

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ

**Ірина Комарова  
Наталія Ахматова**

# **ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН**

## **КУРС ЛЕКЦІЙ**

(для студентів спеціальності 101 Екологія, 014 Середня освіта)

КРИВИЙ РІГ 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра біології та екології**

Ірина Комарова  
Наталія Ахматова

**ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН  
КУРС ЛЕКЦІЙ**

(для студентів спеціальності 101 Екологія, 014 Середня освіта)

**КРИВИЙ РІГ 2024**

УДК 581.5(075.8)+574.3

«Екологія рослин» курс лекцій. (для студентів спеціальності 101 Екологія, 014 Середня освіта) / уклад. І. Комарова, Н. Ахматова. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2024. 109 с.

Конспект лекцій містить особливості структури теоретичного курсу, висвітлені питання різноманітності екологічних факторів та їх впливу на рослини, ключові морфологічні й фізіологічні прояви пристосувань рослин до різних екологічних умов та класифікації рослин. Представлені відомості про екологічні групи рослин та їхню індикаторну роль для визначення особливостей місцезростань. Конспект лекцій містить перелік питань для самоперевірки.

Рекомендовано для здобувачів природничих спеціальностей закладів вищої освіти, які вивчають курс «Екологія рослин».

Укладачі: кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Ірина Комарова, асистент кафедри біології та екології Наталія Ахматова

Рецензенти:

Кандидат біологічних наук, доцент Е. О. Євтушенко

Кандидат біологічних наук, доцент Т. М. Альохіна

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради  
Природничого факультету КДПУ  
(протокол № 6 від 26.12.2024р.)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>		<b>5</b>
	<b>ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ.....</b>	<b>6</b>
<b>Модуль 1.</b>	<b>Екологія рослин як наука. Екологічні фактори.....</b>	<b>7</b>
Тема 1.	Екологія рослин як наука. Оточуюче середовище. Умови існування. Поняття про екологічні фактори.....	7
<b>Модуль 2.</b>	<b>Абіотична складова оточуючого середовища та її роль у житті рослин.....</b>	<b>19</b>
Тема 2.	Тепло як екологічний фактор та його роль у житті рослин.....	19
Тема 3.	Вода як екологічний фактор та її роль у житті рослин.....	25
Тема 4.	Світло та його екологічне значення у житті рослин. Сонячна радіація.....	34
Тема 5.	Ґрунт та рельєф, їх роль у житті рослин.....	45
<b>Модуль 3.</b>	<b>Біотична складова оточуючого середовища та її роль у житті рослин.....</b>	<b>60</b>
Тема 6.	Біотичні фактори у житті рослин.....	60
Тема 7.	Життєві форми рослин. Типи класифікації.....	72
Тема 8.	Антропогенний вплив на рослини.....	80
	<b>ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ .....</b>	<b>88</b>
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>90</b>

## ВСТУП

Основним змістом курсу «Екологія рослин» є вивчення закономірностей взаємодії рослин з факторами оточуючого середовища та їх адаптивними реакціями на зміни показників цих факторів. Особлива увага приділяється висвітленню функцій рослин за дії різних екологічних факторів – абіотичних, біотичних та антропогенних. Виділені життєві форми рослин та їх адаптації, пов'язані з виживанням рослин при несприятливій дії екологічних факторів.

**Мета** навчальної дисципліни «Екологія рослин» – сформувані загальні уявлення про взаємозв'язки рослин не лише з їх середовищем існування, а й всередині рослинних угруповань; закономірностями взаємодії з факторами оточуючого середовища та адаптивними реакціями рослин на зміни показників цих факторів; особливості антропогенного впливу на рослини.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти повинні **знати**: класифікацію екологічних факторів та закономірності динаміки їх впливу на рослини; закономірності розподілу рослинності у ландшафтах залежно від провідних екологічних факторів; біотичну складову оточуючого середовища та її роль у житті рослин; життєві форми рослин, типи їх класифікацій; антропогенний вплив на рослини.

По завершенню курсу здобувачі освіти повинні **вміти**: характеризувати фітоценози за певними видами рослин, які обумовлюють його флористичний склад; визначати життєві форми рослин й аналізувати їхню роль у формуванні фітоценозу; класифікувати й характеризувати екологічні фактори: абіотичні, біотичні й антропічні; визначати флористичну й центичну значимість заповідних територій; використовувати еколого-фітоценологічну класифікацію за методом Браун-Бланке на основі яких розробляються схеми синтаксономічних одиниць рослинності; розуміти вплив біотичних чинників на основні доміанти фітоценозів за різними ботаніко-географічними зонами України; визначати вплив екологічних чинників абіотичного середовища на анатомо-морфологічні особливості будови вегетативних та генеративних органів рослин.

**Методи навчання.** При вивченні дисципліни «Екологія рослин» використовують такі методи навчання, як словесні, наочні, пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемного викладення матеріалу, частково-пошукові, дослідницькі; організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності, стимулювання навчальної діяльності, контролю і самоконтролю; загальнонаукові, спеціальні і конкретно наукові. Кращому засвоєнню навчального матеріалу сприяє використання мультимедійних і цифрових технологій.

## ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№	Тема	Кількість годин
<b>Модуль 1. Екологія рослин як наука. Екологічні фактори.</b>		
1	Екологія рослин як наука. Оточуюче середовище. Умови існування. Поняття про екологічні фактори	4
<b>Модуль 2. Абіотична складова оточуючого середовища та її роль у житті рослин.</b>		
1	Тепло як екологічний фактор та його роль у житті рослин.	4
2	Вода як екологічний фактор та її роль у житті рослин.	4
3	Світло та його екологічне значення у житті рослин. Сонячна радіація.	4
4	Ґрунт та рельєф, їх роль у житті рослин.	4
<b>Модуль 3. Біотична складова оточуючого середовища та її роль у житті рослин.</b>		
1	Біотичні фактори у житті рослин.	4
2	Життєві форми рослин. Типи класифікації.	4
3	Антропогенний вплив на рослини.	4

# МОДУЛЬ 1. ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН ЯК НАУКА. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ.

## ТЕМА 1. ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН ЯК НАУКА. ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ. УМОВИ ІСНУВАННЯ. ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ.

План заняття

1. Екологія рослин як наука. Оточуюче середовище. Умови існування.
2. Завдання та основні поняття екології рослин.
3. Методи екології. Методи вивчення впливу середовища на рослини.
4. Поняття про екологічні фактори, їх класифікація. Елементи хорології.
5. Процеси життєдіяльності рослин.
6. Ареал. Типи, формування та диз'юнкція ареалів.
7. Екологічна валентність та толерантність рослин. Стено- та еврибіонтні види.

*Обсяг часу: 4 год.*

### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Білявський Г. О. Основи екології. Київ. 2014. 408 с.
3. Гандзюра В.П. Екологія. Навчальний посібник. Видання 3-тє, перероблене і доповнене. К.: ТОВ «Сталь», 2012. 390 с.
4. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля: навчальний посібник. Центр учбової літератури: Київ. 2016. 391с.
5. Царенко О. М., Скиба Ю. А., Білоус О. П., Ковтун О. О. Екологічна біоіндикація: практикум. Київ. 2016. 70с.

### 1. Екологія рослин як наука. Оточуюче середовище. Умови існування.

Термін «*екологія*», походить від грецького «*oikos*» — «оселя», «середовище». Реакції рослин на вплив середовища. Екологічна валентність та толерантність рослин.

Екологія рослин – наука, що вивчає взаємозалежність між життєдіяльністю і будовою рослин та умовами їхнього природного місцезростання. Термін «екологія» запропонував німецький вчений Ернст Геккель у 1866 р.

*Об'єктом* екологічних досліджень можуть бути, як відомо, види, популяції, біоценози (угруповання), біогеоценози, біосфера. За принципом вивчення таксономічних груп організмів виділяють: екологію рослин, екологію тварин, екологію мікроорганізмів та екологію людини. Виділяють, також, екологію водоростей, грибів, комах, риб, птахів, ссавців тощо. Екологію рослин офіційно визнано самостійним розділом науки в 1910 р. на III Всесвітньому Ботанічному Конгресі в Брюсселі.

За Б. Келлером (1935), «екологія рослин вивчає особливості форм, будови, хімізму і всього життя рослин, певні характеристики поєднання оточуючих зовнішніх умов у їхній тісній взаємодії, загальному русі та перетворенні». Основними методами екології рослин є *польовий, порівняльний, еколого-географічний та експериментальний (фізіологічний)*. При цьому потрібно враховувати фактор втручання експериментатора в природні умови, що потребує

відповідного коригування отриманих даних. Комплексний, або синтетичний, підхід до вивчення екології рослин обумовлений також ієрархією рівнів живого на планеті. На даний час існує кілька поглядів щодо цього. М.А. Голубець (1982) виділяє *три рівні організації живого* на планеті: *організмівий, популяційний та екосистемний*.

Всі три рівні є первинними – і всі вони формувались на планеті одночасно. Рівень організмівий, що існує – генотип, популяційний – генофонд, екосистемний – фенопласт.

Дажо Р. (1975) відзначає, що біологічні науки можна розподілити по різних рівнях організації живого: *макромолекулярний рівень* відноситься до сфери цитології; *органний, або функціональний*, є об'єктом фізіології; *рівень окремих особин* розглядається морфологією, анатомією, систематикою; *рівень популяцій, видових комплексів, екосистем та біосфери є предметом екології*.

За Яковлевим та Чоломб'їтько (1990), найголовнішими рівнями живого на Землі є *молекулярно-генетичний, онтогенетичний, популяційно-видовий, біогеоценологічний (екосистемний)*. Для зручності вивчення живого виділяють більшу кількість рівнів, а саме: *молекулярно-генетичний, клітинний, тканевий, органний, онтогенетичний, популяційний, видовий, біогеоценологічний та біосферний*.

Порівняння цих класифікацій свідчить, що між ними немає принципових відмінностей, але наявне різночитання щодо початкових рівнів організації.

*Середовище* – одне із основних екологічних понять. Воно охоплює весь комплекс природних тіл і явищ, якими організм безпосередньо чи непрямо взаємозв'язаний. Середовищем існування називають сукупність факторів органічної та неорганічної природи: ґрунт, світло, тепло, вода, повітря, вітер, димові гази тощо. Середовище перебуває в постійній просторовій та часовій динаміці, усі характеристики середовища змінюються. Одні й ті ж умови середовища мають різне значення в житті рослин залежно від стадії розвитку та функціонального стану рослинного організму.

Характеризуючи природне середовище Землі з екологічної точки зору необхідно 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. Тому, вивчаючи особливості основних складових природного середовища, треба пам'ятати, що всі вони тісно пов'язані між собою, залежать одне від одного та чутливо реагують на будь-які зміни, а довкілля – це дуже складна, багатофункціональна, споконвічна збалансована єдина система, котра живе і постійно самовідновлюється завдяки своїм особливим законам обміну речовин та енергії.

*Природне середовище* – це мегаекосистема постійних взаємодій і взаємопроникнення елементів і процесів чотирьох оболонок Землі (атмосфери, літосфери, гідросфери, біосфери) під впливом екзогенних (зокрема космічних) та ендемогенних факторів і діяльності людини. Іншими словами – це вся сукупність природних і змінених діяльністю людини факторів живої та неживої природи, які можуть впливати на організм.



*Оточуюче середовище* – це сукупність зовнішніх умов, які впливають на живі організми або угруповання їх (біоценози) в місцях їхнього існування (екотопи).

Все живе і неживе, що оточує рослини, тварин та мікроорганізми та з чим вони безпосередньо взаємодіють, називається *середовищем* або *місцем існування* (перебування).

Компоненти того чи іншого середовища різноманітні, і значення їх для існування різних організмів неоднакові. *Місце існування* – це частина природи, яка оточує живі організми та справляє на них прямий або опосередкований вплив. Тому одним із завдань екології є виявлення впливу тих чи інших факторів на живі організми.

Сукупність усіх природних факторів середовища, котрі впливають на дану рослину або вид у даному місці (місцезнаходження), є місцем існування (оселення). Така сукупність без урахування біоти являє собою *екотоп*, а разом з біотою – *екобіотоп*.

## **2. Завдання та основні поняття екології рослин.**

Основне завдання екології рослин полягає у з'ясуванні численних взаємозв'язків між рослинними організмами та факторами місцезростання, пояснення, узагальнення та відбиття цих зв'язків в їхній складності та змінності (Лархер В., 1978).

Екологія рослин вирішує наступні завдання:

1. Дослідження умов зростання рослини;
2. Встановлення характеру впливу зовнішніх факторів на організм
3. Вивчення пристосування організму до навколишнього середовища.

У природі рослини співіснують у складних рослинних угрупованнях – *фітоценозах* (від грец. *phyton*— рослина і *koinos* — загальний, спільний) – поєднанні видів рослин з подібним відношенням до умов середовища та взаємовідносинами. Сукупність видів рослин на певній території називається *флорою*, а сукупність рослинних угруповань-фітоценозів – *рослинністю*. У практиці повсякденних відносин із природою людина має справу не з флорою, а з рослинністю – лучною, ліською, болотною, водною, тощо. Фітоценози вивчає спеціальна наука – *фітоценологія*.

*Умови існування* – сукупність факторів, які є вирішальними для життя конкретної рослини.

*Умови місцезростання* – це характеристика середовища в кожному конкретному випадку в межах визначеного простору (напр. Самарський ліс і умови, у яких він знаходиться).

*Екологічна різноманітність видів* – найважливіша характеристика флори будь-якого району.

*Екологія виду* – його відношення до різних умов середовища, яка проявляється у трьох основних характеристиках:

- належності до певної екологічної групи видів, які існують у подібних екологічних умовах;
- життєвій формі – зовнішньому вигляді рослини, що відображає умови середовища існування;

– типі стратегії – поведінці виду за сприятливих або несприятливих умов середовища, беручи до уваги і його порушення (пожежа, оранка, витоштування тощо).

### **3. Методи екології. Методи вивчення впливу середовища на рослини.**

*Основний метод екологічного вивчення рослин* – метод спостереження за ними в різних умовах росту та розвитку. Зіставлення реакцій рослин на різні варіанти існування дозволяє робити висновки про значення для них тих або інших екологічних факторів. Недолік методу полягає в тому, що реакції рослин на одні й ті ж фактори середовища та місця існування неоднакові в різні фази росту та стадії розвитку, варіюють вони і в особин одного й того ж виду та сорту рослин.

*Екологічний ряд* – це сукупність конкретних місцезростань, розташованих у порядку зменшення або збільшення екологічного фактора. Метод екологічних рядів місцезростань видів запропонований Келлером у 1907 р. Ряди можуть бути складені за вологістю ґрунту, мінералізованістю, заболоченістю, кількістю внесених добрив, відстанню від полезахисної лісосмуги. Прикладом екологічного ряду за вологістю може бути схил: верхня його частина найбільш суха, вниз по схилу вологість збільшується. Спостерігаючи за рослинами, зрозуміло, що одні види існують у верхній частині схилу, інші – у нижній, а треті поширені на території всього схилу. Визначаючи верхню та нижню межу поширення виду, можна знайти амплітуду варіації вологості, з'ясувати, яка вологість для рослин є оптимальною.

Головне джерело помилок у роботі за методом екологічних рядів – встановлення зв'язків між супутніми факторами. Так, у прикладі зі схилом змінюється не тільки вологість, а й механічний склад ґрунтів, сольовий та тепловий режими ґрунтів. Вирішити це питання можна, розглядаючи вологість у різних комбінаціях з іншими супутніми факторами.

Для з'ясування закономірностей розвитку рослин у часі застосовують метод *фенологічних спостережень*. Фенологією називають вивчення періодичності в явищах живої та неживої природи. У процесі фенологічних спостережень відзначають дати переходу рослини в новий стан.

*Метод фітомерів* – це вимірювання екологічних факторів місцезростань за допомогою рослин – фітомерів. Фітомерами є будь-які рівновікові рослини одного й того ж виду, які ростуть у різних умовах. При цьому рослини одного й того ж виду поміщають у різні повітряні й однакові ґрунтові умови.

### **4. Поняття про екологічні фактори, їх класифікація. Елементи хорології.**

Елементи середовища, які впливають на організм, називаються *екологічними факторами*. Ми будемо вважати тотожними поняття «екологічний фактор» = «екологічний чинник» = «чинник навколишнього середовища». Абсолютно слушною є думка професора В. П. Гандзюри (2012), який стверджує, що поняття «екологічний фактор» є анахронізмом, оскільки з точки зору

системного підходу, будь який чинник, який не входить до складу системи, є зовнішнім чинником.

Вони мають різну природу та специфіку дії, у зв'язку з чим прийнято поділяти їх на групи за:

- ✓ часом (еволюційний, історичний, чинний нині);
- ✓ періодичністю (періодичний, неперіодичний);
- ✓ виникненням (первинний, вторинний, черговість);
- ✓ походженням (космічний, абіогенний, біогенний, природно-антропогенний, антропогенний, у тому числі техногенний);
- ✓ середовищем виникнення (атмосферний, водний, геоморфологічний, едафічний, фізіологічний, генетичний, популяційний, біоценотичний, екосистемний, біосферний).

Також існує група факторів, які розрізняють за:

- ✓ спектром дії (вибірковий, загальної дії);
- ✓ об'єктом дії (індивідуальний, груповий, етологічний, соціальний);
- ✓ характером дії (інформаційний, предметно-енергетичний, фізичний, геофізичний, хімічний, географічний тощо);
- ✓ ступенем дії (летальний, екстремальний, обмежувальний, мутагенний, тератогенний) та інші.

Залежно від природи, походження та характеру впливу на рослинний організм найважливішими є *абіотичні, біотичні та антропогенні (антропічні) фактори*.

*Абіотичні фактори* – це компоненти і властивості неживої природи, які прямо чи опосередковано впливають на окремі організми та їхні угруповання.

Серед них виділяють такі групи факторів:

- ✓ кліматичні (світло, температура, опади, сніговий покрив, вологість повітря, сольовий склад води, вітер, газовий склад атмосфери тощо);
- ✓ ґрунтові (фізичні та хімічні властивості материнської породи, механічний склад, фізичні властивості, мікроорганізми ґрунту, підземні ґрунтові води);
- ✓ орографічні (структура рельєфу, висота над рівнем моря). Важливе значення має також наявність доступної для організмів води, а також режим її надходження з різних джерел (опади, підземні води).

Усі зазначені фактори часто впливають на організм водночас. Чітко розмежувати їхню дію практично неможливо, оскільки один і той самий фактор може по-різному впливати на життєдіяльність рослин і тварин. Тому з різноманітної кількості факторів важливо виокремити ті, що мають визначальний вплив на розвиток організму й екосистеми в цілому.

*Біотичні фактори* – це фактори впливу живих організмів один на одного, різні форми взаємодії між особинами в популяціях і між популяціями в угрупованнях. Кожен із організмів постійно взаємодіє з особинами свого (внутрішньовидові зв'язки) та інших (міжвидові зв'язки) видів. Такі взаємодії можуть бути антагоністичними (*конкуренція, паразитизм, хижацтво*), взаємовигідними (*мутуалізм*) чи *нейтральними*.

Біотичні фактори поділяють на:

*фітогенні* – взаємовпливи вищих і нижчих рослин (симбіоз, паразитизм тощо);  
*зоогенні* – вплив тварин на рослини (поїдання, витоптування, запилення тощо);

*грунтові* – взаємовплив ґрунтових рослин і тварин.

До окремої групи екологічних факторів належать різні форми господарської діяльності людини, що змінюють стан середовища існування різних видів живих організмів, у тому числі й самої людини (*антропогенні*) фактори.

*Антропогенні* – це фактори, походження яких пов'язане з діяльністю людини (запланованою, випадковою, минулою тощо).

Зміни екологічних факторів можуть бути:

- ✓ періодичними, залежно від часу доби, пори року, положення Місяця відносно Землі тощо;
- ✓ неперіодичними, як, наприклад, виверження вулканів, землетруси, урагани та інше;
- ✓ спрямованими протягом значних історичних періодів, наприклад, зміни клімату Землі, пов'язані з перерозподілом співвідношення площ суходолу та Світового океану.

Хоча екологічні фактори дуже різноманітні, все ж є певні закономірності їхнього впливу на живі організми, а також реакцій організмів на дію цих факторів. До складу однієї й тієї самої екосистеми не можуть входити види, що займають абсолютно ідентичну екологічну нішу. Кожний вид організмів пристосований до конкретних умов існування: немає двох видів, подібних за своїми адаптаціями (*правило екологічної індивідуальності*).

Існує закон *незамінності основних факторів життя*. Суть його полягає в тому, що кожний із факторів, потрібних для розвитку рослин, не може бути замінений іншим. Так, світло не можна замінити теплом, тепло вологою і т.п. Інший важливий закон – це закон *нерівнозначності факторів середовища*. Згідно з цим законом, екологічні фактори поділяються на основні й другорядні.

*Основні* фактори – світло, тепло, вологість – однаково потрібні рослинам. Вони безпосередньо впливають на них.

*Другорядні* фактори мають допоміжне значення, коригуючи дію основних факторів, посилюючи або послаблюючи їх. До таких факторів належать вітер, хмарність, туман тощо.

Пристосованість організмів до певного фактора не означає такої самої адаптованості до інших (*правило відносної незалежності адаптацій*). Наприклад, лишайники, які можуть оселятися на «бідних» на органічну речовину субстратах (скельних породах) та витримувати посушливі умови, дуже чутливі до забруднення повітря.

Фактор середовища сприймається організмом у певних межах. Найефективніша дія фактора не за мінімальних чи максимальних його значень, а за певних оптимальних для даного організму. Діапазон дії (або *зона толерантності*, тобто *терпимості*) екологічного фактора обмежений точками мінімуму та максимуму, які відповідають крайнім пороговим значенням даного фактора, за яких можливе життя організму.

Екологічні фактори поділяють на *абіотичні*, тобто фактори неорганічної, неживої природи, та *біотичні*, викликані життєдіяльністю організмів. Сукупність

абіотичних факторів у межах однорідної ділянки називають *екотопом*; уся сукупність факторів разом із біотичним – *біотопом* (Рис 1.).

*Абіотичні фактори* – сукупність кліматичних, ґрунтових (едафічних), орографічних, гідрологічних, а також геологічних факторів. Абіотичні фактори прямо або опосередковано (змінюючи дію інших факторів) впливають на організм через ті чи інші характеристики обміну речовин. Деякі з них відіграють сигнальну роль: не впливаючи безпосередньо на обмін, вони закономірно взаємодіють з іншими впливами. До абіотичних факторів належать також потоки, хвилі тощо.

*Кліматичні* – світло, тепло, повітря, вода (включаючи різні форми опадів та вологість повітря). У складі цієї групи – сонячне світло та вуглекислий газ, без яких неможливі фотосинтез; кисень, необхідний для дихання рослин, та атмосферні опади.

*Едафічні*, або ґрунтові – механічний та хімічний склад ґрунту, його водний та температурний режим, реакція ґрунтового розчину, родючість (інтегральна ознака, від якої залежить сприятливість ґрунту для життя рослин).

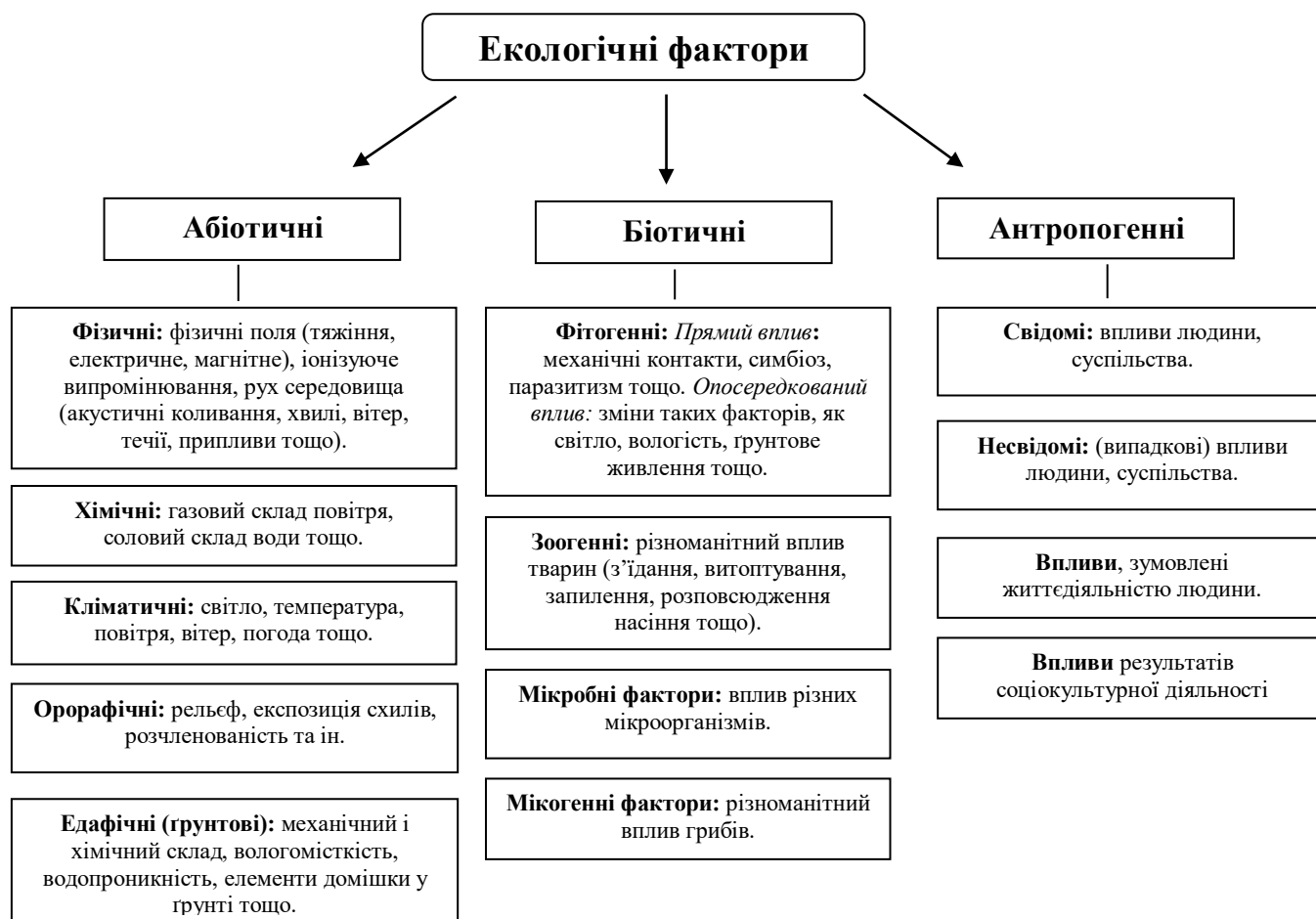


Рисунок 1. Класифікація і структура екологічних факторів (автор схеми: з мережі Інтернет)

*Орографічні* – умови рельєфу. Серед абіотичних екологічних факторів розрізняють фактори-ресурси, які рослини використовують у процесі життєдіяльності (вода, світло, елементи мінерального живлення) та фактори-умови, які впливають на життєдіяльність рослин, але не використовуються ними

(температура, рН ґрунтового розчину, географічна широта, висота над рівнем моря тощо).

*Біотичні фактори* є наслідком взаємовідношень організмів, для рослин – це конкуренція, вплив тварин (фітофаги, паразити, запилювачі, розповсюджувачі насіння та плодів тощо), грибів (паразитичні, мікоризні), мікроорганізмів (азотфіксуючі бактерії, віруси) та людини. Безпосередні екологічні фактори впливають на рослини (вуглекислий газ та кисень в атмосфері, світло, зволоження, температура, забезпеченість ґрунту елементами мінерального живлення, реакція ґрунтового розчину тощо). Сюди відносять усе, що пов'язане з впливом людини і складає окрему групу *антропогенних* факторів. Ці фактори дуже різноманітні: розорювання трав'янистої рослинності, вирубування лісів та їх повне знищення, випасання тварин, порушення рослинності промисловим будівництвом, видобутком нафти та газу, забруднення навколишнього середовища кислотними дощами, які містять оксиди сірки та азоту тощо.

Опосередковані екологічні фактори діють на рослини не прямо, а через безпосередні екологічні фактори, впливаючи на їх значення. Приклади опосередкованих факторів: *географічна широта* та *віддаленість від океану, рельєф* (висота над рівнем моря та експозиція схилу). Від географічної широти залежать кількість тепла, що надходить, тривалість світлого періоду доби. Від віддаленості океану залежать вологість повітря та кількість опадів. Опосередковано може впливати на рослинність людина: зміна клімату (посилення парникового ефекту, що виникає у зв'язку зі знищенням лісів та підвищенням вмісту в атмосфері вуглекислого газу від згоряння вуглецевих енергоносіїв).

За *витратністю* (наявністю зворотного зв'язку) екологічні фактори поділяються на:

✓ *Ресурси* – елементи середовища, які організм споживає, в результаті чого їхні обсяги та доступність зменшуються.

✓ *Умови* – елементи середовища, які можуть споживатися організмом, проте у звичайних умовах є невитратними для нього (температура, тривалість світлового дня, вітер, кислотність ґрунту, конкуренція).

За динамічними параметрами у просторі або часі:

✓ *Векторизовані* – елементи середовища, що змінюють свої властивості у певному напрямку – збільшення або зменшення. Наприклад, зміна кліматичних факторів за широтою, інтенсивність хімічного забруднення, посилення дефіциту хімічних речовин.

✓ *Циклічні* – характеризуються чергуванням періодів посилення та послаблення дії. Найчастіше мають космогенну природу, наприклад: добові, сезонні, річні та багаторічні зміни кліматичних факторів.

✓ *Флуктуаційні* – зміни інтенсивності дії факторів не виходять за межі діапазону багаторічної динаміки і описуються стохастичними (ймовірнісними) закономірностями (коливання температури протягом доби, середньорічна сума опадів).

✓ *Імпульсні* – надзвичайні випадкові зміни інтенсивності впливу окремих екологічних чинників або поява нових екологічних факторів.

## 5. Процеси життєдіяльності рослин.

У рослинному організмі відбуваються процеси життєдіяльності, які мають загальні характеристики для усіх представників цього царства.

*Фотосинтез* – утворення органічних речовин, потрібних для живлення, росту і розвитку, з неорганічних з використанням сонячної енергії. Основними органами фотосинтезу є листки, а одним з основних продуктів – цукри (прості вуглеводи). На більш пізніх етапах обміну речовин також утворюються необхідні білки, жири та складні вуглеводи.

*Дихання* – постачання тканин і клітин киснем, необхідним для більшості клітинних процесів. Дихання відбувається постійно з більшою чи меншою інтенсивністю в усіх органах рослини. Найнижчі показники дихання спостерігаються в рослин у стані спокою, наприклад, у зимуючих пагонах, у сухому насінні.

*Транспірація* – процес випаровування води рослиною, необхідний для нормального перебігу багатьох інших процесів. Рослина випаровує більшу частину води через пори на листках, однак випаровування усією поверхнею тіла також може набувати великих значень.

*Ріст* – це подовження пагона у довжину, завдяки твірним тканинам на верхівці або у вузлах. Також пагони можуть потовщуватись, за рахунок бічних твірних тканин стебла. Верхівкова зона, у якій клітини регулярно діляться і завдяки якій пагони більшості рослин наростають, називається конусом наростання. Конус наростання – дуже важлива частина тіла рослини, вона звичайно знаходиться у бруньках і високо чутлива до дії шкідливих факторів. Цю властивість іноді використовують в оцінці якості середовища за рослинами. По швидкості наростання в довжину та товщині кілець річного приросту (останнє – у дерев) судять про сприятливість умов середовища для рослини.

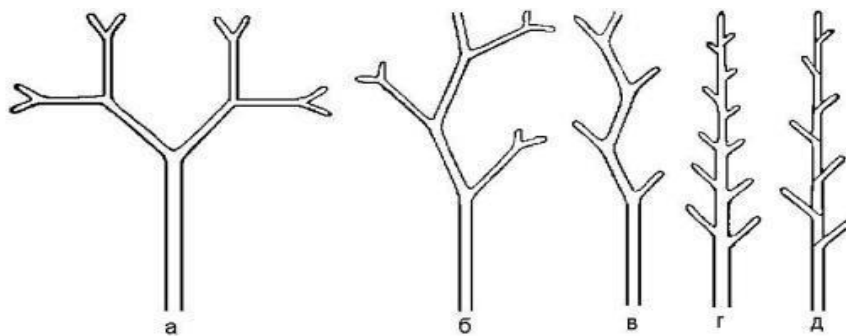


Рис. 2. Типи галузження пагонів рослин

а, б – дихотомічне; в – симподіальне; г, д – моноподіальне (з мережі Інтернет)

*Галузження* – розвиток системи пагонів або коренів. Рослини галузяться для збільшення площі поверхні свого тіла (Рис. 2.). Галузження відбувається за рахунок появи додаткової точки регулярного поділу клітин і виникнення в подальшому одного чи кількох нових конусів наростання.

*Мінеральне живлення* – постачання у рослинний організм деяких важливих мінеральних речовин для забезпечення фотосинтезу або в меншій мірі, деяких

інших процесів. Найважливішими мінеральними речовинами є вода, вуглекислий газ, розчинені у воді солі, що містять біогенні елементи – нітроген, фосфор, калій, а також інші елементи – Mg, Ca, Na, S, Fe та ін. Вуглекислий газ рослина отримує з повітря, вбираючи його через продихи на листках. Решта мінеральних речовин надходять з ґрунту через систему коренів. З цього простого набору рослина синтезує собі необхідні вуглеводи, білки, жири, фітогормони та інші органічні речовини.

*Транспорт речовин.* У рослинному організмі постійно рухаються у розчиненому стані неорганічні та органічні речовини, і це – завдяки досконало організованій провідній системі. Провідна система включає багато тканин, якими пронизані корені, стебла, листки та інші органи. По одних тканинах рухаються лише вода і мінеральні солі від коренів і вище, по інших – лише розчинені органічні речовини від листків до інших органів. У коренях та стеблах провідна система особливо розвинена, має вигляд циліндра і може займати більшу частину об'єму органу.

*Розмноження.* У вищих рослин розмноження відбувається за рахунок особливих органів. До таких належать: спори, статеві органи зі статевими клітинами, а також шишки, квітки, насіння, плоди. Органами вегетативного розмноження є нові цибулини, бульби, кореневища, повзучі пагони – столони, або «вуса», виводкові бруньки, додаткові пагони на коренях.

## **6. Ареал. Типи, формування, диз'юнкція ареалів.**

*Ареалогія* – це розділ біогеографії, що вивчає формування, динаміку, контури ареалів. *Ареал* – це частина земної поверхні (території або акваторії), на якій постійно зустрічаються популяції певного виду організмів, що належать до таксономічних категорій вищого рангу – родів і родин. Залежно від таксона можна говорити про ареал виду, роду, родини.

*Типи ареалів:*

1. Простий ареал має суцільну територію. Встановлення меж простих ареалів не складає особливих труднощів, якщо організми позбавлені можливості активно переміщатися (рослини), або ведуть осілий спосіб життя (деякі тварини).

2. Складний ареал має розірвану територію. Для птахів це може бути область розмноження, зимівель, разом з міграційним шляхом. Серед тварин багато видів, які в різні періоди життєвого циклу або сезони міняють область розповсюдження (птахи, ссавці).

3. Суцільний – це ареал, всі ділянки якого доступні для особин виду, що його займає. Переміщення особин з однієї ділянки на іншу в межах суцільного ареалу здійснюється за допомогою природних чинників розселення і не носить випадковий характер. У середині суцільного ареалу немає непереборних географічних бар'єрів, що розділяють його на окремі ділянки. Всі прості ареали є суцільними. Ареали також бувають первинні і вторинні, причому первинний ареал, в якому відбувається становлення виду, є суцільним.

4. Розірваний ареал (диз'юнктивний) – виникає при зміні умов існування виду: з'являються гірські системи, змінюється клімат.



а) Гомогенна (однорідна) диз'юнкція, коли ділянки, що не граничать одна з одною, заселені однією і тією ж формою виду.

б) Гетерогенна (різномірні) диз'юнкція, коли розірвані ділянки заселені різними підвидами одного виду, різними видами одного роду (дуб скельний, дуб монгольський), або різними родами однієї родини. Гомогенні розриви ареалу у віковому відношенні молодше гетерогенних.

Виділяються типи ареалів залежно від займаної площі. Площа ареалу може бути співставна з площею майже всієї суші або обмежуватися невеликою ділянкою. Залежно від розмірів займаної території виділяють різні ареали вузьколокальні, локальні, субрегіональні, регіональні, полірегіональні, космополітичні.

- ✓ Вузьколокальні – характерні для видів, що мають у край обмежену площу розповсюдження;
- ✓ Локальні – за площею дещо більше вузьколокальних;
- ✓ Субрегіональні – більше локальних;
- ✓ Регіональні – більше субрегіональних.

Якщо вид поширений по всій території регіону, його вважають трансрегіональним. Під регіоном в даному випадку розуміють певну крупну територіальну одиницю, як правило на одному материках.

✓ Полірегіональні – ширші ареали, що включають регіони, розташовані на декількох, але не більше ніж на трьох материках (біла куріпка). До полірегіональних відносяться ареали наступних представників флори Євразії: євразійські види в межах помірної зони Євразії. Для створення назви полірегіонального ареалу використовують назви регіонів, в яких мешкає вид, рід і т.д.;

✓ Космополітичні ареали – характерні для таксономічних категорій, що мешкають не менше чим на трьох материках. Вони властиві зазвичай водним і болотним рослинам, нерідко поширюваним перелітними птахами (очерет, ряска), бур'янам, багатьом морським тваринам, деяким комахам. Космополітичні ареали часто обмежуються широтними межами і властиві організмам, що розповсюджуються в певних фізико-географічних поясах або природних зонах.

У протилежність поширеним, існують види, які мають досить локалізовані місцезростання. Географічна ізоляція може проявлятися як у формі абсолютної просторової ізоляції окремих частин суші, так і у вигляді ізоляції частин єдиної суші площами, непридатними для зростання. У таких випадках мова може йти про *ендемичний*, *реліктовий* та *стрічковий* ареали.

*Ареал ендемічний* – це дуже невелика, обмежена територія поширення виду.

*Ареал реліктовий* – обмежена територія виду, який є реліктовим (зберігся з минулих часів).

Ендемічні ареали формують види, що утворились у недалекому минулому (неендемичні) і не набули достатньо широкого розселення, а реліктові – види, що з тих чи інших причин почали зникати (палеоендемичні). Останні рослини називаються реліктовими. Прикладом виду, що має ендемічний ареал, може бути сосна піцундська (*Pinus pityusa*), яка зростає в Грузії на мисі Піцунда. Класичним

прикладом рослини з реліктовим ареалом є гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba*), що в дикій природі зростає лише у Західному Китаї і є реліктом мезозойської ери.

*Ареал стрічковий* – це ареал виду, який витягнутий у вигляді стрічки вздовж якогось природного утворення або кордонів.

## 7. Екологічна валентність та толерантність рослин. Стено- та еврибіонтні види.

*Екологічна валентність (екологічна толерантність)* – здатність організмів успішно протистояти дії зовнішніх чинників у певному інтервалі дії фактора, або іншими словами, адаптованість видів до певних умов існування. Кількісно вона охоплює діапазон від нижнього песимуму (екологічний мінімум) до верхнього песимуму (екологічний максимум). Екологічна валентність різних видів може значно різнитися. Так, північні олені витримують коливання температури повітря від  $-55$  до  $+30$  C<sup>0</sup>, а тропічні корали гинуть вже в разі зміни температури на 5 - 6 C<sup>0</sup>.

За екологічною валентністю організми поділяють на стенобіонти і еврибіонти. *Стенобіонтні* (грец. «стенос» – вузький та «біос» – життя) – організми, які можуть жити лише при дуже незначній зміні чинників середовища (температури, кислотності, тиску, вологості, солоності тощо). Зазвичай стенобіонтами є симбіонти, мешканці великих морських глибин, печер, вологих тропічних лісів, високогір'я. До стенобіонтних організмів належать:

- ✓ *стенофаги* – тварини, які живляться небагатьма видами корму (олігофаги) або лише одним (монофаги). Типовими стенофагами є колібрі, осоїди, коала та ін.;
- ✓ *стенобати* – водяні тварини, існування яких можливе тільки на певній глибині за певного тиску води. До стенобатів належать клопи-вододірки, личинки комарів, глибоководні кальмари, риби-вудильники;
- ✓ *стенотерми* – організми, що пристосовані до відносно постійних температурних умов довкілля і не витримують їх коливань. Це організми гарячих джерел, холодних гірських річок (форель), високих широт та ін.

*Еврибіонти* (грец. «еурі» – широкий) – організми, що можуть жити при значних змінах чинників середовища. Так, багато наземних тварин і рослин помірних широт можуть витримувати великі сезонні коливання температури, вологості та інших чинників середовища. До еврибіонтних організмів належать:

- ✓ *еврифаги* – тварини, які живляться найрізноманітнішою рослинною і тваринною їжею (пацюки, таргани, свині, бурий ведмідь, ворони);
- ✓ *еврибати* – водні тварини з широким діапазоном вертикального поширення, які витримують значні коливання тиску води (губки, голкошкірі, кити);
- ✓ *евритерми* – організми, що пристосовані до значних коливань температури зовнішнього середовища. До евритермів належать багато видів птахів (сокіл), ссавців (вовк) та ін.

## МОДУЛЬ 2. АБІОТИЧНА СКЛАДОВА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЇЇ РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН

### ТЕМА 2. ТЕПЛО ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР ТА ЙОГО РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН.

План заняття

1. Температурний режим на земній поверхні.
2. Значення тепла в житті рослин. Екологічні групи рослин по відношенню до теплового режиму.
3. Верхні та нижні температурні межі рослинного життя. Методи визначення теплових меж поширення рослин.
4. Фактори, які збільшують витривалість рослин щодо високих та низьких температур.

Обсяг часу: 4 год.

#### Список літератури до лекції:

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ 2015. 314 с.
2. Білявський Г.О. Основи екології. Київ: 2014. 408 с.
3. Волчовська-Козак О.Є. Екологія рослин. Курс лекцій для студентів-біологів ВНЗ. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 128с.
4. Гончаренко М.С., Бойчук Ю.Д. Екологія людини. Друге видання виправлене і доповнене Суми: ВТД «Університетська книга». 2018. 391с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Київ: Т-во «Знання», КОО. 2012. 204с.

#### 1. Температурний режим на земній поверхні.

Розвиток та ріст рослин будь-яких видів починається тільки при певному температурному мінімумі та тривалості позитивних температур. Фактор тепла має велике значення й у географічному розподілі рослин. Являючи собою істотну частину кліматичних умов, він визначає північні та південні межі ареалів, зональну структуру рослинного покриву.

Для рослин усіх видів встановлені три температурні точки існування:

- ✓ мінімальна температура;
- ✓ оптимальна температура;
- ✓ максимальна температура.

Географічний розподіл рослин пов'язаний з географічним розподілом тепла. Нестача тепла спричиняє безлісся тундри арктичної зони та альпійських поясів гір, а також обмежує просування сільськогосподарських культур на північ.

*Розрізняють п'ять теплових зон:*

- ✓ *Тропічна* – мінімальна середньорічна температура  $+16\text{ C}^0$ , місячні та річні коливання дуже малі.
- ✓ *Субтропічна* – період дещо знижених температур триває 1–4 місяців, коливання температури більш значні.
- ✓ *Помірно тепла* – мінімальна середньорічна температура менша  $+16\text{ C}^0$ , спостерігається яскраво виражений період знижених зимових та підвищених літніх температур.

- ✓ *Помірно холодна* – середньорічна температура часто менша  $0\text{ C}^0$ , але впродовж 1 – 4 місяців або в один найтепліший місяць, липень, середня температура більша  $+10\text{ C}^0$ . У холодні періоди вегетація переривається нестачею тепла, однак ще можливе існування деревної рослинності.
- ✓ *Холодна полярна* – середня липнева температура менша  $+10\text{ C}^0$ , короткий вегетаційний період (безлісся тундри та Арктики).

У кожній тепловій зоні мають місце певні групи рослин. Залежно від теплолюбності О. П. Декандоль виділив п'ять груп рослин:

*Мегатерми* – рослини теплого та вологого клімату (тропіки), для проходження повного циклу розвитку яких треба багато тепла та вологи.

*Ксерофіли* – рослини теплого та сухого клімату.

*Мезотерми* – рослини помірно-теплої зони з теплим літом та порівняно теплою зимою, з оптимальною кількістю тепла.

*Мікротерми* – рослини помірно-холодної зони, які розвиваються при порівняно малій, але більшій, ніж гекістотерми, кількості тепла і за умов наявності рівномірної та помірної кількості опадів.

*Гекстотерми (холодолюбні)* – рослини Арктики та альпійських поясів гір, що потребують для проходження повного циклу розвитку незначної кількості світла.

Теплові зони та пояси пов'язані з широтою місцевості. У разі зміни широти на  $10^0$  температура змінюється на  $0,5\text{ C}^0$ . Не залишається постійною температура в горах – при підйомі на 100 м температура падає приблизно на  $0,5\text{ C}^0$ , тому в горах теж спостерігається поясний розподіл тепла та рослинності. Температури не залишаються постійними на схилах різної експозиції в одній і тій же місцевості – південні схили завжди тепліші північних.

## **2. Тепловий режим рослин. Екологічні групи рослин по відношенню до теплового режиму.**

*Тепло* – найважливіший екологічний фактор і одна з необхідних умов існування рослин. Кількість тепла, що акумулюється Землею, насамперед залежить від променистої енергії Сонця і її трансформації на шляху до Землі.

Тепловий режим рослин характеризується:

- 1) абсолютною кількістю тепла;
- 2) розподілом тепла в просторі;
- 3) розподілом тепла в часі.

Температура не залишається постійною й може значно коливатися. Тільки в небагатьох місцях тропічної зони температура залишається постійною впродовж року, річні та добові коливання температури тут не більші  $1\text{--}5\text{ C}^0$ .

На північ або південь від тропіків виділяють *теплі та холодні сезони року* (зима, весна, осінь, літо). Добові та річні коливання температур зменшуються в напрямку від внутрішніх областей континенту до моря. На південному березі Шотландії впродовж року температура варіює в інтервалі  $+5\text{ -- }+15\text{ C}^0$ , а в районі України на тій же широті від  $+5\text{ -- }+25\text{ C}^0$ . Річні, сезонні та добові коливання температур зростають по мірі віддалення від тропіків.

Тепловий режим рослин помірних та північних широт періодичний. Пристосованість організмів до періодичних змін тепла називається

*термоперіодизм*. Якщо періодичність порушується – відбуваються відхилення від норми розвитку рослин. Рослини різних систематичних та екологічних груп пристосувалися до досить широкої амплітуди мінімальних температур. У рослин південних районів ростові процеси починаються при температурах, вищих, ніж у рослин, які призвичаїлися до життя у північних районах. Деякі рослини успішно ростуть і розвиваються при низьких температурах. Їм властивий дуже низький рівень інтенсивності ростових процесів, у результаті чого ці рослини виростають карликовими.

По відношенню до температури, як екологічного фактору, рослини можна поділити на дві групи:

- ✓ термофільні або термофіти (від грецьк. «*therme*» – тепло) – теплолюбні рослини, які ростуть і розвиваються при відносно високих температурах. Багато представників термофітів добре переносять надвисокі температури (наприклад, верблюжа колючка – до  $+70^{\circ}\text{C}^0$ , синьо-зелені водорості – до  $+75^{\circ}\text{C}^0$ ).
- ✓ фригофільні або кріофіти (від грецьк. «*kryos*» – холод) – рослини, що ростуть при більш низьких температурах. До типових кріофітів належать високогірні та полярні рослини. Вони характеризуються дуже низьким рівнем інтенсивності ростових процесів, наслідком чого є низькорослість.

Дослідники встановили, що численні фізіологічні процеси, які протікають у рослин, залежать від трьох значень температурних величин:

- ✓ *мінімальної* (холодостійкі сільськогосподарські рослини (рапс, буряки, капуста) без помітних пошкоджень і зниження врожайності витримують температуру від 0 до  $+5^{\circ}\text{C}^0$ . У нехолодостійких рослин (огірки, квасоля, кукурудза, бавовник) температурний мінімум значно вищий, ніж у холодостійких);
- ✓ *оптимальної* (загалом, по відношенню до температури як екологічного фактору рослини поділяються на дві умовні групи: термофіти – теплолюбні та кріофіти – холодолілюбні).
- ✓ *максимальної* (для гарбуза, кукурудзи і квасолі настає приблизно при  $+46^{\circ}\text{C}^0$ , для льону – в межах від  $+39^{\circ}\text{C}^0$  до  $+40^{\circ}\text{C}^0$ , а для клена звичайного – при  $+26^{\circ}\text{C}^0$ ).

Рослинні метаболічні процеси мають досить широку амплітуду температур, але найчутливішими серед них є наступні:

- ✓ функціонування ферментних комплексів, що каталізують різноманітні біохімічні реакції, особливо реакції фотосинтезу та дихання;
- ✓ розчинність вуглекислого газу та кисню в цитоплазмі рослинних клітин;
- ✓ транспірація;
- ✓ здатність кореневої системи всмоктувати воду та розчини мінеральних речовин з ґрунту;
- ✓ проникність клітинних мембран.

*Температурний коефіцієнт* – це показник, значення якого показує у скільки разів прискорюється відповідна реакція при зростанні температури на  $10^{\circ}\text{C}^0$ . Для звичайних фізичних та хімічних реакцій значення температурного коефіцієнту знаходиться в межах 2 – 2,5. Це означає, що такі процеси підпорядковуються

правилу Я. Вант-Гоффа, згідно з яким швидкість хімічної реакції зростає в двічі при збільшенні температури на  $10\text{ C}^0$ .

У рослин, по відношенню до низьких температур, розрізняють:

- ✓ холодостійкість – це здатність рослин протягом тривалого часу переносити низькі додаткові позитивні температури;
- ✓ морозостійкість – здатність рослин переносити низькі мінусові температури;
- ✓ зимостійкість – здатність рослин без пошкоджень переносити несприятливі погодні умови взимку.

По відношенню до високих температур розрізняють наступні властивості рослин:

- ✓ теплолюбність – потреба рослин у теплі протягом вегетаційного періоду;
- ✓ жаростійкість – здатність рослин переносити перегрів (вплив високих температур);
- посухостійкість – здатність рослин переносити тривалі періоди посухи (зниження вологості повітря і ґрунту та високі температури повітря і ґрунту) без значних порушень життєвих функцій.

*Оптимальним тепловим режимом* називається режим, при якому протягом усього циклу розвитку рослини температура змінюється так, що всі фізіологічні процеси забезпечуються необхідною кількістю тепла. Нижня та верхня межі тепла при яких нормальний хід фізіологічних процесів у рослини неможливий, мають назви відповідно *мінімуму* та *максимуму* теплового режиму.

Життя рослин залежить від теплового режиму, але рослина, у свою чергу, також впливає на тепловий режим. Якщо рослини ростуть поодинокі, то цей вплив незначний, у разі утворення рослинами цілісного покриву – вплив виявляється доволі істотним (наприклад, коли іній укриває листя деревних та трав'янистих рослин, температура під їх покривом виявляється нижчою за нуль). На зміну теплового режиму впливає густота рослинного покриву, розміри та форма рослини.

### **3. Верхні та нижні температурні межі рослинного життя. Методи визначення теплових меж поширення рослин**

У процесі еволюції рослини добре адаптувалися до впливу низьких та високих температур, однак такі пристосування не досить досконалі, тому крайні екстремальні температури можуть викликати ті або інші пошкодження, а також загибель рослини. Залежність від температури окремих фізіологічних процесів, які відбуваються у вищих рослинах (ріст, фотосинтез, дихання тощо) різна, а кардинальні точки цих процесів зазвичай не збігаються, тому в природі, у природних місцях існування не можна судити про загальний розвиток рослин за окремими фізіологічними процесами.

Низькі температурні межі характерні для рослин, здатних переходити в стан глибокого спокою, при якому всі життєві процеси дуже уповільнюються або припиняються, але здатність повернення організму в діяльний стан при підвищенні температури не втрачається. Древа на півночі Сибіру добре

витримують суворі зими, промерзаючи навскрізь. У арктичній зоні деякі водорості не втрачають здатність до розмноження за умов  $t = -1,8\text{ C}^0$ .

Рослини пустель (верблюжа колючка), можуть витримувати температури  $t = +60 - +70\text{ C}^0$ , водорості гарячих джерел живуть при  $t = +70 - +90\text{ C}^0$  та більше. Дуже небезпечними для рослин є тривалий перегрів, різка зміна температури. Поступова зміна температури переноситься рослинами з меншими пошкодженнями. Для багатьох рослин установлені верхні та нижні теплові межі.

Перші спроби визначення теплових меж для рослин були здійснені в XIX ст. Було запропоновано пов'язувати межі поширення рослин із річними ізотермами. Вважалося, що північна межа поширення дуба звичайного пов'язана з річною ізотермою  $+3\text{ C}^0$ . Пізніше стали використовувати середню температуру вегетаційного періоду. Вважалося, що вирощування винограду можливе в місцевостях із середньою температурою вегетаційного періоду  $+15\text{ C}^0$ .

Поширення рослин пов'язували із середньорічною температурою, але вже в 1866 р. Август Генрих Рудольф Гризебах вказував, що важливі не середні річні температури, а зміна температур впродовж року. У різних місцевостях середні температури можуть бути однакові, а амплітуди коливань температур різні, що вносить корективи в склад та стан рослинності.

Пізніше було запропоновано метод виміру тепла для рослин у вигляді кількості днів із середньою температурою не нижче ефективної, яка достатня для росту рослин. Так, бук росте в областях, де 210 днів характеризуються середньою температурою не менше  $+5\text{ C}^0$ , для яблуні таких днів потрібно 150; для ялини – 100. При одній і тій же ефективній температурі, зими в різних районах можуть бути різні, а це виключає існування багатьох видів рослин.

У середині XIX ст. Буссенго Жан Батіст запропонував метод додавання температур за час проходження будь-якої фази розвитку або всього періоду річного росту. Цей метод у різних варіаціях застосовують і зараз. Так, якщо від появи проростків до цвітіння пройшло 20 днів, а середня температура за ці 20 днів була  $+10\text{ C}^0$ , то сума температур, необхідних для настання цвітіння дорівнює  $20\text{ C}^0$ . Але існують недоліки цього методу, а саме: а) важко визначити початок фази; б) сума середніх температур не є показником кількості тепла; в) не враховується температура ґрунту та інші екологічні фактори. Крім того, зараз додаються не середні температури, а перевищення середніх температур над середньою мінімальною.

#### **4. Фактори, які збільшують витривалість рослин щодо високих та низьких температур (зупинились тут)**

Шкідливий вплив високих температур на рослини усувається або зменшується завдяки:

- ✓ наявності транспірації, яка зменшує нагрівання рослин;
- ✓ здатності хлорофілу зелених частин рослин не поглинати найбільш гарячі теплові інфрачервоні промені;
- ✓ накопиченню в клітинах рослин солей;
- ✓ в клітинному соці рослини накопичуються цукор та жирові речовини, які

знижують температуру замерзання клітинного соку.

В зимовий період морози нижче – 20 С<sup>0</sup> – звичайне явище для багатьох країн, в тому числі і для України. Мороз впливає на однорічні, дворічні та багаторічні рослини, тому вони переносять низькі температури у різних стадіях онтогенезу:

- ✓ однорічні – у вигляді насіння або невеликих рослин (озимі);
- ✓ дворічн – рослини, зазвичай трав'янисті, повний життєвий цикл яких становить від 12 до 24 місяців.
- ✓ багаторічні – у бульбах, коренеплодах, цибулинах, кореневищах, у вигляді дорослих рослин.

Для того, щоб переносити зимовий період та низькі температури, рослини виробили ряд пристосувань. В їх надземній частині накопичуються запасні поживні речовини – цукри і масла, а у підземній – крохмаль. Вони використовуються протягом зими на дихання.

Цукор збільшує осмотичний тиск у клітинах, завдяки специфічній дії у цитоплазмі перешкоджає її коагуляції. Масла – витісняють у вакуолі воду і захищають клітину від вимерзання.

Пристосування рослин до зимівлі та низьких температур проявляється у численних особливостях їх форм, будови та фізіологічних властивостях. Зменшення поверхні випаровування у зимуючих дерев і кущів досягається не тільки скиданням на зиму листків але й розвитком ксероморфних структур. Проявом цього є шпильки сосни, ялини, ялиці.

Здатність переживати тривалий жаркий та посушливий період є комплексною властивістю рослин, об'єднаних в групу ксерофітів. Для цього рослини виробили певні пристосування:

- ✓ евксерофіти мають в'язку цитоплазму, уповільнений метаболізм, вони добре переносять зневоднення та перегрів;
- ✓ геміксерофіти стійкі до засухи завдяки кореневій системі, яка досягає ґрунтових вод, інтенсивним процесам транспірації та обміну речовин, вони не виносять тривалого зневоднення;
- ✓ пойкилоксерофіти при зневодненні призупиняють метаболічні процеси та впадають в анабіоз.

Серед рослин посушливих місцезростань виділяються сукуленти – багаторічні рослини з соковитим, м'ясистим листям (агави, алое) або стеблом (кактусові, деякі молочаї). Вони мають властивість накопичувати воду у спеціальній водоносній паренхімі. Сукуленти ростуть, головним чином, в пустелях Центральної, Північної та Південної Америки та Південної Африки. Деякі кактуси здатні накопичувати в стеблах 1 – 3 тони води та економно використовувати її завдяки товстій кутикулі, малому числу продихів та іншим особливостям. В Україні у природній флорі сукуленти практично не зустрічаються, за винятком представників родини товстолистих. Хоча в захищеному ґрунті сукуленти досить поширені.

Отже, вплив екстремальних температур зумовлює розвиток різноманітних пристосувальних особливостей у рослин. При зміні температури за межі норми реакції можлива загибель окремих частин і, навіть, всього рослинного організму.



## ТЕМА 3. ВОДА ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР ТА ЇЇ РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН.

План заняття

1. Вода як екологічний фактор. Роль води в житті рослин.
2. Форми води та її стан у природі.
3. Вода у ґрунті. Способи надходження води в наземні частини рослини.
4. Екологічні групи рослин по відношенню до води.
5. Пристосування рослин до нестачі та надлишку вологи. Внутрішні механізми захисту від посухи.

Обсяг часу: 4 год.

### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коженко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Білявський Г. О. Основи екології. Київ. 2014. 408 с.
3. Волчовська-Козак О. Є. Екологія рослин. Курс лекцій для студентів-біологів ВНЗ. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 128с.
4. Волчовська-Козак О. Є. Методичні вказівки до практичних робіт і самостійна робота студентів з екології рослин. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 80с.
5. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини. Друге видання виправлене і доповнене Суми: ВТД «Університетська книга». 2018. 391с.
6. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Київ: Т-во «Знання», КОО. 2012. 204с.

### 1. Вода як екологічний фактор. Роль води в житті рослин

Вода – найважливіший екологічний фактор для всього живого на Землі. Для процесів обміну речовин із середовищем необхідна участь води як розчинника, рослини засвоюють мінеральні речовини у вигляді водних розчинів. Тіло живої рослини на 50–98 % складається з води. Вода є необхідною умовою здійснення фотосинтезу та виступає в ролі терморегулятора: у процесі перегріву рослини посилюється транспірація, яка рятує рослину.

Головним джерелом води для наземних рослин виступають атмосферні опади. Забезпеченість рослинного покриву вологою залежить у першу чергу від загально-кліматичної характеристики місцевості. Для оцінки вологозабезпеченості рослин важливим є співвідношення опадів та випаровування (сумарного річного випаровування з вільної водної поверхні), що неоднакове в різних районах земної кулі. Області, у яких ця величина перевищує річну суму опадів, відносять до *аридних* (сухі, посушливі) – тут рослини відчувають нестачу вологи впродовж більшої частини вегетаційного періоду.

Області, де рослини достатньо забезпечені вологою, називають *гумідними* (вологими). Межа між аридними та гумідними місцями існування досить умовна, тому іноді виділяють перехідні – *семіаридні* місця існування (напів-аридні), у випадку вкрай посушливих районів говорять про *екстрааридні* умови.

### 2. Форми води та її стан у природі.

Вода в природі знаходиться в трьох агрегатних станах: твердому, рідкому та газоподібному. При температурі 0 – 100 С<sup>0</sup> вода – рідина, вище 100 С<sup>0</sup> – пара,

нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  – лід. Форми води в природі – туман, роса, іній, паморозь, сніг, град та ін.

*Сніг* – захищає рослини від холоду, є джерелом вологи, поповнює запаси води в ґрунтах навесні. Негативне значення – під снігом іноді відбувається випрівання рослин, значна кількість снігу в лісах викликає сніголами.

*Лід* – часто виступає як шкідливий фактор. Під льодяною кіркою в ожеледь від задухи та низьких температур гинуть посіви озимих культур та дикорослі трави. Льодяні покриви (ожеледь), які утворюються під час різкого похолодання в дощову погоду на гілках завдають механічні ушкодження рослинам.

*Град* – ушкоджує рослини механічним шляхом.

*Дощ* – найважливіша форма атмосферних опадів, джерело вологи для рослин. Найбільш сприятливими для рослин є дощі у вигляді моросі. Сильні зливи дають багато вологи, яка не встигає просочитися в товщу ґрунту, а це спричиняє водну ерозію ґрунтів. Негативний вплив дощу в промислових районах може проявлятися в тому, що він приносить сірчаний газ, який отрує ґрунт.

*Роса* – джерело води та терморегулятор. Роса зменшує охолодження листя, оскільки при конденсації парів виділяється тепло. За вегетаційний період на 1 га у вигляді роси надходить до 30 мм вологи.

*Туман* – впливає на сонячний і тепловий режим оточуючого середовища та вологість повітря. Повітря характеризується абсолютною та відносною вологістю.

*Абсолютна вологість* ( $e$ ) – це кількість парів, яка міститься в даний момент в атмосфері.

*Відносна вологість* ( $e^1$ ) – це відношення абсолютної вологості до кількості парів ( $E$ ) води в повітрі, необхідних для насичення того ж простору:

$$e^1 = e / E$$

*Дефіцит вологості* ( $D$ ) – показник, який залежить від інтенсивності транспірації і відображується в різниці між відносною та абсолютною вологістю.

$$D = E - e.$$

### **3. Вода у ґрунті. Способи надходження води в наземні частини рослини.**

Джерелами води в ґрунті є ґрунтові води та атмосферні опади. Ґрунтова вода міститься в порах ґрунту, частка яких складає 30–60 % від загального об'єму ґрунту. Пори можуть бути повністю заповнені водою, однак здебільшого вода займає лише частину парового простору, інша частина заповнена повітрям, яке містить воду в пароподібному стані.

*Розрізняють такі форми води в ґрунті:*

I. Пароподібна вода завжди міститься в ґрунтовому повітрі, яке зазвичай насичене парами води до 100 %, але при цьому її кількість у ґрунті незначна і ця вода практично не відіграє ролі у водозабезпеченні рослин.

II. Хімічно зв'язана (входить у склад мінералів ґрунту) та кристалізаційна вода недоступні рослинам.

III. Фізично зв'язана вода. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям молекули води легко та міцно сорбуються поверхнею дисперсних часток ґрунту,

утворюючи плівку. Фізично зв'язану воду ділять на гігроскопічну та плівчасту воду:

*Гігроскопічна вода* – фізіологічно недоступна рослині, вона утримується на поверхні часток дуже міцно. Коли в ґрунті залишається лише гігроскопічна вода, рослина в'яне. У піщаних ґрунтах міститься 1–2 % гігроскопічної вологи, у глинистих і торф'яних – до 50 %. Плівчаста вода здатна переміщатися в ґрунті з незначною швидкістю і обмежено доступна рослинам. Усмоктувальна сила коренів рослин дозволяє їм поглинати воду, але запас плівчастої вологи використовується швидше, ніж вона відновлюється за рахунок переміщення до поглинаючих коренів. Капілярна вода заповнює найтонші капіляри в ґрунті. У процесі випаровування води з поверхні ґрунту утворює висхідну течію води в ґрунті. Під дією сил тяжіння ця вода не переміщується донизу, а утримується силами капілярного натягування. Ця вода доступна для рослин.

*Вільна вода* здатна до вертикального переміщення під дією сил тяжіння, вона має високі розчинні властивості, у ній переміщуються в розчинному стані солі та колоїдні розчини. Велика кількість вільної води викликає надлишкове зволоження, заболочування, розвиток глейових процесів. Вільну воду поділяють на гравітаційну, ґрунтову, поверхневу вільну та у вигляді льоду. Гравітаційна волога під дією сил тяжіння виходить з корененасиченого шару ґрунту, переміщуючись униз. Ця вода легко засвоюється рослинами тоді, коли вона міститься в корененасиченому шарі ґрунту. *Гравітаційна вода* займає широкі проміжки між ґрунтовими частками.

*Ґрунтова вода* утворюється під тиском підземних вод. За умов високого рівня або високого капілярного підняття ґрунтових вод можуть розвиватися анаеробні процеси, а в аридному кліматі при тривалому випаровуванні з поверхні в ґрунтах відбувається засолення.

*Поверхнева вільна вода* стікає по схилу в тому випадку, коли приплив води перевищує швидкість її всисання. Недоступною для рослин є вода у формі льоду. Гравітаційна та капілярна волога також не завжди доступні рослині, що обмежується факторами, які змінюють всисну діяльність коренів: низька температура коренів, кислотність ґрунтового розчину, велика концентрація солей, кількість кисню тощо.

Більшість рослин поглинають воду кореневою системою. Деякі рослини поглинають воду всією поверхнею тіла (наприклад лишайники). Слань лишайника миттєво всисає воду й росте, але як тільки настає посушливий період лишайники швидко висихають та впадають в анабіоз.

Багато води поглинають сфагнові мохи. Сфагнові мохи можуть поглинати у 16 – 26 разів більше води, ніж їх суха вага. Легко поглинають воду й швидко висихають водорості, які живуть на поверхні ґрунту, стовбурах дерев. Такі рослини, як епіфіти, що живуть на стовбурах та гілках дерев, засвоюють воду не тільки коренями, а й листками. Кореневі системи наземних рослин за типом галуження діляться на два види:

- 1) екстенсивні;
- 2) інтенсивні.

*Екстенсивною* (стрижневою) системою називається система з добре сформованим головним коренем та бічними розгалуженими коренями, які охоплюють великий обсяг ґрунту, на одиницю обсягу ґрунту загальна довжина коренів невелика. Рослини з такою кореневою системою ростуть в сухих ґрунтах.

*Інтенсивна* (мичкувата) коренева система утворена великою кількістю додаткових коренів, оскільки головний корінь із бічними розвинений слабо або зовсім відмирає. Така коренева система охоплює невеликий обсяг ґрунту, але густо пронизує ґрунт дуже розгалуженим корінням.

Різкої межі між цими системами немає, але зміна типів галуження систем свідчить про зміну умов існування рослин. При зменшенні вологи інтенсивна коренева система стає екстенсивною.

#### 4. Екологічні групи рослин по відношенню до води.

По відношенню до води, виділяють такі групи рослин:

*Гідатофіти* – це водяні рослини, цілком або майже цілком занурені у воду. Вийняті із води, ці рослини швидко висихають і гинуть, бо в них редуковані



продихи і нема кутикули.

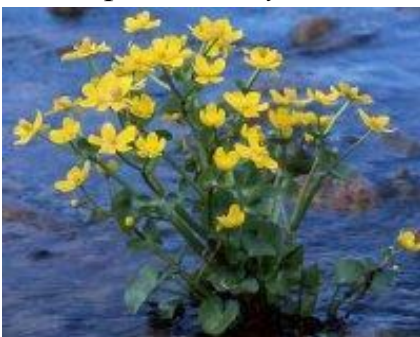
До них належать водяний жовтець, елодея, валіснерія, рдесник, водопериця. Листкові пластинки гідатофітів тонкі, часто розсічені, що сприяє повнішому використанню послабленого у воді сонячного світла і засвоєнню вуглекислого газу. Підтримувані водою пагони майже не мають механічних тканин, у них розвинена аеренхіма (Рис. 3.).

Рисунок 3. Валіснерія гігантська (фото з мережі Інтернет).

Інколи у них зустрічається різнолистість – гетерофілія, а в багатьох наявні плаваючі на поверхні води листки.

Коренева система гідатофітів дуже редукована, інколи взагалі відсутня, або втратила свої функції, як у ряски. У них відсутні провідні тканини, тому поглинання води і мінеральних солей відбувається усією поверхнею тіла. Квітконосні пагони виносять квітки на поверхню води, а після запилення вони знову можуть занурюватися у воду і дозрівання плодів здійснюється уже під водою.

*Гідрофіти* – це наземно-водяні рослини, частково занурені у воду. Ростуть на берегах водойм, на мілководді та на болотах. Зустрічаються в районах з різними кліматичними умовами. До них відносять *очерет звичайний*, *частуху подорожникову*, *бобівник трилистий*, *калюжницю болотяну*. У них краще, ніж у



гідатофітів розвинуті механічні та провідні тканини, добре виражена аеренхіма. У листках гідрофітів наявний епідерміс з продихами, але інтенсивність транспірації надто висока, тому вони можуть рости тільки на постійному інтенсивному поглинанні води (Рис. 4).

Рисунок 4. Калюжниця болотяна (фото з мережі Інтернет).

*Гігрофіти* – це наземні рослини, які живуть в умовах підвищеної вологості повітря або на досить вологих ґрунтах. Серед них розрізняють тіньові і світлові гігрофіти.

*Тіньові гігрофіти* – це рослини нижніх ярусів сирих лісів у різних кліматичних зонах. До них належать будяк городній, розрив-трава, цірцея альпійська, тропічні трави. Через високу вологість повітря в них затруднена транспірація, тому для поліпшення водного обміну на листках розвиваються *гідатоди* – водяні продири, які виділяють воду.

Листки цих рослин часто тонкі, з тіньовою структурою, зі слабо розвиненою кутикулою, вміщують багато вільної і мало зв'язаної води. З настанням нетривалої і несильної посухи у тканинах створюється негативний водний баланс, рослини в'януть і можуть загинути.

*Світлові гігрофіти* – це види відкритих місцевостей помірної смуги, які ростуть на постійно вологих ґрунтах і у вологому повітрі – рис, підмаренник, росичка, папірус.

*Мезофіти* – це рослини, що можуть переносити нетривалу і не дуже сильну посуху. Вони ростуть при середній вологості, помірно теплом режимі і досить добрій забезпеченості мінеральним живленням. До мезофітів відносять вічнозелені дерева верхніх ярусів тропічних лісів, листопадні дерева саван, деревні породи вологих вічнозелених субтропічних лісів, чагарники підліска, трав'янисті рослини дібров, рослини заплавлених і не надто сухих лук, пустельні ефемери, багато бур'янів і більшість культурних рослин. Отже, група мезофітів дуже численна і неоднорідна.

*Ксерофіти* – це рослини, що ростуть у місцях з недостатнім зволоженням і мають пристосування, які дають змогу добувати воду в разі її нестачі або обмежувати її випаровування і, навіть, вміня запасати її під час посухи. Ксерофіти краще ніж усі інші рослини здатні регулювати водний обмін, тому під час тривалої посухи перебувають в активному стані. Це рослини пустель, степів, твердолистяних і вічнозелених лісів та чагарникових заростей, піщаних дюн і сухих схилів, які добре нагріваються.

Ксерофіти поділяються на дві основні групи: *сукуленти* і *склерофіти*. *Сукуленти* – соковиті рослини з дуже розвинутою водозапасаючою паренхімою в різних органах.

Тому сукуленти є:

- ✓ стеблові: кактуси, кактусовидні молочаї, стапелії;
- ✓ листкові: алое, агави, бріофілуми, молодило, очитки;
- ✓ кореневі: аспарагус, квасениця.

Листки, рідше стебла, сукулентів мають товсту кутикулу, восковий наліт або густе опушення. Продири занурені, відкриваються у щілину, де затримується водяна пара. Вдень вони закриті. Це допомагає сукулентам зберігати накопичену вологу. Зате гірше відбувається газообмін та затруднюється надходження вуглекислого газу всередину рослини. Саме тому багато сукулентів з родини лілійних, бромелієвих, товстолистяних уночі при відкритих продирах поглинають вуглекислий газ, а лише наступного дня його переробляють в процесі фотосинтезу.



Ростуть сукуленти повільно. Осмотичний тиск клітинного соку у них малий – всього 3-8 атм., вони розвивають невелику сисну силу і здатні всмоктувати воду лише атмосферних опадів із верхніх ґрунтових шарів. Коренева система їх неглибока, але дуже розгалужена (Рис. 5).

Рисунок 5. Гусманія язичкоподібна (фото з мережі Інтернет).

*Склерофіти* – рослини, сухі на вигляд, часто з вузькими та дрібними листками, іноді скрученими в трубочки. Листки ще можуть бути розсіченими, вкритими волосками або восковим нальотом. Добре розвинена склеренхіма, тому ці рослини без шкідливих наслідків можуть втрачати до 25% вологи, не в'янувши. Сисна сила коренів до кількох десятків атмосфер, що дає змогу успішно добувати воду з ґрунту. В разі нестачі води склерофіти різко знижують транспірацію.

Отже, неоднакові шляхи регуляції водного обміну дають змогу рослинам заселяти різні за екологічними умовами ділянки суші. Різноманітність пристосувань лежить в основі поширення рослин по поверхні планети, а дефіцит вологи є однією з головних проблем екологічних адаптацій.

## **5. Пристосування рослин до нестачі та надлишку вологи. Внутрішні механізми захисту від посухи**

*Посуха* – це дуже тривалий посушливий період без дощу. Що означають сильні посухи для рослин? Рослини – це організми, які не можуть активно рухатися і залишаються на одному місці, порівняно з тваринами. Рослинам потрібно боротися з постійно зростаючими умовами посухи, інакше вони просто загинуть.

Якщо навколо немає води, що можуть зробити рослини для того, щоб вижити? Всі рослини мають ряд генів та стратегій для захисту від посухи, закодованих у їх ДНК. Коли ми говоримо про посухостійкі рослини, ми маємо на увазі рослини, які мають здатність витримувати тривалий час без вологи не вмираючи. Посухостійка рослина може пережити посуху за допомогою трьох стратегій:

✓ **Переміщення** – передбачає порятунок від посухи через утворення насіння, яке виживає під час посухи і дуже швидко проростає під час сприятливих умов. Це насіння потім розсівається по всій поверхні, а також може витримувати екстремальні суворі умови впродовж тривалого періоду часу.

✓ **Уникнення** – передбачає наявність спеціальних функцій щоб забезпечити втрату меншої кількості води в навколишнє середовище або щоб більше вологи поглиналося та зберігалось в рослині. Наприклад сукуленти, вони є прикладом рослин, які мають стратегію уникнення посухи. Ці рослини мають товстий восковий шар, щоб запобігти втраті води. Сукуленти також мають



розгалужену кореневу систему, яка шукає воду під сухим пустельним ґрунтом (Рис. 6). Деякі сукуленти мають спеціалізовані корені, які утворюють великі цибулинні структури, які фактично є підземними водоймами рослини. Ці рослини можуть пережити роки посухи, використовуючи воду, що зберігається в цибулинах.



Рисунок 6. Приклади структурних адаптацій у рослин для зменшення втрат та накопичення вологи (Рисунок з мережі Інтернет).

✓ Витримка при втратах води: Більша частина води втрачається природним способом – *транспірацією*. Це процес, коли коріння рослин споживають вологу, а потім рослини виділяють водяну пару через пори (продихи) у листках. Щоб вижити в умовах посухи, рослинам потрібно зменшити транспірацію, щоб обмежити свої втрати води. Деякі рослини, які живуть у сухих умовах, мають дуже дрібне листя на якому зосереджено менше продихів. Особливі приклади – рослини з листям, які нагадують колючі шипи. Ці утворення також можуть захистити рослини від голодних і спраглих птахів і тварин. Деякі рослини також можуть повністю скинути листя під час посухи, щоб запобігти втраті води. Основне правило: менше листя означає менші втрати води через транспірацію.

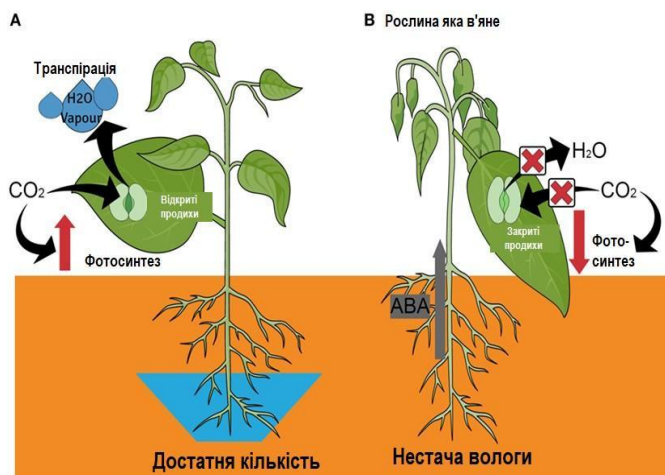
Окрім спеціальних органів та пристосувань, рослини також мають внутрішні захисні механізми для захисту від нестачі води. Ці реакції, часто, досить складні. Наведемо кілька прикладів.

Рослини зелені, оскільки містять зелену хімічну речовину, яку називають *хлорофіл*. Хлорофіл знаходиться у спеціальних органелах клітини, які називаються *хлоропластами*, що є свого роду «енергетичними фабриками рослин». Разом з водою та вуглекислим газом ( $\text{CO}_2$ ) хлорофіл використовує сонячне світло для утворення цукрів. Цукри дозволяють рослині рости і розвиватись. Цей процес напряду зав'язаний із використанням води, світла та  $\text{CO}_2$  для синтезу органічної речовини (у вигляді цукрів) та виділенні кисню у

повітря. Коли в ґрунті не буде достатньо води, процес фотосинтезу відбуватиметься трохи інакше і призведе до накопичення шкідливих хімічних речовин, які називаються *вільними радикалами*. Це означає, що рослинам потрібно ретельно контролювати те, як вони використовують енергію сонця. Під час фотосинтезу у період посухи  $\text{CO}_2$  повинен потрапляти в рослину через продихи. Але пам'ятайте, відкриті продихи означають, що вода буде втрачена через транспірацію. Таким чином, рослина стикається зі складною проблемою – забезпечити їй достатню кількість води, а також достатню кількість  $\text{CO}_2$  для фотосинтезу. Для цього рослини використовують хімічну сполуку (гормон) під назвою *абсцизова кислота* (АБК), яка допомагає налаштувати водний баланс у рослинах у скрутних погодних умовах.

Коли рослина відчуває дефіцит води, АБК швидко виробляється і транспортується до продихів. У продихах АБК контролює процес їх відкривання і закривання, через зміну тургору. *Тургор* – це внутрішній, тиск який впливає на клітинні стінки рослини рідиною всередині клітини (Рис. 7.). Чим більше води в клітині (чим сильніше клітина), тим більший тиск.

Управління тургором забезпечується балансом між надходженням  $\text{CO}_2$  і



втратами води, завдяки чому може відбуватися фотосинтез. Але, якщо вологозабезпечення буде обмежене в умовах посухи, з часом рослина не зможе впоратися зі стресом і весь фотосинтетичний процес може перестати працювати належним чином. Однак посухостійкі рослини мають спосіб уникнути проблеми втрати води під час фотосинтезу.

Рисунок 7. Схема балансу між надходженням  $\text{CO}_2$  і втратами води. (Рисунок з мережі Інтернет).

(А) Коли в ґрунті достатньо вологи, рослини поглинають її через коріння. Ця вода буде використовуватися рослиною або вивільнятися шляхом транспірації відкритими продихами на листках. Фотосинтез також буде нормально відбуватися, коли  $\text{CO}_2$  кисень поглинаються та виділяються через відкриті продихи.

(В) Коли в ґрунті є мало води, рослини намагаються зменшити втрати через транспірацію. Це можна зробити, закривши продихи в листках. Для цього використовують речовину під назвою АБК. Коли продихи закриті фотосинтез зменшується, оскільки  $\text{CO}_2$  не може потрапити у середину рослини. Менше фотосинтезу означає, що рослина виробляє менше енергії, і рослина перестає рости.

Вони відкривають свої продихи лише вночі, щоб поглинати  $\text{CO}_2$ . Потім вони зберігають цей  $\text{CO}_2$  і використовують його в денний час для фотосинтезу. Таким чином, вони втрачають менше води протягом дня, оскільки можуть утримувати продихи закритими, при цьому вони можуть продовжувати рости, хоча трохи повільніше, ніж зазвичай (Рис. 8).





Рисунок 8. Відновлення рослини після посухи, *Craterostigma pumilum* (фото з мережі Інтернет)

(А) Так виглядає рослина, яка росте в умовах достатньої кількості вологи.

(В) На двох середніх рисунках видно рослину через 3 тижня відсутності води. Тобто вона здається вже мертвою.

(С) Якщо таку рослину поливати, то впродовж 2 тижнів рослина «відійде» від посухи, відновить вегетацію і почне формувати насіння.

Рослинам необхідно контролювати кількість води у клітинах. Осмос – це переміщення води через клітинну мембрану від однієї клітини до іншої. Він відбувається для забезпечення рівних концентрацій розчинних речовин з обох боків мембрани. В основному забезпечує переміщення води по мембрані клітини до місця, де певні молекули (наприклад, солі, цукри та вільні радикали) мають більш високі концентрації. Роблячи це, вода розбавляє концентрацію цих молекул так, щоб концентрація була рівною з обох сторін мембрани.

Відродження рослин – приклад того, як рослини, стійкі до посухи, можуть відновитись після тривалої посухи: вони здатні пережити повну втрату води; вони накопичують величезну кількість розчинених речовин, вивільняють блокатори вільних радикалів і виробляють спеціальні захисні білки для витримування довгої та сильної посухи; вони також можуть скидати все листя зі стовбуру та чекати поки не пройде дощ.

На самому базовому рівні процеси стійкості до посухи регулюються використанням рослиною генетичного коду – його генів. Генетичні реакції рослини, що переживає стрес від посухи, дуже складні. Використовуючи передові комп'ютерні технології, вчені в наш час можуть ідентифікувати більшість генів, які відіграють роль у захисті рослини від посухи. Їх поділяють на три групи:

- ✓ гени, які керують іншими генами та є важливими для їх вмикання та вимкнення;
- ✓ гени, які виробляють речовини, що допомагають захистити рослину від посухи;
- ✓ гени, які беруть участь у процесі поглинання та транспортуванні води.

Здатність уникати або переносити посуху рослинами є важливою інформацією для науки. Нам потрібно використовувати знання про гени, які вмикаються або вимикаються під час посухи для отримання сортів та гібридів рослин, більш стійких до посухи, що надзвичайно важливо для селекції.

## ТЕМА 4. СВІТЛО ТА ЙОГО ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ У ЖИТТІ РОСЛИН. СОНЯЧНА РАДІАЦІЯ.

План заняття

1. Світло та його екологічне значення.
2. Поглинання променистої енергії зеленими рослинами.
3. Пристосування рослин до нестачі та надлишку світла. Екологічні групи рослин по відношенню до світла.
4. Сезонні адаптації рослин до світлового режиму. Фотоперіодизм.
5. Сонячна радіація та її роль у житті рослин
6. Вплив радіоактивного забруднення на рослини

Обсяг часу: 4 год.

### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Заверуха Н. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: 2016. 365 с.
3. Лагтев О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: 2001. 282 с.
4. Липа О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 144с.
5. Потіш Л. А. Медвідь В. О., Гвоздецький О. Д. Екологія: теоретичні основи і практикум: навчальний посібник. Львів: Магнолія плюс. 2004. 322с.

### 1. Світло та його екологічне значення

Світло як екологічний фактор має важливе значення, оскільки є джерелом енергії для здійснення процесів фотосинтезу, тобто бере участь в утворенні органічних речовин із неорганічних складових. Основним джерелом світла для рослин є Сонце. Температура Сонця дорівнює  $5800 - 60000\text{ C}^0$ . Загальна потужність випромінювання Сонця  $3,861026\text{ Вт}$ , кожен квадратний сантиметр поверхні Сонця випромінює  $6500\text{ Вт}$ . Деяка частина променистої енергії потрапляє на поверхню Землі від далеких зірок, але ця частина енергії дуже мала порівняно із сонячною радіацією. До поверхні Землі надходить тільки  $1/2\ 000\ 000\ 000$  частина усієї енергії Сонця. У процесах фотосинтезу використовується тільки  $1-5\ %$  усієї сонячної енергії Сонця, яка дійшла до поверхні Землі. Кількість променистої енергії, яка проходить крізь атмосферу, стала й дорівнює  $51020\text{ ккал}$  у рік на всю поверхню земної кулі. Цю величину називають *сонячною сталою*.

Сонячна радіація, яка досягає Землі, складається з  $50\ %$  інфрачервоних,  $45\ %$  видимих та  $5\ %$  ультрафіолетових променів з довжиною хвилі менше  $295\text{ нм}$ . В екології під терміном «світло» мають на увазі весь діапазон сонячного випромінювання, що являє собою потік енергії в межах довжин хвиль від  $0,05$  до  $3000\text{ нм}$  та більше. Потік радіації ділять на декілька областей, які розрізняються за фізичними властивостями та екологічним значенням для живих організмів. Видимі ультрафіолетові та інфрачервоні промені – це електромагнітні хвилі. Вони складають лише частину шкали відомих електромагнітних хвиль від  $1\ 10^{-11}\text{ см}$  до  $103 - 104\text{ км}$ . Уся сукупність хвиль утворює спектр електромагнітних хвиль який складається з областей: радіохвиль, мікрохвиль, інфрачервона, видима, ультрафіолетова, рентгенівських променів та альфа-, бетта-, гамма – променів. Спектр електро-магнітного випромінювання зображають так (Рис. 9.):



Рисунок 9. Спектр електро-магнітного випромінювання (з мережі Інтернет)

Світловий режим рослин визначається:

1. Інтенсивністю світла;
2. Складом світла;
3. Великою альбедо;
4. Відносним світловим забезпеченням.

*Альbedo (%)* – це частина радіації, відбитої від певної поверхні. Різні тіла й поверхні відображають різну кількість світла та характеризуються різною величиною альbedo. Зазвичай альbedo визначається у відсотках, наприклад: альbedo трав'янистого покриву – 25 %; піску – 33 %; снігового покриву – 84 %.

Відносне світлове забезпечення ( $L$ ) – це та мінімальна частина світла, при якій рослина може існувати. Практично світлове забезпечення визначається як відношення світлової енергії в мінімально освітленому місці до енергії освітлення відкритого місця. Наприклад: для того, щоб визначити  $L$  люксометром визначається освітленість у найгустішій частині крони – 4000 люксів, потім на відкритому місці – 40000 люксів, тоді  $L = 4000 / 40000 = 1/10$ . Чим менше  $L$ , тим тіншовитриваліша рослина.

Величина  $L$  є постійною для видів, що перебувають в однакових умовах. За величиною  $L$  складено ряд світлолюбності деревних порід: сосна звичайна –  $1/9$ , осика біла –  $1/15$ ; дуб звичайний –  $1/20$ ; клен татарський –  $1/49$ . Показником тіншовитривалості рослини є компенсаційна точка росту – це мінімальне світлове забезпечення, за умов якого рослина гине.

## 2. Поглинання променистої енергії зеленими рослинами

У рослинах розкладання вуглекислоти, утворення вуглеводів та інші фізіологічні й біохімічні процеси відбуваються за рахунок променистої енергії Сонця, яка поглинається листям. У процесі фотосинтезу відбувається розщеплення молекули води з виділенням газоподібного кисню, а енергія, отримана фотохімічною системою, утилізується для перетворення діоксиду вуглецю на вуглеводи:



У середньому листком поглинається 75 % сонячної енергії, що на нього потрапила, але коефіцієнт використання її на фотосинтез невисокий – близько 10 % за умов низької освітленості і лише 1–2 % – високої. Енергія, яка залишилася, переходить у теплову й витрачається на транспірацію та інші процеси. Різні екологічні групи рослин поглинають неоднакову кількість енергії у видимій області спектра (400 – 720 нм): мезофіти – 75 – 78 %; склерофіти – 82 – 86 %; сукуленти – 86 – 88 %.

Процес поглинання та засвоєння світла листом вивчав К. А. Тимірязев. На його думку, основні компоненти, які поглинають сонячну енергію це пігменти листка, а саме хлорофіл. У 1938 р. М. А. Максимов запропонував теорію про те, що хлорофіл складається з двох груп:

- ✓ хлорофіл «а» – синюватого відтінку та поглинає головним чином червоні промені;
- ✓ хлорофіл «b» – жовтуватого відтінку, поглинає синьо-фіолетові промені.

У 1962 р. дослідники К. С. Френч та Д. К. Фок встановили, що хлорофіл «а» знаходиться в рослинах у різних формах. Кожна форма має свій максимум поглинання в червоній області. Вважається, що фотосинтез здійснюється впродовж двох реакцій – реакції довгохвильового хлорофілу ( $\lambda = 680$  та  $695$  нм) та реакції супутникових пігментів.

Серед численних пристосувань рослин до максимального використання сонячного світла виділяють:

- ✓ збільшення розміру листової пластинки. На 1 га посівів площа листя може досягати 10 гектарів. Однак збільшення листової поверхні має певну межу. За даними дослідників площа листків рослин не повинна перевищувати 40 – 50 тис. метрів квадратних на гектар. Це пов'язано з тим, що збільшення листової поверхні приводить до збільшення транспірації і рослина може загинути від нестачі вологи;

- ✓ збільшення поглинаючої площі листової пластинки шляхом регулювання її орієнтації в просторі. Листя деревних порід таким чином орієнтовані стосовно джерела світла, що на площі 1 га листові поверхні букового лісу займає 7 га, ялинового – 12 га. У посівах верхні листки розташовуються вертикально, нижні – горизонтально, а середні – мають проміжну орієнтацію;

- ✓ розташування хлоропластів у листі залежно від інтенсивності освітлення. Загальна поверхня хлоропластів у листку бука у 200 разів перевищує загальну поверхню самого листка. При слабкому освітленні хлоропласти розташовуються фронтально, при сильному – займають профільне положення;

- ✓ поглинання світла рослинами залежно від віку рослини. Молоді листки поглинають більше фотохімічно активної радіації (ФАР) світла, ніж старі. Наприклад: молоді листки клену поглинають 82 %, відбивають 10 %, пропускають 8 % світла; старі поглинають 32 %, відбивають 28 %, пропускають 40 % світла;

- ✓ поглинання фізіологічно активних променів залежно від умов зростання рослин. Рослини в багатому мінеральними речовинами середовищі поглинають менше світла, ніж у збідненому. У багатому середовищі рослини компенсують

нестачу світла підвищеним мінеральним живленням. У однакових екологічних умовах листя різних деревних порід поглинають однакову кількість світла.

### **3. Пристосування рослин до нестачі та надлишку світла. Типи рослин за реакцією на світло.**

*Сонячна енергія* – джерело життя на Землі. Посередником, що пов'язує променевою енергією Сонця з життям людини, є рослина, яка перетворює в процесі фотосинтезу енергію Сонця в органічну речовину. Для характеристики сонячного режиму використовують такий показник, як тривалість сонячного сяяння. Це час, упродовж якого сонце не було закрите хмарами і його промені безпосередньо досягли земної поверхні. Знання річного ходу сонячного освітлення дає змогу провести вчасно здійснити всі роботи в агрокомплексі. Найбільша тривалість сонячного освітлення в Україні у середньому за рік складає 2150-2450 годин.

Для росту і розвитку рослин найбільше значення має та частина сонячного спектру, під дією якої відбувається фотосинтез. Її називають фотосинтетичною активною радіацією (ФАР). Фотосинтетична активна радіація, крім процесу фотосинтезу, забезпечує дихання, ріст, розвиток, нагромадження органічної речовини, які є основою життєдіяльності рослин.

Спектр цього випромінювання розташовано в межах 0,39 – 0,71 мкм довжини хвиль сонячного спектру. В процесі фотосинтезу на створення органічної речовини може використовуватись до 10% ФАР. ФАР є одним із найважливіших факторів продуктивності сільськогосподарських рослин. Правильне розуміння ФАР, врахування її розподілу по території і в часі має велике значення для отримання високих врожаїв тому, що ФАР – найважливіший фактор продуктивності сільського господарства.

Встановлено, що для накопичення певної кількості органічної речовини рослин, необхідна інтенсивність сонячної радіації, яка перевищує певне значення. Це значення називають *компенсаційною точкою*. Для сільськогосподарських культур на території України ця величина в межах ФАР дорівнює 20-35 Вт/м<sup>2</sup>. На значення компенсаційної точки впливає вік рослини. Якщо освітленість нижча за цю величину, то ріст та розвиток буде незначний (витрати органічної речовини на дихання перевищують утворення органічної речовини під час фотосинтезу).

Деколи в густих посівах або в теплицях у похмурі дні інтенсивність ФАР є недостатньою. Це призводить до ослаблення процесу фотосинтезу та, відповідно, до зменшення продуктивності посівів. Коли ж світловий потік хвиль потрібної довжини більший за компенсаційну точку, то інтенсивність фотосинтезу зростатиме. Приріст органічної маси збільшуватиметься тільки в межах освітленості до 200-280 Вт/м<sup>2</sup>. При більшій освітленості приросту не буде. Основним фактором, від якого залежить поглинання і пропускання ФАР, є відношення площі листової поверхні до площі поля. Встановлено, що найбільше ФАР поглинається тоді, коли площа листової поверхні перевищує площу поля в 4 рази і більше, тобто коли вона становить не менше 40 тис/м<sup>2</sup> на 1 га. Поглинання ФАР залежить від густоти стояння рослин в ценозі. Для кожної

культури вона різна. Оптимальна густина стояння для озимої пшениці – 3,0 – 3,5 млн шт./га, ярих зернових – 3,5 – 4,0 млн шт./га, кукурудзи на зерно – 50 – 60 тис. шт./га, цукрових буряків – 80-100 тис. шт./га, картоплі – не менше, як 50 – 60 тис шт./га.

Тіньовитривалі рослини компенсують нестачу світла збільшенням площі листової пластинки та кількості хлорофілу, тому їхні листки зазвичай темно-зелені (копитняк, щитник). Інша стратегія полягає в тому, щоб проходити фазу активного розвитку рано навесні, поки листки дерев іще не розкрилися і не затінили лісову підстилку (проліски, підсніжники, анемони).

Рослини, які потерпають від зайвої кількості світла, розташовують хлоропласти вздовж клітинних стінок, що розміщуються перпендикулярно до променів світла. Деякі види рослин накопичують у клітинах пігменти антоціани, що захищають хлорофіл від «перевантаження» (сектріазія, колеус)

*За відношенням до світла рослини поділяються на:*

- ✓ світлолюбиві (геліофіти) – рослини відкритих місць існування, які постійно й добре освітлюються;
- ✓ сціофіти – рослини нижніх ярусів лісів, глибоководні рослини, лісові трави. Вони зростають у місцях, де світла мало, погано переносять освітлення прямими сонячними променями.
- ✓ тіньовитривалі, тобто факультативні геліофіти. Вони можуть зростати як на світу, так і виносити затінення.

Існують різні шляхи пристосування рослин до освітлення:

- ✓ морфологічні
- ✓ анатомічні
- ✓ біохімічні
- ✓ фізіологічні.

*Геліофіти.* Пагони мають укорочені міжвузля. Листя геліофітів мають розсічену пластинку, восковий наліт, густе опушення, велику кількість продихів, густу сітку жилок. Листя фотометричне. Добре розвинута палісадна хлорофілоносна паренхіма. Висока фотосинтетична активність. Відношення хлорофілу «а» до хлорофілу «b» приблизно 5:1, підвищена концентрація клітинного соку, велика всисна сила.

*Сціофіти.* Постійно перебувають в умовах сильного затінення (мохи, плауни, грушанки, веснівка дволиста, кисличник двостовбчатий та інші). Пагони витягнуті, листя темно-зелене, нерідко добре виражена листова мозаїка. Добре розвинута губчаста паренхіма. Клітини епідермісу великі, але оболонки в них тонкі. Палісадна паренхіма одношарова. Продихів мало, площа жилок менша, ніж у геліофітів. Концентрація клітинного соку менша. Всисна сила менша (порівняно з геліофітами). Інтенсивність фотосинтезу швидко досягає максимуму і при дуже сильному світлі починає падати. Відношення хлорофілу «а» до хлорофілу «b» приблизно 3:2.

*Тіньовитривалі.* Листя цієї групи рослин по периферії крони має структуру, як у геліофітів, а в середині – як у сціофітів (дуб звичайний, липа серцелиста, лісові трави, чагарники, деякі лугові рослини та інші).

Відношення до світла в рослин може змінюватись посезонно. Так, листя яглиці, що зростає в дубраві, навесні має світлову структуру, а влітку – тіньову. Змінюється відношення до світла і в онтогенезі. Зокрема, проростки та ювенільні рослини багатьох деревинних порід більш тіньовитривалі, ніж дорослі форми. Деякі рослини, якщо їх перенести в інші кліматичні або едафічні умови, змінюють своє відношення до освітлення. Так, чорниця в тундрі стає геліофітом.

#### **4. Сезонні адаптації рослин до світлового режиму. Фотоперіодизм.**

Можна відзначити деякі загальні пристосувальні особливі, властиві рослинам кожної екологічної групи.

Розглянемо, наприклад, світлові адаптації геліофітів і сціофітів. Оптичний апарат геліофітов розвинений краще, ніж у сціофітів, має велику фотоактивну поверхню і пристосований до більш повного поглинання світла. Зазвичай у них листки товщі. Клітини епідермісу і мезофілу дрібніші, палісадна паренхіма багатошарова (у деяких саванних рослин Західної Африки до 10 шарів), нерідко розвинена під верхнім і нижнім епідермісом. Дрібні хлоропласти з добре розвинутою гранальною структурою в великому числі (до 200 і більше) розташовані уздовж поздовжніх стінок.

Хлорофілу на суху масу в листі геліофітів доводиться менше, але зате в них міститься більше пігментів. Звідси висока фотосинтетична здатність геліофітів. Компенсаційна точка лежить в області більш високої освітленості. Інтенсивність фотосинтезу досягає максимуму при повному сонячному освітленні. У особливій групі рослин геліофітів, у яких фіксація CO<sub>2</sub> йде шляхом C-4-дикарбонових кислот, світлове насичення фотосинтезу не досягає навіть при найсильнішому освітленні. Це рослини з посушливих областей (пустель, саван). Особливо багато рослин серед родин осокових, портулакових, амарантових, лободових, гвоздикових, молочайних. Вони здатні до вторинної фіксації і реутилізації CO<sub>2</sub>, що звільняється при світловому диханні, і можуть фотосинтезувати при високих температурах і при закритих продихах, що часто спостерігається в найспекотніші години дня. Зазвичай астенія, особливо цукрова тростина і кукурудза, відрізняються високою продуктивністю.

*Сціофіти* – це рослини, які постійно перебувають в умовах сильного затінення. При освітленості 0,1 – 0,2% можуть рости тільки мохи та селягінели. Плауни задовольняються 0,25 – 0,5% повного денного світла, а квіткові рослини зустрічаються зазвичай там, де освітленість в похмурі дні досягає не менше 0,5 1% (бегонії, трави з сімейств імбирні, маренові).

Листя у сціофітів розташовуються горизонтально, нерідко добре виражена листовая мозаїка. Листя темно-зелені, більші і тонкі. Клітини епідермісу більші, але з більш тонкими зовнішніми стінками і тонкою кутикулою, часто містять хлоропласти. Клітини мезофілу більші, палісадна паренхіма одношарова або має нетипову будову і складається не з циліндричних, а з трапецієподібних клітин. Площа жилок вдвічі менше, ніж у листя геліофітів, число продихів на одиницю площі менше. Хлоропласти великі, але число їх в клітинах невелика. З меншою інтенсивністю протікають у них такі фізіологічні процеси, як транспірація, дихання. Інтенсивність фотосинтезу, швидко досягнувши максимуму, перестає

зростати при посиленні освітленості, а на дуже яскравому світлі може навіть знизитися.

У листяних тіншовитривалих деревних порід і чагарників (дуба, липи серцеподібної, бузку звичайного та ін.) листя, розташовані по периферії крони, мають структуру, подібну до структури листя геліофітів, і називаються світловими, а в глибині крони – тіншові листя з тіншовою структурою, подібною до структури листя сціофітів.

Факультативні геліофіти, або *тіншовитривалі* рослини, в залежності від ступеня тіншовитривалості мають пристосувальні особливості, які зближують їх то з геліофітами, то зі сціофітами. До цієї групи можна віднести деякі степові рослини, лісові трави і чагарники, що ростуть і в затінених ділянках ліси, і на лісових галявинах, узліссях, вирубках. На освітлених місцях вони розростаються часто сильніше, однак оптимальне використання ФАР у них відбувається не при повному сонячному освітленні.

Фотосинтетичний апарат може перебудовуватися при зміні світлового режиму. Так, листя кукурудзи нижнього ярусу, потрапляючи в умови затінення при сильному розростанні листя середнього і верхнього ярусів, стають тіншовими. У деревних і чагарникових порід тіншова або світлова структура листа часто визначається умовами освітлення попереднього року життя. Якщо в одному і тому ж місці зростання періодично змінюється світловий режим, рослини в різні сезони можуть проявляти себе то як світлолюбні, то як тіншовитривалі.

Найбільш загальна адаптація рослин до максимального використання ФАР – просторова орієнтація листя. При вертикальному розташуванні листя, як наприклад, у багатьох злаків і осок, сонячне світло повніше поглинається в ранкові та вечірні години при нижчому стоянні сонця. При горизонтальній орієнтації листя повніше використовуються промені полуденного сонця. При дифузному розташуванні листя в різних площинах сонячна радіація протягом дня використовується найбільш повно. Зазвичай при цьому листя нижнього ярусу відхилені горизонтально, середнього – спрямовані косо вгору, а верхнього – розташовуються майже вертикально.

**Фотоперіодизм.** Рослини здатні узгоджувати свої життєві процеси із сезонними явищами, обираючи час для проростання, квітування, листопаду. «Календарем» для них зазвичай слугує тривалість світлового дня, що закономірно змінюється протягом року. Так звані рослини короткого дня (перець, кавун, кукурудза) квітнуть у період коротких днів. Рослини довгого дня (картопля, пшениця, шпинат), навпаки, потребують для квітування понад 12 годин освітлення на добу. Деякі рослини квітнуть за будь-якої тривалості дня (томат, кульбаба). Фізіологічна реакція рослин на ритм освітлення називається фотоперіодизмом.

## 5. Сонячна радіація та її роль у житті рослин

*Сонце* – найближча до нашої планети зірка, центр сонячної системи, у якій кожен секунду відбуваються реакції термоядерного синтезу. Їх наслідком є випромінювання світла та тепла, або радіація, яка підтримує життя на Землі та



обумовлює клімат. Тож радіація – це енергія, яку випромінює Сонце. Її потік являє собою електромагнітні хвилі різної довжини, діапазон яких досить широкий: від радіохвиль, рентгенівських променів і до іонізуючого випромінювання, яке ми звикли називати радіацією. До останнього належать рентгенівські та гамма-промені. Проте поняттям «радіація» визначається весь спектр сонячного випромінювання.

Радіація, що досягає поверхні нашої планети, може бути розсіяною чи прямою. Це пов'язане з великою кількістю природних перешкод на її шляху: озоновий шар атмосфери, хмари, водяна пара та пил у повітрі. Вплив розсіяної радіації на організм є значно меншим, ніж прямої.

Пряма радіація – доходить до земної поверхні у вигляді пучка паралельних променів, що виходять безпосередньо від сонячного диска.

Розсіяна радіація – та яка розсіялась в атмосфері, надходить на земну поверхню з усього небесного зводу. У похмурі дні вона є єдиним джерелом енергії у приземних шарах атмосфери.

Сумарна сонячна радіація – сукупність прямої й розсіяної, що надходить у природних умовах на земну поверхню.

На сонячну радіацію впливає:

1) географічна широта місцевості: у країнах, близьких до екватора, природний радіаційний фон вищий, а ближче до полюсів – нижчий;

2) висота місцевості: гірські вершини отримують більше сонячної енергії, ніж рівнинні простори. Це пояснюється тим, що промені Сонця проходять до вершин гір коротший шлях в атмосфері;

3) пора року: на полюсах та екваторі показники майже не змінюються впродовж року, а от у середніх широтах, де відчутні зміни пір року, його показники влітку та взимку різняться;

4) висота стояння сонця над горизонтом: коли сонце у зеніті, інтенсивність значно вища, ніж коли воно наближається до горизонту;

5) прозорість атмосфери: чим більш забруднена атмосфера, тим менше сонячного випромінювання досягає поверхні Землі. Чим більше в атмосфері хмар, водяної пари і пилу, тим сильніше розсіювання сонячних променів і тим менша кількість сонячної радіації надходить до Землі. Наприклад, у деяких промислових районах запилене повітря послаблює сонячну радіацію майже на половину.

б) підстилаюча поверхня: ґрунти, рослинність, сніг або вода неоднаково поглинають і відбивають сонячну радіацію.

## **6. Вплив радіоактивного забруднення на рослини.**

Відомо, що наземна рослинність є першим бар'єром, який затримує радіоактивні речовини. Затримання рослинами твердих аерозолів залежить від фітомаси на одиницю площі, швидкості вітру, розміру аерозольних частинок, відносної вологості повітря, форми, розміру, властивостей поверхні листя та інших надземних органів рослин. Найбільшою біомасою на одиницю площі характеризуються лісові біоценози. Затримування радіочастинок лісом глобальних випадінь складає 50 – 100%. Цей коефіцієнт може зменшуватися до

20% у листяних насадженнях після листопаду. За здатністю затримувати радіоактивні викиди елементи підстилаючої поверхні розташовуються у ряді: сосновий молодняк – середньовіковий сосняк – листяні ліси – луки і посіви – рілля. Ступінь впливу іонізуючого випромінювання на рослини визначається потужністю джерела випромінювання, тривалістю його дії.

Розрізняють *гострий* та *хронічний* вплив іонізуючого випромінювання на рослину. Під час гострого опромінення найбільше ушкоджуються клітини, що перебувають у стані активного поділу. У рослин виявлено також дистанційну дію випромінювання, коли з опроміненої частини в неопромінені переносяться речовини, здатні пошкоджувати меристеми

Різні органи рослин по-різному реагують на опромінення: найчутливішими є генеративні, потім – органи, що на момент опромінення складаються із тканин, які активно діляться. При цьому, на рівні органів цілої рослини виявляються зміни архітекtonіки: змінюється морфологія трахей і трахеїд; у коренів посилюється розгалуження, порушується утворення кореневих волосків. Може змінитись порядок розміщення листків, філотаксис, виникають фасціації, пухлинні утворення, іноді змінюється тип галуження. Окрім цього, має місце зміна форми листка, порядок жилкування; стимулювання утворення калюсу, що призводить до розвитку місцевих розростань або до появи бруньок в незвичних місцях. На місці таких розростань нерідко утворюються корінці. Іноді радіація вповільнює ріст або прискорює процеси цвітіння у рослин.

Слід зазначити, що летальний вплив радіації на рослинні клітини може відбуватися двома шляхами: через ушкодження їх генетичного апарату, що спричиняє репродуктивну загибель клітин, або за безпосереднього руйнування клітин. Щоб спричинити загибель клітин безпосередньо, необхідна доза в 3-4 рази більша, ніж для того, щоб позбавити її здатності до поділу. Іонізуюче випромінювання навіть у дуже великих дозах (1000-2000 Гр) не відразу вбиває вегетуючі рослини. Останні довго після опромінення можуть залишатися тургорними, зеленими та, навіть, здатними накопичувати пластичні речовини, хоча здатність клітин меристеми до поділу вже безповоротно втрачена.

У рослин, що одержали дозу близьку до летальної, згодом можливе відновлення процесів життєдіяльності. Разом з тим, низькі дози, легко витримувані під час короткочасного опромінення, стають летальними за тривалої дії. Це так званий ефект накопичувальної дії радіації на рослину. Таким чином, загибель рослини після опромінення може реалізуватись як дуже віддалений етап променевого ушкодження.

Вплив іонізуючого випромінювання на органи й тканини рослини залежить від поглинутої дози. Зі збільшенням поглинутої дози в меристемах можуть спостерігатися клітини збільшених розмірів, як наслідок затримки їх поділу. Це призводить до передчасної їх диференціації і прискореного старіння. Повне припинення розвитку і росту листя настає при дозі іонізуючого опромінення близько 90 Гр.

Однак, якщо під час хронічного опромінення порушується мітотична активність, то поряд з пригніченням росту рослини часто спостерігаються морфологічні зміни: булавоподібні верхівки стебел, пагони без бруньок,

змінений порядок розміщення листя. Такі морфологічні меристематичні аномалії – радіоморфози – можуть з'явитися у будь-якому органі рослини, якщо на момент опромінення вони перебували на стадії примордіальних горбочків (первинних меристематичних зачатків). За відповідних доз іонізуючого випромінювання спостерігаються характерні особливості реакції конусів наростання – утворення летальних, некротичних ушкоджень його клітин. Як правило, ушкодження з'являються у клітинах початкової зовнішньої (ініціальної) зони і закінчуються порушеннями внутрішньої.

Значно рідше під дією іонізуючого випромінювання виникають аномалії розвитку окремих органів, зумовлені соматичними мутаціями, що контролюють морфогенез. Якщо в процесі клітинних поділів такі мутагенні клітини не ліквідуються, виникають органи зміненої морфологічної структури. За своєю природою вони належать до генетичних, що передаються спадково. Стосовно вегетативних органів, то, наприклад, опромінення листя, що росте, призводить до зменшення його приросту, тоді як на листя, що завершило ріст, іонізуюче випромінювання майже не впливає. Опромінення листя, що перейшло до поверхневого росту, мало впливає на форму його листкових пластинок.

Опромінення листя зі сформованими хлоропластами не впливає на їх забарвлення, а опромінення молодого листя та листкових зачатків призводить до появи крапчастого і темнішого забарвлення. Характерною реакцією на опромінення є потовщення листкових пластинок, що перебуває в прямій залежності від дози та в зворотній від сформованості листя до моменту опромінення.

Зазначимо, що іонізуюче випромінювання може призвести до порушення регуляторних процесів та ростових кореляцій. При цьому пригнічення росту головного стебла зумовлює зменшення апікального домінування та посилення росту бокових пагонів. Так, у пошкоджених дерев 1986 р. (Рік аварії на Чорнобилі) та навесні 1987 р. спостерігалися порушення в ритміці росту, орієнтації пагонів, морфогенетичних процесах. Під впливом високих доз іонізуючого випромінювання змінювалася структура та хімічні властивості деревини, також порушувалася будова похідних камбію, що зумовлювало зниження радіального приросту деревини стовбура. У 1986 р. у сосни та ялини спостерігали підвищення щільності ранньої деревини. Зниження щільності пізньої деревини було на ділянках з підвищеними поглинутими дозами – 1,5-2 Гр та вище. При поглинутій дозі в 20-25 Гр зменшення щільності пізньої деревини зберігалось до 1988 року.

Найчутливішою до впливу іонізуючого випромінювання у рослин є репродуктивна сфера. Найбільш вразливим є процес мікроспорогенезу. На ділянці з високим рівнем радіаційного пошкодження (8-25 Гр) на чоловічих пагонах сосни спостерігалось утворення нещільних колосків мікростробілів, окремі збільшені стробіли при цьому розміщувалися на подовженій осі незімкнуто. Одним з яскравих проявів дії іонізуючого випромінювання на сосну є зміна термінів її «цвітіння». Слабкий рівень радіаційного забруднення – 0,7 – 2,3 Гр за сумарною поглинутою дозою порівняно з контролем прискорює перебіг мікроспорогенезу у сосни на 1 – 2 дні, а поглинута доза 3,5-4,7 Гр

уповільнює розвиток спорогенних клітин. При дозах 10 Гр цвітіння практично не було.

Дослідження радіочутливості мікроспорогенезу у сосни звичайної показало, що з усього циклу розвитку чоловічих генеративних органів мейоз є найбільш критичним періодом. У стиглому пилку сосни, особливо з ділянок з високим рівнем радіаційного забруднення, в 5-6 разів частіше, ніж в контрольних зразках, траплялися пилінки з різними морфологічними порушеннями. У насінневих зачатках, в яких розвиток архегонію дуже пригнічувався, зародок не запліднювався і не розвився. На третій рік після гострого опромінення однозначних висновків про зв'язок кількості порушень під час формування у жіночих статевих клітин та зародка, що призводили до загибелі насінневих зачатків, з поглинутою дозою не було встановлено.

Визначено, що радіочутливість насіння у різних видів рослин різниться в десятки разів. На радіочутливість насіння істотно впливає вологість та насиченість киснем. Більша радіочутливість вологого насіння зумовлена посиленням у ньому метаболічних процесів, коли частина клітин переходить до активного синтезу ДНК і починається підготовка клітин до мітозу. За впливу на насіння малих доз іонізуючого випромінювання іноді спостерігається його стимулююча дія, що виявляється в прискоренні початкового росту проростків. Протягом росту рослин цей ефект зникає. Радіостійкість насіння визначали за енергією його проростання. При дослідженні насіння 10 родин деревних порід виявлено, що найбільш радіочутливе насіння ялини звичайної, для якої летальна доза становила всього 50 Гр. Для ялиці сибірської та сосни звичайної летальна доза близька до 100 Гр, для берези – понад 100, для різних видів жимолості – близько 300, для клена татарського до 60, липи дрібнолистої – понад 600 Гр.

Отже, радіочутливість насіння визначається такими біологічними та фізико-хімічними чинниками, як стан зародка, вік, розміри, біохімічний склад, вологість, наявність кисню, температура зберігання, доза та потужність опромінення. Таким чином, вплив іонізуючого випромінювання на окремі органи рослини протягом онтогенезу змінюється за ступенем вираженості променевого ефекту та за спектром реакцій на опромінення: на початкових етапах онтогенезу – порушення первинних органів та гальмування ростових процесів; на заключних етапах – порушення формування життєздатного насіння.

## ТЕМА 5. ҐРУНТ ТА РЕЛЬЄФ, ЇХ РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН.

### План заняття

1. Загальне уявлення про ґрунт. Рельєф.
2. Хімічний склад ґрунту як екологічний фактор. Мінеральне живлення рослин.
3. Екологічні особливості рослин, що ростуть на засолених ґрунтах.
4. Екологічні особливості рослин сфагнових боліт.
5. Екологічні особливості рослин рухливих пісків.

Обсяг часу: 4 год.

### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Заверуха Н. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: 2016. 365 с.
3. Лаптев О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: 2001. 282 с.
4. Липа О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 144с.
5. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Київ: Товариство «Знання». 2012. 550с.
6. Потіш Л. А. Медвідь В. О., Гвоздецький О. Д. Екологія: теоретичні основи і практикум: навчальний посібник. Львів: Магнолія плюс. 2004. 322с.

### 1. Загальне уявлення про ґрунт. Рельєф.

*Ґрунт* – самостійне природне тіло, яке утворилося внаслідок взаємодії п'яти природних факторів ґрунтоутворення: клімату, рельєфу, рослинного та тваринного світу, ґрунтоутворювальних порід і віку. Ґрунт характеризується *родючістю*. Як *едафічний фактор* – це середовище, з якого рослини беруть необхідні елементи живлення й субстрат для закріплення рослини.

За визначенням В.І. Вернадського, ґрунт є біокосним тілом біосфери: в ньому 93% складають мінеральні частини і лише 7% – органічні. Ґрунт як природно-історичне тіло являє собою поверхневу родючу частину земної кори. Середня товщина цієї частини – 18-20 см, хоча в різних районах земної кулі вона може дорівнювати від кількох сантиметрів до 1,5-2,0 м. Для утворення родючого шару ґрунту потрібні були тисячоліття взаємодії світла, води, тепла, повітря, рослинних і тваринних організмів (особливо мікроорганізмів) з ґрунтовірною гірською породою.

В.І. Вернадський відзначав, що ґрунт – це найскладніший, майже живий організм (біокосне тіло), нерозривно пов'язаний з водою і повітрям, з якими він утворює триєдину систему, що є основою біосфери – обрисом Землі. Тому: «коли людина надзвичайно сильно порушує природні місця зростання та ґрунти, вона приводить в дію справді пекельний механізм, дія якого відбивається на всьому, навіть на атмосфері, що необхідна для існування людей на Землі». Під родючістю ґрунту розуміється її здатність забезпечувати рослини водою, поживними речовинами, повітрям, теплом. Розвитку та набуттю цих якостей ґрунту сприяють живі організми (рослини, тварини та мікроорганізми), котрі зв'язані з ґрунтом і складають разом з ним екологічні системи – *біогеоценози*. Родючість ґрунтів значною мірою також залежить від діяльності людини.

Материнська гірська порода служить фізичним та хімічним середовищем для ґрунтотвірного процесу. Механічний і мінеральний склад її повністю визначають всі фізичні (включаючи водні та водно-динамічні) властивості і хімічний склад мінеральної частини ґрунту. Внаслідок фізичного вивітрювання монолітні скельні гірські породи перетворюються на осипи, котрі мають уже зовсім нові фізичні якості: рихлий склад, пористість та інфільтраційну здатність. Глина й суглинки, які при цьому утворюються, поряд з водопроникністю мають вологоємність, і завдяки чому можуть забезпечувати рослини вологою – найважливішим фактором життя.

При хімічному вивітрюванні одночасно відбувається перехід біогенних елементів з нерозчинного (недоступного) в рухомий (доступний) для рослин стан.

Клімат впливає на формування гідротермічного режиму, який справляє вирішальний вплив на інтенсивність, характер вивітрювання та динаміку біологічних процесів, що складають малий біотичний кругообіг речовин.

Так, з переходом від північної частини лісової зони до лісостепу за рахунок потепління клімату покращуються гідротермічні умови розкладання лісової підстилки. Тому під лісом підвищується інтенсивність дернового процесу ґрунтоутворення та уповільнюється власне підзолистий процес.

Особливо важливе значення в ґрунтоутворенні має взаємодія гірської породи та рослинності, що обумовлює синтез органічних речовин. Внаслідок цього в ґрунті накопичуються біогенні елементи, утворюється структура та розвивається основна його якість – родючість.

Рослинний, або біогеоценотичний покрив залежно від специфіки створюваного ним кругообігу речовин, енергії та характеру його впливу на процес ґрунтоутворення, поділяють на лісову, лучну, степову, пустинну формації. Кожна з них обумовлює характерну стадію процесу ґрунтоутворення і в результаті призводить до утворення окремого характерного типу ґрунтів.

Так, під лісовою формацією протікає підзолистий процес, внаслідок якого утворюються дерново-підзолисті ґрунти; під лучною рослинністю – дернові та лучні; під степовою – чорноземи та каштанові ґрунти тощо.

Процес ґрунтоутворення відбувається не тільки в просторі, а й у часі: накопичується перегній, утворюється структура, вилуговуються мінеральні сполуки. З часом невідмінно змінюються ознаки ґрунтів та рівень їхнього розвитку. Тому вік ґрунтів (час, протягом якого на даній ділянці суші протікає його розвиток) виділяється як один з ґрунтотвірних факторів (вік місцевості або географічної області).

Структура ґрунту – одна із важливих його характеристик, обумовлюється сукупною дією органічних та мінеральних ґрунтових колоїдів, які склеюють елементарні частки ґрунту та сприяють утворенню грудочок – структурних агрегатів, різних за формою та розміром.

*Структура ґрунту* має вирішальне значення у розвитку його фізичних і водно-фізичних властивостей. Структурні ґрунти завдяки своїй пухкості добре «опановуються» кореневою системою рослин та забезпечують їх водою, повітрям, елементами мінерального живлення. Структура ґрунту визначається за

його механічним складом. Співвідношення різних механічних фракцій у даному ґрунті визначає його пористість та щільність.

Екологічне значення для рослин мають ті властивості ґрунту, які визначають його родючість – тепловий та водний режими ґрунту, повітряний та сольовий режими. До складу ґрунту входить:

- ✓ мінеральна основа (як правило, 50–60 % загального складу);
- ✓ органічна речовина, включаючи живі організми (до 10 %);
- ✓ повітря (15–25 %);
- ✓ вода (25–35 %).

*Мінеральна основа* – неорганічний компонент, який утворився з материнської породи внаслідок її вивітрювання. Мінеральна частина визначає механічний склад ґрунту, який, у свою чергу, визначає водний, повітряний та температурний режими ґрунтів.

За механічним складом розрізняють ґрунти:

- ✓ СГ (суглинисті),
- ✓ СП (супіщані),
- ✓ П (піщані),
- ✓ Г (глинисті).

Зі зміною механічного складу змінюються родючість, вологоємність, капілярність, проникненість, вилуженість. Від П до СГ ґрунтів збільшується родючість, вологоємність, капілярність та зменшується проникненість, вилужованість та поверхневий стік. Поглинальна здатність глинистих ґрунтів вища, ніж піщаних.

Провідним фактором формування властивостей ґрунту як середовища існування живих організмів: *аерації ґрунту, його вологості та вологоємності, теплоємності та термічного режиму*, а також умов розподілення коренів деревних та трав'янистих рослин, є механічний склад та структура ґрунту.

Деякі рослини вибірково оселяються на певних типах ґрунтів. Наприклад: псамофільні рослини живуть лише на піщаних ґрунтах, петрофільні – на кам'янистих тощо.

*Органічна речовина ґрунту* – це продукти розкладання рослинних залишків та ґрунтових організмів, серед яких особливе місце належить гумусу. Гумус – аморфна органічна речовина (з часток < 0,0001 мм) складної хімічної будови. Гумус містить погано розчинні гумінові кислоти та добре розчинні фульвові кислоти та нерозчинний залишок гумін. Склад гумусу залежить від кліматичних умов та хімічної будови рослинних і тваринних організмів, із яких він утворений. Тому гумус лісових ґрунтів відрізняється від гумусу степових ґрунтів, а гумус північних лісових ґрунтів – від гумусу південних. Гумус інтенсивно впливає на родючість ґрунтів, хоча рослинами не засвоюється. При розкладанні гумусу виділяється CO<sub>2</sub> та мінеральні солі. CO<sub>2</sub> підкислює розчин. У підкисленому ґрунтовому розчині мінеральні солі добре розчиняються й стають доступними для рослин. Ґрунт, багатий на гумус, темно забарвлений та добре поглинає сонячну енергію. Гумус впливає на *структуру ґрунту*, залежно від розмірів ґрунтових агрегатів розрізняють структуру: *борошнисту, зернисту, комкувату*,

*глибисту*. Найбільш родючий ґрунт із зернистою структурою. Повітря знаходиться в порах ґрунту й необхідне для існування кореневої системи рослин.

Вода необхідна всім ґрунтовим організмам як розчинник речовин, потрібних рослинам. Вода також бере участь у перетворенні материнської породи на ґрунт.

*Роль орографічних факторів у ґрунтоутворенні.* До орографічних факторів належать: висота місцевості над рівнем моря, рельєф місцевості, кут нахилу та напрямок (експозиція) схилів; географічні координати місцевості.

*Рельєф ґрунту* (місцевості) – сукупність форм земної поверхні, що має певний геологічний склад та зазнає постійного впливу як внутрішніх (ендогенних), так і зовнішніх (екзогенних) сил Землі – атмосфери, літосфери, гідросфери, біосфери. Різні форми рельєфу утворюють перепади висот, гори, круті схили, річкові долини, плакорні ділянки або плато. За цих умов розвиваються осипи, обвали, зсуви, а при надмірному та різкому зволоженні, що настає після тривалого посушливого періоду, можуть виникнути селеві (бруднокам'яні) потоки – селі. Повільні гравітаційні процеси діють переважно на пологих схилах, що заліснені або задерновані.

Рельєф, як фактор ґрунтоутворення, впливає на перерозподіл тепла, вологи та твердих мас. З історією розвитку рельєфу та змінами клімату пов'язана історія ґрунтів. На різних елементах рельєфу утворюються різні гірські породи, а внаслідок наступного фізичного та хімічного вивітрювання останніх – різні ґрунти. Родючість цих ґрунтів формується залежно від характеру рослинності, яка з'являється на різних елементах рельєфу. Таким чином, найважливіше значення в процесах ґрунтоутворення мають рельєф, клімат та рослинність.

Висота місцевості над рівнем моря у високогірних районах чітко позначається на характері рослинності та основних рисах ландшафту. На високих горах простежується зміна смуг (поясів) рослинності у зв'язку зі зміною кліматичних умов. Так, підіймаючись у гори, розташовані в кліматичному поясі пустель Середньої Азії, ми спостерігатимемо таку послідовну зміну поясів (знизу догори): пояс степів, лісів, безлісних альпійських просторів.

У зв'язку з рельєфом рослини та рослинні угруповання розташовуються за так званим екологічним рядом (наприклад, за вимогами до вологості: чим нижче по рельєфу, тим вологість буде більшою, а рослини утворюють ряд зі збільшенням гігрофітності (вологолюбності). Велике значення мають також кут нахилу та експозиція схилів. Так, за В. В. Альохіним, рослинність південних схилів несе елементи південних плакорних просторів, а північних – більш північних плакорних місць зростають. Рельєф впливає на зріст і форму дерев та на частоту плодоношення. У горах, йдучи знизу вгору, ми начебто пересуваємося з півдня на північ. Метеорологи розрізняють клімат: низовин, височин та гірських місцевостей.

*Рельєф* – конфігурація місцевості за висотою над рівнем моря. Відзначають позитивні та негативні елементи рельєфу щодо рівня моря. *Позитивні елементи* – гори, пагорби. *Негативні елементи* – низовини, яри, балки, западини. У позитивних та негативних елементах рельєфу розрізняють елементи макро-, мезо- та мікрорельєфу.



*Макрорельєф* – великомасштабні елементи рельєфу (гори, височини), які вимірюються тисячами метрів. *Мезорельєф* – середній рельєф, який характеризується відхиленнями від рівня моря в метрах або десятках метрів (горби, балки).

*Мікрорельєф* – рельєф, елементи якого мають малі відхилення від рівня моря декілька міліметрів або сантиметрів (пагорби, борозни, заглибини).

Залежно від рельєфу змінюються кліматичні та ґрунтові фактори, які впливають на рослини. У балках південні схили прогріваються краще. Тепловий та світловий режими виражені енергійніше. Ерозія ґрунту на південному схилі також більш енергійна. Ліс у степу знаходиться в умовах географічної невідповідності, тут йому не вистачає вологи. Але ліс може існувати в умовах степової зони в долинах, ярах, низовинах, де вологи більше, ніж на плакорі. На арені можна зустріти пагорби та низовини – котловини. На пагорбах ростуть сосни, у котловинах, де вологіше, – осичники та березняки.

*Висота над рівнем моря* впливає на ріст рослин. У Криму, в горах на висоті 500 м існують букові ліси, де особини буків досягають 23 м у висоту та мають діаметр стовбура до 50 см; на висоті 1300 м ліс представлений кривими та низькорослими деревами до 12 м висотою, діаметр стовбура становить менше 15 см.

Висота місцевості впливає формування насіння рослин. Наприклад в хвойних які ростуть на висоті 600 м формування насінини припадає на кожний четвертий рік, на висоті 1300 м – на восьмий рік. Схожість насіння також різна залежно від висоти відносно рівня моря території існування рослин. На висоті 500 м схожість 79 %; на висоті 1800 м – 50 % впродовж однакового часу. Вплив висоти місцевості проявляється не тільки в горах, а й на рівнинах. Мікропідвищення та мікрозниження змінюють ґрунтові та кліматичні умови. Якщо порівняти рослинність степового кургану з рослинністю рівної місцевості, значно проявляється низькорослість, пригніченість рослин кургану внаслідок його гіршого зволоження порівняно з рівною місцевістю.

*Велике значення має експозиція схилу* (Рис. 10). На схилах південної експозиції кут падіння сонячних променів ближче до прямого, ніж на горизонтальній поверхні (за винятком екваторіальних областей). Схили північної експозиції отримують прямі промені під дуже гострими кутами, а за умов більшої крутизни в денні часи отримують лише розсіяну радіацію, звідси виходять істотні відмінності в прогріванні повітря та ґрунту, режимі зволоження (швидкості сніготанення та висушення ґрунту) та інших елементах мікроклімату.

У зв'язку з неоднаковими умовами на схилах різної експозиції помітно розрізняється склад рослинності, вигляд та стан рослин. Відомо, що на південних схилах межа деревної рослинності піднімається набагато вище, ніж на північних.

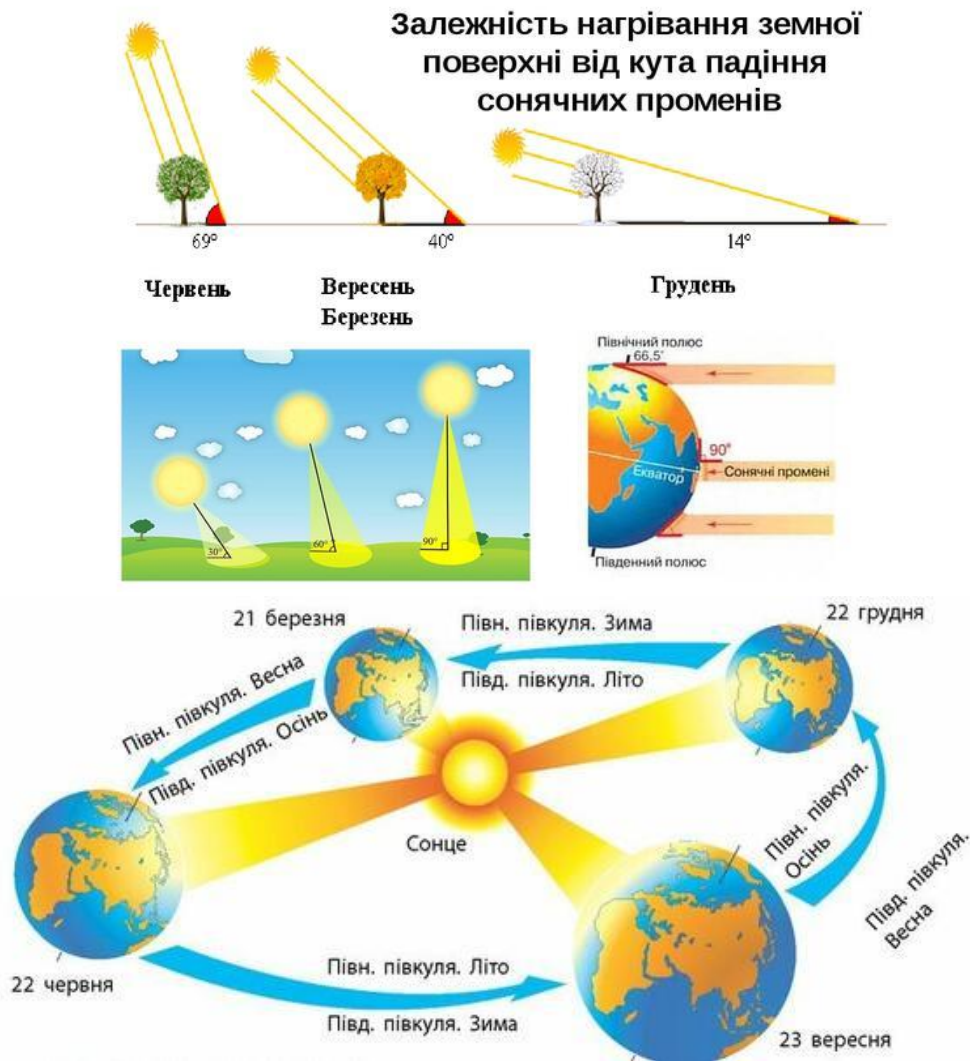


Рисунок 10. Залежність нагрівання земної поверхні від кута падіння сонячних променів (з мережі Інтернет).

У цілому межі всіх зон зміщуються догори, а в складі рослинних угруповань переважають більш південні та теплолюбні елементи. Умови вологості, температурні умови ґрунту та приґрунтового шару повітря істотно змінює крутизна схилу. Сильний стік води та змив ґрунту з крутих схилів створює важкі умови для розселення рослин. Переважно в таких умовах існують види літофільного типу з глибокою чіпкою кореневою системою, які економно використовують воду. На схилах із більш м'яким ґрунтом (наприклад, круті схили глибоких ярів) добре закріплюються рослини-піонери з поверхневою та розгалуженою кореневою системою.

## 2. Хімічний склад ґрунту як екологічний фактор. Мінеральне живлення рослин.

До хімічних властивостей ґрунтів належить реакція ґрунтового розчину (рН). Реакція ґрунтового розчину пов'язана з концентрацією іонів водню та алюмінію, які чинять шкідливий вплив на плазму рослинних клітин.

Ґрунти можуть бути кислі (рН < 7), нейтральні (рН = 7) та лужні (рН > 7). Реакція ґрунтового розчину є одним із факторів існування та розподілу рослин

на земній кулі. Одні рослини ростуть у кислому середовищі, інші – у лужному. Усі види рослин за відношенням до рН діляться на 3 групи:

I. Рослини, які витримують кислі ґрунти – *ацидофіли* (конюшина, фінікові пальми та інші).

II. Рослини, які витримують лужне середовище – *базофіли* (деревій).

III. Рослини, які витримують і кисле, і лужне середовище – *нейтральні* (конвалія, люцерна тощо).

Вплив кислотності ґрунту на рослини можна розділити на прямий та опосередкований. *Прямий вплив* – іони водню змінюють активність клітинного соку, порушують процеси обміну, змінюють колоїдні властивості плазми. *Опосередкований* вплив пов'язаний зі зміною властивостей ґрунту.

Іони водню впливають на кількість мікроорганізмів у ґрунті:

1. Зі збільшенням кислотності кількість мікроорганізмів зменшується.

2. Водень витісняє Са з ґрунтового-поглинального комплексу та порушує ґрунтову структуру.

Мінеральні речовини, необхідні рослині для живлення, містяться в ґрунті у вигляді солей. Якщо потреби рослин у хімічних елементах не задовольняються, рослини не здатні нормально існувати. Частина солей міститься в ґрунтовому розчині, частина – у вигляді нерозчинних мінералів або солеорганічних речовин, які безпосередньо рослинами не засвоюються, але поповнюють вміст мінеральних солей у ґрунтовому розчині.

Із хімічних елементів, отримуваних рослинами з ґрунту, екологічне значення мають макроелементи N, P, K, Ca, Mg, Fe тощо й мікроелементи B, Mn, Cu, Mo, Zn та ін. У природних умовах потреба рослин в окремих елементах у різних видів різна й в однієї рослини може змінюватись упродовж онтогенезу.

У ґрунтовому розчині елементи зольного живлення містяться у невеликих кількостях (не більше 0,2 %) і в такому вигляді вони легко доступні рослинам. Однак у розчиненій формі вони доволі легко вимиваються з ґрунту і втрачаються з резерву рослинного живлення. Інша частина елементів живлення (приблизно 98 %) міститься в гумусі, органічних залишках або у важкодоступних неорганічних сполуках, деякі поживні речовини адсорбовані на ґрунтових колоїдах.

Елементи потрібні рослині для живлення, підтримки обміну речовин в організмі, виконання різних функцій. Наприклад: без заліза в рослинах не утворюється хлорофіл; у цитрусових з'являється бронзовість листя від нестачі цинку; без бору у квіткових рослин не проростають пилкові трубки.

Серед рослин можна виділити три групи за відношенням до вмісту зольних елементів живлення в ґрунті:

1) *оліготрофи* – рослини, які ростуть на ґрунтах, бідних на зольні елементи, наприклад: сосна на піщаних ґрунтах;

2) *еутрофи* або *мегатрофи* – рослини багатих ґрунтів із великою кількістю зольних елементів, наприклад: дуб.

3) *мезотрофи* – рослини, помірно вимогливі до забезпечення ґрунту поживними речовинами (ялина).

Екологічне значення *кальцію* Са – мікроелемент, необхідний усім вищим рослинам як елемент живлення. Він не використовується лише грибами,

бактеріями та деякими водоростями. Са регулює внутрішньоклітинний обмін рослин, нейтралізує шкідливий вплив хлористого натрію, калію та магнію на рослину, впливає на структуру ґрунту. За відношенням до Са виділяють рослини: кальцієфіли (модрина сибірська, бук, ясен, люцерна тощо), кальцієфоби (сфагнові мохи, люпин, вереск).

Екологічне значення азоту. N – хімічний елемент, у разі нестачі якого в ґрунті в рослин спостерігається бліде забарвлення листя, слабкий ріст, слабке куціння та галуження. Надлишковий вміст азоту в ґрунті також шкідливий, як і нестача. На пасовищах, на місцях стійбищ худоби можна спостерігати плями «вигорілої» трави – результат дуже високої концентрації азоту в ґрунті.

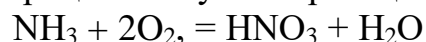
За відношенням до вмісту в ґрунті азоту серед рослин виділяють:

1) *нітрофіли* – вимогливі до високого вмісту азоту: пирій, кропива, хміль, малина, суниця тощо;

2) *нітрофоби* – добре розвиваються на ґрунтах з низьким вмістом азоту: люпин, бобові рослини.

Важливим джерелом азоту для рослин є нітрати та солі амонію ( $\text{NH}_4$ ), які утворюються в ґрунті у процесі амоніфікації та нітрифікації під час розкладу органічних речовин. Крім того, азот повітря зв'язують та переводять у доступний для рослин стан азотфіксуючі бактерії, що живуть у ґрунті. До них належать дві групи мікроорганізмів: бульбочкові бактерії (рід. *Rizobium*), відкриті у 1886 р. російським вченим М.С. Вороніним та бактерії, які живуть у ґрунті, але фіксують вільний азот повітря за рахунок енергії мертвих органічних залишків, що ними розкладаються. Це аеробний азотобактер (*Azotobacter chlorococcum*), відкритий голландським ученим М. Бейерінком у 1901 р., та анаеробний кластридій (*Clostridium parterianum*), який відкрив російський вчений Виноградський у 1893 р.

Нині доведено, що вільний азот зв'язують та накопичують у ґрунті також автотрофні синьозелені водорості. На рисових полях Краснодарського краю, найбільш розповсюджені окремі водорості які досить швидко зв'язують вільний азот повітря. Основним шляхом надходження азоту до рослин є розклад органічних сполук (залишків рослин, тварин та мікроорганізмів) у ґрунт та утворення солей амонію й натрію. Внаслідок мінералізації органічні сполуки розкладаються на прості мінеральні сполуки, в тому числі на аміак та нітрати (солі азотної кислоти). В процесі окислення аміаку до азотної кислоти (нітрифікації) азотні сполуки переходять у форму, доступну для живлення рослин. Нітрифікація потребує доступу повітря, а тому (але не надлишкової) вологості, температури (найкращою є температура  $+25-30^\circ\text{C}$ ) та реакції середовища. Схематично цей процес описується реакцією:



в результаті якої лужний аміак переходить в азотну кислоту.

Нітрифікація продовжується при наявності основи для натуралізації кислоти. Такою основою в ґрунті є кальцій (вуглекисневий або кальцій поглиненого комплексу). До нітратів належить  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NaNO}_3$  – кальцієва та натрієва селітри.

Денітрифікацією називається протилежний нітрифікації процес. Він полягає у відновленні мікроорганізмами (бактеріями, грибами та водоростями) нітратів (солей азотної кислоти) до вільного азоту. В ґрунті денітрифікація призводить до втрат сполук азоту, потрібних рослинам. Відбувається вона лише за певних умов – при наявності певної кількості доступних для мікроорганізмів органічних речовин (неперепрілого гною, свіжої соломи тощо) та нестачі вільного кисню (анаеробні умови). Зникнення нітратів у ґрунті часто пояснюється простотою споживання їх як джерела азоту ґрунтотвірними мікроорганізмами (в такому разі азот зосереджується в тілі мікроорганізмів у формі білка). Утворення з нітратів азоту можливе також у наслідок хімічної взаємодії нітритів (солей азотистої кислоти), які утворюються з них під впливом мікроорганізмів, з аміаком або з аміно- й амідосполуками.

Нестача азоту в ґрунті пов'язана з пригніченням діяльності ґрунтових мікроорганізмів, що обумовлюється низькими або занадто високими температурами, високою кислотністю та поганою аерацією ґрунту, надмірним зволоженням тощо.

Екологічне значення *фосфору та калію*. До числа макроелементів належать Р та К – елементи, життєво необхідні рослинам. Фосфор (Р), як і нітроген (N), належить до найважливіших елементів живлення рослин. Він відіграє основну роль у багатьох ферментативних реакціях, фотосинтезі і метаболізмі рослин, входить до складу нуклеїнових сполук та ядра клітини, необхідний для утворення меристеми.

Молоді клітини меристеми, що ростуть, містять фосфору в кілька сотень і навіть тисяч разів більше, ніж старі клітини, поділ яких уже закінчено. Фосфор є також важливим акумулятором високоенергетичних фосфатів – аденозинтрифосфату (АТФ). Причиною нестачі в ґрунті доступного фосфору є його низька розчинність. Він міститься у важкорозчинній формі (ортофосфату) в мінералах (головним чином, апатитах, фосфоритах), у нерозчинних фосфатах, заліза тощо. Розчинність фосфатів вища в нейтральних та лужних ґрунтах, і нижча в кислих. Під впливом кореневих виділень деяких рослин (гречки, бобових) збільшується розчинність фосфатів, а отже й доступність їх для рослин. При нестачі фосфору гальмується розвиток рослин, зокрема їхніх вегетативних органів (коренів, стебел, листя). Багато ознак рослин нестачі азоту і фосфору збігаються, однак ознаки нестачі азоту проявляються швидше, ніж фосфору. Фосфор, як і сірка, відіграє важливу роль у процесах дихання, формування плодів та насіння рослин.

Калій (К) тісно пов'язаний з усією діяльністю цитоплазми. Він міститься в усіх органах молодих ростучих рослин; сприяє цвітінню та формуванню насіння, а також припиненню росту рослин, завдяки чому підвищує їх морозостійкість. Калій відіграє велику роль у синтезі амінокислот і протеїну з іонів амонію, він необхідний для нормального перебігу фотосинтезу (зі зменшенням концентрації калію в листках знижується швидкість асиміляції  $\text{CO}_2$ ). Калій має здатність переходити з відмерлих клітин і тканин у молоді, а відтак він використовується рослинами повторно. Він має низьку радіоактивність, позитивно впливає на якість рослинної продукції. Наприклад, у цукрових буряків під впливом калію

підвищується цукристість коренів. До нестачі калію особливо чутливі бульбоплоди (цукровий буряк), плодово-ягідні культури тощо. В ґрунті калій зустрічається як необмінний, обмінний і водорозчинний. У разі надлишку в ґрунті доступного калію знижується поглинання рослинами інших іонів, що негативно позначається на їхньому рості та розвитку.

Кальцій (Ca) необхідний для росту й розвитку меристеми. Він входить до складу клітинних стінок рослин. Нестача цього елемента живлення найчастіше спостерігається на кислих ґрунтах і спричиняється до недорозвинення коренів. За нестачі кальцію в тканинах рослин у надлишку накопичуються інші іони, внаслідок чого порушується обмін речовин, а за надмірного вмісту кальцію в тканинах знижується поглинання магнію, кальцію та інших елементів. Рослини всмоктують з ґрунту тільки розчинний  $\text{CaCO}_3$ .

Магній (Mg) входить до складу хлорофілу, рибосом; відіграє важливу роль у переміщенні фосфатів у рослинах. Нестача магнію, як і кальцію спостерігається на кислих ґрунтах. Вона виникає також при надмірному внесення в ґрунт калію.

Натрій (Na) накопичується в тканинах рослин і гальмує засвоєння рослинами інших катіонів, головним чином Ca і Mg. Натрій, що міститься в клітинах рослин у формі кухонної солі (NaCl), сприяє утриманню в них води, збільшенню м'якості та підвищенню посухостійкості. Потрапляючи (внаслідок посипання тротуарів в ожеледицю кухонною сіллю) в пристовбурні лунки дерев, NaCl дуже пригнічує їх ріст.

Залізо (Fe) відіграє важливу роль у фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що розвиваються переважно на коренях бобових рослин. В таких азотфіксаторах, як люпин жовтий і соя (*Glycine hispida*), виявлений залізопорфіриновий білок – леггемоглобін (бульбочковий гемоглобін), що транспортує електрони в процесі фіксації азотистих сполук. За нестачі заліза на плодкових деревах, винограді, декоративних деревах та чагарниках з'являються хлорозні листки з блідо- жовтим або пурпуровим забарвленням. Часто рослини терплять від того, що залізо в ґрунті міститься в недоступній для них формі.

Хоча маса мікробів становить лише незначну частину органічної речовини ґрунту, велика активна поверхня мікроорганізмів визначає їх найважливішу роль у ґрунтовірних процесах. Виходячи з розмірів живих ґрунтових організмів, їх поділяють на такі групи:

- 1) мікробіота – бактерії, гриби, ґрунтові водорості та найпростіші;
- 2) мезобіота – нематоди, кліщі, найдрібніші личинки комах тощо;
- 3) макробіота – корені рослин, великі комахи та дощові черв'яки.

Важливе екологічне значення мають безхлорофільні мікроорганізми ґрунту, особливо бактерії, гриби (актиноміцети) та різні найпростіші (інфузорії, амеби, корененіжки тощо). Численні організми, що живуть у ґрунті (від мікроорганізмів до великих ссавців, що риють ґрунт, створюють сприятливі умови для зростання зелених рослин (автотрофів). Велику роль відіграють ґрунтові мікроорганізми в мінералізації органічних і неорганічних речовин, а після відмирання самі стають основою для створення гумусу. Дуже велике значення мають ґрунтові організми для процесів амоніфікації, нітрифікації, фіксації вільного азоту атмосфери тощо. Їх можна поділити на дві групи: рослинні організми (бактерії, актиноміцети,

водорості, гриби, коріння та ризоїди зелених рослин тощо) і тваринні (нематоди, кліщі, комахи (мурашки, жуки, терміти), кільчасті черви; з хребетних – різні землерийки).

Кількість живих бактерій у шарі ґрунту 0,25 см досягає 3-7 т/га, що складає 0,1-0,2% від маси самого ґрунту, а сумарна поверхня всіх бактерій з 1 га гумусового горизонту може досягати 500 га. Зв'язування азоту повітря починається з відновлювального розщеплювання молекули  $O_2$ . Ця реакція каталізується нітрогеназною системою.

В ґрунтів усіх типів самий верхній шар, або гумусовий горизонт (Н), може бути прикритий органічними рештками, які поступово розкладаються, степова повсть тощо. Лісова підстилка відіграє дуже важливу екологічну роль у лісових біогеоценозах: вона позитивно впливає на природне насіннєве розмноження (відновлення) деревних порід, сприяє накопиченню вологості та поживних речовин у ґрунті; впливає на тепловий режим ґрунтів тощо.

### 3. Екологічні особливості рослин, що ростуть на засолених ґрунтах.

До засолених ґрунтів належать солончаки, солонці та солоді. Екологічне значення цих ґрунтів різне. *Солончаки* – максимально засолені ґрунти, на яких можуть існувати лише деякі нечисленні види рослин. Отруйними для рослин у цих ґрунтах є солі натрію ( $NaCl$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ) і деякі солі  $Ca$  та  $Mg$ . Солончаки постійно зволожені солоними водами. Концентрація солей у ґрунтовому розчині досягає 20 % і вище. *Солонці* відрізняються від *солончаків* тим, що шкідливі солі в них знаходяться тільки в глибоких шарах ґрунту, поверхневі шари ґрунту не засолені. Верхній горизонт дуже вилужений.

*Засолені ґрунти* (солонці та солончаки) містять у різних районах країни різну кількість хлоридів та сульфатів. Залежно від накопичення хлоридів та сульфатів солончаки, наприклад, ділять на три групи:

- ✓ хлоридні ( $NaCl$ );
- ✓ сульфатні ( $Na_2SO_4$ );
- ✓ змішані ( $NaCl + Na_2SO_4$ ).

За відношенням до засолення ґрунту виділяють екологічні групи рослин:

- ✓ галофіти – на засолених ґрунтах;
- ✓ мезогалофіти – помірно-засолених ґрунтах;
- ✓ глікофіти – незасолених ґрунтах.

Типовими галофітами вважають рослини солончаків, пристосовані до засолених ґрунтів. Пристосованість рослин до засолених ґрунтів відображається на їх організації та морфологічній будові.

*Галофіти* – це соковиті рослини засолених ґрунтів без листя (солянки, солерос, сарсазан). Функцію листя виконує вся зелена частина рослини. У їх клітинах міститься велика кількість води (до 90 %) та до 10 % солей, що забезпечує високий осмотичний тиск (40 атм) клітинного соку. Галофіти за морфологічними ознаками схожі на сукулентні рослини. Галофіти вважаються накопичувачами солей. Деякі галофіти, які ростуть масово, можуть використовуватись для отримання соди. Залежно від вмісту хлоридів та сульфатів розрізняють три види галофітів: хлоридні, сульфатні, хлоридно-

сульфатні. Накопичення солей галофітами є видовою ознакою. Осмотичний тиск клітинного соку галофіта зазвичай вище осмотичного тиску ґрунтового розчину, тому галофіти вільно всисають воду із засоленого ґрунту, недоступну іншим рослинам.

Галофіти ростуть на ґрунтах, засолених шкідливими солями, знешкоджуючи та нейтралізуючи їх. Більшість видів рослин, які існують на засолених ґрунтах, звільнюються від надлишку солей або видаленням їх крізь спеціальні залози на поверхню листа, або зв'язуванням їх з органічною речовиною протопласту. У клітинах галофітів відбувається зв'язування шкідливих солей – білки вступають у взаємодію з металами шкідливих солей, утворюючи органо-мінеральні сполуки. Сіль, зв'язана білками, стає неактивною. Серед галофітів можна відзначити рослини, які не поглинають солі, а видаляють їх шляхом гутації. Такі рослини мають мезоморфну будову. Деякі види концентрують отримані з водою солі в локальних ділянках органів (наприклад, особливі волоски на листях) і таким чином виводять їх із метаболізму.

Залежно від морфофізіологічних особливостей та шляхів адаптації до засолення розрізняють *декілька груп галофітів*:

– еугалофіти (солянки) – в основному це мешканці солончаків та солонців (солерос європейський, сарзан шишкуватий тощо). У частини рослин еугалофітів редуковані листки, м'ясисті членисті стебла, на периферійній частині яких розташована асиміляційна тканина – двошарова палісадна паренхіма, центральна частина заповнена соковитою водозапасаючою тканиною. В іншій частині рослин листки звичайні, пластинчастої форми, але з рисами «галоморфної» структури – сильно потовщеною та дещо сукулентною листковою пластинкою з порівняно великими клітинами.

– кріногалофіти (солевиділювачі) – рослини, здатні виділяти назовні надлишок солі у вигляді сольового розчину крізь особливі залозки на листках (кермек, франкенія, тощо).

– глікогалофіти (полини) – рослини ксерофільного вигляду. Коренева система рослин цієї групи малопроникна для солей, тому навіть на дуже засолених ґрунтах у тканинах рослин солі не накопичуються.

Крім галофітів виділяють групу рослин, які ростуть на солонцях – *галофітоїди*, характеризуються меншою концентрацією солей у клітинному соці.

Засолені ґрунти з погляду практичного використання являють собою ґрунти (принаймні як пасовища) найнижчого гатунку, які потребують корінної меліорації. У випадку, коли меліорація відбувається за рахунок ґрунтових вод, необхідно усунути високий рівень розташування ґрунтових вод – прокопують дренажні канали, висаджують дерева та чагарники для вилучення вологи.

*Галофіти* широко розповсюджені тільки в пустелях, хоча звичайно вони ростуть і по засолених болотах північних морів, океанів, солоних озер (на місцях виходу солоних ключів) та інших подібних місцезростаннях.

*Типовими галофітами* є рослини солончаків. Найбільше значення серед них мають представники родини Лободових (*Chenopodiaceae*), насамперед м'ясисті солянки. Для мокрих, дуже сильно засолених солончаків характерні солерос



європейський та сарзан шишкуватий. За рахунок легкорозчинних солей, що накопичуються в клітинах та тканинах галофітів, створюються високий осмотичний тиск клітинного соку (до 6 000 кПа).

На сухіших солончаках солерос та сарзан замінюються лободою бородавчастою і копитняком, а на ще сухіших місцезростаннях – їжачник солончаковий (Рис. 11), листя якого зрослося зі стеблом (елементи ксероморфізму та сукулентності). На солонцях, що межують із солончаками, ростуть *камфоросома монпелійська* та інші *галоксерофіти*.



Рисунок 11. 1–Біоргун ; 2 – Кермек Гмеліна; 3 – Камфаросома (Фото з мережі Інтернет)

Багато галоксерофітів (з чагарників – тамарикс; з багаторічних трав – кермек Гмеліна, к. опушений; із злаків – прибережниця морська тощо) виділяють крізь спеціальні залози легкорозчинні солі. Будова рослин солонців має більше ознак, характерних для ксерофітів, а не галофітів – вони сухуваті, жорсткі; листя в них опушене, інколи сіро- або біло-молочного кольору; в багатьох листкові пластинки розсічені на дрібні частки; листки в середині літа часто засихають. Більшість дерев і чагарників негативно реагують навіть на незначне (понад 0,05%) засолення ґрунтах сульфатами і хлоридами.

#### 4. Екологічні особливості рослин сфагнових боліт.

На сфагнових болотах сольовий режим зведений до мінімуму. У складному процесі торфоутворення на сфагнових болотах важливу роль відіграють два фактори:

1. Щорічний процес накопичення живої органічної маси рослинами-торфоутворювачами, серед яких насамперед слід назвати сфагнові мохи).

2. Відмирання рослин-торфоутворювачів і неповний розпад їх, що пояснюється дуже високою вологоємністю субстрату, перенасиченістю його застійною вологою та нестачею кисню, внаслідок чого створюється кисле середовище. Оскільки при цьому на болоті залишається частина рослинної маси, яка відмирає набагато повільніше, ніж формується нова рослинна маса, воно постійно (особливо в центральній частині) росте вгору.

Вище свого мінерального ложа болото є випуклим (відбувається утворення так званого верхнього болота). За цих умов мікроорганізми розвиваються менш активно, і рештки рослин, які відмирають, накопичуються майже цілком у вигляді слабо розкладеного торфу. По периферії складаються більш сприятливі умови сольового, водного та кисневого режиму для розвитку мікроорганізмів, котрі обумовлюють появу болотної рослинності іншого видового складу.

Приріст торфомаси тут слабкіший, ніж на сфагновому килимі, що постійно потовщується. Тут можуть рости тільки ті рослини, що не відстають від нього в рості.

Як правило до сфагнових боліт приурочені рослини, кореневища яких ростуть вертикально або навкіс, так, щоб верхівка пагону була винесена на поверхню сфагнового килиму. Типовими тут є росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia*), осока дрібноквіткова (*Carex pauciflora*), осока багнова (*Carex limosa*), чагарнички: багно болотне (*Ledum palustre*), водянка чорна (*Empetrum nigrum*), андромеда багатоліста (*Andromeda polifolia*), журавлини (*Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*) тощо. Ці рослини, а також верби утворюють додаткові корені. Ріст сосни на сфагнових болотах дуже пригнічується. Більшість рослин сфагнових боліт, належать до оліготрофів.

### 5. Екологічні особливості рослин сипучих пісків.

Піски неоднакові за своїми екологічними властивостями, сольовим та водним режимом. Внаслідок цього вони різноманітні й у флористичному та фітоценотичному відношенні. Рослини, що пристосувались до життя на пісках, виділяються в окрему екологічну групу – псамофіти.

При заростанні пісків і втраті ними рухомості псамофіти поступаються місцем іншим рослинам, які більше відповідають зміненим екологічним умовам.

У міжбарханних пониженнях при сильному вітрові протягом кількох днів піском засипаються не тільки низькорослі трав'янисті рослини, а й чагарники заввишки до 2-3 м. На навітряному боці барханів, звідки пісок постійно зноситься, коренева система рослин оголюється. За таких умов можуть існувати тільки псамофіти, які мають різноманітні пристосування для життя на сипучих пісках. Однак при великій рухомості піщаних ланцюгів і барханів їхні вершини і підвітряні схили важко досяжні навіть для псамофітів. Наприклад, такий піонер рухомих пісків, як селін (*Aristida pennata* Trin.), росте головним чином на міжбарханних пониженнях та нижніх частинах навітряних пологих схилів. Селін утворює великі кущі (до 1 м заввишки та до 0,5 м у діаметрі). При засипанні цих кущів з бруньок, розташованих у пазухах листків, розвиваються кореневища з довгими міжвузлями та гострими кінцями пагонів, що спрямовані скісно вгору. Вони швидко проростають, пронизуючи шар піску, що лежить над ними, і, досягнувши поверхні, розвивають новий пучок листків та підземні пагони.



Рисунок. 12. Джузгун (*Callidonium polygonoides* L. ) (родина *Polygonaceae*) (з мережі Інтернет)

В піску у вузлах кореневища розвиваються довгі додаткові корені, які ростуть горизонтально. Особливо численні такі корені біля поверхні. Вони вкриті суцільним чохлам з піску та зв'язані кореневими волосками, а пізніше цей чохол цементується кореневими виділеннями. Такі піщані чохла оберігають корені від засушення, особливо при видуванні піску.

Інші піонери пісків це види роду Джузгун (*Callidonium*), серед них насамперед слід назвати *Callidonium polygonoides* L. (Рис. 12) , *Calligonum arborescens* Litv., *C. elatum* Litv., які майже завжди здійснюються над поверхнею піску, завдяки тому, що їх верхівки ростуть тим швидше, чим сильніше засипає їх пісок. Здатність утворювати додаткові корені властива й іншим рослинам сипучих пісків, таким, зокрема, саксаулові білому (*Haloxylon persicum*) солянці Ріхтера (*Salsola richteri*) тощо.

У піщаній пустелі можуть існувати лише рослини, які мають добре розвинену кореневу систему та інші ознаки ксерофітів, або ефемери (однорічні рослини з коротким періодом розвитку) та ефемероїди (багаторічні трав'янисті рослини, наземні частини яких живуть лише протягом кількох тижнів, а решту року перебувають у стані спокою у вигляді бульб, цибулин чи кореневищ), тобто рослини, які проходять цикл розвитку за короткий час, коли пустеля достатньо зволожена.

В таких рослин, як еremosперма (*Eremosphartum flassidum*), акація піщана (*Amonodendron conollyi*), смірновія туркестанська (*Smirnovia turcestanica*), крім придаткових коренів, на коренях є придаткові бруньки, з яких після загибелі материнського куща розвиваються кореневі паростки. Плоди псамофітів також пристосовані до вітру і рухомості пісків.

*Через постійну нестачу вологості у псамофітів виробилися такі пристосування:*

1. Дуже розвинена коренева система, здатна всмоктувати вологу з великих площ, засвоювати конденсаційну вологу короткочасних опадів, які швидко просочуються в пісок.

2. Зниження транспірації за рахунок редукції листків до мало-помітних лусочок (саксаул піщаний, солянка Ріхтера, види джизгуна). При цьому функції фотосинтезу і транспірації виконують зелені гілки.

3. Під корою пагонів є шар безхлорофільних клітин, в яких зосереджені жироподібні речовини, котрі захищають внутрішні тканини пагонів від надмірного перегрівання.

4. Високий осмотичний тиск (до 8 000 кПА). Однак, у тому рази коли пісок дуже вологий, в псамофітів, що мають розгалужену кореневу систему, посилюється транспірація, особливо в осоки здутої).

## МОДУЛЬ 3. БІОТИЧНА СКЛАДОВА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЇЇ РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН

### ТЕМА 6. БІОТИЧНІ ФАКТОРИ У ЖИТТІ РОСЛИН.

#### План заняття

1. Біотичні фактори в житті рослин.
2. Біотичні зв'язки.
3. Зоогенні чинники та їх вплив на рослини. Адаптивні пристосування рослин до негативної дії зоогенного фактору.
4. Алелопатія.

*Обсяг часу: 4 год.*

#### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Заверуха Н. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: 2016. 365 с.
3. Лаптев О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: 2001. 282 с.
4. Липа О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 144с.
5. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Київ: Товариство «Знання». 2012. 550с.
6. Потіш Л. А. Медвідь В. О., Гвоздецький О. Д. Екологія: теоретичні основи і практикум: навчальний посібник. Львів: Магнолія плюс. 2004. 322с.

#### 1. Біотичні фактори в житті рослин.

Біотичні фактори є наслідком взаємовідносин організмів, для рослин – це *конкуренція*, вплив тварин (фітофаги, паразити, запилювачі, розповсюджувачі насіння та плодів тощо), грибів (паразитичні, мікоризні), мікроорганізмів (азотфіксуючі та хворобочинні бактерії, віруси) та людини.

Прямодіючі екологічні фактори впливають на рослини (вуглекислий газ та кисень в атмосфері, світло, зволоження, температура, забезпеченість ґрунту елементами мінерального живлення, реакція ґрунтового розчину тощо). Сюди відносять усе, що пов'язане з впливом людини і складає окрему групу антропогенних факторів. Ці фактори дуже різноманітні: розорювання трав'янистої рослинності, вирубування лісів та їх повне знищення, випасання тварин, порушення рослинності промисловим будівництвом, видобутком нафти та газу, забруднення навколишнього середовища кислотними дощами, які містять оксиди сірки та азоту тощо.

*Опосередковані* екологічні фактори діють на рослини не прямо, а через безпосередні екологічні фактори, впливаючи на їх значення. Приклади опосередкованих факторів: географічна широта та віддаленість від океану, рельєф (висота над рівнем моря та експозиція схилу). Від географічної широти залежать кількість тепла, що надходить, тривалість світлого періоду доби. Від віддаленості океану залежать вологість повітря та кількість опадів.

Опосередковано може впливати на рослинність людина: зміна клімату (посилення парникового ефекту, що виникає у зв'язку зі знищенням лісів та підвищенням вмісту в атмосфері вуглекислого газу від згоряння вуглецевих енергоносіїв). *Антропогенні фактори* – це впливи людини на екосистему, які

зумовлюють у її компонентів (біотичних та абіотичних) суттєві відгуки (реакції). Реакції можуть бути фізичними, хімічними, кліматичними, біотичними, а за характером зв'язків – *вітальними й сигнальними*, за часом дії – *постійними й періодичними*, ледве помітними й катастрофічними.

Вплив людини на природу може бути як свідомим, так і стихійним, випадковим. Нерідко вплив людини на природу має небажаний характер.

Особливої шкоди природі завдають урбогенні та техногенні процеси, які часто діють сумісно. *Основні урбогенні негативні фактори*: теплові, хімічні, радіаційні, електромагнітні, світлові, звукові, вібраційні тощо.

*Позитивні антропогенні фактори*: інтродукція, фітомеліорація, біологічні методи боротьби зі шкідниками рослин.

## 2. Біотичні зв'язки

Біотичні зв'язки поділяють на:

- ✓ *нейтральні* – коли жоден із взаємодіючих видів не впливає на інший (0 0);
- ✓ *взаємкорисні* – вигідні для обох видів (+ +);
- ✓ *взаємошкідливі* – негативно позначаються на обох взаємодіючих видах (- -);
- ✓ *корисно-шкідливі* – один вид має користь (вигоду), а інший пригнічується (+ -);
- ✓ *корисно-нейтральні* – один партнер має користь, а другий не зазнає (не відчуває) впливу (+ 0);
- ✓ *шкідливо-нейтральні* – один вид пригнічується, а другий не зазнає (не відчуває) впливу (- 0).

Хоча прийнято поділяти біотичні зв'язки на корисні, шкідливі і нейтральні, такий поділ є умовним. В природі все збалансовано і ні один вид організмів не намагається знищити інший. Тому всі типи біотичних зв'язків є надзвичайно важливими і забезпечують умови існування живих організмів: запобігають переселенню території або її недостатньому заселенню, визначають природний відбір, тощо.

Нейтральні біотичні зв'язки. Форма біотичних зв'язків, за якої співіснування двох видів на одній території не викликає для них ні позитивних, ні негативних наслідків, називається *нейтралізмом*. Він є досить поширеним в природі. За таких умов, між видами немає нічого спільного, їм потрібні різні екологічні умови. Наприклад, проживання на одній території зайця і їжака; проростання на одній території волошки і кропиви; взаємодія горобця і орла-беркута, тощо.

Взаємкорисні біотичні зв'язки. Такий тип зв'язків між видами називають симбіотичними, тобто взаємодіючі види мають певний ступінь користі від партнерства або співжиття. Цей тип зв'язків є поширеним в природі. Чим більш різноманітніші і міцніші зв'язки, що підтримують спільне існування видів, тим стійкіше їх співжиття.

Найпростішою формою симбіотичних зв'язків є *протокооперація* – «первинна взаємодія». Вона є взаємовигідною для партнерів, проте не обов'язковою для їх існування. Наприклад, запилення бджолами квітів; перенесення птахами насіння рослин, що містилось в плодах, тощо.

За умови розриву такого виду взаємозв'язків, партнери можуть існувати ізольовано один від одного. Проте, в деяких випадках, присутність кожного з партнерів стає обов'язковою і такі зв'язки називаються *мутуалізмом*. Наприклад, терміти та їх кишкові співмешканці – джгутикові. Ці простіші перетворюють целюлозу на цукри, адже терміти не мають ферментів, що здатні розщеплювати целюлозу; лишайники є формою співжиття гриба і водорості. Гриб захищає водорості, постачає воду і мінеральні речовини, а водорості – синтезуючі органічні речовини, годують гриб.

Така взаємозалежність партнерів в мутуалізмі може бути і небажаною. Окремо жоден з видів не може вижити і, загибель одного партнера, викличе загибель іншого. З іншого боку, такі симбіотичні зв'язки підвищують стійкість видів до дії зовнішніх факторів.

Прикладом цього можуть бути лишайники, які здатні розвиватись в несприятливих умовах.

Взаємошкідливі біотичні зв'язки. Це така форма біотичних зв'язків, коли взаємодіючі види пригнічують розвиток один одного, тобто такі взаємозв'язки негативно позначаються на партнерах. Такий тип біотичних зв'язків називають *конкуренцією*. Конкуруючі види (партнери) перебувають у невідгданому становищі, оскільки присутність одного обмежує можливості другого в оволодінні ресурсами, простором і навпаки.

Розрізняють внутрішньовидову, міжвидову, пряму і непряму конкуренцію.

*Конкуренція* – це активна боротьба між двома або кількома організмами за засоби існування чи спільні фактори середовища. Інтенсивність конкуренції організмів за засоби існування залежить від того, внутрішньовидова вона чи міжвидова.

*Внутрішньовидовою* є конкуренція між особинами одного виду за одні й ті ж самі природні ресурси, наприклад, це захист території, боротьба за лідерство у зграї, тощо. Під впливом внутрішньовидової конкуренції проходить ускладнення поведінки організмів, виробляється територіальність поведінки та формується ієрархічна або етологічна структура угруповань.

*Територіальність поведінки* є надзвичайно важливою для довкілля, адже вона є певною мірою екологічним регулятором заселеності території і запобігає її переселенню або недоселенню.

Наприклад, це природне прорідження лісових насаджень. Міжвидова конкуренція найпоширеніша у природі, оскільки рідко який вид не зазнає пригнічення з боку організмів інших видів. Форми її дуже різноманітні – від жорстокої боротьби до майже мирного співіснування. Але, коли на одній території виявились два види з однаковими екологічними потребами, то рано чи пізно один конкурент витіснить другого. Конкуренція, що виникає між двома видами, може мати два основних наслідки: або один вид витісняє другого і він мігрує за межі території, або вони розходяться по різних екологічних нішах відповідно до своєї екологічної спеціалізації.

Наприклад, види змінюють періоди активності, раціон харчування, тощо. На несумісність існування конкуруючих видів звернув увагу ще Ч.Дарвін, який

вважав конкуренцію однією з найважливіших складових частин боротьби за існування, що відіграє велику роль в еволюції видів.

Біолог Г. Ф. Гаузе в лабораторних умовах довів, що організми з однаковими або подібними способами життя та подібною будовою тіла не можуть жити в одному й тому самому місці, а якщо і живуть поряд, то використовують різні ресурси і ведуть активний спосіб життя. Таке розділення схожих видів він назвав принципом *конкурентного виключення*. У конкурентній боротьбі перемагає, як правило, той вид, який за даних екологічних умов має якісь переваги перед другим, тобто більш пристосований до умов середовища, навіть більша плодючість.

В той же час, вважати конкуренцію шкідливою не можна, адже саме конкурентна боротьба сприяє природному відбору, запобігає переселенню територій, змінює періоди активності ряду видів в житті рослин.

Корисно-шкідливі біотичні зв'язки. Це зв'язки, за яких один з партнерів має користь, а інший зазнає шкоди. Такий тип біотичних зв'язків називають хижацтвом. Хижацтво виявляється в тому, що один організм (хижак) поїдає іншого (жертву) Внаслідок знищення жертв може збільшитись чисельність хижаків. Зменшення поживи для хижаків, у свою чергу, може зумовити зменшення їх чисельності і зростання кількості жертв (наприкладі Повитиці (*Cuscuta*)).

Отже, завдяки зв'язкам хижак-жертва між ними встановлюється динамічна рівновага. У процесі еволюції у хижаків виробляються пристосування до нападу, а у жертв – до захисту. Розрізняють хижаків першого порядку, які живляться травоядними тваринами, і другого – які нападають на більш слабких хижаків. Хижаки можуть міняти об'єкти свого полювання, що є важливою їх екологічною пристосовуваністю. Характерною особливістю взаємозв'язків хижак-жертва є те, що хижаки частіше нападають на ослаблених та хворих тварин. Хижацтво є поширеною формою біотичних зв'язків. Особливою формою корисно-шкідливих зв'язків між видами є *паразитизм*. Це такі взаємозв'язки, коли один вид (паразит, споживач) протягом певного часу живе за рахунок іншого (господаря, живителя). Часто паразити використовують живителів не лише як поживу, а і як місце для свого існування.

Якщо паразити поселяються всередині хазяїна їх називають ендопаразитами, а якщо живуть на поверхні тіла живителя – *ектопаразитами*. В процесі еволюції у паразитів розвинулись специфічні пристосування до умов життя, насамперед це спрощення будови тіла порівняно із їхніми попередниками. Наприклад, у вегетативних органах рослин-паразитів немає хлорофілу; паразити які живуть в органах травлення, мають редуковану систему травлення, тощо.

Інші пристосування паразитів забезпечують їх виживання у разі відсутності живителя, це, перед усім, висока плодючість. Інколи хижаків і паразитів сприймають як природних ворогів жертв, але це не так. Вони потрібні один одному із загально- екологічних міркувань. Саме за рахунок таких відносин відбувається природний відбір і пристосувальна мінливість організмів – найважливіших еволюційних процесів. У природних умовах жоден вид не



намагається знищити інший. Більше того, вилучення природного «ворога» з екосистеми може призвести до вимирання того виду, за рахунок якого розвивається цей «ворог». Можливість таких наслідків слід враховувати при плануванні антропогенного втручання в природні комплекси.

Корисно-нейтральні біотичні зв'язки. Однобічне використання одного виду іншим без заподіяння йому шкоди називається коменсалізмом. За таких умов один вид своєю діяльністю забезпечує кормом іншого – коменсала або надає йому притулок. *Коменсалізм*, який ґрунтується на споживанні залишків корму партнера, називається нахлібництвом або співтрапезництвом.

Шкідливо-нейтральні біотичні зв'язки. Такі зв'язки спостерігаються у випадках, коли один із двох взаємодіючих видів пригнічується, а другий не зазнає від цього ні шкоди, ні користі. Такий вид біотичних зв'язків називають аменсалізмом. Наприклад, світлолюбиві рослини пригнічуються від затінення деревом, а дерево не зазнає ніякого впливу.

Особливою формою таких біотичних зв'язків є *алелопатія* (антибіоз) – хімічний вплив одних видів рослин або тварин на інші за допомогою продуктів метаболізму, наприклад, ефірними маслами, фітонцидами, тощо. Наприклад, біла акація виділяє отруйні речовини в ґрунт, за рахунок чого позбавляється конкурентів; біля полину практично не здатні рости інші рослини, тому що полин виділяє в повітря ефірну олію, яка діє на рослини-сусіди.

Безумовно, найбільш важливими видами біотичних зв'язків є хижацтво, конкуренція і симбіоз, проте і інші типи біотичних зв'язків також відіграють важливу роль в природному середовищі. На популяційному рівні існують і інші класифікації біотичних зв'язків. Так, Ю. Одум виділяє 9 типів взаємовідносин (див. Табл. 1.). За Ю. Одумом, типи взаємодій 2-4 можна вважати «від'ємними» взаємовідносинами, типи 7-9 «додатніми» взаємовідносинами, а типи 5,6 – віднести до обох груп. Такий поділ взаємовідносин між двома популяціями є умовним, адже всі вони є невід'ємною частиною природи, забезпечують природне біорізноманіття та підтримують природну рівновагу.

Таблиця 1. Взаємозв'язки між популяціями за Ю. Одумом

№ п/п	Типи взаємодії	Популяція		Загальний характер взаємодії
1	Нейтралізм	0	0	Жодна популяція не впливає на іншу.
2	Конкуренція (безпосередня взаємодія)	-	-	Пряме взаємне пригнічення двох видів.
3	Конкуренція (взаємодія через ресурси)	-	-	Не пряме пригнічення при дефіциті загального ресурсу.
4	Аменсалізм	-	0	Популяція 2 пригнічує



				популяцію 1, але сама не відчуває взаємного впливу.
5	Паразитизм	+	-	Популяція паразиту (1), представники якої мають менший розмір тіла, пригнічує популяцію живителя (2).
6	Хижацтво (і з'їдання рослин)	+	-	Особини хижаків (1) переважно більші, ніж особини жертви (2), пригнічують життєдіяльність останніх.
7	Коменсалізм	+	0	Популяція (1) – коменсал, отримує користь від взаємодії, для популяції (2) ця взаємодія байдужа.
8	Протокооперація	+	+	Взаємодія сприятлива для обох популяцій, але вона не є обов'язковою.
9	Мутуалізм	+	+	Взаємодія сприятлива для обох популяцій і є обов'язковою.

\*\*\* Примітка: «0» – означає відсутність значних взаємодій;

«+» – означає стимулювання життєдіяльності;

«-» – означає пригнічення життєдіяльності.

### 3. Зоогенні чинники та їх вплив на рослини. Адаптивні пристосування рослин до негативної дії зоогенного фактору.

Біотичні чинники, які впливають на рослинні організми як первинні продуценти органічної речовини, класифікують на *зоогенні* та *фітогенні*.

*Зоогенні чинники.*

Важливе значення має механічний вплив тварин на рослини, який проявляється в руйнуванні й пошкодженні рослин при витоптуванні та поїданні їх морфологічних частин і тканин копитними тваринами, гризунами. Найістотнішою формою впливу представників тваринного світу на рослини є споживання рослинної маси для харчування (фітофагів). Серед фітофагів виділяють такі групи: *великі тварини* – лосі, олені, косулі, кабани; *дрібні звірі* – зайці, білки, мишоподібні гризуни, птахи, представники комах тощо.

За характером споживання рослин для харчування фітофаги поділяють на: монофагів, олігофагів, поліфагів. *Монофаги* – тварини, які живляться лише рослинами (тутовий шовкопряд, колорадський жук). *Олігофаги* вживають групу

близьких видів рослин (пильшики, попелиці). *Поліфаги* поїдають рослини багатьох видів (копитні тварини, мишоподібні гризуни).

*Фітогенні чинники.* Усі рослини зазнають впливу сусідніх рослин і одночасно самі на них впливають. Форми взаємовідношень досить різноманітні й залежать від способу та ступеня контактів рослинних організмів, різних чинників.

*Взаємодія організмів* (рослинних і тваринних) може бути корисною або шкідливою, залежно від того, стимулюється чи обмежується життєдіяльність кожного з них. Процеси, в основі яких лежить взаємодія організмів, відповідальні за стан динамічної рівноваги живого з навколишнім середовищем.

Основна форма впливу *зоогенних чинників* полягає у *фітофагії*, коли різні види тварин використовують ті чи інші частини рослин у вигляді корму. Різноманітність форм фітофагії величезна. Це може бути поїдання листків або всієї надземної частини рослини, поїдання підземних органів – кореневищ, бульб і т. п., багатих на запасні поживні речовини. Багато видів тварин спеціалізовано на поїданні плодів і насіння. Деякі фітофаги, наприклад, попелиця, висмоктують поживні речовини безпосередньо з флоєми рослин. Інші комахи прокладають ходи прямо всередині тканин листя, вигризаючи паренхіму і не чіпаючи покривних і механічних тканин. Така форма фітофагії дістала назву *мінування*. Деякі групи членистоногих викликають формування на листках рослин особливих потовщень – галів, усередині яких поселяються їхні особини. Наслідки впливу рослиноїдних організмів залежать від того, у який період життя і які органи рослини піддалися нападу (Рис. 13). Різні способи дії фітофагів (обкушування листків, висмоктування соку, поїдання меристем, ушкодження квіток або плодів, підгризання коріння) неоднаково діють на рослини. Тому й порушення фізіологічних і продукційних процесів у рослин виявляються різними.

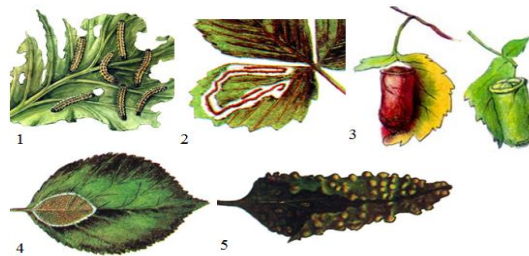


Рисунок 13. Види ушкодження листків фітофагами (з мережі Інтернет)

1 – грубе об'їдання, 2 – скелетування, 3 – скручування в трубку, 4 – зміна забарвлення, 5 – гофрування листка

У процесі еволюції рослини виробили безліч морфологічних, фізіологічних і біохімічних механізмів захисту від фітофагії. Це різні колючки, шпильки, щільні покривні тканини тощо.

У зв'язку з обмеженими можливостями уникати нападу тварин для рослин вельми важливою є здатність до регенерації.

Досить поширеною формою «оборони» рослин від шкідників- фітофагів є синтез і накопичення речовин, отруйних для цих тварин. Існує багато видів

рослин отруйних або неїстівних для фітофагів: вовче лико, блекота, дурман, молочай та ін. Усі вони синтезують різні токсини. Хімічна природа цих речовин і механізм їхньої негативної дії на фітофагів дуже різні. Наприклад, у досліджах Д. Харпера (1977) з'ясовано, що деякі популяції конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.) в Англії при порушенні цілісності тканин виділяють синильну кислоту.

Досить часто у вищих рослин як захисні речовини синтезуються алкалоїди. *Алкалоїди* – це азотвмісні органічні гетероциклічні основи. Нині відомі кілька тисяч алкалоїдів, багато з яких має високу токсичність для тварин. До них належать нікотин, який утворюється рослинами тютюну, морфін – рослинами маку снодійного (опійного), соланін – рослинами картоплі і низка інших.

Деякі рослини таких родин як бобові, айстрові, аралієві синтезують сапоніни. Вони викликають у ссавців гемоліз крові.

Деякі види рослин виробляють речовини, які називають *терпени*. У хімічному плані це сполуки протеолітичних ферментів – таніни, каучуки, лігнін, целюлоза, інгібітори та ін. Їх основна особливість полягає у тому, що вони знижують перетравлюваність і засвоюваність з'їденого фітофагами корму і тим самим роблять такі рослини менш привабливими для тварин-фітофагів. Так, у деяких рослин харчова цінність листя знижується через великий вміст танінів, які перешкоджають переварюванню білків. Такий хімічний захист є ефективним проти гусені багатьох видів комах.

Деякі види рослин виділяють речовини, що відлякують тварин – *репеленти*. Ці сполуки з якоїсь причини (за смаком або частіше за запахом) неприємні для них. Близькими за дією є речовини, що дістали назву антифідантів. Вони захищають рослини від поїдання комахами – фітофагами. На відміну від репелентів вони не відлякують комах, а роблять рослинні тканини непривабливими для них за смаковими особливостями.

Як захисні речовини рослини можуть синтезувати гормоноподібні сполуки, що пригнічують репродуктивну функцію у тварин. Уперше ефект дії таких речовин був встановлений в Австралії, де випасають овець на пасовищах, багатих на конюшину *Trifolium subterraneum* L. У тварин реєструвалося порушення функціонування яєчників та виникало безпліддя. Виявилось, що в листках зазначеного виду конюшини синтезується до 5% особливого ізофлаваноїда – куместрола. Отже, у цьому разі захисна тактика рослин полягає не у прямому знищенні тварини-фітофага, а є спрямованою на зниження чисельності її популяції. У результаті вона стає мало небезпечною для конюшини. Відомі й інші речовини, що синтезуються рослинами, з аналогічною функцією. Низка речовин, які накопичують ті чи інші рослини, впливають і на стан людини. Дослідження показали, що у чоловіків, які протягом тривалого часу споживали соєві продукти, хвороба Альцгеймера зустрічається в 2,5 разу частіше порівняно з тими, хто ніколи не додавав в їжу соєвих продуктів.

На здатність рослин продукувати токсичні для фітофагів речовини можуть впливати різні екологічні чинники. Наприклад, в умовах тривалого світлового дня деякі рослини накопичують більше інсектицидних сполук, ніж в

приекваторіальних широтах на короткому дні. Згадана вище конюшина повзуча накопичує синильну кислоту тільки в умовах Англії.

Досвід народної медицини, а потім і сучасні дослідження показали, що низка біологічно активних речовин, що виробляються рослинами як захисні, є ефективними при лікуванні різноманітних захворювань у людини. Склалася навіть ціла галузь медицини – фітотерапія, заснована на застосуванні екстрактів рослин як лікарських засобів.

Узагалі методи самозахисту рослин від фітофагів досить різноманітні. Незбігання термінів розвитку рослин з появою певних стадій в розвитку комах-фітофагів також підвищує стійкість рослин. Є й абсолютно унікальні способи захисту рослин від фітофагів. Так, тропічна ліана боквіла (*Boquila trifoliolata*), яка росте в тропічних лісах Чилі і Аргентини, в уникненні поїдання її листків фітофагами набула здатність змінювати розмір, колір, форму, орієнтацію і навіть жилкування листків так, що вони виявляються схожими з листками того дерева, на якому розміщуються пагони цієї ліани. Якщо ліана переходить на інше дерево, то вона знову здатна змінити форму листків.

Фітофагія негативно позначається на життєдіяльності рослин. Ушкодження листя знижує розмір фотосинтетичної поверхні і, отже, порушує весь продукційний процес. Обгризання коренів призводить до погіршення водного режиму рослин і рівня мінерального живлення, об'їдання квіток і плодів перешкоджає процесу розмноження.

Будь-які еволюційні захисні механізми проти фітофагів вимагають від рослини витрати матеріально-енергетичних ресурсів. Нерідко така метаболічна ціна захисту від фітофагів виявляється настільки високою, що знижує загальну життєвість особини. При цьому чим більш ослаблений організм кормової рослини (хазяїна), тим кращі умови складаються для розвитку на ньому фітофагу.

У зв'язку зі значним збитком, який культурним рослинам наносять фітофаги, склався цілий напрям прикладної агрономії – хімічний захист рослин. Розроблений широкий арсенал методів зниження шкоди та збитку від різноманітних фітофагів у посівах, садах, на газонах та інших об'єктах. Основними для пригнічення тварин-фітофагів є такі групи речовин:

- ✓ а) *зооциди* – це група хімічні речовини для знищення шкідливих хребетних тварин;
- ✓ б) *інсектициди* – хімічні речовини для знищення комах;
- ✓ в) *акарициди* – речовини, отруйні для рослиноїдних кліщів;
- ✓ г) *афіциди* – служать для знищення попелиці;
- ✓ д) *нематоциди* – знищують фітопатогенні нематоди.

Слід мати на увазі, що переважна більшість цих речовин тією чи іншою мірою шкідлива для людини і сільськогосподарських тварин. Тому використання будь-яких пестицидів має здійснюватися у суворій відповідності до екологічних і санітарно-гігієнічних вимог.

З кінця ХХ ст. для захисту культурних рослин від фітофагів стали використовувати метод прямої зміни ДНК рослини-хазяїна так, щоб його тканини були непридатними для фітофагу. Такі сорти стали називати

*трансгенними, або генетично модифікованими.* Прикладом зазначених сортів є сорт картоплі «Новий лист», у геном якого вбудований блок, який синтезує особливу речовину, дуже отруйну для личинок колорадського жука.

Зоогенні екологічні чинники справляють на рослини не лише шкідливу дію. У багатьох і багатьох випадках вони корисні і навіть потрібні. Різні види груп тварин забезпечують запилення квіток, без якого неможливе зав'язування плодів. Інші сприяють поширенню насіння. Тому в рослин виробилися не лише захисні механізми від тварин-фітофагів, а й різноманітні способи залучення корисних істот.

Прикладами можуть служити вироблення нектару, яскраве забарвлення квіток і продукування летких ароматичних речовин для залучення обпилювачів, наявність поживних речовин у тканинах плодів, що забезпечує поширення насіння тваринами та ін.

Нектар не виконує жодної іншої функції, крім залучення обпилювачів. Він особливо багатий на цукри (17-75%) і амінокислоти, які є основним джерелом азоту для низки комах. Завдяки наданню забарвлення пелюсткам квіток і зовнішнім тканинам плодів роль атрактантів для деяких груп тварин також виконують пігменти.

#### **4. Алелопатія**

*Алелопатія рослин* (грец. *allelon* – взаємно і *pathos* – страждання) – одна з найважливіших і характерних форм хімічного зв'язку і взаємодії рослин фітоценозу, важливий чинник, що визначає видовий склад, чисельність популяції, структуру і продуктивність фітоценозів.

Термін «Алелопатія» запровадив німецький учений Г. Моліш у 1937 р.. Зумовлена алелопатія виділенням рослинами в навколишнє середовище хімічних продуктів життєдіяльності, які називають по-різному: фітонциди, біоліни чи фітоліни, а найчастіше – коліни. Вони впливають на рослини та їх хімічний склад безпосередньо або через зміни екологічних факторів. Дослідження алелопатичних особливостей лікарських рослин допомагає вирішенню таких важливих завдань, як відновлення й розведення рослин, створення мішаних насаджень, визначення умов заготівлі рослин тощо.

Кожна рослина у природних чи штучних фітоценозах виступає водночас донором і акцептором біологічно активні речовини (БАР). Тому будь-яка рослина характеризується двома алелопатичними якостями: активністю – здатністю утворювати й виділяти коліни, і толерантністю – здатністю переносити свої власні коліни (ауто толерантність) або коліни інших видів. При цьому виділення одного виду або різних органів рослини викликають різну відповідну реакцію в інших видів: в одних спостерігається активізація життєвих процесів, у других – гальмування, треті ж залишаються байдужими. Наприклад, водні витяжки з опалого листа липи стимулюють розвиток проростків ясеня, а коліни її коренів суттєво інгібують розвиток стрижневої кореневої системи й не впливають на ріст пагонів. Кореневі виділення берези бородавчастої пригнічують ріст і послабляють фотосинтез дуба звичайного, в'язів дрібнолистого й звичайного.

Історично склалося так, що взаємодія коренів з органічними сполуками ґрунту виробила здатність рослин до гетеротрофного живлення, поглинання амінокислот, фенольних сполук, інгібіторів і стимуляторів росту, антибіотиків, алкалоїдів тощо. Алелопатія зумовлює зміни у загальному обміні речовин, анатомічній структурі рослинних тканин, інтенсивності перебігу фізіологічних процесів: дихання, синтезу, надходження й накопичення поживних та БАР.

Одне із завдань алелопатії складається із вивчення синтезу БАР у рослинах, виділення екзометаболітів, їх перетворення по шляху від одного партнера до іншого, дія на рослину-акцептор. Дослідження алелопатичних особливостей рослин, у т.ч. й лікарських, допомагає вирішенню таких важливих завдань, як відновлення й розведення рослин, створення мішаних насаджень, визначення умов заготівлі рослин тощо.

Невід'ємними складовими загальноалелопатичного впливу рослин є метаболіти мікрофлори й мікрозоофауни, які здатні посилювати чи послаблювати інтенсивність виділення колінів рослинами, а також змінювати характер їхньої взаємодії. Фізіолопатичну активність і еколого-регуляторний характер виявляють зв'язані сполуки, які присутні в різних органах рослин і надходять в навколишнє середовище з кореневими виділеннями (у ґрунт, воду), з леткими сполуками надземних органів (у повітря), а також вимиваються опадами. Кількість і склад речовин, що виділяються, а відповідно і ступінь алелопатичної активності, залежать від виду, сорту, органу, фази розвитку, фізіологічного стану рослини й екологічних умов.

Запропоновані різні *класифікації рослинних виділень*. Так, розрізняють коліни прижиттєві й посмертні, леткі, розчинні й нерозчинні у воді. У свою чергу, прижиттєві водорозчинні виділення поділяють на активні (ексудати), які утворюються в процесі метаболізму рослин, та пасивні (дифузати), що потрапляють у середовище внаслідок вимивання речовин із органів рослин або їх травмування. Посмертні коліни, або сапроліти, утворюються внаслідок відмирання рослин чи їх частин. Серед летких колінів розрізняють: фітогенні – виділення нетравмованих або ушкоджених рослинних тканин і органів (фітонциди); міазміни – виділення мертвих тканин. Також класифікують коліни за шляхом їх виділення: такі, що потрапляють через ґрунтові води, при розкладі обпалого листя та повітряним шляхом.

Класифікація А.М. Гродзинського найбільш повно розкриває походження виділень, принцип їх алелопатичної дії, а також враховує роль факторів зовнішнього середовища. Усі коліни, які беруть участь у хімічній взаємодії рослин, А.М. Гродзинський поділяє на три великі групи. До першої з них належать речовини вторинного походження (органічні кислоти, ефірні олії, алкалоїди, вітаміни, антибіотики сапоніни, глікозиди, флавоноїди, дубильні речовини та інші поліфеноли тощо). Ці алелопатично активні сполуки видоспецифічні, можуть бути продуктами нормального метаболізму чи утворюватися у відмерлих рослинах. Під впливом ефірних олій у ґрунті накопичуються коліни, які зумовлюють ґрунтового.

Друга група – високотоксичні сполуки, які утворюються внаслідок гідролітичного автолізу білків рослинного та мікробного походження (пептиди,

амінокислоти, нуклеозиди, органічні кислоти, амідні кислот, аміно- та імінопохідні, індолпохідні, аміак). Їм не притаманна видова специфічність, вони присутні в живих і відмерлих тканинах рослин, виділеннях живих організмів.

До третьої групи належать різні продукти мінералізації і гуміфікації рослинних тканин (гумінові кислоти та їх похідні, вищі жирні кислоти, нафтохінони, антрахінони, складні хінони, корична кислота та її похідні). Здебільшого полімерні сполуки ароматичного ряду характеризуються наявністю фенольних груп, часто містять в гетероциклах азот, утворюють комплекси з солями (хелати) і відзначаються високою алелопатичною активністю. Завдяки цим речовинам відбувається алелопатичний взаємовплив між рослинами впродовж усього онтогенезу: змінюється продуктивність рослин, вміст та якість окремих БАР.

Явище алелопатії враховують у сільськогосподарському рослинництві при розробці структури сівозмін і мішаних посівів, з метою запобігання ґрунтовтоми в монокультурі, боротьби з бур'янами, фітопатогенними організмами тощо. Практичне значення мають відомості про взаємно корисні зв'язки лікарських рослин. У разі оцінки алелопатичних якостей лікарських рослин враховують не тільки їх здатність виділяти різноманітні БАР, а й виявляти толерантність до шкідливих виділень.

## ТЕМА 7. ЖИТТЄВІ ФОРМИ РОСЛИН. ТИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ.

### План заняття

1. Вплив оточуючого середовища на формування типу рослинного покриву.
2. Система життєвих форм рослин Раункієра.
3. Життєві форми рослин в ботаніко-географічному аспекті.

Обсяг часу: 4 год

### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Волчовська-Козак О. Є. Екологія рослин. Курс лекцій для студентів-біологів ВНЗ. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 128с.
3. Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ: Наук думка. 1994. 280 с.
4. Дідух Я. П., Бурда Р. І., Зиман С. М. та ін. Екофлора України. Т. 2 Київ: Фітосоціоцентр. 2014. 480 с.
5. Царенко О. М., Скиба Ю. А., Білоус О. П., Ковтун О. О. Екологічна біоіндикація: практикум. Київ. 2016. 70с.

### 1. Вплив оточуючого середовища на формування типу рослинного покриву.

За весь період еволюції у рослинному покриву Землі в результаті розселення рослин у різні екологічні умови виникла значна кількість варіантів будови рослинних організмів. Вони різняться перш за все за формами пристосування до різних екологічних умов і перенесення несприятливих періодів, а отже, різняться за зовнішнім виглядом, за тривалістю життєвого циклу (одно-, дворічники, багаторічники) та багатьма іншими ознаками.

Першим звернув увагу на ландшафтну (фізіономічну) роль «основних форм» рослин видатний німецький вчений та мандрівник, «батько географії рослин» О. Гумбольдт (1806). Він розділив усі рослини на 16 «форм», назви яких часто збігаються з назвами великих систематичних груп (форма пальм, мімозових, алое). При цьому він мав на увазі не родинні зв'язки, а конвергентну схожість вигляду рослин (зовнішнього габітусу). Він відзначив, наприклад, що до «форми алое» треба віднести не тільки види алое та деякі інші лілійні, але й багато бромелієвих (наприклад, ананас), котрі мають такі ж соковиті, загострені листки, скручені на верхівці стебел; до «форми казуари» – не тільки своєрідні австралійські дерева казуарини (*Casuarinaceae*) з безлистими зеленими гілочками, але й безлисті великі африканські хвоці (*Equisetaceae*), ефедри, середньоазіатський джужгун тощо.

До «форми кактусів» О. Гумбольдт відніс також дуже на них схожі зовні африканські молочаї. Природно, що в створенні ландшафту або «фізіономії» рослинного покриву тієї чи іншої країни вирішальну роль відіграють форми наземних органів рослин, величина та галуження стовбурів, форма крони, напрямок росту стебел, розмір та форма листя тощо. Однак важливе значення мають також підземні органи рослин. Габітус рослин визначається формою та розміром їхніх вегетативних органів (надземних та підземних пагонів). Саме вегетативні органи забезпечують живлення, ріст, усе індивідуальне життя рослин. Вони постійні і необхідні, тимчасом як генеративні (репродуктивні) органи – суцвіття, квітки, плоди, насіння, шишки, спорангії – у деяких випадках можуть не утворюватися на рослинах, а при появі – помітно впливають на їхній габітус, тим більше, що існування таких органів тимчасове.



Форма пагонової та кореневої системи (наслідок росту, форма росту) – синонім загального габітусу рослин. Іноді, коли форми росту та габітусу не зовсім рівноцінні, життєві форми рослин називають по-іншому: біоморфа тощо.

Термін «життєва форма» був введений у 80-х р. ХІХ ст. відомим датським ботаніком Є. Вармінгом – одним із засновників екології рослин. Під життєвою формою Вармінг розумів «форму, в котрій вегетативне тіло рослин (індивід) перебуває в гармонії із зовнішнім середовищем протягом усього життя, від коліски до труни, від насіння до відмирання».

За Вармінгом визначення життєвої форми видно, що важливу роль у її становленні та всіх її змінах відіграє зовнішнє середовище. Наприклад, доросла особина ялини звичайної в лісовій зоні має вигляд стрункого дерева з загостреною верхівкою, а на крайній півночі (на межі ареалу) вона росте горизонтально, утворюючи щільно притиснутий до субстрату стелюх. Так, наприклад, було виявлено сланкі форми реліктового виду – бузку угорського в Українських Карпатах. Зазвичай – це куш, котрий, як і бузина чорна, калина звичайна, горобина звичайна, ліщина звичайна і багато інших видів формують класичний габітус. Однак в умовах надмірного зволоження і затінення у зрілому клейковільховому лісі цей вид утворює стелюхову форму, де довжина окремих лежачих пагонів може досягати до 10 м, а бічні гілки піднімаються вгору не більше як на 1 м.

Але гармонія рослин із зовнішнім середовищем, безумовно, не означає, що життєва форма будь-якої рослини нескінченно пластична, залежить тільки від безпосередньо діючих на неї в даний час умов. Кожен вид рослин реагує на вплив зовнішніх факторів у межах «норми реакції генотипу», тобто в межах своїх спадково закріплених ознак, запрограмованих генетичним кодом.

Зауважимо, що не кожен вид дерева може в екстремальних умовах набути сланкої форми або форми дерева-подушки (крім ялини, туркестанського ялівцю, кедрового сланцю та ін.). Тому гармонію рослин із зовнішнім середовищем треба розуміти так, що в усьому ході формоутворення, особливо в типовій життєвій формі дорослої особини, що склалась, виявляються ознаки спадкової, історично виробленої в процесі природного добору, пристосованості рослини до того комплексу зовнішніх факторів, котрий панує в області його розповсюдження (ареалу).

Слід, мати на увазі, що історичний процес формування триває й у наш час. Зміни життєвих форм як еколого-біоморфологічних пристосувальних вегетативних структур рослин відбуваються під впливом факторів зовнішнього середовища (особливо на околицях ареалів) з одночасним (паралельним) розвитком та зміною їхніх генотипів унаслідок дії генетичного тиску, мінливості, рекомбінації генів, мутацій під впливом природного добору, що веде до виникнення нових популяцій, життєвих форм, підвидів і навіть видів.

У трактування та визначення терміну «життєва форма рослин», від часів Е. Вармінга безперервно вносяться зміни в міру розширення знань про відповідність її структурних особливостей умовам життя, про адаптивне (пристосувальне) значення тих чи інших ознак.

Підсумовуючи різні погляди на поняття «Життєва форма» відмічаєм, що життєва форма це результат довготривалого пристосування рослин до місцевих умов існування, що відображено у їх зовнішньому вигляді. І. Г. Серебряков (1962 р.) називає життєвою формою рослин своєрідний габітус певних груп рослин, що виникає в онтогенезі внаслідок росту та розвитку в певних умовах середовища та деяких ґрунтово-кліматичних умовах, які історично склались, як прояв пристосування до цих умов. Або ж «особливості життєвих форм рослин – це специфіка їхнього загального і сезонного розвитку, а також щорічного наростання й відновлення». Життєва форма рослин (або екобіоморфа) являє собою історично встановлену пристосувальну структуру рослинного організму, котра завдяки цьому здатна внаслідок своєї життєдіяльності на даному розвитку та в певних умовах до максимальної продуктивності і розмноження.

Слід відзначити, що роль життєвих форм рослин у формуванні біоценозів посилюється, оскільки залежно від цього рослини, різні в систематичному плані, займають одні й ті ж екологічні ніші. Тут треба підкреслити, що питому вагу в будові фітоценозів тих чи інших популяцій та життєвих форм визначають по-різному: частку окремої популяції у фітоценозі встановлюють за систематичними ознаками з підрахуванням кількості особин, а частку окремих життєвих форм – за кількістю пагонів кожної з них, бо саме кількість і структура пагонів визначають можливість утворення найбільш щільного травостою (наприклад у степах) або багатоярусного густого деревостану (у лісовій зоні).

Відповідність життєвих форм рослин певному місцезростанню можна продемонструвати на багатьох прикладах. Так, ліанова форма росту є одним з можливих шляхів пристосування рослин до життя у вологому тропічному лісі, крім того вона виявляється екологічно вигідною, бо допомагає ліанам подолати нестачу освітлення в густому тропічному лісі; полягання і горизонтальний ріст пагонів арктичних чагарників обумовлені комплексом кліматичних факторів тундри, зокрема підвищеною вологістю субстрату в поєднанні з низькими температурами повітря і ґрунту, нестачею мінерального живлення, сильними вітрами тощо, а шпалерна форма крон є пристосуванням, завдяки якому підвищується стійкість рослин в умовах суворої малосніжної зими з постійними холодними, посушливими вітрами; щільно-дернистий тип степових злаків сприяє збереженню вологи під час літньої посухи. За цих самих умов виявляється не менш біологічно вигідною цибулинна форма пагону (наприклад, у степових тюльпанів, степового тонконога та ін.).

Структурні пристосування до однакових умов середовища можуть бути різними у різних видів рослин, а також схожими в рослин різних систематичних груп. Так, одні рослини (однорічні ефемери) при настанні засухи гинуть, залишаючи по собі тільки жаростійке насіння; другі (ефемероїди) зберігають тільки підземні багаторічні органи (кореневища, цибулини, бульбоцибулини, кореневі бульби тощо); треті – влітку частково або повністю скидають листя, суцільні зелені безлисті гілочки і навіть зелену асимілюючу кору, зберігаючи над землею надійно захищені покривними тканинами системи багаторічних стебел з бруньками поновлення.

Всі ці форми визначають зовнішній вигляд рослин, відображають сезонну змінність життєвої форми кожної особини. На цих прикладах можна пояснити чітку різницю між життєвою формою рослин та екологічною групою. Екологічна група рослин виділяється за їхньою реакцією на будь-який (один) екологічний фактор, а життєва форма – це результат пристосування рослин різних систематичних груп протягом життя багатьох поколінь до певного біотопу, тобто до всього комплексу екологічних умов у даному місцезростанні. Наприклад, усі посухостійкі рослини за вимогами до вологи можна віднести до однієї екологічної групи – ксерофітів, але за життєвою формою вони неоднакові: серед них можуть бути дерева, чагарники, багаторічні трави і тощо.

Отже, життєві форми, як тип пристосувальних структур доводять, з одного боку, різноманітність шляхів пристосування різних видів рослин навіть до однакових умов середовища, а з другого – свідчать, що можливість збігу цих шляхів у рослин, які належать до різних видів, родів, родин. Тому класифікація рослин за життєвими формами не може співпадати із звичайною класифікацією, котра базується на будові репродуктивних органів і відбиває спільність походження рослин.

## 2. Система життєвих форм рослин Раункієра.

Найбільш поширеною є класифікація життєвих форм К. Раункієра (1934), яка ґрунтується на положенні бруньок відновлення або верхівок пагонів протягом несприятливого періоду року відносно поверхні ґрунту і снігового покриву (Рис. 14).

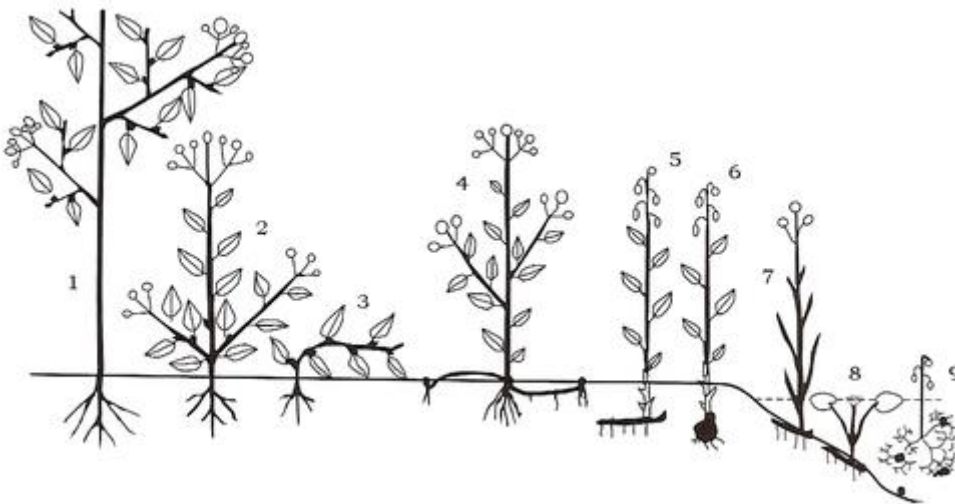


Рисунок 14. Життєві форми рослин за Раункієром (з мережі Інтернет)  
(1-3 – фанерофіти 4-5 – хамефіти; 6-7 – гемікриптофіти; 8-11 – криптофіти; 12 –  
терофіт, 12а – насіння с зародком)

Згідно цієї класифікації рослини належать до таких життєвих форм: фанерофіти, хамефіти, гемікриптофіти, криптофіти, терофіти.

До *фанерофітів* (від грецьк. «фанерос» – видимий, відкритий, «фітон» – рослина) належать дерева, кущі, бруньки відновлення яких знаходяться високо

над землею. Це – дуб звичайний, ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.) та ін.

У хамефітів (від грецьк. «хамай» – напіввідкритий, «фітон» – рослина) – напівкущів, напівкущиків, кущиків бруньки відновлення знаходяться при землі на надземних здерев'янілих пагонах. Сюди належать дрік красильний (*Genista tinctoria* L.), зіновать руська (*Chamaecitissus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), чебрець Палассів (*Thymus pallasianus* H. Braun.) та ін.

Гемікриптофіти (від грец. «геми» – напів, криптофіти) – це трав'янисті рослини, в яких бруньки відновлення розміщені на рівні ґрунту, напівзаховані в ньому (цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Webb ex Vigg.), морква дика (*Daucus carota* L.) та ін).

Криптофіти (від грецьк. «криптос» – прихований, таємний, «фітон» – рослина) об'єднують багаторічні трав'янисті рослини, в яких бруньки відновлення знаходяться під землею (геофіти) або на дні водойми (гідрофіти та гелофіти). У рослин першої групи бруньки відновлення розташовані на підземних органах: кореневищах, бульбах, цибулинах. Прикладом є пирій повзучий, березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), проліска дволиста (*Scilla bifolia* L.) та ін. До криптофітів гідро- та гелофітів відносяться водні рослини, бруньки відновлення яких зимують на дні водойми на багаторічних кореневищах (латаття біле, глечики жовті) чи у вигляді туріонів (жабурник звичайний (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), ряска мала (*Lemna minor* L.)).

Терофіти (з грец. «терос» – літо, «фітон» – рослина) – це однорічні рослини, що переживають несприятливу пору року у вигляді насіння (грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.)).

Виходячи зі складу біологічних спектрів, клімат вологих тропіків буде кліматом фанерофітів; клімат помірно холодних областей – кліматом гемікриптофітів; терофіти виявилися переважаючими в пустелях середноморського типу; а хамерофітів доволі багато в тундровій і в пустельній рослинності, що, безумовно, вказує на неоднорідність цієї групи.

Оскільки клімат планети в різні геологічні епохи був різним, з цього випливає що в історичному аспекті групи, або категорії життєвих форм рослин Раункієра будуть різними. Так, у палеогені панували мікрофанерофіти та ліани, в неогені головним чином розвивались нанофанерофіти та гемікриптофіти, наймолодші життєві форми рослин – хаме фіти, геофіти та терофіти максимально розповсюдились у четвертинному періоді. Цікаво відмітити, що ознака положення бруньок відновлення завжди більш-менш чітко корелює з комплексом інших (у тому числі фізіологічних) ознак. Отже, фізіологічні ознаки еволюціонують паралельно з еволюцією генотипу, генофонду та генопласту.

### **3. Життєві форми рослин в ботаніко-географічному аспекті.**

Біоморфологічна еволюція покритонасінних відбувалась від дерев до трав. За морфологією і прогресивними в еволюційному відношенні ряді існують такі ланки: дерево – ліана (чагарник) – напівчагарник – багаторічна трава – дворічник – однорічник. А. Л. Тахтаджян (1948) приймає такий ланцюг еволюції життєвих

форм рослин: дерева – чагарники – напівчагарники – багаторічні трави – однорічники. І. Г. Серебряков вважає, що життєві форми еволюціонували в такому напрямку: високостовбурні дерева – небагатостовбурні дерева – чагарники – чагарнички – трав’янисті багаторічники і однорічники.

Класифікації життєвих форм рослин побудовані з урахуванням структури вегетативних органів дорослих, нормально розвинених особин; вони відбивають паралельні і конвергентні шляхи екологічної еволюції.

Класифікація І. Г. Серебрякова базується на морфологічних та онтогенетичних ознаках (тривалість життя всієї рослини і її скелетних пагонів, ступінь здерев’яніння стебел, тривалість життя і характер зміни скелетних пагонів в загальній системі пагонів). Під життєвою формою, як основною таксономічною одиницею, автор розуміє сукупність дорослих особин певного виду в певних умовах зростання, які визначають властиві цим особинам своєрідний вигляд

І. Г. Серебряков виділив шість життєвих форм рослин:

- ✓ дерева;
- ✓ чагарники;
- ✓ чагарнички;
- ✓ напівчагарники;
- ✓ напівчагарнички;
- ✓ трав’янисті рослини.

Разом з тим дерева класифікують за висотою на такі групи:

- ✓ першої величини – висотою 26 – 40 м (бук, ялиця, дуб, явір);
- ✓ другої величини – висотою 15 – 25 м (вільха, граб, горобина);
- ✓ третьої величини – висотою від 7 до 15 м (ліщина, яблуня, клен татарський);
- ✓ низькі дерева – висотою 5 – 7 м (тис ягідний, ялівець звичайний).

Тривалість життя дерев коливається від декількох десятків до декількох тисяч років. Дерево, як життєва форма, найбільш поширене у сприятливих для існування умовах. Найбільший відсоток дерев спостерігається у флорі вологих тропічних лісів (близько 85%) А в тундрі, пустелях та на високогір’ї дерева практично відсутні. У тайзі помірної холодної зони дерева складають 10 – 12% від загальної кількості видів. В посушливих регіонах, зокрема у Середземномор’ї, розвиваються дерева з низькими стовбурами. Деякі з них трапляються й у Карпатах. Так, наприклад, на Вулканічному хребті Українських Карпат, де спостерігається значний вплив клімату Середземномор’я, ростуть деякі низькорослі види дуба: дуб Далешампе (*Quercus dalechampii*, 6-16 м), дуб бургундський (*Quercus cerris*, 10-18 м), дуб багатоплідний (*Quercus polycarpia*, 18-20 м). В умовах посушливого клімату розвиваються дерева, які часто майже не галузяться. У багатьох таких рослин на верхній частині стовбура утворюється м’яке листя (юкка, алоє, пальми). В подібних умовах сформувалися види дерева з недорозвинутими листками і м’ясистими стовбурами або з бочкоподібними стовбурами (баобаб).

Чагарники мають деревну надземну частину, але у них відсутній головний стовбур. Пагоноутворення у чагарників починається від землі, тому утворюється

декілька тонких стовбурців. По мірі відмирання стовбурців на периферійній частині чагарника з'являються нові. Тривалість життя чагарника може сягати декількох сотень років, але кожен окремих стовбурець живе 10 – 40 років. Висота куща не перевищує 4 – 6 м (барбарис, ірга, шипшина, смородина). Дана життєва форма сформувалася у процесі еволюції в кліматичних умовах, для яких характерні зимові дощі та сухе і жарке літо. Найбільш значну роль чагарники відіграють у створенні фітоценозів у аридному кліматі тропічних зон і теплопомірних зон Північної та Південної півкулі. У цих регіонах вони виступають як едифікатори рослинних угруповань. Чагарники більш поширені у природі, ніж дерева і значно різноманітніші за зовнішнім виглядом. У деяких видів з сухих місцезростань чагарникова форма створюється лише за рахунок бокових пагонів, що найчастіше відходять від нижньої наземної частини стовбура (терен, степова вишня). У великій групі видів чагарник формується шляхом галуження стовбура у підземній частині рослини (шипшина, калина, бузина, бруслина, ліщина). Таким чином, різноманіття місцезростань чагарників визначило відмінності у зовнішньому вигляді цих рослин, у способах наростання і формування крони.

Чагарнички – це мініатюрні чагарники, які характеризуються таким же способом утворення пагонів, що й чагарники, але вони більш низькорослі і мають меншу тривалість життя скелетних пагонів – від 5 до 10 років. Зазвичай висота чагарничків не перевищує 20 – 30 см, лише зрідка вони можуть підніматися над поверхнею ґрунту на 60 – 80 см. Завдяки низькорослості чагарнички взимку повністю покриваються снігом, що захищає їх від вимерзання. Це надає їм певних переваг – чагарнички можуть рости у тундрі та на високогір'ях. Їх ареали виходять за межі ареалів дерев та чагарників. Ця життєва форма поширена серед рослин тундри, гір, на сфагнових болотах, під наметом хвойних порід (водянка, андромеда, журавлина, чорниця, бруслина, лохина, верес).

Напівчагарники та напівчагарнички за розмірами подібні до чагарників та чагарничків, але відрізняються від них тим, що здерев'янілими і багаторічними у них є лише нижня частина пагонів. Верхня частина пагонів однорічна і взимку відмирає. Тривалість життя скелетних пагонів у напівчагарників та напівчагарничків становить 5 – 8 років. Така життєва форма широко представлена у флорі пустель (полин, солянки).

Трав'янисті рослини не мають здерев'янілих пагонів, їх надземна частина, зазвичай, відмирає під кінець вегетаційного періоду. За тривалістю великого життєвого циклу трави поділяють на такі групи: однорічні, дворічні, багаторічні.

У однорічних трав розвиток з насіння до насіння відбувається протягом одного року (пшениця, бобові, лобода). Після дозрівання насіння такі рослини відмирають. Дворічні рослини завершують життєвий цикл за два роки.

Протягом першого року формується розетка листків, протягом другого – пагін, який несе квітку (морква, буряк, редька, лопух, капуста). У багаторічних трав'янистих рослин надземний пагін живе один вегетаційний період. Після дозрівання насіння він відмирає, але бруньки відновлення зберігаються або на рівні землі, або під землею декілька років (пирій, осот, мати-й-мачуха).

Однорічні, дворічні та багаторічні трави широко представлені у найрізноманітніших фітоценозах. Трав'янисті рослини неоднорідні за здатністю до повторного плодоношення. Тому Г. І. Серебряков поділяє їх на дві групи: полікарпіки, тобто ті, що здатні до повторного плодоношення (більшість багаторічних трав) і монокарпіки – одно- і дворічники, а також деякі багаторічні трави, які кілька років ростуть, але після першого цвітіння і плодоношення відмирають. Такими видами багата родина зонтичних (кмин, дягель).

Вивчення життєвих форм рослин дає можливість пізнати екологічну пластичність виду (або видової популяції). Поряд з вивченням їхніх ознак, пристосувань до перенесення несприятливого періоду (зими або тривалої посухи), вікових змін, вегетативного поновлення і розмноження тощо, воно являє не тільки суто теоретичний інтерес, але й має важливе прикладне значення. Саме від цих особливостей залежить збереження та відновлення природної флори, у тому, числі тих видів, що використовуються людиною (наприклад, лікарських рослин), а також успіх інтродукції або переселення та введення в культуру нових цінних видів рослин.

## ТЕМА 8. АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА РОСЛИНИ.

### План заняття

1. Антропогенний вплив на природу. Червона книга та заповідна справа.
2. Антропогенні типи рослинного покриву.
3. Прямі та непрямі впливи людини на рослини.
4. Адаптація рослин до антропогенних чинників.

Обсяг часу: 4 год.

### Список літератури до лекції

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Білявський Г. О. Основи екології. Київ. 2014. 408 с.
3. Волчовська-Козак О. Є. Екологія рослин. Курс лекцій для студентів-біологів ВНЗ. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 128с.
4. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини. Друге видання виправлене і доповнене Суми: ВТД «Університетська книга». 2018. 391с.
5. Дідух Я. П., Плюта П. Г., Протопопова В. В. та ін. Екофлора України. Т. 1 Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 284 с.
6. Липа О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 144с.

### 1. Антропогенний вплив на природу. Червона книга та заповідна справа.

Антропогенними називають ті фактори, які за своїм походженням нерозривно пов'язані з будь-якою діяльністю людини. Цим вони принципово відрізняються від чинників природних, які виникли ще до появи людини, але існують і діють досі. Вплив людини як екологічного фактора надзвичайно сильний та різнобічний. Жодна екосистема на планеті не unikнула цього впливу, а багато з них зникли повністю.

Головною дією та причиною усвідомленого і цілеспрямованого впливу суспільства на природу з метою задоволення потреб людини є трудова діяльність. Ця діяльність поділяється на види:

- ✓ *природоприсвоювальна* діяльність превалювала на початкових етапах розвитку людства для використання з навколишнього середовища того, що було необхідне для задоволення потреб: їжа, одяг, будівництво, виготовлення засобів праці чи самозахисту;
- ✓ *природно-приспосовницька* (природоадаптаційна) діяльність означає пристосування до явищ природи, зміни пори року, клімату, біосфери регіону перебування людини;
- ✓ *природно-відтворювальна* діяльність стосується діяльності людини щодо відтворення необхідних природних умов і засобів для існування, насамперед це стосується сільського господарства та фермерства;
- ✓ *природо-перетворювальна* (природотрансформаційна) діяльність надає змогу з природних матеріалів створювати інші предмети, які необхідні для задоволення людських потреб;
- ✓ *природоосвоювальна* діяльність подібна до природоприсвоювальної діяльності, але в ширшому сенсі, оскільки стосується використання нових видів рослинного і тваринного світу, освоєння нових територій, ресурсів природи, космосу, для задоволення потреб людини;



- ✓ *природоохоронна* діяльність спрямована на охорону біосфери, для збереження флори і фауни окремих природних територій;
- ✓ *природо-творча* діяльність полягає у створенні на певній території необхідних для життя людей умов, штучних водойм, лісів і т. ін.

Внаслідок впливу негативних антропогенних факторів вже зникли з нашої планети деякі види рослин, численні види їх перебувають на межі повного знищення. У світі налічується понад 30 тис. дуже рідкісних видів і тих, що перебувають під загрозою знищення, що становить 1/10 частину загальної кількості рослин Землі.

Вивчення та охорона рідкісних і зникаючих видів – дуже серйозна міжнародна проблема. Ще в 1948 році було створено постійну Комісію з охорони зникаючих видів рослин і тварин. Протягом п'яти років (1949-1955) вона збирала інформацію про рідкісну та зникаючі види тварин і рослин. За ініціативою відомого англійського зоолога Пітера Скотта було створено Червону книгу – зібрання фактів про унікальних представників флори та фауни нашої планети, яким загрожує зникнення, та складено Чорний список видів тварин і рослин, що вже зникли за період з 1600 р. і до наших часів. Кожен вид рослин, який включено до списку, належить до однієї з чотирьох категорій:

0 – напевно зниклі види (вони не траплялися в природі протягом кількох років, проте, може збереглися у недоступних місцях);

1 – перебувають під загрозою зникнення (кількість особин швидко скорочується, подальше існування їх неможливе без здійснення спеціальних охоронних заходів);

2 – кількість видів скорочується (наявної кількості особин ще достатньо для їх виживання, однак вона стрімко зменшується протягом певного часу);

3 – рідкісні (не перебувають під прямою загрозою зникнення, але трапляються в такій незначній кількості, або на обмежених площах, що можуть незабаром зникнути);

4 – невизначені, маловідомі види (очевидно, перебувають під загрозою зникнення, проте через обмежені відомості про них, вірогідно, неможливо оцінити їх сучасний стан).

У Міжнародній Червоній книзі відомості про види, що належать до першої категорії, друкують на червоних аркушах паперу, до другої – на жовтих, до третьої – на білих і до четвертої – на сірих. Вже існують види, які раніше належали до зникаючих, але завдяки вжитим заходам нині вважаються врятованими від зникнення, їх було вирішено віднести до категорії поновлених. Відомості про них дають на зелених аркушах.

*Червону книгу України вперше було видано у 1977 році.*

Шляхи і форми охорони рідкісних та зникаючих видів рослин можуть бути різними. В Червоній книзі зазначаються такі природоохоронні заходи:

- ✓ забезпечення недоторканості і збереження рослин на всій площі їх ареалу (повна охорона виду), збереження виду передбачається в умовах заповідників, заказників, повністю заборонено його заготівлю і продаж;

- ✓ створення постійних або тимчасових заказників для збереження і відновлення чисельності популяцій зникаючого виду в його природних місцях існування;
- ✓ обмеження збирання харчових, лікарських, декоративних рослин і впровадження ліцензування заготівлі їх;
- ✓ заборона збору рідкісних дикорослих рослин приватними особами;
- ✓ організація регулярного контролю з боку кваліфікованих спеціалістів за станом локальних популяцій рідкісних і зникаючих видів рослин з метою оцінки їх стану і вжиття у разі потреби відповідних охоронних заходів;
- ✓ вирощування рідкісних рослин у ботанічних садах для збереження їх генофонду та відновлення запасів.

Рівновагу екологічних систем у багатьох випадках людина порушила своєю діяльністю. Тому ці системи треба поступово відтворювати. Для цього потрібно виділяти й охороняти такі природні об'єкти, на яких не позначився або слабо позначився антропогенний вплив. Вони мають бути своєрідними еталонами, за якими можна вивчати природний процес формування і розвитку екосистем, що має надзвичайне наукове і господарське значення.

Заповідання буквально означає «заборона», а щодо охорони навколишнього середовища – вилучення з господарського користування певних територіальних комплексів з метою підтримання екологічної рівноваги, збереження еталонів незайманої природи тощо.

Заповідні, або охоронні, території – це природні комплекси-ландшафти, в яких охороняють і вивчають всі елементи їх: атмосферу, Гідросферу, ґрунти, рослинний і тваринний світ, пам'ятки природи. Форми заповідних територій можуть бути різними: заповідники, заказники, національні і природні парки, резервати, пам'ятки природи, ділянки дикої природи. Нині у світі налічується понад 20 тис. заповідних територіальних комплексів. Площа їх дорівнює приблизно 92 млн. га, що становить 1,6% території суші.

В Україні існує 20 заповідників, великі заповідні території належать національним паркам, заповідно-мисливським господарствам. За останні роки в Україні спостерігається тенденція до збільшення природно-заповідного фонду.

*Заповідники* - це територіальні комплекси, які збереглися в незайманому стані і назавжди вилучені з господарського користування. Тут підлягають охороні усі природні тіла та взаємозв'язки між ними. Головне призначення заповідників полягає в збереженні і розвитку в природних умовах особливо цінних або тих, що зникають, представників рослинного і тваринного світу, збереженні екологічних систем як еталонів природи. В Україні найбільшими є заповідники Чорноморський, Дунайський, Карпатський біосферні, Поліський, Асканія-Нова.

*Заказники* – це території, де протягом певного часу охороняються окремі види тварин і рослин та інші складові природного комплексу. Інші природні ресурси тут можуть використовуватись у разі, якщо це не завдає шкоди об'єктам, що охороняються. В Україні створюють заказники насамперед там, де є види рослин і тварин, які занесені до Червоної книги.

Основна мета створення заказників – збільшення кількості промислових тварин, охорона рідкісних тварин і рослин, створення сприятливих умов для перелітних птахів чи інших мігруючих видів, збільшення запасів цінних лікарських рослин, відтворення порушених діяльністю людини ландшафтів.

*Резервати*, або заповідні урочища, організовують для охорони рідкісних на певних територіях рослинних угруповань, унікальних геологічних, гідрологічних та інших об'єктів, тобто цікавих феноменів природи, що мають важливе наукове, культурно-освітнє та господарське значення.

*Національні парки*. Це відносно великі території, які являють собою кілька екологічних систем, що мало змінені або зовсім не зазнали впливу людини. Тут охороняються рослини, тварини, ландшафти з науковою і культурно-освітньою метою. Національні парки – дуже поширена форма територіальної охорони окремих регіонів у багатьох країнах.

*Природні ландшафтні парки* – це великі територіальні комплекси. Вони виконують функції охорони і захисту природи. Створюють їх у місцевостях, які за характером природно-історичних умов та естетичністю ландшафтів відповідають лікувальним і туристичним цілям, придатні для масового відпочинку. Господарська діяльність тут допускається, але спрямована на забезпечення кращих умов для відпочинку та задоволення культурно-естетичних потреб людей.

## **2. Антропогенні типи рослинного покриву.**

Із збільшенням чисельності населення планети збільшувалась і кількість засобів та способів впливу на рослинність. Людство перейшло від безпосереднього впливу на рослини чи їх угруповання, до впливу на середовище, в якому вони знаходяться. Доки людина харчувалася шляхом збирання та мисливства, вона не мала істотного впливу на рослинність, але після переходу до осілого способу життя та по мірі розвитку рослинництва, цей вплив почав зростати. Найпростішим агротехнічним прийомом було спалювання лісі. Досить часто ліс вигорав на значно більшій території, ніж це було необхідно. Якщо пали проводилися на схилах пагорбів і гір, то починала прогресувати водна ерозія, яка, в свою чергу, впливала на видовий склад і стан рослинності як на схилах, так і біля їх підніжжя. Збідніння ґрунту вимагало освоєння нових площ, також за рахунок спалювання нових лісових масивів. Таким чином, з одного боку, знищувалась лісова рослинність, з іншого – створювались умови для проникнення на звільнені території рудеральних та сегетальних видів.

*Рудеральні рослини* (від лат. «*rudus*» – щебень, сміття) – бур'яни, що ростуть навколо будівель, доріг, на пустках та інших подібних місцезростаннях.

*Сегетальні рослини* (від лат. «*segetalis*» – той, що росте серед хлібів) – бур'яни, пристосовані до зростання в посівах сільськогосподарських рослин.

По мірі розвитку землеробства та інших видів господарської діяльності, вплив на рослинні угруповання ставав більш потужним та цілеспрямованим. Так, інтенсивне вирощування свиней у Центральній Європі призвело до збільшення площ дубових насаджень, порівняно з буковими. Дуби почали охороняти, підсівати жолуді, адже плоди дуба використовувалися для їх годівлі. В

подальшому, дубові насадження втратили значення кормових у зв'язку з вирощуванням картоплі. Це призвело до їх інтенсивного вирубування, що, в свою чергу, було пов'язане з розвитком кораблебудування. Вирубані дубові насадження частіше відновлювалися вегетативним шляхом, що спричиняло або утворення низькостовбурних деревостанів, або заміну дуба іншими деревними породами. Одночасно зросло значення букової деревини для палива, враховуючи добре природне поновлення бука, яке не потребувало зусиль на його відновлення. Використання камінного вугілля призвело до втрати стратегічного значення букової деревини як палива. Товарної цінності набула деревина хвойних порід, яку використовували у будівництві. Внаслідок цього, хвойні деревні породи значно потіснили листяні. Як приклад, можна прослідкувати понад сторічну динаміку площ хвойних порід навколо м. Гейдельберг. Інтенсивному поширенню хвойних порід сприяла також здатність до поширення насіння за допомогою вітру, регулярне повторення врожайних років, менша вибагливість хвойних порід до ґрунтових умов, зростання кислотності ґрунтів.

До того ж, саме для хвойних порід були досить добре розроблені як складні, так і спрощені технології лісовирощування. Оскільки саме деревні породи найчастіше є едифікаторами, то, безумовно, з їх зміною відбувалися зміни у всіх ярусах лісових фітоценозів.

*Едифікатори* (від лат. «*aedifikator*» – будівельник) – види рослин, які переважають в фітоценозі та мають сильно виражену здатність формувати середовище. Вони визначають в основному властивості фітоценозів – склад, структуру, фітосередовище, продуктивність тощо.

Стійкість рослин до антропогенного навантаження оцінюють за їх здатністю існувати в антропогенно порушених місцезростаннях. Цю здатність іноді позначають терміном *гемеробність*.

До рослин, які не витримують або погано витримують будь-які види антропогенного навантаження, належать види корінних хвойних та широколистяних лісів, сфагнових оліго- та мезотрофних (верхових і перехідних) боліт.

До рослин, слабо і помірно стійких до певних видів антропогенного навантаження, належать багато лучних, степових та узлісних, серед них: тонконіг лучний, грястиця збірна, конюшина лучна, тимофіївка лучна, ковила периста, підмаренник справжній, терен, ялина звичайна та ін. Вони витримують більш древні види порушень, такі, як випас, сінокосіння, незначне витоптування, іноді випалювання.

Рослини, що витримують потужний вплив людської діяльності, формують особливу *синантропну* («син» – разом, «антропос» – людина) рослинність. Це бур'яни, рослини засмічених місць, узбіч доріг, залізниць, жител, витоптаних місць, промислових майданчиків, видобувних кар'єрів, тваринницьких ферм, зелених зон. Більшість цих рослин походять з природи – різних варіантів лук, узлісь або вологих степів і пристосувалися до умов місцезростань поряд з людиною. Частина бур'янів походять з віддалених територій і були спрямовано або спонтанно завезені в Україну, здичавіли і розмножилися там, де низька конкуренція.

Особливо стійкими до різних видів антропогенного навантаження, включаючи такі несприятливі, як деградація і хімічне забруднення ґрунтів, є такі рослини: серед дерев і кущів – кущовидні верби, маслинка вузьколиста, клен ясенелистий, жовта акація, робінія (біла акація), бузина червона та бузина чорна, пухироплідник калинолистий, бирючина; злаки – куничник наземний, пирій, польовиця; бобові – конюшина повзуча, еспарцет піщаний, а також інші трави – соняшник бульбистий, золотушник канадський, полин звичайний, деревій, підмаренник чіпкий та ін. У водоймах настійкішими є очерет, кушир, деякі види ряски, рдесник гребінчастий та рдесник пронизанолистий, елодея канадська, рогіз.

### 3. Прямі та непрямі впливи людини на рослини.

Види антропогенного навантаження, що впливає на біорізноманіття, класифікують за характером діяльності: вирубування, оранка, випас, сінокосіння, випалювання, рекреація (відпочинок, туризм), евтрофікація через скидання добрив, сміття, стічних вод, хімічне забруднення, меліорація (штучне зрошення, осушення та ін.), антропогенне ущільнення та ерозія ґрунтів та деякі інші. Відповідно виділяють *прямі процеси впливу* на рослини (знищення рослин) та *непрямі процеси впливу* (блокування шляхів міграції тварин і рослин; ускладнення (блокування) репродуктивних функцій; порушення умов існування рослин; спрощення екологічних зв'язків; гіпертрофія популяцій деяких біологічних видів; порушення екологічної рівноваги привнесенням чужорідних даній екосистемі екологічних видів).

Найнебезпечнішими напрямками згубного впливу людини на природу (і його наслідками) є:

- ✓ *виснаження надр* – протягом своєї історії, а особливо у ХХ столітті людство нещадно і в необмежених кількостях видобувало корисні копалини, що призвело до виснаження (близького до катастрофічного) внутрішніх резервів Землі (наприклад, запаси енергоносіїв нафти, кам'яного вугілля, природного газу можуть бути вичерпані вже через 80-100 років);
- ✓ *забруднення Землі*, особливо водоймищ, атмосфери промисловими відходами;
- ✓ *знищення рослинного і тваринного світу*, створення умов, за яких технічний розвиток (дороги, заводи, електростанції тощо) порушує звичний спосіб життя рослин і тварин, змінює природний баланс флори і фауни;
- ✓ *застосування атомної енергії* як у військових, так і в мирних цілях, наземні і підземні ядерні вибухи.

Різноманітні прямі або побічні впливи людини призвели до зміни рослинності, виникнення вторинних рослинних угруповань (наприклад на місці дубових лісів лісостепу сформувалися грабняки, сосняки, осичняки, березняки та ін.), зменшення лісистості території. Розрізняють антропогенні зміни рослинності і флори. Останні полягають у зміні кількісного та якісного складу рослинного світу. Зокрема у флорі, з одного боку, зростає кількість видів, поширення яких зумовлене діяльністю людини, з іншого – зменшується кількість корисних, рідкісних, цінних видів.

В Україні з 5088 відомих на її території видів флори 1123 ростуть у частково чи повністю штучних умовах (серед них – близько 700 видів бур'янів). Унаслідок антропогенної зміни рослинного світу збіднюється видовий склад флори, популяційна різноманітність лікарських та інших корисних рослин, звужуються ареали поширення ендемічних і релікт. видів, зменшуються площі, які займає природна рослинність, відбувається трансформація (зміна будови ценозів, їхнього флористичного складу, біологічної стійкості).

Зміни простежуються на всіх типах рослинності – лісовому, лучному, степовому й болотному. Найбільших змін зазнали степи: площі їх на території України порівняно з 18 ст. зменшилися більш як у 10 разів, тепер розораність степової зони становить 70–75 % (подекуди до 95 %). Трохи більше половини площ боліт (близько 650 тис. га) осушено й освоєно. Серед лісових площ переважають молодняки (52%). Під впливом випасання та рекреаційного навантаження спрощується структура лісових ценозів, формуються флористично бідні й нестійкі похідні угруповання.

На сучасному етапі широко впроваджуються природоохоронні та природовідновлювальні заходи. Експлуатація лісів поєднується з їх природним і штучним відновленням. На значних площах проведено окультурення луків для збільшення їхньої продуктивності.

#### **4. Адаптація рослин до антропогенних чинників.**

Обов'язкова властивість будь-якого організму, в тому числі і рослинного, здатність до захисту від дії несприятливих абіотичних і біотичних факторів середовища. Ця функція з'явилася одночасно з виникненням перших живих істот і в ході подальшої еволюції розвивалася та удосконалювалася. Стійкість проявляється лише тоді, коли організм характеризується потрібним для певної ситуації резервом адаптаційної «пам'яті», яка дає йому змогу реалізувати свої можливості для виживання. Тому для аналізу можливих механізмів стійкості слід розрізняти рівні адаптаційних можливостей.

*Адаптація* – сукупність морфологічних, фізіологічних і біохімічних первинних пристосувальних реакцій, які забезпечують можливість видоспецифічного виживання рослин за дії вертикальних і горизонтальних біотичних зв'язків, а також за несприятливих для певного виду умов середовища. Адаптація можлива лише тоді, коли організм здатний проявити стійкість на будь-якому рівні (від клітинного до популяційного) та пристосувати свою життєдіяльність до нових умов.

Усі процеси адаптації спрямовані на підтримку потрібного для життєдіяльності організму гомеостазу. Жива природа характеризується адаптивними можливостями, які виникли в ході еволюції. Ламарк розумів еволюцію як пряме успадкування придбаних адаптивних ознак. Дарвін рушійною силою еволюції вважав природний добір форм живих істот, найбільш адаптованих до умов різних угруповань і екосистем.

Адаптивність, доцільність як постійна рушійна сила лежить в основі недарвінівських теорій еволюції – ортогенезу і номогенезу (Еймер, Берг). На

думку Дарвіна, «адаптація» – термін, що найчастіше вживався біологами ХІХ століття.

Пристосування будь-якого організму до конкретних умов існування в індивідуума досягається за рахунок генетичної адаптації, акліматизації та швидкої адаптації.

*Генетична адаптація* відбувається впродовж багатьох поколінь. У цьому процесі використовуються всі можливі стратегії пристосування, в тому числі і мутації. Тобто пристосувальні реакції відбуваються не тільки на фенотипічному, але і на рівні геному. – 6 – Інші типи адаптації проявляються лише на рівні фенотипу, тобто пристосування організму відбувається в межах інформації, яка зберігається та реалізується генотипом.

*Акліматизація* – процес, коли організм пристосовується до зміни кількох параметрів навколишнього середовища за природних умов.

*Аклімація* – пристосування до одного з чинників, наприклад, за умов фітотрону, коли всі інші параметри є незмінними. Акліматизація та аклімація, як правило, супроводжується зміною експресії генів, що веде до появи у клітинах невластивих за інших умов білків. Але інформація про ці білки є в геномі організму, а не з'являється заново.

*Швидка адаптація* – пристосування, не пов'язане із змінами в експресії генів, або значною перебудовою клітинних структур. Змінюється лише конформація деяких макромолекул, рівень активності ферментів, характер їх дії, спостерігаються зміни біоенергетики, рН, концентрації іонів в клітинних компартментах тощо.

*Біохімічна або молекулярна* адаптація проявляється в зміні іонного і молекулярного складу клітинного розчину та мембранних структур, в зміцненні зв'язку між хімічними компонентами, які визначають структуру мембран клітини. Змінюється і структура нуклеїнових кислот, викликаючи зміну їх функціональної активності. Цей вид пристосувань викликає зміну спрямованості та інтенсивності дії багатьох функціональних систем клітини. В цьому сутність первинної реакції рослин на стрес. Стійкість, яка формується завдяки такій перебудові, в цілому обумовлює фізіологічну відповідь на рівні цілісного організму.

*Фізіологічна адаптація* є наслідком біохімічної і проявляється, наприклад, в зміні інтенсивності фотосинтезу, дихання, росту і розвитку та, врешті, продуктивності, яка за дії стресових факторів знижується. До появи фізіологічної відповіді виникають зміни на молекулярному рівні; змінюється співвідношення катаболізму та анаболізму, супряження функціональних систем клітини, зокрема таких органел як хлоропласти та мітохондрії.

*Анатомо-морфологічна* адаптація проявляється в специфічних особливостях анатомічної і морфологічної будови клітин, тканин, окремих органів і організму в цілому, що виникли в процесі еволюції в різних екологічних умовах. За всією різноманітністю умов середовища і величезній кількості варіантів індивідуальних реакцій рослин будь-яка адаптація може бути описана, виходячи з трьох фундаментальних концепцій.

## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Що таке екологія рослин?

Охарактеризуйте екологічні фактори життя рослин.

Значення світла, тепла, вологи та повітря в житті рослин.

Охарактеризуйте культури за моделями агроекологічних зон ФАО.

Вкажіть способи регулювання температурного, повітряного режимів та режиму зволоження ґрунту.

Класифікація культур за вимогливістю до тепла.

Що таке коефіцієнт водоспоживання?

Водний баланс ґрунту та його значення. Запаси продуктивної вологи в ґрунті.

Охарактеризуйте вплив температури на розвиток надземної та підземної маси.

Значення біологічних мінімумів, оптимумів та максимумів температур в житті рослинного організму.

Назвіть і охарактеризуйте екологічні групи рослин за вимогами до світла.

Охарактеризуйте екологічні групи рослин відносно температури.

Що таке фотоперіодизм, термоперіодизм, холодостійкість, морозостійкість?

Наведіть приклади.

Назвіть і охарактеризуйте екологічні групи рослин відносно води.

Охарактеризуйте екологічні групи рослин за субстратом місць зростання та вимогам до елементів мінерального живлення.

Які є життєві форми рослин?

Що таке рослинне угруповання?

Що таке ярусність? Якою вона буває?

Що таке симбіоз? Які є форми симбіозу?

Які пристосування мають квіткові рослини для запилення комахами?

Дайте характеристику газостійкості рослин. Які типи газостійкості рослин

Ви знаєте?

Як можна визначити газостійкість рослин?

Як впливає на рослини забруднення ґрунту?

Які елементи відносяться до групи важких металів?

Які механізми дії важких металів на рослини?

Як можна дослідити вплив забруднення ґрунту на рослини?

Хто і коли вперше увів термін «життєва форма»?

Роль Гумбольдта у розвитку вчення про життєві форми рослин.

У якому напрямку відбувалася еволюція життєвих форм (які із зазначених форм рослин були початкові (дерева, кущі, кущики, трави)?

Поясніть різницю між поняттями «життєва форма» рослин та «екологічна група».

Поясніть концепцію підходу І. Г. Серебрякова до виділення життєвих форм рослин і дайте їх характеристику.



Поясніть концепцію підходу К. Раункієра до виділення життєвих форм рослин і дайте їх характеристику.

Приведіть приклади полікарпічних і монокарпічних видів рослин

Приведіть приклади геофітів.

Знайте навести приклади рослин до кожної життєвої форми за К. Раункієром

Як представлені дерева у рослинному покриві різних природних зон планети.

Дайте характеристику біологічних спектрів рослинності (за життєвими формами К. Раункієра) в різних природних зонах Земної кулі.

В чому полягає основний біологічний зміст диференціації рослин на різні життєві форми?

Адаптації пагонів до умов освітлення.

Ознаки геліофільності у будові та процесах життєдіяльності листків.

Ознаки тіневитривалості у будові та процесах життєдіяльності листків.

Ознаки геліофільності у будові пагона рослини.

Ознаки тіневитривалості у будові пагона рослини.

Адаптації пагонів до умов зволоження.

Ознаки гігроморфізму у будові та процесах життєдіяльності листків і стебел.

Ознаки ксероморфізму у будові та процесах життєдіяльності листків і стебел.

Адаптації пагонів до умов газообміну.

Ознаки гігро- та гідрофільності у будові стебел і листків.

Екологічна різноманітність корневих систем рослин.

Структурні адаптації коренів до різних умов ґрунтового живлення: дефіциту вологи, достатньої і надмірної її кількості, заболочування, легкого механічного складу,

Класифікація екологічних груп рослин за відношенням до зволоження та їхні екологічні вимоги.

Видова різноманітність мезофітів. Типи місцезростань мезофітів.

Видова різноманітність ксерофітів. Типи місцезростань ксерофітів.

Видова різноманітність гігрофітів. Типи місцезростань гігрофітів.

Видова різноманітність гідрофітів. Типи місцезростань гідрофітів.

Пристосування у будові ксерофітів, мезофітів, гігро- та гідрофітів

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко О. М., Коденко Я. В., Консевич Л. М. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. 2015. 314с.
2. Білявський Г. О. Основи екології. Київ. 2014. 408 с.
3. Волчовська-Козак О. Є. Екологія рослин. Курс лекцій для студентів-біологів ВНЗ. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 128с.
4. Волчовська-Козак О. Є. Методичні вказівки до практичних робіт і самостійна робота студентів з екології рослин. Івано-Франківськ: Супрун. 2013. 80с.
5. Гандзюра В.П. Екологія. Навчальний посібник. Видання 3-тє, перероблене і доповнене. К.: ТОВ «Сталь», 2012. 390 с.
6. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини. Друге видання виправлене і доповнене Суми: ВТД «Університетська книга». 2018. 391с.
7. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Київ: Т-во «Знання», КОО. 2012. 204с.
8. Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ: Наук думка. 1994. 280 с.
9. Дідух Я. П., Бурда Р. І., Зиман С. М. та ін. Екофлора України. Т. 2 Київ: Фітосоціоцентр. 2014. 480 с.
10. Дідух Я. П., Плюта П. Г., Протопопова В. В. та ін. Екофлора України. Т. 1 Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 284 с.
11. Кучерявий В. П. Екологія. Львів: Світ. 2011. 480 с.
12. Заверуха Н. Основи екології: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: 2016. 365 с.
13. Лаптев О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: 2001. 282 с.
14. Липа О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: Фітосоціоцентр. 2010. 144с.
15. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Київ: Товариство «Знання». 2012. 550с.
16. Потіш Л. А. Медвідь В. О., Гвоздецький О. Д. Екологія: теоретичні основи і практикум: навчальний посібник. Львів: Магнолія плюс. 2004. 322с.
17. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля: навчальний посібник. Центр учбової літератури: Київ. 2016. 391с.
18. Федорончук М. М., Дідух Я. П. та ін. Екофлора України. Т. 3. Київ: Фітосоціоцентр. 2012. 496 с.
19. Царенко О. М., Скиба Ю. А., Білоус О. П., Ковтун О. О. Екологічна біоіндикація: практикум. Київ. 2016. 70с.