**Лекція 4. Теорії еволюції органічного світу**

***План:***

1. Становлення ідеї розвитку в біології.
2. Теорія еволюції Ч.Дарвіна.
3. Подальший розвиток еволюційної теорії.
4. Антидарвінізм. Синтетична теорія еволюції.
5. Становлення ідеї розвитку в біології.

**Еволюційна теорія і її значення.** Зрозуміти сутність життя як специфічної форми руху матерії неможливо без вивчення теорій біологічної еволюції. Коли вчений використовує термін «еволюція» стосовно до біологічних процесів і явищ, то частіше всього він має на увазі процес тривалих і поступових змін, які призводять до корінних якісних змін живих організмів, що супроводжується виникненням нових біологічних систем, форм і видів.

Створена на основі історичного методу еволюційна теорія, в завдання якої входить вивчення факторів, рушійних сил і закономірностей органічної еволюції, по праву займає центральне місце в системі наук про живу природу. Вона являє собою узагальнюючу біологічну концепцію. Практично немає таких галузей біології, для яких еволюційна теорія не давала б методологічних принципів дослідження. З цієї причини еволюційна біологія є одним з трьох найважливіших напрямків розвитку біологічної науки.

**Історія розвитку еволюційних ідей.** Розвиток еволюційних ідей в біології має досить тривалу історію. Початок розгляду питань еволюції органічного світу було покладено ще в античній філософії та тривало понад 2 тисячі років, поки не виникли перші самостійні біологічні дисципліни в науці Нового часу. Основним змістом даного періоду є збір відомостей про органічний світ, а також формування двох основних точок зору, що пояснюють різноманітність видів у живій природі.

Перша з них виникла ще на базі античної діалектики, стверджувала ідею розвитку і зміни навколишнього світу. Друга точка зору з'явилася разом з християнським світоглядом, заснованим на ідеях креаціонізму. У той час в умах багатьох вчених панувало уявлення, що Бог створив весь оточуючий нас світ, у тому числі всі види життя, існуючі з тих пір в незмінному вигляді.

Протягом усього початкового етапу розвитку еволюційної ідеї між цими двома точками зору йшла постійна боротьба, причому серйозна перевага мала креаціоністська версія. Адже уявлення про самозародження живих істот і виникнення складних організмів шляхом випадкового поєднання окремих органів, при якому нежиттєздатні поєднання вимирають, а вдалі зберігаються (Емпедокл), раптове перетворення видів (Анаксимен) і т.ін. НЕ можуть розглядатися навіть як прообраз еволюційного підходу до пізнання живої природи.

Проте, в цей період було висловлено низку цінних ідей, необхідних для затвердження еволюційного підходу. Серед них особливе значення мали висновки Аристотеля, який у своїй роботі «Про частини тварин» відзначав, що природа поступово переходить від предметів неживих до рослин, а потім до тварин, причому цей перехід йде безперервно. На жаль, Аристотель говорив не про розвиток природи в його сучасному розумінні, а про те, що одночасно співіснує цілий ряд збігаючих живих форм, позбавлених генетичного зв'язку між собою. Тому цінна, насамперед, його ідея «сходинки живих істот», що показує існування організмів різного ступеня складності, – поява еволюційних теорій була б неможливою без усвідомлення цього факту.

Інтерес до біології помітно посилився в епоху Великих географічних відкриттів. Інтенсивна торгівля і відкриття нових земель розширювали відомості про тварин і рослини. Потреба в упорядкуванні знань, які швидко накопичуються, привела до необхідності їх систематизації і появи перших класифікацій видів, серед яких особливе місце належить класифікації К. Ліннея. У своїх уявленнях про живу природу К. Лінней виходив з ідеєю щодо незмінності видів. Але в тому ж XVIII ст. з'явилися й інші ідеї, пов'язані з визнанням НЕ тільки градації, але і поступового ускладнення органічних форм. Ці уявлення стали називатися *трансформізмом*, і до цього напряму належали багато відомих учених того часу. Все трансформісти визнавали змінність видів організмів під дією змін навколишнього середовища, але при цьому більшість з них ще не мали цілісної і послідовної концепції еволюції.

Саме так у роботах швейцарського біолога Ш. Бонні вперше було використано поняття еволюції як процесу тривалого, поступової зміни, що приводить до появи нових видів.

Однак у роботах більшості вчених того часу ідеї градації живих істот і ідеї еволюції існували окремо. В єдину теорію вони оформилися лише в XIX ст., коли з'явилася еволюційна теорія Ж. Б. Ламарка.

**Концепція розвитку Ж.Б. Ламарка.** Перша спроба побудувати цілісну концепцію розвитку органічного світу була зроблена французьким натуралістом Ж. Б. Ламарком. У своїй праці «Філософія зоології» Ламарк узагальнив всі біологічні знання початку XIX в.

Ним були розроблені основи природної систематики тварин і вперше обґрунтована цілісна теорія еволюції органічного світу, поступального історичного розвитку рослин і тварин. Для створення еволюційної теорії потрібно було відповісти на наступні питання: «Що є основною одиницею еволюції?»,«Що є факторами і рушійними силами еволюції?»,«Як відбувається передача новопридбаних ознак наступним поколінням?».

В основу еволюційної теорії Ламарком було покладено уявлення про розвиток, поступовий і повільний, від простого до складного, з урахуванням ролі зовнішнього середовища в перетворенні організмів. Ламарк вважав, що перші організми, які самі зародилися, дали початок всьому різноманіттю існуючих нині органічних форм. До цього часу в науці вже досить міцно утвердилося уявлення про «сходинки живих істот» як послідовний ряд незалежних, незмінних, створених Творцем форм. Він бачив у градації цих форм відображення історії життя, реального процесу розвитку одних форм з інших.

Розвиток від найпростіших до самих досконалих організмів – головний зміст історії органічного світу. Людина – теж частина цієї історії, він розвинувся з мавп.

Головною причиною еволюції Ламарк вважав притаманне живій природі початкове (закладене Творцем) прагнення до ускладнення і самовдосконалення своєї організації. Воно виявляється в уродженій здібності кожного індивіда до ускладнення організму. Другим фактором еволюції він називав вплив зовнішнього середовища: поки воно не змінюється, види постійні, як тільки воно стає іншим, види також починають змінюватися. При цьому Ламарк на більш високому рівні порівняно з попередниками розробив проблему необмеженої мінливості живих форм під впливом умов існування: харчування, клімату, особливостей ґрунту, вологи, температури і т.ін.

Виходячи з рівня організації живих істот, Ламарк виділяв дві форми мінливості:

1) пряму – безпосередню мінливість рослин і нижчих тварин під впливом умов зовнішнього середовища;

2) опосередковану – мінливість вищих тварин, які мають розвинену нервову систему, що сприймає вплив умов існування і виробляє звички, засоби самозбереження і захисту.

Показавши походження мінливості, Ламарк проаналізував інший фактор еволюції – спадковість. Він відзначав, що індивідуальні зміни, якщо вони повторюються в ряді поколінь, при розмноженні передаються у спадок нащадкам і стають ознаками виду. При цьому, якщо одні органи тварин розвиваються, то інші, не залучені в процес змін, атрофуються. Так, наприклад, в результаті вправ у жирафа з'явилася довга шия, адже предки жирафа, харчуючись листям дерев, тяглися за ними і в кожному поколінні шия і ноги росли. Тим самим Ламарк висловив припущення, що зміни, які рослини і тварини набувають протягом життя, спадково закріплюються і передаються у спадок нащадкам. При цьому потомство продовжує розвиватися в тому ж напрямку, і один вид перетворюється на інший.

Ламарк вважав, що історичний розвиток організмів має не випадковий, а закономірний характер і відбувається в напрямку поступового і неухильного вдосконалення, підвищення загального рівня організації. Крім того, він детально проаналізував передумови еволюції і сформулював головні напрямки еволюційного процесу і причини еволюції. Він також розробив проблему мінливості видів під впливом природних причин, показав значення часу і умов зовнішнього середовища в еволюції, яку розглядав як прояв загального закону розвитку природи. Заслугою Ламарка є і те, що він першим запропонував генеалогічну класифікацію тварин, побудовану на принципах спорідненості організмів, а не тільки їх подібності.

Сутність теорії Ламарка полягає в тому, що тварини і рослини не завжди були такими, якими ми їх бачимо тепер. Він довів, що вони розвивалися в силу природних законів природи, слідуючи еволюції всього органічного світу. Для ламаркизма характерні два основних методологічних ознаки:

• телеологізм як властиве організмам прагнення до вдосконалення;

• організмоцентризм ­– визнання організму в якості елементарної одиниці еволюції, що прямо пристосовується до зміни зовнішніх умов і передає ці зміни у спадок.

З точки зору сучасної науки ці положення принципово невірні, вони спростовуються фактами і законами генетики. До того ж докази причин змінності видів, наведені Ламарком, не були достатньо переконливими. Тому теорія Ламарка не отримала визнання у сучасників.

Але вона не була і спростована, її лише забули на деякий час, щоб знову повернутися до її ідей в другій половині XIX ст., поклавши їх в основу всіх антидарвіністських концепцій.

**Теорія катастроф Ж. Кюв'є**. Швидкий розвиток природознавства і селекційної роботи, розширення і поглиблення досліджень у різних галузях біології, інтенсивне накопичення нових наукових фактів у XIX ст. створили сприятливі умови для нових узагальнень у теорії еволюції живої природи. Однією із спроб такого роду узагальнень стала теорія катастроф французького зоолога Ж.Л. Кюв'є.

Методологічною основною теорії катастроф стали великі успіхи в таких областях біологічної науки, як порівняльна анатомія і палеонтологія. Кюв'є систематично проводив порівняння будови і функцій одного і того ж органу або цілої системи органів у самих різних видів тварин. Досліджуючи будову органів хребетних тварин, він встановив, що всі органи будь-якого живого організму є частинами єдиної цілісної системи. Внаслідок цього будова кожного органа закономірно співвідноситься з будовою всіх інших. Жодна частина тіла не може змінюватися без відповідної зміни інших частин. Це означає, що кожна частина тіла відображає принципи будови всього організму.

Так, у травоїдних тварин, що харчуються малопоживною рослинною їжею, обов'язково повинен бути великий шлунок, здатний перетравити цю їжу у великих кількостях. Розмір шлунка обумовлює розміри інших внутрішніх органів: хребта, грудної клітини. Масивне тіло повинно триматися на потужних ногах, забезпечених твердими копитами, а довжина ніг обумовлює таку довжину шиї, яка дає можливість вільно щипати траву.

У хижаків їжа більш поживна, тому шлунок у них менший. Крім того, їм потрібні м'які лапи з рухомими кігтистими пальцями, щоб непомітно підкрадатися до здобичі і хапати її, тому шия у хижаків повинна бути короткою, зуби гострі і т.ін.

Таку відповідність органів тварин один одному Кюв'є назвав *принципом кореляцій* (співвідносності). Керуючись принципом кореляцій, Кюв'є успішно застосовував отримані знання, вміючи по одному зубу відновити вигляд тварини, адже, на думку Кюв'є, в будь-якому фрагменті організму, як в дзеркалі, відбивалася все тварина.

Безумовною заслугою Кюв'є стало застосування принципу кореляцій в палеонтології, що дозволяло відновлювати вигляд давно зниклих з лиця Землі тварин. Завдяки роботам Кюв'є ми сьогодні розуміємо, як виглядали динозаври, мамонти і мастодонти - весь світ викопних тварин. Таким чином, Кюв'є, який сам виходив з ідеї сталості видів, не бачачи перехідних форм між сучасними тваринами і тваринами, що жили раніше, вніс великий внесок у становлення еволюційної теорії, що з'явилася півстоліття потому.

У процесі своїх досліджень Кюв'є зацікавився історією Землі, земних тварин і рослин. Він витратив багато років на її вивчення, зробивши при цьому безліч цінних відкриттів. Зокрема, він виявив, що останки одних видів приурочені до одних і тих же геологічним нашаруванням, а в сусідніх шарах знаходяться зовсім інші організми. На цій підставі він робив висновок, що тварини, які населяли нашу планету, гинули майже миттєво від невідомих причин, а потім на їх місці з'являлися зовсім інші види. Крім того, він з'ясував, що багато сучасних ділянок суші раніше були морським дном, причому зміна моря і суші відбувалася неодноразово.

В результаті досліджень Кюв'є прийшов до висновку, що на Землі періодично відбувалися гігантські катаклізми, знищували цілі материки, а разом з ними і їх мешканців. Пізніше на їх місці з'являлися нові організми. Так була сформульована знаменита *теорія катастроф*, що користувалася великою популярністю в XIX ст.

Послідовники і учні Кюв'є, розвиваючи його вчення, пішли ще далі, стверджуючи, що катастрофи охоплювали всю Земну кулю. Після кожної катастрофи слідував новий акт божественного творіння. Таких катастроф і, отже, актів творіння вони налічували двадцять сім.

Позиції теорії катастроф похитнулися лише в середині XIX ст. Чималу роль в цьому зіграв новий підхід до вивчення геологічних явищ Ч. Лайеля – *принцип актуалізму*. Він виходив з того, що для пізнання минулого Землі потрібно вивчити її сьогодення. Таким чином, Лайель прийшов до висновку, що повільні, дрібні зміни на Землі, якщо вони будуть довго йти в одному напрямку, можуть привести до разючих результатів. Так був зроблений ще один крок до еволюційної теорії, творцями якої стали Ч. Дарвін та А. Уоллес.

1. Теорія еволюції Ч.Дарвіна.

Ідея поступової і безперервної зміни всіх видів рослин і тварин висловлювалася багатьма вченими задовго до Дарвіна. Тому саме поняття еволюції – процесу тривалих, поступових, повільних змін, в кінцевому підсумку призводять до корінних, якісних змін – виникнення нових організмів, структур, форм і видів, що проникло в науку ще наприкінці XVIII ст. Однак саме Дарвін створив абсолютно нове вчення про живу природу, узагальнивши окремі еволюційні ідеї в одну струнку *теорію еволюції*. Спираючись на величезний фактичний матеріал і практику селекційної роботи з виведення нових сортів рослин і порід тварин, він сформулював основні положення своєї теорії, які виклав у книзі «Походження видів шляхом природного відбору» (1859 р.).

**Основні рушійні фактори еволюції в теорії Ч. Дарвіна.** Дарвін прийшов до висновку, що в природі будь-який вид тварин і рослин прагне до розмноження в геометричній прогресії. У той же час число дорослих особин кожного виду залишається відносно постійним. Так, самка тріски метає 7 млн. ікринок, з яких виживає лише 2 %. Отже, в природі відбувається боротьба за існування, в результаті якої накопичуються ознаки, корисні для організму і виду в цілому, а також утворюються нові види і різновиди. Решта організмів гинуть у несприятливих умовах середовища. Таким чином, боротьба за існування – це сукупність різноманітних, складних взаємин, що існують між організмами і умовами середовища.

У боротьбі за існування виживають і залишають нащадків тільки ті особини, які мають комплекс ознак і властивостей, що дозволяє їм найбільш успішно конкурувати з іншими особинами. Таким чином, в природі відбувається процес вибіркового знищення одних особин і переважного розмноження інших, тобто природний відбір, або виживання найбільш пристосованих.

При зміні умов зовнішнього середовища корисними для виживання можуть опинитися якісь інші, ніж раніше, ознаки. Внаслідок змінюється напрямок відбору, перебудовується структура виду, завдяки розмноженню поширюються нові ознаки – з'являється новий вид. Корисні ознаки зберігаються і передаються наступним поколінням, оскільки у живій природі діє *фактор спадковості*, що забезпечує стійкість видів.

Однак в природі не можна виявити два однакових, абсолютно тотожних організми. Все різноманіття живої природи є результатом процесу мінливості, тобто перетворень організмів під впливом зовнішнього середовища. Отже, концепція Дарвіна побудована на визнанні об'єктивно існуючих процесів в якості факторів і причин розвитку живого. Основними *рушійними факторами еволюції* є мінливість, спадковість і природний добір.

**Мінливість.** Першою ланкою еволюції виступає мінливість (зміна і перетворення організмів під дією зовнішнього середовища), яка є невід'ємною властивістю живого. Внаслідок мінливості ознак і властивостей навіть у нащадків однієї пари батьків майже ніколи не зустрічається однакових особин. Чим ретельніше і глибше вивчається природа, тим більше формується переконання в загальному універсальному характері мінливості. Як вже зазначалося, у природі не можна виявити два абсолютно однакових, тотожних організми. При сприятливих умовах ці відмінності можуть не надавати помітного впливу на розвиток організмів, але при несприятливих кожне найменше розходження може стати вирішальним в тому, чи залишиться цей організм в живих і дасть нащадків або ж загине.

Дарвін розрізняв два види мінливості: 1) спадкову (невизначену) і 2) неспадкову (певну, визначену).

Під *певною* (*груповою*) мінливістю розумів подібну зміну всіх особин нащадків в одному напрямі внаслідок впливу певних умов (зміна росту залежно від кількості і якості їжі, зміна товщини шкіри і густоти вовняного покриву при зміні клімату і т.ін.).

Під *невизначеною* (*індивідуальною*) мінливістю розумів появу різноманітних незначних відмін у особин одного і того ж виду, якими одна особина відрізняється від інших.

Надалі «невизначені» зміни стали називати *мутаціями*, а «певні» – *модифікаціями*.

**Спадковість.** Наступним фактором еволюції є спадковість – властивість організмів забезпечувати спадкоємність ознак і властивостей між поколіннями, а також визначати характер розвитку організму в специфічних умовах зовнішнього середовища. Це властивість не абсолютна: діти ніколи не бувають точними копіями батьків, але з насіння пшениці завжди виростає тільки пшениця і т.ін. У процесі розмноження від покоління до покоління передаються не ознаки, а код спадкової інформації, що визначає лише можливість розвитку майбутніх ознак у певному діапазоні. Успадковується не ознака, а норма реакції розвивається особини на дію зовнішнього середовища.

Ч. Дарвін детально проаналізував значення спадковості в еволюційному процесі і показав, що самі по собі мінливість і спадковість ще не пояснюють виникнення нових порід тварин, сортів рослин, їх пристосованості, оскільки мінливість різних ознак організмів здійснюється в найрізноманітніших напрямках. Кожен організм – це результат взаємодії між генетичною програмою його розвитку і умовами її реалізації.

**Боротьба за існування.** Розглядаючи питання мінливості і спадковості, Дарвін звернув увагу на складні взаємини між організмом і навколишнього середовища, на різні форми залежності рослин і тварин від умов життя, на їх пристосування до несприятливих умов. Такі різноманітні форми залежності організмів від умов довкілля та інших живих істот він назвав боротьбою за існування. Боротьба за існування, за Дарвіном, – це сукупність взаємин організмів даного виду один з іншим, з іншими видами живих організмів і неживими факторами зовнішнього середовища.

Боротьба за існування означає всі форми прояву активності даного виду організмів, спрямовані на підтримку життя своїх нащадків. Дарвін виділив три основні форми боротьби за існування: 1) міжвидову, 2) внутрішньовидову і 3) боротьбу з несприятливими умовами зовнішнього середовища.

Приклади *міжвидової боротьби* в природі зустрічаються часто і всім добре відомі. Найбільш яскраво вона проявляється в боротьбі хижаків і травоїдних тварин. Травоїдні тварини зможуть вижити і залишити нащадків тільки в тому випадку, якщо зуміють уникнути хижаків і будуть забезпечені їжею. Але рослинністю харчуються також різні види ссавців, а крім того – комахи і молюски. І тут виникає ситуація: що дісталося одному, не дісталося іншому. Тому в міжвидовій боротьбі успіх одного виду означає неуспіх іншого.

*Внутрішньовидова боротьба* означає конкуренцію між особинами одного виду, в яких потреба в їжі, території та інших умовах існування однакова. Дарвін вважав внутрішньовидову боротьбу найбільш напруженою. Тому в процесі еволюції у популяцій виробилися різні пристосування, що знижують гостроту конкуренції: розмітка меж, загрозливі пози і т.ін.

*Боротьба з несприятливими умовами* середовища виражається в прагненні живих організмів вижити при різких змінах погодних умов. В цьому випадку виживають лише найбільш пристосовані до умов, що змінилися особини. Вони утворюють нову популяцію, що в цілому сприяє виживанню виду. У боротьбі за існування виживають і залишають нащадків індивіди і особини, які володіють таким комплексом ознак і властивостей, котрі дозволяють успішно протистояти несприятливим умовам середовища.

**Природний відбір**. Однак основна заслуга Дарвіна у створенні теорії еволюції полягає в тому, що він розробив вчення про природний добір як ведучий, спрямовуючий фактор еволюції. Природний відбір, за Дарвіном, – це сукупність змін, що відбуваються в природі і забезпечують виживання найбільш пристосованих особин та переважне залишення ними нащадків, а також вибіркове знищення організмів, які опинилися непристосованими до існуючих або нових умов навколишнього середовища.

У процесі природного відбору організми адаптуються, тобто у них розвиваються необхідні пристосування до умов існування. В результаті конкуренції різних видів, що мають подібні життєві потреби, гірше пристосовані види вимирають. Удосконалення механізму пристосування організмів призводить до того, що поступово ускладнюється рівень їх організації і таким чином здійснюється *еволюційний процес*. При цьому Дарвін звертав увагу на такі характерні особливості природного відбору, як поступовість і повільність процесу змін і здатність підсумувати ці зміни у великі, вирішальні причини, що призводять до формування нових видів.

Виходячи з того, що природний відбір діє серед різноманітних і нерівноцінних особин, він розглядається як сукупна взаємодія спадкової мінливості, переважного виживання і розмноження індивідів і груп особин, краще пристосованих, ніж інші до даних умов існування. Тому вчення про природний відбір як рушійний і спрямовуючий фактор історичного розвитку органічного світу є головним в теорії еволюції Дарвіна.

**Значення еволюційної теорії Дарвіна.** Отже, Ч. Дарвін послідовно вирішив проблему детермінації органічної еволюції в цілому, пояснив доцільність будови живих організмів як результат природного відбору, а не як результат їх прагнення до самовдосконалення. Також він показав, що доцільність будови носить завжди відносний характер, оскільки будь-яке пристосування виявляється корисним тільки в конкретних умовах існування. Цим він завдав серйозного удару по ідеях телеологізму в природознавстві.

Крім того, Дарвін підкреслював, що *елементарною одиницею еволюції* є не окрема особина, як у Ламарка, а група особин – вид. Іншими словами, під дію природного відбору можуть підпасти як окрема особина, так і цілі групи. Тоді відбір зберігає ознаки і властивості, невигідні для окремої особини, але корисні для групи особин або виду в цілому. Прикладом такого пристосування служить жало бджоли – бджола, яка вжалила, залишає жало в тілі ворога і гине, але загибель особини сприяє збереженню бджолиної сім'ї. Такий підхід призвів до появи *популяційного мислення* в біології, що є основою сучасних уявлень про еволюцію.

Поряд з незаперечними перевагами, в теорії Дарвіна були й істотні недоліки. Одне із заперечень, яке висувалося раніше проти цієї теорії, полягало в тому, що вона не могла пояснити причин появи в організмів багатьох структур, які здаються марними. Однак, як з'ясувалося згодом, багато морфологічних відмінностей між видами, що не мають значення для виживання, є побічними ефектами дії генів, що обумовлюють непомітні, але дуже важливі для виживання фізіологічні ознаки.

Слабким місцем у теорії Дарвіна також були уявлення про спадковість, які піддавалися серйозній критиці його противниками. Дійсно, якщо еволюція пов'язана з випадковою появою змін і спадковою передачею придбаних ознак нащадкам, то яким чином вони можуть зберегтися і навіть посилитися в подальшому? Адже в результаті схрещування особин, що володіють корисними ознаками, з іншими особинами, які ними не володіють, вони передадуть ці ознаки в ослабленому вигляді. Зрештою протягом ряду поколінь ці випадково виниклі зміни повинні будуть ослабнути, а потім і зовсім зникнути. Так стакан молока розчиниться в бочці води майже без сліду. Цей висновок був отриманий за допомогою елементарних арифметичних підрахунків британським інженером і фізиком Ф. Дженкіним у 1867 р. Сам Дарвін був змушений визнати ці доводи переконливими, при тодішніх уявленнях про спадковість їх було неможливо спростувати. Ось чому в останні роки життя він став все більше підкреслювати вплив на процес еволюції спрямованих змін, що відбуваються під впливом визначених факторів зовнішнього середовища. Надалі були виявлені і деякі інші недоліки теорії Дарвіна, що стосуються основних причин і факторів органічної еволюції. Було ясно, що його теорія потребувала подальшої розробки та обґрунтування з урахуванням наступних досягнень біологічної науки.

1. Подальший розвиток еволюційної теорії.

З виникненням дарвінізму на перший план біологічних досліджень висунулося кілька завдань:

• збір доказів самого факту еволюції;

• накопичення даних про адаптивний характер еволюції;

• експериментальне вивчення взаємодії спадкової мінливості, боротьби за існування і природного відбору як рушійної сили еволюції;

• вивчення закономірностей видоутворення і макроеволюції.

**Комплекс доказів теорії еволюції.** Відомості, що підтверджують дарвінську теорію еволюції, були отримані з різних джерел, серед яких найважливіше місце займають палеонтологія, біогеографія, систематика, селекція рослин і тварин, морфологія, порівняльна ембріологія і порівняльна біохімія.

*Палеонтологія* займається вивченням викопних решток, тобто будь-яких, що збереглися в земній корі, слідів перших організмів. Серед них – цілі організми, тверді скелетні структури, скам'янілості, відбитки. Такі сліди були добре відомі вченим задовго до появи палеонтології в якості самостійної науки. Їх вважали або останками істот, створених раніше за інших, або артефактами, поміщеними в гірські породи Богом.

У XIX ст. ці знахідки були витлумачені з точки зору теорії еволюції. Справа в тому, що в найдавніших породах зустрічаються сліди далеко не всіх простих організмів. У молодих породах знаходять різноманітні організми, які мають більш складну будову. Крім того, досить багато прикладів існування видів лише на одному з етапів геологічної історії Землі, після чого вони зникають. Це розуміють як виникнення і вимирання видів з плином часу. Поступово вчені стали знаходити сліди все більшої кількості «відсутніх ланок» в еволюції життя – або у вигляді скам'янілостей (наприклад, археоптерикс – перехідна форма між рептиліями і птахами), або у вигляді нині живучих організмів, близьких за своєю будовою до викопних форм (наприклад, латимерія, що відноситься до давно вимерлих кистеперих риб). Звичайно, вченим вдалося знайти далеко не всі перехідні форми, тому палеонтологічний літопис нашої планети не є безперервним, і цим аргументом користуються противники еволюційної теорії. Проте, вчені знаходять переконливі пояснення цього факту. Зокрема, вважається, що далеко не всі вимерлі організми виявлялися в умовах, сприятливих для їх збереження. Велика частина загиблих особин з'їдається падальщиками, розкладається, не залишаючи ніяких слідів, повертається до кругообігу речовин в природі.

Палеонтологам вдалося відкрити деякі закономірності еволюції. Зокрема, з ростом складності організму тривалість існування виду скорочується, а темпи еволюції зростають. Так, види птахів в середньому існують 2 млн. років, ссавці – по 800 тис. років, предки людини – близько 200 тис. років. Також вдалося з'ясувати, що тривалість життя виду залежить від розміру його представників.

**Географічне поширення (біогеографія)**. Всі організми пристосовані до середовища свого проживання. Тому всі види, які виникли в якомусь певному ареалі, звідти вони могли поширитися в області зі схожими природними умовами. Ступінь розселення залежить від того, наскільки успішно можуть дані організми влаштуватися в нових місцях, наскільки складні природні перешкоди, що стоять на шляху розселення цього виду (океани, гори, пустелі). Тому зазвичай поширення видів йде лише в тому випадку, якщо відповідні території розташовані близько один від одного. Так, в далекому минулому масиви суші розташовувалися ближче один до одного, ніж зараз, і це сприяло широкому розселенню багатьох видів. Якщо ж в якійсь області немає більш розвинених видів, то це вказує на раннє відділення даної території від місця початкового походження видів. Саме тому в Австралії збереглася велика кількість сумчастих, відсутніх в Європі, Африці і Азії. Дані факти не пояснюють механізму виникнення нових видів, але вказують на те, що різні групи виникали в різний час і в різних областях, підтверджуючи, таким чином, теорію еволюції.

**Систематика.** Першу таксономічну класифікацію, до якої увійшли виділені одиниці-таксони, що знаходяться у відносинах ієрархічного підпорядкування створив К. Лінней. Як одиниці-таксонів Лінней виділяв: вид, рід, родину, загін, клас, тип і царство. В основу своєї класифікації він поклав структурну подібність між організмами, яку можна уявити як результат їх адаптації до певних умов середовища на протязі деякого періоду. Таким чином, ця класифікація добре вписується в еволюційну теорію, ілюструючи процес еволюції на Землі.

**Селекція рослин і тварин**. Крім природного відбору, існує штучний відбір, пов'язаний з цілеспрямованою діяльністю людини зі збереження і створення потрібних видів. Саме так, шляхом селекції, з диких предків були виведені всі культурні сорти рослин і породи свійських тварин. Посилання на штучний відбір дало Дарвіну можливість провести аналогію з природним відбором, що йде в природі.

Зі створенням генетики стало ясно, що в ході штучного відбору зберігаються гени, корисні з точки зору людини, і прибираються гени, які її не влаштовують.

**Порівняльна анатомія** займається зіставленням різних груп рослин і тварин одна з одною. При цьому виявляються загальні структурні риси, властиві їм. Так, у всіх квіткових рослин є чашолистки, пелюстки, тичинки, приймочка, стовпчик і зав'язь, хоча у різних видів вони можуть мати різні розміри, забарвлення, кількість складових їх частин і деякі особливості їх будови. Те ж саме можна сказати і про тварин.

Таким чином, порівняльна анатомія виявляє гомологічні органи, побудовані за єдиним планом, що займають подібне становище і розвиваються з одних і тих же зачатків. Існування таких органів, як і поява рудиментарних органів, що зберігаються у організмів, але не виконують жодної функції, можна пояснити тільки з позицій теорії еволюції.

**Порівняльна ембріологія**. Одним з основоположників цієї науки став К. Бер, який вивчав ембріональний розвиток у представників різних груп хребетних. При цьому він виявив разючу подібність у розвитку зародків всіх груп, особливо на ранніх етапах їх розвитку. Після цього Е. Геккель висловив думку про те, що ранні стадії розвитку зародка повторюють еволюційну історію своєї групи. Він сформулював *закон рекапітуляції*, згідно до якого онтогенез повторює філогенез. Іншими словами, індивідуальний розвиток організму повторює розвиток всього виду. Так, зародок хребетних на різних етапах свого розвитку має ознаки риби, амфібії, рептилії, птаха і ссавця. Тому на ранніх стадіях розвитку зародка буває дуже складно визначити, до якого виду він належить. Лише на пізніх етапах ембріон набуває схожість з дорослою формою. Закон рекапітуляції може бути пояснений тільки наявністю спільних предків у всіх живих організмів, що підтверджує еволюційну теорію.

**Порівняльна біохімія**. З її появою у еволюційної теорії з'явилися строго наукові докази. Саме порівняльна біохімія показала наявність однакових речовин у всіх організмів, що підтверджує їх очевидну біохімічну спорідненість. Спочатку було доведено спорідненість всіх білків, а пізніше – нуклеїнових кислот.

Імунні реакції також підтверджують наявність еволюційних зв'язків. Якщо білки, що містяться в сироватці крові, ввести в кров тварин, у яких цих білків немає, то вони діють як антигени, спонукаючи організми тварин виробляти антитіла.

**Відкриття законів і механізмів еволюції.** Дослідниками було виявлено два класи механізмів еволюції: адаптаційні і катастрофічні, або порогові.

*Адаптаційні механізми* пов'язані з пристосуванням організмів до навколишнього середовища. При цьому відбувається самоналаштування системи, що забезпечує її стабільність у певних умовах. Таким чином, вивчаючи особливості середовища, можна передбачити, в якому напрямку будуть діяти механізми адаптації. Цим користуються селекціонери, проводячи штучний відбір.

Можна сказати, що жодні внутрішні або зовнішні збурення не здатні вивести досліджувану систему за межі того каналу еволюції, який передбачений для неї природою. Тому всі можливі зміни системи, її розвиток можна передбачити з великою точністю. Таким чином, з точки зору нерівноважної термодинаміки адаптаційний механізм відноситься до одного з еволюційних етапів у розвитку систем.

*Катастрофічні механізми* еволюції мають іншу природу. Вони пов'язані зі стрибком у розвитку систем, що відбувається при переході через точку біфуркації. Зазвичай це пов'язано з різкою зміною умов навколишнього середовища. При цьому стара структура системи руйнується і утворюється якісно нова структура. Перехід через точку біфуркації завжди йде випадково. Заздалегідь передбачити, як піде розвиток, неможливо. Тому періодично в біосфері Землі відбуваються катастрофічні події, що стимулюють вимирання старих видів рослин і тварин та поява нових.

**Закони еволюції**. Проте, загальним правилом є безперервне ускладнення і зростання різноманітності органічного світу після кожного переходу через критичні точки в розвитку біосфери. Це правило носить назву закону дивергенції, яке пояснює, чому спочатку близькі групи організмів розійшлися в процесі еволюції, створивши величезну різноманітність видів.

До початку XX ст. були відкриті й інші закони еволюції. Так, у 1876 ​​році Шульц Делерю встановив правило *прогресуючої спеціалізації*, відповідно до якого група, що вступила на шлях спеціалізації, як правило, в своєму подальшому розвитку буде йти по шляху все більш глибокої спеціалізації.

І.І. Шмальгаузен відкрив *процес автономізації онтогенезу*, який говорить про збереження визначального значення фізико-хімічних факторів зовнішнього середовища, що веде до виникнення відносної стійкості розвитку.

К. Уолдінгтон сформулював *принцип гомеостазу*, що показує здатність організмів до саморегуляції і підтримання стабільності внутрішнього середовища організму.

Нарешті, Л. Долло відкрив *правило незворотності*, згідно якому еволюція є незворотнім процесом, і організм не може повернутися до колишнього стану, в якому знаходилися його предки.

1. Антидарвінізм. Синтетична теорія еволюції.

**Антидарвінізм.** Критика дарвінізму велася практично з часу його виникнення і мала об'єктивні підстави, оскільки з поля зору дарвіністів спочатку випадав ряд важливих питань. До їх числа відносяться питання про причини збереження в історичному розвитку системного єдності організмів, механізми включення в еволюційний процес онтогенетичних перебудов, нерівномірності темпів еволюції, причини прогресивної макроеволюції, причини і механізми біотичних криз і ін.

Антидарвінізм другої половини XIX - початку XX ст. був представлений двома головними течіями – неоламаркізму і концепціями телеогенезу. Боротьба з ними, а також пошук експериментальних доказів окремих факторів природного відбору склали основний зміст біології цього часу.

**Неоламаркізм**. Першим великим антидарвіністським вченням став неоламаркізм, що виник наприкінці XIX ст. Це вчення ґрунтувалося на визнанні адекватної мінливості, яка виникає під безпосереднім або опосередкованим впливом факторів навколишнього середовища, що викликають пряме пристосування організму до них. Також неоламаркісти говорили про спадкування придбаних таким чином ознак, заперечували творчу роль природного відбору.

Як видно з назви цього напрямку, основу неоламаркізму склали ідеї Ламарка, про які вчені забули на початку століття, але згадали про них після появи дарвінівської теорії еволюції. Неоламаркізм не був єдиною течією, а об'єднував в собі декілька напрямків, кожний з яких намагався розвинути ту чи іншу сторону вчення Ламарка. В неоламаркізмі виділяються:

• *механоламаркізм* – концепція еволюції, згідно з якою доцільна організація створюється шляхом пристосування, або згідно Ламарку, вправи органів. Ця концепція пояснювала еволюційні перетворення організмів їх початковою здатністю доцільно реагувати на зміни зовнішнього середовища, змінюючи при цьому свої структури і функції. Вся складність еволюційного процесу, таким чином, зводилася до простої теорії рівноваги сил, запозиченої, по суті, з ньютонівської механіки. Прихильниками цього напряму були Г.Спенсер і Т. Еймер;

• *психоламаркізм* – основу цього напрямку склала ідея Ламарка про значення в еволюції тварин таких факторів, як звички, зусилля волі, свідомість. Вважалося, що ці фактори притаманні не тільки організму тварини в цілому, але і складовим його клітинам. Таким чином, еволюція представлялася як поступове посилення ролі свідомості в русі від примітивних істот до розумних форм життя. Це розвивало вчення про панпсихізм, загальну натхненність.Прихильниками цього напряму були А. Паулі і А. Вагнер;

• *ортоламаркізм* – сукупність гіпотез, розвиваючих ідею Ламарка про прагнення організмів до вдосконалення як внутрішньо властиву всьому живому рушійну силу еволюції. Прихильниками ортоламаркізму були К. Негелі, Е. Коп, Г. Осборн, які вважали, що спрямованість еволюції обумовлена внутрішніми початковими властивостями організмів. Ці погляди споріднені ідеям автогенезису, що розглядає еволюцію як процес розгортання передіснуючих задатків, що носить цілеспрямований характер і відбувається на основі початкових внутрішніх потенційних можливостей.

**Телеологічна концепція еволюції**, або телеогенез, ідейно була близько пов'язана з ортоламаркізмом, оскільки виходила з все тієї ж ідеї Ламарка про внутрішнє прагнення всіх живих організмів до прогресу. Найбільш видатним представником цього напрямку став російський природознавець, засновник ембріології К. Бер.

Своєрідну модифікацію телеогенезу представляли погляди прихильників *сальтаціонізму*, закладеного в 60-70-і рр. XIX ст. А. Зюссом і А. Келлікером. На їхню думку, вже на початку появи життя виник весь план майбутнього розвитку природи, а вплив зовнішнього середовища визначав лише приватні моменти еволюції. Усі найбільші еволюційні події – від виникнення нових видів до зміни біоти в геологічній історії Землі – відбуваються в результаті стрибкоподібних змін, сальтації, або макромутацій. По суті справи, це був катастрофізм, посилений додатковими аргументами. Ці погляди існують до сьогоднішнього дня.

**Генетичний антидарвінізм**. На початку XX ст. виникла генетика – вчення про спадковість і мінливість. Здавалося б, її поява мала вирішити багато питань еволюційної теорії, які до сих пір залишалися без відповіді. Але перші генетики протиставили дані своїх досліджень дарвінізму, внаслідок чого в еволюційної теорії виникла глибока криза. Виступ генетиків проти вчення Дарвіна вилилося в широкий фронт, який об'єднує кілька течій: мутаціонізм, гібридогенез, преадаптаціонізм та ін. Всі вони об'єдналися під загальною назвою *генетичного антидарвінізму*.

Так, відкриття стійкості генів трактувалося як їх незмінність. Це сприяло поширенню антиеволюціонізму (У. Бетсон). Мутаційна мінливість ототожнювалася з еволюційними перетвореннями, що виключало необхідність відбору як головної причини еволюції. Вінцем цих поглядів стала теорія номогенезу Л.С. Берга, створена в 1922 р. Основу її становила ідея, що еволюція є запрограмований процес реалізації внутрішніх, властивих всьому живому закономірностей. Він вважав, що організми володіють внутрішньою силою невідомої природи, яка діє цілеспрямовано, незалежно від зовнішнього середовища, в сторону ускладнення організації. На доказ цього Берг приводив безліч даних по конвергентній і паралельній еволюції різних груп рослин і тварин.