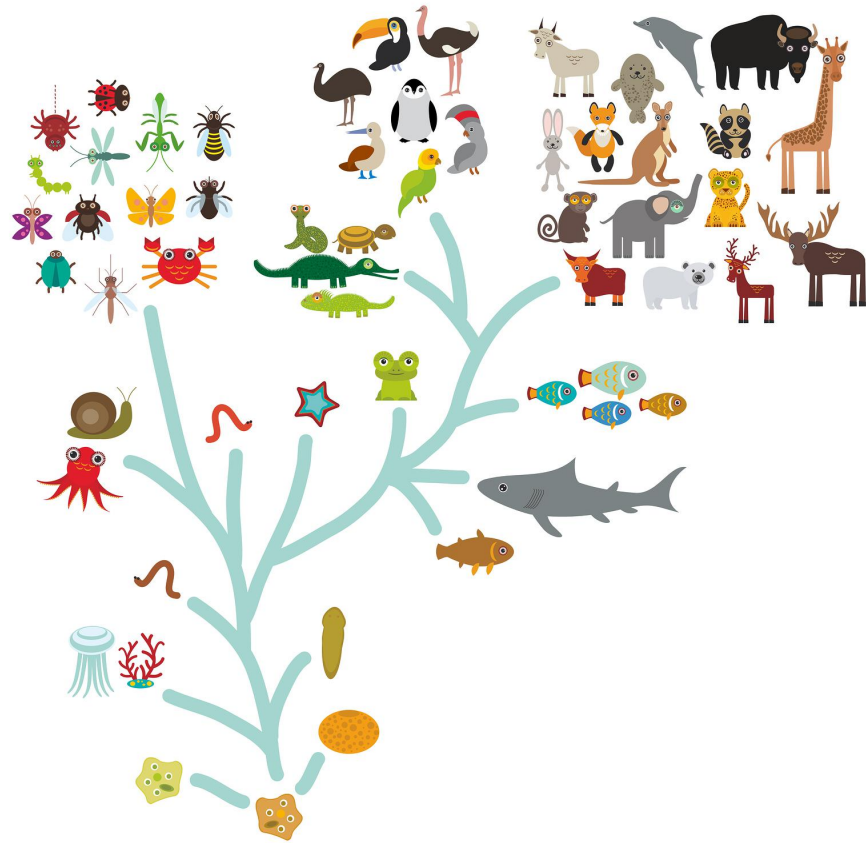


# Основи еволюційної теорії (мікро- та макроеволюція)

Змістовий модуль 3



**Еволюція** - це процес необоротних змін у будові та функціях живих організмів протягом їхнього історичного розвитку.

Наслідком еволюції є пристосованість організмів до умов середовища життя.

Загальні закономірності, фактори, механізми і наслідки еволюції живої матерії вивчає розділ біології - **еволюційне вчення**.

# Історичний розвиток еволюційних поглядів (Додарвінівський період)



*Аристотель*

Зачатки порівняльної анатомії та ембріології, вчення про відповідність організмів, ідея градації виникли завдяки працям давньогрецького філософа **Аристотеля** і його учнів.

Заслуговує уваги перша спроба розробки загальних принципів класифікації тварин.

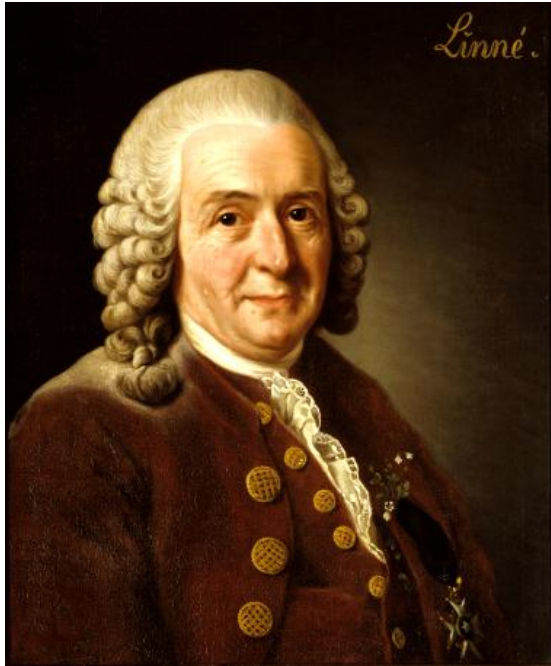




*Джон Рей*

Англійський біолог **Джон Рей** уперше звів вид до рангу біологічного поняття. Були встановлені три особливості виду:

- 1) об'єднання багатьох особин;
- 2) морфологічна і фізіологічна подібність між ними;
- 3) здатність до розмноження і відтворення потомства, яке зберігає подібність до батьківських форм



*Карл Лінней*

**Карл Лінней** одержав світове визнання завдяки першій розробленій системі рослин і тварин.

Лінней установив реальність видів, чітко акцентував репродуктивну ізоляцію між ними, виявив їхню стабільність, і у такий спосіб підготував підґрунтя для постановки проблеми про їхнє походження.

Також видатними заслугами Ліннея є реформа мови ботаніки, введення наукової термінології у біологію.



*Жан Батіст Ламарк*

Першу цілісну концепцію еволюції живої природи створив **Жан Батіст Ламарк**, яка отримала назву **ламаркізм**.

Згідно з гіпотезою Ламарка, еволюція – це процес надбання корисних ознак, які успадковуються нащадками.

- Види змінюються, але дуже повільно, тому непомітно для людини.
- Еволюції притаманний прогресивний характер, тобто розвиток організмів відбувається від простого до складного.
- Будь-яка мінливість спадкова й обумовлена впливом зовнішнього середовища.

Рушійна сила еволюції за Ламарком – внутрішнє прагнення до досконалості. Підвищення організації живих істот від нижнього ступеня до вищого в процесі еволюції Ламарк назвав градацією.



théorie  
de Lamarck



théorie  
de Darwin





# Основні положення еволюційного вчення Чарльза Дарвіна



*Чарльз Дарвін*

**Чарльз Дарвін** – англійський природознавець, основоположник теорії еволюції. Під час кругосвітньої подорожі (1831 – 1836) він зібрав багатий науковий матеріал, що став основою його головної праці «Походження видів», яка вийшла у 1859 році. Еволюція, за Чарльзом Дарвіном, полягає в безперервних пристосувальних змінах видів.

Передумовою еволюції за Дарвіном є спадкова (індивідуальна) **мінливість**, а її рушійні сили це **боротьба за існування** та **природний добір**.

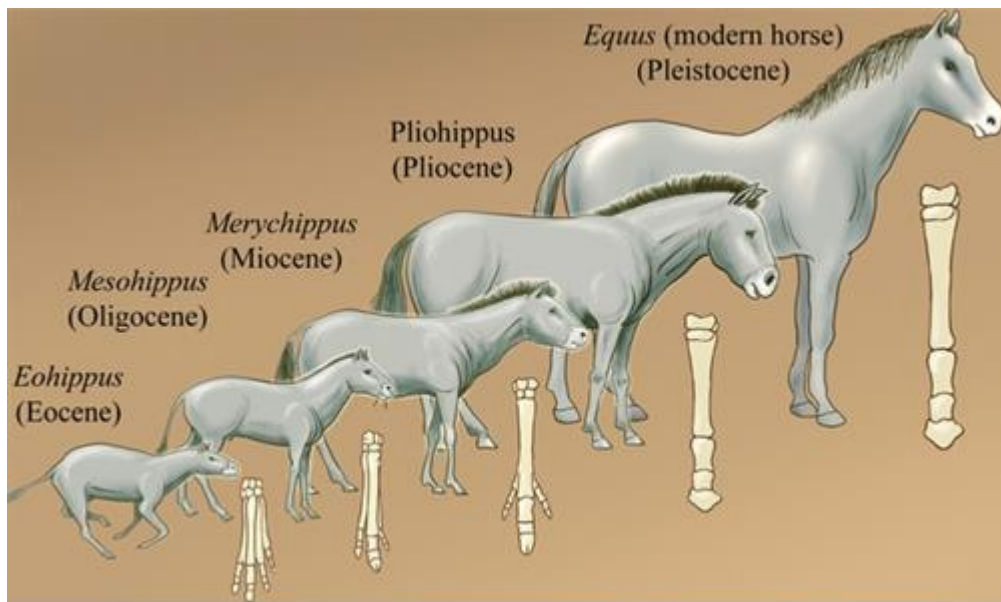
Еволюція – поступове ускладнення й підвищення організації живих істот, тобто еволюція має **прогресивний характер**.

## Мінливість

- Групова (неспадкова, визначена). Подібна зміна всіх особин потомства в одному напрямку внаслідок впливу певних умов.
- Індивідуальна (спадкова, невизначена). Поява різноманітних незначних відмінностей в особин одного сорту, породи, виду, якими, існуючи у схожих умовах, одна особина відрізняється від інших. Не виключена можливість і різних відхилень.
- Співвідносна (кореляційна). Зміна структури або функції однієї частини нерідко обумовлює також певні зміни інших.

## Рушійні сили еволюції

- **Боротьба за існування**
  - внутрішньовидова;
  - міжвидова;
  - з несприятливими умовами навколишнього середовища.
- **Природний добір** - виживання найприспособаніших і загибель найменш пристосованих



Ч. Дарвін дав таке визначення природного добору:  
*«Збереження корисних відмінностей або змін і знищення шкідливих я назвав природним добром або виживанням найбільш пристосованих».*

Під **природним добром** розуміють здійснюваний у природі процес збереження й переважного розмноження в ряді поколінь особин, що мають корисні для їхнього життя і розвитку пристосувальні ознаки, що виникли в результаті різноспрямованості індивідуальної мінливості.



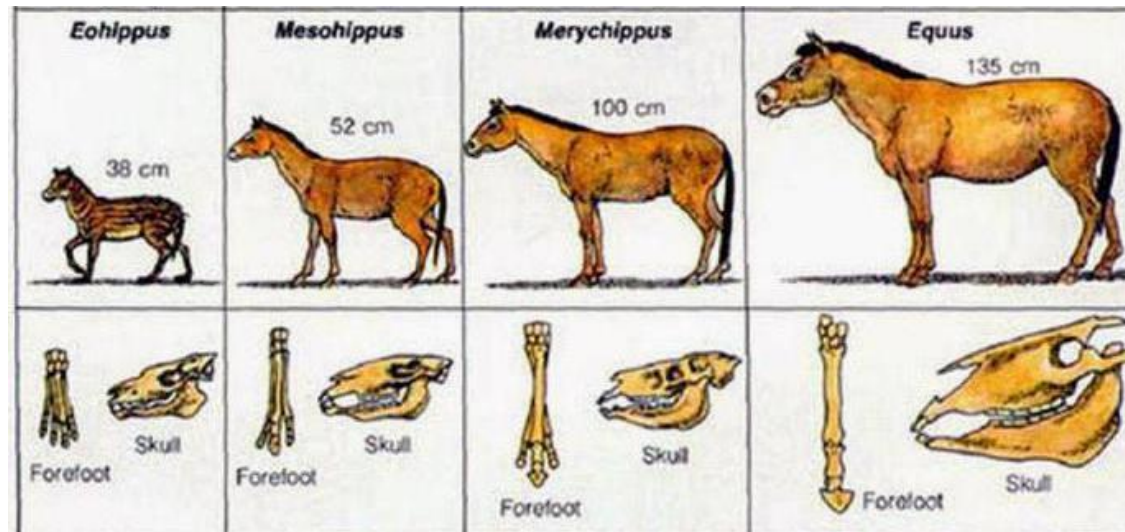
Рослинність високогірних рівнин



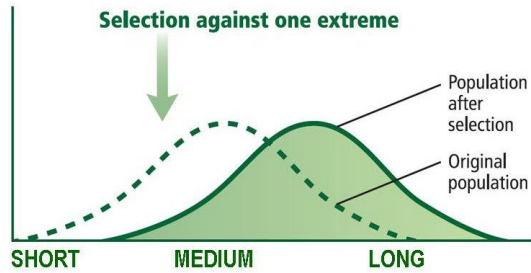
Північноамериканські прерії Великих рівнин



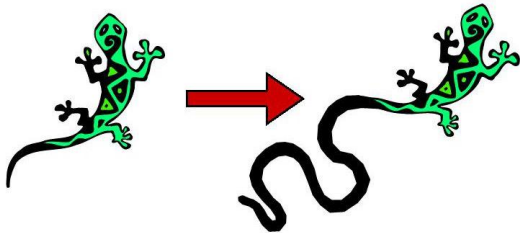
Степ



# Форми природного добору



FOR: one extreme trait  
AGAINST: the other extreme

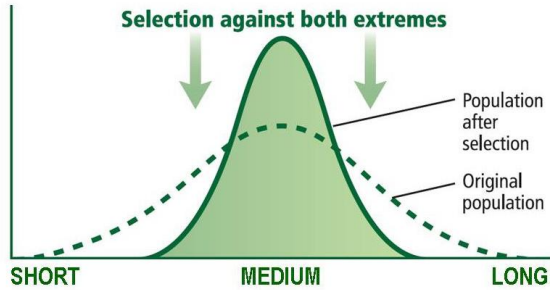


EX. Long wiggly tails look like a snake and scare predators. The longer the tail, the more it looks like a snake.

**Рушійний добір** (прямий, провідний) кожний вид складається не з абсолютно однакових особин. При тривалій зміні зовнішнього середовища в одному напрямку створюються умови, при яких окремі мутації виявляються корисними й зберігаються в ході добору. Зумовлює постійну зміну пристосувань видів відповідно до змін умов середовища

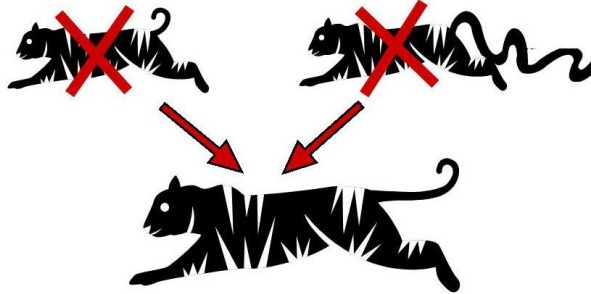


# Форми природного добору



**Стабілізуючий добір** - у малозмінних умовах існування збільшується чисельність особин із середньою нормою реакції. Із покоління в покоління відтинаються крайні форми, а закріплюються організми з певною нормою реакції

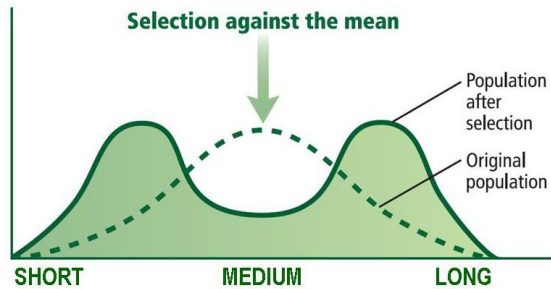
FOR: moderate traits  
AGAINST: both extremes



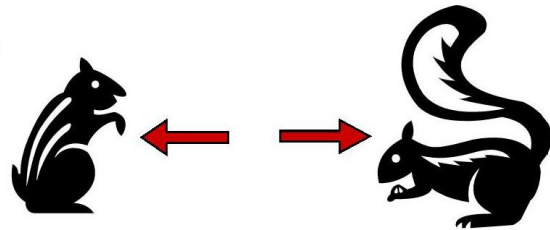
EX. Short tails mess up the cat's balance. Long tails drag on the ground. Medium tails are best.



# Форми природного добору



FOR: both extremes  
AGAINST: moderate traits

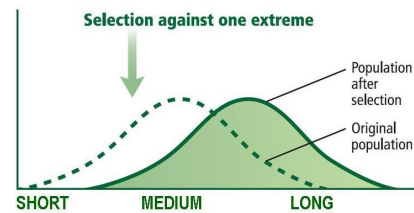


EX. Short tails help keep predators from catching you on the ground.  
Long tails are good for balance in the trees. Medium tails don't help.

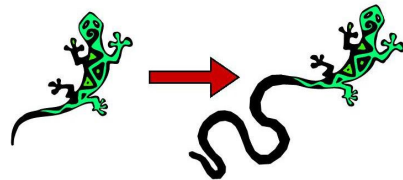
**Дизруптивний добір** (розриваючий, спрямований проти проміжних форм) - Іноді умови зовнішнього середовища змінюються таким чином, що перевагу одержують крайні форми. Кількість таких форм швидко збільшується, що може привести до перетворення виду.

## HOW does the trait change?

### Directional Selection

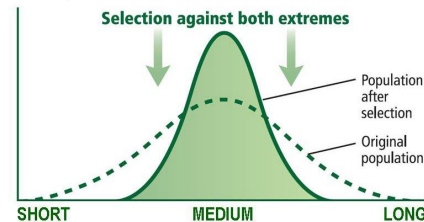


FOR: one extreme trait  
AGAINST: the other extreme

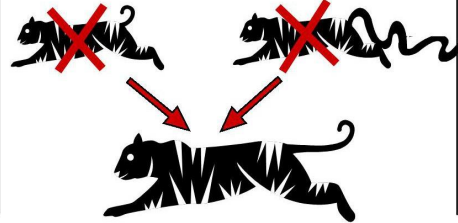


EX. Long wiggly tails look like a snake and scare predators. The longer the tail, the more it looks like a snake.

### Stabilizing Selection

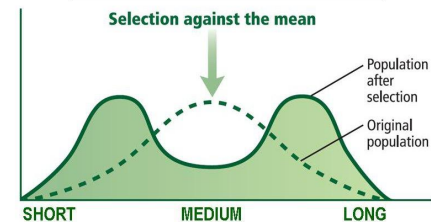


FOR: moderate traits  
AGAINST: both extremes

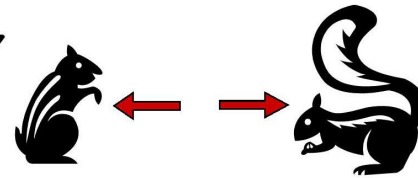


EX. Short tails mess up the cat's balance. Long tails drag on the ground. Medium tails are best.

### Disruptive Selection



FOR: both extremes  
AGAINST: moderate traits



EX. Short tails help keep predators from catching you on the ground. Long tails are good for balance in the trees. Medium tails don't help.

# Обставини, що сприяють природному добору

Кількість особин і їхня різноманітність

Частота мутацій

Інтенсивність розмноження

Частота зміни поколінь

Розміри ареалу і різноманітність умов життя в ньому

Ізоляція, що перешкоджає схрещуванню

# Синтетична теорія еволюції

Синтетична теорія еволюції сформувалася на початку 40-х рр. 20 століття, і являє собою вчення про еволюцію органічного світу, розроблене на основі даних сучасної генетики, екології та класичного дарвінізму.

# Основні положення синтетичної теорії еволюції

- Матеріалом для еволюції служать, як правило, дуже дрібні зміни спадковості – **мутації**. Мутаційна мінливість – постачальник матеріалу для добору – носить випадковий і спрямований характер.
- Основним рушійним фактором еволюції є природний добір, що виникає на основі боротьби за існування
- Найменшою одиницею еволюції є популяція
- Еволюція носить дивергентний характер, тобто один таксон може стати предком кількох дочірніх таксонів, але кожний вид має єдиний предковий вид, єдину предкову популяцію
- Еволюція має поступовий і тривалий характер. Видоутворення як етап еволюційного процесу являє собою послідовну зміну однієї тимчасової популяції низкою наступних тимчасових популяцій
- Вид складається з безлічі підвидів і популяцій. Однак відомо чимало видів з обмеженими ареалами, у межах яких не вдається відокремити самостійні підвиди, а реліктові види можуть складатися з єдиної популяції. Доля таких видів, як правило, недовговічна.
- Вид існує як цілісне й замкнуте утворення. Цілісність виду підтримується міграціями особин з однієї популяції до іншої, при яких спостерігається обмін генами
- Оскільки основним критерієм виду є несхрещуваність з іншими видами (репродуктивна ізоляція), то цей критерій не стосується форм, у яких не спостерігається статевий процес
- Макроеволюція йде лише шляхом мікроеволюції (ті самі передумови та рушійні сили)
- Будь-який реальний таксон має монофілетичне (від одного предка) походження
- Еволюція має неспрямований характер, тобто не йде у напрямку якої-небудь кінцевої мети
- Еволюція має незворотний характер. Організм (популяція, вид) не може повернутися до колишнього стану, вже здійсненому в низці його предків.

# Мікроеволюція

Мікроеволюція – це сукупність еволюційних процесів, які відбуваються на рівні популяцій. Мікроеволюція закінчується утворенням нових видів.

Відповідно до синтетичної теорії еволюції, у популяціях діють, крім основних факторів еволюції – мутацій, боротьби за існування й добору, – і так звані елементарні фактори еволюції:

- хвилі життя,
- дрейф генів,
- ізоляція.



# Популяційні хвилі



**Хвилі життя (популяційні хвилі)** – це періодичні коливання розмірів популяцій за числом особин (С. С. Четвериков).

Причини цих коливань різноманітні, вони можуть бути біотичні та абіотичні (запаси їжі, кількість хижаків, конкурентів, кліматичні умови року тощо). Після збільшення числа особин у популяції відбувається закономірне його зменшення.

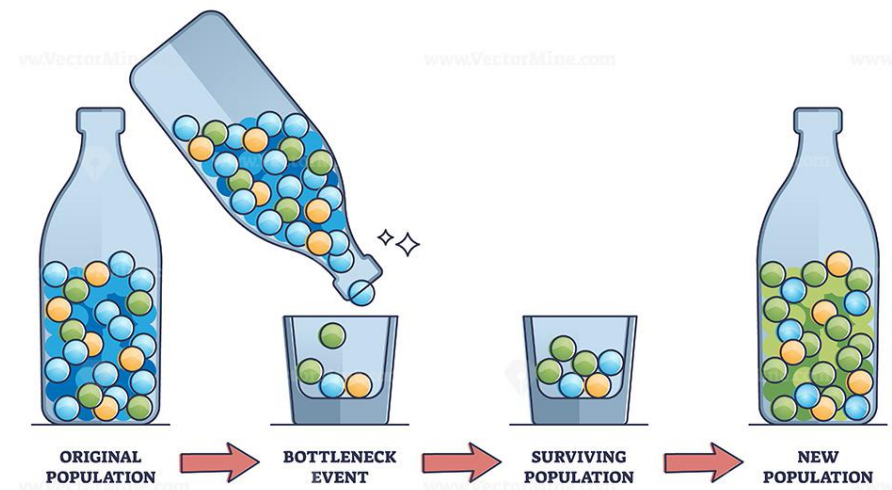
Хвилі життя самі по собі не викликають спадкової мінливості, але вони сприяють зміні частот алелів у популяціях.

# Дрейф генів



**Дрейф генів** відкрили С. Райт і Р. Фішер і незалежно від них М.П. Дубінін і Д.Д. Романов. Це випадкова зміна концентрації алелів у популяції.

Це явище стосується нечисленних популяцій. Випадкові події, наприклад передчасна загибель особини, що була єдиним власником якогось алеля, спричинюють до зникнення цього алеля в популяції, і навпаки – частота алеля може випадково підвищитися. Дрейф генів є чинником, який постачає матеріал для еволюції.



# Ізоляція



*Лошак — гібрид жеребця та ослиці*



*Мул — результат схрещування осла та кобили*

**Ізоляція** – постійне обмеження вільного схрещування.

Типи ізоляції

- **Географічна.** Пов'язана з територіальним розмежуванням груп.
- **Екологічна.** Потенційні партнери по спарюванню займають різні екологічні ніші й не зустрічаються.
- **Сезонна.** Терміни розмноження в потенційних партнерів настають не одночасно.
- **Етологічна.** Залежить від особливостей поведінки партнерів у період розмноження.
- **Генетична.** Партнери мають істотні генетичні розходження.

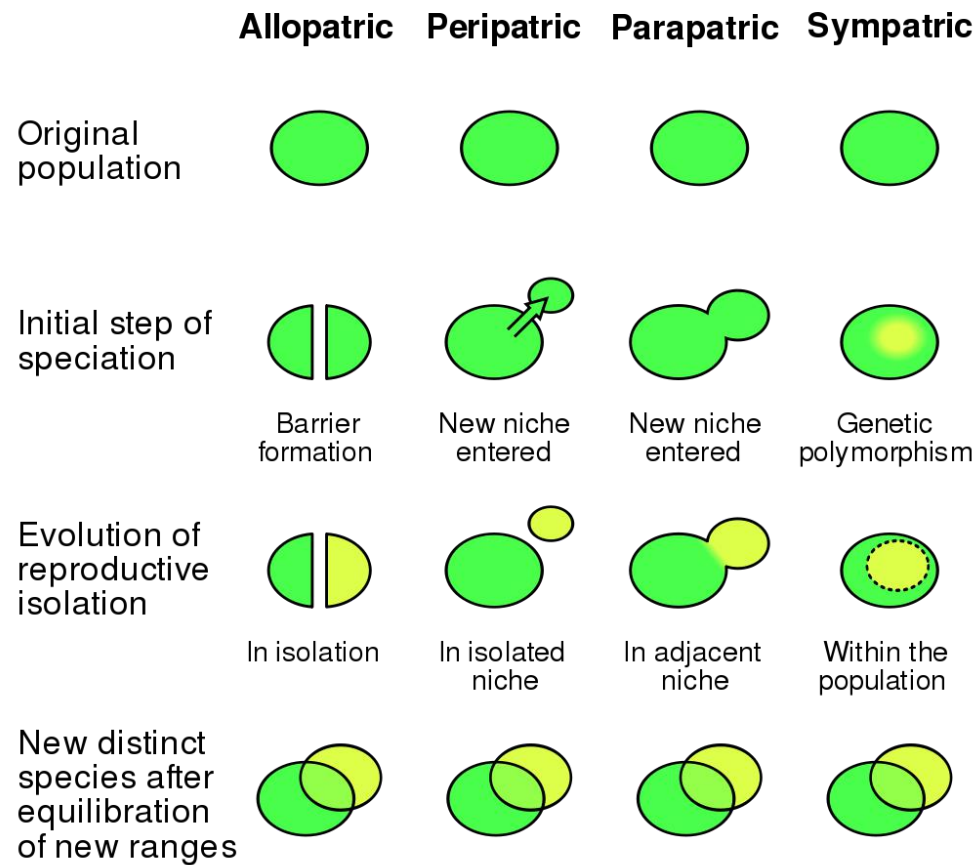
# Видоутворення



*Оратор Фуллер Кук молодший*

**Видоутворення** — еволюційний процес утворення нових біологічних видів. Вперше термін «видоутворення» або «кладогенез» був введений біологом Оратором Куком як антонім терміну «анагенез» або «філетична еволюція». На утворення видів впливають такі процеси як генетичний дрейф та природний відбір, хоча їх відносний внесок досить сильно відрізняється залежно від ситуації. Зазвичай виділяють чотири типи природного видоутворення, залежно від географічної ізоляції популяцій: алопатричне, перипатричне, парapatричне і симпатричне видоутворення. Також видоутворення може відбуватися штучно у тваринництві, рослинництві, селекції або лабораторних експериментах; існує багато прикладів всіх згаданих типів видоутворення.

# Алопатричне видоутворення

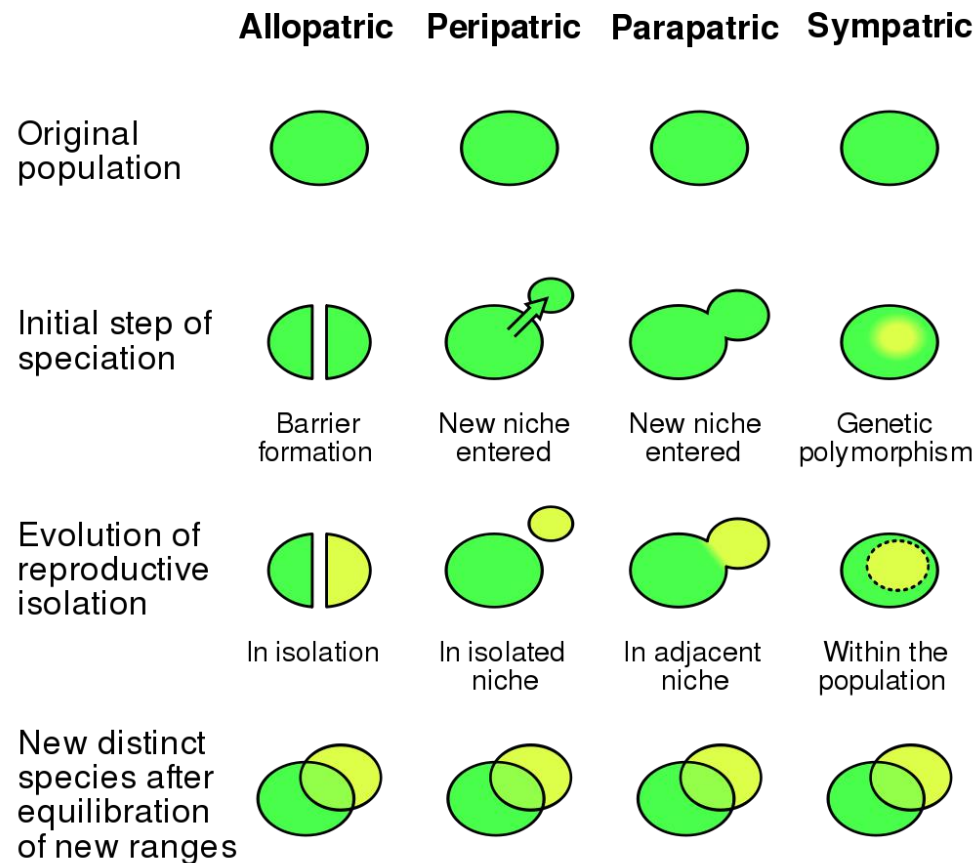


До **алопатричного видоутворення** призводить розділенням ареалу виду на кілька ізольованих частин. При цьому на кожну таку частину добір може діяти по-різному, а ефекти генетичного дрейфу і мутагенезу явно відрізнятимуться. Тоді з часом в ізольованих частинах накопичуватимуться нові генотипи.

Особини в різних частинах раніше єдиного ареалу можуть навіть змінити свою екологічну нішу. При таких історичних процесах ступінь розбіжності груп може досягти видового рівня.



# Перипатричне видоутворення

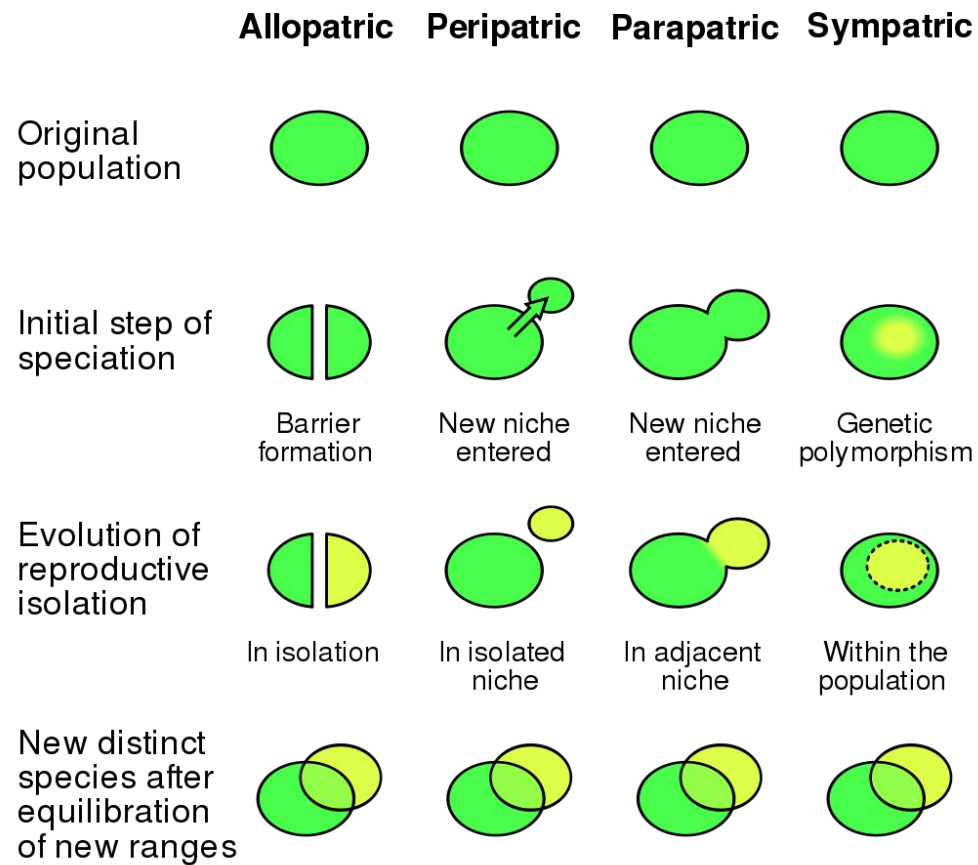


У процесі **перипатричного видоутворення** нові види виникають з ізольованих, невеликих периферійних популяцій, які не можуть брати участі в обміні генів з головною популяцією. Часто такі популяції займають вузькі ніші, які не здатна зайняти головна популяція виду. В цьому випадку генетичний дрейф, як вважається, грає домінуючу роль.

Перипатричне видоутворення - термін, запропонований Ернстом Майром, є найбільш пізнім синонімом терміна "квантове видоутворення", запропонованого В. Грантом для позначення процесу відокремлення нового дочірнього виду від невеликого периферичного ізоляту великого поліморфного предкового виду. Цей процес вперше описаний Майром в 1954 році. Простіше кажучи, нові види формуються в малих популяціях, ізольованих у самих меж географічного ареала поширення древньої, батьківської популяції. Існують і інші синоніми цього терміна: видоутворення в результаті катастрофічного відбору, видоутворення в результаті чергування підйомів і спадів чисельності популяцій. Фактором еволюції, контролюючим квантове видоутворення, вважають поєднання відбору з дрейфом генів.

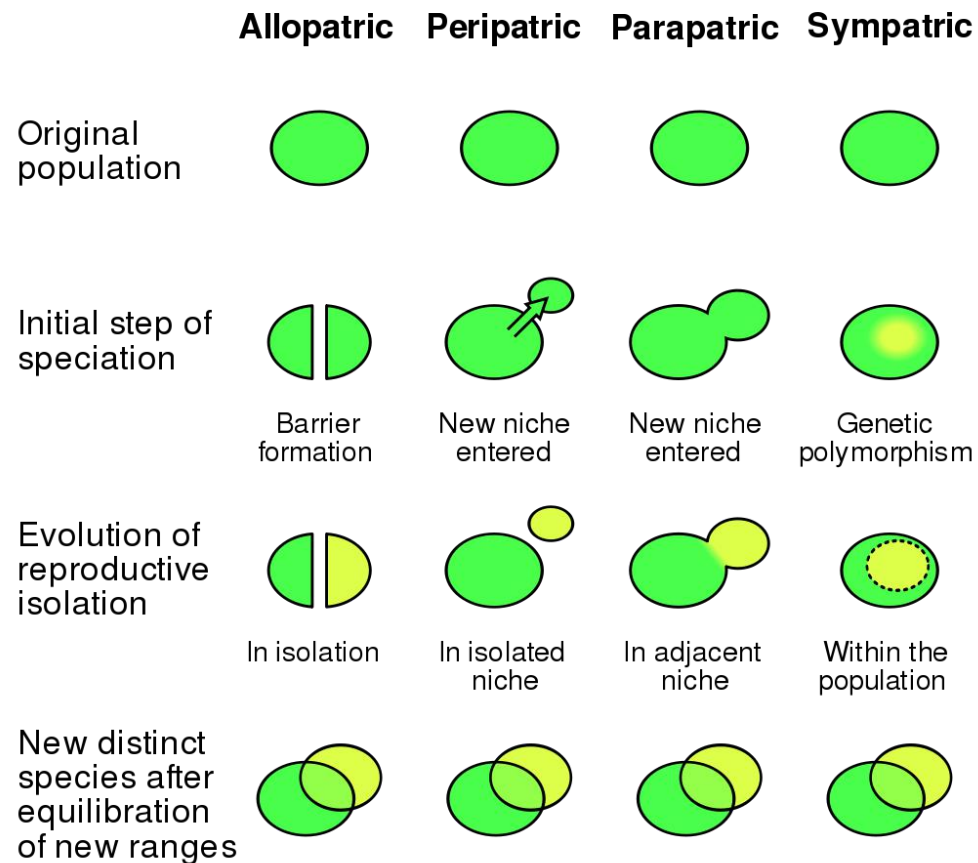


# Парапатричне видоутворення



У процесі **парапатричного видоутворення** ареали двох популяцій, що розходяться, окремі, але перекриваються. В результаті представники обох популяцій інколи змішуються, але зменшення пристосованості змішаних популяцій або поведінкові бар'єри (наприклад, статевий відбір), що запобігають змішуванню, не дають видам змішатися. Для успішності цього шляху, як і у випадку перипатричного видоутворення, потрібно існування окремої екологічної ніші.

# Симпатричне видоутворення



**Симпатричне видоутворення** пов'язане з розбіжністю груп особин одного виду, що мешкають на одному ареалі за екологічними ознаками. При цьому особини з проміжними характеристиками виявляються менш пристосованими. Групи, що розходяться, формують нові види.

Цей тип видоутворення може перебігати кількома способами. Один з них — виникнення нового виду при швидкій зміні каріотипу шляхом поліплоїдизації. Відомі групи близьких видів, зазвичай рослин, з кратним числом хромосом. Інший спосіб симпатричного видоутворення — гібридизація з подальшим подвоєнням числа хромосом. Зараз відомо багато видів, гібридогенне походження і характер генома яких вважається експериментально доведеним. Третій спосіб симпатричного видоутворення — виникнення репродуктивної ізоляції особин всередині спочатку єдиній популяції в результаті фрагментації або злиття хромосом і інших хромосомних перебудов. Цей спосіб поширений як у рослин, так і у тварин. Особливістю симпатричного шляху видоутворення є те, що він приводить до виникнення нового виду, завжди морфологічно близького до початкового. Лише у разі гібридогенного виникнення видів з'являється нова видова форма, відмінна від кожної з батьківських.