

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

Миколайчук В. Г.

**БОТАНІКА:  
курс лекцій з екології рослин для  
здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр»  
спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання**



МИКОЛАЇВ  
2017

УДК 581 (075.2)

M59

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від „\_01\_” \_\_06\_\_ 2017 р. протокол № 9

Автор:

**В. Г. Миколайчук** – канд. біол. наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету

Рецензенти:

О. В. Корольова – канд. біол. наук, доцент кафедри екології Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського;  
Т. М. Манушкіна – канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри землеробства Миколаївського національного аграрного університету

© Миколаївський національний  
аграрний університет, 2017

## ЗМІСТ

Вступ.	4
Розділ 1.	5
1.1. Предмет, об'єкт і завдання екології рослин	5
1.2. Розділи екології рослин та її місце в системі наук	5
1.3. Короткий історичний нарис екології рослин	14
1.4. Закони екології	17
Розділ 2. Аутокологія рослин. Дія екологічних факторів на рослинні організми і механізми їх адаптації. Екологічна неоднородність виду	21
2.1. Класифікація екологічних факторів. Абіотичні фактори	21
2.2 Кліматичний екологічний фактор. Температура як екологічний фактор і екологічні групи рослин за відношенням до даного фактору	24
2.3 Волога як екологічний фактор і екологічні групи рослин за відношенням до даного фактору. Групи організмів за відношенням до діючого фактору	27
2.4 Світло як екологічний фактор і екологічні групи рослин за відношенням до даного фактору	30
2.5. Едафічні екологічні фактори в житті рослин	33
2.6 Орографічні умови як екологічний фактор	37
2.7. Біотичні фактори та вплив їх на рослинний організм	38
2.8 Антропогенний фактор	40
2.9 Життєві форми рослин як результат адаптації до факторів оточуючого середовища	40
2.10. Практичне використання даних аутокології рослин.	44
Біоіндикація і біотестування	
2.11 Загальні закономірності дії екологічних факторів	48
Список використаної літератури	52

## Вступ

Навчальний посібник включає сучасні уявлення про екологію рослин як науку, закономірності впливу екологічних факторів на рослини, особливості їх адаптивних реакцій і можливості їх практичного використання, загальні поняття і базові методичні прийоми дослідження взаємодії рослин із середовищем і між собою на різних рівнях організації живого.

**Екологія** (від дав.-гр. *οἶκος* — середовище, житло і *λόγος* — вчення, наука) — розділ біології, що вивчає закономірності взаємовідношень організмів з навколишнім середовищем, а також організацію і функціонування надорганізмових систем (популяцій, видів, біоценозів, біосфери).<sup>[1]</sup>

Термін вперше запропонував німецький біолог Ернст Геккель в 1866 р. в книзі «Загальна морфологія організмів» («Generelle Morphologie der Organismen») для позначення біологічної науки, яка вивчає взаємовідносини організмів з їх середовищем.

Стосовно рослин цей термін вперше був використаний датським ботаніком Е. Вармінгом у 1895 році.

Екологія як наука сформувалася в середині XIX століття, коли виникло розуміння, що не тільки будова та розвиток організмів, але і їх взаємовідносини із середовищем існування підпорядковані певним закономірностям.

Поняття «екологія» вперше вжив у 1866 році німецький вчений Е. Геккель. «Під екологією ми розуміємо суму знань, — писав Е. Геккель, — які належать до економіки природи: вивчення всієї сукупності взаємовідносин тварини з навколишнім середовищем як органічним, так і неорганічним і насамперед — її дружніх і ворожих стосунків з тими тваринами і рослинами, з якими вона прямо чи опосередковано вступає в контакт. Одним словом, взаємовідносин, що їх Дарвін називає умовами, які породжують боротьбу за існування».

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1. Предмет, об'єкт екології рослин

*Екологія рослин* – наука, що вивчає взаємозалежність між життєдіяльністю і будовою рослин та умовами їхнього природного місцезростання. Термін ввів у 1866 році Е. Геккель. За сучасними поглядами екологія рослин – наука, що виявляє закономірності зв'язків між рослинами та середовищем їх існування (Шенников, 1950). Предметом екології рослин є з'ясування численних взаємозв'язків між рослинними організмами та факторами місцезростання. Як вказує М. Двораківський (1983), взаємодія між живими організмами й оточуючим середовищем, обмін речовин і енергії між ними, пристосування організмів до умов існування, які постійно змінюються, роблять можливим життя на землі. Вивчення такої взаємодії й становить основний зміст екології рослин.

### 1.2. Розділи екології рослин та її місце в системі наук

Вітчизняні вчені (М.А. Голубець, 1982; В. Сидякін, Д. Сотников, А. Сашков, 1987) виділяють три рівні організації живого на планеті: організмів, популяційний та екосистемний.

На організмовому рівні головною функцією живого є відтворення собі подібних, насичення живого субстрату, безперервний процес синтезу і деструкції, розгортання кругообігу та ускладнення біосфери.

Популяційний рівень встановлюється виходячи, виходячи із поняття про популяції як локальні об'єднання особин. Він охоплює популяції вищих і нижчих рослин, тварин і мікроорганізмів. На популяційному рівні основною функцією живого є формування в певному обмеженому ареалі такою населення виду, яке за структурою та життєвими особливостями найбільшою мірою відповідає середовищу його існування.

Головною ознакою екосистемного рівня є функціональна єдність живих та неживих компонентів, яка охоплена безперервним обміном речовин та енергії. Поза екосистем життя не існує.

Рівні організації

Екологія значно розширила предмет свого вивчення. Більше того, за короткий час, переважно з 60-70-х років ХХ ст., відбулася диверсифікація науки. За М. Ф. Реймерсом, екологія – це: 1) частина біології (біоекологія), яка вивчає відносини (стосунки) організмів (особин, популяцій, біоценозів) між собою та навколишнім середовищем, тобто має той предмет вивчення, що його окреслив ще Е. Геккель; 2) дисципліна, яка

вивчає загальні закони функціонування екосистем різного ієрархічного рівня. Під ієрархією розуміють розташування елементів, регіонів, систем ступінчастим рядом. На кожному щаблі (або рівні) внаслідок взаємодії з навколишнім середовищем (енергією та речовиною) виникають характерні функціональні системи; 3) комплексна наука, яка досліджує середовище проживання живих істот, у тому числі й людини; 4) сфера знань, яка розглядає деяку сукупність предметів і явищ під кутом зору суб'єкта чи об'єкта (здебільшого живого і за участю живого); 5) дослідження становища людини як виду і суспільства в екосфері планети, її зв'язки з екосистемами і величина впливу на них.

### Розділи екології

<b><u>Загальна екологія</u></b>	<u>Демекологія</u> • <u>Аутекологія</u> ( <u>екологія грибів</u> , <u>екологія рослин</u> , <u>екологія тварин</u> , <u>екологія мікроорганізмів</u> ) • <u>Синекологія</u> • <u>Глобальна екологія</u> • <u>Системна екологія</u> • <u>Глибинна екологія</u> • <u>Енвайронменталізм</u> • <u>Мегаекологія</u>
<b><u>Екологія природних систем</u></b>	<u>Екологія ґрунтів</u> • <u>Екологія пустель</u> • <u>Екологія степів</u> • <u>Екологія тундр</u> • <u>Лісова екологія</u> • <u>Екологія атмосфери</u> • <u>Екологія гідросфери</u> • <u>Екологія літосфери</u> • <u>Екологія гір</u> • <u>Екологія океанів</u> • <u>Ноосферологія</u>
<b><u>Людина і довкілля</u></b>	<u>Екологія людини</u> • <u>Медична екологія</u> • <u>Соціальна екологія</u> • <u>Екологія міста</u> • <u>Інженерна екологія</u> • <u>Промислова екологія</u> • <u>Сільськогосподарська екологія</u> • <u>Техноекологія</u> • <u>Охорона природи</u>
<b><u>Екологія та інші науки</u></b>	<u>Геоелекологія</u> • <u>Гідроекологія</u> • <u>Еволюційна екологія</u> • <u>Екологічна безпека</u> • <u>Екологічна демографія</u> • <u>Екологічна деонтологія</u> • <u>Екологічна економіка</u> • <u>Екологічна експертиза</u> • <u>Екологічна психологія</u> • <u>Екологічна хімія</u> • <u>Екологічний аудит</u> • <u>Екологічний інжиніринг</u> • <u>Екологічний менеджмент</u> • <u>Екологічна освіта</u> • <u>Екологічна політика</u> • <u>Екологічне право</u> • <u>Екологічна психологія</u> • <u>Ландшафтна екологія</u> • <u>Палеоекологія</u> • <u>Радіоекологія</u>

Дуже широким є спектр підрозділів екології. До нього входять спеціалізовані екологічні науки, які розрізняються за об'єктом та предметом дослідження.

Біоекологія — частина біології, що вивчає відносини організмів (особин, популяцій, біоценозів тощо) між собою та з навколишнім середовищем. До її складу включається екологія особин (аутекологія), популяцій (популяційна екологія, демекологія) та спільнот (синекологія).

- **Аутекологія** вивчає зв'язки окремих рослинних організмів із навколишнім середовищем. Вона вивчає межі стійкості виду і його взаємодію з різними екологічними факторами: теплом, світлом, вологою, родючістю та ін., а також досліджує вплив середовища на морфологію, фізіологію і поведінку організмів, розкриває загальні закономірності дії факторів середовища на живі організми.

- **Синекологія** вивчає життя популяцій різних видів рослин, тварин і мікроорганізмів та їх взаємодію із зовнішнім середовищем.

Вивченням популяцій займається популяційна екологія, або демекологія, яку часто відносять до аутекології.

В екології рослин використовують різні методи, переважно кількісні. Вони базуються на досягненнях фізіології рослин. Для дослідження часто використовують кліматрони – установки, що дозволяють створювати та контролювати умови навколишнього середовища. Головними поняттями екології рослин є біосфера, середовище існування та екосистема.

На сучасному етапі розвитку суспільства екологія вирішує коло проблем і користується методами, матеріалами, принципами, які далеко виходять за межі суто біологічних наук. Незважаючи на те, що окремі вчені (переважно біологи) продовжують відносити її до біологічних наук, більшість із них, зокрема геоєкологи, вважають, що нині екологія сформувалася в принципово нову інтегральну дисципліну, яка поєднує всі природничі, точні, гуманітарні й соціальні науки. Цього погляду дотримуються М. Реймерс, Г. Голубєв, О. Яблоков, О. Яншин, Г. Ягодін, О. Лаптев, Д. Медоуз, Т. Міллер, К. Монтгомері та багато інших відомих вітчизняних та зарубіжних дослідників. 20 років тому професор-географ В. Алпатов зауважив, що екологію в рівній мірі можна віднести як до біологічної, так і до географічної галузі знань, і її слід розглядати як цілком самостійну науку. На долю екології випало завдання розробити нові, науково обґрунтовані методи, що виходять з ідеї збереження біосфери планети.

Існує кілька визначень сучасної екології й декілька класифікацій її основних складових. Одні автори головну увагу приділяють загальнофілософським і культурним аспектам, другі — соціальним, треті — еколого-економічним, четверті — біоекологічній деталізації.

Так, Г. Швєбс у центрі схеми класифікації екологічного знання ставить культуру як основу накопичення людством знань, багатства історії людства, втіленої в духовних і матеріальних цінностях, і як елемент

творчої діяльності (культура виробництва, рільництва, поведінки, природокористування тощо). Він вважає, що екологізація мислення буде природною формою діяльності лише після того, як стане невід’ємним елементом культури. А для цього необхідна відповідна підготовка та міждисциплінарний підхід, коли в центрі стоїть загальнофілософський напрям — культура.

Г. Швєбс вважає недоцільним, класифікуючи сучасні екологічні знання, основне місце відводити біоекології, технології чи геоекології, оскільки в цьому випадку предметний підхід звужує проблему. Пояснюючи своє бачення проблеми, він стверджує: «... ядром екологічної освіти має стати соціальна екологія — міждисциплінарна галузь знання про відносини в системі природа — суспільство». Тобто в основу покладено все ж таки не узагальнююче поняття «культура», а один із розділів загальної екології — соціоекологію.

У схемі Г. Швєбса заслуговує на увагу слушне виділення серед основних чотирьох уже відомих, визначених більшістю дослідників блоків екологічних знань (біоекологія, геоекологія, техноекоекологія, екологія людини), розділів «екологія душі» та «екологія культури» (дослідження питань екологічної етики, екологізації мистецтва, дипломатії). Але пропозиція розглядати всю екологію тільки в системі суспільних наук викликає сумніви.

У вигляді квітки з шістьма пелюстками — галузевими підрозділами — й «теоретичною соціоекологією» всередині запропонував свою структурну схему сучасної екологічної науки Г. Бачинський. Він теж дотримується думки, що під впливом великих антропогенних змін довкілля протягом останніх десятиріч на межі природничих, суспільних і технічних наук у більшості розвинутих країн почала формуватися нова комплексна наукова дисципліна — соціоекологія. Г. Бачинський є палким прихильником цього терміну й, викладаючи свою думку щодо мети, завдань і методів різних екологічних підрозділів, до багатьох широковідомих раніше термінів додає префікс соціо-: соціоекосистема, соціоекологічні закони взаємодії суспільства й природи, соціоекологічне право, соціоекологічні наукові установи тощо, практично не змінюючи сутності самих понять.

Схема структури екології Г. Бачинського спрощена й досить непереконливо обґрунтовує доцільність відведення центрального місця соціоекології, яка «не просто механічно підсумовує результати галузевих соціоекологічних досліджень, а й узагальнює їх на якісно новому системному рівні, вивчаючи соціоекосистеми як цілісні системні об’єкти». Автор стверджує, що «соціоекологія, як кожна самостійна наука, має власну теоретичну базу, чітко окреслене коло завдань, характерних лише для неї, об’єкт, предмет вивчення і свої методи досліджень». На жаль, теоретичний потенціал соціоекології нині дуже слабкий і «своїх методів



досліджень» вона не має, а використовує методи, що широко застосовуються в економіці, геології, географії, біології, математиці тощо. Схема Г. Бачинського не дає уяви про характер взаємозв'язків між окремими підрозділами екології, а також про їх ієрархію, не охоплює новітніх підрозділів екологічної науки (глобальної екології, космічної, техноекологічної, урбоекології тощо) й надто соціологізована.

О. Лаптев пропонує свою диверсифікацію сучасної екології, де головне місце відводить загальній екології, яка охоплює сім основних підрозділів — екологію біотичних і біокосних систем, географічну (ландшафтну), містобудівну (інженерну), соціальну, економічну, промислову та сільськогосподарську екологію. Ця схема не деталізована, але чіткіша й логічніша, ніж схема Г. Бачинського. Новітніх підрозділів вона також не охоплює.

Один з провідних молдавських біоекологів І. Дедю в своїй фундаментальній праці «Экологический энциклопедический словарь» багато уваги приділив питанням сутності структури й завдань сучасної екології. Сучасну екологію він вважає синтетичною біологічною наукою про взаємозв'язки між живими організмами та навколишнім середовищем.

І. Дедю зауважує, що сучасна теоретична фундаментальна екологія ще тільки розвивається, але саме вона має стати біологічною базою для інших трьох основних наук про навколишнє середовище — глобальної екології, екології людини й охорони природи. Не заперечуючи необхідності виділення нових екологічних підрозділів у структурі сучасної екології, об'єднаних ним у блоці «прикладна екологія», І. Дедю в основу схеми поклав біологію, зменшивши значення географічних, геологічних і техногенних аспектів. Але важливим є те, що, ставлячи в центр уваги сучасної екології дослідження всіх аспектів взаємодії енергії та речовини в екосистемі, вчений вважає, що природні екосистеми утворюють біотици й біоценози на всіх їх рівнях, які є головним об'єктом вивчення екології.

Тобто у вирішенні проблеми однаково велике значення надається дослідженню генезису, динаміки та взаємозв'язків усіх екологічних факторів: біотичних, абіотичних і антропогенних.

Найбільш детально й обґрунтованою є схема структури сучасної екології, запропонована російським екологом М. Реймерсом. Він наводить п'ять різних визначень екології (як біоекології, як комплексної науки, що вивчає середовище життя живих істот тощо).

Центральне місце в схемі М. Реймерса посідає велика екологія (загальна, глобальна мегаекологія), яка поділяється на блоки, відділи та підвідділи (всього 38 підрозділів).

Основними блоками в схемі є біоекологія, географічна, або ландшафтна екологія, екологія людини та прикладна екологія

(техноекологія). Окремо виділено також динамічну, загальну аналітичну та космічну екологію.

Незважаючи на досконалість (порівняно з іншими схемами), схема М. Реймерса, на думку Г. О. Білявського, М. М. Падун, Р. С. Фурдуй, має певні недоліки.

По-перше, схема та її пояснення не дають чіткого уявлення про те, яка різниця між функціями екології великої (глобальної) та загальної, яку визначено окремим відділом. Не зрозуміло, чому блоки «аналітична екологія» й «динамічна екологія» відірвані від блоку «біоекологія», а кілька підрозділів «медичної екології» відокремлені від блоку «екологія людини» та вміщені в блок «прикладна екологія» разом з «інженерною» й «сільськогосподарською екологією».

По-друге, схема не охоплює такі важливі нові підрозділи, як екологія культури, військової справи, транспорту, енергетики, правова екологія.

По-третє, в блоці географічна екологія менші підрозділи виділено за зовсім різними критеріями — геоструктурним, зонально-ландшафтним, геохімічним, категорією природних вод. В схемі немає підрозділів «економіка раціонального природокористування» й «охорона ресурсів», не враховані геологічні аспекти тощо.

Цими авторами запропонована нова схема класифікації екології, в якій для всіх розділів сучасної екології узагальнюючим поняттям має бути «велика», або «загальна екологія». Її головними завданнями є такі:

вивчення з позицій системного підходу загального стану сучасної біосфери планети, причин його формування та особливостей змін під впливом природних та антропогенних факторів (тобто вивчення закономірностей формування, існування та функціонування біологічних систем усіх рівнів у взаємозв'язку з атмосферою, літосферою, гідросферою, техносферою);

прогноз динаміки стану біосфери в часі та просторі;

розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самовідновлення та саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів і загальних законів оптимізації взаємозв'язків суспільства й природи.

Схема складається з шести блоків: центрального — загальна (велика) екологія та п'яти основних (біоекологія, геоекологія, техноекологія, соціоекологія та космічна екологія). Кожен блок має свої екологічні галузеві відділи й підвідділи. Всього в схемі налічується понад 80 екологічних підрозділів, які охоплюють практично всі сучасні напрями екологічних досліджень (рис. 1.1). З появою нових напрямів досліджень і діяльності схему легко можна доповнити.

Найрозвиненішим і «найстарішим за віком» є блок біоекологія — материнський субстрат екологічної науки. Структура цього блоку

побудована з врахуванням ідей сучасних видатних біоекологів (Ю. Одум, Р. Дажо, М. Ф. Реймерс, І. Дедю та ін.). Але до вже відомих підрозділів блоку біоекології додаються ще такі, як основи біоіндикації, експериментальна екологія, заповідна справа, біоєкомоніторинг, біосферна, екологія людини.

Блок геоєкологія складається з семи основних розділів і дев'яти підрозділів. Основними є ландшафтна екологія, економіка природокористування та охорона довкілля (для розв'язання їх завдань використовуються результати досліджень практично всіх інших геоєкологічних підрозділів, а також багатьох підрозділів, що структурно входять до біоекології, техноєкології та соціоекології), екологія атмосфери, гідросфери та літосфери. В останніх двох підрозділах структурними елементами є екологія штучних водойм, Світового океану, озер і боліт, річок, ґрунтів, родовищ корисних копалин (або гірничої справи), геоінженерна екологія, геологічна заповідна справа та ін. Найновіші розділи блоку — геоєкоінформатика та екологія геоенергоаномальних зон.

Основними структурними елементами блоку техноєкологія є екологія енергетики, промисловості, агроєкологія, екологія транспорту, військової справи. Зокрема, екологія енергетики має такі підрозділи: екологія АЕС, ТЕС, ГЕС, нетрадиційних джерел енергії (сонячна, геотермальна, вітрова, біоенергетика, енергетика моря). Екологія промисловості об'єднує такі напрями, як екологія хімічної, металургійної, паливної, електроенергетики, деревообробної промисловості, машинобудування та промисловості будматеріалів.

Агроєкологія поділяється на ґрунтозахисну, меліоративну й агрохімічну екологію та екологію тваринництва.

Блок соціоекологія має 12 підрозділів, головні з яких — психоекологія, урбоекологія, екологія народонаселення, природоохоронне законодавство та міжнародне співробітництво в охороні біосфери.

І, нарешті, блок космічна екологія — наймолодший напрям екологічних досліджень, який має такі підрозділи: екологія космічних апаратів, екологія ближнього Космосу, екологія планет сонячної системи, екологія зовнішнього Космосу та глобальний космічний екомоніторинг.

Кожен із зазначених блоків загальної екології має вирішувати своє коло проблем, але всі вони тісно пов'язані між собою, й кожен користується матеріалами й результатами іншого під час виконання розробок, моделей і прогнозів щодо природного середовища.

У наш час спостерігається бурхлива екологізація різних технічних дисциплін, під котрою слід розуміти процес неухильного та послідовного впровадження технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів

поряд з поліпшенням або хоча б зі збереженням якості природного середовища (або життєвого середовища взагалі) на локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях. Існує і поняття екологізації технологій виробництва, сутність котрого полягає у вжитті заходів щодо запобігання негативного впливу виробничих процесів на природне середовище. Екологізація технологій досягається шляхом розроблення сучасних технологій з мінімумом шкідливих речовин на вихід — безвідходні або маловідходні технології. Останнім часом в усьому світі започатковують найрізноманітніші напрямки екологічних досліджень, щоб забезпечити фахівців необхідною екологічною інформацією з усіх сфер людської діяльності. Нині сформувалося близько ста напрямів екологічних досліджень, які можна об'єднати за принципами галузевої належності, взаємозв'язків, взаємопідпорядкованості, пріоритетності, теоретичного та практичного значення (рис. 1.2).

У зв'язку з цим екологія розпалася на ряд нових галузей та дисциплін, котрі значно відійшли від початкового визначення екології як науки про відносини живих організмів з навколишнім середовищем. Але в основі всіх сучасних напрямів екології лежать фундаментальні ідеї біоекології.

Екологію за розмірами об'єктів вивчення поділяють на географічну, або ландшафтну, об'єктами вивчення котрої є великі геосистеми, географічні процеси, та на глобальну екологію, предметом дослідження якої є біосфера та антропогенна діяльність в її межах.

Глобальна екологія. Як наукова дисципліна вивчає біосферу, тобто екосистему, що охоплює всю планету. Предметом дослідження глобальної екології є також екологічні зв'язки біосфери з процесами, що відбуваються в надрах Землі та в космосі.

Глобальна екологія стала єдиним вченням про екологічні взаємовідносини біосфери з чинниками різного походження, намагаючись комплексно досліджувати вплив на неї антропогенних, космічних, географічних, геохімічних та інших факторів. Основні завдання глобальної екології полягають у вивченні антропогенних змін природного довкілля, обґрунтування методів його збереження та поліпшення в інтересах людства, з'ясування закономірностей еволюції біосфери. Першочерговим завданням є прогнозування змін біосфери в майбутньому.

Космічна екологія — галузь екології, що вивчає особливості життєдіяльності людини та інших організмів у практично повністю замкнутих мікросистемах космічних кораблів і станцій. Вона розробляє системи життєзабезпечення, вивчає можливості створення умов для тривалих міжпланетних польотів.

Стосовно предметів вивчення екологія поділяється на екологію мікроорганізмів, грибів, рослин, тварин, людини, сільськогосподарську, прикладну, інженерну та загальну екологію — теоретичну й узагальнюючу дисципліну.

За середовищем та компонентами розрізняють екологію суші, прісних водоймищ, морську, високогірну, хімічну тощо.

За підходами до предмета вивчення виділяють аналітичну та динамічну екологію.

У часовому аспекті розрізняють історичну та еволюційну екологію.

У системі екології людини існує соціальна екологія, що вивчає взаємовідносини елементарних соціальних груп суспільства та людства загалом із життєвим середовищем.

Прикладна екологія — дисципліна, що вивчає механізми антропогенного впливу на біосферу, способи запобігання негативним процесам та розробляє принципи раціонального використання природних ресурсів без деградації життєвого середовища. Прикладна екологія базується на системі законів, принципів та правил економіки природокористування.

Прикладна екологія як наука базується, перш за все, на знаннях у різних галузях біології — фізіології, генетиці, біофізиці, але вона також пов'язана з іншими природничими науками — фізикою, хімією, геологією, географією, математикою. Прикладна екологія, крім того, не може бути відділена від економіки, моралі, права, оскільки лише в союзі з ними може докорінно змінити ставлення людини до природи.

Прикладну екологію за науковими напрямками поділяють на промислову екологію, екологію енергетики, сільськогосподарську, канцерогенезу тощо.

Отже, сучасне тлумачення терміну «екологія» як галузі знань полягає в розгляді та розкритті закономірностей розвитку організмів, предметів, компонентів спільнот та спільнот загалом у взаємодіях в системах біогеоценозів, нообіогеоценозів, біосфері з точки зору суб'єкта або об'єкта (живого або за участю живого), котрий є центральним в цій системі.

У деяких випадках до екології відносять суміжні прикладні та напівприкладні галузі знань, головним чином пов'язані з енвайронментологією — комплексною дисципліною про довкілля людини, головним чином природне, про його якість та його охорону. Термін «екологія» починають ототожнювати з дисципліною «Охорона природи» або «Охорона навколишнього природного середовища». Однак ці дисципліни традиційно базуються на введенні заборон та регламентацій, а не на загальній раціоналізації природокористування.

Сучасні екологічні дослідження мають бути науковою базою для розробки стратегії й тактики поведінки людства в природному середовищі, раціонального природокористування, охорони та відтворення довкілля. Найважливішим висновком екологічних досліджень повинне бути визначення екологічної місткості території, що повністю залежить від стану їх екосистем.

### 1.3. Короткий історичний нарис екології рослин

Про взаємозв'язок рослин і умов зростання писали Теофраст (372-278 рр. до н.е) і Пліній Старший (23-79 рр. до н.е). Теофраст вказував на залежність форми і росту рослин відж клімату, ґрунту, способів обробітку ґрунту. Пропонував елементи екологічної класифікації рослин, розробив морфологічні термінологію, заклав основи ботанічної орґанографії. Теофраст описав 600 видів відомих йому рослин.

Перші систематики А. Цезельпіно (1519-1607), Ж. Турнефор (1655-1708), Д. Рей (1627-1705) в своїх працях вказували на залежність рослин від умов середовища.

В епоху Відродження величезний вплив на розвиток біології мали великі географічні відкриття.

У XVII- XVIII ст. екологічні відомості займали нерідко значну частину в працях , присвячених окремим групам живих організмів. Значну роль відіграло створення штучної класифікації шведським дослідником К. Ліннеєм (1707-1778). Французький природодослідник Жан Батіст Ламарк (1744-1829) створив учення про еволюцію живої природи, і вважав, що вплив «зовнішніх обставин» є однією з найважливіших причин пристосувальних змін організмів, еволюції рослин.



Розвитку екологічного мислення сприяла поява на початку XIX ст. біогеографії, одним із засновників якої був німецький географ і мандрівник А. Гумбольд (1769-1859), який ввів поняття «фізіономія ландшафту», яка визначалася за зовнішнім виглядом рослин. За розподілом та співвідношенням цих форм можна судити про специфіку фізико-географічного середовища.

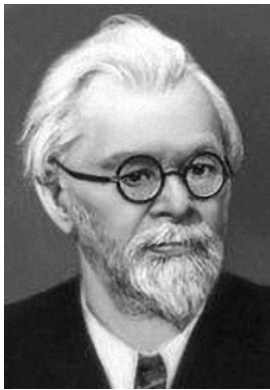
У XVIII - XIX ст. багато екологічних відомостей містилося в працях російських учених природодослідників С. Крашеніннікова (1711-1755), Й. Гмеліна (1709-1755), П. Палласа (1741-1811), І. Лепехіна (1740-1802), А. Болотова (1738-1833).

Основоположником географії рослин був Декандоль (1778-1841), дав визначення поняттям «місцезростання», систематизував фактори впливу зовнішніх факторів на рослини і рослинне середовище. Він обґрунтував виділення аутоекології. Середовище сприймалося ним на як сукупність умов, що впливають на рослини.



Його син, А. Декандоль (1806-1893), класифікував місця існування за факторами температури, світла, вологи, ґрунту. Його ж вважають одним із засновників екології рослин.

Велику роль у розвитку екології рослин в Росії відіграли праці А. Бекетова (1825-1902). Він сформулював поняття про біологічний комплекс як суму зовнішніх умов, до яких рослини пристосовуються в процесі історичного розвитку. Наприкінці XIX ст. в екології рослин намітилися два напрями: еколого-морфологічний і фізіологічний або експериментальний.



Значний внесок у розвиток екології рослин зробив російський вчений Б.О. Келлер, який вважається одним із засновників екологічної школи в колишньому СРСР, він запропонував метод екологічних рядів.

У XX ст. подальше вдосконалення методів екологічних досліджень дозволило перейти до вивчення екологічних факторів: тривалості світлового періоду, спектрального складу світла, реакції ґрунтових розчинів, впливу мікроелементів тощо. Посилення антропогенного навантаження на середовище викликало необхідність вивчення забруднення повітря, ґрунту, води, спричиненого виробничою діяльністю людини.

У США на початку XX ст. поширення мало вчення про види-індикатори. Працями К.А. Тимирязєва просунуті фізіологічні і екологічні дослідження в Росії.

Подальший розвиток фізіологічної екології пов'язаний з працями Л. Іванова (вплив світла), М. Максимова (посухостійкість), В. Любименка, А. Нечипоровича, О. Зеленського, К. Ситника (екологія фотосинтеза), І. Туманова (морозостійкість), П. Генкеля (солестійкість).

Значний внесок в екологію рослин зробили О. Шеников, Г. Серебряков, Т. Работнов, А. Уранов та ін.

Останні десятиріччя характеризуються бурхливим розвитком екологічних досліджень у багатьох країнах, що пов'язано з нагальною потребою охорони в глобальному масштабі навколишнього середовища в цілому та рослинного покриву зокрема.

У 1960-х роках відбувається зближення точок зору екологів різних шкіл та напрямів по основних питаннях – почалася уніфікація поняття і термінів. Нині виділяється кілька нових напрямків екології: кількісна екологія рослин, екологія екосистем та біогеоценозів; фізіологічна екологія; екологія людини; екологія виробничої діяльності людини тощо.

Знання у фітоекології застосовують у різних галузях біоіндустрії (промисловості, сільському господарстві, екології, в енергетиці, медицині), а також при вирішенні деяких соціально-економічних проблем.

**Основні завдання:**

- вивчення з позиції системного підходу загального сучасної біосфери планети, причин його формування і особливостей розвитку під впливом природних і антропогенних факторів (тобто вивчення закономірностей формування, існування і функціонування біологічних систем всіх рівнів у взаємозв'язку з атмосферою, літосферою, гідросферою);
- прогнозування динаміки стану біосфери в часі й просторі;
- розробка з урахуванням основних екологічних законів шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання й самовідновлення.

**Методи досліджень** в екології: Використовується фактичний та науковий матеріал геохімічного, геофізичного, біохімічного, біологічного, медичного, фізичного, хімічного, геологічного, соціального, економічного та іншого характеру, а також можливості статистичної обробки, програмування, моделювання різних процесів, синтезування й програмування.

**Напрями** екологічних досліджень: умовно об'єднують за принципом галузевої належності (з подальшим поділом у кожній галузі), пріоритетності, належності до геосфер та їх компонентів, взаємопідпорядкованості, соціально-економічної значущості з урахуванням прямих і зворотних зв'язків.

**Роль наземної рослинності** важко переоцінити. Основна частина наземних рослин, за виключенням хижих, є продуцентами і процес фотосинтезу, який в них реалізується є основою життя на землі, бо енергія Сонця перетворюється в хімічну енергію органічних сполук рослин. Рослини відіграють важливу роль в кругообігу всіх речовин в біосфері: кисню і сполук Оксигену, Азоту і сполук Нітрогену, сполук Карбону, Сульфуру, Фосфору тощо. Рослини відіграють важливу роль в передачі мінеральних солей ґрунтів тваринам, а після їх загибелі мінеральні речовини знову повертаються в ґрунти. Крім того, рослинність надає значного впливу на клімат, водойми, тваринний світ тощо.



Наземні рослини є основним компонентом біогеоценозів і саме вони надають йому загального вигляду. Рослини приймають участь в утворенні корисних копалин і ґрунтів, захищають ґрунти від ерозії тощо. Для людини рослини створюють необхідне середовище існування, є об'єктами естетичного задоволення, важливим джерелом їжі, сировиною для промисловості тощо.

#### 1.4. Закони екології

Задачею екології, як будь-якої іншої науки, є пошук законів функціонування і розвитку даної області реальності. Історично першим для екології був закон, який встановлював залежність живих систем від факторів, обмежуючих їх розвиток (так звані лімітуючі фактори).

Екологія — молода наука, й, мабуть, через це вона ще не сформулювала своїх законів з математичною чи фізичною точністю. Можливо, це буде зроблено пізніше. Поки що ж прийнято вважати, що екологічні закони — це середньостатистичні прояви певних причинно зумовлених явищ. На думку відомого еколога Д. Чіраса, природа розвивається й функціонує за чотирма основними принципами:

- рециклічності, або повторного багаторазового використання найважливіших речовин;
- постійного відновлення ресурсів;
- консервативного споживання, коли живі істоти споживають лише те й у такій кількості, як їм необхідно;
- популяційного контролю — природа не допускає вибухоподібного росту популяцій, регулюючи кількість особин того чи іншого виду створенням відповідних умов для його існування та розмноження.

Більшість цих та інших екологічних принципів і законів вдало узагальнив американський еколог Б. Коммонер у 1974 р., звівши їх до чотирьох законів.

**Закон перший: усе пов'язане з усім.** Екологія розглядає біосферу нашої планети як складну систему з багатьма взаємопов'язаними елементами. Ці зв'язки реалізуються за принципами зворотного негативного зв'язку (згадаємо, наприклад, систему «хижак–жертва»), прямих зв'язків (в екосистемах «працюють» усі дії логічної алгебри — «або», «і», «не»), а також завдяки різноманітним взаємодіям, що взаємовиключають одна одну. За рахунок цих зв'язків формуються гармонійні системи кругообігу речовин та енергії. Будь-яке втручання в роботу збалансованого механізму біосфери викликає відповідь одразу за багатьма напрямками, що робить прогнозування в екології надзвичайно складною справою.

**Закон другий: усе має кудись діватися.** На прикладі біологічного кругообігу видно, як рештки й продукти життєдіяльності одних організмів

є в природі джерелом існування для інших. Людина поки ще не створила такого гармонійного кругообігу в своїй господарській діяльності. Будь-яке виробництво постійно «випускає» принаймні дві речі – необхідну продукцію й відходи. Відходи самі собою не зникають: вони нагромаджуються, знову втягуються в кругообіг речовин і призводять до непередбачених наслідків. Численні приклади таких наслідків розглядатимуться в гл. 4.

**Закон третій: природа знає краще.** «Живе складається з багатьох тисяч різноманітних органічних сполук, – пише Б. Коммонер, – і часом здається, що принаймні деякі з них можуть бути поліпшені, якщо їх замінити якимось штучним варіантом природної субстанції». Третій закон екології стверджує, що штучне введення органічних речовин, які не існують у природі, а створені людиною, але беруть участь у живій системі, швидше завдасть шкоди. Одним із найдивовижніших фактів у хімії живих речовин є те, що для будь-якої органічної субстанції, виробленої живими істотами, в природі є фермент, здатний цю субстанцію розкласти. Тому, коли людина синтезує нову органічну сполуку, яка за структурою значно відрізняється від природних речовин, цілком імовірно, що для неї немає розкладального ферменту, й ця речовина «накопичуватиметься». Другий закон допомагає зрозуміти, які наслідки матиме таке накопичення.

**Закон четвертий: ніщо не дається задарма.** «Глобальна екосистема являє собою єдине ціле, в межах якого ніщо не може бути вигране або втрачене й яке не може бути об'єктом загального поліпшення: все, що вилучається з неї людською працею, має бути відшкодоване. Сплати за цим векселем не можна уникнути, її можна лише відстрочити», – пише Б. Коммонер. Четвертий закон стверджує: природні ресурси не нескінченні. Людина в процесі своєї діяльності нині бере у природи в «борг» частину її продукції, залишаючи під заставу ті відходи й ті забруднення, яким не може чи не хоче запобігти. Цей борг зростатиме доти, доки існування людства не опиниться під загрозою й люди сповна не усвідомлять необхідність усунення негативних наслідків своєї діяльності. Це усунення потребуватиме дуже великих затрат, які й стануть сплатою цього боргу. Про те, що людина вже встигла зачислити на цей свій рахунок, ітиметься в наступних главах.

#### ***Закон мінімуму***

Ю. Лібіх в 1840 році встановив, що врожай зерна часто лімітується не тими поживними речовинами, які потребуються у великих кількостях, а тими, яких необхідно в невеликій кількості. Але цей закон виконується при стаціонарних умовах та рослини можуть компенсувати лімітуючу речовину за рахунок тої, що знаходиться в надлишку.

#### ***Закон толерантності або закон мінімуму***

Відсутність або неможливість розвитку екосистем визначається не лише нестачею, але й надлишком будь-якого фактора (тепло, світ, вода), тобто організми характеризуються як екологічним мінімумом, так і максимумом. Занадто багато хорошого також пагано. Діапазон між двома величинами складають межі толерантності, в яких організм нормально реагує на вплив середовища. Закон толерантності запропонував В. Шелфорд у 1913 році. Існує ряд додатків до нього:

1. Організми можуть мати широкий діапазон толерантності по відношенню до одного фактору і вузький – по відношенню до іншого.

2. Організми з широким діапазоном толерантності до всіх факторів зазвичай широко поширені.

3. Якщо умови за одним екологічним фактором не оптимальні для виду, то може звужитися діапазон толерантності до інших екологічних факторів.

4. В природі організми дуже часто існують в умовах, які не відповідають оптимальному значенню того чи іншого фактору, визначеному в лабораторії.

5. Період розмноження зазвичай є критичним; в цей період багато факторів середовища часто виявляються лімітуючими.

Живі організми змінюють умови середовища, щоб ослабити лімітуючий вплив фізичних факторів. Види з широким географічним поширенням утворюють адаптовані до місцевих умов популяції, які називаються екотипами. Їх оптимуми і межі толерантності відповідають місцевим умовам. Залежно від того, закріплені ці екотипи генетично, можна говорити про утворення генетичних рас або про просту фізіологічну акліматизацію.

#### ***Узагальнююча інформація про лімітуючі фактори***

Найбільш важливими факторами на суші є світло, температура і вода (опади), а в морі – світло, температура і солоність. Ці фізичні умови існування можуть бути лімітуючими і стимулюючими. Всі фактори середовища залежать один від іншого і діють сумісно.

Із інших лімітуючих факторів можна відмітити атмосферні гази (вуглекислий газ, кисень) і біогенні солі..

До лімітуючих факторів належить і чисельність популяції.

#### ***Закон конкурентного виключення***

Даний закон формулюється таким чином: два види, які займають одну екологічну нішу, не можуть співіснувати в одному місці необмежено довго. Який вид перемаже залежить від зовнішніх умов. Важливим для перемоги є швидкість росту популяції. Нездатність виду до біотичної конкуренції веде до його відтіснення і необхідності пристосовуватися до більш важких умов і факторів.

#### ***Основний закон екології***

Черговість угруповань, які змінюються в даному районі, називається сукцесією. Сукцесія відбувається в результаті зміни фізичного середовища під дією угруповання, тобто контролюється ним. Заміщення видів в екосистемах викликається тим, що популяції, намагаючись модифікувати оточуючого середовища, створюють умови, сприятливі для інших популяцій; що триває до тих пір, доки не буде досягнута рівновага між біотичними і абіотичними компонентами. Розвиток екосистем в багатьох випадках аналогічне розвитку окремого організму і одночасно подібне до розвитку біосфери в цілому.

### **Класифікація екосистем:**

*Е. монодомінантна* – з одним основним видом продуцента, який є одночасно і домінантом і едифікатором (монокультура в агрофітоценозах).

*Е. олігодомінантна* – з кількома основними видами продуцентів, консументів і редуцентів (ліси помірних широт).

*Е. полідомінантна* – багата на домінантні види, у ній немає чітко виражених домінантів (тропічний ліс).

*Е. степова, лісова.*

## РОЗДІЛ 2

### АУТЕКОЛОГІЯ. ДІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОСЛИННІ ОРГАНІЗМИ І МЕХАНІЗМИ ЇХ АДАПТАЦІЇ. ЕКОЛОГІЧНА НЕОДНОРІДНІСТЬ ВИДУ

#### 2.1. Класифікація екологічних факторів. Абіотичні фактори

Аутекологія (термін введений в 1896 г. Шреттером) – розділ екології, що вивчає взаємовідношення окремих видів, популяцій та організмів із навколишнім середовищем і між собою.

У результаті процесу еволюції органічного світу, який триває на Землі з моменту зародження живого, виникло те різноманіття форм життя, яке спостерігається при вивченні сучасних і викопних видів тварин, рослин, грибів та мікроорганізмів. Їх класифікацією, тобто групуванням за подібністю і спорідненістю, займається *систематика*.

На даний час організми розподілені за групами, вчені користуються такими систематичними одиницями, які називаються таксономічними, а категорії груп – таксонами. Інколи використовують проміжні таксони (підцарство, підклас, підвид тощо).

М/о	Гриби	Тварини	Рослини
Надцарство			
	Ядерні		
Царство			
		Тип	Відділ
			Клас
		Ряд	Порядок
		Родина	Родина
		Рід	Рід
		Вид	Вид

**Завдання аутекології** – виявлення фізіологічних, морфологічних та інших пристосувань видів до різних екоумов: режиму зволоження, високих і низьких температур, засолення ґрунту (для рослин).

Будь-який організм у природі відчуває на собі вплив різноманітних компонентів зовнішнього середовища. В біосфері вирізняють чотири основні середовища проживання:

- *Водне;*
- *Ґрунтове;*
- *Повітряне (наземне);*
- *Тіло іншого організму (паразити та напівпаразити)*

Найважливіше значення для кожного живого організму мають умови існування. Вони є сукупністю життєво необхідних чинників, які так чи інакше впливають на функціонування організму. Вони (чинники) не можуть бути добрими чи поганими. Ці чинники називаються **екологічними факторами**.

Характеризуючи природне середовище Землі з екологічної точки зору, еколог повинен визначити типи і особливості існуючих у цьому середовищі взаємозв'язків між усіма природними процесами та явищами (даного об'єкта, району, ландшафту і регіону), а також характер впливу на такі процеси живих організмів і людської діяльності.

Кожен вид відповідно до своїх потреб використовує лише певну частку енергетичних і мінеральних ресурсів місця існування, і в просторі, і в часі він займає цілком визначене місце (екологічну нішу), яка до певної міри дозволяє видові уникати конкурентного тиску інших видів або послабити його. Елементи середовища, які впливають на організм, називаються екологічними факторами. Вони мають різну природу і специфіку дії, у зв'язку з чим прийнято поділяти їх на три групи:

1. *Абіотичні фактори* (світло та інша промениста енергія, тепло, вологість і газовий склад повітря, атмосферний тиск, опади, сніговий покрив, вітер, сольовий склад води; ґрунтові (едафічні), орографічні та гідрологічні умови) – сукупність умов зовнішнього неорганічного середовища, що забезпечують існування організму.

2. *Біотичні фактори* – чинники, які виникають у результаті постійної взаємодії живих організмів, внаслідок чого останні зазнають прямого чи опосередкованого взаємовпливу.

3. *Антропогенні фактори* виникають внаслідок господарської діяльності людини (викиди промислових підприємств, транспорту, шкідливі відходи сільського і комунального господарства тощо). Вони впливають на життя організмів прямо або опосередковано шляхом змінити середовища існування.

Фактори середовища впливають на організм подвійно: своєю присутністю та напруженістю і мінливістю свого впливу на організм.

Ступінь толерантності різних видів стосовно одного фактору може бути *специфічним*, якщо критичні точки не збігаються, або *подібним*, якщо розташування критичних точок і хід кривої екологічних реакцій організму виявляються подібними. У одних видів зона толерантності широка (*еврибіонти*), у інших – вузька (*стенобіонти*).

*Наприклад*, види бувають стосовно:

температур      стенотермний – евритермний,

води                      стеногідричний- евригідричний  
 солоності                стеногалінний - евригалінний  
 поживи                    стенофагний - еврифагний  
 місцезростання        стеноойкний – евриойкний

У стенотермний видів мінімум, оптимум і максимум зближені. Види з широким географічним поширенням майже завжди утворюють адаптовані до місцевих умов популяції, які називають екотипами. Оптимальними умовами для виду є такі, за яких особини даного виду залишають найбільшу кількість потомства (швидкість росту, розмноження, інтенсивність дихання, виживання, стратегія поширення). Фактори інколи поділяють на середовищотвірні та екологічні фактори.

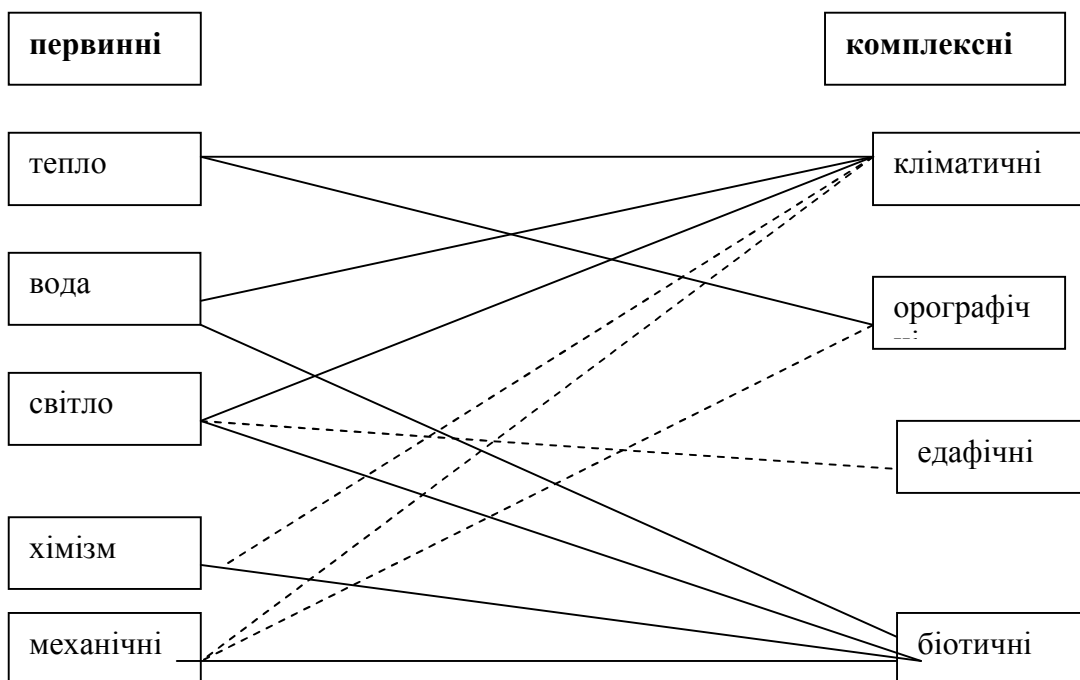


Рис. Взаємодія первинних та комплексних екологічних факторів (за Г. Вальтером, 1960)

### Закономірності дії екологічних факторів

1. Екологічні фактори досить тісно взаємодіючи між собою.
2. Екологічні властивості особин (видів) змінюються залежно від віку та життєвого стану.
3. Дія одного екологічного фактора може бути лише частково компенсованою дією іншого фактора, але повної заміни не відбувається.

## 2.2 Кліматичний екологічний фактор. Температура як екологічний фактор і екологічні групи рослин за відношенням до даного фактору

Життєдіяльність будь-якого виду протікає в певних інтервалах температур, тобто, температури визначають межі життя. Різноманітність теплових умов на Землі обумовлює географічне поширення рослин. Із зміною температурного режиму протягом року тісно пов'язі сезонні явища в житті рослин помірних і високих широт.

Джерелом тепла є енергія сонячних променів, яка перетворюється в теплову. Потрапляючи на поверхню ґрунту, енергетичний потік частково відбивається, частково поглинається ним і хлорофіловмісними рослинами, а також використовується на випаровування. Особливий режим поглинання енергії характерний і для водних екосистем, в результаті чого формується різноманіття

Для характеристики теплових умов життя рослин важливо знати не лише загальну кількість тепла, але і його розподіл в часі, від якого залежить можливість вегетаційного періоду. Річну динаміку тепла відображає хід середньомісячних (або середньодобових) температур, неодинаковий на різних широтах і при різних типах клімату, а також динаміка максимальних і мінімальних температур. Границі вегетаційного сезону визначаються тривалістю безморозного періоду, частотою і ступенем вірогідності весняних і осінніх заморозкі.

Для оцінки кількості тепла, яке отримують рослини за весь період вегетації або за певний проміжок часу, в екологічній і сільськогосподарській кліматології використовують показник «сума ефективних температур» ( $\Sigma t^\circ$ ) за певний час. Для його підрахунку сумують щоденні перевищення середньодобової температури повітря ( $t^\circ$ ) над певною умовною величиною ( $tn^\circ$ ). Ця величина відповідає нижньому температурному порогу вегетації або певної фенологічної фази (тобто, самій низькій температурі, при якій вони можуть початися):

$$Et^\circ = (t^\circ - tn^\circ) \times \text{кількість днів.}$$

В загальних рисах швидкість сезонного розвитку пропорційна накопиченій сумі температур (Степановских, 2001).

Не дивлячись на загальні закономірності впливу доз факторів, які виходять за межі дози оптимума, які описуються кривою Шелфорда, дія високих і низьких температур на рослинні організми має свої особливості.

Дію екстремально високих температур тягне за собою цілий ряд небезпечних для рослин: сильне обезводнення і висихання, опіки, руйнування хлорофілу, незворотні порушення дихання та інших фізіологічних процесів, теплову денатурацію белків, коагуляцію цитоплазми і загибель. В захисних пристосуваннях рослин до високих



температур існують різні адаптації: густе опушення; блискуча поверхня; зменшення поверхні, вертикальне і меридіанне положення листків; складання листових пластинок у злаків; загальна редуція листової поверхні тощо. Ці ж пристосування одночасно сприяють зменшенню випаровуванню.

Тепло, як екологічний фактор, зумовлює географічне розповсюдження рослин.

П. С. Погребняк (1968) за ставленням до тепла деревні рослини поділив на чотири групи: дуже теплолюбні, теплолюбні, середньо вимогливі до тепла, маловимогливі до тепла. С. С. П'ятницький (1960) за теплолюбністю (вимогливістю до тепла) деревних рослин запропонував деталізованішу шкалу: дуже теплолюбні, теплолюбні, відносно холодостійкі, холодостійкі та дуже холодостійкі.

*Дуже теплолюбні види:* кипариси (всі види), евкалипти (всі види), кедри (всі види), секвоя вічнозелена, криптомерія японська, ялівці (окремі види), бамбуки (всі види), цитрусові (всі види), лавр благородний, дуб корковий, саксаули (всі види), сосни приморська, піцундська та ельдарська.

*Теплолюбні види:* каштан їстівний, айлант найвищий, смоківниця звичайна, ясен білоцвітий, тиси (всі види), платани (всі види), каркас кавказький, дуб пухнастий, карія пекан, горіх волоський, софора японська, тополя біла, айва продовгувата, катальпи (всі види), маклюра яблуконосна, самшит вічнозелений, мигдалі (всі види), персики (всі види), ліріодендрон тюльпановий.

*Відносно холодостійкі види:* дуби (звичайний, скельний, крупнопіляковий та каштанолистий), граб звичайний, буки лісовий і східний, клени явір, польовий, цукристий, прирічковий, ясен звичайний, ялиці кавказька та біла, сосна кримська, туї західна та східна, ялівець віргінський, в'яз граболистий, оксамитник амурський. липи (широколиста і срібляста), тополі (пірамідальна і Боле), гледичія колюча, робінія звичайна, горіх чорний, абрикос звичайний, каркас західний, вишня магалєбська, ялина східна, шовковиця біла, черешня, алича, берека лікарська.

1. *Термофіли (теплолюбні)* – витримують температури 70° С (верблюда колючка), 75 °С (синьо-зелені водорості), у більшості рослин при температурі 40°С спостерігається пригнічення, а при 45-50°С – загибель (через негативну дію аміаку, який утворюється при розщепленні білків і а/к, а також дія токсинів, що отруюють цитоплазму). При температурі вище +50° С відбувається згорання цитоплазми. Пристосування – зменшення поверхні (колючки, вусики), розвиток волосків, ефірних залоз, виділення солей, анабіоз.

*Холодостійкі види:* дуби (червоний і великоплодий), липа серцелиста, горіхи (сірий і маньчжурський), ясени (пухнастий і зелений), в'язи (шорсткий і гладкий), груша звичайна, яблуня лісова, тополя чорна, верба біла, клени гостролистий і татарський, гіркокаштан звичайний, горобини звичайна і проміжна, вільха чорна, ліщина звичайна, калина звичайна, жовта акація, сосна чорна, ялиця бальзамічна.

*Виключно холодостійкі види:* тополі (тремтяча і бальзамічна), берези (повисла і пухнаста), ялини (звичайна і сибірська), ялиці (біла та сибірська), ялівець звичайний, сосна звичайна, сосни кедрові (європейська, сибірська та сланка), модрини (всі види), вільха зелена.

Стовбур, крона та коренева система деревних рослин знаходяться в різних теплових умовах. Так, температура ґрунту залежить від кількості тепла, що надходить на поверхню ґрунту та проникає в його товщу. Під час найбільшої радіації о 13 годині температура на глибині 10 см, порівняно з поверхнею, нижча на 10-15°C, а на 25 см — на 12-17°C.

Здатність деревних рослин витримувати без укриття низькі температури (нижче 0°C) повітря, що не призводить до їх ураження, називають морозостійкістю. Морозостійкість рослин зумовлюється ґрунтово-кліматичними умовами, спадковими особливостями, наявністю захисних покривів у рослин, утворенням в протоплазмі клітин цукрів, ліпідів, органічних кислот, глюкозидів та інших захисних речовин. Морозостійкість деревних рослин підвищується з віком, її можна покращити за допомогою агротехнічних заходів.

За ступенем морозостійкості деревні рослини поділяють на: *дуже морозостійкі*, що можуть витримувати без захисту тривалі пониження температури повітря до -35-50°C і нижче; *морозостійкі*, що здатні витримувати морози -25-35°C; *відносно морозостійкі*, що можуть витримувати морози до -15-25°C; *неморозостійкі*, здатні витримувати морози до -10-15°C; *зовсім неморозостійкі*, здатні витримувати лише короткотривалі пониження температури не нижче -10°C. Шкала морозостійкості деревних рослин є оберненою до шкали їх теплолюбності.

Як і до відносно дії високих температур, для низьких виділяють і *зимостійкість* – здатність до перенесення всіх несприятливих зимових умов, які викликаються зниженням температури (розтріскування ґрунту тощо).

Високі температури висушують рослини та порушують баланс асиміляції, під їх впливом посилюється дихання та знижується фотосинтез., можуть спричинити пошкодження клітин і навіть загибель цитоплазми. Під жаростійкістю розуміють здатність організму виносити значні підвищення температури довкілля або власного тіла. При підвищенні температури понад максимальну для певного виду рослини гинуть. Рослини пустель для захисту від спеки, впадають у стан спокою.

Жаростійкість рослин багато в чому залежить від тривалості дії високих температур. За ознаками жаростійкості рослини поділяють на три групи:

- нежаростійкі – здатні ефективно знижувати свою температуру за рахунок транспірації (м'яколисті наземні рослини);
- жаровитривалі це рослини сухих, сонячних місцезростань; можуть витримувати нагрівання до +60 ° С;
- жаростійкі – головним чином нижчі рослини (термофільні бактерії та синьо-зелені водорості).

Жаростійкість тісно корилує зі стадією розвитку рослин (молоді активно ростучі тканини менш стійкі, ніж старі та ті, що перебувають в стані спокою). Рослини тим більше жаростійкі, чим менше вона обводнена (виняток – сукуленти).

Фенологія в загальному розумінні є наукою про сезонні явища в неживій та живій природі. Фенологія рослин є розділом біології, який вивчає періодичні явища в розвитку органічної природи, обумовлені зміною пір року, наприклад, строки розпускання бруньок, цвітіння рослин тощо. Це порівняльне вивчення настання певних фаз розвитку рослин у часі.

### **2.3 Волога як екологічний фактор і екологічні групи рослин за відношенням до даного фактору. Групи організмів за відношенням до діючого фактору**

Вода – це складова частина для клітин і тканин: вона необхідна для життєдіяльності плазми, для засвоєння і пересування мінеральних речовин, увібраних корінням, із ґрунту в стовбур і крону, для нормального ходу фотосинтезу і транспірації. Однак обводненість рослин неоднакова. За даними П.К. Горишиної, найменш обводнені рослини пустель та сухих степів (30-65 %), більше води містять рослини вологих місцезростань (71-94 %), ранньовесняні ефемероїди (78-91). Джерелом води для рослин є атмосферні опади – дощ, сніг, а також роса, іній, туман, ґрунтові води та ґрунтова волога.

Разрізняють три основні категорії ґрунтової води, які відрізняються за механізмом утримання її ґрунтом:

- *гравітаційна вода* – рухлива вода, яка заповнює широкі проміжки між частинками ґрунту і проникає вниз під дією гравітації, доки не досягне ґрунтових вод.
- *капілярна вода* – заповнює тонкі проміжки між частинками ґрунту і утримується капілярними силами зчеплення. Під впливом випаровування з поверхні ґрунту капілярна вода може підтягуватися уверх, створюючи висхідний тік вологи.

- зв'язана вода утримується на поверхні ґрунтових частинок адсорбційними силами. Її кількість значна завдяки великій поверхні ґрунтових частинок. Розрізняють міцно зв'язану воду, яка знаходиться на поверхні ґрунтових частинок, і неміцно зв'язану, що знаходиться в більш віддалених шарах.

Крім перерахованих форм води в ґрунті завжди існує пароподібна волога, яка займає всі вільні від води пори. При зниженні температури нижче 0 °С ґрунтова волога переходить в лід.

Різна форми ґрунтової води неодинаково доступні для корневої системи рослин. Найбільш легко засвоюється гравітаційна вода, з великими труднощами – капілярна. Вся волога, утримується в ґрунті силами, які переважають осмотичний тиск клітинного соку зони всмоктування кореня, не може поступати в рослину навіть при максимальній величині його сисної сили (при в'яненні). Це недоступна волога, або мертвий запас води.

Крім поглинання ґрунтової вологи можливий ще один шлях потрапляння води в рослину – поглинання надземними частинами крапельно-рідкої вологи. У вищих рослин це явище досить обмежене і зустрічається в основному у епіфітів тропічних лісів, які поглинають вологу всією поверхнею листків і повітряними коренями.

У період вегетації, особливо цвітіння і досягання плодів, інтенсивного росту пагонів і корневої системи, рослиною витрачається значна кількість води. Тому волога, змінюючи до певних умов інтенсивність життєвих процесів, може проявляти істотний вплив на плодоношення рослин.

Оптимум водного режиму спостерігається у випадках, коли випаровування води в атмосферу не перевищує потрапляння її в рослину із ґрунту. Водний баланс рослин визначається за різницею між поглинанням і використанням води організмом.

Поєднання забезпеченості рослин вологою і теплом відображають у кліматодіаграмах, на яких в певних масштабах показано річний хід температури повітря з ходом випадання опадів.

За відношенням до способу регулювання водного режиму рослини поділяють на дві екологічні групи:

1) пойкилогідридні рослини, які не здатні регулювати свій водний режим в зв'язку з відсутністю пристосувань для захисту від випаровування (наземні водорості, лишайники, деякі мохи і папороті, нечисленні представники покритонасінних рослин). Нестачу води ці рослини компенсують здатністю пережити несприятливого періоду в стані анабіозу.

2) гомеогідрідні, або гомойогідрідні, рослини мають спеціальні пристосування для регулювання водного режиму.

У них відносна стійкість оводненості є результатом балансування втрати води на випаровування і добування її в кількостях, які забезпечують потребу організму у воді. Перше визначається розвитком покривних тканин, серед яких особливе значення має епідерміс, який вкритий кутикулою і має продихи.

Добування води у гомойогідрідних рослин забезпечується в основному за рахунок коренів. Гомойогідроїди є основними рослинами сучасної суші Землі, тому заселяють території з різним кліматом (кількістю опадів, умовами випаровування) и в межах однорідного клімату різні за забезпеченістю вологою. Тому їх ділять на екологічні групи:

1. *Гідрофіти (гідатофіти)* – рослини, які повністю або частиною свого тіла занурені в воду, серед них розділяють занурені у воду і прикріплені до субстрату (валіснерія) і рослини, зважені у товщі води (пухирник). Для них характерні гетерофілія, слаборозвинена коренева система, нерозвинені механічні тканини, розвинена аеренхіма.

2. *Гігрофіти* – рослини, які постійно або тимчасово обводнених місцезростань, більша частина тіла яких знаходиться у повітряному середовищі, характерні для боліт, прирічкових місцезростань (комиш, латаття біле, стрілолист). На відміну від гідатофітів мають чітко виражені механічні і провідну тканини. Розрізняють тіннові гігрофіти, які ростуть під покривом сирих лісів (кислиця звичайна), і світлові гігрофіти, приурочені до добре освітленими місцезростаннями (калюжниця болотна). Для гігрофітів характерна наявність на листках особливих залозок –гідатод.

2. *Мезофіти* – вимагають для свого розвитку помірного зволоження, мають добре розвинену кореневу систему, великі листки, диференційовану механічну тканину. До мезофітів відносяться рослини луків, трав'яного покриву лісів, багато деревних і кущових рослин з областей помірного клімату.

Серед них виділяють ефемери (однорічні рослин – зірочник середній, рогоглавник), ефемероїди (багаторічні рослини з видозмінами органів – тюльпан, нарцис).

3. *Ксерофіти* – найбільш різноманітна і важко визначена екологічна група рослин, які мають пристосування для добування і економії води, обмежуючі випаровування і створення запасів вологи:

- пойкилоксерофіти – посухостійкі рослини, які витримують посуху в стані анабіозу (лишайники); розвиваються в умовах повітряної та ґрунтової посух – степові рослини (шавлії, ковили).

- ефемери – однорічні рослини, зберігаються в сухий період у вигляді насіння.

– ефемероїди – багаторічні рослини, які зберігаються у вигляді цибулин, бульб, кореневищ, які припиняють свій ріст на сухий період під землею.

- сукуленти – мають розвинену водозапасну паренхіму, здатні накопичувати воду і економно витратити її в період посух (стеблові, листові і кореневі). У них дуже товста кутикула, покрита воском; пори нечисленні, занурені і в період посухи закриті, внаслідок чого ріст дуже повільний.

3. Психрофіти – рослини холодних і вологих місцезростань, які розвиваються в умовах фізіологічної сухості (рослини боліт – багно болотне, верес).

4. Кріофіти – рослини ростуть в умовах фізичної сухості, де волога під впливом низьких температур викристалізується і перетворюється в лід і не є доступною для рослин через її фізичну сухість.

Ознаками ксероморфності є: утворення відносно дрібних листків або їх редукція; товста кутикула, практично повністю відсутнє позапродихове випаровування, блискуча поверхня кутикули і густе опушення відбивають сонячні промені; опушення.

Оптимальне забезпечення рослин вологою протягом вегетаційного періоду – важлива передумова їх інтенсивного росту, розвитку та плодоношення. Нестача води – один з факторів, що затримує ріст і знижує плодоношення рослини. Якщо її бракує, погано закладаються плодіві бруньки, плоди формуються дрібні, легко обсіпаються. Надлишкова кількість опадів сповільнює процес дозрівання плодів і насінин, а нестача – прискорює його, знижує якість насінин або спричинює загибель урожаю.

## **2.4 Світло як екологічний фактор і екологічні групи рослин за відношенням до даного фактору**

Роль *світла* як надзвичайно важливого екологічного фактора вирішальна в процесі фотосинтезу. Сонячна фотосинтетична активна радіація (довжина хвилі від 380 до 750 нм) зумовлює освітлення, теплові умови та температурний режим. В спектрі сонячних променів виділяють область фотосинтетично активної радіації (ФАР), яку використовують рослини в процесі фотосинтезу. Залежно від висоти Сонця пряма радіація містить від 28 до 43 % ФАР. Світло за рахунок синтезу органічних сполук сприяє утворенню та росту органів рослини.

С.С. П'ятницький (1960) за відношенням рослин до світла поділив їх на п'ять групи: дуже світлолюбні, світлолюбні, малотіневитривалі, відносно тіневитривалі, дуже тіневитривалі. Інші науковці (Нечитайло, 2000; Григора 2000) за вимогливістю до освітлення поділяють рослини на

три екологічні групи: геліофіти – світлолюбні, факультативні геліофіти – тіневитривалі та сціофіти – тіневі рослини.

Узагальнена шкала тіневитривалості деревних рослин включає такі групи.

1. Світлолюбні рослини, або геліофіти, для яких характерний

- *морфологічний світлоекологізм* (сповільнений ріст пагонів, низькорослість, послаблення активності бруньок відновлення);

- *анатомічний світлоекологізм* (листки стають твердими, шкірястими, інтенсивно зафарбованими, їхні клітини великі, хлоропласти дрібні, численні. Листки розміщені під кутом, мають ізолатеральну будову, а горизонтальні – мезофіл диференційований на губчасту та стовпчасту паренхіму, верхній епідерміс з товстою кутикулою)

2. Тіньоллюбні рослини або сціофіти – які вимагають для свого розвитку затінку, вони характерні для чагарникового та лісового ценозу – плауни, хвощі, мохи, папороті.

- *морфологічний тіньоекологізм* (інтенсивний ріст в довжину, всихання гілок нижніх ярусів, крона слабо розвинена);

- *анатомічний тіньоекологізм* (листки мають одношаровий епідерміс, без кутикули, продихи у верхньому і нижньому епідермісі, клітини паренхіми великі з незначним числом хлоропластів).

3. Тіньовитривалі рослини або факультативні геліофіти – які краще розвиваються при повному освітленні, але без шкоди переносять затінення.

Для рослин важливим є інтенсивність і тривалість освітлення. Реакцію рослинних організмів на співвідношення між тривалістю дня і ночі називають *фотоперіодизмом*. Він забезпечує рослинам перехід до цвітіння. Розрізняють такі основні фотоперіодичні групи рослин:

1. Рослини довгого дня, цвітіння яких не настає або затримується, якщо тривалість дня рівна або менша 12 годин (деревій, конюшина лучна, жито посівне, цикорій дикий, картопля, пшениця, шпинат), ростуть в північних регіонах;

2. Рослини короткого дня, цвітіння яких не настає або затримується, якщо довжина дня більша за 12 годин, ростуть в південних регіонах. (гречка посівна, соняшник однорічний, коноплі).

3. Рослини, нейтральні до тривалості дня (кульбаба лікарська, томат, троянда).

*Дуже світлолюбні* деревні рослини, які вимагають повного освітлення: саксаули (всі види), акації (всі види), тамарикси (всі види), евкаліпти (всі види), верби біла і ламка, тополі біла та чорна, дуби корковий і пухнастий та ін.

*Світлолюбні* деревні рослини, які погано витримують невелике затінення: модрина (всі види), робінія звичайна, гледичія колюча, софора

японська, тополі тремтяча та сіріюча, ліріодендрон тюльпановий, береза повисла, айлант найвищий, сосна звичайна та ін.

*Світлолюбні малотіневитривалі* деревні рослини: горіхи волоський і чорний, оксамитник амурський, ясени (всі види), клен ясенелистий, в'яз граболистий, вільха чорна, дуби звичайний та скельний, сосни кримська та чорна, каштан їстівний, береза пухнаста, терен, шипшини (всі види), маслинки (всі види), обліпихи (всі види) та ін.

*Відносно тіневитривалі* деревні рослини: сосни веймутові (всі види), клени гостролистий, польовий, татарський та явір, дуб північний, в'яз шорсткий, платан східний, катальпи (всі види), черешня, горобини (всі види), яблуня лісова та ін. Ці рослини комфортно себе почувають і при повному освітленні, але можуть задовольнитися і його 30-70% рівнем.

*Тіневитривалі* деревні рослини: в'яз гладкий, псевдотсуга Мензіса, секвоя вічнозелена, сосни кедрові (всі види), ялини звичайна та колюча, дзелькова граболиста, липи (всі види), граб звичайний, буки лісовий і східний, вільха сіра, гіркокаштан звичайний, ліщини (всі види), свидини (всі види), бруслини (всі види), жимолость татарська, садовий жасмин звичайний, калини (всі види), бузини (всі види), глоди (всі види) та ін.

*Дуже тіневитривалі (тіневі)* деревні рослини: плющі (всі види), ялиця біла, тис ягідний, самшит вічнозелений та ін. Ці рослини, оптимально розвиваються при 10-30%-ому освітленні, а можуть підтримувати життєдіяльність навіть при однопроцентному освітленні (самшит вічнозелений).

Для життєдіяльності світлолюбних видів корисне верхнє освітлення чи бокове разом з розсіяним. Для розвитку тіневитривалих видів достатньо лише бокового чи розсіяного світла. Висока інтенсивність світла викликає у рослин важливі морфологічні зміни – прискорює розвиток та збільшує довжину коренів. Сонячне світло впливає на розвиток листків, галуження, розміри і форму крони, форму стовбура, величину приросту, якість деревини та насіння.

Освітленість безпосередньо визначає розташування генеративних органів в кроні і порядок розпускання квітів.

Насіння багатьох рослин при намочуванні та набуханні, стає чутливим до світла: в деяких випадках світло покращує проростання насіння (щавлю, моркви), а в інших – гальмує (огірок, гарбуз, тютюн).

Геліотрипізм або фототропізм полягає у зміні напрямку росту рослин у відповідь на однобічну дію світла. У стебел фототропізм позитивний, а у коренів – від'ємний, листків – поперечний.

Фототаксис є рухової реакцією нижчих рослин, що вільно пересуваються, а також деяких клітин багатоклітинних організмів (джгутикові бактерії) і окремих частин клітини (хлорпласти) на однобічний світловий подразник.



Фотонастії – рухи, спричинені змінами освітленості рослин (відкривання квіток садового тютюну, матіоли або закривання латаття іблого при ослабленні освітлення).

## 2.5. Едафічні екологічні фактори в житті рослин

Ґрунт – це особливе органо-мінеральне природне історичне середовище, що виникло внаслідок впливу живих організмів на мінеральний субстрат та розкладу мертвих організмів, впливу природних вод і атмосферного повітря на поверхневі горизонти гірських порід у різноманітних умовах клімату та рельєфу в гравітаційному полі Землі. Ґрунт характеризуються родючістю. Ґрунти слугують субстратом для закріплення рослин і джерелом отримання води та мінеральних елементів. Деревні рослини зазнають впливу фізичних властивостей та хімічного складу ґрунту та мікроорганізмів, що населяють його товщу.

Процентне співвідношення твердих кристалічних часток (каміння, щебеню, піску, пилу, мулу) визначає механічний склад ґрунту. У зв'язку з цим виділяють ґрунти щебенисті, піщані, супіщані, суглинкові, глинисті, мулуваті та ін. Рослини, що ростуть на цих ґрунтах, по-різному пристосувалися до умов місцезростань.

Механічний склад, структура і вологість ґрунту зумовлюють його пухкість і повітропроникність. Повітряний режим кращий у чорноземах і піщаних ґрунтах, гірший у глинистих і болотних.

За здатністю рости на різних субстратах рослини поділяють на такі групи:

*Галофіти* з низькорослими чи розпростертими на поверхні ґрунту стеблами ростуть на зволжених солончаках. Їх стебла та листки короткі, товсті, соковиті, мають добре розвинену паренхіму. Галофіти можуть нагромаджувати велику кількість води. Вони запасують (соленагромаджувальні) чи виділяють (солевидільні) надлишок солей. Галофіти є едифікаторами засоленних ґрунтів.

*Псамофіти* ростуть на піщаних ґрунтах і закріплюються на них завдяки добре розвиненій кореневій системі. Псамофіти з безлистими пагонами в специфічних фізико-хімічних і гідрологічних умовах пристосувалися до прискороного використання вологи, швидкого проростання і вкорінювання насінин. Їх використовують для закріплення рухомих пісків. Серед псамофітів багато ксерофітів, зокрема відомі саксаули, піщані акації, деякі види верб.

*Гелофіти* – рослини, приурочені до торфових боліт з постійним чи періодичним надлишковим зволоженням. У таких умовах через відсутність кисню відмерлі органічні рештки, що не розклалися, відкладаються у вигляді торфу. В основному, ці рослини належать до

гігрофітів. До вічнозелених і листопадних чагарничкових гелофітів належать андромеда багатоліста, багно звичайне, брусниця звичайна, журавлини болотна та дрібнопліда, буяхи (лохина), верби чорнична та розмаринолиста, верес звичайний. Екземпляри деревних гелофітів – берези, сосни та ялини на торф'яниках відрізняються значно гіршими анатомо-морфологічним показниками.

*Літофіти* (петрофіти) – рослини, які ростуть на камінні та скелях, сприяючи руйнуванню гірських порід. Серед деревних рослин до цієї групи належать сосна гірська, ялівець сибірський, душекія зелена, дуб скельний та ін.

Для повноцінного розвитку деревних рослин, забезпечення нормального проходження фізіологічних процесів важливою є наявність азоту, кальцію, магнію, калію, фосфору, інших макро- і мікроелементів, що забезпечують високу родючість ґрунтів.

За вибагливістю до родючості ґрунту деревні рослини поділяють на: евтрофи (мегатрофи) – вибагливі до родючості ґрунту, мезотрофи – середньовибагливі до родючості ґрунту та оліготрофи – невибагливі до родючості ґрунту.

*Евтрофи* чи *мегатрофи* ростуть на родючих ґрунтах, потребуючи повноцінного мінерального живлення для забезпечення розвитку. Тут евтрофи вирізняються високою продуктивністю та сильним розвитком надземних і підземних органів. До цієї групи належать: ясени (всі види), горіх грецький, клени гостролистий, явір і польовий, граб звичайний, буки лісовий і східний, ялиці (всі види), тополя чорна, бархат амурський, верби біла і ламка, в'язи шорсткий і граболистий, малина звичайна.

*Мезотрофи* – середньовибагливі до родючості ґрунту рослини. До них належать види: дуби червоний, скельний, звичайний, каштан посівний, липи (всі види), яблуня лісова, груша звичайна, горобини звичайна і лопатева, сливи (всі види), вишня звичайна, черешня, верба козяча, тополя тремтяча, береза пухнаста, вільха чорна, ялини (всі види), сосна веймутова, модрини (всі види).

*Оліготрофи* – рослини невибагливі до родючості ґрунту, здатні рости на ґрунтах, бідних на органічні та мінеральні речовини. До оліготрофів належать сосни гірська, звичайна, Банка та чорна, верес звичайний, береза повисла, робінія звичайна, ялівці (всі види).

Хімічний склад ґрунту суттєво впливає на процеси життєдіяльності рослин. Рослини часто виступають індикаторами наявності окремих елементів чи хімічних сполук у ґрунті. За кислотністю ґрунту поділяють на кілька категорій: кисла реакція ґрунтового розчину до 6,7 рН; нейтральна реакція середовища — 6,7-7,0 рН; лужна реакція — 7,0-14,0 рН.

Рослини за вибагливістю до кислотності ґрунту поділяють на кілька екологічних груп:

*Ацидофільні* (рН 2,8-6,7), що ростуть на кислих ґрунтах: модрина (всі види), ялини (всі види), ялиці (всі види), сосна звичайна, сосни кедрові, граб звичайний, каштан їстівний, берези (всі види), тополя тремтяча, горобина (всі види), рододендрони (всі види), журавлина дрібноплода, багно болотне, верес звичайний, чорниця звичайна, брусниця звичайна.

*Нейтрофільні* (рН 6,7-7,0), що ростуть на нейтральних ґрунтах, зокрема клен-явір, робінія звичайна, груша звичайна, в'яз граболистий, шипшини (всі види).

*Базифільні* (рН понад 7,0), що ростуть на лужних ґрунтах.

Індиферентні рослини невибагливі до кислотності ґрунтів, можуть рости при різній реакції ґрунтового розчину, зокрема дуб звичайний.

### **Хімічний склад ґрунту**

#### **Кислотність ґрунту**

1. *Ацидофільні або оксифільні рослини* розвиваються при рН 2,4-6,7 (сфагнум болотний, жито, льон, картопля, королиця біла).
2. *Нейтрофільні рослини* ростуть при рН 6,7-7,0 (квасоля, горох, соняшник).
3. *Базифільні рослини* ростуть при рН більше 7,0 (пирій повзучий, коноплі, люцерна жовта).
4. *Індиферентні рослини* до кислотності (конвалія, дуб, сосна).

#### **Вміст поживних речовин**

1. *Евтрофні рослини* вимагають багатого мінерального живлення. Індикаторами евтрофності є рис, пшениця, соняшник, огірок, малина
2. *Мезотрофи* – рослини помірної вимогливості до водно-мінерального живлення (морква, капуста, слива, вишня, картопля, просо).
3. *Оліготрофні* – ростуть на неродючих ґрунтах, вони індукують ґрунти з низьким вмістом азоту і зольних елементів (сфагни).

#### **Кальцій**

1. *Кальцефіли* – рослини, що вимогливі до наявності кальцію (не менше 30%), для них характерна низькорослість, ксероморфність, густе жилкування, редукція листків (люцерна жовта, сосна крейдяна).
2. *Кальцефоби* – рослини, що уникають багатого карбонатного живлення (каштан, рунянка, щавель, люпин).
3. *Індиферентні* – рослини, які байдуже ставляться до наявності кальцію в ґрунті (до 20%), подекуди вони поселяються на вапняках (буркун, гісоп крейдяний, півники понтійські).

#### **Азот**

1. *Нітрофіли* – рослини, які потребують багатого нітратного живлення (тютюн, малина, хміль, бузина)
2. *Нітрофоби* – рослини, що уникають багатого на азот ґрунтів (люпин, перстач прямостоячий).

*Галофіти* – рослини, які ростуть в умовах надмірного ґрунтового засолення, властиві для Степової і Лісостепової зон України, приморським районам. Рослини низькорослі, безлисті або з редукованими листками, з розвиненою солезапасаючою паренхімою, малою кількістю хлорофілу в ній.

*Псамофіти* – рослини ніскових місцезростань, мають високий осмотичний тиск клітинного соку (30-70 атм), що дозволяє поглинати воду із глибоких горизонтів.

*Гелофіти* – рослини боліт і заболочених або надмірно зволжених місць (торф).

Азот – один із важких елементів живлення рослин. З ним пов'язані нормальний розвиток зеленої частини надземних органів, і, відповідно, загальний стан, життєвість рослин. На багатство ґрунту на азот вказує інтенсивне зелене забарвлення листків, а також наявність індикаторних видів – нітрофілів (малина — *Rubus idaeus*, бузина червона – *Sambucus racemosa*, хміль виткий – *Humulus lupulus*), багатьох рудеральних видів – супутники житла людини (чистотіл – *Chehdonium majus*, блекота – *Hyoscyamus niger*, кропива – *Urtica dioica*, щириця – *Amaranllus retroflexus* тощо). Нітрофільними є багато селерових.

В протилежність цієї групи видів є група рослин – нітрофобів індукують нестача азоту в ґрунтах (дрок фарбувальний).

Кальцій є ще одним елементом, який відіграє провідну роль у життєдіяльності рослин. Рослини з позитивною реакцією на високий вміст кальцію – кальцефіли (модрина, бук). Протилежна група рослин – кальцефоби, які ростуть на болотах і кислих ґрунтах (вереск).

Рослини здатні накопичувати певні хімічні елементи: астрагали накопичують селен, який отруйний для тварин, в хвох сосни та ялини – марганець, капустяних і селерових – сірки в 5-10 разів більше, ніж в інших рослин, плауни – алюміній, фіалки – цинк, буряк, картопля – кальцій, модрина – магній, солянка солдоносна – соду тощо..

Фосфор відіграє основну роль у багатьох ферментативних реакціях, фотосинтезі і метаболізмі рослин, входить до складу нуклеїнових кислот та ядра клітини., є акумулятором високоенергетичних фосфатів – АТФ. При нестачі фосфору гальмується розвиток рослин, зокрема їх вегетативних органів. Багато ознак рослин нестачі азоту і фосфору збігаються, однак ознаки нестачі азоту проявляються швидше, ніж фосфору.

Калій тісно пов'язаний з усією діяльністю цитоплазми, сприяє цвітінню та формуванню насіння, а також припиненню росту, завдяки чому підвищує їх морозостійкість. У цукрових буряків під дією калію підвищується цукристість.

Кальцій необхідний для росту й розвитку меристеми, входить до складу клітинних стінок рослин, нестача спостерігається на кислих ґрунтах і спричиняє до недорозвинення коренів.

Магній входить до складу хлорофілу, рибосом; відіграє важливу роль у переміщенні фосфатів у рослинах.

Натрій накопичується в органах рослин і гальмує засвоєння рослинами інших катіонів, головним чином кальцію та магнію.

Залізо відіграє важливу роль у фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що розвиваються переважно на коренях бобових рослин. За нестачі заліза на плодкових деревах, винограді, декоративних деревах та кущах з'являються хлорозні листки з блідо-жовтим або пурпуровим забарвленням.

## ***2.6 Орографічні умови як екологічний фактор***

Рельєф місцевості впливає на рослинність опосередковано, що зумовлює загальні закономірності вертикального розподілу рослинності, особливо видового складу фітоценозів. В плакорних умовах Степу розвинені чорноземи, багаті на гумус і зольні елементи, але від умов рельєфу по-різному прогриваються і звожуються на схилах різної орієнтації: південні тепліші і сухіші, ніж північні.

Висота над рівнем моря істотно впливає на ріст і розвиток рослин і рослинного покриву, особливо гірських систем Карпат і Криму. З висотою знижується температура повітря, внаслідок зростання втрати тепла поверхнею ґрунту. При збільшенні висоти над рівнем моря на кожні 100 м середньорічна температура повітря знижується на 0,5 ° С. Цю величину називають вертикальним температурним градієнтом. Основними формами рельєфа є: нанорельєф – дрібні западини, кротовини, у формуванні яких беруть участь тварини, комахи; мікрорельєф – степові блюдця, карстові воронки, дрібні барханчики – навіть незначна їх зміна сприяє зміні рослинності; мезорельєф – балки, яри; макрорельєф представлений плоскими, гірськими хребтами; мегарельєф – включає планетарні форми, системи

Всю різноманітність впливу орографічних умов можна звести до дії декількох факторів.

Рельєф місцевості впливає на рослини опосередковано, зумовлює закономірності вертикального розподілу, особливості видового складу фітоценозів.

В Лісостепу з пересіченим рельєфом збіднюється і послаблюється її ґрунтозахисна роль.

Унаслідок зниження середньорічної температури повітря у гірській місцевості рослини зацвітають на 2-4 дні пізніше і на 5-6 днів раніше визрівають плоди й насіння.

## **2.7 Біотичні фактори та вплив їх на рослинний організм**

На будь-якій ділянці планети живуть живі організми – рослини, тварини, гриби, мікроорганізми. Однак заселеність різних ділянок відрізняється, між організмами складаються взаємовідносини, при яких кожний з них впливає на іншого безпосередньо або внаслідок зміни екологічного середовища. Всю сукупність різноманітних впливів рослин, тварин і мікроорганізмів одним на іншого називають біотичними факторами. За провідним біогенним фактором розрізняють: зоогенні, фітогенні, мікробогенні, а в їхніх межах за характером дії – прямі і опосередковані, антагоністичні і симбіотичні відносини, механічні та хімічні. Біотичні умови пов'язані з поняттям біоценоз.

Рослини знаходяться в тісному зв'язку з рослинними організмами. Всю сукупність живих організмів поділяють на дві групи: фітогенні – вплив вищих і нижчих рослин, та зоогенні – вплив тварин. Біоценоз – сукупність живих організмів взаємозв'язаних і взаємообумовлених загальним обміном речовин та енергії.

Сукупність рослин, що населяють біоценоз, становить фітоценоз, тварин – зооценоз, а мікроорганізмів – мікробоценоз.

### *Фітогенні фактори та їх дія.*

Фітогенні організми та їх дія може бути різними: контактні (переплітання гілок), фізіологічні (паразитизм, алелопатія), непрямий взаємовплив між рослинами відбувається через ґрунтову флору і фауну, зміну ґрунтового та водного складу тощо.

Паразитизм – це одна із форм співжиття різних видів рослин, з яких один живе за рахунок іншого. Паразитизм буває постійний і тимчасовий. Серед паразитів є бактерії, гриби і рослини.

Понад 300 видів паразитних бактерій розвиваються на культивованих і дикорослих видах рослин. (бактеріоз сорго, проса, пшениці й кукурудзи).

Напівпаразитизм – явища, при яких напівпаразити – рослини, що поселяються на інших, за яких частково живляться, частково самостійно виробляють поживні речовини, необхідні для їхнього розвитку (омела біла).

Симбіоз – форма співжиття різних організмів, від якого обидва компоненти одержують взаємну вигоду (симбіоз бобових рослин з азотфіксуючими бактеріями, що поселяються на їхніх коренях).

Рослини – сапрофіти, їхній вплив на довкілля ґрунтується на базі живлення, але на відміну від рослин паразитів, сапрофіти використовують для живлення організму сполуки не живих рослин (чи тварин), а їхніх відмерлих решток. Сапрофіти впливають на інші рослини шляхом мінералізації рослинних решток і збагачення фітоценозіві азотом та зольними елементами. Понад 70 % рослин, що входять до складу фітоценозів, використовують поживні речовини, вилучені сапрофітними грибами з зопалих листків, гілок, стовбурів, плодів.

Помітно впливають одні види рослин на інші шляхом хімічної дії стимулюючих або гальмуючих ріст розвитку речовин, що виділяють рослини, тобто алелопатичним способом.

Деревні рослини можуть знезаражувати повітря, знищуючи шкідливі мікроорганізми, завдяки фітонцидним властивостям, виділяючи активні леткі речовини.

За *фітонцидністю* деревні рослини поділено на п'ять груп. До найфітонцидніших віднесено дуб звичайний та клен гостролистий. Чисельною є група сильнофітонцидних рослин – сосна звичайна, ялина звичайна, яловець звичайний, береза повисла та пухнаста, тополя тремтяча, черемха звичайна, ліщина звичайна, малина звичайна та чорниця звичайна. Не менш чисельною є група середньофітонцидних рослин – модрина європейська, сибірська та Кемпфера, сосни кедрові європейська, сибірська та корейська, ясен звичайний, липа серцелиста, вільха чорна, горобина звичайна, карагана деревоподібна, бузок звичайний, жимолость татарська. Малочисельними є групи слабофітонцидних (в'язи гладкий і шорсткий, бруслина бородавчаста) та найменш фітонцидних рослин (бузина червона та крушина ламка).

#### *Вплив тварин на рослинність*

Птахи, з одного боку, поїдають плоди і насіння, з іншого боку, знищують шкідливих комах. Комахи сприяють поширенню плодів і насіння, беруть участь у запиленні квіток.

Травоїдні тварини пристосувалися до співжиття з рослинами, без їхньої участі вже не можуть жити. Внаслідок стравлювання травостою видовий склад стає біднішим, випадають цінні кормові види, з'являються бур'яни, зростає частка дерновинних видів, знижується продуктивність угідь.

## **2.8 Антропогенний фактор**

Всі люди, що населяють нашу планету належать до одного виду – людина розумна. Ми з запізненням почали розуміти, що наша планета – це замкнута екологічна система з обмеженими простором і запасами енергії, ми використовуємо її ресурси швидше, ніж природа може їх відновити. Ріст чисельності населення лежить в основі більшості наших екологічних проблем.

Першу відчутну дію людини на оточуюче середовище людина здійснила в неоліті, перейшовши до хліборобства і скотарства (6-4 тис. р. до н.е.). Антиропогенний вплив проявляється через осушення боліт і заболочених земель, внаслідок якого знижується або підвищується рівень ґрунтових вод, змінюється повітряний і тепловий режим, а також рослинний покрив. Внаслідок масового вирубування численних деревостанів лісів, порушується екологічна рівновага екосистем, змінюється флористичний склад лісу – із травостою зникають гігрофіти, зростає частка із ксеноморфною структурою. Стали поширюватися нові рослини, до них належать представники родів Лобода, зірочник середній, грицики звичайні та ін.. Поширилися також види із інших континентів: галінсога дрібноцвіта, батьківщина якої Перу.

## **2.9 Життєві форми рослин як результат адаптації до факторів оточуючого середовища**

Термін «життєва форма» був введений в 80-х роках минулого століття відомим датським ботаніком Е. Вармінгом, який розумів під ним «форму, в якій вегетативне тіло рослин (індивіда) знаходиться в гармонії із зовнішнім середовищем протягом всього життя...від насінини до відмирання».

Крім габитусу (лат. *habitus* – зовнішність), життєва форма характеризується фізіологічними властивостями: листопадністю, ритмом розвитку, тривалістю життя тощо.

Відомий радянський ботанік-еколог Б. Келлер (1933) вважав, що під цим терміном необхідно розуміти певну систему екологічних пристосувань, тісно пов'язаних з організаційним типом рослин, з належністю його до певного класу, родини, а часто і роду.

А. Шенников (1962) вважав, що життєві форми – систематичні одиниці в екології, тобто в екологічній географії. В. Алехин (1944), Таким чином, життєві форми, як типи пристосувальних структур. демонструють, із одного боку, – різноманітні шляхи пристосувань різних видів рослин, а з іншою – можливість подібності цих шляхів у рослин неспоріднених таксонів.



Класифікація життєвих форм основана на структурі вегетативних органів і відображає паралельні і конвергентні шляхи екологічної еволюції.

Найбільшою популярністю серед ботаніків і неспеціалістів користується класифікація життєвих форм, запропонована крупним датським ботаніком К. Раункієром. В основі лежить положення бруньок відновлення на рослині по отношению до рівня субстрату і снігового покриву. Раункієр пов'язав це з захистом бруньок в несприятливий період року. Ця класифікація наочно демонструє позональну еволюцію життєвих форм покритонасінних – від дерев до трав (Одум, 1986).

По Раункієру, життєві форми рослин можна поділити на п'ять головних типів: фанерофіти (Ph), хамефіти (Ch), гемікриптофіти (Hh), криптофіти (K) і терофіти (Th).

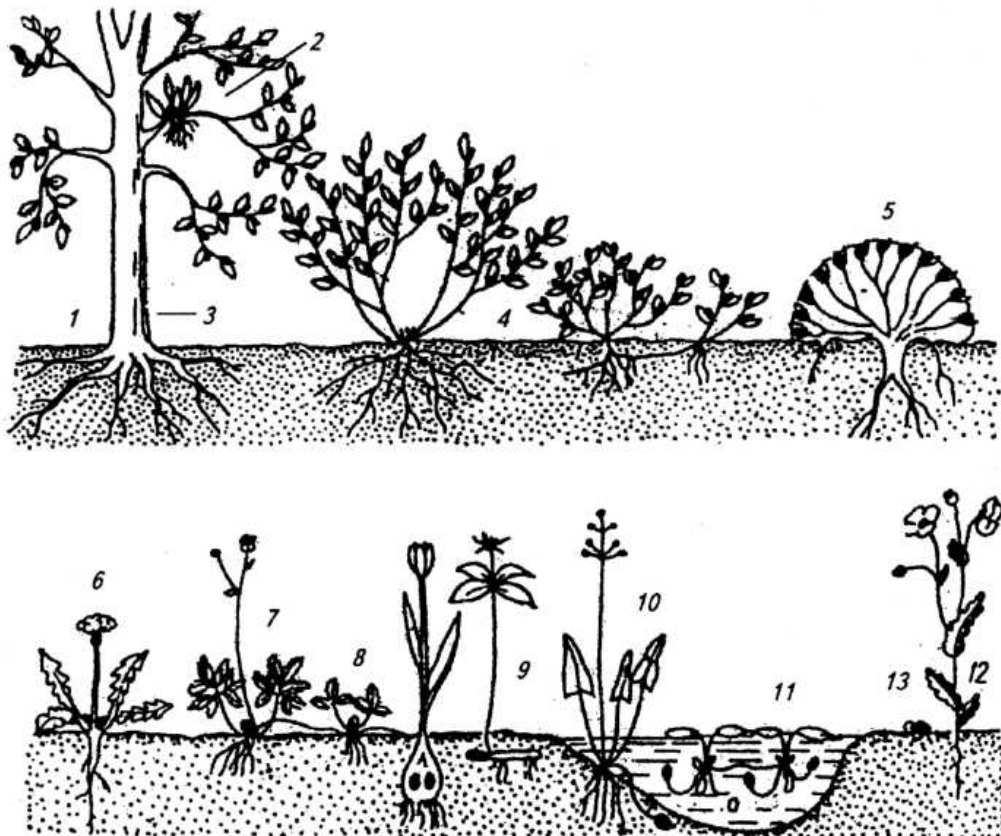


Рис. Класифікація життєвих форм за Раункієром (1934)

1. Фанерофіти. Бруньки відновлення або верхівки пагонів розміщені протягом несприятливого періоду року більш-менш високо в повітрі і знаходяться під дією несприятливих погодних умов (дерева, кущі, дерев'янисті ліани, епіфіти). Мають брунькові луски. Серд них виділяють підтипи залежно від висоти рослин:

- □ Мегафанерофіти (дерева вище 30-ти м висоти) та мезофанерофіти (дерева від 8-ми до 30-ти м висотою).

- Вічнозелені, бруньки без брунькових лусок.
- Вічнозелені, бруньки з бруньковими лусками.
- Листопадні, бруньки з бруньковими лусками.
- Мікрофанерофіти (дерева і кущі від 2-х до 8-ми м висотою).
- Вічнозелені, бруньки без брунькових лусок.
- Вічнозелені, бруньки з бруньковими лусками.
- Листопадні, бруньки з бруньковими лусками
- Нанофанерофіти (кущі менші 2-х м висотою) і трав'янисті фанерофіти.

- Вічнозелені, бруньки без брунькових лусок.
- Вічнозелені, бруньки з бруньковими лусками.
- Листопадні, бруньки з бруньковими лусками
- Трав'янисті фанерофіти.

2. Хамефіти. Бруньки відновлення біля поверхні ґрунту чи не вище 20–30-ти см. Взимку покриті сніговим покривом. Поділяються на 4 підтипи:

- Кущики і напівкущики; надземні пагони ортотропні, більш-менш припіднімаючі, не утворюють подушки.
- Пасивні хамефіти; надземні пагони ортотропні, але лежать на землі внаслідок своєї маси.
- Активні хамефіти; надземні пагони плагіотропні, стелючі по землі.
- Подушкоподібні рослини.

3. Гемікриптофіти – зазвичай трав'янисті рослини; бруньки відновлення або верхівки пагонів на поверхні ґрунту, часто прикриті підстилкою. Включають ряд підтипів:

- Рослини без листових розеток:
- Рослини напіврозеточні, з листовою розеткою внизу і з надземним олистненим пагоном:
- Рослини розеточні, з листовою розеткою внизу, з безлистковим або слабоолистненим надземним пагоном, з симподіальним галузненням.
- Рослини з надземними моноподіальними пагонами і пластинчастими листками, але без лусок
- Пагін моноподіальний з пластинчастими листками і з лусками
- Пагін моноподіальний з лусками

4. Криптофіти. Бруньки відновлення або верхівки пагонів знаходяться в ґрунт або під водою. сохранияються в почве или под водой. Поділяють на ряд підтипів.

- Геофіти (від грец. geo— земля) – бруньки відновлення знаходяться над землею.
- Гелофіти і гідрофіти (від греч. helos — болото, hydor— вода); бруньки знаходяться під водою.

- Гелофіти – вегетативні пагони піднімаються над поверхнею води.
- Гідрофіти – вегетативні пагони занурені в воду.

5. Терофіти. Особлива група; представлені однорічниками, у яких всі вегетативні частини відмирають до кінця сезону і зимуючих бруньок не залишається, – ці рослини відновлення на наступний рік із насіння, які перезимували чи витримали сухий період на ґрунті чи в ґрунті

Під життєвою формою як одиницю екологічної класифікації И. Г. Серебряков розумів сукупність дорослин генеративних особин даного виду при певних умовах існування, мають своєрідний габітус, включаючи надземні і підземні органи. Він виділив 4 відділи життєвих форм:

А. Деревні рослини: дерева; кущі; кущики.

Б. Напівдеревні рослин: напівкущі; напівкущики.

В. Наземні трави: полікарпічні трави (багаторічні трави); монокарпічні трави.

Г. Водні трави: земноводні трави; плаваючі і підводні трави.

## ***2.10. Практичне використання даних аутоекології рослин. Біоіндикація і біотестування***

Найбільш яскравими прикладами практичного використання даних екології рослин є біоіндикація і біотестування.

Біоіндикацією називають оцінку якості середовища існування та окремих характеристик за станом його біоти в природних умовах (Криволуцкий, 1990).

Біоіндикатори (від біо і лат. *indico* – вказую, визначаю) – організми, наявність, кількість або особливості розвитку яких слугують показниками природних процесів, умов або антропогенних змін середовища існування.

Живі організми, як індикатори мають переваги:

- в умовах хронічних антропогенного навантаження можуть реагувати навіть на відносно незначну дію завдяки кумулятивного ефекту;

- відображають стан оточуючого середовищем в цілому;

- виключають необхідність реєстрації хімічних і фізичних параметрів, які характеризують стан навколишнього середовища;

- фіксують швидкість змін, які відбуваються;

- розкривають тенденції розвитку природного середовища;

- вказують шляхи і місця накопичення в екологічних системах різного виду забруднень і отрут, можливі шляхи їх потрапляння в організм людини (Биологический контроль, 2007).

Залежно від реакції біоіндикатори поділяють на чутливі і кумулятивні. Чутливі біоіндикатори реагують на стрес значним відхиленням від життєвих норм, а кумулятивні накопичують

антропогенний вплив, який значно перевищують нормальний рівень у природі, без видимих змін.

Ідеальний біологічний індикатор повинен задовольняти ряд вимог:

- бути типовим для даних умов;
- мати високу чисельність в екотопі, який досліджується;
- існувати в даному місці протягом ряду років, що дає можливість прослідкувати динаміку забруднення;
- знаходитися в умовах, зручних для відбору проб;
- давати можливість проводити прямі аналізи без попереднього концентрування проб;
- характеризуватися позитивною кореляцією між концентрацією забруднюючих речовин в організмі-індикаторі і об'єкті дослідження;
- використовуватися в природних умовах його існування;
- мати короткий період онтогенеза, щоб була можливість слідкування за впливом фактора на наступне покоління;
- зворотня реакція біоіндикатора на певний фізичний або хімічний вплив повинна бути чітко виражена, тобто специфічна, легко реєструватися візуально чи за допомогою обладнання.

Виділяють дві форми відповіді живих організмів, що використовують для біоіндикації – специфічну і неспецифічну. В першому випадку зміни пов'язані з дією одного фактора, а при неспецифічній – з комплексом діючих факторів.

Біоіндикація может проводитися на різних рівнях організації живого. Наприклад, на рівні популяції біоіндикація проводиться в тому випадку, коли процес поширення негативних змін охоплює таку кількість особин, при якому помітно скорочення чисельності популяції, зміни її статевовікової структури, скорочується тривалість життя, відбувається зміщення фенологічних фаз тощо. Екосистемний підхід до оцінки середовища дає можливість ранньої діагностики її змін. Сигналом тривоги є розбалансування продукційно-деструкційних процесів. Діагностичними ознаками таких здвигів є, наприклад, накопичення органічної речовини, замулення, заростання водойм тощо.

За допомогою рослин можна проводити біоіндикацію всіх природних середовищ. Індикаторні рослини використовують при оцінці механічного і кислотного складу ґрунту, їх родючості, зволоження і засоленості, ступеню мінералізації ґрунтових вод і забруднення атмосферного повітря газоподібними сполуками, а також при виявленні трофічних властивостей водойм, ступеню їх забруднення поллютантами. Наприклад, на вміст в ґрунті свинцю вказують види польовиці; цинку – види фіалки і глуха кропива; міді і кобальту – смольовки, багато злаків і мохи.

Б. В. Виноградов класифікував індикаторні ознаки рослин на фло

ристичні, фізіологічні, морфологічні і фітоценотичні. Флористичними ознаками є різний склад рослинності ділянок, які сформувалися внаслідок певних екологічних умов. Індикаторне значення має як присутність, так і відсутність виду. До фізіологічним ознакам належать особливості обміну речовин рослин, до анатомо-морфологічних ознак – особливості внутрішньої і зовнішньої будови, різні аномалії розвитку і новоутворення, до фітоценотичних ознак – особливості структури рослинного покриву: рясність, ярусність, мозаїчність, ступінь зімкнутості.

Дуже часто з метою біоіндикації використовують різні аномалії росту і розвитку рослин – відхилення від загальних закономірностей.

Для біоіндикації використовують такі морфологічні зміни рослин:

1. Зміна забарвлення листків:
2. Некрози:
3. Деформації рослин:
4. Передчасне в'янення.
5. Дефоліація
6. Зміна розмірів органів
7. Зміна форми, кількості і положення органів.
8. Зміна життєвої форми рослин.
9. Зміна життєвості.
10. Зміна родючості.

Таблиця

#### Приклади біоіндикації

№	Властивість середовища	Індикатор
Почва		
1	Надлишок кальцію	Живокість польова, гірчиця польова, жовтець польовий, печіночниця благородна
2	Нестача кальція	Волошка синя, редька дика, майник дволистий, орляк, вереск, фіалка
3	Надлишок азота	Кропива дводомна, лопух велика, лобода біла, чистотіл, малина
4	Нестача азота	Росянка круглолисна, дрок фарбувальний
5	Засолення	Солерос, солодка гола, тамарикс, буркун
6	Нестача вологи	Очоток їдкий, гвоздика, вівсяниця, польовиця
7	Надлишкове	Чорниця, рунянка, сфагнум,

	зволоження	калюжниця, комиш лісовий
8	Деградація ґрунту	Спориш, перстач, кульбаба лікарська, подорожник, одуванчик
9	Родючі ґрунти	Кислиця, вороняче око, кропива дводомна
Вода		
10	Чиста вода	Водяний горіх, наяда
11	Забруднена вода	Ряска, роголисник, евглена, хламідомонада
Повітря		
12	Чисте повітря	Епіфітні лишайники
13	Забруднене повітря	Лишайникова пустеля – вміст SO <sub>2</sub> > 3 мг / дм <sup>3</sup> Толерантні лишайники (ксанторія) — вміст SO <sub>2</sub> 2-0, 2-0,05 мг / дм <sup>3</sup> Пармелія, уснея – вміст SO <sub>2</sub> -<0,05 мг / дм <sup>3</sup>

Крім вибору біотеста важливо підібрати тест-реакцію того параметру організму, який визначається при тестуванні. Найбільш інформативні інтегральні параметри: (виживаємість, плодовитість, ріст), тоді як фізіологічні, біохімічні, гістологічні та інші параметри належать до окремих. Для популяцій інтегральними параметрами є чисельність і біомаса, а для екосистем – характеристики видового складу, активність продукції і деструкція органічної речовини.

Існують основні підходи (методи) до біотестування:

- Біохімічний;
- Цитогенетичний;
- Морфологічний;
- Физиологический;
- Біофізический

Віковий стан рослин

Віковий або онтогенетичний стан особин – це етап її онтогенезу, в якому він характеризується певним відношенням із середовищем.

Повний онтогенез, або великий життєвий цикл рослин, включає всі етапи розвитку особин – від виникнення зародка до її смерті або до повного відмирання всіх поколінь її вегетативно виниклого потомства. Для рослинних популяцій прийнято виділяти 9 вікових станів,

Вікові стани вівсяниці лучної (А), волошки сибірської (Б):

- р — проростки; j — ювенільні рослини; ім — іматурні;
- v — віргінільні; g1 — молоді генеративні;

g2 — середньовікові генеративні; g3 — старі генеративні;

ss — субсенільні; s — сенільні

*Проростки* мають мішане живлення за рахунок запасних речовин насіння і власної асиміляції. Це маленькі рослини, для яких характерні зародкові структури: сем'ядолі, зародкового кореня і одноосного пагона з невеликими листками, які мають простішу будову, ніж дорослі рослини.

Ювенільні рослини переходять до самостійного живлення. У них відсутні сім'ядолі, але організація ще проста, часто зберігається одноосність і листки іншої форми і меншого розміру, ніж у дорослих.

Іматурні рослини мають ознаки і властивості, перехідні від ювенільних рослин до дорослим вегетативним. У них часто розпочинається галуження пагона, що призводить до збільшення фотосинтетичного апарата.

Віргінільні рослини готові до відновлення потомства, але ще не розмножуються статевим шляхом.

Перехід рослин у генеративний період визначається не лише появою квіток і плодів, але і глибокою внутрішньою біохімічною і фізіологічною перебудовою організму.

Молоді генеративні рослини зацвітають, утворюють плоди, відбувається формування дорослих структур. В деякі роки можуть бути перерви цвітіння.

Середньовікові генеративні рослини зазвичай досягають найбільшої маси, мають найбільший щорічний приріст і насіннєву продукцію, також можуть мати перерву в цвітінні. В цьому віковому стані у клоноутворюючих видів часто проявляється дезінтеграція особин, виникають клони.

Старі генеративні рослини характеризуються різким зниженням репродуктивної функції, ослабленням процесів пагоно- і коренеутворення. Процеси відмирання починають переважати над процесами новоутворення, посилюється дезінтеграція.

Старі вегетативні (субсенільні) рослини характеризуються відсутністю плодоношення, зниженням потужності, посиленням деструктивних процесів, ослабленням зв'язків між пагоновими і корневими системами, можливе упрощення життєвої форми, появою листків іматурного типу.

Сенільні рослини характеризуються крайньою дряхлістю, зменшенням розмірів, при відновленні реалізуються деякі бруньки, вторинно появляються деякі ювенільні риси (форма листків, характер пагонів тощо).

Відмираючі особини – крайня ступінь вираження сенільного стану, коли у рослин залишаються живими лише деякі тканини і в окремих випадках –

сплячі бруньки, які не можуть розвивати надземні па **укупна дія екологічних факторів**.

### *2.10 Загальні закономірності дії екологічних факторів*

Навколишнє середовище, в якому живуть організми, є сукупність різноманітних екологічних факторів, які ще й до того проявляються в різних дозах. Важко собі уявити, щоби організм сприймав кожен фактор окремо. У природі організм реагує на дію всієї сукупності факторів. Так само і ми, читаючи зараз цю книжку, мимоволі сприймаємо сукупність тих факторів середовища, що на нас діють. Ми не усвідомлюємо, що перебуваємо в певних температурних умовах, в умовах вологості, земного тяжіння, електромагнітного поля Землі, освітленості, певного хімічного складу повітря, шуму і т. ін. На нас діє одразу велика кількість факторів. Якщо ми вибрали хороші умови для читання книги, то й на дію факторів ми не будемо звертати уваги. А уявіть собі, що в цей момент один із факторів різко змінився і став недостатнім (нехай стало темно) або занадто сильно почав діяти на нас (наприклад, стало у кімнаті дуже спекотно або шумно). Тоді вже ми по-іншому будемо реагувати на весь комплекс факторів, що нас оточують. Хоча більшість факторів впливатимуть в оптимальних дозах, це вже нас не буде задовольняти. Таким чином, комплексна дія екологічних факторів не є простою сумою дії кожного з них. У різних випадках одні фактори можуть підсилювати сприйняття інших (*констеляція факторів*), а то й послаблювати їхню дію (*лімітуюча дія факторів*).

Тривала сукупна дія екологічних факторів викликає в організмів певні пристосування і навіть анатомо-морфологічні зміни в будові тіла. Поєднання тільки двох основних факторів вологості та температури, та ще й різних доз, зумовлює на суходолі в глобальних масштабах різні типи клімату, що, в свою чергу, формує певну рослинність, ландшафти.

Маючи елементарні знання з природознавства можна здогадатися, що в умовах низьких температур та високої вологості формується зона тундри, при високих вологості та температурі - зона вологих тропічних лісів, при високій температурі та низькій вологості - зона пустель.

Попарне поєднання інших факторів і їх тривала дія на організми може спричинювати певні анатомо-морфологічні зміни в організмах. Так, наприклад, було помічено, що у риб (оселедці, тріска та ін.), які мешкають у водоймах з високою солоністю та низькими температурами зростає число хребців (у хвостовій частині скелета); це служить пристосуванням до рухів у більш щільному середовищі (*правило Жордана*).



Є також інші узагальнення щодо комплексної тривалої дії факторів на організми в глобальних масштабах. Вони більше відомі як зоогеографічні правила, або закони.

*Правило Глогера (1833)* стверджує, що географічні раси тварин, які мешкають у теплих та вологих зонах, мають більш інтенсивну пігментацію тіла (найчастіше чорну або темно-коричневу), ніж мешканці холодних та сухих регіонів (світле або біле забарвлення).

*Правило Гессе* зазначає, що особини популяцій тварин у північних районах характеризуються відносно більшою масою серця порівняно з особинами південних місць.

Як уже було зазначено, фактори ніколи не діють на організм окремо один від одного і їхня сукупна дія ніколи не є простою сумою дії кожного з них. Часто трапляється так, що при сукупній дії факторів дія кожного може посилитися. Загальновідомо, що великі морози в суху погоду переносяться легше, ніж невеликі у вологу погоду. Так само відчуття холоду буде більшим під час теплого літнього дощичку, але при наявності вітру, ніж у безвітряну погоду. Спека тяжче переноситься при підвищеній вологості повітря, ніж при сухому повітрі.

### **Лімітуючі фактори. Закон Лібіха.**

Протилежне до ефекту сукупної дії факторів є обмеження сприйняття одних факторів через інші. Це явище було відкрито в 1840 році німецьким агрохіміком Ю. Лібіхом. Вивчаючи умови, за яких можна добитися високих врожаїв зернових культур, Лібіх показав, що від речовини, концентрація якої знаходиться в мінімумі, залежить ріст рослин, величина та стійкість їхнього врожаю. Тобто Ю. Лібіх встановив, що врожай зерна часто лімітується не тими поживними речовинами, які потрібні в великих кількостях, такими, як, наприклад, двооксид карбону, нітрогену та вода, а тими, які потрібні в малих кількостях (наприклад, бор), але яких мало. Цей принцип отримав назву *Закону мінімуму Лібіха: стійкість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб.*

Встановлений експериментально на рослинах закон Лібіха в подальшому став застосовуватися ширше. Деякі автори розширили коло факторів, які можуть лімітувати біологічні процеси в природі, і до поживних речовин віднесли ряд інших факторів, як наприклад, температуру і час.

Практика показала, що для успішного застосування закону Лібіха до нього треба додати два допоміжні принципи.

Перший - обмежувальний; закон Лібіха може бути застосований тільки в умовах стаціонарного стану, тобто коли надходження енергії та речовин збалансовано з їхнім відтоком.

Інший допоміжний принцип стосується взаємозаміни факторів. Так, висока концентрація чи доступність якоїсь речовини або дія іншого

фактора може змінити споживання мінімальної поживної речовини. Іноді трапляється так, що організм здатний замінити речовину, якої не вистачає, на іншу, хімічно близьку та достатньо представлену в навколишньому середовищі. Цей принцип ліг в основу *Закону компенсації факторів (Закон взаємозамінності факторів)*, який ще відомий за ім'ям автора Е. Рюбеля з 1930 р. Так, молоски, які живуть у місцях, де багато стронцію, частково використовують його для побудови своїх стулок (мушлі) при дефіциті кальцію. Недостатня освітленість теплиці може бути компенсована або збільшенням концентрації двооксиду вуглецю, або стимулювальною дією деяких біологічно активних речовин (напр., гіберелінів - стимуляторів росту).

Але при цьому не варто забувати про існування *Закону незамінності фундаментальних факторів (або Закону Вільямса, 1949)*. Згідно з ним *повна відсутність у довкіллі фундаментальних екологічних факторів (світла, води, двооксиду вуглецю, поживних речовин) не може бути замінена (компенсована) іншими факторами*.

Лімітуючим (обмежувальним) фактором, як з'ясувалося в подальшому, може бути не тільки той, який знаходиться в мінімумі, а навіть і той, що наявний в надлишку (верхня доза толерантності). І мінімальна, і максимальна дози якогось фактора (на межі толерантності) обмежують сприйняття оптимальних доз інших факторів. Тобто будь-який дискомфортний фактор не сприяє нормальному сприйманню інших оптимальних факторів.

Отже, *Закон толерантності (закон Шелфорда) можна визначити так: лімітуючим (обмежувальним) фактором процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до цього фактора*.

Однак при всьому цьому слід враховувати ще один етап вивчення сукупної дії факторів. У 1909 році німецький агрохімік та фізіолог рослин А. Мітчерліх провів після Лібіха ряд дослідів і показав, що *кількість врожаю залежить не тільки від якого-небудь одного (нехай навіть лімітуючого) фактора, але від всієї сукупності чинних факторів водночас*. Ця закономірність була названа *Законом ефективності факторів*, але в 1918 році Б. Бауле перейменував його в *Закон сукупної дії природних факторів* (тому іноді його називають *Законом Мітчерліха-Бауле*). Таким чином, встановлено, що в природі один екологічний фактор може діяти на інший. Тому успіх виду в навколишньому середовищі залежить від взаємодії факторів. Наприклад, підвищена температура сприяє більшому випаровуванню вологи, а зменшення освітленості зумовлює зниження потреб рослин в цинку та ін. Цей закон може розглядатися як поправка до закону мінімуму Лібіха.

Організми підтримують із середовищем певну рівновагу за допомогою саморегуляції. ***Здатність організмів (як і популяцій, екосистем) підтримувати свої властивості на певному, достатньо стабільному рівні називають гомеостазом.***

Отже, присутність і процвітання певного виду в середовищі існування зумовлена його взаємодією з цілим комплексом екологічних факторів. Недостатня або надмірна інтенсивність дії будь-якого з них унеможливають процвітання та саме існування окремих видів. гони.

### Список використаної літератури

1. Білявський Г. Основи екології : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г. Білявський, Р. Фурдуй, І. Костіков. – К.: Либідь, 2004. – 406 с.
- 2 Гетьман А. П. Екологічне право України / А. П. Гетьман, М. Шульга Харків: Право, 2005.
3. Заверуха Н. Основи екології : навчальний посібник для вищих навчальних закладів / Н. Заверуха, В. Серебряков, Ю. Скиба,. – К.: Каравела, 2006. – 365 с.
4. Запольський А. Основи екології : підручник для студентів техніко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / А. Запольський, А. Салюк ; ред. К. М. Ситник. – К. : Вища школа, 2003. – 357 с.
5. Корсак К. Основи екології : навчальний посібник / К. Корсак, О. Плахотнік. – 3-тє вид., перероб. і доп.. – К.: МАУП, 2002. – 294 с.
6. Основи екології : навчальний посібник для вищих навчальних закладів / О. М. Адаменко, Я. В. Коденко, Л. М. Консевич ; Ін-т менеджменту та економіки "Галицька академія". – 2-е вид.. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. - 314 с.
7. Основи екології та екологічного права : навчальний посібник / Ю. Бойчук, М. Шульга, Д. Цалін, В. Дем'яненко ; за ред. Ю. Бойчука, М. Шульги. – Суми: Університетська книга, 2004. - 351 с.
8. Сухарев С. Основи екології та охорони довкілля : навчальний посібник / С. Сухарев ; Мін-во освіти і науки України ; Ужгородський нац. ун-т. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 391 с.
9. Царенко О. Основи екології та економіка природокористування : навч. посібн. для студ. вузів / О. Царенко, О. Несветов, М. Кадацький. – 2-е вид., стереотипне. – Суми : Університетська книга, 2004. – 399 с.
10. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії / М. М. Барна. – К., 1997.
10. Мороз І. В. Ботаніка з основами екології / І. В. Мороз, Б. К. Гришко-Богменко. – К., 1994.
11. Сытник К. М. Биосфера. Экология. Охрана природы / К. М. Сытник, А. В. Брайон, А. В. Гордецкий. – К., 1987.
12. Дидух Я. П. Проблемы развития фитоэкологии в Украине / Я. П. Дидух // Ботаника и микология на пути в третье тысячелетие : межд. сб. научн. статей, посвященных 70-летию со дня рождения академика К. М. Сытника. – К. : Институт ботаники НАНУ, 1996. – С. 129-140.
15. Афанасьева Н. Б. Введение в экологию растений : учеб. пособие / Н. Б. Афанасьева, Н. А. Березина. – М. : Изд-во МГУ, 2011. – 800 с.

16. Березина Н. А. Экология растений / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. – М.: Академия, 2009. – 400 с.
17. Биогеоценологические исследования в широколиственно-еловых лесах / ред. Н. В. Дылис. – М.: Наука, 1971. – 333 с.
18. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1995. 348 с.
19. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / ред. О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева. – М.: Академия, 2010. – 288 с.
20. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсева и др.] ; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
21. Быков Б. А. Геоботаника / Б. А. Быков. – 2-е изд., испр. – Алма-Ата, 1957. – 367 с.
22. Виноградов Б. В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов / Б. В. Виноградов. – М.: Высшая школа, 1964. – 328 с.
23. Воронов А. Г. Геоботаника : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов / А. Г. Воронов. – изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 1973. – 384 с.
24. Галанин А. В. Влияние фитогенного поля на распределение растений / А. В. Галанин // Экология. – 1980. – № 6. – С. 76-78.
25. Голубець М. А. Екологія / М. А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 315 с.
26. Горышина Т. К. Экология растений : учеб. пособие / Т. К. Горышина. – М.: Высшая школа, 1979. – 368 с.
27. Грачева Л. В. Влияние роющей деятельности крота (*Talpa europaea*) в формировании биотического разнообразия в аренных борах степного Придніпров'я / Л. В. Грачева, Е. А. Лукацкая, А. Е. Пахомов // Уч. зап. Таврич. ун-та. — 2001. — Т. 14 (53). — С. 95–102.
28. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ / А. М. Гродзинский. – Киев : Наук. думка, 1965. — 200 с.
29. Гроховська Ю. Р. Фітоіндикація антропогенного забруднення водних екосистем : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. сільськогосп. наук: спец. 03.00.16 «Екологія». – Київ, 2002. – 19 с.
30. Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь / И. И. Дедю. – Кишинев : Глав. ред. Молд. Совет. Энциклопедии, 1990. – 408 с.
31. Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних режимів рослинних угруповань урочища Холодний Яр (Черкаська область) / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта, К. В. Чумак // Український ботанічний журнал – 1992. – Т. 49. – № 1. – С. 17-22.

32. Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта. – К. : Наук. думка, 1994. – 280 с.
33. Докучаев В. В. Лекции о почвоведении / В. В. Докучаев // Хуторянин. — 1900. — № 25–30. — С. 363-445.
34. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / И. Г. Емельянов – К., 1999. – 168 с.

Навчальне видання

**Миколайчук Віра Георгіївна**

# **ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ РОСЛИН**

Курс лекцій

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк. 8,7

Тираж 50. Зам. №\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.