

Фактори середовища. Загальні закономірності їх дії на організми.

Навколишнє середовище організмів

Умови життя, ресурси і адаптація організмів

Поняття екологічного фактора

Класифікація екологічних факторів

Загальні закономірності спільної дії екологічних факторів

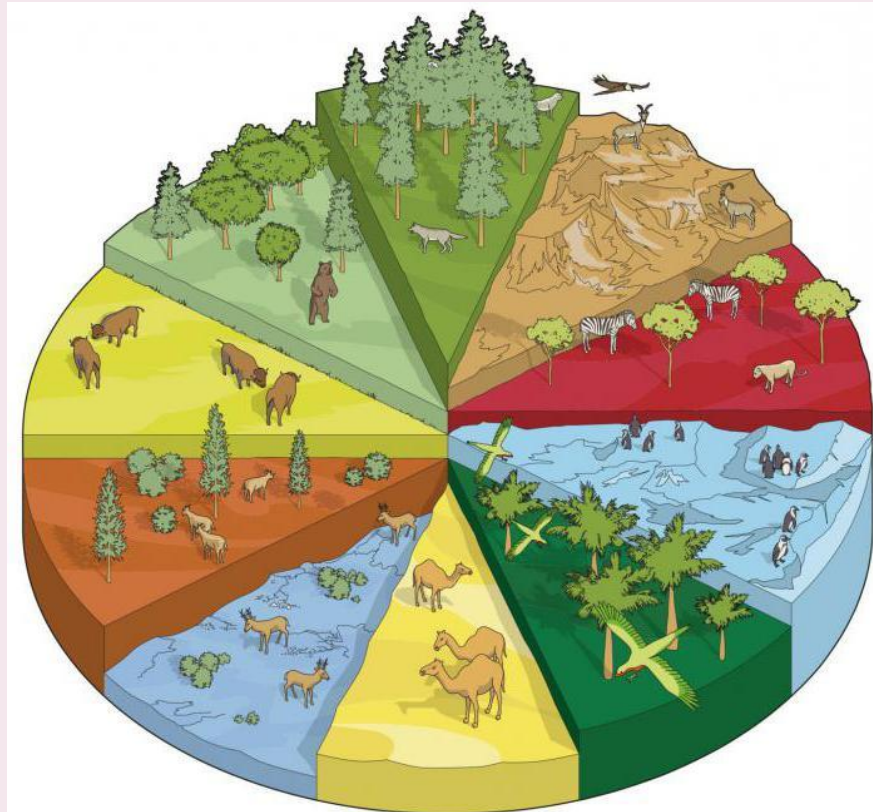
- поняття оптимуму
- поняття про толерантність
- закон мінімуму Лібіха
- закон толерантності Шелфорда
- закон компенсації Рюбель
- закон Вільямса

Поняття екологічної ніші

Концепція сукупної дії екологічних факторів.

Факторіальна екологія досліджує вплив екологічних факторів, що діють на організм та відповідні реакції організму на їх дії.

Вивчає взаємини між живими організмами та навколишнім середовищем.



Умови життя - забезпечують життєдіяльність рослин і тварин, при цьому змінюються під їх впливом, але не витрачаються, не вичерпуються.

Ресурси – все, що споживає організм, в процесі споживання може «вичерпуватися».

Харчові ресурси - речовини, якими живі організми харчуються та з яких складаються їхні тіла


Енергетичні ресурси - енергія, яка залучається до обмінних процесів

Деякі фактори по відношенню до організмів можуть розглядатися і як умова, і як ресурс (світло, волога та ін.).

Адаптація - пристосування організмів до середовища.

Спостерігається на всіх рівнях: клітина - організм - екосистема.

Здатність до адаптації - одне з основних властивостей життя, тому що забезпечує можливість організмів виживати і розмножуватися.



Екологічні фактори – це умови навколишнього середовища, що мають вплив на функціонування живих організмів та на які вони реагують пристосувальними реакціями.

Всі екологічні фактори мають одиниці виміру і певний діапазон дії. В рамках цього діапазону і здійснюється життєдіяльність організмів і біосистем.

Класифікація екологічних факторів

<p>Абіотичні фактори (комплекс умов неорганічного середовища, які впливають на організм)</p>	<ul style="list-style-type: none">•Едафічні фактори (ґрунтові умови, що впливають на життя організмів).•Фізичні кліматичні – температура, вологість, тиск...•Хімічні – кислотність середовища, склад, концентрація елементів
<p>Біотичні фактори</p>	<p>Різні форми взаємодії між особинами в популяціях та між популяціями в угрупованнях (пряме, опосередковане)</p>
<p>Антропогенні фактори (антропічні)</p>	<p>Свідоме та несвідоме втручання людини в природні процеси</p>

Класифікація екологічних факторів (за характером дії)

Прямо

світло, тепло,
родючість
грунтів,
волога (на
рослини)

Опосередковано

через ланцюга
харчування: світло,
тепло, родючість
грунтів, волога, вітер,
течії, сніговий покрив

Класифікація екологічних факторів за періодичністю впливу (А.С.Мончадский, 1962 р.)

- **Первинні періодичні чинники** (температура, світло), залежать від періодичності обертання Землі, зміни пори року.
- **Вторинні періодичні фактори** (вологість, опади, склад повітря, динаміка рослинної їжі), як наслідок первинних періодичних.
- **Неперіодичні фактори** (едафічні чинники, взаємодія між різними видами, антропогенний вплив)

Вплив екологічних факторів на організми викликає:

- ✓ **Пристосувальні зміни фізіологічних і біохімічних функцій.**

Підвищення температури повітря веде до збільшення потовиділення у ссавців і до охолодження тіла



В умовах пустель тварини здатні забезпечувати потребу у воді шляхом біохімічного окислення жирів

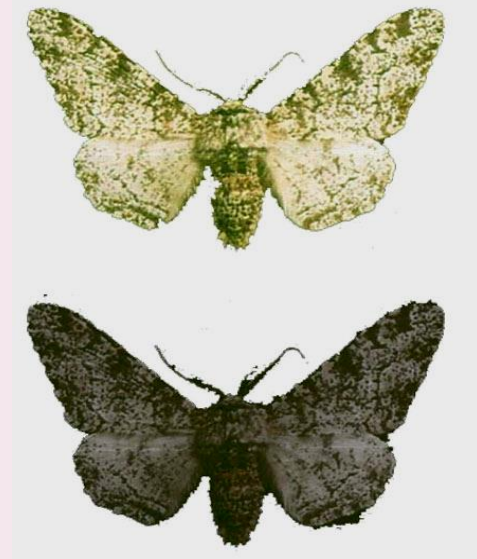


*Жаби (*Rana sylvatica*) з Аляски здатні вмерзати в лід взимку, перецікуючи холодний сезон, а навесні повертатися до життя, завдяки особливій будові печінки і складної біохімії крові.*



✓ Модифікація → викликає анатомічні та морфологічні зміни організмів.

Запиленість привела до утворення чорних метеликів березових п'ядунів в міській місцевості.



Зміна будови тіла у китів для пристосування до плавання

Арктичні біляки - найбільші зайці Північної Америки, у яких відносно короткі вуха, що зменшує віддачу тепла.



✓ Обмеження → обумовлює неможливість існування в даних умовах.

Недолік вологи в посушливих районах перешкоджає поширенню багатьох організмів на даних територіях.

✓ Сигналізація → свідчить про зміни інших факторів і виступає в ролі попереджувального сигналу.



Зміна режиму освітлення сигналізує ряду живих організмів про зниження активності.



Сезонні кочівлі тварин, перельоти птахів (Поведінкові адаптації – пристосування до змін температури)

Приклади модифікаційних змін

Людина

- ✓ збільшення рівня еритроцитів при підйомі в гори
- ✓ збільшення пігментації шкіри при впливі ультрафіолетових променів

Комахи, тварини

- ✓ зміна забарвлення у колорадського жука внаслідок тривалого впливу на їх лялечки високих чи низьких температур
- ✓ зміна забарвлення шерсті у деяких ссавців при зміні погодних умов (наприклад, у зайця)

Рослини

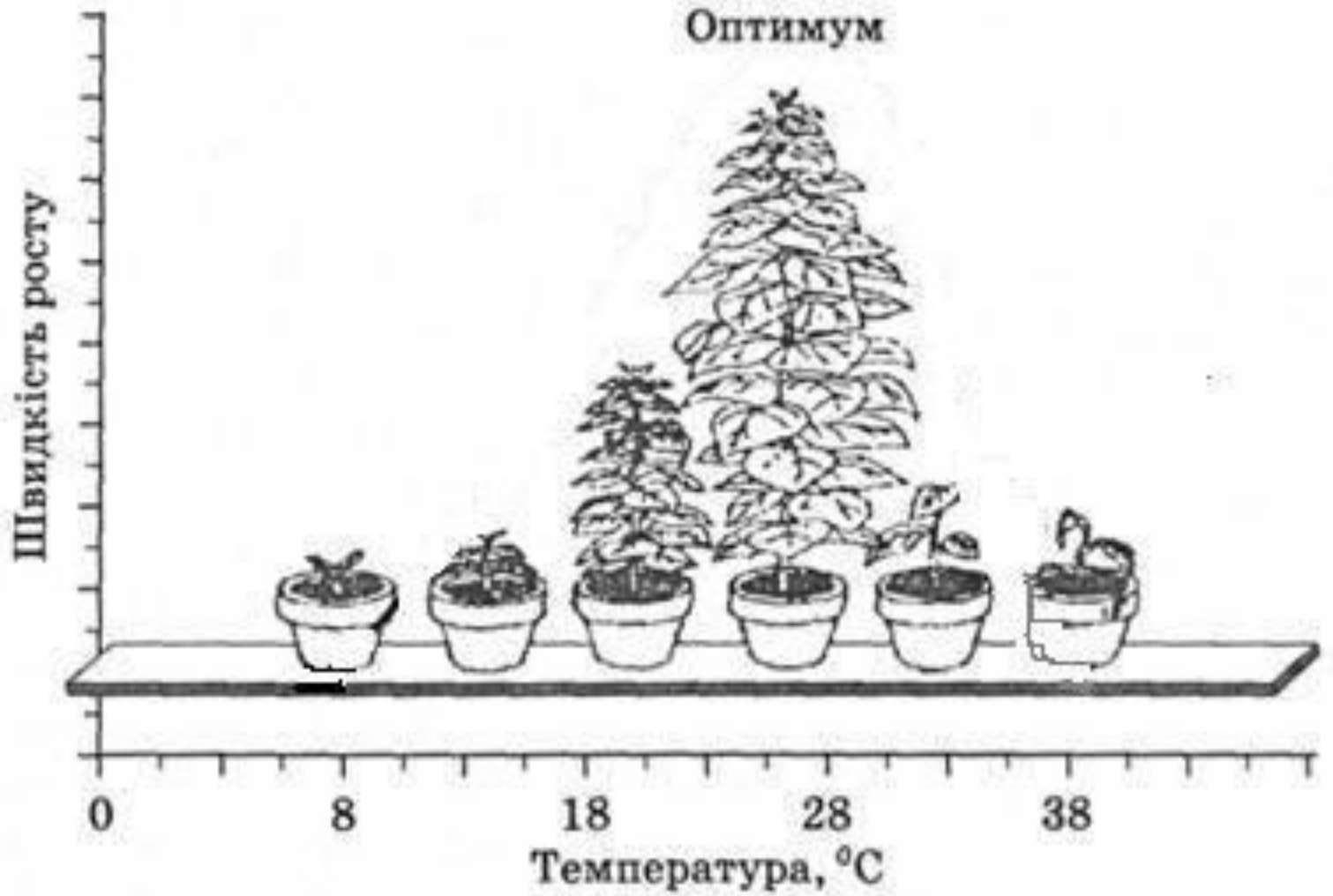
- ✓ різна будова підводного і надводного листя у водяного жовтцю та ін.
- ✓ розвиток низькорослих форм з насіння рівнинних рослин, вирощених в горах

Загальні закономірності спільної дії факторів на організми

□ Поняття про оптимум


Для кожного організму, популяції, екосистеми існує діапазон умов середовища - діапазон стійкості (діапазон толерантності, екологічна валентність), в рамках якого відбувається життєдіяльність об'єктів.

Дози факторів, при яких організм досягає максимальний розвиток і максимальну продуктивність, відповідає оптимуму умов.



Крива толерантності (графічне зображення закону оптимуму)





Чим сильніше відхилення від оптимуму, тим більше виражена гальмівна дія даного чинника на організми (зона песимума).

Максимально і мінімально значення чинника - критичні точки, за межами яких існування вже неможливо, настає смерть.



Позитивний або негативний вплив фактору на організм залежить від сили його впливу.

Як **недостатня**, так і **надмірна** дія фактору негативно позначається на життєдіяльність організму.

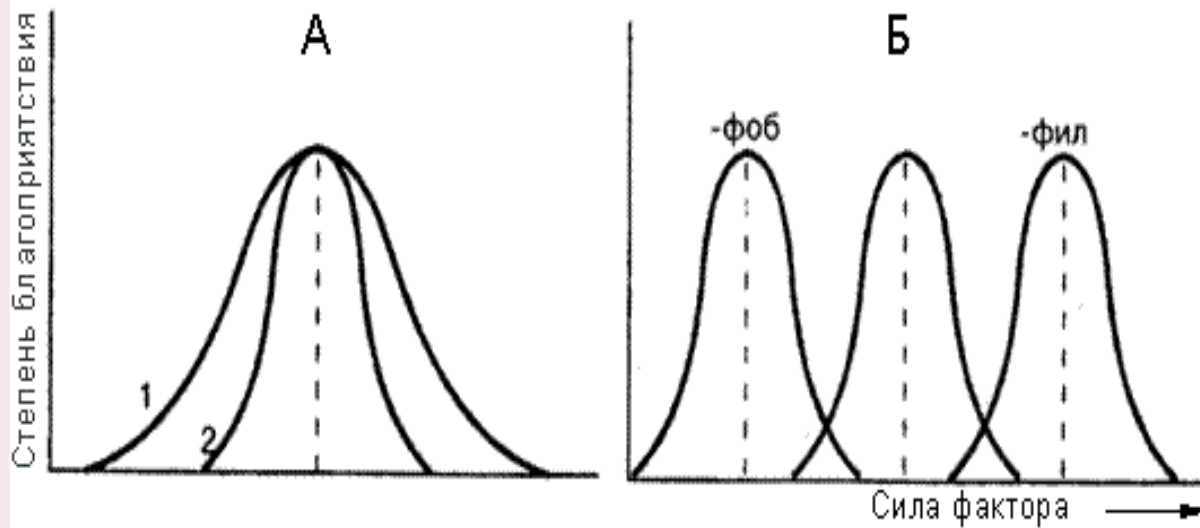


Рис. 2. Экологическая пластичность видов (по Одуму, 1975)

А – виды эврибионтный (1) и стенобионтный (2) по отношению к данному фактору; Б – виды, отличающиеся положением оптимума

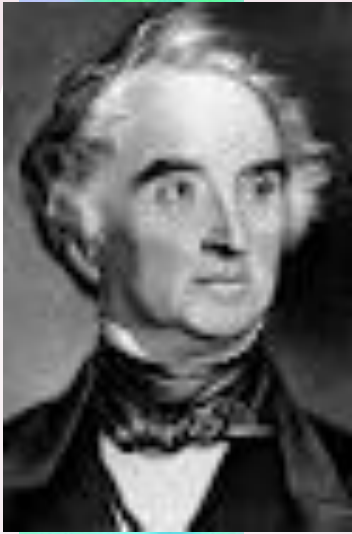
Представники різних видів суттєво відрізняються один від одного як за положенням оптимуму, так і з екологічної валентності.

Наприклад: псець переносить коливання температури в діапазоні від $+30^{\circ}$ до -55° С (80° С), а тепловодні рачки *Sorilia mirabilis* витримують зміни температури води від 23° до 29° С (6° С); водорості витримують температуру - від 3° С до 85° С.

Поява в еволюції вузьких діапазонів толерантності → форма спеціалізації, в наслідок якої велика ефективність досягається не на користь адаптивності, але збільшується різноманітність.

Правило обмежувальних (лімітуючих) факторів

Закон мінімуму Лібіха: зростання рослини залежить від того елемента живлення, який присутній в мінімальній кількості (мінімумі). Екологічні фактори, віддалені від оптимального значення, істотно лімітують можливість існування виду в даних умовах, незважаючи на оптимальне значення інших факторів.

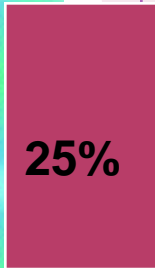


Ю.Лібих

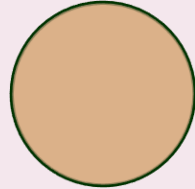


Обмежує подальше зростання – недолік N.

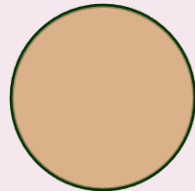
Забезпеченість яким ресурсом найсильніше впливає на рослину?



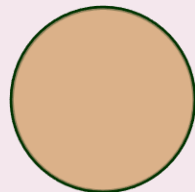
Потрібно



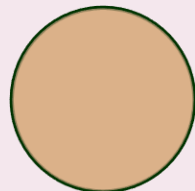
400 од. N



60 од. P



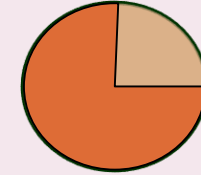
50 од. K



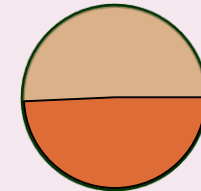
0.1 од. B



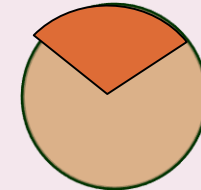
В наявності



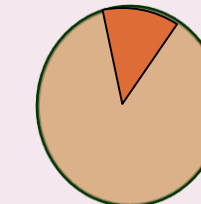
100 од. N



30 од. P



30 од. K



0.08 од. B

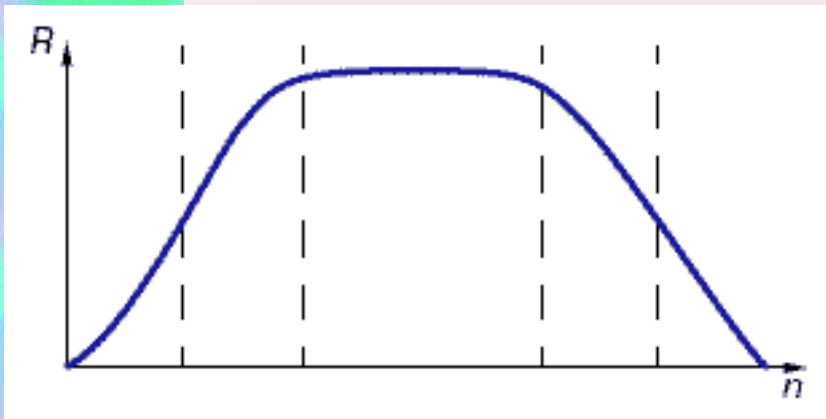
Закон толерантності Шелфорда




В. Шелфорд

Лімітуючим фактором процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного фактора, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до даного фактору.

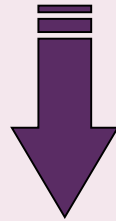
Будь-який чинник, що знаходиться в надлишку або нестачі, обмежує зростання і розвиток організмів і популяцій.



Залежність відповідної реакції (R) від дози (n) для життєво необхідних елементів.



Надлишок речовини або енергії шкідливий для організмів і є забруднювачем навколишнього середовища

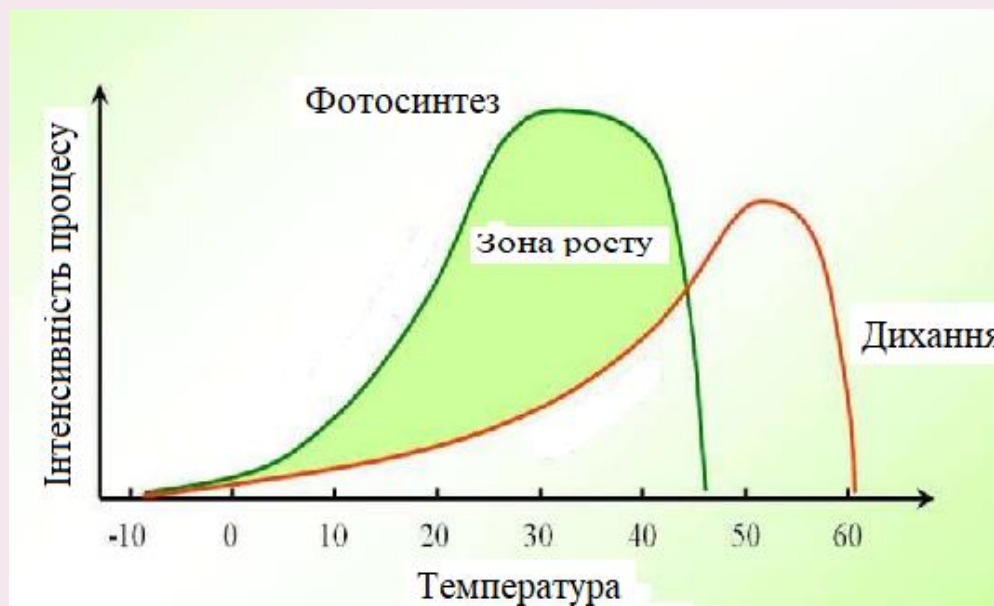


Правило охорони навколишнього середовища:
забезпечення складу і режиму екологічних факторів в межах успадкованої толерантності живого організму.

Неоднозначність дії фактора на різні функції

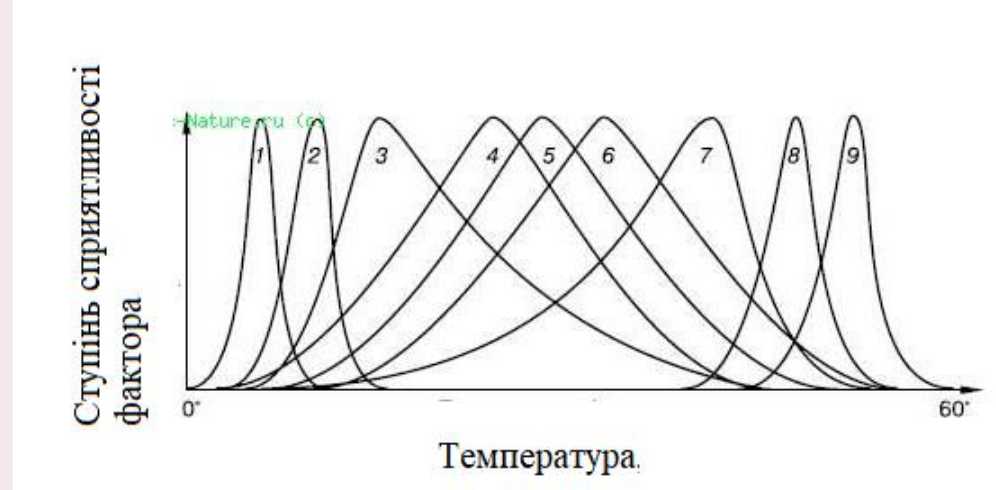
Кожен фактор неоднаково впливає на різні функції організму. Оптимум для одних процесів може бути песимумом для інших.

Приклад: температура повітря від 40° до 45° С у холонокровних тварин сильно збільшує швидкість обмінних процесів в організмі, але гальмує рухову активність, і тварини впадають в теплове заціпеніння; для багатьох риб температура води, оптимальна для дозрівання статевих продуктів, несприятлива для ікрометання, яке відбувається в іншому температурному інтервалі.



Мінливість, варіабельність та різноманіття відповідних реакцій на дію факторів середовища в окремих особин виду

Ступінь витривалості, оптимальна і пессіміальні зони окремих індивідумів не збігаються (визначається спадковими якостями особин, статевими, віковими і фізіологічними відмінностями).



Приклад: у метелика млинової вогнівки (шкідника зернових продуктів) критична мінімальна температура для гусениць -7°C , для дорослих форм -22°C , а для яєць -27°C .

Екологічна валентність виду завжди ширше екологічної валентності кожної окремої особини.



До кожного з факторів середовища види пристосовуються відносно незалежним шляхом.

Ступінь витривалості до будь-якого фактору не означає відповідної екологічної валентності виду по відношенню до решти чинників.

Наприклад, види, що переносять широкі зміни температури, можуть бути не пристосованими до широких коливань вологості або сольового режиму.

Набір екологічних валентностей по відношенню до різних факторів середовища становить екологічний спектр виду.

Розбіжність екологічних спектрів окремих видів.

Кожен вид специфічний за своїми екологічними можливостями.



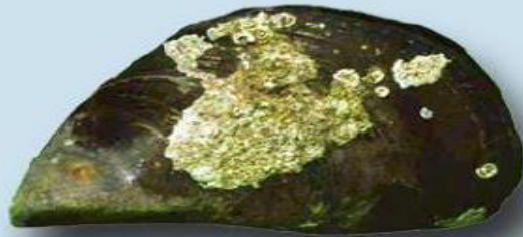
В.В.Алехин

Закон компенсації факторів: відсутність або нестача деяких екологічних факторів може бути компенсована іншими факторами, функціонально або фізично близькими.



Э.Рюбель

Організми не є «рабами» фізичних факторів (умов середовища): вони самі пристосовуються і змінюють умови середовища, таким чином, щоб послабити лімітуючий вплив тих чи інших факторів.



Mytilus galloprovincialis Lam.

Ю. Одум (1975): деякі молюски при відсутності або дефіциті кальцію можуть будувати свої раковини, частково замінюючи кальцій стронцієм (при достатньому вмісті в середовищі останнього).

Потреба в цинку у деяких рослин в тіні нижче, ніж на світлі, тому в тіні цинк з меншою ймовірністю може бути лімітуючим фактором.



Закон Вільямса: відсутність фундаментальних екологічних факторів (світло, H_2O , CO_2 , O, N, P та ін.) не може бути компенсовано іншими факторами.

В.Р.Вільямс



Закономірність взаємодії факторів


Один і той же фактор у поєднанні з іншими надає неоднаковий екологічний вплив.

Один і той самий екологічний результат можна отримати різними шляхами.

Ефект часткового взаємозаміщення факторів:

-в'янення рослин можна призупинити шляхом збільшення кількості вологи в ґрунті, або зниженням температури повітря.

-спеку легше переносити у сухому, а не у вологому повітрі. - загроза замерзання значно вища при морозі з сильним вітром, ніж у безвітряну погоду.



Правило відповідності умов середовища генетичної зумовленості організму

Кожен вид живого виник у певному середовищі, тією чи іншою мірою пристосувався до неї і подальше його існування можливе лише в ньому чи близькому середовищі. Вид організмів може існувати до тих пір, пока навколишнє природне середовище відповідає генетичним можливостям пристосування цього виду до її коливань і змін.

Різка та швидка зміна середовища життя може призвести до того, що генетичні можливості виду виявляться недостатніми для пристосування до нових умов.

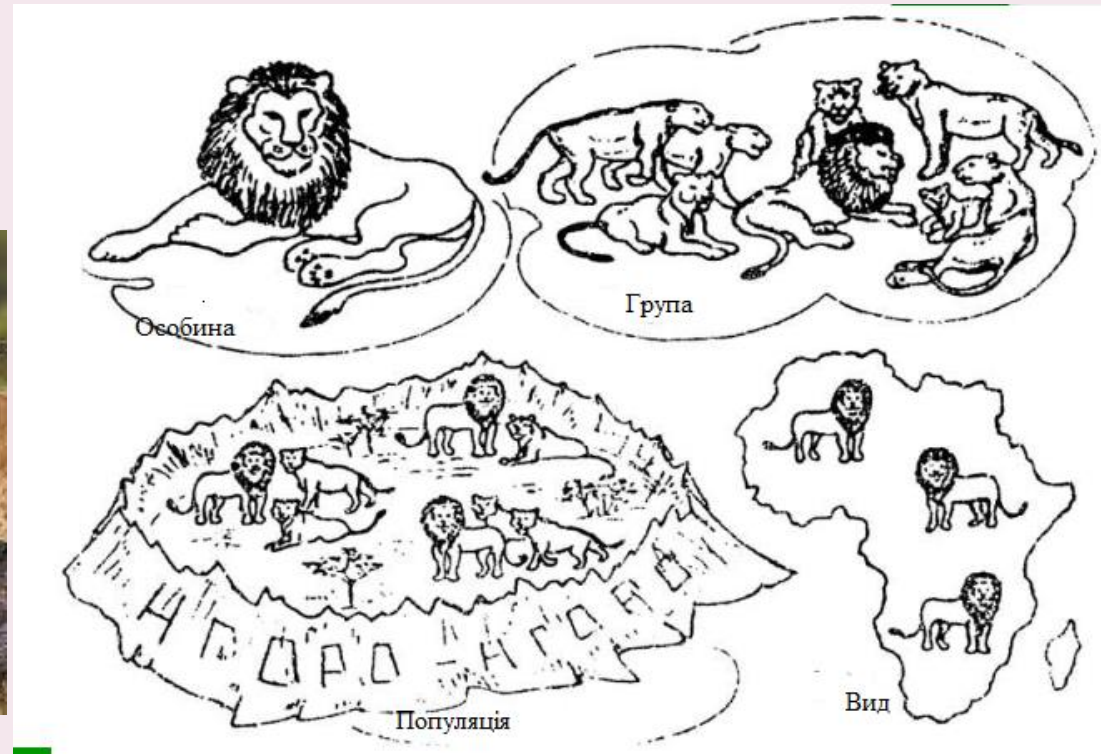



Положення, що доповнюють принцип Лібіха - Шелфорд [Одум, 1975]:

- організми можуть мати широкий діапазон толерантності щодо одного фактору та вузький щодо іншого;
- найбільш поширені організми з широким діапазоном толерантності щодо одного фактору;
- якщо умови щодо одного екологічного фактору неоптимальні для виду, то може звужитися діапазон толерантності до інших екологічних факторів;
- оптимальні значення екологічних факторів для організмів в природі та в лабораторних умовах найчастіше виявляються різними, що тісно пов'язано з відмінностями фундаментальної та реалізованої екологічних ніш;
- період розмноження є критичним, і багато екологічних фактори в цей період стають лімітуючими при загальному звуження діапазону толерантності.

Кожна група організмів одного виду має свою величину толерантності, тому вплив одного екологічного фактора може викликати різні наслідки.

Усі живі організми задля забезпечення стійкого існування та розмноження за умов змінних екологічних чинників, повинні існувати групами – **популяціями**.





Успадковані вимоги організму до якісних та кількісних показників екологічних факторів визначають географічні межі (ареал) поширення цього виду організму.

Екологічна ніша – місце, яке відповідає вимогам організму до кількісних та якісних показників екологічних факторів.



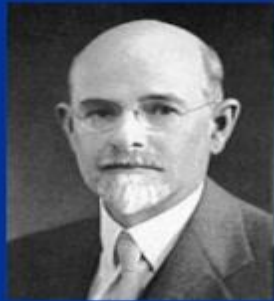
Кожний вид має тільки йому властиву екологічну нішу.



Перекривання екологічних ніш популяцій



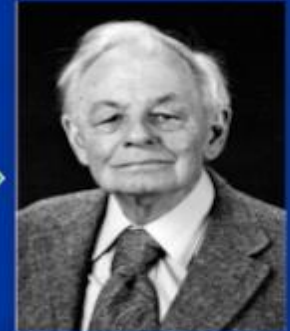
Екологічна ніша



Joseph Grinnell (1917).
поширення виду в залежності від екоцикліків середовища



Charles Elton (1927)
функціональний статус в екосистемі



George Hutchinson (1957)
багатовимірна ніша

Просторова ніша

Положення виду в просторі, "адреса" популяції

Трофічна ніша

Положення виду в харчовому ланцюзі

Гіпероб'єм

Сукупна дія екологічних факторів визначає деякий багатовимірний простір, в межах якого вид благополучно існує



Екологічна ніша

```
graph TD; A[Екологічна ніша] --> B[Фундаментальна ніша]; A --> C[Реалізована ніша];
```

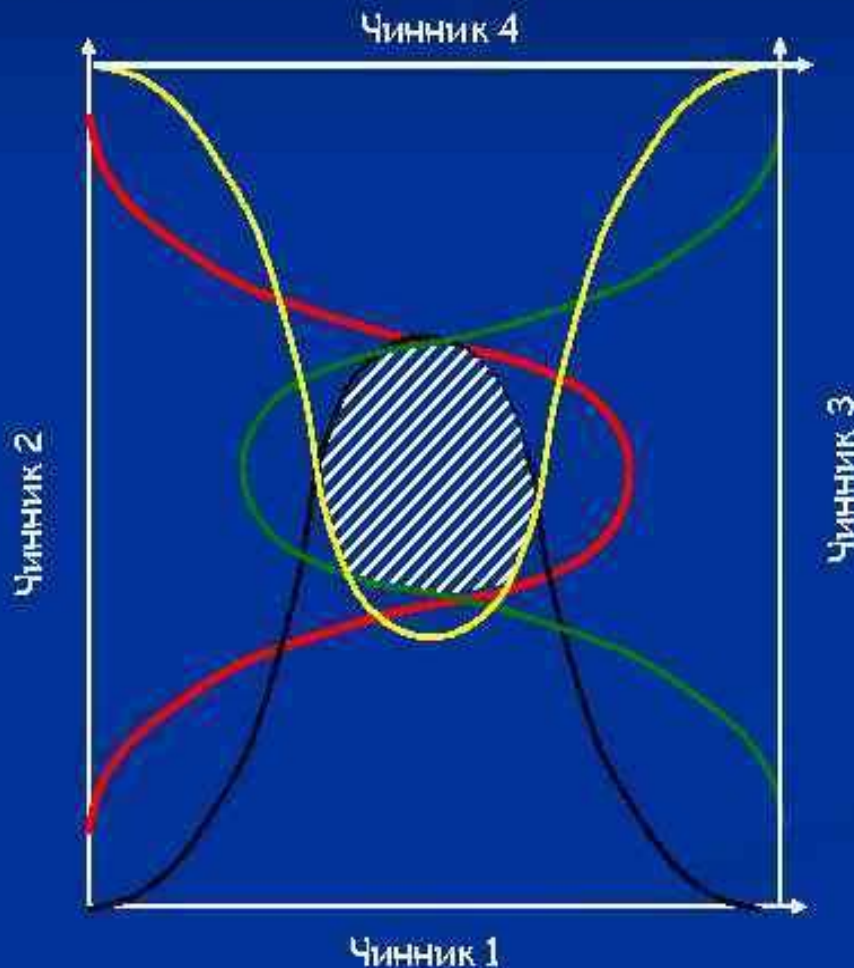
Фундаментальна ніша

Комплекс умов та ресурсів середовища, в яких існує та відтворює себе популяція

Реалізована ніша

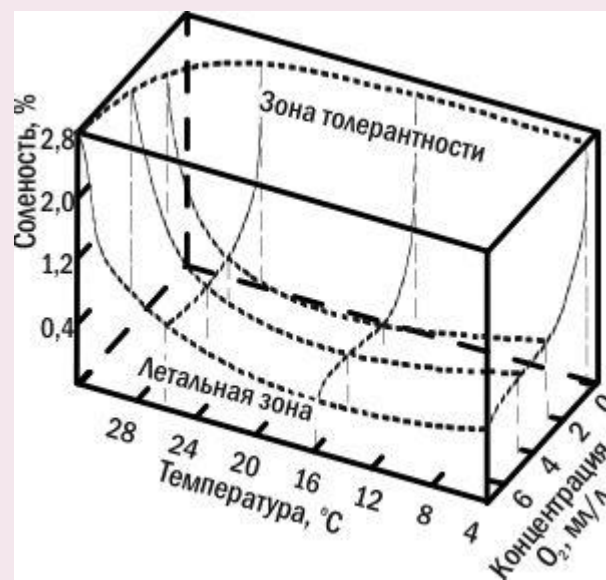
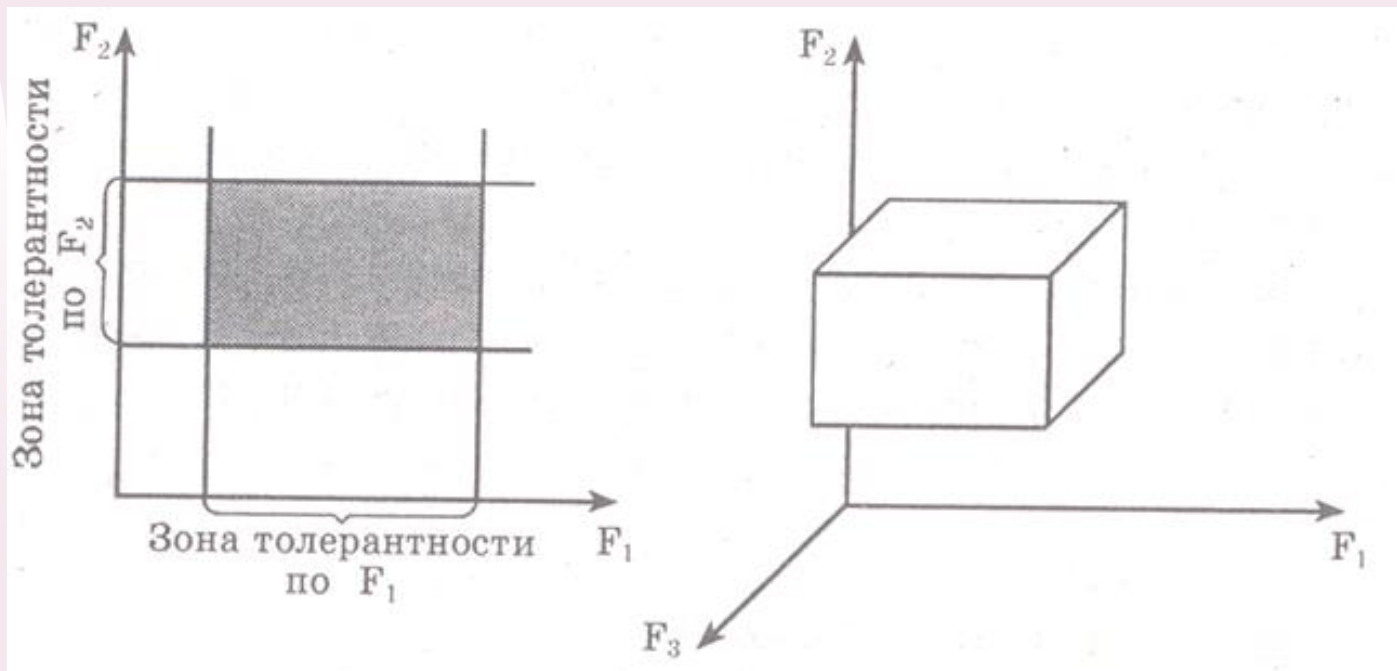
Реальне положення виду в біоценозі, що обумовлено конкуренцією з боку інших видів

Екологічна ніша - багатовимірний параметр, що характеризує умови існування виду в біоценотичному угрупованні.



Фундаментальна ніша - умовний простір екочинників, в якому можливе потенційне існування виду (популяції).

Екологічна ніша (Д. Хатчинсон)





Юджин Одум (1975 г.):

“поняття ніші відноситься не тільки до фізичного простору, який займає організм, але також до його місця в співтоваристві, яке визначається, зокрема, джерелом енергії і періодом активності...”

Можна навести таку аналогію: місце проживання – це "адреса" організму, а екологічна ніша – це, біологічною мовою, його "професія”



ГІПОТЕЗА ЕКОЛОГІЧНОГО ДУБЛЮВАННЯ

При екологічному дублюванні передбачається, що зниклий із співтовариства вид заміщається (займає екологічну нішу) **екологічно еквівалентним** (наприклад, хижак на паразита, гризуни на копитних тощо).



Концепція сукупної дії природних факторів

У природі один екологічний чинник може впливати на інший, тому успіх виду у навколишньому середовищі залежить від взаємодії чинників.

Концепція сукупної дії природних факторів

(Е. Мітчерлих, Б.Бауле)

Кожен із чинників середовища при зміні його кількості (добрива, вологості) чи зміні напруженості (світло, тепло) впливає на врожайність (благополуччя виду), незалежно від того, знаходиться він в максимумі чи в мінімумі.

Залежність біомаси від будь-якого фактору задається рівнянням:

$$y/dx = k (A - y)$$

$y(x)$ – величина біомаси (врожайність) при значенні фактора x ;

A – максимально можлива біомаса при оптимальному впливі фактора x ;

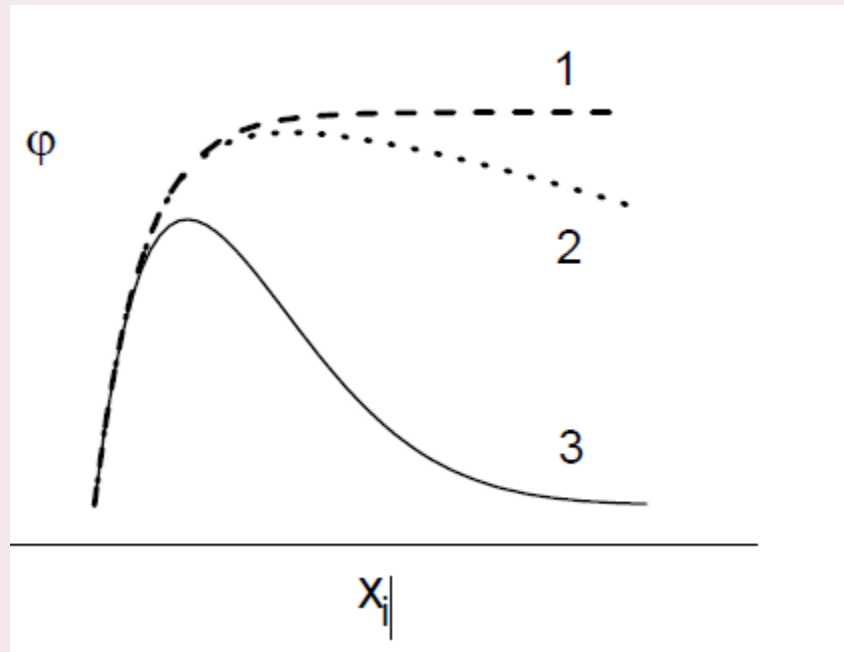
k - деякий коефіцієнт, який характеризує дію фактора x .

Класичні математичні моделі для опису функції продуктивності

MM1	$Y=A(1-\exp(-kX))$	1909 <u>Mitcherlich</u>
MM2	$Y= a+bX+cX^2$	1912 <u>Pfeifer&Frolich</u>
MM3	$Y=A \prod(1-\exp(-k_jX_j))$	1918, B. <u>Baule</u>
MM4	$Y= A- M R^X$	1923 <u>Spillman</u>
MM5	$Y = \frac{aX}{(x+b)}$	1925 <u>Briggs</u> 1939 <u>Rauterberg</u>
MM6	$Y= a X^{0.5}$	1928 <u>Boresch</u>
MM7	$Y = aX^b$	1923 <u>Sapehin</u>
MM8	$Y = a + bX - cX^n$	1924 <u>Bondorf</u>
MM9	$Y= a X^b \exp(-bz)$	1943 <u>Plessing</u>
MM10	$Y=a+bX+cX^2+dX^3$	1958 <u>Stritzel</u>
MM11	$Y= A \exp(-z (X+1)/(m+1) ^n)$	1962 <u>Von Boguslawski</u>
MM12	$Y=A \lg(X+X_0)$	***

Y – функція продуктивності в залежності від інтенсивності фактору X

$$\varphi^*(x_i) = A_i(x_1^*, x_2^*, \dots, x_{i-1}^*, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) \cdot (1 - \exp(-c_i x_i)) \cdot \exp(-k_i x_i^2),$$



Для n факторів впливу рівняння Мітчерліха – Бауле

$$y = A_n \cdot \prod_{i=1}^n (1 - \exp[-c_i \cdot x]).$$

Дана закономірність справедлива для випадку монотонної дії фактора при незмінності інших у аналізованій сукупності.