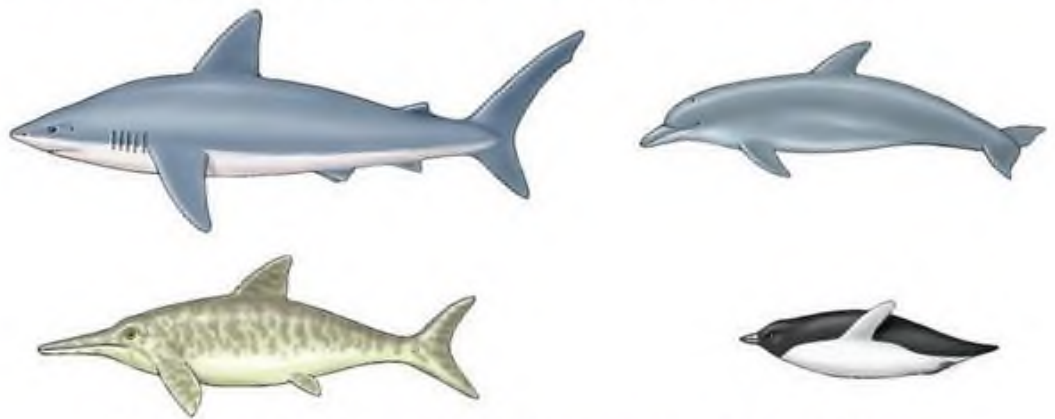


Еволюційний розвиток щелепного апарату

Постадаптація – це або покращення вже існуючої адаптації в стабільних умовах, або нове використання органу в нових умовах

Постадаптації

Постадаптація - це еволюційне пристосування організмів, що вдосконалює уже існуюче пристосування до освоєного середовища існування



Перетворення кінцівок у морських хребетних у ласті

3. Адаптації на молекулярному рівні організації живого

На молекулярному рівні адаптації можуть відбуватися дуже швидко. Невеличка зміна всього в одній молекулі може стати причиною суттєвих змін у шансах виживання організмів.



Прикладом такої адаптації є зміна форми молекул гемоглобіну в результаті заміни однієї пари нуклеотидів відповідного гена. Ця мутація стає причиною заміни однієї з амінокислот у молекулі білка на іншу, що змінює його конформацію. Молекули гемоглобіну зі зміненою формою гірше переносять кисень. Але гетерозиготні за цим геном особини мають значно більші шанси на виживання в разі зараження малярією. Ще один характерний приклад молекулярного механізму адаптації — зміна форми виведення з організму продуктів обміну Нітрогену. У риб ці продукти виводяться у вигляді амоніаку, який дуже добре розчиняється, але є токсичною сполукою і потребує для виведення великої кількості води. У процесі пристосування до життя на суходолі хребетним довелося адаптуватися до життя в умовах дефіциту вологи. І витрати такої великої кількості води для виведення амоніаку були нераціональними. Ссавці адаптувалися до такої ситуації, замінивши амоніак сечовиною, яка набагато менш токсична. Вона потребує й набагато менше води для свого виведення, хоча розчинність її нижча, ніж в амоніаку. Ще радикальніше розв'язали цю проблему птахи. У них продукти обміну Нітрогену виводяться у вигляді сечової кислоти, яка не є токсичною і потребує дуже мало води для виведення з організму.

Отже, молекулярні механізми адаптацій мають важливе значення у пристосуванні організмів.

4. Адаптації на клітинному рівні організації живого

Адаптації на клітинному рівні пов'язані зазвичай з особливостями будови або функціонування окремих органел чи інших структур клітини.



Наприклад, під час адаптації одноклітинних організмів до життя у прісній воді виникла проблема надмірного надходження води в клітину за рахунок явища осмосу. Цю проблему вирішує поява скоротливої вакуолі, через яку зайва вода постійно виводиться з клітини.

Цікавим варіантом адаптації на клітинному рівні стало вироблення рослинами альтернативних варіантів фотосинтезу. У більшості рослин світлова й темнова фази фотосинтезу відбуваються одночасно в одному хлоропласті (так званий С3-фотосинтез). У цьому випадку вуглекислий газ для темної фази надходить прямо через відкриті продихи. Але через відкриті продихи випаровується багато води, що небажано для рослин із посушливих умов існування. Тому в них виникли два варіанти адаптацій для економії вологи. В обох випадках світлова й темнова фази фотосинтезу розділяються. У першому варіанті в рослин з С4-фотосинтезом світлова й темнова фази фотосинтезу рознесені просторово й відбуваються в різних клітинах. Для забезпечення вуглекислим газом невеликої кількості клітин рослина може розкривати лише частину продихів. У другому варіанті у рослин із САМ-метаболізмом фази фотосинтезу рознесені в часі. Світлова фаза відбувається вдень, а темнова — вночі. Продихи відкриваються тільки вночі й випаровують набагато менше вологи.

Адаптацією на клітинному рівні є також утворення гаусторіїв у паразитичних грибів. Гаусторії — це бічні вирости гіф, які проникають усередину клітини організму-хазяїна. Вони є єдиною структурою, яка забезпечує живлення гриба завдяки поглинанню потрібних йому речовин із клітин хазяїна. У гаусторіях відбуваються активні біохімічні процеси. У них міститься велика кількість рибосом та мітохондрій, а також зазвичай добре розвинена ендоплазматична сітка. Гаусторії утворюються в таких представників грибів, як борошнисто-росяні гриби, сажкові гриби тощо.

Питання для самоконтролю

1. Що таке адаптаціогенез?
2. Назвіть способи адаптаціогенезу.
3. Що таке преадаптації?
4. Що таке постадаптації?
5. Назвіть найзагальніші закономірності формування адаптацій.
6. Назвіть основні властивості адаптацій..
7. Що є найзагальнішою спільною особливістю адаптацій?
8. Наведіть приклад молекулярних процесів формування адаптацій.
9. Наведіть приклад клітинних адаптацій.

Тема 2 .Стратегія адаптацій організмів

План

1. Стратегія адаптацій як комплекс адаптивних ознак
2. Адаптивний потенціал виду.
3. Адаптивна радіація

1.Стратегія адаптацій як комплекс адаптивних ознак

Стратегія адаптацій організмів (адаптивна стратегія) — це певний загальний напрям формування пристосувань організмів різних видів, що забезпечує їхнє існування в часі.

За тривалістю формування адаптацій розрізняють три стратегічні напрями адаптивних процесів.

Стратегія еволюційних адаптацій має найбільш тривалий характер формування пристосувань до змін середовища і потребує зміни багатьох поколінь. Адаптивні зміни за цієї стратегії пов'язані зі змінами генетичної інформації, що визначають нові ознаки. Завдяки еволюційним адаптаціям можуть виникати нові молекули білків, що надають організмам здатності до засвоєння нових місцеіснувань. Прикладом цього типу адаптивних стратегій є формування білків-антифризів у полярних риб, різних видів хлорофілу в рослин. До цієї групи адаптацій належать ароморфози, ідіоадаптації та загальна дегенерація.

Стратегія акліматизації здійснюється упродовж життя особини. У цьому випадку для формування адаптивних ознак використовується генетична інформація, що була в геномі організмів від народження. Зміни мають характер неспадкових модифікацій, наприклад сезонні зміни будови, життєдіяльності або поведінки організмів.

Стратегія негайної адаптації відбувається настільки швидко, що не може бути пов'язана зі змінами експресії генів або перебудовою клітинних

структур. Ця стратегія здійснюється завдяки змінам активності ферментів. Прикладом негайних адаптацій можуть бути позитивні або негативні таксиси рослин, адаптація еритроцитів до умов високогір'я.

За характером формування адаптивних механізмів розрізняють три основні шляхи і, відповідно, три стратегії формування адаптацій.

Стратегія за принципом резистентності (активний шлях адаптацій) передбачає формування адаптивних механізмів підтримки гомеостазу внутрішнього середовища незалежно від змін середовища життя. *Наприклад*, підтримування сталої температури тіла у гомойотермних тварин (птахів, ссавців), активна протидія втратам води у рослин-склерофітів (олеандра, оливкового дерева, ковили).

Стратегія за принципом толерантності (пасивний шлях адаптацій) вимагає підпорядкування життєвих функцій організмів змінам умов навколишнього середовища. Такий тип пристосувань реалізується переважно на рівні клітин, тканин, виявляється певним зниженням метаболізму, сповільненням поділу, росту й розвитку клітин тощо. Прикладом таких адаптацій є **гіпобіоз**, або вимушений спокій (*наприклад*, заціпеніння риб, амфібій), **криптобіоз**, або спокій фізіологічний (*наприклад*, сплячка ссавців, глибокий спокій рослин), **анабіоз** (повна тимчасова зупинка життя, *наприклад*, у тихоходок, коловерток).

Стратегія уникнення несприятливих впливів — це стратегія формування в організмів життєвих циклів і проявів поведінки, що дають змогу уникнути несприятливих змін чинників середовища. *Наприклад*, сезонні міграції тварин, швидке цвітіння рослин-ефемероїдів у сприятливий короткочасний сезонний період.

Будь-яка зі стратегій адаптацій організмів визначає загальний результат відповідно до змін умов середовища.

2. Адаптивний потенціал виду

Адаптивний потенціал — міра пристосувальних можливостей виду в мінливих умовах довкілля. Ця здатність має спадковий характер, і міра її прояву залежить від біотичного потенціалу, що відображає здатність популяцій до розмноження й виживання за оптимальних умов.

Різні види живих організмів завдяки особливостям своєї будови, обміну речовин та адаптаційної стратегії мають різні можливості пристосування до існування в різноманітних умовах. Деякі з них можуть легко пристосовуватися до зміни умов існування, а інші гинуть навіть за їх незначної зміни. Міру пристосувальних можливостей виду в мінливих умовах довкілля називають адаптивним потенціалом виду. Чим вищий у виду адаптивний потенціал, тим легше він адаптується до зміни умов.

Крім адаптивного потенціалу, види живих організмів мають іще одну важливу властивість — екологічну пластичність. Екологічна пластичність — це здатність організму існувати в певному діапазоні значень екологічного

чинника. Чим більший діапазон значень, тим вища екологічна пластичність виду за певним чинником.

За рівнем екологічної пластичності виокремлюють еврибіонтів (види, які здатні існувати в широкому діапазоні умов) і стенобіонтів (види, які здатні існувати тільки у вузькому діапазоні умов).

Екологічно непластичні види

Стенобіонти є видами з низькою екологічною пластичністю. Для нормальної життєдіяльності таких організмів потрібен вузький діапазон одного або кількох факторів середовища. Ці фактори можуть бути різними. Так, у коали таким фактором є їжа. Цей вид адаптований до споживання листя евкالیптів і не може використовувати інші джерела їжі.



Фактори, які обмежують поширення вельвічії, — температура і вологість. Ці рослини адаптувалися до дуже сухих і жарких умов пустель південно-західної Африки і в більш вологих або прохолодних умовах рости не можуть. Один вузький діапазон умов існування не завжди означає невеликий ареал виду. Наприклад, паразитичні черви, такі як свинячий ціп'як, можуть жити тільки в сталих умовах середовища кишечника ссавців. Але разом зі своїми хазяями ці паразити поширилися по всіх континентах.

Екологічно пластичні види

Еврибіонти є видами з високою екологічною пластичністю, вони можуть успішно жити в різноманітних умовах середовища. Так, подорожник поширився разом з європейськими колоністами по різних континентах. А ареал вовка нещодавно охоплював усю Євразію і Північну Америку і зменшився лише під активним тиском людини.

Та найбільш екологічно пластичним видом можна вважати людину. Людина заселила всі континенти нашої планети. Люди навчилися виживати навіть в Антарктиді. Це пов'язано з тим, що людина використовує для адаптації до різноманітних умов середовища не тільки біологічні, але й

культурні механізми. Крім того, люди навчилися змінювати середовище під свої потреби і будувати споруди зі штучним середовищем.

Еврибіонти зазвичай мають більший адаптивний потенціал, ніж стенобіонти. Це не дивно, бо, якщо ти пристосований до широкого спектра умов середовища, то й до змін самого середовища пристосуватися буде набагато легше.

3. Адаптивна радіація

Адаптивна радіація є одним з ключових процесів, що сприяють збереженню та росту біорізноманіття нашої планети. Цей термін використовується для опису еволюційного механізму, який дозволяє живому організму вижити та пристосуватися до змін у середовищі, які виникають через вплив радіаційних чинників.



Класичним прикладом адаптивної радіації є урізноманітнення плацентарних ссавців, що розпочалося одразу після вимирання динозаврів наприкінці мезозойської ери (близько 66 млн років тому). У ті давні часи ці ссавці були дрібними комахоїдними істотами, подібними до землерийок. Саме ці тварини еволюціонували в сучасні групи бігаючих, літаючих, плаваючих ссавців

У світі, що швидко змінюється, адаптивна радіація стала надзвичайно важливою складовою життя на Землі. Цей процес дозволяє забезпечити переживання популяцій організмів в умовах змінюючогося навколишнього середовища. Природна еволюція використовує адаптивну радіацію для стимулювання мутацій та вибору найкращих адаптаційних рішень для виживання.

Адаптивна радіація має велике значення для зростання біорізноманіття нашої планети. Цей процес сприяє різноманіттю та зміні генетичних характеристик організмів, що, в свою чергу, дозволяє їм пристосовуватися до різних умов життя.

Адаптивна радіація забезпечує можливість організмам змінюватися та пристосовуватися до нових обставин, наприклад, до зміни клімату або зміни рівня радіації. Це допомагає зберегти різноманітність видів та популяцій, що є одним з важливих аспектів біорізноманіття.

Крім того, адаптивна радіація є важливим чинником для екосистем нашої планети. Завдяки цьому процесу різні види можуть розширювати свої ареали поширення і займати нові ніші в екосистемі, що збільшує її стійкість та здатність до змін.

Питання для самоконтролю

1. Що називається стратегією адаптацій організмів.
2. Вкажіть суть стратегії акліматизації.
3. Наведіть приклади стратегії акліматизації.
4. Визнач приклади стратегії негайної адаптації
5. Порівняйте екологічно пластичні і екологічно непластичні види
6. Наведіть приклади адаптивної радіації

Тема 3. Екологічна ніша як наслідок адаптацій організмів певного виду до існування в екосистемі. Поняття про спряжену еволюцію (кoeволюцію) та коадаптацію.

План

1. Поняття екологічної ніші.
2. Параметри екологічної ніші
3. Ступінь адаптації двох видів залежно від перекривання екологічної ніші
4. Поняття спряженої еволюції, або коеволюції.

1. Поняття екологічної ніші.

У складній системі взаємовідносин з екологічними чинниками середовища кожен вид займає визначене місце - екологічну нішу.

Екологічна ніша - характеристика виду, а не місця, яке він заселяє. На цьому наголошував американський еколог Юджин Одум (1959), визначаючи екологічну нішу як положення виду в екосистемі, зумовлене його адаптацією, а не місцем мешкання. Він підкреслював, що екологічна ніша організму визначається тим, що він робить, а не тим, де він живе. Його афоризм (екологічна ніша - «професія» виду, а місце мешкання - його «адреса») чітко відмежував ці поняття.

Наприклад, у саванах Африки трапляється кілька видів трав'яїдних копитних ссавців. Мешкають вони на одній території, але по-різному використовують кормові ресурси, тобто займають різні екологічні ніші.

Інший приклад - у різних екосистемах різні види можуть мати подібні взаємозв'язки з абіотичними та біотичними чинниками, тобто займати однакову екологічну нішу.

Екологічна ніша - це положення виду в екосистемі, яке характеризується його біотичними зв'язками й вимогами до абіотичних чинників навколишнього середовища.

Види, які займають різні екологічні ніші в одній екосистемі Кола Вена: особливості видів, які займають різні ніші. Жирафи об'їдають листя дерев на висоті 5-6 м, зебри обривають верхівки високих трав: живляться рослинами, які ростуть у різних ярусах.

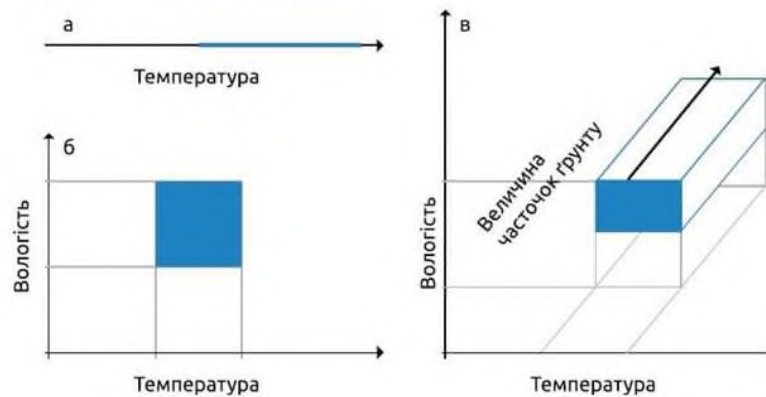
Види, які займають подібні екологічні ніші в різних екосистемах У саванах Африки великими рослиноїдними ссавцями є антилопи, в Австралії - кенгуру, а в Євразії - лосі, благородні олені й козулі.

2.Параметри екологічної ніші. Кожному виду властива своя екологічна ніша, що характеризується діапазоном ресурсів, зокрема просторовим розподілом особин (приуроченість до певного виду субстрату, ярусу тощо), місцем у трофічній сітці екосистеми, відношенням до абіотичних чинників (температура, вологість тощо), часом використанням ресурсів середовища (добова, сезонна активність виду тощо).

Тому одним з параметрів є **ширина екологічної ніші** - відносний параметр, який оцінюють шляхом порівняння з екологічною нішею інших видів. Існують види з широкими і вузькими екологічними нішами, відповідно екологічно пластичні та екологічно непластичні види. На ширину екологічної ніші впливає конкуренція.

ПАРАМЕТРИ ЕКОЛОГІЧНОЇ НІШІ

- **Ширина екологічної ніші** – відносний параметр, який оцінюють шляхом порівняння з екологічною нішею інших видів.



3. Ступінь адаптації двох видів залежно від перекривання екологічної ніші

Симпатричні види – споріднені види, які мешкають на одній території, але займають різні екологічні ніші.



Великий строкатий дятел **Малий строкатий дятел**
Великий строкатий дятел шукає кормовий ресурс здебільшого на стовбурах дерев, малий строкатий дятел – на гілках крони.



Шишкар сосновий **Шишкар ялиновий**

Один вид шишкарів вигодовує пташенят насінням сосни, а інший – насінням ялини. Їх розмноження прив'язане до строків дозрівання насіння цих рослин.

Симпатричні види - споріднені види, які мешкають на одній території, але займають різні екологічні ніші. Великий строкатий дятел шукає кормовий ресурс здебільшого на стовбурах дерев, малий строкатий дятел - на гілках крони. Один вид шишкарів вигодовує пташенят насінням сосни, а інший - насінням ялини. Їх розмноження прив'язане до строків дозрівання насіння цих рослин.

4. Поняття спряженої еволюції, або коеволюції.

У сучасній біологічній науці для позначення механізму взаємозумовлених змін складників угруповання, що розвивається, використовують термін спряжена еволюція, або коеволюція. Рослина й комаха-запилювач - залежні один від одного види Ч. Р. Дарвін описав дію взаємного добору особин рослини та її комах-запилювача, за якого «... квітка і бджола поступово одночасно або послідовно змінюватимуться і пристосовуватимуться одна до одної найдосконаліше, шляхом безперервного збереження цих особин, які відзначаються у своїй будові незначними взаємно корисними ухиленнями».

Спряжена еволюція (коеволюція) - це тип еволюції угруповання, що полягає у взаємодії великих груп організмів, які перебувають у тісному екологічному взаємозв'язку.

еволюційні процеси

Поняття «коадаптація»

Коадаптація - це спільне та взаємне пристосування до зміни життєвих умов.

Приклад: перетворення зуба змії на отруйний зуб завдяки пристосуванню слинної залози (стає отруйною залозою), зміни у будові зуба (утворення каналу), пристосування м'язів (при закриванні пащі зуб прибирається назад).



Пристосування форми квітки до будови ротових частин деяких комах.

Коеволюційні взаємовідносини пов'язують будь-який вид організмів з видами - найближчими його партнерами в екосистемі, наприклад: види рослин з видами рослинотних тварин, які ними живляться; види хижих тварин з видами тварин, якими вони живляться; паразитів з їхніми хазяїнами; комах з комахозапильними рослинами тощо. Спряжена еволюція є важливою формою розвитку, тому що приводить до тривалого взаємного вдосконалення багатьох груп організмів. Результатом коеволюції є взаємні адаптації (коадаптації) двох видів, що забезпечують можливість їхнього спільного існування та підвищення стійкості екосистеми як цілісної біологічної системи.

Коадаптація - взаємна адаптація різних видів унаслідок спряженої еволюції (коеволюції). Існування спряженої еволюції нині не викликає заперечень з огляду на накопичення великої кількості наукових фактів.

Явище спряженої еволюції можна проілюструвати прикладами коадаптацій у парі видів хижак - жертва. У хижаків і тварин, якими вони живляться, виробилося захисне забарвлення, що робить їх непомітними на місцевості. У хижаків воно закріпилося завдяки тому, що вони могли непомітно підкрастися до здобичі, а в здобичі - унаслідок того, що жертва залишалася менш помітною для хижаків. Захисне забарвлення тварин Види отруйних комах часто мають яскраве застережливе забарвлення, яке слугує попередженням хижакам (оси, джмелі, сонечка, колорадські жуки тощо). У деяких тварин виробилися адаптації, за яких форма тіла та його забарвлення роблять їх схожими на листя, сучки, гілки, кору, колючки рослин і навіть квітки. Часто маскування трапляється в комах, що живуть на рослинах.

Цікавою формою захисних адаптацій у тварин є мімікрія, за якої незахищені види імітують своїм забарвленням і формою тіла захищені види. Наприклад, цикади і цвіркуни нагадують великих мурах, дзюрчалка схожа на отруйну осу, неотруйні змії схожі на отруйних

Питання для самоконтролю

1. Дайте означення поняття екологічна ніша.
2. Наведіть приклади видів з різними екологічними нішами, які живуть на одній території.
3. Сформулюйте та поясніть правило обов'язкового заповнення екологічної ніші.
4. Схарактеризуйте параметри екологічної ніші.
5. Поясніть принцип конкурентного витіснення.
6. Дайте означення понять спряжена еволюція (коеволюція), коадаптація.
7. Наведіть приклади та схарактеризуйте коадаптації організмів.
8. Обґрунтуйте положення про коеволюцію як основу функціонування стабільних екосистем.

Тема 4. Життєві форми рослинних та тваринних організмів як адаптації до умов середовища. Способи співіснування організмів.

План

1. Класифікація життєвих форм рослин
2. Класифікація життєвих форм тварин.
3. **Особливості організму як середовища існування**

1.Класифікація життєвих форм рослин

Мільйони років еволюції організми пристосовувалися до умов довкілля, насамперед до тепла і вологості. Подібність пристосувальних структур зумовила подібність морфологічну та зовнішню. На цій підставі розроблено поняття «життєва форма», під яким розуміють зовнішній вигляд рослини –

габітус (лат. *habitus* – зовнішність), який склався внаслідок тривалої еволюції і відображає пристосованість до умов довкілля.

Життєва форма рослин – зовнішній вигляд рослинних організмів, що відображає їхню пристосованість до умов середовища існування. Даний термін запропонував відомий данський ботанік, один із засновників екології та морфології рослин Еугеніус Вармінг (1841 - 1924) наприкінці XIX ст. Існують різні класифікації життєвих форм рослин.

«Життєві форми рослин за К. Раункієром».

З усієї сукупності ознак життєвих форм він виокремив одну, що характеризує пристосування рослин до холодної або сухої пори року, – розміщення бруньок відновлення на рослині (високо над ґрунтом, низько над ґрунтом, біля поверхні ґрунту, в ґрунті).



- Фанерофіти (від грецького *phaneros* - явний) - бруньки поновлення розміщені високо над поверхнею землі (дерева, кущі). Бруньки захищені лусками.

- Хамефіти – бруньки поновлення розміщені близько від поверхні землі. Бруньки захищені не тільки лусками, а й снігом та відмерлим листям (журавлина, брусниця, карликова береза).

- Гемікриптофіти – бруньки поновлення розміщені на рівні поверхні землі. Тому бруньки захищені не тільки лусками, а й снігом, відмерлим листям та ґрунтом (кульбаба, підбіл).

- Криптофіти – бруньки поновлення розміщені під поверхнею землі (рослини, що мають цибулини, бульби, кореневища).

- Терофіти – однорічники, що перезимовують у вигляді насіння.

Класифікація І.Г.Серебрякова (1914-1969) характеризує адаптації різних видів рослин, пов'язані з особливостями росту й тривалістю

життєвого циклу. Згідно з нею виокремлюють такі категорії життєвих форм судинних рослин:

Дерев'янисті : Дуб, калина, шипшина

Напівдерев'янисті Чебрець, ефедра, лаванда

Наземні трав'янисті Лопух, пирій, бегонія

Водні трав'янисті: Очерет, латаття, стрілолист

Отже, класифікації життєвих форм рослин є екологічними, оскільки відображають подібність адаптацій різних видів, що виникає під дією однакових екологічних умов.

2.Класифікація життєвих форм тварин

Життєва форма тварин – групи особин, що мають подібні морфологічні пристосування для існування в однаковому середовищі.

У тварин життєві форми є на диво різноманітними, оскільки для цієї групи еукаріотичних організмів характерні активний рух (локомоція) і гетеротрофне живлення, що потребує певних способів пошуку й добування їжі. Через те життєві форми тварин класифікують за такими основними ознаками, як спосіб руху та спосіб добування їжі.

На зовнішньому вигляді тварин позначається й їхня пристосованість до різних екологічних ніш, особливості розмноження тощо. У подібних умовах середовища організми навіть з систематично далеких груп можуть мати подібну життєву форму. Так, наприклад подібну життєву форму мають тварини різних систематичних груп, що мешкають у водному середовищі - ссавці, риби, птиці (дельфін, акула, пінгвін), ту ж життєву форму мало вимерле водне плазун іхтіозавр.

Аналогічно в повітряному середовищі подібну життєву форму мають птахи, кажани, комахи, літаючі риби, а в ґрунтовій - різні землерії. В цілому, на характері життєвих форм тварин в першу чергу позначається їх переміщення в середовищах.

Так, серед ссавців А.Н.Формозов виділив надземні форми, підземні (землерії), деревні, повітряні і водні, зазначивши, що між цими формами є переходи.

Серед тварин також виділяють життєві форми за особливостями розмноження, способами руху та добування їжі, пристосованістю до екологічних умов довкілля.

За способами руху в докільді Д. Кашкаров (1933) виділяє такі життєві форми тварин: - плаваючі (суто водні, напівводні), - ріючі, наземні (бігаючі, стрибаючі, повзаючі), - деревні, - повітряні життєві форми

Отже, основними ознаками для класифікації життєвих форм тварин можуть бути способи переміщення, способи добування їжі, особливості розмноження, форма тіла та пристосованість до середовища існування

3. Особливості організму як середовища існування

Організми як середовище існування характеризуються сталими умовами існування: температурна сталість, достатність води, повітря, поживних речовин.

Мешканці організмowego середовища належать до різних груп.

Вода, поживні речовини, тепло — ось що може запропонувати один організм іншому.

Явище **співіснування різних організмів** називають симбіозом (від гр. «спільне життя»). Симбіоз може мати різні прояви. Іноді один організм дістає вигоду за рахунок іншого, іноді — виграють обидва організми.



Симбіоз — спосіб співіснування різних організмів.

У симбіозі можуть жити бактерії, рослини, гриби і тварини. Їх співіснування проявляється в найрізноманітніших варіантах: бактерії — рослини, рослини — гриби, бактерії — тварини тощо. Між представниками цих пар виникають довгострокові, взаємопов'язані відносини, що приносять користь для життя.

Одні організми можуть слугувати для інших їжею, місцем проживання, транспортним засобом, джерелом матеріалів для побудови осель.

Харчові зв'язки виникають тоді, коли одні організми живляться іншими, їхніми рештками чи продуктами життєдіяльності. Наприклад, їжак звичайний поїдає комах, черв'яків, слимаків, тому є хижаком. Раціон білки звичайної складає рослинна їжа, гриби, іноді тваринна здобич. А жук-скарабей споживає лише неперетравлені рештки.

Зв'язки проживання спостерігають в організмів, які мешкають на поверхні або всередині тіла рослин, грибів і тварин. На стовбурах дерев оселяються лишайники, папороті, у шерсті лінивців — зелені водорості, у пір'ї птахів — блохи, у травній системі — черв аскарида. А черв'ячки у плодовому тілі грибів — це личинки грибних комариків.

Зв'язки поселення формуються тоді, коли організми використовують чи створюють споруди з матеріалів для проживання, народження й вигодовування потомства, захисту від негоди й ворогів, запасання їжі, полювання. Ці організми-будівельники за допомогою своїх лап, дзьобів, зубів, кігтів та хвостів конструюють гнізда, схованки, пастки, греблі, басейни

тощо. У цьому списку коралові поліпи, терміти, мурахи, синиці-ремез, вивільги, бобри.

В екосистемі є обмежена кількість їжі, води, світла, поживи, ресурсу для побудови житла тощо. Тому організми часто конкурують між собою.

Найбільше конкурують тварини, які населяють одну екосистему, мають спільний корм і схожий спосіб життя. Наприклад, миша лісова і полівка звичайна. За поживу конкурують олень і сарна, лисиця й вовк, чапля та лелека. Конкурують тварини й за територію проживання, а самці — за самок

Конкуренція — це боротьба за ресурс, який існує в обмеженій кількості.

Конкуренцію зменшує та обставина, що не всі харчуються однаково або хочуть будувати свої оселі в однакових місцях. Хтось полює вдень, хтось — уночі, деякі м'ясоїдні взагалі не полюють, а харчуються тим, що вполювали інші, або падаллю.

Питання для самоконтролю

1. Що таке життєва форма рослин?
2. Назвіть основні життєві форми рослин.
3. Наведіть приклади видів рослин з подібною життєвою формою.
4. Що таке життєва форма тварин?
5. Назвіть основні життєві форми тварин.
6. За якими ознаками класифікують життєві форми тварин?
7. Які особливості організмів як середовища життя?
8. Наведи приклади симбіозу у світі рослин і тварин.
9. Чому рослини конкурують між собою? Чому тварини конкурують між собою?

Тема 5 . Адаптивні біологічні ритми біологічних систем різного рівня організації.

План

1. Поняття терміну «біологічні ритми»
2. **Добові біоритми**
3. Сезонні (річні) біоритми
4. Місячні біоритми
5. Припливно-відпливні біоритми
6. Багаторічні біоритми
7. Біологічний годинник

1. Поняття терміну «біологічні ритми»

Одна з фундаментальних властивостей живої природи – циклічність більшості процесів, що відбуваються в ній. Усе життя на Землі, від клітини до біосфери, підвладне певним ритмам.

Ритмічність – властивість живих організмів, така ж важлива як спадковість, мінливість, розвиток. Всесвітнє буття здійснюється ритмічно. Організми по різному адаптуються до цих умов.

Біоритми – періодично повторювані зміни характеру та інтенсивності біологічних процесів і явищ.

Біоритми

адаптивні функціональні

зовнішні внутрішні

Існування періодичних змін зумовлює виникнення адаптивних біоритмів у живих істот.

Адаптивні біологічні ритми – це регулярні зміни життєдіяльності біосистем, що збігається за періодом із зовнішніми геофізичними циклами.

Адаптивні біоритми властиві для всіх біосистем й відбуваються на всіх рівнях життя:

Молекулярний – реплікація ДНК,

Клітинний – поділ клітини,

Популяційно-видовий – зміна чисельності популяції.



Типи адаптивних біоритмів

Добові

Припливно-відпливні

Місячні

Сезонні

Багаторічні

2. **Добові біоритми** виникають унаслідок обертання Землі навколо своєї осі й характеризуються періодом 24 ± 4 год. Так, добову періодичність

мають процеси мітозу, світлової й темної фаз фотосинтезу, періодичні рухи листків або квіток, періоди спокою та бадьорості у тварин, кровообігу або секреції гормонів у людини.

Мадагаскарська руконіжка, або ай-ай – найбільший у світі нічний примат та дуже рідкісний. Вони відшукують личинок, що живуть під корою дерева, за допомогою ехолокації, постукуючи середнім пальцем. Потім прогризає кору, наколює видобуток на інші пальці і відправляє в рот.

Більшість нічних метеликів відрізняються від денних: їх тіло більш об'ємне і волохате, а крила малі; нюх і слух тонкіші. Нічний метелик юка, що мешкає в пустелі, є єдиним запилювачем квітучих кактусів юка. Метелик набирає в рот пилок від одного кактуса і несе до іншого, летючи на запах квіток.

У хамелеона є дивовижна здатність змінювати свій колір в залежності від різних факторів. Африканські тварини набувають темного кольору вночі, притягуючи тепло, а в день стають світлими, щоб не вмерти від спеки

3. Сезонні (річні) біоритми

Сезонні (річні) біоритми пов'язані з обертанням Землі навколо Сонця; їх період — 1 рік $\pm$ 2 місяці. З певними сезонами в організмів пов'язані періоди розмноження, розвитку, стану зимового спокою, у тварин — це також періоди линяння, міграцій, сплячки тощо, у листопадних рослин — періоди листопаду.

З настанням посушливого сезону риба рогозуб (Африка) заривається в мул. З мулу і власного слизу вона будує своєрідне укриття-кокон, який твердішає і утворює непроникну шкарлупу. Маленький отвір зв'язує рибку з оточуючим середовищем. Рогозуб перетворюється на мумію, зменшується у вазі та довжині (норма – 120см, 50кг). В такому стані він може жити до 4 років. Пройде дощ, оболонка розкриється і рибка повернеться до нормального життя.

Дуже вражає залицання страуса до самиці. Білі крила – то ліве, то праве – він піднімає вгору. Все швидше і швидше чергуються змахи, здається, що білі шари пливуть над чорним птахом. Церемонним шагом він наближається до подруги. Разом нахиляють голови, дзьоби занурюють в пісок, рвуть та кидають траву.

4. Місячні біоритми

Місячні біоритми зумовлені обертанням Місяця навколо Землі (з періодом 29,5 діб). Прикладами таких ритмів є розмноження палоло тихоокеанського, японської морської лілії.

Для місцевих жителів островів Фіджі черв палоло тихоокеанський – делікатес – «тихоокеанська ікра». Один раз на рік, або й двічі, коли Місяць перебуває у третій чверті, протягом 1-3 ночей на поверхню моря спливають маси червів, частина тіла із статевими продуктами відривається, а сам черв зникає в глибині океану. Фази Місяця посилюють чи послаблюють сили

тяжіння Землі. А це, в свою чергу, впливає на надземну або підземну частину рослини.

5. Припливно-відпливні біоритми

Припливно-відпливні біоритми синхронізовано обертанням Землі відносно Місяця. Упродовж місячної доби (24 год 50 хв) відбуваються по два припливи і два відпливи, що спонукає організми пристосовуватися до таких періодичних змін умов існування. Найбільш чітко вони виражені в мешканців припливно-відпливної зони. Під час припливу риба атеріна відкладає ікру, а під час відпливу закривають свої черепашки молюски, ховаються у ґрунт кільчасті черви, змінює забарвлення ваблячий краб тощо

Ваблячий краб змінює забарвлення під час відпливів. Самець є володарем великої, яскраво забарвленої клешні. Характерними рухами він відлякує конкурентів і водночас привертає самку.

Молюски – морські блюдечка – живуть у прибіній смугі та мають виражений інстинкт «дому» (хомінг): під час припливу вони повзають камінням, зішкрібаючи водорості, а за відпливу повертаються щоразу на одне й те ж місце.

6. Багаторічні біоритми

Багаторічні біоритми пов'язані зі зміною сонячної активності протягом кількох років (*наприклад*, масові розмноження перелітної сарани та деяких інших тварин). Звичайно періоди сонячної активності настають приблизно кожні 11 років.

Хто не чув про жах сарани? 1т сарани з'їдає 10т зелених рослин. Зграї мають довжину – 100км, ширину – 12км, вагу – 15000т. Спалахи чисельності цього шкідника за 150 років мале місце 13 разів на території 2 материків від Індії до Марокко.

На території України це явище також мало місце. Рись полює на зайця. Росту чисельності рисі передують стрімке зростання чисельності зайця. А падіння чисельності популяцій стимулює її ріст. Такий зв'язок отримав назву «хвилі життя».

Завдяки адаптивним біоритмам найважливіші функціональні прояви життя біосистем різного рівня організації збігаються з найбільш сприятливими періодами докільля. Так, нічний спосіб життя дає змогу видам пустельних тварин уникати негативного впливу денної спеки й зберігати воду в організмі. Види організмів, які в процесі еволюції виробили різні форми добової активності, змогли повніше освоїти природні місця існування і позбутися конкуренції за ресурси. *Наприклад*, яструби і сови можуть полювати на тому самому полі на один і той самий вид гризунів, не вступаючи в конфлікт.

7. Біологічний годинник

Внутрішні біоритми пов'язані із зовнішніми: так організм може підлаштовуватися до змін у навколишньому середовищі. Приміром, повільне скорочення світлового дня восени зумовлює певні зміни внутрішніх ритмів організму.

Біологічні ритми поділяють за швидкістю циклу: **секундні** ритми швидкоплинні, можуть тривати від частки секунди до декількох секунд, приміром, серцевий ритм;

хвилинні ритми тривають від хвилини до декількох хвилин, як-от ритмічні рухи кишечника;

добові ритми — цикл триває 24 години, тобто добу, наприклад, цикл сну та неспання, коливання артеріального тиску, температури тощо;

річні ритми — довготривалі ритми, до яких належать зміни метаболізму залежно від пори року; також щоосені й навесні в людей виникають алергії, загострюється ревматизм та виразка шлунка.

Багатьом живим організмам, зокрема людині, притаманні циклічні біологічні процеси, пов'язані зі зміною дня і ночі, які називають **циркадними ритмами** (від лат. *circa* — близько, навколо та *dies* — день). Період циркадних ритмів становить близько 24 годин. Дуже важливим для людини циркадним ритмом є ритм сну / неспання.

Гормони — це біологічно активні речовини, що утворюються в організмі та регулюють діяльність як окремих клітин, так і організму в цілому. Уночі виробляється гормон *мелатонін*, який називають гормоном сну, він «допомагає» організму відпочивати, відновлювати організм тощо. А прокидатися краще між 6 та 7 годинами ранку. У цей період організм готовий вийти зі сну, підвищується температура тіла, організм виробляє гормони, які активізують його діяльність для подальшої роботи. Від 8 ранку до 11 години відбувається пік активності роботи головного мозку. Так працює наш внутрішній **біологічний годинник** — механізм пристосування організму до зміни дня і ночі, який «регулює» періодичні процеси в організмі.



Питання для самоконтролю

1. Що відноситься до біологічних ритмів?
2. Чим зумовлені добові, сезонні та припливно-відпливні ритми?
3. Наведіть приклади пристосування організмів до періодичних змін умов середовища існування
4. Що контролює біоритми тіла?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №__1__

Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ОЗНАК АДАПТОВАНOSTІ РІЗНИХ ОРГАНІЗМІВ ДО СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ

Мета: розширити уявлення щодо пристосувальних можливостей організмів до середовища існування; виявити механізми утворення пристосувань; розвинути уміння щодо виявлення пристосувальних ознак організмів.

Обладнання: гербарні екземпляри рослин, фотографії та малюнки рослин і тварин.

Об'єкт дослідження: рослини і тварини.

ХІД РОБОТИ

1. Представте фотографію досліджуваного організму.
2. Охарактеризуйте
 - середовище існування
 - екологічну групу
 - морфологічні(структурні) адаптації
 - фізіолого-біохімічні(фізіологічні) адаптації
 - поведінкові(етологічні) адаптації
3. Зробіть висновок про вплив екологічних факторів на пристосованість організмів у різних середовищах існування.

Список використаної літератури

1. Усі уроки біології. 11 клас / Р. С. Євсєєв. — Х. : Вид. група «Основа», 2018. — 255, [1] с. : іл., схеми, табл. — (Серія «Усі уроки»). ISBN 978-617-00-339
2. Біологія і екологія: підруч. Для 11 кл. закладів загальної середньої освіти: рівень стандарту/О.А. Андерсон, А.О. Чернінський, М.А. Вихренко. — К. : Школяр, 2018. — 216с. : іл.
3. Біологія: Посібник-конспект. 11 клас/Упорядники: Стахурська В.П., Слабіцька Н.П.- Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2000, - 96 с.
Галашин О. Я. Вивчення біології у 10 класі / Галашин О. Я., Олійник І. В., Кравчик Г.Я – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2010. – 184 с.
4. Ільченко О. І. Біологія. 11 клас. Дидактичні матеріали до курсу / О. І. Ільченко, Т. В. Козацька. — Х.: Вид. група “Основа”, 2010. — 159 с. — (Б-ка журн. “Біологія”; Вип. 6 (90)).
5. Загальна біологія Пробн .підруч. для 11 кл. серед. загальноосвіт. навч. закл./М.Є. Кучеренко, Ю.Г. Вервес, П.Г. Балан, В.М. Войціцький. — К.: Генеза. 2001. — 160с.
6. Загальна біологія Пробн .підруч. для 11 кл. серед. загальноосвіт. навч. закл./М.Є. Кучеренко, Ю.Г. Вервес, П.Г. Балан, В.М. Войціцький. — К.: Генеза. 2001. — 272с.
7. Біологія: Навч. Посібник/ А.О. Слюсарєв, О.В. Самсонов, В.М. Мухін та ін.; За ред. та пер. з рос. В.О. Мотузяного. — 2-ге вид., випр.- К.: Вища шк., 1995.-607с.
8. Основи екології. Навчальний посібник для підприємств зв’язку. За редакцією В. Єнколо. — Львів, 1998.- с.
Білявський Г.О.. Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань: Підручник. — К.: Либідь, 1997. — 288 с.
9. Іонцева А. Ю. Біологія: навч. посіб. / А. Ю. Іонцева. — К.: Український центр підготовки абітурієнтів, 2014. — 296 с.
10. Коротяев А. И. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология / А. И. Коротяев, С. А. Баби́чев. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: СпецЛит, 2008. — 767 с.
11. Краси́льникова Т. В. Біологія. 10-11 класи: Наочний довідник. — К.; Х.: Веста, 2006. — 112 с.
12. Леонтьев Д. В. Система органічного світу. Конспект лекцій. — 3-тє вид. — Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, 2016. — 88 с.
13. Медична біологія: Підручник / За ред. В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. — Вінниця: Нова Книга, 2004. — 656 с.
14. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія: підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів !V рівня акредитації / За редакцією В. П. Широбокова. — Вінниця: Нова Книга, 2011. — 952 с.

Зміст

Вступ.....	3
Розділ V. Адаптації	
Тема 1. Адаптація як загальна властивість біологічних систем.....	4
Тема2.Стратегія адаптацій організмів	10
Тема 3. Екологічна ніша як наслідок адаптацій організмів певного виду до існування в екосистемі. Поняття про спряжену еволюцію (коеволюцію) та коадаптацію.	14
Тема 4. Життєві форми рослинних та тваринних організмів як адаптації до умов середовища. Способи співіснування організмів.	18.
Тема 5 . Адаптивні біологічні ритми біологічних систем різного рівня організації.	22
Список використаної літератури.....	29