

Практичне заняття № 7 ЕВОЛЮЦІЙНЕ ВЧЕННЯ

Завдання 1. Проаналізувати основні положення еволюційної теорії Ч. Дарвіна та синтетичної теорії еволюції. Коротко записати, які положення є спільними для цих обох теорій, а також в чому новизна СТЕ порівняно з теорією Ч. Дарвіна

Основні положення еволюційної теорії Ч. Дарвіна

1) У процесі розмноження чисельність особин збільшується в геометричній прогресії, якщо умови сприяють виживанню всіх нащадків.

2) Внаслідок дії найрізноманітніших лімітуючих і елімінуючих факторів потенційна можливість швидкого збільшення чисельності реалізується дуже рідко. Лімітуючим фактором є обмеженість обсягу доступних ресурсів, що призводить до конкуренції за їжу, за місця для проживання і розмноження. Зниження чисельності відбувається також за рахунок впливу елімінуючих факторів: хижаків, паразитів, хвороботворних агентів, а також несприятливих факторів неживої природи (кліматичні чинники, пожежі, повені тощо).

3) Протиріччя між розмноженням організмів у геометричній прогресії і дією найрізноманітніших лімітуючих факторів призводить до боротьби за існування.

4) У межах виду (популяції) існує спадкова мінливість у формі індивідуальних відмінностей.

5) Завдяки мінливості боротьба за існування призводить до природного відбору. В ході природного відбору відбувається диференційне виживання і диференційне відтворення особин, що розрізняються за найрізноманітнішими ознаками.

6) Дії природного відбору піддається кожне покоління, тобто цикл «мінливість – природний добір – спадковість» стає нескінченним.

7) У результаті послідовної дії трьох основних еволюційних факторів (мінливість – добір – спадковість) навіть найнезначніші зміни багаторазово посилюються, що призводить до появи та подальшого вдосконалення адаптивних змін.

8) Накопичення адаптацій неминуче призводить до того, що вихідний вид стає новим видом, тобто завершується видоутворенням.

9) Проте будь-який вид виділяється по відношенню до інших видів. Тому нині існуючі види так чи інакше виникли внаслідок ізоляції один від одного.

10) Незалежна еволюція ізольованих видів призводить до дивергенції – посилення відмінностей між організмами різних видів – і до підвищення видового розмаїття.

11) Зміна менш пристосованих видів більш пристосованими (внаслідок принципу конкурентного виключення) призводить до загальної прогресивної еволюції органічного світу Землі.

Синтетична теорія еволюції (СТЕ) – найбільш розповсюджене еволюційне вчення ХХ ст. СТЕ склалася до початку 1940-х рр. на основі синтезу класичного дарвінізму і популяційної генетики.

Основні положення (постулати) СТЕ

1. Напрямок еволюції визначається її рушійними силами: боротьбою за існування і природним відбором.

2. Боротьба за існування – це метафоричний вираз для позначення всього різноманіття відносин між організмами і середовищем їхнього життя.

3. Природний добір – це сукупність біологічних процесів, у результаті яких спостерігаються диференційна смертність і диференційний успіх у розмноженні.

4. Об'єктом дії природного відбору є фенотип особини на всіх стадіях онтогенезу.

5. Природний добір діє за фенотипом, однак фенотип особини певною мірою визначається її генотипом. Тому в результаті відбору відбувається диференційне відтворення генотипів.

6. Первинна мінливість у популяціях з'являється за рахунок дії елементарних еволюційних факторів, до яких відносяться: мутаційний процес, популяційні хвилі, ізоляція тощо.

7. Елементарні еволюційні процеси: рушійні сили еволюції (боротьба за існування і природний добір) і елементарні еволюційні фактори.

8. Елементарним еволюційним матеріалом є мутації.

9. Елементарною одиницею еволюції є популяція. В ході еволюції підвищується середня пристосованість популяцій.

10. Елементарне адаптаційне явище – це поява генетично зумовленої ознаки, що підвищує пристосованість популяції.

11. Елементарне еволюційне явище – це стійка зміна генетичної структури популяції (наприклад, зміна частоти алеля).

12. Еволюція протікає в конкретних природно-географічних умовах; біогеоценоз – це арена первинних еволюційних перетворень.

13. Біологічна еволюція являє собою необоротний і, певною мірою, спрямований історичний розвиток живої природи, що супроводжується зміною генетичного складу популяцій, формуванням адаптацій, утворенням і вимиранням видів, перетвореннями біогеоценозів і біосфери в цілому.

Елементарні еволюційні фактори (ЕЕФ) – явища і процеси, які змінюють генофонд популяції.

- неспрямовані (мутаційний процес, генетична комбінаторика, горизонтальне перенесення генетичного матеріалу, популяційні хвилі, ізоляція, потік генів, дрейф генів)

- направлені (природний добір)

- взаємодія елементарних еволюційних факторів

Завдання 2. Ознайомитись з описами різновидів добору. Записати в зошит приклади, якими можна їх проілюструвати.

Природний добір – це сукупність біологічних процесів, що забезпечують диференційне виживання і диференційне відтворення генотипів.

Природний добір – це виживання найбільш пристосованих у боротьбі за існування організмів, здатних залишити численне потомство; процес, завдяки якому сприятливі спадкові характеристики стають загальнішими в наступних поколіннях популяції організмів, що розмножуються, а несприятливі спадкові характеристики стають менш загальними. Природний добір діє на фенотип, або зовнішні характеристики організму, так що індивідууми із сприятливими фенотипами вірогідніше виживуть і розмножаться, ніж індивідууми з менш сприятливими фенотипами. Якщо цей фенотип має генетичну основу, тоді генотип, пов'язаний із сприятливим фенотипом, стане поширенішим в наступному поколінні. Через якийсь час, цей процес може привести до адаптації організмів до певної екологічної ніші і, кінець кінцем, може привести до виникнення нових видів.

Природний добір – одна з найважливіших концепцій сучасної біології.

Термін був введений Ч. Дарвіном в його інноваційній книзі 1859 року «Походження видів» у якому природний добір був описаний аналогічно селекції (штучному відбору), процесу, у якому для розмноження систематично відбираються тварини із рисами, корисними для людини. Поняття природного добору спочатку розвивалося у відсутності дійсної теорії спадковості; за часів Дарвіна сучасна генетика ще не була відома. Хоча Грегор Мендель, батько сучасної генетики, був сучасником Дарвіна, його робота не була відома до початку ХХ-го століття. Об'єднання традиційної дарвінівської еволюції з подальшими відкриттями в класичній і молекулярній генетиці привели до виникнення Синтетичної теорії еволюції. Хоча були запропоновані й інші механізми молекулярної еволюції, що приводять до виникнення біорізноманіття, наприклад, Теорія нейтральної еволюції Моту Кімура, природний добір є головним механізмом адаптивної еволюції.

Основні форми природного відбору

Рушійний добір – є вихідною формою відбору та проявляється у вигляді стійкої і, певною мірою, спрямованої зміни частоти алеля (генотипу, фенотипу) в популяції.

У ході рушійного відбору підвищується середня пристосованість популяції (але не обов'язково всіх її членів!).

Рушійний добір приводить до появи в популяції транзитивного (перехідного) поліморфізму. Поліморфізм – це одночасне співіснування в популяції двох і більше алелів одного гена, двох і більше генотипів або фенотипів.

Рушійний добір відбувається за умови повільних змін умов довкілля у певному напрямку або під час пристосувань організмів до нових умов у разі розширення ареалу. У цьому випадку особини з ознаками, які відхиляються в

певний бік від середнього значення, отримують переваги; інші варіації ознаки (її відхилення у протилежний бік від середнього значення) піддаються елімінації. У результаті в популяції від покоління до покоління відбувається зсув середньої величини ознаки в певному напрямку – змінюється норма реакції. Таким чином, рушійний добір проявляється у вигляді стійкої та, певною мірою, спрямованої зміни частот алелей (генотипів, фенотипів) в популяції. У той же час тиск рушійного відбору повинен відповідати пристосувальним можливостям популяції і швидкості мутаційних змін (в іншому випадку тиск середовища може призвести до вимирання).

Генетичною основою рушійного добору є спадкова мінливість популяції, а екологічні причини – зміна умов довкілля.

На відміну від стабілізуючого добору, зміни частот поєднання різних алелей і закріплення нових мутацій в генофонді швидко відбивається на фенотиповому вигляді популяції.

Виділяють наступні різновиди рушійного добору.

Спрямований – полягає у виживанні і розмноженні адаптивних відхилень від норми в тривалих і односпрямованих змінах зовнішнього середовища.

Транзитивний (перехідний) – полягає у виживанні і більш інтенсивному розмноженні особин спочатку нечисленної форми, яка отримує перевагу над численною. Діє стрибкоподібно.

Приклади. Явище індустріального меланізму у комах. Являє собою різке підвищення частки меланістичних (що мають темне забарвлення) особин в тих популяціях комах (наприклад, метеликів), які мешкають в промислових районах.

Через промисловий вплив стовбури дерев стають значно темнішими, а також гинуть світлі лишайники, через що світлі метелики стають краще помітними для птахів, а темні – гірше. У ХХ столітті в ряді районів частка темних метеликів в деяких добре вивчених популяціях метелика березового п'ядуна (*Biston betularia*) в Англії досягла 95%, в той час як вперше темна форма цього метелика (*Morfa carbonaria*) була виявлена в 1848 році. В Англії за останні 120 років із 700 видів метеликів близько 70 змінили своє світле забарвлення на темніше.

Кінцівки тварин. Під час освоєння ґрунту як середовища існування у різних неспоріднених груп тварин кінцівки перетворилися на копальні (вовчок звичайний, жуки-гноювики, кроти тощо).

Втрата ознаки. В умовах функціональної непридатності органу (або його частини) природний добір сприяє їхній редукції. Наприклад, втрата крил у частини птахів і комах, пальців у копитних, кінцівок у змії, очей у печерних тварин, коренів і листків у рослин-паразитів. Матеріал для дії рушійного добору у даному випадку постачається різного роду мутаціями, які призводять до дезінтеграції організму і порушенню системи кореляцій.

Стабілізуючий добір – сумарний результат дії двох і більше напрямків рушійного відбору на користь одного гено/фенотипу або групи генотипів з

подібним фенотипом. Стабілізуючий добір спрямований на збереження генетичної та фенотипової структури популяції.

Результатом стабілізуючого відбору є збереження такого стану популяції, при якому її середня пристосованість є максимальною.

Ця форма природного добору забезпечує виживання і розповсюдження в природі переважно особин з нормальними (середніми) ознаками. Теорію стабілізуючого добору розробив український вчений І. І. Шмальгаузен.

Стабілізуючий добір, нарівні з іншими формами природного добору, є важливим фактором еволюції органічного світу. Стабілізуючий добір підтримує норму реакції популяції або виду, що раніше склалася, захищає і стабілізує їхній нормальний тип розвитку. При стабілізуючому доборі організми, ознаки яких близькі до середнього значення для даної популяції, мають більшу пристосованість до умов середовища, ніж особини з крайнім виявленням ознаки. Тому в ході стабілізуючого добору елімінуються всі крайні варіанти, що виникають внаслідок мутацій, рекомбінацій тощо. Стабілізуючий добір звужує межі мінливості; є консервативним фактором, який захищає усереднену частину популяції від будь-якої пошкоджуючої дії й зберігає її стабільність протягом тривалого часу (за незмінних умов середовища), забезпечуючи тим самим стійкість (стабільність) живої природи. Стабілізуючий добір підтримує поліморфну структуру популяції або виду. Однак слід пам'ятати, що незважаючи на відносну стабільність фенотипу під дією стабілізуючого добору, генофонд виду продовжує змінюватися за рахунок накопичення мутацій, фенотипів, прояв яких взаємно нейтралізується, а також шляхом накопичення в гетерозиготному стані рецесивних мутацій.

Стабілізуючий добір поділяється на 3 різновиди.

Каналізуючий – веде до виживання і розмноження організмів з більш стійкими механізмами онтогенезу незалежно від випадкових коливань зовнішнього середовища і дезінтегруючої дії мутацій.

Нормалізуючий (підтримуючий) – відсіває відхилення від норми і зберігає типових представників без впливу на їхню еволюцію.

Балансований (урівноважуючий) – полягає у виживанні внутрішньовидових форм не рівноцінних між собою за пристосованістю, але існуючих на одній території завдяки корисній дії їх спільного існування для виду в цілому. Цей добір підтримує поліморфізм популяції, внаслідок його користі в різних умовах.

Прикладами дії стабілізуючого добору є такі види організмів, як латимерія, гатерія та інші тварини, які зберегли незмінними ознаки далеких предків, що жили десятки мільйонів років тому. Розміри і форма квіток у ентомофільних рослин (комахоzapильних) більш стабільні, ніж у анемофільних (вітроzapильних).

Після снігопаду і сильних вітрів у Північній Америці було знайдено оглушених і напівживих хатніх горобців: 72 вижили, а 64 загинули. У загиблих були дуже довгі або дуже короткі крила. Особини з середніми крилами виявилися витривалішими.

Дизруптивний добір (відцентровий добір) – сумарний результат дії двох і більше напрямків рушійного відбору на користь двох і більше рівноприспособлених гено/фенотипів або груп генотипів з подібними фенотипами.

Дизруптивний добір призводить до появи в популяції незбалансованого (нестійкого) поліморфізму.

Дизруптивний (розриваючий) добір являє собою форму природного добору, яка проявляється у знищенні особин із середньою нормою реакції та збереженні крайніх відхилень від неї.

Дія дизруптивного добору відбувається тоді, коли умови зовнішнього середовища настільки змінились, що основна маса виду втрачає адаптивність, а переваг набувають особини з крайніми відхиленнями від середньої норми. Саме ці відхилення і відіграють адаптивну роль у нових умовах. Кількість таких форм швидко збільшується і на базі одного виду внаслідок дивергенції формується декілька нових.

Дизруптивний добір також виникає, коли жодна з груп генотипів виду не отримує абсолютної переваги в боротьбі за існування через одночасне існування на одній території різноманітних умов. У результаті в одних умовах відбирається одна якість ознаки, в інших – інша, що веде до посилення поліморфізму в межах популяцій.

Таким чином, наслідком дії дизруптивного добору в одних випадках є утворення декількох форм з однієї вихідної; в інших – виникнення поліморфізму популяції.

Приклади. Комахи невеликих океанічних островів. Ч. Дарвін звернув увагу, що комахи – мешканці невеликих океанічних островів або добре літають, або зовсім не мають крил. Це пояснюється тим, що комахи раптовими поривами вітру зносились в море; зберігались лише ті, які або могли протидіяти вітру, або зовсім не літали. Добір у цьому напрямі привів до того, що на острові Мадейра із 550 видів жуків 200 видів – не літають.

Балансувальний добір – форма відбору, в результаті дії якого підтримується, підвищується або регулюється генетична мінливість без виникнення нових морфофізіологічних адаптацій і нових життєвих форм.

Балансуючий добір розширює адаптивні можливості популяцій в умовах коливних характеристик середовища. Балансуючим відбором створювалися, наприклад, дві форми сонечок – червона (краще переносить зимівлю і переважає взимку) і чорна (інтенсивніше розмножується влітку і тому переважає восени).

Балансуючий добір можна розглядати як початковий етап дизруптивного відбору. Термін балансуєчий добір запропонований Т. Добжанським.

Поява і розвиток нових адаптацій відбувається за допомогою природного відбору. Однак сам добір здатний лише елімінувати непотрібні варіанти, а формування нових ознак відбувається за рахунок освоєння організмами специфічної екологічної ніші і пристосування до нових умов проживання. В даний час відсутні надійні дані, що свідчать про появу нових

видів у результаті природного відбору. Для того щоб довести існування природного добору в природі, необхідно проводити паралельне вивчення дії відбору та біоценотичних відносин організмів. Порівняльний аналіз механізмів природного добору і закономірностей зміни структури екологічної ніші організмів дозволить з'ясувати питання про роль відбору не тільки в підвищенні поліморфізму популяції, а й у формуванні нових видів.

Завдання 3. Розглянути поняття про біологічний вид, мікроеволюцію, видоутворення, макроеволюцію.

Поняття про біологічний вид.

У біології існує кілька підходів до визначення поняття «вид».

Типологічна концепція виду

В основі типологічної концепції виду лежать уявлення про існування об'єктивних відмінностей між групами особин по ряду істотних ознак, тобто ознак, характерних для одного виду і відсутніх в інших видів.

Вид – це сукупність особин, подібних між собою, що населяють певний ареал, здатних схрещуватися між собою, давати плідне потомство, схоже на батьків і відрізняються по ряду істотних ознак від інших подібних сукупностей.

Вид – це основна одиниця систематики, мінімально можливий досконалий таксон.

Вид (англ. species) – одна з головних одиниць біологічної класифікації, таксономічна категорія. Зазвичай вид є якісно відокремленою формою живих істот, основною одиницею еволюційного процесу. У випадку організмів, що розмножуються статевим шляхом, вид зазвичай визначається як група організмів, що здатні до продукування життєздатного і плодючого потомства при схрещуванні. У організмів з безстатевим розмноженням ситуація з визначенням цього поняття ускладнюється, і вид визначають на підставі схожості фенотипових ознак та гомології геномів.

Критерії виду:

- морфологічний – сукупність подібностей особин виду за будовою.

До нього відносять усі матеріальні структури: від хромосом до особливостей будови органів та їхніх систем.

- фізіологічний – подібність або відмінність у процесах життєдіяльності особин одного чи різних видів.

- біохімічний – особливості хімічного складу та перебігу певних біохімічних реакцій, характерні для особин певного виду.

- географічний – полягає в тому, що популяції кожного виду заселяють певну частину біосфери (ареал), яка відрізняється від ареалів близьких видів, і площа та контури ареалів є видовою ознакою.

- екологічний – охоплює всі критерії, оскільки популяції кожного виду мають свою екологічну нішу в біогеоценозі.

- генетичний – полягає у схожості ДНК окремих представників або груп особин.

- історичні.

Мікроеволюція, видоутворення, макроеволюція.

Мікроеволюція – сукупність пускових еволюційних процесів, що відбуваються усередині виду, в межах окремих або суміжних популяцій. Адресується до систематичної зміни частот гомологічних алелів, ділянок хромосом або цілих хромосом у локальній популяції.

Мікроеволюція - це систематична зміна частот гомологічних алелів, ділянок хромосом або цілих хромосом у локальній популяції. Мікроеволюцією називають будь-яке збільшення або зменшення частоти в генофонді варіантної форми, яка зустрічається в популяції з покоління в покоління.

Видоутворенням називається процес утворення одного або кількох нових видів з видів, що існували раніше.

Процес видоутворення складається з кількох послідовних етапів: 1) мінливість поліморфних генів; 2) утворення нового співвідношення алелів; 3) закріплення нового поєднання алелів у популяції; 4) захист нового поєднання алелів механізмами репродуктивної ізоляції.

Мікроеволюція викликає дивергенцію форм аж до утворення нового виду і триває без будь-яких розривів всередині форм, які виникли.

Внаслідок мікроеволюції з'являються адаптації - процес еволюційних змін, шляхом якого забезпечується пристосування організму до умов довкілля.

Поліморфізм - це існування в популяції двох або більше різко відмінних форм, за якого частота більш рідкісної форми визначається новими або повторними мутаціями. Поліморфізм - це така мінливість у популяції, коли визначається чітке менделівське розщеплення.

Генетичний поліморфізм - це переривчаста мінливість за гомологічними алелями одного і того ж генного локуса. Генетичний поліморфізм лежить з основи різноманітності.

Адаптації. Розрізняють загальні і спеціальні адаптації. Перші дозволяють організму існувати в широких межах середовища, а другі являють собою адаптації до певного способу життя. Так, наприклад, крило птаха - це загальна адаптація, а долотоподібний дзьоб і пристосовані до повзання задні кінцівки - адаптація спеціальна.

Адаптація людини до середовища зумовлена зміною її морфологічних та фізіологічних властивостей. Тому однакові риси пристосування до умов тропічної зони характерні як для корінних жителів Африки (негроїди), так і для європеїдів Індії, австралійців. Єдині риси пристосованості характерні для мешканців Крайньої Півночі (ненці, чукчі, ескімоси, саамі).

Видоутворення – це якісний етап еволюційного процесу. Утворенням видів завершується мікроеволюція і починається макроеволюція.

Макроеволюція – процес еволюції на рівні утворення нових біологічних видів та вищих таксонів (одиниць): родів, родин і аж до царств.

Мікроеволюцію можна розглядати як еволюцію популяцій – відкритих генетичних систем, здатних обмінюватися генетичним матеріалом, а **макроеволюцію** – як еволюцію досконалих таксонів – закритих генетичних систем, які не здатні обмінюватися генами в природних умовах. Вид займає проміжне положення між відкритими і закритими генетичними системами, тому його можна розглядати як стійку генетичну систему, що еволюціонує відносно незалежно від інших подібних систем.

В основі видоутворення лежить принцип дивергенції. Дивергенція – це розбіжність ознак організмів в ході еволюції різних груп, що виникли від одного предка.

Для початку видоутворення вихідна велика популяція повинна бути розділена на безліч малочисельних ізольованих популяцій.

Докази еволюції органічного світу

а. Палеонтологічні адресуються до різних форм викопних решток.

б. Порівняльно-морфологічні. Системи органів сучасних організмів утворюють ряд послідовних змін. Наприклад, на сучасних організмах можна простежити зміни структури гемоглобіну.

в. Порівняльно-ембріологічні. У ході ембріонального розвитку у зародків часто спостерігаються риси подібності з зародками предкової форм. Наприклад, у всіх хребетних на ранніх стадіях розвитку з'являються внутрішні зябра.

На підставі закону зародкової схожості був сформульований біогенетичний закон Мюллера-Геккеля: «Онтогенез (індивідуальний розвиток) являє собою швидке і коротке повторення філогенезу (історичного розвитку)».

Загальні закономірності (правила) еволюції

1. Правило незворотності еволюції: зникла ознака не може знову з'явитися в колишньому вигляді.

Наприклад, водні ссавці не відновили зябрового дихання.

2. Правило походження від неспеціалізованих предків: нова група організмів виникає від неспеціалізованих предкових форм.

Наприклад, неспеціалізовані Комахоїдні дали початок всім сучасним видам плацентарних ссавців.

3. Правило прогресуючої спеціалізації: група, що вступила на шлях спеціалізації, в подальшому розвитку буде йти по шляху все більш глибокої спеціалізації.

4. Правило адаптивної радіації: групу, у якій з'являється безумовно прогресивна ознака або сукупність таких ознак, дає початок безлічі нових груп, які формують безліч нових екологічних ніш і навіть виходять в інші середовища проживання.

5. Правило інтеграції біологічних систем: нові, еволюційно молоді гурти організмів вбирають у себе всі еволюційні досягнення предкової груп.

Наприклад, ссавці використовували всі еволюційні досягнення предкової форм: опорно-руховий апарат, щелепи, парні кінцівки, основні

відділи центральної нервової системи, зародкові оболонки, досконалі органи виділення (тазові нирки), різноманітні похідні епідермісу тощо.

6. Правило зміни фаз: різні механізми еволюції закономірно змінюють один одного. Наприклад, алломорфози рано чи пізно стають ароморфозами.

Напрямки макроеволюції

Біологічний прогрес – переважання народжуваності в популяціях над смертністю в них (високий потенціал виживання). Характеризується збільшенням чисельності особин, розширенням ареалу проживання, підвищенням внутрішньовидової мінливості. Результат успіху виду в боротьбі за існування.

Процес еволюції йде безперервно в напрямку максимального пристосування живих організмів до умов навколишнього середовища (тобто відбувається збільшення пристосованості нащадків в порівнянні з предками).

Таке збільшення пристосованості організмів до навколишнього середовища О. Сєверцов назвав біологічним прогресом. Постійне зростання пристосованості організмів забезпечує збільшення чисельності, поширення даного виду (або групи видів) в просторі і поділ на підлеглі групи.

Критеріями біологічного прогресу є:

- збільшення чисельності особин;
- розширення ареалу;
- прогресивна диференціація – збільшення числа систематично тих груп, що складають даний таксон.

Еволюційний сенс виділених критеріїв полягає в тому, що виникнення нових пристосувань знижує елімінацію особин, в результаті середній рівень чисельності виду зростає. Стійке підвищення чисельності нащадків в порівнянні з предками призводить до збільшення щільності населення, що, в свою чергу, через загострення внутрішньовидової конкуренції викликає розширення ареалу; цьому ж сприяє і зростання пристосованості. Розширення ареалу приводить до того, що вид при розселенні стикається з новими факторами середовища, до яких необхідно пристосовуватися. Так відбувається диференціація виду, посилюється дивергенція, що веде до збільшення дочірніх таксонів. Таким чином, біологічний прогрес – це найзагальніший шлях біологічної еволюції.

Ароморфоз (морфологічний прогрес) – один із шляхів біологічного прогресу, що полягає у значному ускладненні будови організмів та підвищенні загального рівня їхньої організації (термін запропонований О. Сєверцовим).

Прикладом ароморфозу може бути підвищення рівня організації ссавців у порівнянні з рептиліями: наприклад поява чотирикамерного серця, збільшення функціональних можливостей мозку, розвиток потових залоз і їх похідних та інших прогресивних рис. Інший приклад – утворення квітки у покритонасінних призвело до розвитку запилення за участі комах тощо.

Ароморфоз дає змогу розширити свої адаптаційні можливості за допомогою ідіоадаптацій.

Вищою формою ароморфоза є епіморфоз. Епіморфоз – це такий ароморфоз, який дозволяє організмам не підкорятися вимогам середовища проживання, а опанувати місцем існування, перетворити це середовище відповідно до своїх потреб. Епіморфоз – це унікальне явище в історії органічного світу Землі, досягнуте людиною. В основі епіморфозу лежить розвиток кори великих півкуль головного мозку у людини. В результаті відбувається зміна форми хребта, зміна будова таза і кінцівок, положення голови та інших ознак, пов'язаних з прямоходінням. Перераховані ознаки забезпечують можливість колективної праці з використанням знарядь праці, що і дозволило людині опанувати місцем існування.

І.І. Шмальгаузен вважав епіморфоз переходом від біологічної еволюції до соціальної.

Аллогенез – еволюційний напрям, що супроводжується придбанням ідіоадаптацій або алломорфозів. Аллогенез виражається в адаптивних перетвореннях (при зміні середовищ існування, наприклад, наземної на водну) – алломорфозах або ідіоадаптаціях. При аллогенезі одні органи прогресивно розвиваються і диференціюються, інші – втрачають функціональне значення і редукуються; при цьому відбувається гармонійне перетворення всіх стадій онтогенезу. Ідіоадаптація – один із шляхів досягнення біологічного прогресу, що супроводжується певними змінами в будові організмів, не порушуючи загального рівня їхньої організації, є пристосуванням до конкретних умов існування. Прикладами ідіоадаптації у тварин можуть служити особливості будови кінцівок (наприклад, у крота, копитних, ластоногих), особливості дзьоба (у хижих птахів, куликів, папуг), пристосування придонних риб (у скатів, камбалових), захисне забарвлення комах тощо. Прикладами ідіоадаптації у рослин можуть бути різноманітні пристосування до запилення, поширення плодів і насіння тощо.

Теломорфози – це ознаки вузької спеціалізації. Теломорфози пов'язані з переходом від загального середовища до більш обмеженого. Прикладами теломорфозів можуть служити адаптивні комплекси спеціалізованих організмів (кроти, мурахоїди, хамелеони).

Гіперморфоз – це гіпертрофовані (надлишково розвинені) ознаки. Прикладами гіперморфоз може служити загальний гігантизм (гігантські динозаври, печерний ведмідь, вусаті кити, слони) або непропорційний розвиток органів (ікла шаблезубих кішок, ікла Бабірусса, роги ірландського торф'яного оленя).

Біологічний регрес – це еволюційний рух, при якому відбувається скорочення ареалу проживання; зменшення чисельності особин через непристосованість до середовища проживання; зниження числа видів груп через тиск інших видів, вимирання виду. Палеонтологія довела, що багато видів в минулому повністю зникли. Якщо при біологічному прогресі деякі види розвиваються і широко поширюються по всій земній кулі, то при біологічному регресі види зникають, не зумівши пристосуватися до умов навколишнього середовища.

Причини біологічного регресу: зникнення здатності організмів пристосовуватися до змін умов навколишнього середовища. До біологічного регресу схильні:

- організми-паразити.
- тварини, що ведуть нерухомий спосіб життя.
- тварини, що живуть під землею або в печерах.

В еволюції органічного світу виділяють три напрямки:

- ароморфоз – підвищення рівня організації живих організмів;
- ідіоадаптація – пристосування живих організмів до умов навколишнього середовища без принципової перебудови їхньої біологічної організації;
- дегенерація – спрощення рівня організації живих організмів, що призводить до біологічного регресу.

Філогенез – історичний розвиток як окремих видів і систематичних груп організмів, так і органічного світу в цілому. Філогенез взаємозв'язаний з онтогенезом. Філогенез – послідовність подій еволюційного розвитку виду або таксономічної групи організмів. Вивчає філогенез і класифікує організми на його основі філогенетика.

Виділяють такі форми філогенезу:

- дивергенція (розходження ознак і властивостей спочатку у близьких груп організмів у ході еволюції);
- конвергенція (еволюційний процес, що приводить до формування комплексу схожих ознак у представників неспоріднених (немонофілетичних) груп);
- паралелізм (незалежний розвиток подібних ознак в еволюції близькоспоріднених груп організмів).

Вперше взаємозв'язок онтогенезу та філогенезу був виявлений на початку ХІХ століття. Ч. Дарвін сформулював закон зародкової схожості: на ранніх стадіях ембріогенезу зародки різних видів подібні між собою. Ф.Мюллер (1986) сформулював принцип рекапітуляції: ознаки дорослих предків, так чи інакше, повторюються в ембріогенезі їх нащадків. Е. Геккель (1866) сформулював біогенетичний закон: онтогенез є швидке і коротке повторення філогенезу. Геккель вважав, що філогенез ускладнюється за рахунок подовження онтогенезу шляхом додавання нових стадій: вже наявні стадії розвитку не змінюються, а лише скорочуються по тривалості. У ХХ столітті було введено поняття репетиції – повторення предкової ознак не для цілих стадій онтогенезу, а лише для окремих органів. У даний час прийнято наступне формулювання біогенетичного закону: в онтогенезі можлива часткова репетиція окремих ознак і процесів, що існували в онтогенезі предкової форм.

Закон гомологічних рядів спадкової мінливості (М.І. Вавілова) встановлює паралелізм у спадковій мінливості організмів.

Генотипічно близькі види та роди характеризуються подібними рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що знаючи ряд форм одного виду, можна передбачити існування тотожних форм у інших видів та родів.

Чим генетично ближче розміщені в загальній системі роди та види, тим більша подібність у рядах їхньої мінливості.

Цілі родини рослин загалом характеризуються певним циклом мінливості, що проходить через усі роди та види, які становлять родину. Зазначене дозволяє сформулювати Закон гомологічних рядів наступним чином: споріднені види, роди, родини тощо містять гомологічні гени та порядки генів у хромосомах, подібність яких тим більша, чим еволюційно ближчі таксони, які порівнюють.[1]

Теоретичною основою гомології рядів фенотипової мінливості у близьких таксономічних груп є уявлення про єдність їх походження шляхом дивергенції під дією природного добору. Оскільки спільні предки існуючих нині форм володіли певним специфічним набором генів, то їхні нащадки повинні володіти, за невеликим винятком, таким самим набором генів. Враховуючи, що кожен ген може мутувати у різних напрямках (множинний алелізм) та оскільки мутаційний процес має не спрямований характер, природно очікувати, що спектр змін однакових генів у особин близьких видів буде подібним. Таким чином, в основі закону гомологічних рядів лежить паралелізм генотипової мінливості у особин з подібним набором генів.