

Серія «Екологія»

Т.О.Слободян

С.М.Слободян

ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН

Кіровоград - 2006

УДК 581.5

серія “Екологія”

ББК 28.581

Рецензенти: Гелевера О.Ф., доцент кафедри географії та геоекології
Кіровоградського державного педагогічного університету
ім. В. Винниченка

Мостіпан М.І., к.б.н., доцент кафедри загального землеробства
Кіровоградського національного технічного університету

Слободян Т.О., Слободян С.М. Екологія рослин у лекціях.

Навчальний посібник.

Друкується за рішенням Вченої Ради Кіровоградського національного технічного університету, протокол №9 від 24 квітня 2006 року та за фінансової підтримки Державного управління екології та природних ресурсів у Кіровоградській області.

Відповідальний за випуск Топольний Ф.П., д.б.н., проф. кафедри екології і охорони навколишнього середовища Кіровоградського національного технічного університету.

Посібник написаний відповідно до навчальної програми вищих навчальних закладів. Висвітлені питання залежності життєдіяльності рослин від умов навколишнього середовища. Матеріал подається у формі лекцій, після кожної з них наведені запитання для контролю знань.

Навчальний посібник розрахований для студентів та викладачів вищих навчальних закладів, а також для усіх, хто хоче оволодіти екологічними знаннями про рослини і небайдужий до проблем охорони рослинного світу та збереження його біологічного різноманіття.

ББК 28.581

Т.О. Слободян

С.М. Слободян, 2006

Вступ

Скрізь на планеті Земля зустрічаються представники рослинного світу. Великі території суходолу густо покриті різною рослинністю. Навіть у пустелях, бідних на вищі рослини, надзвичайно багато водоростей та лишайників.

Рослинність лісів, саван, степів, луків, морів та океанів, агроландшафтів настільки різна за розмірами, формами, віком, швидкістю росту, способом пристосування до навколишнього середовища, структурою угруповань та взаємодій, що людський розум за тисячоліття не спроможний до цього часу повністю зрозуміти, які сили природи змусили створити таке різноманіття.

Багаточисленна кількість живих рослин, використовуючи енергію Сонця та створений ними ґрунт, перетворюють вуглекислий газ, воду та мінеральні солі у крохмаль, цукор, білок, олію, вітаміни та інші цінні продукти, які знову ж таки потрібні для життєдіяльності рослин, а в подальшому їх використовують тварини та людина.

Зелені рослини – єдина із усього живого на Землі виробнича група, що виробляє необхідні речовини для життя. Решта живих істот планети – це група споживачів, які можуть тільки використовувати створені рослиною продукти.

Будова рослинних організмів пов'язана з їх пристосуванням до умов навколишнього середовища. В зв'язку з тим, що елементи живлення є у ґрунті і повітрі, рослини утворили вегетативні органи – корені, стебла та листки, які створюють значну поверхню взаємодії з довкіллям. Коренева система рослин пристосована для добування води і мінеральних солей з ґрунту, листки – до засвоєння сонячної енергії та синтезу органічних речовин, стебла – для взаємообміну речовин коренів та листків.

В зв'язку з неможливістю уникнення дії несприятливих для рослини факторів, вони виробили низку адаптивних пристосувань, що забезпечило їм життєдіяльність у конкретних умовах середовища.

До таких пристосувань належать періодичність росту, відмирання деяких вегетативних органів на зиму, стан спокою, утворення захисних тканин, сплячих бруньок; зміна форми та анатомічної будови органів, їх фізіолого-біохімічних

функцій, а також різні пристосування для розповсюдження плодів і насіння за допомогою вітру, води, людей, тварин, птахів, комах тощо.

Ці адаптивні пристосування у рослин відбуваються на генетичному рівні і передаються у спадок.

Навколишнє середовище – це складний комплекс багатьох факторів, які діють у різних сполученнях. До них належать: волога, світло, температура, повітря, ґрунт, рельєф місцевості, людина, тваринні та рослинні організми. Сукупна дія їх визначає як будову органів рослини, так і ритм її розвитку.

Якщо один із факторів навколишнього середовища є пануючим, то під його впливом рослини утворюють певну екологічну групу. Розрізняють екологічні групи рослин щодо водного режиму, світла, температури, реакції ґрунтового розчину, ступеню засолення тощо.

До однакових умов рослини пристосовуються по-різному, набувають тих чи інших ознак. Тому навіть у межах однієї екологічної групи можна зустріти рослини, які відрізняються за зовнішнім виглядом та анатомічною структурою.

Усі зміни, які відбуваються в рослинах під впливом екологічних факторів навколишнього середовища, а також навколишнього середовища під впливом рослин підкоряються загальним законам та закономірностям природи.

Завданням екологів є вивчення та використання законів природи з метою збереження для майбутніх поколінь природної флори та збагачення її біологічного різноманіття, що забезпечувало б повне задоволення духовних і рекреаційних, бальнеологічних і сировинних потреб на основі раціонального природокористування.

Лекція 1. Екологія рослин як наука, її основний зміст

- 1.1. Історія розвитку екології рослин.
- 1.2. Екологія рослин як наука, її методи та завдання.
- 1.3. Система заходів з охорони дикорослих рослин.

Рідко яка людина залишається байдужою до рослин, здебільшого люди цінують рослини, люблять їх, дбають про них. Але любов до рослин не може бути сліпою – це дуже небезпечно. Ми розуміємо це з прикладу материнської любові до своїх дітей і знаємо, що нерозумна, сліпа материнська любов може скалічити дитину як фізично, так і духовно. А якщо це розумна, сувора і справедлива мати, то вона завжди передбачить наслідки свого виховання.

Отак і ми повинні відноситись до рослин – розумно і справедливо, розуміти їх, вміти передбачати наслідки наших дій. Можна сказати, що для цього є Комітет охорони природи, є Основний закон – Конституція, але охороняти рослини, зберігати їх – це не означає, що не користуватися ними. Ні, цей Закон саме й передбачає розумне й раціональне їх використання. Але щоб охороняти рослини, зберігати їх, потрібно рослини знати, розуміти; знати реакцію рослин на зміну навколишнього середовища, а для цього потрібно вміти спостерігати за рослинами.

Христофор Колумб у своєму щоденнику експедиції на Кубу писав, що там росли дерева багаточислених порід і в кожного плоди були на свій лад та всі вони на диво віддавали пахощами. Але він себе відчував найзнедоленішою людиною на світі через те, що не міг визначити порід цих дерев та плодів, маючи на увазі що всі вони є дуже цінними.

І тепер відомо, що ми своїм життям завдячуємо рослинам, бо тільки вони здатні неживу природу перетворювати у живу – органічні сполуки, що є продуктами харчування людей та всього тваринного світу. Людина використовує 80 відсотків світового виробництва білку рослинного походження, 15 відсотків тваринного та 5 відсотків рибного.

Середньорічна первинна продукція біогеоценозів показана на рис. 1.

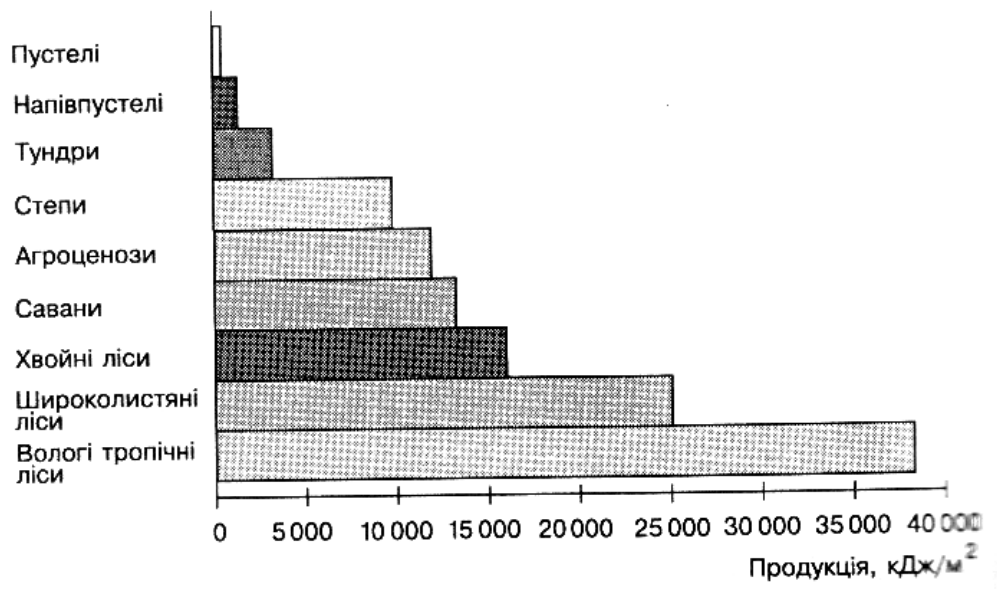


Рис. 1. Середньорічна первинна продукція наземних біогеоценозів різних типів
[кДж/(м²/рік)]

Що ж це таке «навколишнє середовище» для рослин? Це сукупність зовнішніх умов, явищ і енергії, які діють на живий організм. Є ще поняття «умови існування» - це сукупність життєво-необхідних факторів, без яких рослина існувати не може.

Наприклад, інертні гази, що є в атмосфері – вони є байдужими для рослин; вітер, дощ, димові гази не є необхідними для рослин, але суттєво на них впливають, а ось світло, вуглекислий газ, вода, тепло, мінеральні речовини є життєво необхідними факторами для рослин.

Вивченням зв'язку рослини із навколишнім середовищем, впливом середовища на рослину і рослини на середовище займається наука екологія рослин, яка офіційно, як самостійна наука, була визнана 1910 року на Всесвітньому ботанічному конгресі в Брюсселі. Оформлення екології рослин в самостійну науку належить датському ботаніку Вармінгу, який 1895 року узагальнив відому на той час екологічну інформацію про рослини.

Основним змістом екології рослин є вивчення закономірностей у відношеннях між рослиною і середовищем, в якому живе рослина.

Знання про взаємовідносини рослин і навколишнього середовища, про їх приуроченість до певних місцезростань здавна цікавили людину і здобувались на

практиці: спочатку при зборі і застосуванні дикорослих видів, а потім і при вирощуванні рослин. Досить цікавою є рання класифікація екологічних груп рослин, яка свідчить про спостережливість людини, а також своєрідного групування: рослини сухих чи вологих місцезростань, гір, долин, степів.

Перші узагальнення екологічної інформації про рослини були зроблені ще в античному світі. Учень Арістотеля Теофраст (371 – 286 р.н.е.), який по праву вважається батьком ботаніки і засновником її, як самостійної науки, поряд з описом практичного використання рослин, багато уваги приділяв їх будові, фізіології, географії поширення. Беручи участь в походах Олександра Македонського, він мав можливість порівнювати й описувати вплив на рослини ґрунтів і клімату різних країн. В двох великих працях Теофраста, які дійшли до нових часів «Естественная история растений» (10 томів) і «О причинах растений» (8 томів) вміщено багато спостережень за змінами зовнішнього виду і форми росту рослин під впливом умов. Так, він підкреслював, що дерева в горах низькоствольні, сучкуваті, а при пересадці в долини стають більшими і кращими на вигляд. Він же описав зміни форм винограду в культурі на різних ґрунтах. Теофрасту належить перший поділ рослин на життєві форми (тільки без цього терміну): дерева, кущі, напівкущі і трави.

Декілька століть ранніх середніх віків дали дуже мало знань про рослинний світ. В основному ботанічні знання накоплювались в монастирях, де вирощували лікарські трави. Накопичення відомостей про цілющі та інші властивості рослин поєднували з поширенням суєвір, вірою в магічні сили, боязким відношенням до рослин, застосуванням їх для знахарства та інше.

Деяке пожвавлення розвитку ботанічної науки наступило в період XII-XIII століть, з розвитком торгових зв'язків і подорожей, відкриттям університетів і світських шкіл. Нові віяння відобразились у працях вченого Альберта Великого (1193-1280). Серед інших питань він вивчав причини «зимового сну» рослин, вплив якості ґрунту на життя рослин, бо вважав, що рослини зароджуються з того, що є в ґрунті.

Епоха великих географічних відкриттів (15-16 ст.) розширила кругозір ботаніків і збагатила їх відомостями про зовсім новий світ рослин в інших

країнах, про властивості привезених звідти рослин для вирощування нових кормових, зернових, плодових і декоративних рослин. В ботанічних садах, створених академією наук, почали вирощувати не тільки лікарські рослини, а й рослини з різних країн. Впроваджувалась інтродукція, створювались колекції з пізнавальною метою.

В період епохи відродження до 19 століття основна тенденція в природничих науках – збір і накопичення матеріалу «інвентаризація» живої природи. Наростають факти про зміну фауни і флори в різних країнах залежно від клімату, формуються уявлення про зміну організмів під впливом зовнішніх умов. Велику кількість матеріалу збирали ботанічні сади, а також давала практика сільського господарства, де набували знань про вплив окремих факторів – температури, вологи, світла на життя рослин в цілому, а також на його окремі види – ріст, розвиток рослин, урожай, смак та інші показники.

1792 року вийшла праця К. Вільденова «Основы травоведения», де зроблене порівняння рослин гір та долин, підкреслені особливості водного середовища, відмічені деякі кліматичні закономірності поширення рослин. На початку дев'ятого століття з'явилася нова наука – Географія рослин, її засновником був О. Гумбольдт, який сформулював положення про широтну і висотну зональність, розділив рослинний покрив Землі на пояси у відповідності з кліматичними факторами, виділив 19 основних форм рослин та основні фізіономічні групи рослинних ландшафтів. Саме від Гумбольдта почався розвиток сучасної екології рослин.

Великий вклад у розвиток екологічних ідей вніс швейцарський вчений Декандоль, який вперше дав поняття про місцезростання виду на відміну від географічного місцезнаходження. Виділив класи рослин луків і пасовищ, скель, лісів, гір та ін. Вивчав вплив зовнішніх умов на життя і фізіологічні функції рослин. Цю роботу А.П. Шенніков назвав першим підручником екології рослин. Син О. Декандоля А. Декандоль (1806-1893) продовжував ідеї Гумбольдта, аналізував розселення рослин на Земній кулі.

В Росії А.Н. Бекетов у статті «Гармония в природе» (1859) – підкреслив пристосованість організмів до життя в певних умовах. Він підкреслював мінливість живих організмів в міру зміни умов навколишнього середовища.

Термін «екологія» був введений в науку 1866 року послідовником і пропагандистом ідей Дарвіна, німецьким вченим Е. Геккелем для визначення «науки про економію, домашній побут тваринних організмів», яка досліджувала «загальні відносини тварин як до їх неорганічного, так і до органічного середовища, їх дружніх та ворожих стосунків до інших рослин і тварин, з якими вони вступають у прямі та непрямі контакти».

Що стосується власне екології рослин, то заслуга її оформлення належить датському ботаніку Є. Вармінгу, який 1895 року узагальнив і систематизував сучасну йому екологічну інформацію. Його інформація двічі видавалась російською мовою: 1901 року «Ойкологическая география растений» і 1902 року «Распределение растений под влиянием внешних условий».

Вармінг перший, хто дав огляд і класифікацію всіх абіотичних та біотичних факторів, що впливають на життя рослин, запропонував обширну класифікацію життєвих форм рослин, дав опис нових типів рослинних угруповань. Рослинність земної кулі він поділив на 4 основні екологічні типи: 1) гідрофіти, пристосовані до життя у воді; 2) ксерофіти, ростуть на сухих ґрунтах; 3) мезофіти – рослини вологих ґрунтів і вологішого клімату, ніж ксерофіти; 4) галофіти – рослини засоленних ґрунтів.

Книга Вармінга мала надзвичайно великий вплив на подальший розвиток екології рослин.

1910 року екологія рослин була офіційно визнана самостійним розділом ботаніки на Всесвітньому ботанічному конгресі в Брюсселі. Її змістом було «вивчення сукупності відносин рослин і рослинних угруповань до середовища їх існування».

Уже на початкових етапах існування екології поряд з спостереженням життя рослин в природних умовах почали широко застосовуватись експериментальні методи, які дозволяли виявити реакцію організму на окремі екологічні фактори або їх сукупність. Увага вчених була зосереджена на екологічній зовнішності,

фізіономічних і морфологічно-анатомічних ознаках, які можна було досліджувати без складної техніки. Досить пригадати дослідження Бекетова про вплив світла на форму рослин, про зміну морфології і анатомії у деревних видів різних кліматичних поясів, роботи Ж. Костантена про зміну форми листка в деяких рослин-амфібій у повітряному і водному середовищі, виявлення ознак анатомічної структури, адаптованих до умов освітлення і зволоження. Саме з таких досліджень розвивалась сучасна екологічна морфологія і екологічна анатомія рослин.

Уже в той час було зрозуміло, що пристосування рослин до середовища не обмежується зміною форми, а зачіпає і головні життєві функції організму.

З розвитком фізіології рослин почали накопичуватися знання не тільки про суть окремих фізіологічних процесів, які відбуваються в рослині, а й про їх мінливість під впливом навколишніх умов.

Сучасні еколого-фізіологічні дослідження включають як вивчення життя рослин в природних умовах за допомогою різних приладів, так і в контрольованих умовах, що дає можливість вивчати різні варіанти дії на рослину будь-яких факторів за заданою програмою, використовують камери штучного клімату, фітотрони.

Методи досліджень, які застосовують в екології рослин – це методи, які застосовує фізіологія рослин, агрохімія, мікробіологія і біохімія. В сучасній екології застосовують методи моделювання, тобто абстрактного математичного опису будь-якого явища та його прогнозів. Також застосовують методи популяційної екології, статистичні та аналітичні.

Завданням екології рослин є глибоке пізнання життя рослин, аналіз усіх проявів їх життєдіяльності, досконале вивчення фізичних та хімічних явищ, які лежать в основі життєвих процесів рослин.

Внаслідок забруднення навколишнього середовища, негативного втручання людини в рослинний світ, хижацького знищення рослинних ресурсів виникла проблема і потреба збереження й охорони рослин, особливо дикорослих. Торкнулася ця проблема і України.

У зв'язку з постійним рекреаційним навантаженням лісів, особливо таких, що поблизу населених пунктів, будовою водосховищ, осушенням боліт, зменшенням площ лісу, необізнаністю заготівельників з правилами заготівлі – запаси лікарських, харчових і плодових рослин продовжують зменшуватися.

Тому існує науково-обгрунтована система заходів по охороні дикорослих рослин, яка базується на екологічних принципах і включає комплекс різноманітних заходів: організаційних, адміністративних, законодавчих, виховних, відтворювальних, науково-дослідних, технічних тощо.

Організаційні заходи мають на меті впорядкування заготівлі корисних рослин шляхом введення координаційних планів заготівлі з визначенням районів і строків заготівлі. Планування повинно вестись на основі вивчення запасів і картування місць зростання. Необхідно централізувати керівництво заготівельними організаціями.

Адміністративні заходи включають організацію заповідників та заказників для тих видів корисних рослин, запаси яких мають тенденцію до зменшення внаслідок нерациональних заготівель. В законодавчому порядку встановити правила і строки збирання корисних рослин, деякі взяти під охорону. Слід взяти під індивідуальну охорону найцінніші і рідкісні види місцевої флори, дозвіл на збирання сировини видавати підготовленим збирачам за відповідними квитками, передбаченими Тимчасовими правилами (1984 р.).

До виховних заходів належать різноманітні засоби роз'яснювальної роботи серед широких мас населення про небезпеку самолікування, необхідність охорони дикорослих цінних рослин, про їх збереження, про правильну організацію збирання сировини. Важливе значення має пропаганда у засобах масової інформації. Велику допомогу в цьому надають викладачі та студенти ВНЗ.

Науково-дослідну роботу слід проводити в напрямку поліпшення обліку недеревних лісових ресурсів, в першу чергу тих, що мають тенденцію до зменшення, пізнання закономірностей, що визначають інтенсивність та періодичність плодоношення, динаміку вмісту біологічно активних сполук, внутрішньовидову мінливість і пошук форм, перспективних для введення в культуру. Уже назріла необхідність введення в культуру деяких видів лікарських і

плодових рослин, з метою збереження і збільшення їх запасів. Для цього придатні лісосмуги, землі, які не придатні для сільськогосподарського виробництва. Додаткову кількість лікарської сировини можна одержати, висіваючи і висаджуючи такі цінні рослини як дуб, липа, береза, горобина, аронія, бузина, барбарис, малина, смородина, порічки, глід, шипшина, звіробій, материнка, конвалія, валеріана, барвінок, цмин, чистотіл, чебрець, первоцвіт тощо.

Технічні заходи передбачають раціональне ведення заготівлі, тобто додержання установлених способів і строків збирання сировини, з метою підтримування запасів корисних рослин на необхідному рівні. Контроль за цим повинні здійснювати заготівельні організації, землекористувачі, державна лісова охорона, первинні організації товариства охорони природи, інспекції з охорони природи, громадські інспектори.

Серед лісових дикорослих корисних рослин ощадливого використання та охорони потребують: андромеда багатоліста, береза повисла, береза пухнаста, дерен справжній, костяниця, котячі лапки дводомні, ліщина звичайна, обліпіха крушиновидна, печіночниця звичайна, плаун булавовидний, ряст Галлера, ряст порожнистий, смородина чорна, черемха звичайна, яблуня лісова. Список рослин, які дозволяється збирати лише при наявності спеціального квитка (ухвала Держкомітету охорони природи України): багно звичайне, барбарис звичайний, барвінок малий, бобівник трилистий, брусниця, буяхи, валеріана лікарська, гадючник шестипелюстковий, гірчак зміїний, дягель лікарський, журавлина звичайна, живокіст лікарський, звіробій звичайний, калина звичайна, конвалія звичайна, крушина ламка, купина лікарська, материнка звичайна, мильнянка лікарська, мучниця звичайна, наперстянка великоквітова, оман високий, первоцвіт весняний, осока парвська, перстач прямостоячий, рододендрон жовтий, сумах дубильний, суніці лісові, сухоцвіт багновий, цмин піщаний, чаполоч пахуча, чебрець звичайний, чемериця біла, чемериця Лобеля, чорниці, щитник звичайний, ялівець звичайний.

Для збереження і відтворення дикорослих корисних рослин потрібно дотримуватись таких правил: при масовому розміщенні корисних рослин заготовляти їх раз у три роки, вибираючи при цьому не більше 75% запасу,

зрізувати лише надземну частину трав, у яких підземні органи не є сировиною. Заготівля не повинна перевищувати 25-30% біологічного урожаю; залишати найбільш розвинуті екземпляри для природного обсіменіння ділянок; якщо лікарською сировиною є листки, то залишати їх на пагонах не менше 25-30 %; бруньки й кору заготовляти з дерев і кущів зрубаних при рубках догляду і рубках головного користування; кореневища, бульби, цибулини, корені збирати після досягання і обсіпання насіння, а у рослин, що розмножуються тільки вегетативно, залишати значну частину підземних органів, підсівати й підсаджувати рослини в молодняках штучного походження у відповідних лісорослинних умовах, впорядковувати заготівлю корисних рослин з визначенням районів і строків заготівлі.

Отже, екологія рослин має свою історію становлення і офіційно, як самостійна наука, була визнана 1910 року на Всесвітньому ботанічному конгресі в Брюсселі. Основним змістом екології рослин є вивчення взаємозв'язків рослини з навколишнім середовищем. Екологія рослин має свої методи досліджень, серед них – польові, аналітичні, експериментальні, моделювання та інші.

Контрольні запитання

1. Як розумієте термін “екологія рослин”.
2. Як розвивалася наука екологія рослин.
3. В чому полягає суть основного змісту екології рослин.
4. Назвіть методи дослідження в екології рослин.
5. Які ви знаєте заходи з охорони рослин.

Лекція 2. Загальні закономірності онтогенетичного розвитку рослин

- 2.1. Коротка характеристика основних властивостей рослинного організму.
- 2.2. Морфофізіологічні особливості вищих рослин.
- 2.3. Життєвий цикл рослин та його періодизація.
- 2.4. Етапи органогенезу квіткових рослин.
- 2.5. Класифікація рослин у зв'язку із вирощуванням їх у культурі.

В історії природознавства питання, що таке життя і організм, що вважати органом і за яким принципом виділяти основні органи, завжди були предметом наукових дискусій.

Живі організми мають ряд спільних властивостей:

1. Постійний обмін з навколишнім середовищем, який входить в саме поняття життя. Асиміляція і дисиміляція – найхарактерніші процеси життєдіяльності організмів.
2. Речовини тіла організмів будуються із речовин, не подібних їм. Перш, ніж стати складовою частиною організму ці речовини проходять ряд перетворень.
3. Властивість всієї живої матерії – подразнення. В широкому розумінні подразнення це властивість і здатність організму реагувати на дію зовнішніх факторів.
4. Спадковість – здатність в процесі онтогенетичного розвитку створювати собі подібні організми.
5. Здатність реагувати на умови існування. Будь-який організм, його орган і процес в рослинному організмі не механічно взаємодіє з факторами навколишнього середовища, а вибирає їх із навколишнього середовища у відповідності із своїм генотипом. Така властивість вибіркової необхідності факторів досить чітко проявляється у факторі мінерального живлення.
6. Формування органів, що виконують певні функції. В процесі онтогенезу поряд з перетворенням речовин, з енергетичним обміном йде процес перетворення форм, структури, процес зміни будови органів.

Фізіологічні функції визначають будову органів. І.В. Мічурін писав так: «Кожний орган, кожна властивість, кожний член, всі внутрішні і зовнішні частини будь-якого організму зумовлені зовнішніми обставинами його існування. Якщо організація рослини саме така, то це тому, що кожна її деталь виконує відому функцію – можливу і потрібну тільки при даних умовах. Якщо зміняться ці умови, функція стане неможливою або непотрібною і орган, який виконує цю функцію, поступово відмирає». Організм – це цілісна система органів, корелятивно пов'язаних і взаємно підібраних один до іншого.

7. Дуже важлива властивість всіх організмів – здатність до видозміни, причому від самих найнепомітніших ознак, властивостей, якості до змін спадковості, що виходять далеко за межі видів і родів. Мінливість властива життєвому циклу будь-якого організму і лежить в основі еволюції живої матерії. Без мінливості не могли виникнути нові і зникнути старі види організмів як в минулому, так і в сучасному.

Отже, організм – це відкрита саморегулююча система, у якій є вхідний канал зв'язку (дія зовнішніх умов), прямий зв'язок (засвоєння речовин та енергії, утворення хімічних речовин та структур організму, перетворення зовнішніх сигналів під контролем генів і ферментів), зворотній зв'язок (нагромадження метаболітів і їх дія на реакції прямого зв'язку) та вихідний зв'язок з зовнішнім середовищем (виділення невикористаних речовин).

Поряд із спільними для всіх організмів ознаками, рослинні організми за характером обміну речовин і типом асиміляції є якісно своєрідною формою матерії.

Характерний для зелених рослин спосіб живлення в процесі еволюції сприяв особливій взаємодії з навколишнім середовищем і вплинув на особливі ознаки їх будови.

Зеленим рослинам властивий автотрофний спосіб живлення, тобто синтез органічних речовин з допомогою енергії сонця за рахунок засвоєння вуглекислоти з повітря, води і мінеральних речовин з ґрунту. В процесі еволюції в рослин розвинулась досить значна поглинальна система – листки, стебла, корені.

Важлива особливість вищих рослин (в зв'язку з відсутністю активних органів руху) – це залежність від завжди різних умов навколишнього середовища. Необхідність зміни біохімічних процесів і будови органів залежно від сезонних явищ природи приводить до того, що органи і тканини рослин після виконання своїх функцій відмирають, а в процесі онтогенезу появляються нові органи, більш пристосовані до даних умов існування. В процесі індивідуального розвитку рослини час від часу якби відновлюють свої органи. Таке відновлення відбувається за рахунок функції первинних та вторинних меристем (твірних тканин). Навіть такі дерева-гіганти, як мамонтове дерево, яке живе 4-5 тис. років, сягає до 140 м у висоту і має більше 30 м в діаметрі, за період усього свого життя зберігає меристематичні тканини (камбій), за рахунок яких утворюються нові бруньки і виростають нові пагони.

При вкрай несприятливих умовах рослини можуть перебувати у стані спокою, коли всі життєві процеси і вимоги до умов навколишнього середовища зведені до мінімуму.

За допомогою меристеми майже з кожної частини організму може бути створений новий організм. Здатність рослин до легкої і швидкої регенерації забезпечує їм велику можливість розмноження.

У квіткових рослин, крім статевого розмноження, дуже поширене вегетативне. Утворення нової особини у рослин може відбуватися не тільки за рахунок органів, але й з окремих тканин і клітин.

Для рослин характерна морфофізіологічна мінливість, яка дала можливість людині створити велику різноманітність форм культурних рослин – приблизно 10000. В межах багатьох видів одержано сотні і тисячі сортів пшениці, ячменю, рису, картоплі, овочів, технічних і плодкових культур, які відносяться до різних еколого-географічних і морфофізіологічних типів.

Життєвий цикл (онтогенез) вищих рослин триває з моменту утворення заплідненої яйцеклітини (зиготи) до природного відмирання. Всі зародки, які утворюються при статевому чи вегетативному розмноженні, індивідуальний розвиток починають заново. При розмноженні рослин окремими частинками –

черешками, відводками, вусиками, листками – розвиток заново не починається, а якби продовжується з того рівня, якого досяг на материнській рослині.

Нормальний життєвий цикл рослин складається із ряду періодів, для яких характерні якісні зміни біохімічних реакцій, фізіологічних функцій і органотворчих процесів:

1. Вегетативний період – формування коренів, стебел, листків і генеративний період – формування суцвіть, квіток, плодів і насіння.
2. Фенологічні фази розвитку і росту з чітко вираженими морфологічними змінами.
3. Основні вікові періоди – від ювенільного до зрілості, старіння і відмирання.
4. Стадії розвитку, в яких відображені пристосовні зміни рослин до умов існування в онтогенезі. Зміна умов зовнішнього середовища, необхідних для індивідуального розвитку рослин, визначає основні відмінності стадій.
5. Етапи формування органів, або етапи органогенезу.

Поряд із значними відмінами у будові життєвих форм рослин, їх органогенез досить одноманітний. Наприклад, єдиний колір (зелений), єдність способів розмноження, єдність статевого процесу, єдність зовнішньої і внутрішньої будови надають рослинам єдиного цілого. Професор Токин Б.П. пише: «Не лишне напомнить, что при изумительном разнообразии живых существ и процессов жизни в растительном и животном мире наблюдаются потрясающие монотонные явления. Всем живым системам свойственны обмен веществ и размножение, через весь органический мир проходит одна и та же структурная единица – клетка. Несмотря на многообразие «зеленых растений» весь «зеленый» мир характеризуется одним и тем же процессом фотосинтеза, да и формула хлорофилла одна и та же». Хлорофіл «а» має формулу $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, а хлорофіл «б» - $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$.

Класифікація рослин за тривалістю життєвого циклу і строках плодоношення неоднакова. За тривалістю життєвого циклу квіткові рослини ділять на однорічні, дворічні та багаторічні.

Однорічні рослини ділять на групи:

- а) ефемери – рослини, онтогенез яких проходить за 3-6 тижнів;

б) однорічні ярі рослини, період вегетації яких починається весною і завершується влітку чи восени;

в) однорічні озимі форми, тривалість життєвого циклу яких не більше одного року, але вегетація їх починається восени і завершується літом чи осінню наступного року.

До дворічних відносять види рослин, які у перший рік життя утворюють вегетативні органи, а на другий рік відбувається квітування і плодоношення, після цього вони відмирають повністю. Отже, їх онтогенез проходить у двох вегетаційних періодах.

Багаторічні рослини мають різну тривалість життєвого циклу – від 3-10 років (трав'янисті) до десятків і сотень років (деревні).

Залежно від того, як в життєвому циклі змінюються основні періоди і як впливає утворення органів плодоношення на розвиток особини, всі вищі рослини ділять на дві великі групи:

- плодоносять одноразово – монокарпічні;
- плодоносять багаторазово – полікарпічні.

Більшість культурних рослин відносяться до групи монокарпічних, це всі однорічні рослини – ефемери, ярі і озимі, більшість дворічників і деякі багаторічники – бамбуки, агави, пальми.

У полікарпічних рослин плодоношення не приводить до повного відмирання материнського організму, цвітіння і плодоношення в них відбувається протягом багатьох років. Це багаторічні трав'янисті рослини, плодові дерева і кущі, цибулинні, декоративні, деревні.

Н.П. Кренке в життєвому циклі насінних рослин виділив такі вікові періоди:

- перший віковий період – період стану проростка;
- другий віковий період – ювенільний. Тут формуються вегетативні органи. Часто його ще називають віргінільним (дівоchim) – тобто непідготовленість рослини до плодоношення;
- третій – генеративний, період статевої зрілості рослин. Тут іде розвиток генеративних органів, утворюється зигота;

- синільний – старіння. У однорічних монокарпиків він завершується відмиранням, у полікарпиків відмирають окремі органи, але за рахунок запасних поживних речовин і сплячих бруньок формуються нові пагони.

Цикл розвитку окремого пагона починається із меристематичного горбочка (наростання твірних тканин) і закінчується відмиранням. Це і є великий цикл життя особини від насіння до повного відмирання всіх підземних і надземних органів без заміни їх новими.

Ф.М. Куперман в органогенезі квіткових рослин виділяє 12 основних етапів:

- 1 - утворення конуса наростання головного пагона, його тривалість від одного до декількох днів;
- 2 - формування вегетативної сфери – зачатки листків і міжвузлів. Тут формуються основні ознаки життєвих форм рослин;
- 3 - формування головної генеративної осі пагона, перехід від вегетативного до генеративного органогенезу;
- 4 - галуження осей вегетативних пагонів;
- 5 - формування і диференціація квіток. Утворюються тичинки, маточки і покривні органи квітки;
- 6 - утворення мікро- і мегаспор. Формуються суцвіття і квітки, посилено розвиваються чашолистки і пелюстки віночка;
- 7 - формування чоловічого і жіночого гаметофітів – пилку і зародкового мішка;
- 8 - дозрівання пилку і зародкового мішка. Утворення спермійів;
- 9 - цвітіння, запилення, запліднення, утворення зиготи. Пилок, який попав на приймочку маточки, починає проростати через 4-5 хв. Через 15-20 хвилин можна спостерігати вростання пилкового зерна в тканину приймочки. У пшениці це відбувається через 20-30 хв. У тканинах маточки є до десятка пилкових трубочок, згодом частина пилкових трубочок припиняє ріст і далі розвивається тільки одна. Швидкість росту пилкової трубки у різних рослин різна. У дуба вона складає 220 мм за рік, у пізньоцвіта – 220 мм за місяць, в крокуса – 88 мм за 2-3 дні, в кукурудзи – 3 мм за годину або 72 мм за день;

- 10 - формування насіння, інтенсивний розвиток плодів. У насінні формується зародок – особина наступної генерації;
- 11 - етап органогенезу – накопичення поживних речовин у плодах і насінні;
- 12 - перетворення поживних речовин у запасні і різке зниження вмісту води у насінні. Хлорофіл у плодах уже відсутній.

Знання етапів морфофізіологічного розвитку рослин допомагає скласти календарну шкалу проходження етапів органогенезу культурними рослинами і встановити їх тривалість. В свою чергу, це визначає строки агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур.

Культурні рослини – це результат творчої діяльності людини. Суттєва особливість розвитку культурної флори – її залежність від діяльності людини. Якщо закономірність розвитку і збереження природної флори забезпечується виробленими у процесі еволюції відповідними реакціями на вплив екологічних факторів, то на мінливість культурних рослин впливає діяльність людини. Діяльність людини на зорі цивілізації проявлялася в несвідомому відборі (за Дарвіним) рослинних організмів. Культурні рослини мають спільні властивості з усіма іншими представниками вищих рослин, але в них є свої особливості, які виділяють їх в окрему самостійну групу.

У процесі селекції людина позбавила рослину тих переваг, якими її наділила природа. Ось наприклад, в рослинництві ціняться дружно проростаюче насіння, одночасне кущіння, одночасне дозрівання і інші. А в природних умовах для рослин усе це важливо навпаки. Рослини культурні втрачають природну стійкість проти несприятливих екологічних факторів і не можуть обійтися без допомоги людини. Людина покращує поживне середовище, вибирає строки сівби і райони вирощування, веде боротьбу з шкідниками і хворобами, забезпечує рослини вологою. Людина обмолочує насіння, бо культурні рослини навіть не здатні розсіяти його. Культурні рослини від своїх природних родичів відрізняються меншим висипанням насіння. Якщо для дикорослих висипання і самосів є заходом збереження виду, то властивість неосипання культурних рослин сприяє підвищенню урожайності.

Разом з процесом інтродукції рослин в нові райони актуальною проблемою став захист рослин від несприятливих умов і пошуки шляхів підвищення їх зимостійкості, засухо- і жаростійкості, імунітету до хвороб і шкідників. Важливу роль у процесі становлення культурних рослин відіграють способи їх вирощування. В одних випадках людина йшла за рослиною в її природних умовах, в інших – людина сама встановлювала оптимальні строки і способи сівби, внесення добрив, поливу, догляду.

Великі пристосовні властивості культурних рослин дають можливість вирощувати їх у різні пори року та в різних умовах: у парниках, теплицях, оранжереях, фітотронах, у космічних кораблях.

Рослинники класифікують культурні рослини за основним продуктом, який одержують при вирощуванні рослин: 1) зернові хлібні злаки і зернобобові, 2) коренеплоди, бульбоплоди і баштанні, 3) кормові трави (однорічні і багаторічні), 4) олійні та ефіроолійні, 5) прядивні, 6) лікарські, 7) технічні.

Як уже зазначалось, особливість культурних рослин залежить від діяльності людини. Тому відповідно до способів вирощування культурні рослини ділять на наступні групи:

1. Однорічні – висівають щороку;
2. Дворічні – у перший рік вирощування висівають насінням, а у другий рік – коренеплодами, бульбами, цибулинами;
3. Багаторічні – висівають насінням раз у декілька років.

Залежно від оптимальних строків сівби виділяють групи рослин:

- 1 – весняного раннього строку сівби – ячмінь, яра пшениця, овес, вика;
- 2 – весняного пізнього строку сівби – кукурудза, просо, соя, гречка;
- 3 – осінніх строків сівби – озима пшениця, озиме жито, озимий ячмінь, озима вика.

Отже, спільними властивостями для живих організмів є обмін речовин, реакція на подразники та різні умови існування, спадковість. Формування органів для виконання відповідних функцій, здатність до видозміни та властивий тільки зеленим рослинам процес фотосинтезу.

В органогенезі квіткових рослин Куперман Ф.М. виділяє 12 основних етапів розвитку, що дозволяє більш точно визначити строки проведення агротехнічних заходів вирощування.

Відповідно до способів вирощування культурні рослини діляють на однорічні, дворічні та багаторічні, а за продуктом, що одержують – на зернові та зернобобові, технічні, кормові, лікарські, олійні та ефіроолійні.

Контрольні запитання

1. Що є спільним для рослинних організмів.
2. Вплив умов середовища на формування органів рослин.
3. Що розумієте під терміном “органогенез”.
4. Основні вікові періоди органогенезу рослин.
5. Назвіть етапи органогенезу квіткових рослин за Ф.М. Куперман.
6. Поділ культурних рослин на групи відповідно до вирощування.

Лекція 3. Флора нижчих і вищих рослин України

- 1.1. Поняття «флора».
- 1.2. Кількісний склад флори нижчих і вищих рослин України.
- 1.3. Середньовидове багатство флори України.
- 1.4. Систематична структура флори.

Флора – це історично складена сукупність видів рослин, що зустрічаються в даному регіоні, утворюють властиві цьому регіону фітоценози, заселяють усі типи місцезростань. Поняття «флора» як сукупність видів рослин, має досить широке застосування. Розрізняють сучасну флору і флору минулих геологічних періодів (крейдяна, карбонова і ін.), а також за основними викопними рослинами (флора гінкго, флора вельвічії). В просторовому розумінні «флора» застосовується дуже широко – від масштабів планети до окремих районів: флора Землі, флора Карпат, флора Кіровоградської області, флора ботанічного саду. Поняття «флора» застосовують також до окремих відділів рослинного світу: флора квіткових рослин, флора голонасінних, флора лишайників і ін. Поняття «флора» застосовують для назви повного списку видів рослин, які ростуть на певній природно-географічній чи адміністративній території. Найбільш правильним є поняття «природна флора» для визначення сукупності усіх дикорослих видів рослин на території природно-географічного регіону, яка склалася у процесі еволюційного розвитку рослинного світу і взаємозв'язку з геологічною історією та особливостями формування умов навколишнього середовища.

Рослини – це одна із основних форм існування живої матерії на Землі, яка виділена в окреме царство. Переважна більшість представників царства рослин (2/3) має автотрофний спосіб живлення за рахунок фотосинтезу. Фотосинтез є фундаментально важливим для біосфери планети і кругообігу речовин, оскільки це єдине джерело новоутворення органічної речовини на Землі. І тільки 1/3 видового складу флори Землі належить гетеротрофним організмам, які існують за рахунок готових органічних речовин (це сапрофіти і паразити).

За складністю морфологічної будови, анатомії, способу розмноження царство рослин ділиться на дві групи: нижчі і вищі рослини.

Нижчі – *Tallophyta* – більш примітивні рослини. Їх тіло - однорідний одно- або багатоклітинний талом, не диференційований на вегетативні органи і тканини. Досить примітивні органи і способи розмноження. Це прокаріотні (без ядра) організми (бактерії, актиноміцети, синьозелені водорості) та еукаріоти – в клітинах яких є ядро. Це гриби, водорості, лишайники.

Вищі рослини – *Cormophyta* – це складні багатоклітинні організми з спеціалізованими вегетативними та генеративними органами (корінь, стебло, листок, квітка). Ці органи морфологічно дуже різноманітні. В анатомічній будові тіло вищих рослин складається з шести груп тканин – твірної, покривної, провідної, механічної, основної, видільної.

У циклі розвитку вищих рослин йде чергування двох поколінь: статевого (гаметофіта) і нестатевого (спорофіта). Зигота, яка утворюється із заплідненої яйцеклітини, розвивається в зародок.

Розвиток вищих рослин йшов по двох основних напрямках – гаплоїдна фаза з переважанням одинарного набору хромосом і диплоїдна – з подвійним набором хромосом.

Перша фаза – це мохоподібні, а всі інші вищі рослини представляють другу еволюційну лінію розвитку, де удосконалювався розвиток спорофіта. Зміна співвідношення гаметофіта (n) і спорофіта ($2n$) показана на рис. 2.

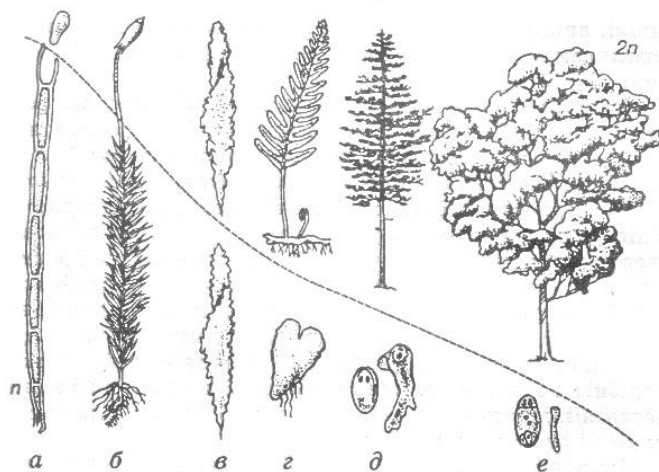


Рис. 2. Зміна співвідношення гаметофіта (n) і спорофіта ($2n$)

у процесі еволюції рослин (схема):

а – водорості (едогонієві); б – мохи; в – водорості (ульвові); г – папороті;
д – голонасінні; е – покритонасінні.

Переважна більшість вищих рослин пристосована до життя в наземному середовищі і тільки незначна їх кількість живе у водному середовищі (елодея, ряска, рдесники, кушир, валіснерія). Ріст вищих рослин проходить протягом усього життя за рахунок твірної тканини.

В наш час на Землі нараховують 300-350 тис. видів вищих рослин. Флора вищих і нижчих рослин України нараховує більше 25 тис. видів, із них водоростей – 4000, грибів – 15000, лишайників – 1000, мохів – 800, судинних рослин більше 4500 видів.

Чому вищі рослини називають судинними? Тому, що в органах цих рослин є спеціальні провідні тканини у вигляді судин і трахей, по яких рухається вода із розчиненими в ній мінеральними речовинами, а також ситовидних трубок, які проводять органічні речовини.

У флорі України судинні рослини представлені наступними відділами царства рослин: плауноподібні, хвощеподібні, папоротеподібні, голонасінні і покритонасінні. Перші чотири відділи об'єднують в групу архегоніат, тому що процес запліднення проходить в складної будови жіночому статевому органі – архегонії.

Різноманітні і життєві форми судинних рослин: одно- і дворічні, трав'янисті багаторічники, полікарпіки і монокарпіки, ліани, напівкущі і кущі, деревні рослини, водні і інші.

Вони живуть в різних кліматичних зонах і досить різноманітних екологічних умовах – від холодних тундр до жарких пустель, від рівнинних лісів і степів до високогір'я.

Є різні думки відносно кількості судинних рослин на території України. М.І. Котов вважає, що на території України росте 3545 видів дикоростучих судинних рослин, із них 714 видів росте в Криму, Я.П. Дідух нараховує 4938 видів.

Точну кількість видів вищих судинних дикорослих рослин визначити дуже важко, бо це пов'язано з природною і антропогенною динамікою складу флори: частина видів із складу флори зникає внаслідок різних причин, частина проникає в її склад внаслідок міграції, розселення, заносу, здичавіння.

За даними Шеляг-Сосонко на території України росте 5088 видів судинних дикоростучих і основних культурних рослин, а з врахуванням екзотичних видів, які ростуть в ботанічних садах ця цифра перевищує 6500 видів.

Якщо взяти, що за даними Шеляг-Сосонко флора України нараховує 4523 види природних судинних рослин (дикоростучих), то флора Білорусі складає 1460 видів, Литви – 1439, Молдови – 1762, ФРН – 2667, Франції – 4500. Отже, в порівнянні з іншими країнами флора України досить багата і різноманітна у видовому складі.

Систематична структура нашої флори наступна:

- відділ плауноподібні включає 4 родини, 4 роди, 9 видів;
- відділ хвощеподібні – 1 родина, 1 рід, 10 видів;
- відділ папоротеподібні – 15 родин, 25 родів, 53 види;
- відділ голонасінні – 4 родини, 7 родів, 22 види;
- відділ покритонасінні – 132 родини, 1015 родів, 4429 видів, в тому числі:
клас дводольні нараховує 107 родин, 814 родів, 3600 видів; клас однодольні – 25 родин, 201 рід, 830 видів.

Середнє видове багатство на одну родину у флорі України складає 28 родів (в Білорусі – 13, Литві – 18).

Середня кількість видів, що припадають на один рід у флорі України складає 4,45 (в Білорусі – 2,66, Литві – 2,4). Співвідношення однодольних і дводольних рослин у флорі України складає 1:4,3. Серед родин флори України найчисленнішою є родина айстрові – 104 роди і 664 види, злакові – 85 родів і 357 видів, бобові – 34 роди і 286 видів, розові – 42 роди і 278 видів, капустяні – 62 роди і 232 види, гвоздикові – 30 родів і 222 види, губоцвіті – 33 роди і 213 видів, ранникові – 23 роди і 165 видів, зонтичні – 58 родів і 148 видів, осокові – 17 родів і 143 види, жовтецеві – 25 родів і 137 видів, маренові – 5 родів і 102 види, лободові – 17 родів і 88 видів, лілійні – 26 родів і 86 видів, орхідні – 25 родів і 65 видів, гречкові – 5 родів і 57 видів, молочайні – 3 роди і 54 види, ситникові – 2 роди і 40 видів, фіалкові – 1 рід і 38 видів.

Цікавою є інформація про кількість видів в 1 роді : нечуй-вітер – 156, осока – 90, волошка – 64, шипшина – 59, підмаренник – 54, молочай – 50, вероніка – 48,

гвоздика – 46, астрагал – 45, перстач – 45, конюшина – 41, фіалка – 38, жовтець – 38, чебрець – 36, малина – 34, лобода – 30, верба – 30.

Якщо розглядати флору України з погляду основних життєвих форм, то вона є такою: дерева – 76 видів; кущі, кущики, напівкущі – 278 видів; багаторічні трав'янисті рослини – 2856 видів; дворічники – 329; однорічні трав'янисті – 984.

Отже, переважають багаторічні трав'янисті рослини. Види, які складають природну флору певного природно-географічного регіону, не розподілені хаотично, а залежно від екологічних умов групуються в певні фітоценози. Якщо провести ценоекологічний аналіз флори, то види розподілені за наступними основними ценоекологічними групами:

1. Борова (ліси) флороценоекологічна група - представлена видами різних асоціацій соснових лісів (брусниця, чорниця, цмин, верес, багно, сосна, ялина);
2. Неморальнолісова флороценоекологічна група – це асоціації широколистяних лісів: дуб, граб, бук. Крім цих основних є підмаренник запашний, яглиця звичайна, зірочник, підсніжник, копитняк та інші;
3. Монтанно-темнохвойнолісова флороценоекологічна група – папороті, плауни, Кримські гірські ліси, що представлені формаціями ялівцю високого, сосни Палласа, дуба скельного, граба, бука;
4. Лучна флороценоекологічна група включає понад 500 видів (11% флори України). Ця група розділяється на дві великі підгрупи: заплавнолучна (костриця, тимофіївка, тонконіг, зубрівка, бобові, осоки) і суходільнолучна група (вівсяниця, куничник наземний, пирій повзучий, королиця звичайна);
5. Степова флороценоекологічна група нараховує більше 850 видів, що пояснюється великими просторами лісостепової і степової зони, великим видовим різноманіттям. Ця група включає три підгрупи: 1) рівнинно-лучностепова: ковила периста, стоколос, тонконіг, тимофіївка, таволга, конюшина гірська і альпійська; 2) чорнояйлинсько-лучно-стєпова: вівсяниця кримська, цибуля яйлинська, волошка сіра та інші – характерні тільки для цієї зони; 3) власне степова підгрупа нараховує біля 600 видів –

- це специфічні види: ковила Лессінга, ковила українська, ковила волосовидна, шавлія степова, люцерна степова та інші;
6. Кальцепетрофітна ценоекологічна група ділиться на дві підгрупи:
 - а) вапнякова – дрік чотиригранний, шоломниця весняна, астрагал кримський, качим дністровський; б) крейдяна – вівсяниця крейдяна, чебрець крейдяний, жовтушник український. В цій групі є багато ендеміків (які зустрічаються тільки тут);
 7. Гранітопетрофітонна ценоекологічна група нараховує понад 100 видів, серед них чебрець гранітний, деревій голий, чистець вузьколистий, смілка бугська, карагана скіфська. Тут є ендеміки прибугських та приазовських гранітів;
 8. Псамофітонна ценоекологічна група – це сухі ліси: гірчак піщаний, полин дніпровський, еспарцет дніпровський та інші. Це піски Дніпра і Південного Бугу;
 9. Галофітонна ценоекологічна група (засолені ґрунти) біля 200 видів: солерос європейський, кермек, зубниця солончакова;
 10. Палюдозофітонна ценоекологічна група – рослини боліт і заболочених місць. На болотах України росте біля 300 видів болотних рослин – багульник, голубика, клюква, андромеда, росянка, пухівка і інші;
 11. Гідрофітонна група (біля 300 видів) тут є водні рослини (90 видів) і прибережно водні (200 видів): латаття, глечики, рдести, роголистник, елодея, ряска, сальвінія, очерет, стрілолист;
 12. Синантропофітна флороекологічна група нараховує біля 900 видів. Це сегетальні і рудеральні рослини, а також адвентивні. Адвентивні (заносні) – конопля, смілка англійська, сухоребрик волзький, белена чорна, дурман звичайний. Сегетальна група – бур'яни полів: будяк польовий, волошка синя, берізка польова, мак дикий, лобода біла і інші. Рудеральна група – види, які ростуть біля житла, вздовж доріг, на звалищах, смітниках. Це собача кропива, м'ята котяча, собача петрушка, лопух великий, полин звичайний.

Отже, найбільш багатими у видовому відношенні є лісова, степова і лучна групи. Але видове багатство не завжди корелює з величиною рослинного покриву. Наприклад, багата степова група по площі рослинності досить незначна в загальному рослинному покриві країни. Вирішальну роль в цьому зіграла господарська діяльність людини, розорювання земель в лісостеповій і степовій зонах. Привертає увагу значний розвиток синантропофітонної групи, яка у видовому відношенні складає 1/5 від усієї нашої флори і має тенденцію до розширення.

Слід зауважити, що одна природна флора від іншої відрізняється наявністю ендемічних і субендемічних видів.

Ендемічним називають такі види, ареал поширення яких приурочений до якогось певного більш-менш обмеженого природного регіону.

Субендемічними називають такі види, ареал яких займає в основному якийсь природний регіон, але види можуть проникати в сусідні прилеглі регіони.

Крім цього, різниця між природними флорами проявляється в особливостях поширення на даній території пограничних і диз'юнктивноареальних видів. Різниця також проявляється в наявності видів, властивих одній флорі і відсутніх в іншій.

На даний час детально розроблене геоботанічне районування території України. Але флористичне і геоботанічне районування часто не співпадають. Флористичне базується на особливостях видового складу, а геоботанічне – на особливостях просторового розподілу рослинних угруповань, зумовлених екологічними факторами.

Отже, флора України є досить багатою і різноманітною за видовим складом, з переважною більшістю трав'янистих рослин. Види природної флори України згруповані і складають 12 флороценоекологічних груп, серед яких борова, неморальнолісова, монтанно-темнохвойна, лучна, степова, кальцепетрофітна, гранітопетрофітонна, псамофітонна, палюдозофітонна, гідрофітонна, синантропофітна, галофітна.

Контрольні запитання

1. Поясніть суть поняття “флора”.
2. Дайте характеристику флори нижчих і вищих рослин.
3. Порівняйте багатства флори різних країн.
4. Чи можна визначити точну кількість видів вищих рослин України.
5. Які знаєте флороценоекологічні групи рослин.
6. Які флороценоекологічні групи рослин характерні для Вашого регіону.

Лекція 4. Відділ водорості та гриби

- 4.1. Загальна характеристика водоростей.
- 4.2. Екологічні групи та практичне значення водоростей.
- 4.3. Загальна характеристика грибів.
- 4.4. Екологічні групи та практичне значення грибів.

Перші фотосинтезуючі рослини на Землі виникли у воді морів та океанів біля 3 млрд. років тому назад. Це були синьозелені водорості, які відіграли головну роль у створенні атмосфери, багатій на кисень.

Уже в самій назві «водорості» є певна екологічна характеристика, бо в переважній своїй більшості вони ростуть у воді. Проте багато мікроскопічних водоростей ростуть і на суходолі. Їх можна знайти на корі дерев, на скалах, які омиваються водою, на вологому камінні, на поверхні сирого ґрунту і в його товщі. На суходолі потребу у воді водорості задовольняють за рахунок атмосферної і ґрунтової вологи, краплин роси, бризки водопадів і інші. Такі «наземні» водорості мають особливі пристосування, які дозволяють їм переносити періоди висихання субстрату і швидко відновлювати життєдіяльність при наявності вологи.

Усі водорості відносяться до нижчих рослин. Найважливішою ознакою, яка відрізняє їх від вищих рослин є та, що водорості позбавлені справжніх коренів, стебел, листків. Тіло водоростей називають талом, слань. Тому в царстві рослин водорості знаходяться в підцарстві таломних або сланевих рослин, куди відносяться також бактерії, актиноміцети, слизовики і лишайники. Будова тіла водоростей зближує їх із названими організмами, але здатність до фототрофного живлення, тобто здатність синтезувати органічні речовини за допомогою пігменту хлорофілу на світлі, різко відрізняє водорості від усіх інших груп нижчих рослин. Отже, поєднання таломної будови тіла і здатності до фотосинтезу дуже добре відрізняє водорості з одного боку від нижчих рослин, а з другого – від вищих.

Однак, серед водоростей зустрічаються безкольорові, які живляться гетеротрофно (тобто за рахунок готових органічних речовин). Є водорості, які маючи достатню кількість хлорофілу, у певних умовах можуть дуже легко

переходити до гетеротрофного живлення, або поєднувати його з фототрофним. Таким чином, водорості можуть пристосовуватися до різних умов існування і, залежно від ситуації, змінювати свій тип живлення.

Водорості надзвичайно різноманітні. Серед них величезна кількість мікроскопічно малих організмів – одноклітинних, колоніальних або багатоклітинних. До них відносяться також види гігантських розмірів. Форма і будова тіла, способи розмноження у водоростей також дуже різноманітні. Крім хлорофілу, вони мають і інші пігменти, які надають їм певний колір: бурі, золотисті, червоні.

В природі мікроскопічні водорості можна побачити і неозброєним оком, коли при масовому розвитку вони зустрічаються у вигляді зелених, бурих чи інших плям на різних підводних предметах, у воді річок, озер, ставків, сирій землі, корі дерев, загорожі. Червоні і бурі водорості морів та океанів досягають великих розмірів – від декількох сантиметрів до метрів і навіть десятків метрів. Є гіганти рослинного світу довжиною до 100 метрів.

Багато водоростей є одноклітинними організмами, тобто складаються з однієї клітини, яка виконує усі функції живого організму. Інколи одноклітинні групуються і утворюють колонії (вольвокс). Є багатоклітинні водорості, які мають нитчасту форму і клітини розташовані в один ряд. Інколи ці нитки галузяться і утворюють невеликі кущики. Є ще і неклітинна будова талому водоростей. Це характерно для сифонових, тіло яких досягає значних розмірів, але воно не поділене перегородками на клітини.

Форма клітин водоростей дуже різноманітна: кулеподібна, циліндрична, серповидна, спіральна, веретеновидна, яйцевидна і інші.

До основних структурних елементів клітин водоростей відносять оболонку і протопласт. В протопласті є ядро і цитоплазма, в яку занурені інші органели. Зв'язок клітини з зовнішнім світом і з іншою клітиною здійснюється через пори і плазмодесми. Багато водоростей ведуть рухомий спосіб життя – можуть рухатись за допомогою джгутиків.

Для водоростей характерним є три способи розмноження – вегетативне, нестатеве, статеве.

Вегетативне розмноження відбувається шляхом поділу особини на дві у одноклітинних організмів, у багатоклітинних – поділом талому внаслідок механічного його розриву, під дією води.

Нестатеве розмноження – діленням протопласту на декілька частин, при цьому материнська оболонка руйнується і навколо кожної частини протопласту формується нова оболонка, внаслідок цього утворюється декілька особин. Нестатеве розмноження відбувається також за допомогою спор або зооспор.

Статеве розмноження здійснюється при допомозі особливих статевих клітин – гамет. Дві гамети зливаються, утворюючи зиготу. Залежно від умов існування одні і ті ж види можуть мати різні способи розмноження. В теплу пору переважає вегетативне розмноження, при похолоданні – статеве.

Водорості живуть у прісних водоймах – річках, озерах, ставках, болотах, калюжах, а також в морях і океанах. Одні види можуть жити тільки в прісних водах, інші – в солоних, ще інші – і там, і тут.

У кожній водоймі водорості можуть жити у товщі води, вільно в ній рухаючись, інші – на дні водойми, прикріпленими до дна. В першому випадку вони складають екологічну групу, яку називають планктоном, в другому випадку – екологічну групу, яка має назву бентос. Число видів водоростей, які живуть вільно в товщі води, досягає до 3000. На склад і розподіл планктонних водоростей впливають екологічні фактори. Серед них – інтенсивність освітлення, температура води, склад мінеральних солей (солоність води), наявність поживних речовин (азот і фосфор). В морях і глибоких озерах водорості займають верхні шари води (40-70 м), у прозорих морях – до 100-120 м. В менш прозорих вони є на глибині води 10-15 м або 2-3 м.

Взимку планктонні водорості майже не розвиваються під льодом, весною з березня-квітня, коли підвищується температура і інтенсивність освітлення – добре розвиваються діатомові і деякі зелені, влітку особливо розвиваються зелені, а з пониженням температури восени знову перевагу мають діатомові водорості.

Концентрація мінеральних солей впливає на видовий склад водоростей, а кількість мінеральних солей – на продуктивність водоростей.

Бентосні водорості характеризуються наявністю особливих пристосувань, які сприяють їх прикріпленню до різних субстратів, предметів. Бентосні водорості ділять на прісноводні і морські. До прісноводних бентосних належать зелені нитчасті, які прикріплені, чи вільно лежать на дні водойми: улотрикс, кладофора, спірогіра, едогоніум, зигнема. Якраз вони і створюють тину (жабурина), живуть на глибині 2-3 м, але в прозорій воді навіть на глибині до 20-30 м.

Морські бентосні більш різноманітні. Це бурі і червоні водорості. В Чорному морі ростуть на глибині 6-32 м. Серед них цистозира, філлофора, ульва, хара. Є представники, що живуть на глибині до 90 м. Слабке освітлення, яке доходить до цієї глибини, складається із зелених і синіх променів, але завдяки наявності пігменту фікоеритрину ці промені якраз і засвоюються.

Наземні або повітряні водорості живуть поза водоймами, поселяються на різних твердих предметах і у повітрі. Умови існування наземних водоростей досить своєрідні. Необхідна для їх життєдіяльності вода поступає до них у вигляді крапель роси чи дощу. В період засухи водорості пересихають настільки, що їх можна розтерти в порошок і вони не втрачають здатності до відновлення при наявності вологи. В повітряному середовищі водорості підлягають різким змінам коливання температури: вдень добре нагріваються, вночі охолоджуються. Наземними є зелені і синьозелені водорості. На вологому ґрунті по краю висихаючих калюж росте водорість ботридіум.

Велика кількість мікроскопічних водоростей росте не тільки на поверхні ґрунту, а й всередині і утворює екологічну групу ґрунтових водоростей. Зараз є біля 2000 таких видів. В ґрунті водорості живуть до глибини 2,7 м, але в основному від 0 до 1 см.

Практичне значення водоростей. Завдяки своїй фотосинтетичній діяльності водорості збагатили атмосферу киснем. Вони є джерелом органічних речовин, тому сприяли розвитку різноманітних тварин, аеробних бактерій, дали початок вищим наземним рослинам і утворили гірські породи.

Беруть участь в утворенні підводних скель, бо в оболонках їх клітин відкладається карбонат кальцію та магнію і вони набувають міцності каменю.

Дослідження звичайної крейди під електронним мікроскопом показали, що вона на 95% складається із панцирів золотистих водоростей – коколітофорід.

Діатомові водорості сприяють кругообігу кремнію в природі, їх клітини утворюють кремнієвий панцир, на будову якого вони забирають розчинений у воді кремній – щорічно до 150 млрд. т. кремнезему. Після відмирання діатомеї осідають на дно і утворюють осадкові породи – діатоміти. Діатоміти мають практичне значення – завдяки високій пористості і низькій питомій масі діатоміти використовують як фільтри при виробництві цукру, різних масел, в хімічній промисловості і як будматеріал для виготовлення легкої цегли.

Загальна біомаса водоростей досить велика і вона є первинною ланкою в ланцюгу живлення усіх інших безхлорофільних організмів, які живуть у воді. Крім цього, водорості забезпечують водойми киснем, який виділяється у процесі фотосинтезу. Цей кисень потрібний не тільки для дихання тварин, а й для проходження процесів мінералізації органічних речовин.

Водорості мають певне значення і в практичній діяльності людини. Їх використовують в їжу людини і на корм домашніх тварин, на удобрення полів. Найбільше в їжу використовується морська капуста – різні види ламінарії (бурі водорості). Високо ціниться червона водорість – порфіра, яку називають «червоний морський салат». В морських водоростях багато вуглеводів, жирів, вітамінів – А, В₁, В₂, В₁₂, С, Д. З водоростей добувають агар-агар – слизисту желеподібну речовину. Прісноводні водорості – кладофора і ризоклоніум, біомаса яких в деяких озерах досягає 100 тис. т. в рік, використовують для виготовлення високоякісного паперу.

У багатьох водосховищах в літній період проходить масовий розвиток синьозелених водоростей, які створюють суцільний покрив поверхні води. При цьому кисень води витрачається на мінералізацію відмерлих клітин, відбувається замор риби та евтрофікація водойми, що призводить до забруднення довкілля.

З 70-х років минулого століття в Україні почав розвиватися новий напрямок використання водоростей. Одноклітинна водорість – хлорела – здатна накопичувати 50-60% білку із всіма незамінними амінокислотами. В сухій біомасі хлорели є 10-20% вуглеводів, 20-30% жиру, великий набір вітамінів.

Висока харчова цінність хлорели дає можливість використовувати її в їжу людини, на корм тваринам, а також застосовувати в космічних польотах з метою очистки повітря в космічних кораблях.

Гриби – це величезна група, яка нараховує біля 64 тисяч видів безхлорофільних організмів, які вуглець для свого росту і розвитку одержують із готових органічних речовин. До цього часу чітко не визначена їх природа: за наявності в обміні речовин сечовини, хітину в оболонках їх клітин, запасного продукту глікогену, а не крохмалю – вони наближаються до тваринних організмів, але за способом живлення, за необмеженим ростом, за нездатністю рухатись у вегетативному стані – вони нагадують рослини.

Більшість видів грибів мають мікроскопічну будову, тому в природі знайти їх неозброєним оком дуже важко. Але часто ми бачимо результати їх життєдіяльності – наприклад, псування продуктів, патологія рослин, хвороби тварин і людей.

Гриби, які мають дуже малі розміри, називають мікроміцетами. Деякі гриби утворюють плодові тіла і великі сплетіння міцелію, їх видно неозброєним оком. Такі гриби з великими плодовими тілами називають макроміцетами.

Клітини грибів складаються із оболонки, цитоплазми з різними органелами (мітохондрії, ендоплазматична сітка, вакуолі і ін.), ядра з ядерцем. Клітинна оболонка, крім захисту, виконує функцію активного засвоєння поживних речовин із субстрату.

Вегетативне тіло грибів складається із гіф міцелію – тонких волокнистих ниток. Гіфи характеризуються верхівковим (апикальним) ростом і сильним галуженням. У вищих грибів гіфи так щільно переплітаються між собою, що складається враження про наявність тканин (плектенхіма). Загальний вигляд грибів показано на рис. 3. З погляду виконання функцій у грибів є покривні, механічні, провідні тканини. Вегетативне тіло міксоміцетів складається з однієї клітини.

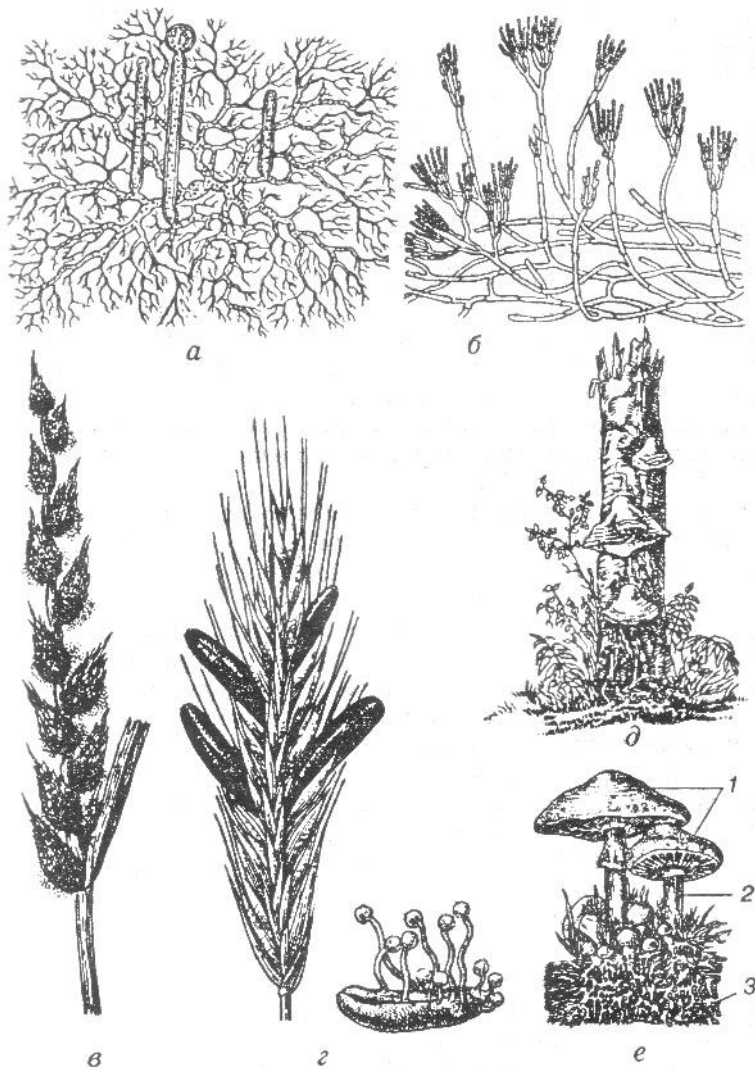


Рис. 3. Вегетативне тіло різних видів грибів.

а – мукор; б – пеніцил; в – сажка; г – ріжки жита;
 д – трутовик; е – шапковий гриб
 (1 – шапка; 2 – ніжка; 3 – міцелій)

Розмножуються гриби вегетативним, нестатевим і статевим шляхом. Основним репродуктивним органом грибів при всіх цих трьох способах розмноження є спори, які відрізняються за морфологією, способом утворення і поширенням. Відоме вегетативне розмноження грибів шляхом брунькування міцелію – гіфи розпадаються і дають початок новому організму, а також його частинам (дріжджі).

Гриби – досить поширені організми, їх спори, обривки міцелію зустрічаються у ґрунті і повітрі, на суші і у воді. Вони розвиваються на різноманітних

природних субстратах рослинного і тваринного походження і на штучних матеріалах, створених людиною. Залежно від наявності різних видів грибів у відповідних умовах середовища та на відповідних субстратах, виділяють головні екологічні групи грибів:

- 1 – сапротрофи (сапрофіти) розвиваються на рослинних і тваринних залишках, у ґрунті, у воді та інших органічних субстратах. Серед них є водні і ґрунтові гриби, гриби ризосфери, що живуть у прикореневій зоні рослин, гриби підстилки. Багато сапротрофів розвиваються на різних матеріалах і продуктах – нафтопродуктах, виробках з металу, пластмас, шкіри, тканин;
- 2 – гриби-хижаки розвиваються на тілах живих організмів і вбивають нематод, амеб;
- 3 – гриби-симбіонти знаходяться в тісному співжитті (симбіозі) з коренями вищих рослин, утворюючи мікоризу або грибокорінь. При цьому спостерігається тісний зв'язок кінчиків коренів вищих рослин і міцелію гриба. Найбільш поширений тип взаємовідносин між зеленою рослиною і мікоризним грибом полягає в тому, що гриб отримує від зеленої рослини безазотисті органічні речовини, а рослина при допомозі гриба отримує воду і мінеральні речовини з ґрунту;
- 4 – гриби-паразити, які паразитують на комах, виділені у групу ентомофільних грибів, а ті, що паразитують на грибах – у групу мікофільних. Велику екологічну групу складають гриби-паразити рослин, тварин і людей.

Роль грибів у природі і різних галузях практичної діяльності людини надзвичайно велика. Гриби – це санітари планети, продуценти біологічно активних речовин, продуценти харчового і кормового білку, це види, які можна використовувати для біологічного захисту рослин від шкідників.

Немало серед грибів є і таких, що наносять значну шкоду, викликаючи захворювання людей, тварин і рослин; біокорозію різних матеріалів та виробів з них, руйнують будівлі і технічні споруди, пам'ятки архітектури, твори мистецтва та інше.

Гриби мають сильний ферментний апарат, що зумовлює їх активну участь у мінералізації величезних кількостей органічних решток рослинного і тваринного походження. Ґрунтові сапрофіти руйнують листовий опад, мертві залишки деревини. В тих галузях промисловості, де йде переробка рослинної сировини, гриби відіграють важливу роль.

Гриби – продуценти багатьох антибіотиків, органічних кислот, вітамінів. Широко відомий пеніцилін, нотатін, гризельфульвін, мікроцид, що застосовуються для виліковування від різних хвороб.

Для біологічного методу захисту від комах-шкідників у сільськогосподарських культур використовують гриби, що паразитують на цих комах. З деяких грибів створені препарати (боверін, триходермін), які у тій чи іншій мірі впливають на стадію розвитку комах-шкідників, знищуючи їх. Гриби – добре відомі людині продукти харчування. І зараз люди навчилися вирощувати гриби на штучних субстратах, поповнюючи ними дефіцит харчового білку. Вирощують шампіньйони, зимові опеньки, гливу.

Відома значна кількість грибів, яка приносить збиток народному господарству. Це пліснява і порча продуктів харчування при їх зберіганні. Гриби – паразити сільськогосподарських культур знижують їх урожайність, погіршують якість продукції. Хвороби деревних рослин скорочують лісове багатство країни.

Гриби – продуценти токсичних речовин – є збудниками токсикозів людини і тварин. Ботулізм – хвороба, викликана грибом.

Отже, водорості – це нижчі рослини, які в основному пристосовані до життя у водному середовищі, але можуть зустрічатись і на інших зволжених субстратах. Вільно рухаючись у товщі води, водорості складають екологічну групу, що має назву планктон, а ті, що прикріплені до субстрату – бентос.

Завдяки наявності пігментів водорості здатні до процесу фотосинтезу і збагачують атмосферу киснем. При масовому розвитку синьозелених водоростей відбувається явище – евтрофікація водойм, що має негативний вплив на довкілля.

Залежно від видів та відповідних умов середовища гриби утворюють 4 екологічні групи: сапрофіти, симбіонти, паразити і гриби-хижаки.

За участю грибів відбувається мінералізація органічних решток, вони є продуцентами харчового і кормового білку. Разом з цим гриби наносять велику шкоду народному господарству, викликають грибкові захворювання людей, тварин і рослин.

Контрольні запитання

1. Назвіть характерні ознаки водоростей.
2. Способи розмноження водоростей.
3. Наведіть характеристику екологічних груп водоростей.
4. Екологічне значення водоростей.
5. Екологічне значення грибів.

Лекція 5. Мохи і лишайники, їх коротка характеристика, екологічні групи та практичне значення

- 5.1. Загальна характеристика мохів.
- 5.2. Екологічні групи та практичне значення.
- 5.3. Загальна характеристика лишайників.
- 5.4. Екологічні групи та практичне значення лишайників.

Мохоподібні або мохи – найбільш примітивна, своєрідна група вищих рослин. Це дуже великий відділ, представники якого поширені по всій земній кулі, займають у природі певне місце і відіграють в ній суттєву роль. У більшості мохи – це багаторічні рослини, рідко однорічні, наземні або прісноводні. Це невеликі рослини – від 1 мм до 50-60 см.

Веgetативне тіло мохоподібних буває у вигляді талому чи слані, або облиствленого пагона з простою внутрішньою організацією. У мохів дуже слабо розвинені провідні, механічні, запасаючі і покривні тканини. Мохи не мають коренів і кріпляться до субстрату за допомогою ризоїдів.

Життєвий цикл мохоподібних складається із двох ритмічно чергуючих поколінь – статевого (гаметофіт) і безстатевого (спорофіт). Але тільки у мохоподібних в циклі розвитку переважає гаметофіт, у всіх інших відділів у циклі розвитку переважає спорофіт. Гаметофіт мохоподібних, крім функції статевого розмноження, виконує і вегетативні функції – фотосинтез, водопостачання, мінеральне живлення. Листки утворюються на гаметофіті, а не на спорофіті, як у всіх інших рослин, і вони мають тільки зовнішні однакові ознаки, тому бріологи (вчені, що вивчають мохи), вважають, що правильно їх називати не листками, а філодіями. Спорофіт мохів називають спорогон, який своєю ніжкою прикріплений до гаметофіта і живе за його рахунок. Функція спорофіта – утворити спори.

Одноклітинна спора, яка потрапила у сприятливі умови, проростає в розгалужену протонему чи передросток. Протонема (від слова нитчаста форма) є найбільш характерною фазою розвитку мохів, що відрізняє їх від усіх інших вищих рослин. На протонемі закладаються бруньки, із яких розвиваються

гаметофори. Масовий розвиток гаметофор створює мохову дернину – у цьому головна роль нитчастої протонеми.

Протонема і гаметофори з утвореними на них гаметангіями складають статеву фазу розвитку – гаметофіт. Залежно від розташування гаметофітів, мохи діляться на однодомні і дводомні.

У однодомних мохів чоловічі і жіночі гаметангії знаходяться на одній рослині, у дводомних – на різних рослинах. Антеридії і архегонії на рослині розвиваються не поодинокі, а групами.

Антеридій має вигляд округлого чи видовженого багатоклітинного мішечка, який сидить на ніжці. В антеридіях утворюються чоловічі статеві гамети – сперматозоїди.

Архегоній має колбо- чи пляшкоподібну форму, багатоклітинний, з розширеною частинкою – черевцем, в якому знаходиться жіноча статеві гамета – яйцеклітина, і видовжену шийку з канальцевими клітинами.

Запліднення яйцеклітини рухомими сперматозоїдами може відбуватися при наявності крапельно-рідинної вологи. В результаті злиття чоловічої і жіночої гамет (запліднення) утворюється нова клітина з подвійним набором хромосом – зигота. Із зиготи розвивається спорогон (спорофіт). Спорогон складається із коробочки, розташованої на ніжці – довгій чи короткій – при допомозі якої спорофіт щільно з'єднаний з гаметофітом.

У молодому віці коробочка прикрита ковпачком (залишок архегонія), який захищає спори в коробочці від несприятливих умов. Коробочка мохоподібних – це спеціалізований орган, в якому утворюються спори, що служать для нестатевого розмноження. Проросла спора дає початок протонемі і гаметофорам, які є гаплоїдною фазою. Так проходить чергування фаз – гаплоїдної (гаметофіт) і диплоїдної (спорофіт) у циклі розвитку мохоподібних.

У мохів поширене і вегетативне розмноження – розростання мохової дернини і відособлення молодих пагонів, а нижня частина материнської рослини відмирає. Так утворюються суцільні мохові килими, особливо із моху сфагнум.

Мохоподібні найбільш древні рослини, поширені повсюдно, за виключенням морів і пустель з хлоридним і сульфатним засоленням. Мохи є високо в горах, на

межі життя рослин. В Арктиці і Антарктиці вони разом із лишайниками є практично єдиними представниками рослинного світу і утворюють тут «царство мохів і лишайників». Найбільше видове багатство мохів у тропіках. В Україні у хвойних лісах мохи часто є основним компонентом надґрунтового покриття. При основі стволів дерев, на стовбурах і гілках поселяються епіфітні мохи, на гниючій деревині повалених дерев і пеньках у вологих лісах ростуть епібіоти. Деякі види мохів поселяються на порушених ділянках ґрунту: на згарищах, на викидах ґрунту із нірок, на краях ям, на місцях вивернутих з корінням дерев тощо і є піонерами заростання цих ділянок. Каміні і скелі в лісі або на відкритих просторах часто також покриті мохами-епібітами.

На болотах, особливо верхових і перехідних, мохи є домінантами і едіфікаторами ценозів. Вони також беруть участь в утворенні лучних ценозів. Деякі види мохів можуть рости в текучих водах, прикріплюючись до каміння чи стовбурів затоплених дерев. Рідше зустрічаються види, які плавають у воді. Деякі види поселяються на антропогенних субстратах – солом'яних і дерев'яних дахах, камінних і цегляних стінах, бетонних спорудах.

Мохи по-різному відносяться до факторів навколишнього середовища: світла, вологи, хімічного і механічного складу субстрату.

Мохоподібні діляться на світлочутливі – ростуть на дуже освітлених скелях, відкритих місцях і тіневиносливі, здатні рости в дуплах дерев, під покриттям густого лісу. Багато видів з успіхом можуть рости у широких межах освітлення.

Серед мохів є гідрофіти (живуть у воді); гігрофіти – живуть у досить зволжених місцях; мезофіти – у місцях із середнім зволоженням; ксерофіти – мохи сухих місцезростань.

Залежно від забезпечення субстрату елементами живлення мохи поділяються на евтрофні (багаті гумусом і мінеральними солями), мезоевтрофні (середньо забезпечені), оліготрофні – живуть на дуже бідних ґрунтах.

По відношенню до реакції середовища мохи діляться на ацидофіли (кислі субстрати), базифіли (лужні субстрати) та нейтрофіли (нейтральні субстрати).

В географічному поширенні на континентах мохам властива розірваність ареалів (диз'юнкція), реліктовість і ендемізм. Але конкретним проявам загальних

закономірностей властиві деякі особливості, які відображають еколого-біологічну своєрідність мохоподібних. Ареали їх досить обширні, в ендемізмі відсутні вузько локальні види.

Мохи беруть участь в кругообігу речовин у природі і є незамінним компонентом біосфери. Вони входять у склад первинних угруповань на поверхні скель і каміння, разом з бактеріями, водоростями і лишайниками є першими ґрунтоутворювачами, піонерами заростання оголеної поверхні ґрунту і країв водойм. Поступово відмираючи, мохоподібні створюють субстрат для інших рослин.

Велика роль мохоподібних у створенні рослинного покриву гіпнових і сфагнових боліт. Беручи участь у процесі заболочування, часто мохи є торфоутворювачами, вони утворюють основну масу торфових залежів. Завдяки здатності поглинати у великих кількостях воду і міцно її утримувати, мохоподібні беруть участь в регулюванні водного балансу планети. Як важливий компонент лісових ценозів, вони відіграють позитивну роль у житті і динаміці розвитку лісів. Моховий покрив у лісах регулює водний баланс ґрунту, впливає на процес відновлення лісу, створює сприятливе середовище для багатьох безхребетних тварин.

Мохоподібні можуть зменшувати продуктивність сільськогосподарських угідь – замоховіння і заболочування. При зміні умов для лісових угруповань, викликаних антропогенним фактором (знищення лісу в місцях із слабким стоком води і близьким стоянням підґрунтових вод) починається процес заболочування.

З еколого-географічного погляду мохоподібні часто служать об'єктами геоботанічних досліджень при класифікації фітоценозів, бо саме вони є едифікаторами лісових чи болотних фітоценозів.

Досить цінними є сфагнові мохи і утворений ними торф. Торф – це не тільки паливо, це і будівельний матеріал у вигляді пресованих плит, які є легкими, з низькою теплопровідністю, не гниє. Торф – це хімічна сировина – джерело одержання етилового і метилового спирту, фенолу, парафіну, воску, дьогтю, оцтової кислоти і ін. У сільському господарстві торф – це підстилка для тварин, органічне добриво, компости.

Сфагновий мох використовують при упаковці і зберіганні овочів та фруктів. Завдяки високій гігроскопічності (здатність поглинати і утримувати воду, яка в 20-25 разів перевищує повітряно-суху масу моху), та його антисептичних властивостей сфагнум застосовують у медицині як перев'язочний матеріал, бо він добре вбирає і утримує вологу, що сприяє сухості і чистоті рани, вбирає неприємні запахи із ран, завдяки бактерицидним і лікувальним властивостям сприяє кращому заживанню ран.

Лишайники – досить своєрідна група нижчих спорових рослин, яка має низку специфічних ознак, що відрізняють їх від інших рослин. Це симбіоз гетеротрофних грибів і автотрофних водоростей. Такий симбіоз на відміну від інших, має досить високу спеціалізацію. Він є постійним і складеним історично. У природі можна спостерігати симбіоз гриба і водорості, але він не є лишайником. В справжніх лишайників між грибами і водоростями повинні відбутись певні функціональні і морфологічні взаємозв'язки; внаслідок тривалої еволюції на основі симбіозу у лишайників виникли особливі морфологічні типи і життєві форми, які не зустрічаються окремо ні у вільно живучих грибів, ні у водоростей. Лишайникам властиві такі біологічні особливості, яких немає в інших рослин. Сюди належить вегетативне розмноження за допомогою спеціальних утворень – соридій та ізидій, а також характерні особливості фізіології і екології. Лишайники досить своєрідні в біохімічному відношенні – вони утворюють велику кількість лишайникових речовин, багато з яких є унікальними. На даний час відомо таких 300 речовин і 75 із них є тільки у лишайниках.

Розрізняють три основні морфологічні типи лишайників:

- 1 - накипні або коркові;
- 2 - листуваті;
- 3 - кущисті.

Найбільш примітивними є накипні лишайники, в яких вегетативне тіло буває порошистим, зернистим або у вигляді кірочок.

Листуваті лишайники нагадують більш-менш розсічену пластинку.

Найбільш високоорганізованими є кущисті лишайники, які мають вигляд кущиків, звисаючих ниток чи прямостоячих виростів.

Накипні лишайники невеликі за розмірами – від декількох міліметрів до декількох сантиметрів в діаметрі, прикріплюються до субстрату за допомогою підталому, утвореного гіфами гриба.

Листуваті лишайники можуть мати 15-30 см в діаметрі. До субстрату прикріплюються ризоїдами.

Кущисті можуть бути розгалуженими, прямостоячими, деревовидними або подібними до кущів чи звисаючими з гілок дерев. До субстрату прикріплюються невеликою ділянкою своєї нижньої поверхні, досягають значних розмірів. Загальний вигляд різних типів лишайників показаний на рис. 4.

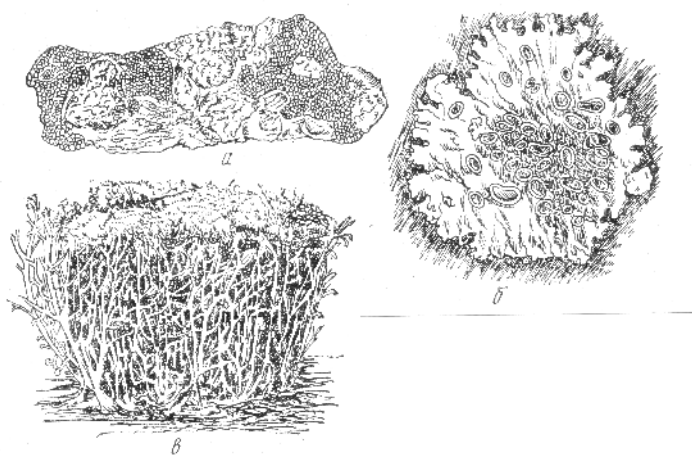


Рис.4. Загальний вигляд лишайників:

а – накипний; б – листуватий; в – кущистий.

Ріст лишайників дуже повільний. Середньорічний приріст листуватих лишайників складає 2-3 мм. Це пояснюється такими причинами як еволюційний характер розвитку лишайників, що визначається його генетичним кодом; невисока інтенсивність фотосинтезу, інтенсивне дихання та залежність від екологічних факторів: вологи, світла, температури, особливостей субстрату. До швидкоростучих відносять кладонію кущисту – 7,5 мм за рік, пармелію листувату до 18 мм за рік і пельтігеру – до 25-27 см за рік. Накипні лишайники в усіх кліматичних зонах мають дуже повільний ріст, який не перевищує 1-1,5 мм в рік. Молоді таломі ростуть значно швидше, ніж старі. Якщо талом досягає певного розміру, то ріст старих його частин припиняється і вони навіть відмирають. Дуже повільний ріст компенсується надзвичайно тривалим життям – у десятки, сотні і навіть тисячі років. Більшість листуватих і кущистих лишайників живе в

середньому 30-50 років. У зв'язку з повільним ростом лишайники не конкурентоспроможні в звичайних умовах з іншими рослинами і тому поселяються у тих місцях, де умови для інших рослин непридатні.

Симбіотичність лишайників робить їх менш вибагливими до субстрату і досить стійкими до дії таких несприятливих факторів навколишнього середовища як водний дефіцит, екстремально високі чи низькі температури.

Лишайники – це форпости рослинного життя. У спекотних пустелях і напівпустелях разом з деякими водоростями вони на великих просторах є єдиними представниками рослинного світу. В Арктиці і Антарктиці лишайники переважають над іншими рослинами.

Жити лишайники можуть на різних субстратах, і навіть на шкірі, папері, залізі, камені. Залежно від субстрату виділяють наступні екологічні групи лишайників:

- 1- епіфітні – які поселяються на корі дерев, кущів;
- 2- епілітні – які поселяються на каменях;
- 3- епігейні – які поселяються на ґрунті;
- 4- епиксильні – які поселяються на оголеній деревині;
- 5- остеофільні – які поселяються на кістках;
- 6- епібріофільні – які поселяються на мохах;
- 7- геоплізні – розвиваються близько до ґрунту;
- 8- нітрофільні – розвиваються у місцях, багатих на поживні речовини.

Особливу екологічну групу складають епіфільні лишайники, які ростуть на листках вічнозелених рослин. В Україні є тільки один вид – катілярія, що росте на хвої ялин в Карпатах. Цікавою є екологічна група кочівних лишайників – мають не прикріплену до субстрату кулеподібну слань. Вітром чи рослинами вони переносяться на значні відстані. Наприклад, пармелія, яка формується у вигляді кульок в значній кількості. За певних умов кульки піднімає вітер і переносить на великі відстані, де вони випадають на землю. Таке явище називають “манна небесна”.

Видовий склад лишайникових угруповань визначається не тільки породою дерев, їх віком, а також і умовами навколишнього середовища.

Лишайники, які ростуть на корі дерев, живляться автотрофно і прямої шкоди деревам не наносять, але на молодих деревах і їх пагонах гіфи слані лишайників проникають у кору дерев аж до камбію і притупляють їх ріст. Старі дерева від цього не потерпають, але лишайники дають притулок різним комахам, які шкодять цьому дереву.

Лишайники відіграють певну роль у ґрунтоутворюючому процесі, що проявляється у руйнуванні скель. Лишайникові кислоти руйнують силікатні мінерали, а гіфи лишайників, розчиняючи ці силікатні породи, в певній мірі одержують з них мінеральні речовини для свого живлення.

Лишайники – індикатори чистоти атмосферного повітря. Результати багатьох лабораторних і польових досліджень з оцінки впливу забрудненого повітря на лишайники доказують, що вирішальним фактором зникнення з навіколоміських зон і промислових центрів є забруднення повітря. Можливою причиною того, що вони не ростуть у міських зонах, є їх підвищена здатність до акумуляції різних органічних і неорганічних речовин та досить швидкий метаболізм. Лишайники, поглинаючи токсичні речовини всією поверхнею свого тіла, виявилися більш чутливими до забруднення повітря, ніж квіткові рослини. Встановлено, що лишайники дуже чутливі до сірчаного ангідриду (SO_2), менше до фтористого водню (HF) і важких металів. Вважають, що із забрудненням атмосферного повітря першими зникають куцисті морфологічні види, потім листові і останніми – накипні.

В результаті досліджень було встановлено, що серед лишайників є види досить чутливі до забруднення повітря, але стійкі до нього. Це види уснея, бріорія, алекторія і інші. Високотоксикотолерантними лишайниками, тобто здатними витримувати досить високе забруднення і добре при цьому розвиватись на деревах в межах міста, є накипні – леканора листувата. Проведено чимало досліджень з визначення забруднення SO_2 за допомогою поширення індикаторних лишайників. Така оцінка чистоти атмосферного повітря є однією із розробок методів ліхеноіндикації. Це індекс атмосферного забруднення і індекс полеотолерантності, які дають можливість об'єктивно оцінити багаторічну дію забруднення повітря на лишайники. Тут до уваги приймають знання про

лишайники даного регіону, їх толерантності до забруднення, а також облік частоти лишайників, що зустрічаються та їх покриття.

Є ряд видів з широкою екологічною амплітудою, які зустрічаються по всій Україні. Наприклад, на деревах ростуть кущисті види евернії, листуваті – ксанторія, лецідела, із листуватих надґрунтових є пельтігера, кладонія.

Серед лишайників є реліктові, які є справжніми живими «викопними», ростуть вони на тих місцях, де уже давно інші рослини рости не можуть. Найбільше на території України є лишайників в степовому заповіднику «Кам'яні могили». Тут є такі листуваті як пармелія, умбілікарія, лазалія, платісмація.

Лишайники ростуть у всіх рослинно-кліматичних зонах і, як і інші нижчі рослини, відіграють в природі важливу роль. Вони є піонерами рослинного світу, разом з бактеріями, актиноміцетами, грибами і водоростями заселяють у різних регіонах планети місця, непридатні для життя інших рослин. Це кам'янисті місцевості, неродючі ґрунти пустель і напівпустель. Період використання лишайниками такого субстрату невеликий – 20-40 років.

Уже згадувалось про ґрунтоутворюючу роль лишайників, які руйнують кам'янисту породу, та сприяють її хімічному вивітрюванню. Але ці процеси проходять настільки повільно, що говорити про їх значимість немає сенсу. Тут швидше йде не утворення ґрунту, а те, що під таломом лишайників осідає занесений вітром пил і частинки ґрунту.

Як фотосинтезуючі (завдяки водоростям) організми, лишайники відіграють певну роль у природі, бо є продуцентами органічної речовини. Утилізуючи сонячну енергію, вуглекислий газ, воду і мінеральні речовини, лишайники утворюють певну кількість біомаси в біогеоценозі. Наприклад, у широколистяних лісах загальна біомаса лишайників може складати 6 ц/га абсолютно сухої маси, а в лишайниковому сосняку – 20 ц/га.

Одночасно з утворенням і накопиченням фітомаси у біогеоценозах проходить відмирання лишайників, механічне руйнування їх талому, поїдання безхребетними тваринами і розкладання мікроорганізмами. В результаті цих процесів різні речовини, що є в таломі лишайників, попадають у ґрунт, сприяють накопиченню у ньому ряду хімічних елементів і утворенню гумусу.

Особливо значна роль лишайників у високогір'ях, де вони не рідко є едифікаторами угруповань. У біоценозах лишайники формують рослинні угруповання – синузії, які знаходяться у взаємозв'язку з іншими компонентами біогеоценозів.

Лишайники можуть впливати на інші види рослин – так звана алелопатія. Спиртові і водні витяжки з деяких лишайників є інгібіторами проростків деяких трав'янистих і деревних рослин. Речовинами-інгібіторами є лишайникові кислоти.

З лишайниками тісно пов'язане життя великої кількості безхребетних тварин – кліщів, ногохвосток, листоїдів, гусениць, павуків, жуків і ін. Для одних із них лишайники є сховищем, для інших – кормом. Із своїм мікросередовищем і безхребетними організмами лишайники утворюють особливі біогеосинузії, ускладнюють структуру біогеоценозів і впливають на кругообіг речовин у них .

Найбільше практичне значення лишайники зберегли як корм для оленів – оленьчий мох або ягель. В основному це кладонія, цетрарія. Лишайниковий корм багатий на вуглеводи і вітаміни, але бідний на білки і жири.

В минулому лишайники відігравали значну роль як джерела фарбників. У даний час ця роль зійшла до мізеру тому, що лишайники дуже повільно ростуть і їх ради цього можна дуже швидко знищити. Але лишайникові фарбники зараз використовують при виробництві лакмусового паперу та для підфарбовування спирту в термометрах. В парфумерії екстракти із лишайників використовують як фіксатори запахів при виробництві духів. З використанням екстракту «дубового моху» випускали духи «Кармен», «Подарочні», одеколон «Красная Москва» і інші.

Застосовують їх і в медицині – одержували антибіотики «Усно», «Эвозин», «Усниміцин». Лишайникові речовини застосовують і в фітопатології. Наприклад, натрієва сіль уснинової кислоти застосовується в теплицях проти раку томатів, мозаїки тютюну. Але основне – це біоіндикатори чистоти повітря.

Отже, мохи за своєю організацією є перехідною групою від нижчих до вищих рослин. Залежно від забезпечення субстрату елементами живлення вони поділяються на екологічні групи евтрофних, мезотрофних та оліготрофних мохів.

Мохи часто є “піонерами” заростання порушених ділянок ґрунту, домінантами та едифікаторами болотних ценозів.

Досить своєрідною групою нижчих спорових рослин є лишайники – симбіоз водорості та гриба. Три основні морфологічні типи лишайників – накипні, листуваті і кущисті – утворюють вісім екологічних груп.

Основна екологічна роль лишайників зводиться до того, що вони є індикаторами чистоти атмосферного повітря.

Контрольні запитання

1. Екологічна характеристика мохоподібних, як перехідної групи від нижчих до вищих рослин.
2. Поясніть цикл розвитку мохоподібних.
3. Наведіть характеристику екологічних груп мохів.
4. Екологічні особливості росту лишайників.
5. Поділ лишайників на екологічні групи.
6. Поясніть роль лишайників як індикаторів чистоти повітря.

Лекція 6. Рослинність лісостепової та степової зони

- 6.1. Визначення поняття «рослинність».
- 6.2. Характеристика лісостепової зони.
- 6.3. Еколого-ботанічне районування лісостепової зони.
- 6.4. Видовий склад рослинності лісостепу.
- 6.5. Характеристика природних умов степу.
- 6.6. Видовий склад степової рослинності.

Рослинність – це сукупність усіх рослинних угруповань на певній території. Рослинність може бути деревно-чагарникова, лісова, трав'яниста, пустельна, болотна, блукаюча та інша.

Лісостепова зона займає біля 1/3 площі України. Тут випадає 550-650 мм опадів за рік. Сюди відноситься більша частина Подільського, Придніпровського та Середньоруського підвищення, центральна частина Придніпровської низини і Полтавська рівнина. Площа лісостепової зони складає 202 тис. км². В минулому на обширних територіях цієї зони переважали лукові степи і широколистяні ліси. У степах формувались різновиди чорнозему. Зараз степи майже повністю розорані і тільки невеликі їх ділянки є на схилах та у охоронних об'єктах. Лісові масиви в минулому суцільно вкривали підвищення і схили долин річок. Під лісами сформувалися ясно-сірі, сірі і темно-сірі опідзолені ґрунти, а в тих місцях, де лісова рослинність завоювала степові простори – опідзолені і вилуговані чорноземи. Серед природної рослинності лісостепової зони найкраще збереглися ліси, які займають 12% території. На Подільському і Придніпровському підвищенні переважають грабово-дубові ліси, на Середньоруському – липово-дубові ліси.

Луки в цій зоні зустрічаються тільки в заплавах річок. У комплексі з луками в заплавах річок зустрічаються болота.

Степова рослинність збереглась тільки на непридатних для оранки схилах і представлена луковими степами, характерною ознакою яких є велика участь різнотрав'я – це так звані красочні або північні степи. Характерною особливістю

лісостепової зони є чергування лісу і степу. Лісова рослинність представлена широколистяними лісами – дубовими, дубово-грабовими, дубово-липовими.

За рослинним покривом на території лісостепу України виділяють 3 геоботанічні райони:

- 1- Подільсько-середньопридніпровський ;
- 2- Лівобережнопридніпровський;
- 3- Середньоруський.

Подільсько-середньопридніпровський лісостеп – в минулому це лісова та степова рослинність. Зараз природна рослинність займає тут 10-15% території і в основному це лісова. Степи збереглися на невеликих ділянках і схилах.

Лісова рослинність характеризується перевагою дубових і дубово-грабових лісів. Дубово-грабові ліси ростуть на підвищеннях з густішою сіткою річкових долин і ярів, тут промивний режим ґрунту, йдуть процеси вилуговування ґрунту, внаслідок чого формуються ясно-сірі опідзолені ґрунти.

Дубові ліси на цій території займають центральні і південно-східні схили Подільської і Придніпровської височини. Типові тут дубові ліси із підліском з свидини, бересклету, ліщини, крушини, зустрічаються граб, черешня, осика. Середньо густий травостій складається із осоки, конвалії, яглиці, копитняка. В травостої багато світлочутливих видів з широкою екологічною амплітудою: перстач білий, медунка м'якенька, дзвоники персиколісті, зеленчук жовтий тощо. Нижче по північному схилу йдуть дубові ліси, татарсьkokленово-зірочникові.

В комплексі з цими лісами в Придністров'ї є ліси із дуба скельного в чистих насадженнях. Зустрічається тут дуб звичайний, граб, черешня, береза, липа. Підлісок утворює ліщина, свидина, дерен, гордовина, клокичка периста.

В дубових лісах Придніпровського підвищення дуб скельний уже не зустрічається, тут більше дубово-грабових лісів, появляється липа, граб, ясен, утворюються складні липово-ясенево-дубові, липово-дубові насадження. Є клен польовий і гостролистий. Із трав тут є рідкісні для України види – цибуля ведмежа, тюльпан лісовий, чина ряба, чина великокріткова, скополія карніолійська, шоломниця весняна, бересклет карликовий.

У Придніпров'ї поширені соснові і дубово-соснові ліси. На широких і плоских масивах Придніпров'я раніше були поширені лукові степи, які зараз збереглися у вигляді невеликих ділянок. Їх утворюють тонконіг вузьколистий, стоколос безостий, ковила волосиста і периста, типове степове різнотрав'я: шавлія лучна, гадючник звичайний, горицвіт весняний, залізняк бульбистий.

На правобережжі переважає лукова рослинність, яка змінюється невеликими ділянками болота і заростями прибережно водної рослинності. Є вільхові ліси. Серед луків по площі перше місце займають справжні луки з переважанням вівсяниці лучної і червоної, тонконогу лучного.

В Лівобережнопридніпровському лісостепу найменше лісів, переважає в них липа. В пониженнях зустрічаються вільхові ліси. Значні площі тут займають галофільні луки з слабко засоленими ґрунтами. На солонцях росте безкильниця гігантська, подорожник морський, айстра солончакова, солерос європейський.

Середньоруський лісостеп – раніше це кленово-липово-дубові ліси, які росли в комплексі з луковими степами із мітлиці, ковили, осоки низької. Зараз тут є широколистяні ліси з дуба і липи. Є багато рідкісних і реліктових видів: лунарія оживаюча, костриця висока, зірочник дібровний, страусник звичайний.

Болото займає обводнені ділянки заплав і великого поширення не має. Степи збереглись тільки в заповіднику «Михайлівська цілина».

Для болотистих луків лісостепу характерною є перевага угруповань бекманії звичайної, яка витримує засолення ґрунтів. Серед високотравних боліт, характерних для лісостепу, найбільші площі займають очеретові. Разом з очеретом росте комиш озерний (*Scirpus lacustris*), рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*), осока. На поверхні води – ряска, водокрас (жабурник), тілоріз.

Степова зона займає біля 40% території України (рівнинна частина Криму, Причорноморська низина, Приазовська, південна частина Придніпровської і Середньоруської височини). Кількість опадів в межах 475-300 мм за рік. Випаровування над кількістю опадів переважає в 2-3 рази – це характерна ознака природних умов степу.

Рослинний покрив формується в умовах дефіциту вологи, тому переважає тут трав'яниста посухостійка рослинність. Степова зона ділиться з півночі на південь на 3 смуги:

- смуга різнотравно-кострицево-ковилових степів;
- смуга кострицево-ковилових степів;
- смуга полиново-кострицевих або пустельних полиново-дерновин-нозлакових степів.

Зі зміною цих смуг спостерігається зміна в структурі степових угруповань: зменшується густота рослинного покриву, він зріджується; зменшується біологічна продуктивність травостою степів; збільшується число коротковегетуючих видів (ефемерів та ефемероїдів), які використовують ґрунтову вологу в весняний і осінній періоди; збільшується кількість видів з дуже вузькими ареалами. Є цілий ряд видів, які не переходять границь степу: піон тонколистий, катран татарський, залізняк колючий, шавлія поникла, смілка приземна, цибуля Пачоського, перстач астраханський та інші.

Смуга різнотравно-кострицево-ковилових степів, що пролягає по лінії Белгород – Одеса – Кривий Ріг – Запоріжжя. Тут степи по схилах і днищах балок, де більший запас ґрунтової вологи і більш прохолодний мікроклімат змінюються дубовими лісами – байраками. Байрачні ліси мають вузьку смугу із терену, степової вишні, карагани, мигдалю. В травостої переважають щільнокущові злаки: ковила Лессінга, вузьколиста, опушена, волосовидна. Є тонконіг вузьколистий, тимофіївка степова, житняк гребінчастий, із різнотрав'я – гадючник, шавлія, китятки, конюшина гірська, молочай степовий, горошок вузьколистий, люцерна, зіновать. Із ефемерів – піщанка чебрецелиста, веснівка весняна, хрінниця дібровна, бурачок туркестанський, ефемероїди – тонконіг бульбистий, гусяча цибулька цибулиноносна, гіацинтик білуватий.

У травостої кострицево-ковилових степів переважають ковила Лессінга, колосовидна, українська, різні види костриці, колосняк розгалужений, житняк гребінчастий. В наш час такі кострицево-ковилові степи найкраще збереглися в заповіднику «Асканія Нова» і степовому Криму.

Степи ковили української займають рівні і дуже похилені ділянки з багатими ґрунтами. Але якщо багатство ґрунтів падає, то цей вид поступається місцем ковилі волосовидній, а на підвищеннях – ковилі Лессінга. Під впливом випасів і сінокосів ковила звільняє місце для костриці. При цьому найменш витривалим є вид ковили української, яка випадає із травостою при незначних змінах звичних для неї умов. Найстійкішою є ковила волосовидна.

Полиново-кострицеві степи сформувались у ще більш посушливому кліматі (середньорічна кількість опадів не перевищує 300 мм на рік) і тут помітна перехідна смуга від степів до пустель. Ґрунти світло-каштанові, більш-менш солонцюваті.

Тут добре виділяються ковила волосовидна і Лессінга, травостої із костриці та полину, ці степи мають характерний сіро-білий, або срібний аспект, який утворюється полинами та ковилою. Найбільш поширеними асоціаціями є костриця з полином Бошняка, житняк з полином кримським. Звичайними видами в травостої є гвоздика польова, пижма тисячоліста, дивина фіолетова, жовтець іллірійський, кермеки – опушений, Мейера, і напівкущиковий, солянка та інші.

На дуже сильно засолених ділянках степу ростуть рослини, здатні переносити великий вміст солей у ґрунті – хлоридів і сульфатів. Одні з них витримують засолення завдяки високому осмотичному тиску клітин, які мають високий вміст води. Це сукуленти – солерос європейський, сведа стеляща. Інша група рослин позбавляється солей завдяки спеціальним залозкам, через які краплі солоного розчину виділяються назовні, вода випаровується, а солі разносяться вітром. Типовими тут є кермеки. Ростуть галофітні рослини, їх видовий склад дуже бідний.

Особлива рослинність в степовій зоні формується у тривало-заливних заплавах річок низин Дунаю, Дністра, Південного Бугу і Дніпра. Тут на багато кілометрів тягнуться плавні. Це суцільні зарості водної, водно-болотної і прибережно-водної рослинності, яка на підвищеннях змінюється вузькими смугами деревних насаджень (верба біла, тополя чорна, вільха клейка). Переважають тут зарості очерету, є угруповання рогозу вузьколистого і широколистого, комиша озерного, яких на глибині змінює водна рослинність – латаття біле, глечики жовті,

рогольник плаваючий, тілоріз алоєвидний, рдести і роголистники. Вверх за течією ріки заплави заливаються водою менше і плавні змінюються луковими рослинами: осоки, тонконоги, лисохвіст, мітлиця і інші.

Рослинний покрив степової зони зазнав багато змін, в результаті яких досить поширені раніш рослини тепер стали рідкісними. Це тюльпан Шренка, піон тонколистий, гіацинтик білуватий, еремурус серпоквітковий, ковила гарніша, опушенолиста, Лессінга, українська. Тут же реліктові і ендемічні види півдня України – деревій голий, цимбохазма дніпровська, гимносpermум одеський, грабельки Бекетова.

Варто відмітити, що на території України степова рослинність зазнала значних змін. Майже весь степ розораний. Травостої ділянок, що вціліли під впливом випасу, дуже змінюються. Із його складу випадають найменш стійкі до випасання види, а на їх місце проникають бур'яни і види більш широкої екології. На першій стадії зміни травостою, із нього випадають види ковили, починає переважати костриця. З посиленням випасу порушується дернина, костриця змінюється тонконогом бульбистим і полином австрійським та молочаєм Сег'є. Дернина руйнується і багаторічні види замінюються однорічними.

Під впливом будівництва водогосподарського комплексу Дунай-Дніпро змінилася екологічна обстановка. В результаті розмиву берегів тут з'явилися піонерні угруповання бур'янів і інших рудеральних видів. Рослинність водойм також видозмінюється в зв'язку з замуленням і евтрофікацією.

Отже, в даний час, існує скорочення площ угруповань, цінних у науковому і господарському відношенні. Сюди належать флористично багаті угруповання з участю рідкісних, ендемічних, реліктових видів, а також видів, які знаходяться на границі своїх ареалів (ділянки ковилових степів, широколистяних лісів, багатокомпонентних справжніх лук).

До господарсько-цінних угруповань відносяться високопродуктивні природні угруповання з участю лікарських та інших корисних видів рослин. У зв'язку з цим, особливо актуальною є проблема оптимізації рослинного покриву країни і удосконалення господарських заходів, направлених на зменшення площ малоцінних, зріджених низькопродуктивних природних угруповань монокультур

та відновлення більш складних і продуктивних і в першу чергу в тих місцезростаннях, які вони займали раніше. Суттєвим фактором є також регулювання випасу худоби на кормових угіддях, рекреаційні навантаження в лісах, зелених зон навколо міста. Не можна забувати про важливу екологічну роль рослинного покриву, який є головним компонентом екологічної рівноваги природного середовища, що в тій чи іншій мірі впливає на формування водного балансу, гідрологічного режиму, клімату, ґрунтотворні процеси та інше.

Рослинність – це важливий фактор, що перешкоджає замуленню річок, водойм, розвитку водної і вітрової ерозії ґрунтів, формуванню селевих потоків, паводків.

Кожний природний регіон повинен мати оптимальне співвідношення природної рослинності і орних земель (ліс, заболоченість), яке забезпечувало б гармонійний розвиток відносин між людиною і природою, забезпечувало б повне задоволення духовних і рекреаційних, бальнеологічних і сировинних потреб на основі раціонального природокористування.

Отже, серед природної рослинності лісостепової зони найкраще збереглися дубово-грабові та липово-дубові ліси. Степова рослинність в Лісостепу збереглась тільки на непридатних для оранки ділянках та схилах. Є багато рідкісних для України видів.

У степовій зоні в основному переважає різнотравно-кострицево-ковилова та полиново-кострицева рослинність. Поширені рідкісні реліктові та ендемічні види рослин.

Контрольні запитання

1. Дайте поняття і наведіть характеристику рослинності вашого регіону.
2. Яка рослинність переважає в лісостепу.
3. У чому полягає екологічна різниця між лісостепом та степом.
4. Наведіть екологічну характеристику природних умов степу.
5. Назвіть причини, що призвели до значних змін степової рослинності.
6. Значення оптимізації співвідношення природної рослинності та орних земель в екологізації природокористування.

Лекція 7. Світло як екологічний фактор

- 7.1. Значення світла для рослин та його характеристика.
- 7.2. Сонячна радіація та закономірності її розподілу.
- 7.3. Екологія фотосинтезу.

На стінах храму Богині Діани в Ефесі – зруйнованого вітрами історії древньогрецького міста на східному узбережжі Середземного моря був напис: Сонце своїм променистим світлом дає життя.

Світло – один із найважливіших для життя рослин абіотичних факторів. Світло сприяє утворенню органічної речовини – рослинної біомаси, тобто первинної біологічної продукції, від трансформації і використання якої залежить життя на Землі. Крім того, світло для рослин має значення як формоутворююче і визначає такі особливості будови рослин як форма росту, структура тканин листка, величина хлоропластів і їх розташування в клітинах. Світло відіграє також значну роль у поширенні рослин на Землі. Сонячне випромінювання є основним джерелом енергії для усіх процесів, що відбуваються на Землі.

Сонячна радіація являє собою електромагнітне випромінювання в широкому діапазоні хвиль, що складає суцільний спектр від інфрачервоних променів з довжиною хвилі біля 3-4 тисяч нанометрів до ультрафіолетових (УФП) з довжиною хвилі 290-380 нанометрів. Ультрафіолетові промені, довжина хвилі яких менша 290 нм, є згубними для всього живого. Але життя на Землі можливе лише тому, що ці короткохвильові промені затримуює озоновий екран атмосфери. Земної поверхні досягають найдовші з ультрафіолетових променів – з довжиною хвилі 380 – 400 нм, так звані «близькі». Вони сприяють фотосинтезу рослин, особливо якщо рослини одержують їх у помірних дозах. У таких випадках ультрафіолетові промені стимулюють ріст і розмноження клітин, сприяють синтезу високоактивних біологічних сполук, підвищуючи у рослинах вміст вітамінів, антибіотиків, а звідси і стійкість рослин до захворювань.

Отже, до поверхні Землі доходить невелика частина довгих УФП (300-400 нм), які характеризуються високою хімічною активністю і у великій дозі можуть

пошкоджувати живі клітини, а у невеликих дозах вони потрібні для людей і тварин (утворення вітаміну Д). Енергетичний баланс листка наведено на рис. 5.

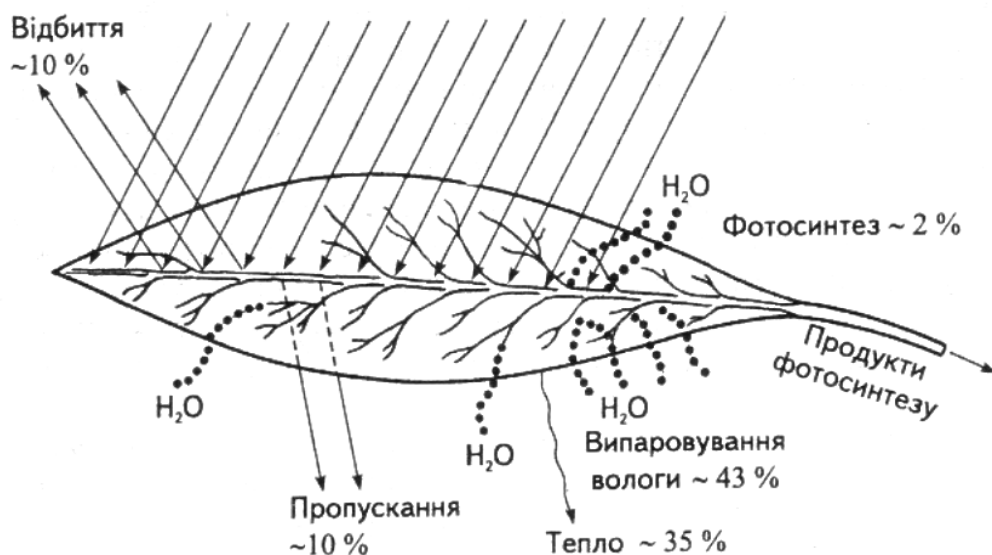


Рис. 5 Енергетичний баланс листка

На Землю поступає двохмільярдна частка всієї енергії, що її випромінює Сонце, і це складає $1,95 \text{ ккал/см}^2 \cdot \text{хв}$ або 136 МВт/см^2 – це «сонячна постійна». Якщо цю енергію прийняти за 100%, то із неї 19% поглинається атмосферою, 34% відбивається в космос, 47% досягає Землі. Ця частка сонячної радіації складається із прямої радіації – 31% майже паралельних променів, які йдуть безпосередньо від сонця і несуть найбільше енергетичне навантаження і 16% - розсіяної радіації – це промені, які падають на Землю з усіх точок неба, розсіяних газів повітря, крапельками водяної пари, кристалами льоду, частками пилу. Загальну суму прямої і розсіяної радіації називають сумарною радіацією. Рослинне покриття сприймає сонячну радіацію, яка пройшла крізь атмосферу і дуже змінилась за кількістю і складом.

Для оцінки світла, що отримують рослини, окрім кількісної характеристики, важливо знати і якісний його склад.

В екології і фізіології рослин якісний склад світла виражають за вмістом в ньому тих променів, які мають найбільшу фізіологічну дію на рослини. У спектрі сонячних променів виділяють область фотосинтетично активної радіації або скорочено ФАР, яку використовують рослини у процесі фотосинтезу і яка обмежена довжиною хвилі 380 – 720 нм, але і в цих межах вона неоднаково

поглинається рослинами. Активність ФАР залежить від присутності у рослині кольорових пігментів: хлорофілів, каротиноїдів, фікоціанів та інших, які вибірково працюють у спектрах ФАР.

Зелені пігменти (хлорофіли) мають два основних максимуми поглинання – в червоній і синьо-фіолетовій частинах спектра. Каротиноїди поглинають окремі промені лише у синьо-фіолетовій частині спектра. Активність ФАР і вплив хвиль окремих частин спектру залежить від кута падіння променя, прозорості атмосфери, розсіювання тощо.

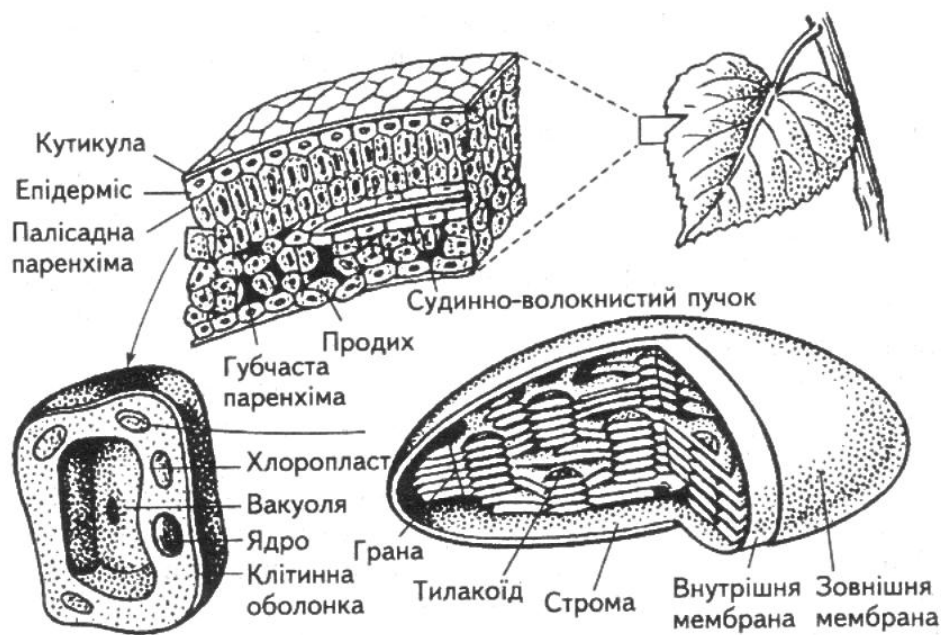


Рис. 6 Листок як орган фотосинтезу

В рослинних угрупованнях повна сонячна радіація дістається тільки верхнім листкам найбільш високорослих рослин, а в глибинах ценозу рослини знаходяться в умовах затінення – світла поступає лише 5 – 10%.

З точки зору оптики – рослина являє собою непрозоре тіло, яке частково поглинає сонячну радіацію, частково відбиває і поглинає її. Основний орган рослини, що сприймає радіацію – це зелений листок і від його оптичних властивостей в значній мірі залежить енергопостачання рослини (рис. 6).

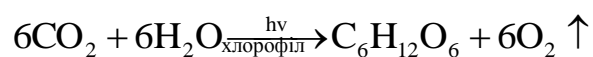
У діапазоні видимого світла листок має 2 максимуми поглинання: в області оранжево-червоних променів з довжиною хвилі 660-680 нм і синьо-фіолетових з довжиною хвилі 460-490 нм. Їх положення є стабільним, і з цієї точки зору можна

сказати про зелений листок як універсальне пристосування до поглинання сонячної енергії. А чому листок зелений? А тому, що в рослинах переважає пігмент хлорофіл, зелений колір якого зумовлений поглинанням червоних і фіолетових променів з довжиною хвилі 630-660 нм та відбиванням зелених.

Хлорофіл складається із двох дуже подібних речовин : хлорофіл «а», що має хімічну формулу $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ і хлорофіл «б» з хімічним складом $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Хлорофіл «а» має дещо синюватий колір, а хлорофіл «б» з жовтуватим відтінком.

Багатьма дослідженнями встановлено, що в хлоропластах зелених рослин вміст хлорофілу «а» завжди вищий ніж хлорофілу «б», тому вважають що хлорофіл «а» є основним засвоювачем сонячної енергії. Спектри поглинання хлорофілів значно відрізняються між собою: хлорофіл «а» в основному вбирає червоні промені, а хлорофіл «б» - синьо-фіолетові. Крім хлорофілів у пластидах зелених рослин є ще й інші пігменти, які є додатковими збирачами світла. Як правило, їх називають жовтими пігментами. Це фікоеретрини, ксантофіли, фікоціани, фукоксантини, каротиноїди.

Процес поглинання і засвоєння світла зеленим листком досконало вивчав видатний фізіолог рослин К.А. Тимирязєв, який головним вбирачем світла вважав хлорофіл та інші пігменти, що виконують допоміжну функцію. Що стосується засвоєння світла, то К.А. Тимирязєв під цим поняттям розумів перетворення променистої енергії Сонця у потенційну енергію, в запас роботи, яка здійснюється у рослині при розкладі вуглекислоти і води і здійснюється синтез органічних речовин. Цей процес 1877 року вперше назвали процесом фотосинтезу, який виражають сумарним рівнянням:



Фотосинтез, як процес життєдіяльності зелених рослин, лежить в основі всього життя на нашій планеті і є єдиним процесом в біосфері, пов'язаним із накопиченням енергії від зовнішнього джерела – Сонця. Це є однією з найважливіших ланок біологічного кругообігу речовин. Характер виділення та

поглинання вуглекислого газу рослиною залежно від інтенсивності світла наведено на рис. 7.



Рис. 7. Світлова крива фотосинтезу:
1 – темнове дихання;
2 – компенсаційна точка;
3 – світлове насичення фотосинтезу.

Зелений листок у середньому поглинає 75% падаючої на його поверхню енергії Сонця, але коефіцієнт використання цієї енергії безпосередньо для фотосинтезу – незначний. За даними А.А. Ничипоровича (1954) в природних умовах при інтенсивному освітленні на фотосинтез використовується 1 – 2%, а при низькому освітленні – до 10% променистої енергії Сонця. Решта 90 – 99% ввібраної зеленим листком сонячної енергії переходить у теплову енергію і витрачається на транспірацію води та інші фізіологічні і біохімічні процеси, що проходять в рослині.

Отже, рушійною силою фотосинтезу є поглинута листками енергія сонячної радіації. На процес фотосинтезу впливають також температурні умови – нижня межа, при якій можливий фотосинтез – біля 5°C, найбільш сприятливою вважають температуру 25°C (рис. 8).

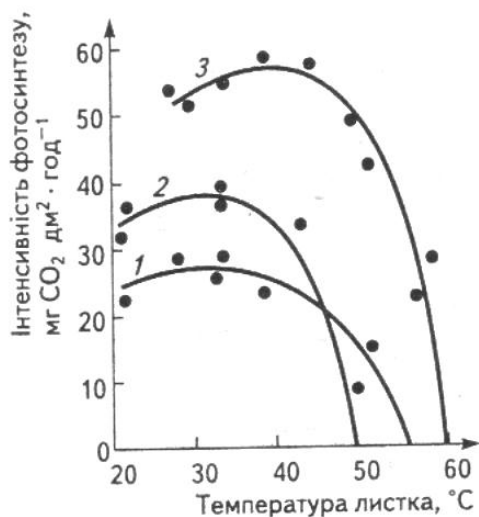


Рис. 8. Вплив температури на інтенсивність фотосинтезу у різних рослин:
1 – бавовник; 2 – соняшник; 3 – сорго.

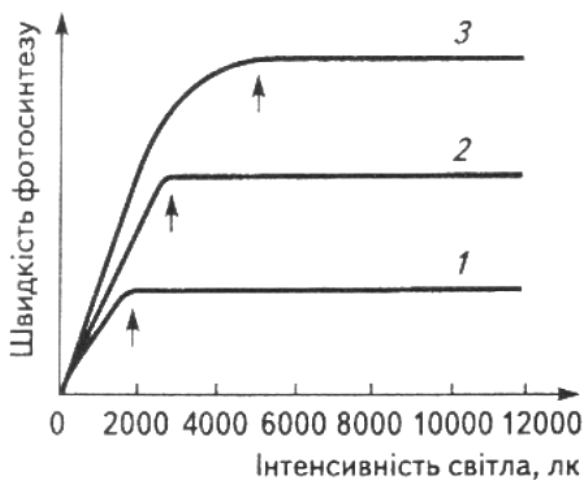
Надзвичайно важливим фактором є вода, тому що умови водного режиму в значній мірі впливають на структуру хлоропластів, біосинтез і вміст пігментів у листках, утворення листкової поверхні.

В умовах дефіциту вологи у ґрунті на посівах озимої пшениці коефіцієнт поглинання ФАР зменшується в 1,5 – 2 рази. Максимальне поглинання енергії ФАР пов'язане із кількістю внесених добрив і співвідношенням N:P:K. Збалансоване мінеральне живлення підвищує поглинання і перетворення енергії Сонця, в свою чергу світловий режим у посівах сприяє підвищенню ефективності дії мінеральних елементів. У загущених посівах рослини самозатіняють одна одну і інтенсивність їх освітлення незначна, що часто є причиною зниження урожаю.

Численними дослідженнями встановлено, що вміст 0,03% вуглекислоти, яка є в нашій атмосфері, є мінімальним для процесу фотосинтезу і її збільшення завжди приводить до підвищення інтенсивності фотосинтезу. Концентрація вуглекислоти в повітрі 0,02 – 0,03% є найбільш ефективною для овочевих культур (рис. 9).

Рис. 9. Вплив концентрації CO_2 на інтенсивність фотосинтезу:

- 1 – 0,03% CO_2 ;
- 2 – 0,06% CO_2 ;
- 3 – 0,13% CO_2



Отже, в процесі фотосинтезу в рослинах утворюються і накопичуються органічні речовини, фотосинтез визначає рівень урожайності сільськогосподарських культур. Але кількість органічної речовини залежить не тільки від інтенсивності фотосинтезу, а й від процесу дихання рослин. Якщо в рослині процес фотосинтезу і дихання врівноважуються, то це буде компенсаційна точка, що означає скільки органічних речовин утворилося, стільки їх і витратилося в процесі дихання, немає ні збільшення, ні зменшення маси. У

таких умовах атмосфера не збагачується ні киснем, ні CO_2 і органічні речовини не накопичуються.

Важливим компонентом підвищення продуктивності фотосинтезу є збільшення до певних розмірів площі листової поверхні, що зумовлено кількістю енергії, яку поглинають хлоропласти. Доведено, що величина урожаю у певній мірі залежить від оптимальної структури посіву. Структурою посіву (архітектоніка) називають побудову сукупності рослин, яка складається на полі, характеризується певними морфологічними ознаками і фізіологічними функціями. А оптимальна структура – це такий посів, який має високий коефіцієнт корисної дії фотосинтезу і забезпечує максимальний біологічний і господарський урожай.

Підвищення фотосинтетичної продуктивності рослин при безперервному забезпеченні рослин водою і поживними речовинами забезпечують найбільш цілеспрямованим розміщенням рослин на площі, для того, щоб вони найкраще освітлювалися сонячними променями. Тому в практиці сільського господарства є різні способи розміщення рослин на площі. Для кращого освітлення рослин і засвоєння сонячної радіації рядки розміщують не зі сходу на захід, а з північного сходу на південний захід. Оптимальна інтенсивність освітлення – необхідна умова високого фотосинтетичного потенціалу. Крім освітлення, на продуктивність рослин впливають такі фактори, як температура, волога, живлення.

Отже, світло є одним із найважливіших факторів у житті зеленої рослини, бо саме воно є джерелом енергії в процесі фотосинтезу, впливає на ріст, розвиток рослин, форму квіткування та плодоношення.

За словами К.А. Тимірязєва вся земна поверхня повинна бути вкрита зеленим килимом листя, бо якщо сонячний промінь впаде на голу землю, то енергія пропаде безслідно.

Контрольні запитання

1. Роль світла як абіотичного фактору для рослин.
2. Поняття про сонячну радіацію.
3. Вплив різної довжини хвилі світла на живі організми.
4. Яка кількість сонячної радіації проходить крізь атмосферу, яка відбивається в космос і яка досягає Землі.
5. Екологічне значення ФАР.
6. Напишіть рівняння фотосинтезу та поясніть цей процес.
7. Екологічне значення абіотичних факторів у процесі фотосинтезу.
8. Поясніть будову листка як основного органа фотосинтезу.
9. Роль пігментів у процесі фотосинтезу.

Лекція 8. Світло та його екологічне значення в житті рослин

8.1. Типи рослин за відношенням до світла.

8.2. Пристосування рослин до світлового режиму.

8.3. Сезонні адаптації рослин до світлового режиму.

8.4. Ознаки тіневитривалості рослин .

У рослин в процесі природного відбору виникли численні пристосування, які дають їм змогу жити у різних умовах освітлення. Спостерігаючи рослини у природі, легко переконатися, що одні види рослин ростуть тільки на відкритих місцях, добре освітлених, інші надають перевагу затіненим, треті добре ростуть і на світлі і в тіні.

Тому за відношенням до світла рослини ділять на три групи:

1 – світлочутливі або геліофіти. Ці рослини можуть нормально розвиватись лише при достатньо яскравому світлі. Прикладом можуть служити лучні трави – райграс високий, тимофіївка лучна; рослини степів – ковила, перекотиполе; пустель – верблюжа колючка, саксаул, кактуси. З лісових рослин – це дерева першого ярусу та трави – ефемери і ефемероїди, які розвиваються до розпускання листя дерев та чагарників. У світлочутливих рослин екологічний оптимум знаходиться в області повного освітлення. Це рослини відкритих освітлених місцезростань або дуже добре освітлених екологічних ніш, полів, пустирів;

2 – тіневибагливі або сціофіти (аспідістра, кропива дводомна, копитняк європейський) – це рослини, які не витримують інтенсивного освітлення. До цієї групи належать рослини досить затінених місцезростань. При яскравому освітленні, особливо в умовах конкуренції з іншими видами, вони жити не можуть. Затінення – це в основному результат «перехвату» світла більш високорослими рослинами. Тому тінелюби – це нижні затінені яруси складних рослинних угруповань. Це багато кімнатних та оранжерейних рослин;

3 – тіневитривалі – рослини помірних зон. Це лісові та лучні трави: тонконіг лучний, костриця червона, суниці лісові, а серед дерев – липа, черемха, горобина, смерека та інші. Ці рослини мають широку екологічну амплітуду по відношенню до світла. Вони краще ростуть і розвиваються при повному освітленні, але добре

адаптуються до слабкого світла. Показник тіневитривалості рослин – компенсаційна точка, при якій настає рівновага між фотосинтезом і диханням, тобто усі вуглеводи, утворені в процесі фотосинтезу витрачаються на дихання і рослина гине.

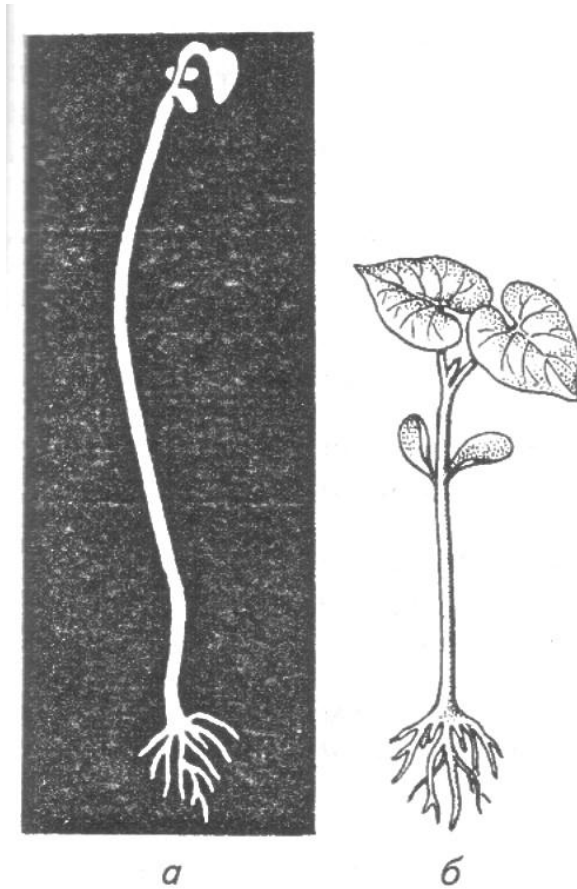


Рис. 10. Рослини, що вирощені за різних умов освітлення: а –темрява; б – світло.

Отже, різноманіття світлових умов, при яких живуть рослини на нашій планеті, досить різне – від сильно освітлених місцезростань (високогір'я, степи, пустелі) і аж до печерних сутінків та водних глибин (рис. 10).

Відповідно до умов місцезростання у рослин виробилися пристосування до тих чи інших умов освітлення. Перш за все рослини пристосовуються до якомога більшого поглинання сонячної енергії шляхом збільшення листкової поверхні. В оптимальних умовах площа листків сільськогосподарських рослин може складати 30 – 50 тис. м² на 1 гектар посіву, тобто на 1 га площа листків може складати 3-5 і більше гектарів.

Відношення площі усіх листків фітоценозу до площі території, яку займає фітоценоз, називається індексом листкової поверхні (ІЛП). Оптимальною

листковою поверхнею є така поверхня, яка сприяє найповнішому поглинанню ФАР, що проходить через все листяне покриття фітоценозу.

Отже, ІЛП – це важливий показник продуктивності рослин. В умовах недостатнього освітлення і низького рівня агротехніки урожай лімітується низьким показником ІЛП (1,0 – 1,5).

Урожайність підвищується до величини ІЛП 3-5 (І.А. Тарчевський). Дальше збільшення ІЛП може зменшувати урожайність через затінення рослин.

Зелені рослини пристосовуються до більшого поглинання сонячної енергії шляхом орієнтації листків по відношенню до світла. У рослин геліофітів листки розміщені так, щоб зменшити приток радіації у найбільш небезпечні години дня – їх листові пластинки розташовуються вертикально або під великим кутом до горизонтальної поверхні і тоді листки отримують «сковзаючі» промені.



Рис. 11. Трав'янисті компасні рослини:

А – сільфіум плоский; б – латук компасний

(ліворуч – вигляд зі сходу, праворуч – із півдня)

Дуже цікавою є адаптація рослин до послаблення сонячної радіації у так званих «компасних» рослин: листки в них розміщені в одній площині і зорієнтовані з півночі на південь так, що в полудень прихід радіації мінімальний (рис. 11). Це явище характерне для таких рослин, як пижмо звичайне, деревій звичайний, сільфіум плоский, латук компасний. Якщо листки геліофітів часто

відвертаються від надлишку світла, то у тіневитривалих рослин, навпаки, листки направлені так, щоб одержати найбільше світла. Це добре видно у лісі: якщо в густому деревостой є «просвіти» і «вікна», то листки рослин нижчих ярусів спрямовані до цих додаткових джерел світла. А під щільно зімкнутим деревостаном сонячна радіація падає зверху, тому тут переважає горизонтальне розташування листків.

Затінення листків зменшується завдяки «листяній мозаїці» - тут малі листки розташовуються в проміжках між великими листками. Така мозаїка характерна для клена, в'яза, береста, липи. Деякі тіньові рослини здатні до захисних рухів: змінюють положення листових пластинок при попаданні на них сонячних променів. Наприклад, у *Oxalis acetosella* (кисличка) на яскравому сонячному відблиску листки складаються так, що їх дольки займають вертикальне положення.

Є ряд адаптацій і в будові листка, як основного сприймача сонячної радіації. У багатьох геліофітів поверхня листка має особливості, що здатні відбивати сонячні промені. Наприклад, у лавра благородного і магнолії дуже блискуча, ніби лакована, поверхня (вкрита кутикулою); може бути світлий восковий наліт – як у кактусів, молочаїв, товстолистяних.

Змінюється і внутрішня будова листової пластинки. Ступінь розвитку тканин мезофілу листка залежить від умов освітлення. У багатьох рослин (наприклад злакових) листки освітлюються сонцем рівномірно з обох боків. Мезофіл таких листків однорідний – стовпчаста тканина або просто хлоренхіма.

У таких світлочутливих рослин, як береза, модрина, біла акація, досить добре розвивається стовпчаста тканина, яка розташована в декілька рядів. Її клітини менші за розмірами порівняно з тіневитривалими рослинами, але кількість прорихів на одиницю площі значно більша і тому вуглекислий газ тут швидко попадає в середину листка. Епідерміс утворює сочевицеподібні вирости і сосочки, які концентрують світло. Вміст хлорофілу у таких листках більший і хлоропласти також більші порівняно з світлочутливими. Відомо, що чим більше хлоропластів, тим краще відбувається поглинання і засвоєння сонячної радіації. Наприклад,

загальна поверхня хлоропластів одного листка бука в 200 разів перевищує площу листка.

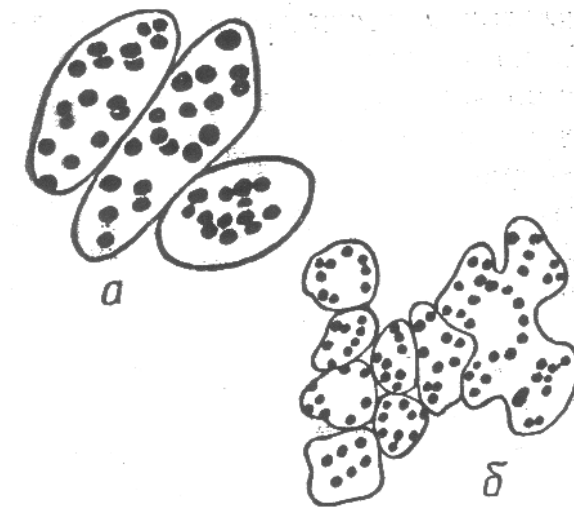


Рис. 12. Хлоропласти тіньових (а) та світлових (б) рослин.

Значна різниця тіньових і світлових листків виявлена на рівні пластидного апарату. В умовах сильного освітлення число хлоропластів на одиницю площі листка в декілька разів більше, ніж у затінених рослин. У світлових рослин «густота наповнення» клітин хлоропластами значно більша, ніж у тіньових. Хлоропласти геліофітів дрібні і світлі (з малим вмістом хлорофілу), а у тіньових рослин – великі і темні (рис. 12). Це сприяє кращому проникненню світла в асиміляційну тканину листка, тобто кращому освітленню кожного хлоропласта. Досить цікавим пристосуванням до освітлення є рух хлоропластів – при сильному освітленні хлоропласти у клітині займають пристінне положення і стають «ребром» до напрямку сонячних променів, а при слабкому освітленні вони розташовані дифузно або в нижній частині клітини.

Довжина дня має певний вплив на розвиток рослин і це явище називають фотоперіодизм. Фотоперіодизм був відкритий 1920 р. американськими фізіологами В. Гарнером та Н. Аллардом. За реакцією на довжину дня рослини поділили на дві основні групи:

- рослини довгого дня
- рослини короткого дня (рис. 13).

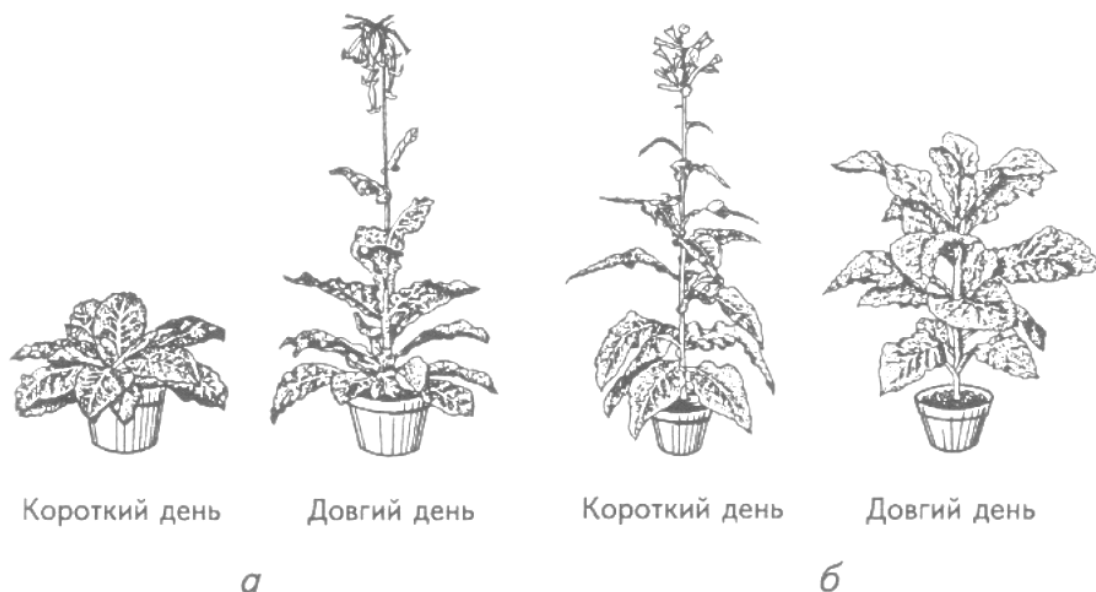


Рис. 13. Вплив довжини дня на рослини
довгого (а) і короткого (б) дня.

До рослин довгого дня відносяться ті, що цвітуть і плодоносять при довжині дня більше 12 годин – озимі і ярі злаки: пшениця, жито, ячмінь, овес, усі хрестоцвіті, капуста, редька, гірчиця, усі макові, горох, квасоля, соняшник, картопля, цукровий буряк, льон і інші. Редиску сіють рано весною, а якщо пізніше, то вона утворює квіти, а не коренеплід.

У групу рослин короткого дня входять ті рослини, які прискорюють своє цвітіння при скороченні денного освітлення – менше 12 год. До цієї групи відноситься суданська трава, кукурудза, усі гарбузові, соя, бавовник, багато сортів тютюну, хміль, батат, червоний перець, айстри, залізняк.

Є рослини фотоперіодично нейтральні – для них довжина фотоперіоду байдужа. Це томати, кульбаба. Для кожного виду рослин є свій критичний фотоперіод. Наприклад, хризантема, рослина довгого дня, зацвітає при 14 год. 40 хв., а при 13 год. 50 хв. бутони не утворюються.

Отже, знаючи світлові особливості місцевості і потреби рослин в інтенсивності освітлення можна створювати рослинні угруповання такої густоти, при якій продуктивність рослин буде найбільша. Це ж саме характерне для багатьох сортів рису. На острові Тринідад, де нафтові компанії спалювали гази у факелах, на одному із рисових полів, освітлених таким факелом, рослини довго залишались вегетуючими. Власник поля подав скаргу і при її перевірці виявилось, що світло

від факела на відстані 274 м від поля викликало фотоперіодичну затримку цвітіння.

Існують ще і сезонні адаптації рослин до світлового режиму.

У тих місцях, де затінення не є постійним, а діє в якийсь певний відрізок вегетаційного періоду, у рослин існує така організація життєвих процесів в часі, при якому основний період вегетації не співпадає з періодом сильного затінення. Яскравим прикладом таких сезонних адаптацій є трав'янисті рослини листопадних лісів. Тут незначний світлий весняний період до розпускання бруньок на деревах змінюється глибоким і тривалим літнім затемненням, а восени після листопаду настає знову просвітлення. Весняна екологічна ніша використовується світлочутливими ефемероїдами – багаторічними трав'янистими рослинами з коротким періодом вегетації (декілька тижнів) і тривалим спокоєм. Це проліска (*Scilla*), ряст (*Corydalis*), гусяча цибулька (*Cagea lutea*), анемона жовтецева (*Anemone ranunculoides*) та інші. Вони ростуть і починають цвісти зразу ж після танення снігу і до розпускання листків у лісі встигають закінчити свій період вегетації. У період глибокого затінення ці рослини перебувають у стані літнього спокою.

Інший тип сезонної адаптації відмічений у рослин довговегетуючих видів, сезонний розвиток яких починається ще весною і закінчується пізно восени – яглиця, копитняк, маренка запашна, медунка неясна та інші. Вивчення їх сезонної динаміки фотосинтезу показує, що основна фотосинтетична діяльність припадає на кінець весни – початок літа, коли під покривом лісу багато сонячного світла. За цей короткий період рослини встигають створити необхідну кількість поживних речовин для забезпечення процесів життєдіяльності. І дійсно, такі рослини як медунка, зірочник, копитняк, маренка цілком тіньовитривалі і займають у лісах затінені місцезростання.

Визначення ступеня тіньовитривалості рослин має велике практичне значення.

При створенні стійких багатовидових фітоценозів у нижніх ярусах розташовують рослини стійкі до затінення верхніми ярусами. Дуже важливим є підбір тіньовитривалих рослин для озеленення (північний бік будинку, затемнені вулиці).

Визначають тіневитривалість рослин рядом зовнішніх ознак: співвідношення висоти дерева до його товщини, більш тіневитривалі породи дерев здатні рости у густих насадженнях і тягнуться вгору до світла, а світлочутливі ростуть рідше і мають меншу висоту при однаковому діаметрі ствола. Структура крони дерева світлочутливих порід ажурна, слабо облиствлена; у тіневитривалих – густа.

Молоді рослини більш витривалі за відношенням до світла, ніж дорослі. Підріст деревних порід під покривом лісу легше переносить сильне затінення і низьке освітлення, ніж дорослі дерева того ж виду. Якби цього не було, то було б неможливе безперервне існування виду, бо сходи, проростки і молоді дерева не змогли б розвиватись в умовах затінення дорослими рослинами.

Варто підкреслити, що для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур необхідно так регулювати густоту їх насадження, щоб кожна рослина була в умовах оптимального освітлення. Особливо велика роль світла в лісі. До цього часу застосовують суцільні рубки лісу, після яких самосів таких порід як бук, ялина, ялиця – гине. Варто проводити вибіркові рубки і таким шляхом створювати оптимальні умови для природного відновлення рослин.

Тому, знаючи світлові особливості даної місцевості і потреби рослин в інтенсивності освітлення можна створювати рослинні угруповання такої оптимальної густоти, при якій продуктивність рослин буде найбільша.

Отже, за вимогою до світла рослини поділяються на геліофіти, сціофіти та тіневитривалі. Залежно від умов місцезростання рослини виробили низку пристосувань до тих чи інших умов освітлення. Серед них орієнтація листків до світла, компасність, листкова мозаїка, величина та розташування хлоропластів та інші.

Тривалість світлового дня впливає на розвиток рослин і за цим показником їх поділили на рослини довгого дня і рослини короткого дня, коли денне освітлення триває менше 12 годин. Таким чином, знаючи світлові особливості місцевості і вимоги рослин до освітлення, можна створювати умови, при яких продуктивність рослин буде найвища.

Контрольні запитання

1. Дайте характеристику світлочутливих, тіневибагливих та тіневитривалих рослин.
2. Що таке індекс листкової поверхні.
3. Що таке компенсаційна точка.
4. Адаптація рослин до світлового режиму.
5. В чому полягає різниця будови листків тіневитривалих і світлочутливих листків.
6. Поясніть термін “фотоперіодизм”.
7. Суть сезонних адаптацій рослин до світлового режиму.
8. Поясніть чому проросток рослини в умовах затінення росте інтенсивніше, ніж на світлі.
9. Як пояснити більш темний колір листя тіньових листків порівняно із світлішим кольором рослин-геліофітів.

Лекція 9. Температура як екологічний фактор

9.1. Характеристика тепла як екологічного фактору.

9.2. Температура рослин.

9.3. Роль тепла в поширенні рослин.

Необхідність тепла у житті рослин в першу чергу зумовлена тим, що процеси життєдіяльності рослин можливі при певному тепловому фоні, який визначається кількістю тепла і тривалістю його дії. Головним регулятором обміну речовин у живих організмах є ферментні системи, які працюють у вузькому діапазоні температурного режиму. Різні групи рослин за відношенням до температури мають ферментні системи, що активують процеси обміну речовин у відповідних умовах температурного режиму. Якщо температура зовнішнього середовища нижча, або вища тієї, що потрібна для даних ферментних систем, то обмін речовин припиняється, або функція синтезу замінюється функцією розкладу, рослина спочатку припиняє свій ріст, а при тривалій дії такої температури гине.

Швидкість росту рослин залежно від рівня температури повітря показана на рис. 14.

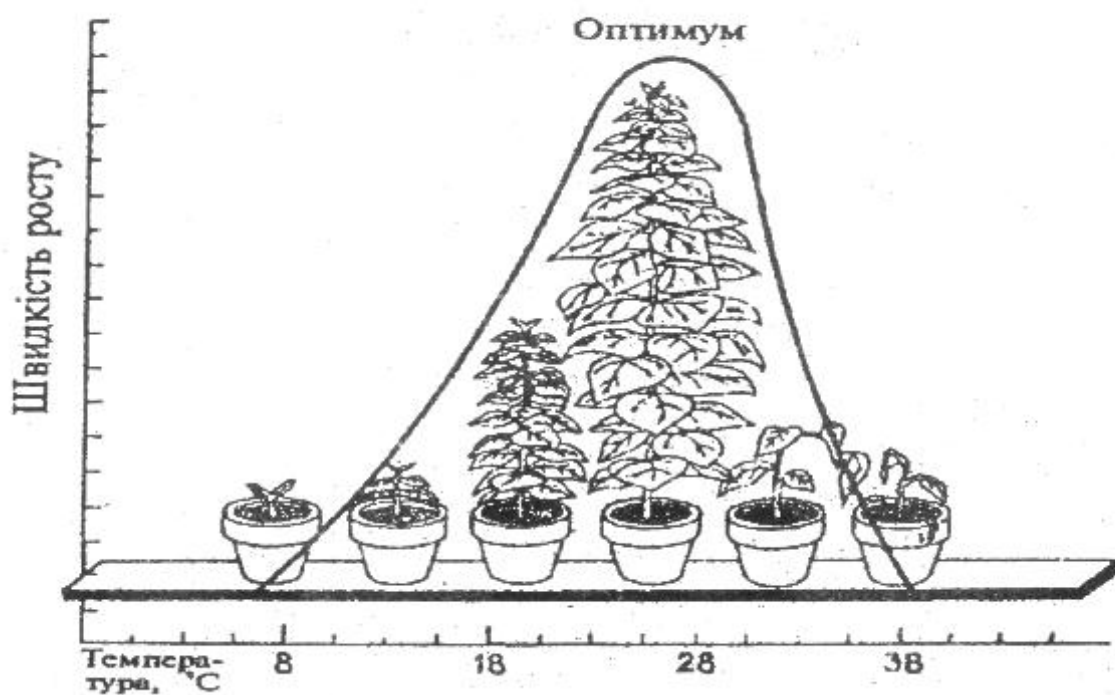


Рис. 14. Відношення рослини до температури.

Різноманіття теплових умов на Землі зумовлює географічне поширення рослин. В якості екологічного фактору, тепло характеризується як температурою навколишнього середовища, так і самих організмів. Найбільш поширена стоградусна шкала Цельсія (в американських роботах використовується шкала Фаренгейта).

Загальне поняття про забезпечення того чи іншого району теплом дають такі загально кліматичні показники, як середньорічна температура для даної місцевості, абсолютний максимум і абсолютний мінімум (тобто найбільш висока і найбільш низька температура, зареєстрована в даному районі), середня температура найтеплішого місяця (в північній півкулі – це липень, в південній – січень, на островах і прибережних районах – серпень і лютий), середня температура найхолоднішого місяця (відповідно січень, липень, лютий і серпень). Для характеристики теплових умов життя рослин важливо знати не тільки загальну кількість тепла, а й його розподіл у часі, від якого залежить тривалість вегетаційного періоду. Річну динаміку тепла показує хід середньомісячних (і середньодобових) температур – різний на різних широтах і при різних типах клімату, а також динаміка максимальних і мінімальних температур. Межі вегетаційного періоду визначаються тривалістю безморозного періоду, ймовірністю настання весняних і осінніх заморозків.

У сучасній екологічній і сільськогосподарській кліматології по забезпеченню рослин теплом розрізняють чотири термічні пояси:

1. Тропічний пояс. Температура не буває нижче 0°C . Середня температура найхолоднішого місяця $15 - 20^{\circ}\text{C}$. Річний хід температури вирівняний, амплітуда не перевищує 5°C . Вегетація цілорічна.
2. Субтропічний пояс. Температура найхолоднішого місяця вища 4°C , найтеплішого – вища 20°C . Мінімальні температури нижче 0°C є не кожний рік. Можливі короточасні морози до -15°C . Стійкий сніговий покрив зимою відсутній. Для сільськогосподарських культур є два вегетаційних періоди – літній і зимовий.
3. Помірний пояс. Добре виражений літній вегетаційний сезон і тривалий період зимового спокою рослин. Середня тривалість безморозного

періоду 170 – 180 днів. Зимою стійкий сніговий покрив. Заморозки весною і восени.

4. Холодні пояси. Заморозки можливі протягом усього вегетаційного періоду, тривалість якого 1,5 – 2 місяці.

Для оцінки кількості тепла, яке отримує рослина за весь період вегетації, або його окремих відрізків, в екологічній і сільськогосподарській кліматології існує показник «сума температур» або «сума ефективних температур» за певний період.

Для його підрахунку додають щоденні перевищення середньодобової температури повітря t° над певною умовною величиною t_n° . Ця величина відповідає нижньому температурному порогу вегетації. Поріг вегетації для холодостійких видів умовно приймають 5°C , для більшості культур помірної зони 10°C , для теплолюбивих культур 15°C . Вважають, що для природної рослинності помірних широт порогова температура початку весняної вегетації складає 5°C . За сумою температур, потрібною рослинам за весь період вегетації, чітко розрізняються теплочутливі культури: для ячменю потрібна сума температур $1600 - 1900^{\circ}\text{C}$, для бавовнику $2000 - 3000^{\circ}\text{C}$, для рису $3500 - 4000^{\circ}\text{C}$.

Суму ефективних температур можна розрахувати за формулою

$$\sum = (T - C) \cdot t ,$$

де T – температура навколишнього середовища,

C – температура порогу розвитку,

t – кількість днів, коли температура більша за температуру порогу розвитку.

В кожному типі рослинності складається свій річний, місячний і добовий радіаційний баланс, який визначає розподіл температур в ґрунті і приземних шарах повітря. Радіаційний баланс – це кількість доходу і витрати променевої енергії, яку поглинає і випромінює підстилаюча поверхня, атмосфера або система – земна поверхня – атмосфера за різні проміжки часу. Радіаційний баланс може бути позитивним, якщо дохід тепла до підстилаючої поверхні перевищує витрати, або негативним, коли витрати тепла більші, ніж прихід. На Землі крім центральної Антарктиди, річні суми балансу позитивні.

Величина радіаційного балансу залежить від суми прямої і розсіяної радіації, ефективного випромінювання, від умов зволоження, хмарності і інше.

Отже, процес трансформації тепла Сонця, що досягає Землі, дуже складний, причому, якщо у високих шарах атмосфери різниці температур швидко вирівнюються, то в приземному шарі повітря контрасти температур можуть тривати довго. Ці різниці в температурах зумовлені формами рельєфу, типами ґрунтів і рослинністю, захистом від вітру і іншими факторами. У негативних формах рельєфу, у замкнених котловинах накопичується більш важке холодне повітря, яке опускається з підвищених ділянок рельєфу. У таких випадках утворюються стійкі ділянки холодного повітря, температурний режим яких не відповідає загальним кліматичним умовам місцевості.

Температурні умови приземного шару повітря визначаються теплом, яке ввібране поверхнею ґрунту. Влітку він місцями нагрівається до 60 і навіть до 80°C. Частина цього тепла внаслідок теплопровідності ґрунту переходить у більш глибокі шари, частина використовується на нагрівання приземного шару повітря.

Поруч з тепловими характеристиками навколишнього середовища слід знати і температуру самих рослин та її зміни, бо саме температура тіла рослин є фоном для фізіологічних процесів її життєдіяльності. Температура рослин – показник непостійний. Через турбулентні потоки і безперервні зміни температури повітря, дію вітру й інше, температура рослин змінюється від сотих долей і до градусів із частотою в декілька секунд. Тому під терміном «температура рослин» розуміють більш-менш узагальнену і умовну величину, що характеризує загальний рівень нагрівання. Рослини не мають власної стабільної температури тіла, вона визначається тепловим балансом, який залежить від умов навколишнього середовища. Як правило, температура рослини відрізняється від температури повітря. Можливі такі ситуації:

- 1- температура рослини вища за температуру навколишнього середовища (супратемпературні рослини);
- 2- нижча її (субтемпературні рослини);
- 3- рівна або дуже близька до неї.

Перша ситуація зустрічається дуже часто у масивних органів рослини, особливо в жарких місцезростаннях і при слабкій транспірації. Це стебла кактусів, потовщені листки молочаїв, агав, молодила. Наприклад, при температурі повітря 40-45°C пустельні кактуси нагріваються до 55-60°C. Дуже нагріваються сонцем соковиті плоди – помідори і кавуни на 10-15°C тепліші від повітря. Своєрідний температурний режим таких масивних утворень, як стволи дерев. В поодиноких і безлистих дерев температура стовбура вища, ніж навколо дерева. Температура камбію з південного боку дерева на 10-15°C вища, ніж з північного боку.

Зниження температури рослин порівняно з температурою навколишнього повітря частіше зустрічається в сильно освітлених і прогрітих місцезростаннях (степях, пустелях), де листкова поверхня рослин сильно редукована, а посилена транспірація сприяє зменшенню тепла і попереджає перегрів рослини.

Випадки, коли температура тіла рослини співпадає з температурою повітря, зустрічаються рідко – в умовах сильної транспірації і незначного притоку радіації (у похмуру погоду, при дощах). В цілому вважають, що однакова температура тіла рослини і повітря – це виключення, а неспівпадання температур – це правило. Розрізняють різні екологічні групи рослин відносно до температури.

У рослин термофільних або мегатермних (теплочутливих) оптимум знаходиться в області підвищених температур. Це рослини тропічного і субтропічного клімату, а в помірному поясі це рослини дуже прогрітих місцезростань.

Для криофільних або мікротермних (холодостійких) рослин оптимальними є низькі температури. Це рослини, які зростають в полярних і високогірних районах, або займають холодні екологічні ніші.

Інколи виділяють проміжну групу мезотермних рослин. Мінімальні і максимальні температури, при яких ще можлива життєдіяльність рослин, характеризують виносливість рослин до крайніх або екстремальних температур – холодостійкості і жаростійкості.

Тепло відіграє важливу роль в поширенні видів рослин на земній поверхні. Північні границі поширення багатьох видів рослин помірних і теплих зон в основному зумовлені зменшенням до полюсів тепла. Безпосередня причина, від

якої залежить північна межа розселення рослин теплочутливих – тривалість зими з низькими температурами, а також короткий і холодний вегетаційний період. Відомо, що рослини тропіків не можуть витримувати навіть незначної зміни температурного режиму.

Протилежне відношення до тепла рослин, які ростуть на півночі і витримують дуже низькі температури. Багато із них, особливо нижчі рослини, взагалі не мають меж свого розселення, бо живуть у різних широтах. Навіть на дні Північного льодовитого океану на глибині 3400 м були знайдені екологічні ніші бактерій і дріжджових грибів. Пристосування нижчих рослин до низьких температур безмежне. Особливо це анабіоз. Відомо, що бактерії виходять з цього стану і можуть «повертатися до життя» через десятки і сотні років.

Рослини різних широт неоднаково реагують на перемінні температури. В міру просування від тропіків збільшується різниця температур, виділяються теплі і холодні пори року, сильно коливаються місячні і добові температури, тобто клімат стає періодичним. До цієї періодичності певним способом пристосовуються і рослини.

Для проходження повного циклу розвитку, рослинам північних і помірних широт в окремі періоди життя потрібні як високі, так і низькі температури. Насіння багатьох рослин помірних широт проростає при температурі 0-1°C, а його сходи появляються при температурі 2-3°C.

В цілому для проростання насіння рослин помірних і північних широт, як правило, потрібні більш понижені температури, ніж для їх росту і цвітіння, а для дозрівання насіння – більш понижені температури, ніж для цвітіння. Для проростання насіння тропічних рослин потрібна висока температура. Насіння Вікторії регії, що росте в басейні річки Амазонки (Південна Америка) вимагає температури в 30°C, а насіння цукрових буряків проростає при +1°C.

Такий важливий фізіологічний процес, як фотосинтез, також пристосований до теплового режиму окремих кліматичних зон. Рослини різних широт мають свій верхній і нижній температурні пороги і свій оптимум фотосинтезу. Для таких рослин, як сосна і ялина нижня межа фотосинтезу від -0,5°C до -15°C. В рослин помірних широт фотосинтез проходить при температурах нижче 0°C, а в

тропічних рослин фотосинтез припиняється уже при температурі від 4 до 8°C. Оптимальною температурою для фотосинтезу рослин помірних широт є 25–30°C.

Отже, тепло відіграє значну роль в поширенні рослин на земній поверхні. Всі фізіологічні та біохімічні процеси відбуваються у рослині в певних температурних межах. Нормальне функціонування рослинного організму можливе за певного температурного режиму, що визначається кількістю тепла і тривалістю його дії.

Контрольні запитання

1. Яке значення тепла для життєдіяльності рослин.
2. Що таке сума ефективних температур та як її розрахувати.
3. Які можливі ситуації температури тіла рослин.
4. Роль тепла в поширенні рослин на земній поверхні.
5. Наведіть характеристику термічних поясів по забезпеченню рослин теплом.

Лекція 10. Вплив температури на процеси життєдіяльності рослин

10.1. Рослини і висока температура.

10.2. Вплив холоду на рослини і пристосування до нього.

10.3. Сезонні адаптації до перенесення холодного періоду.

Більшість рослин пристосована до активного життя при температурі вище 0°C і до 45°C (мінімум і максимум). При температурі 50°C відбувається незворотна коагуляція цитоплазми і рослина гине.

Проте у відкритих місцезростаннях з сильною інсоляцією і високими температурами наземні частини рослин можуть нагріватися до $45 - 60^{\circ}\text{C}$. Найвища температура, при якій знайдені живі синьозелені водорості досягає $+85^{\circ}\text{C}$, бактерії – $+88^{\circ}\text{C}$. Цікаво, що водорість *Oscillatoria* живе на острові Ява у воді з температурою $+64^{\circ}\text{C}$, а у воді з температурою $+68^{\circ}\text{C}$ гине через 5-10 хвилин. Дія екстремальних високих температур має ряд небезпек для рослин: дуже сильне зневоднення і висушування, опіки, руйнування хлорофілу, незворотні реакції розладу дихання і інших фізіологічних процесів, а також теплова денатурація білків, коагуляція цитоплазми та її відмирання. Перегрів ґрунту приводить до пошкодження і відмирання поверхнево розміщених коренів, до опіків кореневої шийки. Відомо, коли рослина підлягає дії високих температур, вище оптимальних, то рано чи пізно настане мить, коли всі життєві процеси клітин будуть припинені. Ця мить відома під назвою «теплова кома». На перших етапах теплова кома зворотна, але пізніше вона призводить до загибелі рослини.

П.А. Геккель вважає, що при дії на рослину дуже високих або дуже низьких температур рослина виробляє захисно-пристосовні реакції, в основі яких лежить одна із важливіших властивостей живої матерії – подразнення.

У захисті рослин від впливу високих температур є різні шляхи пристосування або адаптації. Це густе опушення, що надає листкам світлого кольору і посилює їх здатність до відбиття сонячних променів, блискуча поверхня, зменшення поверхні листка, що вбирає радіацію, мозаїка листкових пластинок у злаків. Приблизно ці ж властивості сприяють зменшенню втрат води рослиною. Таким чином комплексна дія екологічних факторів на рослину має своє відображення і в

комплексі адаптацій. Тому важко відрізнити ті риси структури, що слугували б рослині лише тепловим захистом. Проте дуже діяльною фізіологічною адаптацією рослин до перегріву є посилена транспірація (випаровування води рослинами). Транспірація створює автоматичність водяної течії у рослині – з кореневої системи вода поступає у рослину, а через листки випаровується. Без транспірації рослина не буде достатньо забезпечена водою, бо кореневий тиск подає їй дуже незначну кількість води. Таким чином, завдяки транспірації у рослину весь час поступає вода, яка рухаючись по провідних тканинах, охолоджує рослину, знижуючи температуру її тіла. Без транспірації рослини могли б перегрітись і різні фізіологічні і біохімічні процеси не змогли б здійснюватись.

Крім транспірації ряд авторів звертає увагу на високий вміст в жаростійких рослин захисних речовин – слизу, органічних кислот тощо. В адаптації рослин до високих температур беруть участь дуже тонкі механізми на клітинному і субклітинному рівні, особлива властивість структури білкових молекул – поєднання міцності і гнучкості – це дозволяє підтримувати структуру і функціональну активність в крайніх умовах.

Своєрідне фізіологічне пристосування до температури середовища, яка перевищує адаптивні можливості рослин – перехід до анабіозу. І ще одна можливість адаптації рослин до надмірно високих температур – заселення ними тимчасових екологічних ніш, захищених від сильної інсоляції і перегріву. У деяких рослин вся вегетація зміщується на сезон з більш сприятливими тепловими умовами. Такі рослини як веснівка весняна, бурачок умови спеки переносять у стані літнього спокою, або підземних органів у вигляді цибулин, бульб, кореневищ.

Якщо вести мову про вплив холоду на рослини, то варто сказати про той поріг холоду, який здатні витримати рослини у природних умовах. На станції «Восток» у Антарктиді, де відмічена найнижча температура -90°C – рослинність відсутня, а область тайги в Якутії з мінімальною температурою -68°C заселена модринами.

Рослинний покрив обширної території земної поверхні щорічно протягом декількох місяців підлягає дії низьких температур. Крім цього, в деяких районах на рослини можуть впливати тимчасово низькі температури (нічні і ранкові

заморозки). Є місця, де все життя рослин проходить на дуже пониженому температурному фоні (водорості, рослини високогір'я). Недивно, що природний відбір виробив у рослин ряд захисних пристосувань до несприятливої дії холоду.

В чому ж загроза низьких температур для рослин? В тому що при низьких температурах замерзає вода спочатку в міжклітинниках, а потім в клітинах. Утворюються кристалики льоду, які негативно діють на клітину. При цьому порушуються осмотичні властивості клітини, коагулюють колоїдні речовини цитоплазми, що приводить до відмирання клітин.

Розглядаючи роль температури як екологічного фактора впливу на життєдіяльність рослин, можна стверджувати, що тут чітко проявляється дія “закону толерантності” Шелфорда. Рослини здатні вижити лише в діапазоні мінливості даного фактору, який ще називають амплітудою. Як дуже високі (максимальні), так і дуже низькі (мінімальні) значення факторів середовища можуть бути згубними для організму. Порогове значення даного фактору, вище або нижче якого рослина не може існувати, називають критичною точкою. Між критичними значеннями розташована зона екологічної толерантності (рис. 15).



Рис. 15. Стосунки у діапазоні екологічної толерантності

Холодостійкість — це здатність рослин переносити плюсові температури трохи вищі 0°C. Холодостійкість рослин визначається їх здатністю зберігати нормальну структуру цитоплазми, змінювати обмін речовин у період похолодання.

Холодостійкість рослин пояснюють наявністю у клітинному соку розчинених цукрів, які перешкоджають доступу води в клітину. Пізніше виявили, що крім цукрів у загартованих холодом рослин є підвищений вміст зв'язаної води, тобто такої, що добре утримується колоїдами клітини. Саме ці колоїди підвищують морозостійкість рослин. Морозостійкість – це здатність рослин видержувати температуру нижче 0°C. Це процес, а не постійна властивість рослин. Захисна дія цукрів може бути підвищена за рахунок внесення у ґрунт елементів живлення для рослин, покращенням агротехніки. При замерзанні води у клітинах і міжклітинниках цитоплазма стискується кристаликами льоду, які витискують повітря із міжклітинників, тому замерзлі листки стають прозорими, втрачають тургор. Дія льоду стає подібною до зневоднення клітин у посуху.

Здатність до загартування властива не всім рослинам – південні рослини до цього не пристосовані. Максимов довів, що рослини тим чутливіші до морозу, чим більше в їх клітинах води і, навпаки, більш стійкіші, коли у цитоплазмі високий вміст сухих речовин і зв'язаної води. Отже, надмірна вологість ґрунту зменшує морозостійкість рослин.

Дуже багато з питань морозостійкості рослин вивчив учень Максимова Туманов І.І., який доказав, що рослини можуть витримувати сильні морози, якщо вони пройдуть дві стадії загартування. Перша стадія проходить при низьких температурах, але плюсових, ріст рослин при цьому послаблюється, а потім і припиняється; кількість ауксину у клітинах зменшується, дихання слабшає і внаслідок цього накопичуються цукри.

Друга стадія загартування пов'язана з поступовим зниженням мінусових температур і вже після цього загартовані рослини можуть переносити сильні морози. Японський вчений Саакан зумів довести морозостійкість черенків тополі і верби до -195°C шляхом поступового зниження температури протягом трьох діб і потім витримував черенки при температурі -195°C протягом 20 діб. Така температура – це вже катастрофічні випадки для рослин, але і при менших температурах холод несприятливо діє на рослини, бо він тормозить хід основних фізіологічних процесів (ріст, фотосинтез, водообмін, утворення хлорофілу та ін.), знижує енергетичну ефективність дихання, зменшує швидкість розвитку рослин.

Чим довший період холоду, що діє на рослину, тим більша його негативна дія. Можливі механічні пошкодження рослин від морозу: у деревних порід при тривалих і сильних морозах у кірці і навіть у деревині утворюються глибокі тріщини, так звані морозобоїни. Можуть виникати і інші явища, наприклад ущільнення і розтріскування замерзлого ґрунту, що приводить до розриву і механічного пошкодження коренів; утворення льодяної кірки на поверхні ґрунту погіршує аерацію і дихання коренів.

Крім холодостійкості та морозостійкості – здатності рослини витримувати пряму дію низьких температур слід відрізнити поняття «зимостійкість» - здатність переносити несприятливі зимові умови. Інколи до вимерзання рослин відносять такі явища як випрівання рослин, випирання і інші пошкодження, які ніякого відношення до морозостійкості не мають. Випрівання відбувається тому, що під час тривалого перебування під снігом, або льодяною кіркою, викликану різними причинами, розвиток рослин не припиняється, що призводить до виснаження рослин і загибелі, бо дихання інтенсивне, а фотосинтез відсутній. Випирання, так як і випрівання, найчастіше буває на вологих ґрунтах. Воно спостерігається тоді, коли верхній шар ґрунту з рослинами припіднімається внаслідок утворення під ним кристалів льоду. Коли верхній шар ґрунту піднімається, то корені рослин розриваються або витягуються. Весною після танення і висихання ґрунту такі рослини гинуть. Загибель рослин від холоду спостерігається у середніх широтах, де морози нерідко досягають до -40°C і якщо в цей період мало снігу, то озимі посіви вимерзають. Випадки загибелі рослин від холоду бувають і восени, коли раптово настає холод і морози, а рослини ще не зміцніли, не пройшли загартування і не змогли перебудуватися на зимовий стан. Інколи і ранньою весною рослини починають рости, а раптові сильні морози приводять до їх вимерзання.

Якихось чітко спеціальних морфологічних пристосувань, які б захищали від холоду, у рослин немає, швидше можна говорити про захист від усього комплексу несприятливих умов в холодних місцезростаннях, включаючи сильний вітер, посуху і ін.

У рослин холодних областей часто зустрічаються такі захисні морфологічні пристосування як опушення лусочок бруньок, зимове засмолення бруньок у хвойних рослин, потовщений шар вторинної покривної тканини – корку і кірки, товстий шар кутикули, опушення листків. В рослинному світі є цікаві випадки адаптацій, спрямованих на збереження тепла в окремих частинах рослин. Наприклад у високогір'ях Східної Африки і Південної Америки у гігантських розеточних дерев із рядів *Senecio*, *Lobelia* від частих нічних заморозків існує такий захист: вночі листки розетки закриваються і захищають верхівкові точки росту.

Серед морфологічних адаптацій рослин до життя у холодних місцезростаннях важливе значення мають невеликі розміри і особливі форми росту. Висота може досягати декількох сантиметрів, дуже зближені міжвузля, дуже дрібні листки (явище нанізму або карликовості). Наприклад, карликова береза *Betula nana*, карликова верба *Salix polaris*. Як правило, висота цих рослин відповідає глибині снігового покриву, під яким зимують рослини. У цій карликовості форм мабуть значну роль зіграла і нестача мінерального живлення (подавлена активність мікробів) і ослаблення фотосинтезу низькими температурами. Та все ж таки ці форми дають певну перевагу рослинам у пристосуванні до низьких температур: вони розміщуються в пригрунтовій екологічній мікроніші, яка літом найкраще прогрівається, а зимою рослини добре захищені сніговим покривом і одержують додаткове тепло із ґрунту. Інша адаптивність форми росту – перехід від ортотропного (вертикального) до плагіотропного (горизонтального) росту і утворення сланців (постелених форм). Такі форми утворює кедр *Pinus pumilo*, ялівець *Juniperus sibirica*, горобина і інші. Гілки таких сланких форм розпростерті по землі і не піднімаються вище глибини снігового покриву. До числа форм росту, що сприяють виживанню рослин у холодних місцезростаннях належить ще одна своєрідна – подушковидна форма. Ця форма – наслідок посиленого галуження і дуже незначного росту скелетних пагонів. Дрібні листки і квітки розміщені по периферії подушки. Між окремими пагонами збирається мілкозем, пил, дрібні камінці. В результаті такі рослини – подушки утворюють велику компактність і щільність – по них можна ходити, як по твердому ґрунті. Це смілка безстебла,

качим, проломник швейцарський та інші. Менш колючі подушки у *Saxifraga* (каменеломка), *Eurotia* (терескен). Рослини-подушки добре протистоять вітрам, їх поверхня нагрівається майже так, як поверхня ґрунту, а коливання температур всередині комка менш виражені, ніж навколишнього середовища.

Адаптивні зміни форми рослин як захист від холоду – явище обмежене холодними районами. Але дію холоду відчують і рослини помірного клімату. Тому тут є такі фізіологічні способи захисту від холоду – зниження точки замерзання клітинного соку, підвищення концентрацій клітинного соку за рахунок розчинення вуглеводів, підвищення вмісту колоїдно-зв'язаної води. Багато рослин здатні зберігати життєдіяльність у промерзлому стані, є види, які восени замерзають у фазі цвітіння і продовжують цвісти зразу після танення снігу. Це мокрець, стокротки, грицики.

Є зимовий і передвесняний ріст у рослин з завчасною підготовкою до цього. Наприклад, проліска (*Scilla*), шафран (*Corydalis*), гусяча цибулька (*Gagea*) і інші, в яких ще на початку зими починається ріст пагонів із сформованими бутонами. Зимою у них формуються генеративні органи. Як приближається весняна пора, то швидкість їх підземного росту прискорюється і вони в ранньовесняну пору уже цвітуть. Утворення хлорофілу в них починається ще під снігом при 0°C.

У зв'язку з тим, що прихід сонячного тепла у різні пори року в помірних широтах нерівномірний, то для активної життєдіяльності рослин є певний відрізок року – вегетаційний період. У річній динаміці температур є тривалий холодний період, коли активне життя рослин неможливе. Як основна адаптація до такого сезонного ритму кліматичних умов у рослин є фази активні і спокою. Стан спокою у рослин настає з втратою листків восени, відмирання надземних частин багаторічних трав'янистих рослин – це скорочення поверхні для транспірації, а також скорочення втрат запасних поживних речовин на дихання листків. У зимуючих частин рослин зменшується проникність цитоплазми, зменшується швидкість окисно-відновних процесів, дихання, падає вміст ауксинів і інших ростових речовин. Всі ці зміни – пониження інтенсивності обміну речовин. У стані спокою рослини підвищують стійкість до екстремальних умов, значно збільшують холодостійкість. Коли стан спокою закінчується, починається

сокорух і холодостійкість рослин різко падає. Поки рослини у стані спокою, вони не мають ніяких зовнішніх змін, але всередині їх ці зміни є, і те що було на кінець осені, різко відрізняється від стану рослини в кінці зими. Якщо на першому етапі спокою – восени чи на початку зими – поставити в воду зрізану гілку дерева і помістити її в тепло, то бруньки довгий час не розвиваються, або й зовсім не розвиваються. Ця фаза має назву глибокого або органічного спокою. А починаючи з середини або кінця січня рослини реагують на дію тепла – бруньки розпускаються на 2 – 5 день, отже рослини уже готові до відновлення свого розвитку. Але осінній період з його нестійким температурним режимом небезпечний для рослин тим, що короткочасне потепління може стати поштовхом до відновлення розвитку рослин, а в наступні зимові місяці такі рослини гинуть. Адаптивна суть глибокого спокою якраз і полягає в захисті проти можливих осінніх провокацій несвоєчасного розвитку рослин.

Підготовка рослин до стану зимового спокою проходить завчасно. Задовго до настання холоду рослини скидають листя, дозрівають пагони, потовщується корковий шар, загартування, накопичення розчинених цукрів. Зимові бруньки водяних рослин опускаються на дно. Це починається природним сигналом, за яким настає пониження температури. Це фотоперіод – осіннє скорочення дня.

Потреба рослини у понижених температурах в осінній період означає, що для рослин помірного поясу має значення не тільки загальний рівень тепла, а і його розподіл в часі.

Отже, пристосовуючись до температурних умов того чи іншого регіону, рослини виробили низку пристосувань до високих та понижених температур. З екологічних пристосувань є транспірація, при якій в рослину весь час поступає вода, яка охолоджує рослину, із морфологічних ознак – густе опушення, зменшення листової поверхні та мозаїка листових пластинок.

Важливим фактором протистояння рослин до понижених температур є їх загартування в осінній період, невеликі розміри рослин та особливі форми росту.

Контрольні запитання

1. В чому полягає дія високих температур на рослинний організм.
2. Адаптація рослин до високих температур.
3. Як проявляється дія низьких температур на рослинний організм.
4. Що таке холодостійкість, морозостійкість та зимостійкість рослин.
5. Поясніть суть загартування та його значення для рослин.
6. Поясніть фізіологічні та морфологічні зміни рослин як пристосування до низьких температур.

Лекція 11. Характеристика води як екологічного фактора

11.1. Значення води в житті рослин.

11.2. Шляхи надходження води в рослину.

11.3. Еколого-фізіологічні показники, що характеризують водний режим рослин.

11.4. Транспірація та її показники.

У житті рослин, як і в житті усіх інших організмів нашої планети, воді належить вирішальна роль. Усі прояви життя нерозривно пов'язані з водою. Життя зародилось у воді, розвивалось у воді і можливе тільки з участю води.

Вода є основним компонентом усього живого, у середньому вона складає 80-90% маси рослин. Вміст води залежить від віку і типу органу рослини, їх життєвого стану. Дуже багаті на воду соковиті плоди (80-95% сирої маси), молоді корені на 70-90% складаються з води, молоді листки – 80-90%. Найбідніше на воду дозріле насіння. В повітряно-сухому стані воно містить 5-15% води. Активні прояви життєдіяльності без води взагалі неможливі. Сухе насіння і спори рослин знаходяться в стані анабіозу – тобто усі метаболічні процеси зведені до мінімуму. Без повітря життя можливе. Так живуть лише анаеробні бактерії. Без води не може жити жоден організм.

Вода – це первинна ніша життя, лише в процесі еволюції суходіл та атмосфера стали вторинною екологічною нішею.

Зроблено спробу визначити той мінімальний вміст води в клітинах, нижче якого рослинний організм гине. Ця вода дістала назву гомеостатична (від слова гомеостаз – внутрішня динамічна рівновага природної системи). Виявилося, що вміст такої води неоднаковий для різних представників, але завжди досить значний. Для водовибагливих рослин він складає 65-70%, для середньоводовибагливих – 45-60% і для рослин посухостійких – 25-27%.

Виникає закономірне запитання – чому вода потрібна організмам в такій великій кількості? Може для здійснення біохімічних реакцій в рослині? Ні, тому що для цього рослина використовує 1 – 1,5% тієї кількості води, яка проходить через рослину. А все ж – таки, у чому значення основної маси води в рослині?

Значення її насамперед у тому, що саме вода через свої унікальні фізико-хімічні властивості становить те внутрішнє середовище, де відбуваються усі життєві процеси. Для процесів обміну речовин із навколишнім середовищем, які складають основу життя, необхідна вода як розчинник і метаболіт. У рослин вода бере участь в процесі фотосинтезу, мінеральні речовини поступають у рослину тільки в розчиненому стані, з водою із організму виділяються продукти його життєдіяльності, в тому числі і токсичні відходи. Саме за рахунок води у рослині створюється гідростатичний тиск (тургор), від якого залежить характерна форма рослинних тканин і органів.

Отже, вода являє собою внутрішнє середовище організму, саме цим пояснюється високий рівень оводненості тканин. Але чому ж вода, (крім 1 - 1,5%), яка не вступає в біохімічні процеси, постійно кудись зникає і організм потребує постійного її надходження ззовні? А тому, що активний прояв життєдіяльності можливий лише в такому водному середовищі, яке постійно оновлюється.

Загальний запас води на планеті складає 1,5 млрд. км³, з цього запасу на прісну воду припадає 2,8%. Із цих 2,8% – 2,2% це важкодоступна вода (гігроскопічна і кристалізаційна), а 0,6% - це вся наша прісна вода. Звідси і впливає актуальність проблеми прісної води.

Отже, вода – це специфічне середовище, в якому відбувається життєдіяльність рослинних організмів:

- це зв'язуюча транспортна ланка між різними клітинами, тканинами, органами, яка забезпечує функціонування організму;
- невід'ємний компонент протоплазматичних структур;
- обов'язковий компонент і учасник цілого ряду біохімічних процесів;
- фактор, який забезпечує тургор, а значить і форму клітин, тканин, органів;
- фактор, який стабілізує температуру тіла рослини, стає перепорою до її перегрівання.

Загальний баланс води будь-якого місця на Землі складається з її доходу і витрат. Доход вологи складається із опадів, снігу, притоку вологи по поверхні ґрунту та притоку води з підґрунтових вод.

Витрати вологи складаються з витрат на змочування наземних предметів, здування вітром снігу, стікання води по поверхні ґрунту, випаровування з ґрунту, поглинання коренями рослин.

Регіони, де величина випаровування перевищує річну кількість опадів, відносять до аридних (сухих, засушливих). Тут рослини терплять від нестачі вологи протягом більшої частини тривалості вегетаційного періоду. Регіони, де рослини достатньо забезпечені вологою, називають гумідними (вологими).

Значна частина могутньої водної течії, яка проходить через рослину, у біохімічних перетвореннях безпосередньої участі не бере. На фотосинтез, дихання, гідролітичні та інші реакції використовується біля 1% води, яку поглинає рослина.

За рахунок циркуляції вода постачає клітину необхідними для її функціонування речовинами і одночасно виводить з клітини продукти її життєдіяльності, в тому числі і токсичні.

Завдяки циркуляції води здійснюється взаємозв'язок між окремими компонентами клітини, між окремими клітинами в тканині, між різними тканинами в органі, між різними органами, забезпечуючи взаємозв'язок всіх фізіологічних процесів, підтримує гомеостаз організму і його функціонування як єдиного цілого.

Головний шлях надходження води у рослину – це її поглинання з ґрунту кореневою системою (рис. 16). Вода у ґрунті знаходиться в роздібненому стані: вона вкраплена в пори різних розмірів і форм, має велику поверхню розділення з ґрунтом, має ряд катіонів і аніонів. Ґрунтова волога неоднакова за своїми фізичними і хімічними властивостями. Розрізняють три категорії ґрунтової вологи: гравітаційну, капілярну і зв'язану.

Гравітаційна вода – рухома вода, яка заповнює широкі проміжки між частинками ґрунту і просочується вниз під дією сили тяжіння доки не досягне підґрунтових вод (доступна для рослин, але використовується впродовж короткого періоду – після випадання опадів, після зрошення).

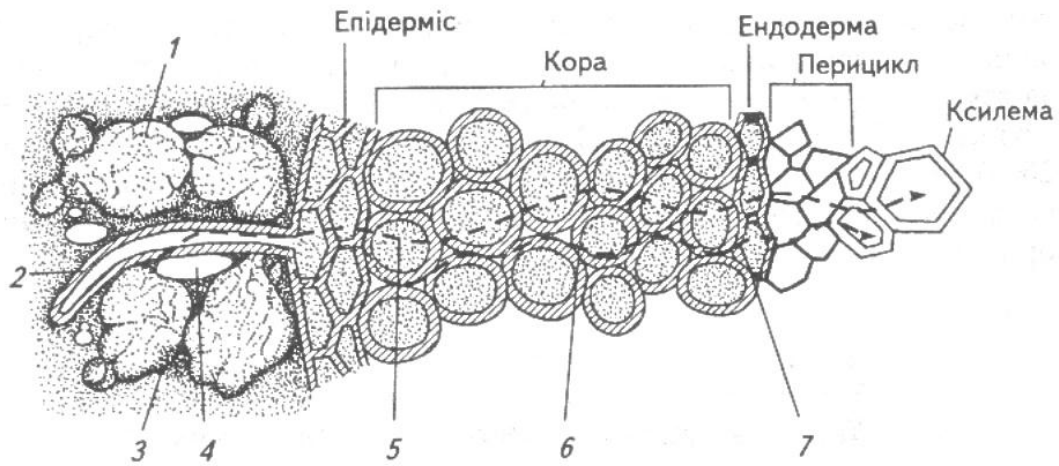


Рис. 16. Надходження води з ґрунту в клітини кореня:
1 – ґрунтові частинки; 2 – кореневий волосок; 3 – ґрунтова вода; 4 – повітряний простір; 5 – симпласт; 6 – апопласт; 7 – поясок Каспарі.

Капілярна вода заповнює найтонші проміжки між частинками ґрунту і утримується капілярними силами зчеплення. Під дією випаровування капілярна вода може підтягуватися ввєрх по профілю ґрунту, створюючи висхідну течію вологи.

Зв'язана вода утримується на поверхні ґрунтових частинок адсорбційними силами, а хімічно зв'язана входить до складу хімічних сполук. Така вода недоступна для рослин. Крім названих, у ґрунті завжди є пароподібна волога, яка займає вільні від води пори. При зниженні температури нижче 0°C ґрунтова волога перетворюється в лід. Різні форми ґрунтової вологи у неоднаковій мірі доступні кореневій системі рослин. Найбільше рослини засвоюють капілярну воду. Вся волога, яка затримується у ґрунті силами, що перевищують осмотичний тиск клітинного соку, не може поступити в рослину навіть при її максимальній всисній силі. Це так звана недоступна волога або мертвий запас води. Її кількість залежить від гранулометричного складу ґрунту та наявності солей в ньому.

Отже, вода у рослину поступає через кореневу систему. У поглинанні води з ґрунту бере участь зона розтягування і росту клітин та зона корневих волосків, яких на 1 мм² нараховують до 500 штук. Кореневі волоски мають величезну всисну силу. В поглинанні і рухові води по рослині бере участь 3 рушії водяної течії:

- 1 – нижній кінцевий рушій (насос) – це кореневий тиск силою 1-3 атмосфери;

- 2 – верхній кінцевий рушій силою 20-30 атмосфер;
- 3 – проміжний, що забезпечує піднімання води за рахунок сил зчеплення молекул води судинами ксилеми, сила якого складає біля 300 атмосфер.

Вода рухається по живих клітинах і по провідній тканині. Швидкість руху води в корені досить незначна. По ксилемі трав'янистих рослин вона рухається з швидкістю 10 м/год, деревних – 25 м/год. По кореневій системі (яка дуже велика) – зі швидкістю 1 мм/год.

Вимірювання водопровідної системи рослин показали, що у сильно транспіраційних рослин на кожний 1 грам зелених органів припадає 2-3 мм² водопровідної площі, у кущів і трав'янистих рослин 1-2 мм²/грам, в деревних порід 0,5 мм²/грам. Механізм дії нижнього кінцевого рушія зв'язаний з величиною осмотичного тиску. Механізм дії верхнього кінцевого рушія пов'язаний з транспірацією рослин.

Чому кажемо транспірація, а не просто випаровування води? Тому що транспірація це фізіологічний процес, який пов'язаний з анатомічними і фізіологічними особливостями рослинного організму і цей процес регулюється рослинним організмом. А випаровування води – це фізичний процес. Із всієї води, яка надходить в рослину, більше 95% використовується на транспірацію. Для чого рослина перекачує по собі таку кількість води? К.А. Тимирязев сказав, що транспірація – це необхідне зло для рослини.

Транспірація є основним рушієм водяної течії у рослині. Вона є важливим терморегулюючим фактором, завдяки якому регулюється температура тіла рослини. Чим інтенсивніше випаровується вода, тим інтенсивніше охолоджується рослина. Якщо є сонячне світло і повітря ненасичене вологою, то працює верхній кінцевий рушій і проходить процес транспірації, а якщо атмосфера насичена вологою, то верхній кінцевий рушій не працює. Основні показники транспірації – це її інтенсивність та продуктивність. Інтенсивність транспірації це та кількість води, яка випаровується з одиниці площі рослини за одиницю часу. Інтенсивність транспірації вдень складає 15 – 250 г/м² листової поверхні за годину, а вночі – 2 – 10 г/м². Продуктивність транспірації – це кількість сухої речовини, яка утворилася при випаровуванні 1 л води. В середньому ПТ складає 1 – 8 г/л води,

що випаровується в процесі транспірації. Важливим показником, який характеризує потребу води для формування біомаси рослини є транспіраційний коефіцієнт. Транспіраційний коефіцієнт – це кількість води, яка випаровується при утворенні 1 г сухої речовини. Транспіраційний коефіцієнт більшості рослин знаходиться в межах від 300 до 1500. Для польових культур транспіраційний коефіцієнт коливається в межах: пшениці – 450 – 600, проса – 200 – 300, гороху – 400, кукурудзи – 230, гречки – 580. Є дані, що за вегетаційний період 1 рослина кукурудзи пропускає через себе 200 л води, яблуня – 26 тонн, 1 рослина цукрового буряка випаровує за день до 2 літрів води, 21 га евкаліпта за 1 рік випаровує 21 тис. т води!

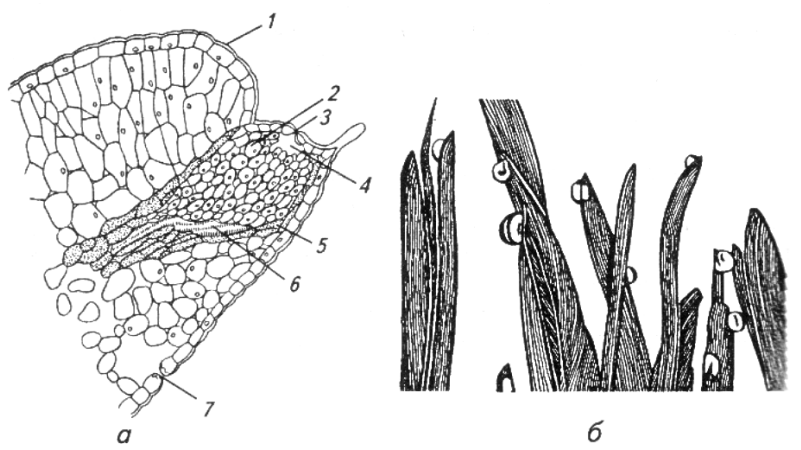


Рис. 17 Поздовжній розріз крізь гідатоду листка (а) і гутація (б):
1 – кутикула; 2 – епітема; 3 – водяний продих (пора); 4 – субепідермальна порожнина; 5 – обкладинка; 6 – трахеїда; 7 – продихова щілина.

Якщо в рослину надходить вода, а транспірація в зв'язку з насиченням повітря водою не відбувається, то вода виділяється через гідатоди. В таких випадках мову ведуть про **гутацію** (коли подача води достатня, а вночі випаровування незначне, то на кінчиках рослин з'являються крапельки води, яка виділяється через гідатоди) (рис. 17). Виділення води через рани рослин називають “плач рослин” – це активна подача води кореневою системою. При цьому виділяється вода, з розчиненими в ній органічними та мінеральними речовинами і називається **пасока**.

Водний баланс рослини – це співвідношення між кількістю води, яка поступає в рослину і втрачається рослиною за один і той же період. Якщо ж рослина

витрачає води більше, ніж в неї поступає, то виникає дефіцит води, який може привести рослину до загибелі. Є тимчасовий водний дефіцит і тривалий.

Тимчасовий або денний дефіцит води настає тоді, коли витрати перевищують надходження води у рослину. Це може бути в жаркий літній день. Але в нічні години баланс відновлюється. Такий тимчасовий дефіцит вологи не є згубним для рослин. Якщо водний баланс вночі не відновлюється і йде далі, накладка водного дефіциту, то тоді рослини в'януть і порушуються їх фізіологічні і біохімічні процеси. При тривалому в'яненні:

- 1 – порушуються фізико-хімічні властивості колоїдів клітини (збільшується в'язкість цитоплазми, зменшується її проникність, змінюється кислотність розчину і змінюється знак заряду білків);
- 2 – порушується робота ферментативної системи: процеси гідролізу переважають над процесами синтезу. Посилюється розпад білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів;
- 3 – при в'яненні різко знижується фотосинтез, порушується структура хлоропластів і синтез хлорофілу;
- 4 – порушується тепловий режим організму, бо продихи закриваються, транспірація відсутня, відбувається перегрів рослини. Якщо продихи закриті, то не надходить вуглекислий газ і гальмується процес фотосинтезу;
- 5 – різко знижується енергетична ефективність дихання рослин, процеси росту тощо.

Протягом свого онтогенезу рослини неоднаково чутливі до нестачі води. У своєму розвитку рослини мають критичний період потреби у воді. **Критичний період** – це період в житті рослини, коли вона найбільш чутлива до дефіциту вологи.

У пшениці критичний період настає у фазі трубкування-колосіння, кукурудзи – цвітіння-формування качанів, томатів – цвітіння-формування плодів, соняшнику – утворення кошика і цвітіння.

Але на рослину впливає не тільки нестача, а й надмір вологи. При цьому:

- 1 – ґрунт запливає, порушується його аерація, зменшується доступ кисню до коренів, а без нього у коренях проходить спиртове бродіння, в анаеробних

умовах, у коренях накопичується спирт, який викликає зневоднення і коагуляцію білків.

На заболочених місцях рослини пристосовуються до надмірної вологи утворенням значної кількості аеренхіми (повітряноносної паренхіми);

- 2 – на заболочених місцях коренева система рослин погано закріплюється ґрунтом, а надмірна волога не сприяє інтенсивному розвитку механічної тканини, тому такі рослини часто вилягають і при цьому гине врожай.

Отже, вода складає основу рослинного організму, визначає його тургорні властивості, газообмін і засвоєння вуглекислого газу, є джерелом водню для світлової фази фотосинтезу, забезпечує поглинання поживних речовин з ґрунту та їх транспорт по рослині. Протягом онтогенезу рослини неоднаково чутливі до потреби у воді. Тому у певні фенологічні фази їх розвитку настає критичний період, коли рослина найбільш чутлива до дефіциту вологи.

Контрольні запитання

1. В чому полягає екологічне значення води для рослинних організмів.
2. Назвіть форми води у ґрунті та її доступність для рослин.
3. Поясніть процес транспірації та чому вона є необхідним “злом” для рослини.
4. Дайте характеристику основних показників транспірації.
5. В чому різниця між явищами гутації та плачу рослин.
6. Які можуть бути наслідки для рослини при тривалому дефіциті вологи.
7. В чому проявляється небезпека для рослин при надлишку вологи в ґрунті.

Лекція 12. Вода в житті рослин

12.1. Екологічні типи рослин за відношенням до води.

12.2. Характерні ознаки рослин гігрофітів, ксерофітів, мезофітів.

12.3. Екологія водних рослин.

Ми знаємо, що вода – це основна частина тіла всього живого, що без води життя неможливе. Проте потреба у ній не у всіх організмів однакова.

Відповідно до способу регулювання водного режиму усі рослини діляться на 2 основні групи:

1 – пойкилогідричні;

2 – гомойогідричні.

Пойкілогідричні – це види, які не здатні активно регулювати свій водний режим. У них відсутні будь-які особливості анатомічної будови, що сприяли б випаровуванню води (у більшості продихи відсутні). Вони віддають або поглинають воду як фізичне тіло і транспірація в них прирівнюється до простого випаровування води. Вміст води в їх клітинах є в рівновазі з тиском пари навколишнього повітря (тобто визначається його вологістю). До них відносять наземні водорості, гриби, лишайники, деякі мохи, тонколисті папороті, середньоазіатська осока. Ці рослини висихають майже до повітряно-сухої речовини, але при змочуванні знову оживають і зеленіють.

Гомойогідричні рослини – це величезна більшість вищих судинних рослин. Вони здатні у певних умовах регулювати втрату води шляхом закривання продихів і скидання листя. В оболонках їх клітин відкладаються водонепроникні речовини (суберин, кутин), поверхня листків покрита кутикулою. Завдяки цим пристосуванням у гомойогідричних рослин підтримується майже на постійному рівні вміст води у клітинах і тиск водяної пари у міжклітинниках. Транспірація відрізняється від фізичного випаровування води. Саме ця група рослин створює основну масу рослинного покриву Землі.

За пристосуванням рослин до різних умов місцезростання і реакції на вологу їх поділяють на такі основні екологічні типи: гігрофіти, ксерофіти, мезофіти і гідрофіти. Кожна з цих груп характеризується своїми особливостями.

Гігрофіти – рослини дуже зволжених місцезростань з високою вологістю ґрунту і повітря. Це рослини боліт, берегів річок і озер, сирих і вологих лук і лісів. При досить-таки великій різноманітності місцезростання, особливостей водного режиму і анатомічно-морфологічних ознак усіх гігрофітів, їх об'єднує відсутність будь-яких пристосувань до збереження води і їх нездатність переносити навіть незначну втрату її. Чітко виражені гігрофіти – це трав'янисті рослини і епіфіти волого-тропічних лісів, які не витримують значного зниження вологості повітря. Навіть у розпалі сезону дощів деякі папороті на стовбурах дерев втрачають тургор і засихають, якщо на них протягом 2-4 годин падають сонячні промені. Дуже гігрофільні плісняві гриби із роду *Aspergillus* і *Penicillium*. При вологості повітря 95-96% їх ріст притупляється, а при 85% припиняється. Ознаки гігрофітів мають трав'янисті рослини темнохвойних лісів (*Oxalis acetosella* – кисличка, *Majanthemum bifolium* – веснівка дволиста). До гігрофітів належать види рослин, які ростуть на відкритих місцях в умовах достатнього зволоження – біля водоймищ, в дельтах річок, у місцях виходу на поверхню підґрунтових вод. А.П. Шенніков назвав ці рослини світловими гігрофітами. В наших умовах – це прибережні види: калюжниця, жовтець повзучий, півники болотні, плакун, а в країнах жаркого клімату – це папірус, болотні пальми. Із культурних рослин до таких відноситься рис, який культивують на полях, залитих водою. Характерні структурні ознаки гігрофітів: тонкі ніжні листові пластинки з невеликою кількістю продихів на обох епідермісах без товстого шару кутикули, в них слабо розвинена ксилема, тонкі слабкорозвинені корені без корневих волосків. Здатність гігрофітів до регуляції водного режиму обмежена; продихи завжди широко відкриті і транспірація мало відрізняється від фізичного випаровування. Транспірація у світлових гігрофітів досить висока – у денні години їх листки за годину можуть втрачати таку кількість води, яка в 4-5 разів перевищує масу листків. Висока оводненість клітин гігрофітів підтримується за рахунок постійного притоку вологи з навколишнього середовища.

Інші характерні фізіологічні ознаки гігрофітів зумовлені легким доступом вологи – це низький осмотичний тиск клітинного соку в зв'язку з досить великою

обводненістю рослини та незначна водоутримуюча здатність, що призводить до швидкої втрати води.

У деяких випадках у рослин сильно зволжених місцезростань виникає необхідність видалення надлишку вологи. Як правило, це буває тоді, коли ґрунт достатньо прогрітий і корені активно вбирають воду, а транспірація відсутня (наприклад вранці, чи при тумані, коли вологість повітря дорівнює 100%). Такого надлишку вологи рослина позбавляється шляхом гутації. Листки гігрофітів такого типу великі, але листові пластинки тонкі, ніжні.

Ще однією характерною особливістю будови гігрофітів є добре розвинена аеренхіма та система міжклітинників у листках, стеблах і коренях – пристосування рослин з метою забезпечення їх киснем при зростанні на перезволжених ґрунтах.

Внаслідок перезволоження і недостачі кисню корені гігрофітів розташовані в поверхневих шарах ґрунту, вони слабо галузяться. У рослин, які ростуть на періодично залитих водою ґрунтах, утворюються дихальні корені. Наприклад, у болотного кипарису вони відходять від горизонтальних коренів, виходять з ґрунту і піднімаються над ним вище 1 м. Такі ж дихальні корені утворюються у мангрових дерев (мангрові – які ростуть на берегах тропічних морів). Двічі за добу вони заливаються морською водою і тому виробили ряд пристосувань – утворення додаткових коренів, які опускаються вниз і укорінюються в намулі. Дерево опирається на ці корені – підпорки і утримується на такому субстраті.

Наступна група – ксерофіти. Вони пристосовані до життя в умовах постійної або сезонної нестачі вологи. Це рослини сухих місцезростань, здатні переносити нестачу як ґрунтової, так і атмосферної вологи. Вони поширені у регіонах з жарким і сухим кліматом. Сюди належать види рослин пустель, сухих степів, саван, колючого рідколісся, піщаних ґрунтів, сухих субтропиків. Велике значення для ксерофітів мають різноманітні структурні пристосування до умов недостатнього зволоження. Їх кореневі системи сильно розвинені, що допомагає рослинам збільшити площу поглинання ґрунтової вологи. Наприклад, коренева система рослин південних холодних пустель у 300-400 разів більша за надземну масу. Коренева система глибоко проникає у ґрунт, що допомагає краще

використовувати ґрунтову вологу. Зустрічаються двоярусні кореневі системи (верблюжа колючка). Поверхнева система пристосована для збору вологи одразу ж після випадання дощу. Вона працює періодично. Глибинна коренева система працює постійно, але її продуктивність значно нижча.

Широко розкинуті поверхневі системи коренів, пристосовані до незначних атмосферних опадів. У таких рослин добре розвинена система провідних тканин, вони мають густе жилкування листків. Багато ксерофітів скоротили транспіраційну поверхню – мають дрібні, вузькі, редуковані листкові пластинки, або листки відсутні. Це дрібні пелюстки гадючника, вузькі листки костриці борознистої.

Для них характерне зменшення листової поверхні у найбільш жаркі і посушливі періоди вегетаційного сезону. Тут ранньою весною утворюються великі листки, а при настанні спеки і посухи вони замінюються дрібними листками з меншою інтенсивністю транспірації. Також поширений ранній листопад.

Захист листків від великих втрат вологи на транспірацію – це розвиток системи покривних тканин, багат шарового епідермісу, густе «войлочне» опушення поверхні листка. Дуже сильне опушення листка мають коров'як (ведмеже вухо) *Verbascum thapsus*, вероніка сива *Veronica incana*, котяча м'ята *Nepeta cataria*, чистець германський – ці рослини мають товстий шар кутикули. Продихи у ксерофітів занурені у мезофіл листка. У ковили і інших степових злаків є цікавий механізм захисту продихів у спекотні і сухі години дня: при інтенсивних втратах води великі тонкостінні клітини епідермісу (моторні) втрачають тургор і листок скручується в трубку, як захист від надмірного випаровування вологи. Для них характерний посилений розвиток механічної тканини листка, слабо розвинені міжклітинники.

У ксерофітів підвищений осмотичний тиск клітинного соку, що допомагає краще вбирати воду – використовувати не тільки легко- а й важкодоступну воду. Головну роль у збереженні води ксерофітами відводять фізіологічним процесам. Це висока водоутримуюча здатність тканин і клітин, висока в'язкість і еластичність цитоплазми, велика частка зв'язаної води в її загальному запасі.

Система адаптацій, яка забезпечує виживання ксерофітів у сухих умовах – вироблення сезонних ритмів, що дають можливість рослинам використати для вегетації найбільш сприятливі пори року і різко скоротити життєдіяльність під час посухи. В них весняна вегетація змінюється літнім спокоєм, під час якого рослини скидають листки; в період осінніх дощів вони відновлюють вегетацію, а потім настає зимовий спокій.

Сукуленти – рослини з соковитими м'ясистими листками або стеблами, що мають сильно розвинену водоносну тканину. Є листові сукуленти – агави, алое, товстолисті (молодило, очиток) і стеблові, в яких листки редуковані, а надземні частини є м'ясистими стеблами – кактуси, молочаї. Кореневі системи у них слабкі, поверхневі. Корені можуть бути динамічні – в посуху відмирають, а після дощів за 2-4 дні відростають нові. Подолання посухи сукулентами – це накопичення великих запасів води у тканинах і дуже економне її витрачання. Оводненість тканин сукулентів досить висока – 95-98%. Форма стебел кулеподібна, що скорочує транспіраційну поверхню при збереженні маси. Поверхня захищена восковим нальотом, волосками, продихів небагато і вони занурені у тканину. Незначна транспірація зводить до мінімуму терморегуляцію, рослини сильно нагріваються. Як правило, вдень продихи закриті, вночі – відкриті, CO₂ поступає тільки вночі – не співпадає доступ світла і CO₂ – фотосинтез послаблюється, інтенсивність його невелика, тому рослини-сукуленти не мають високої біологічної продуктивності.

Мезофіти – рослини, що ростуть в умовах середнього зволоження (тобто достатнього для рослин). Це рослини лук, трав'янистий покрив лісів, листові деревні і кущові породи у помірному регіоні, більшість культурних рослин.

Основні морфологічно-анатомічні і фізіологічні ознаки мезофітів: помірно розвинена коренева система, тканини листка диференціюються на стовпчасту і губчасту паренхіму (крім злаків і сильно затінених рослин), губчаста паренхіма з великими міжклітинниками, негусте жилкування. З фізіологічних показників – помірні величини осмотичного тиску та вмісту води у листках. Транспірація в основному залежить від умов освітлення.

Особливе місце серед мезофітів належить ефемерам і ефемероїдам. Сюди входять рослини з дуже коротким вегетаційним періодом – тюльпани, гусяча цибулька, крупка, мак, вероніка. У них період вегетації 4 – 6 тижнів і дуже довгий період спокою. Ефемери – однорічні трав'янисті рослини – бурачок, ремерія відігнута, веснівка весняна, хрінниця пронизанолиста та інші. Ефемероїди – багаторічні трав'янисті рослини з коротким весняним періодом вегетації. Це ферула, вероніка весняна, незабудка дрібноквіткова, проліска сибірська, ряст, анемона жовтецева.

Для рослин, що ростуть в океанах, морях, річках, озерах вода є не тільки необхідним екологічним фактором, а й середовищем існування. Водні рослини називають гідрофітами. Мезофіл листка гідрофітів складається з губчастої тканини, хлоропласти є і в епідермісі, осмотичний тиск низький. Коренева система розвинена недостатньо, корені не мають корневих волосків. Типовими гідрофітами України є латаття біле *Nymphaea alba*, водяний різак алоеvidний *Stratiotes aloides*, рдесники *Potamogeton*, глечики жовті *Nuphar lutea*, сусак зонтичний *Butomus umbellatus*, стрілолист звичайний *Sagittaria sagittifolia*, валіснерія спіральна *Valisneria spiralis*, кушир занурений *Ceratophyllum demersum*.

До водних рослин наближається група прибережних рослин – геліофітів – стрілолист, частуха, сусак, їжача голівка, подорожник солончаковий та інші. Ці рослини пристосувались до життя у воді. Є рослини, листки яких лежать на поверхні води і для них достатньо сонячного світла, а ті що занурені у воду – їх відносять до тіневої флори. Крім недостачі світла, ці рослини відчувають ще й нестачу доступного CO₂.

Важливим фактором в житті водних рослин є вміст у воді необхідного для дихання кисню. Листки водних рослин, занурених у воду, сильно розсічені, мають тонкі листкові пластинки – це дає можливість утворювати велику поверхню. Для рослин, частково занурених у воду характерним є явище гетерофілії – різна форма надводних і підводних листків однієї рослини, наведена на рис. 18. В них майже не розвинена кутикула. Мезофіл листка складається в основному з губчастої тканини. Осмотичний тиск у гідрофітів низький.

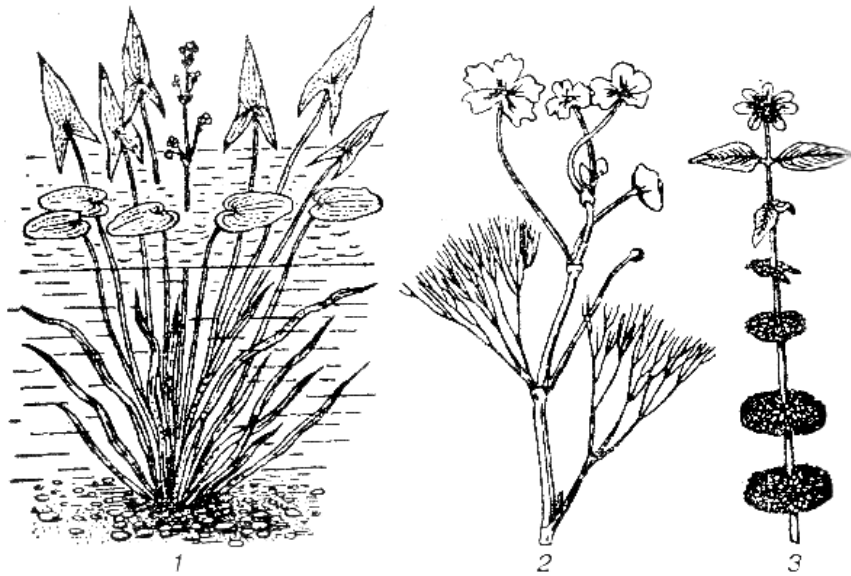


Рис. 18. Вплив середовища на форму листків:

- 1 – стрілолист (у воді листки лінійні, на поверхні води – кулясті, над водою – стрілоподібні);
2 – підводні і надводні листки жовтецю водяного; 3 – гетерофілія у череди.

Продихи є тільки у надводних листках, а у плаваючих – лише з верхнього боку. Гетерофілія наявна у жовтецю водяного, глечиків, стрілолиста і інших. У гідрофітів механічні тканини редуковані, бо рослини підтримуються водою. Рослинам характерна добра плавучість завдяки повітряним мішкам, різним здуттям і збільшенням поверхні тіла, тобто добре розвинена аеренхіма.

Температурний режим води відрізняється від наземного меншим приходом тепла і більшою стабільністю. Частина тепла відбивається водою, частина йде на її випаровування. Високе пароутворення води попереджає сильне нагрівання поверхні сонячним промінням. Добові і річні коливання температури менші ніж на суходолі. Для зимівлі багаторічних гідрофітів велике значення має розподіл температур по вертикалі. Холодна вода з температурою $+4^{\circ}\text{C}$ надходить в придонний шар, куди опускаються зимуючі бруньки – туріони роголиста, пухирника, водокраса, рдеста, елодеї, ряски.

Для морських рослин важливим фактором є солоність води. Солоність води Світового океану складає 3,5%. У таких рослин концентрація соку і осмотичний тиск більші, ніж морської води, що забезпечує тургор рослин.

Отже, вода як екологічний фактор сприяла формуванню у рослин різних пристосувань залежно від її наявності. Рослини, які зростають у місцях, де вода знаходиться у дефіциті, пристосувалися до економного витрачання шляхом зміни анатомічної будови. При зростанні у місцях надмірного зволоження у рослин розвинулася аеренхіма, яка сприяє забезпеченню рослин киснем.

Контрольні запитання

1. Назвіть екологічні типи рослин за їх відношенням до вологи.
2. Поясніть особливості пристосування до умов місцезростання гігрофітів та ксерофітів.
3. Наведіть порівняльну екологічну характеристику мезофітів та гідрофітів.
4. Назвіть види рослин, що відносяться до гідрофітів та гігрофітів.

Лекція 13: Повітря як екологічний фактор і його значення для рослин

13.1. Склад повітря.

13.2. Кисень в житті рослин.

13.3. Вуглекислий газ і його значення для рослин.

13.4. Азот в житті рослин.

13.5. Фізичні властивості повітря та їх вплив на рослини.

Велике значення для життя живих організмів, у тому числі і для рослин, має склад повітря. Киснем повітря рослини дихають. Із повітря використовують вуглекислий газ у процесі фотосинтезу. У зв'язку з тим, що склад повітря дуже однорідний і більш-менш постійний, довгий час вважали, що як екологічний фактор, повітря великої ролі не відіграє. Але з часом повітря стало настільки забруднене виділеними газами від роботи промислових об'єктів, транспорту, що стало негативно впливати на рослинний світ.

Повітряне живлення зеленої рослини – фотосинтез – пов'язане із засвоєнням вуглекислого газу – одного із газів повітря. Наступний важливий компонент повітря – кисень, необхідний усім живим організмам для процесу дихання. Тому газове середовище є для рослин прямо діючим екологічним фактором першочергового значення. Але повітря – це і те середовище, яке оточує тіло наземних рослин, тому не байдужим для них є його склад і хімічний та механічний вплив на рослини.

Повітря впливає на рослини своїм газовим складом, рухом, вологістю і різними домішками до основного газового складу. До атмосферного повітря входять такі основні гази: азот – 78,06 %, кисень – 21,0 %, аргон – 0,9 %, діоксид вуглецю – 0,03 %.

Крім цих постійних складових у повітрі містяться ще й інші гази – неон, криптон, ксенон. Особливе значення має водяна пара, вуглекислий газ, кисень і озон.

Водяна пара створює так званий парниковий ефект, пропускаючи короткохвильову сонячну радіацію і поглинаючи довгохвильове випромінювання Землі. Вуглекислий газ також має добре виражений парниковий ефект,

поглинаючи довгохвильове випромінювання Землі. Приблизно до висоти 100 км склад атмосфери є постійним.

В.І. Вернадський неодноразово підкреслював, що гази атмосфери – це результат життя, що вони є наслідком обміну речовин організму. Перш за все це відноситься до основних газів атмосфери: кисню, азоту, вуглекислого газу.

Кисень у біосфері складає 21%. Він знаходиться у вигляді молекулярного O_2 , атомарного O і озону O_3 . Озон на висоті 30-40 км утворює озоновий екран, який не пропускає променів з довжиною хвилі менше 295 нм, які знищують усе живе.

Молекулярний кисень знаходиться у вигляді газу, і у водних розчинах відіграє виключну роль у житті усіх організмів. Він бере участь у хімічних реакціях на Землі. Основне джерело молекулярного кисню – фотосинтез – біохімічна реакція глобального масштабу. Ця реакція проходить в хлоропластах зелених рослин.

Реальна загроза нестачі кисню полягає не тільки у тому, що багато його витрачається на спалювання горючих матеріалів, а головне в тому, що загрозливо скорочуються джерела його постачання. Щорічно вирубують біля 15 млн. га лісів і не насаджують нових. Збільшуються розміри урбанізованої поверхні планети. Затоплені великі простори, які колись були покриті густою рослинністю.

В біосфері здійснюється постійний обмін кисню між атмосферою і Світовим океаном. У воді кількість газів змінюється залежно від глибини, солоності, температури води та інших факторів. Внаслідок коливання комплексу екологічних факторів йде то поглинання газів з атмосфери, то виділення їх в атмосферу.

Вуглекислий газ надходить з ґрунту в приземні шари повітря і його концентрація постійно коливається. Ці коливання можуть бути добовими, сезонними і річними. Вночі в зв'язку з припиненням асиміляції рослин концентрація CO_2 в повітрі завжди вища ніж удень. Восени внаслідок зниження асиміляційної діяльності рослин і посиленого дихання ґрунтових мікроорганізмів концентрація CO_2 у повітрі зростає.

Весною використовується CO_2 більше, ніж його поступає з ґрунту. У вологі і теплі роки дихання ґрунту посилюється і концентрація CO_2 в атмосфері підвищується, а в холодні і сухі роки – знижується. Є багато даних про те, що у

зв'язку з збільшенням спалювання горючих матеріалів в промисловості і виділення CO_2 автотранспортом його кількість в атмосфері зростає. Крім цього, CO_2 виділяється в атмосферу при диханні тварин і рослин, із води деяких джерел, при вулканічних виверженнях і внаслідок діяльності ґрунтових мікроорганізмів.

Якщо концентрація CO_2 у повітрі збільшується, то підсилюється і інтенсивність фотосинтезу. Сучасний рослинний покрив не може засвоїти весь індустриальний CO_2 тому, що рослини недостатньо використовують всю променеву енергію Сонця. Зелений листок поглинає 75% падаючого на нього світла, але на фотосинтез іде 1 – 2%. Отже, незначна частина сонячної енергії, засвоєної листком, йде на розщеплення H_2O і на синтез органічних речовин. Внаслідок недостатньо щільного покриття рослинами материка Землі і обмеження їх росту сучасна рослинність не може засвоїти виділений в атмосферу індустриальний CO_2 і, як наслідок, він накопичується в атмосфері. Збільшення концентрації CO_2 в атмосфері перешкоджає виходу в космос відбитих від поверхні Землі інфрачервоних променів Сонця, що створює «тепличний ефект», який призводить до поступового підвищення температури повітря. Вважають, що в разі зростання концентрації CO_2 в повітрі настане підвищення його температури, що може привести до катастрофічних наслідків.

В міру посилення промислової діяльності людини, збільшення концентрації CO_2 з супутнім забрудненням атмосфери домішками сірки, хлору, аміаку, синильної кислоти і ін., потрібно весь час піклуватися про збільшення площі зелених насаджень, які засвоюють CO_2 , сірку, аміак і виділяють вільний кисень. Ліс уже не можна розглядати з точки зору потреби в деревині. Ліс, як і уся інша рослинність – це необхідна умова існування життя на Землі.

Кругообіг CO_2 здійснюється так: CO_2 поглинається рослинами у процесі фотосинтезу, утворюються вуглеводи, в атмосферу виділяється O_2 . Частина вуглеводів використовується рослинами на процеси їх життєдіяльності. Рослини використовуються тваринними організмами, які так як і рослини, в процесі дихання виділяють CO_2 в атмосферу. Після відмирання тварини і рослини розкладаються мікроорганізмами, при цьому вуглець їх тканин окислюється до діоксиду (CO_2) і повертається в атмосферу.

Кількість вільного азоту в атмосфері складає 78,06% за об'ємом і 75,5% за масою від загального складу повітря. Ця кількість азоту в атмосфері складає всього лише 2% від усього азоту Землі. Вільний азот поступає в атмосферу із кори вивітрювання і надр Землі при виверженнях вулканів, із розплавленої магми, гарячих джерел тощо.

Із сполук азоту в атмосфері є незначна кількість аміаку NH_3 , який виділяється при гнитті органічних решток, а також окислів азоту, які утворюються при електричних розрядах під час грози.

Велике екологічне значення і загрозу для життя людини, тварин і рослин мають різні домішки до нормального складу повітря, що виділяються в процесі техногенної діяльності людини.

Рослинність може затримувати різні забруднювачі і знижувати шкідливу дію газів до певних меж. Безмірна їх кількість спочатку пригнічує, а потім і знищує малостійкі деревні і трав'янисті рослини. Найбільше пошкоджуються рослини, які ростуть близько до хімічних заводів, де велика концентрація шкідливих відходів, до виробництв, де є доменні печі, до нафтопереробних заводів тощо.

Дуже шкідливу дію на рослини має надмірний вміст у повітрі діоксиду сірки SO_2 який, проникаючи в клітини листка, розчиняється у воді і перетворюється в сірчану кислоту (рис.19). H_2SO_4 накопичується в клітинах, окислює їх вміст, при цьому пошкоджується цитоплазма і хлоропласти, зменшується інтенсивність фотосинтезу. Особливо чутливі до SO_2 і інших газів лишайники, мохи і деякі епіфіти. Наствольні лишайники – найбільш надійні показники чистого повітря, тому вони, як правило, відсутні на деревах у промислових містах.

Пошкодження рослин різними токсичними газами не однако. Дуже слабостійкі рослини до димових газів – це сосна і ялина. Найбільш стійкі рослини із родин вербові *Salicaceae*, жимолостеві *Caprifoliaceae*, середньостійкі кленові *Aceraceae*, каменеломеневі *Saxifragaceae*, маслинові *Oleaceae*, дуже сильно пошкоджуються газами представники родини *Fabaceae*.

В зв'язку з цим є рослини, які рекомендують для озеленення промислових площ і є такі, яких не рекомендують.

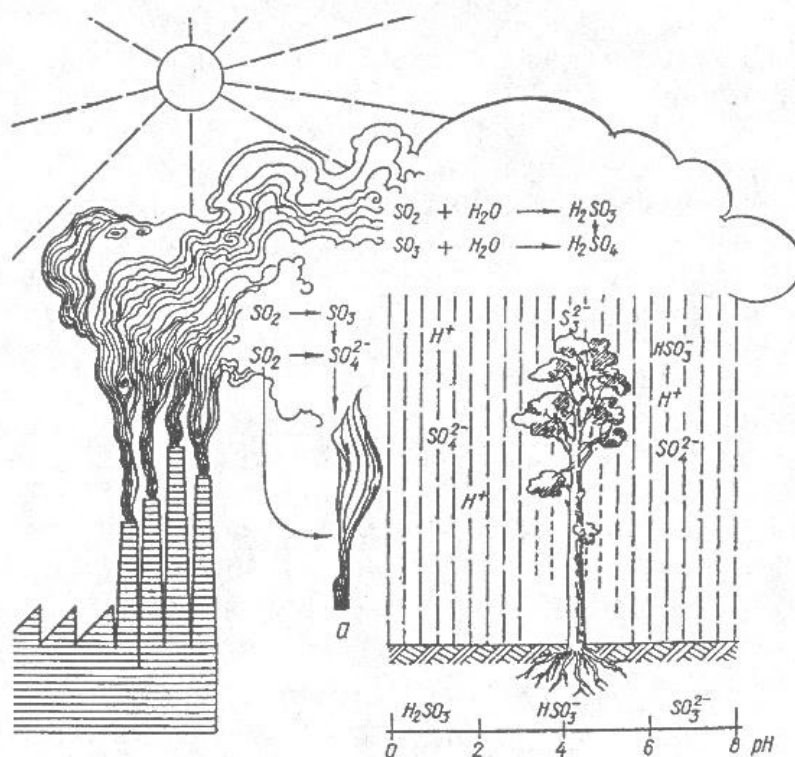


Рис. 19. Забруднення атмосферного повітря SO_2 та його наслідки

Рекомендовані для озеленення тополя, туя, ялівець, сніжноягідник, бузина, клен. Допускаються – осока, верба, бересклет, ясен, жасмин, жимолость, свидина, береза, бузок, черемуха, спірея, акація, аморфа, липа, клен. Для створення клумб поблизу підприємств рекомендують такі квіткові культури – ехеверію, очитки, кохію, петунію, тютюн запашний, чорнобривці. Допускаються – левкої, вечорниці, шавлія блискуча, пеларгонія, гвоздика, півники германські, нагідки лікарські, вербена, піретрум, рудбекія, гайлардія, стокротки багаторічні та інші.

Рослини в процесі своєї життєдіяльності не тільки поглинають речовини з повітря, а й виділяють їх. Це різноманітні газоподібні сполуки і ефірні олії. Їх багато продукують хвойні рослини (в сосновому лісі багато озону), а також представники родини губоцвітих, рутових, зонтичних і інші. Ясенець кавказький *Dictamnus caucasicus* із родини рутові виділяє багато ефірних олій. В спекотну і тиху суху погоду над цією рослиною так багато ефірної олії, що коли запалити сірник, то спалахує вогонь, але сама рослина не пошкоджується вогнем

(неопалима купина). За даними А.М. Гродзинського 1 га хвойного лісу в жарку погоду за добу може виділити до 30 кг ефірної олії.

Крім ефірних олій рослини утворюють фітонциди, етилен і інші. Фітонциди – це леткі речовини різного хімічного походження, що здатні гальмувати або вбивати ріст інших рослин, особливо патогенної мікрофлори. Багато фітонцидів міститься у часнику *Allium sativum*, цибулі *Allium cepa*, хрону *Armoracea rusticana*, гірчиці білої *Sinapis alba*, моркви посівної *Daucus carota*, чорного і червоного перцю, евкаліпта, ялівцю, черемхи, цитрусових. Але є рослини, виділення яких негативно впливають на інші рослини – полин гіркий впливає на фенхель звичайний (алелопатія), гірчиця біла пригнічує блекоту і стимулює ріст галеги лікарської *Galega officinalis*, аканта із зонтичних виділяє пилок, шкідливий для інших культур. Деякі рослини виділяють речовини, які гальмують ріст інших рослин (інгібітори) або стимулюють – стимулятори росту. Це ауксини, гібереліни, абсцизини.

Рослини є індикатором змін, які відбуваються під впливом антропогенного і техногенного навантаження. Забруднення повітря різними викидами підприємств негативно впливає на стан рослин. Кислотні дощі, в складі яких є 60 % оксидів сірки і 30-50 % оксидів азоту, утворюють опіки на листках.

При забрудненні повітря навантаження на екосистеми спричиняють стресовий стан, а потім викликають незворотні зміни в рослинах. При цьому пошкоджується фотосинтетичний апарат, мікориза, коренева система, порушується обмін речовин, різко знижується стійкість до хвороб і посухи. При забрудненні повітря листки втрачають значно більше води, ніж у чистому повітрі. Двоокис сірки перешкоджає закриттю продихів, прискорює метаболізм, що сприяє передчасному старінню клітин. Прискорення випаровування через пошкоджені продихи, кутикулу викликає водний стрес, аналогічний посухам. Кислотні ураження сіркою призводять до руйнування хлорофілу, зменшення фотосинтетичної активності, втрати іонів магнію, порушення розвитку тканин.

При постійній наявності у середовищі токсичних хімічних сполук у квіткових рослин проявляється недорозвиненість гінецею, насінневих зачатків, насіння і плодів. Спостерігається передчасне опадання листків з повторними фазами їх

розвитку та їх морфологічні зміни – це типові явища для ряду техногенних екосистем степових районів України.

Сірководень порушує проникність клітинних мембран, посилює дихання, викликає зниження кількості пігментів та інтенсивності фотосинтезу.

Серед компонентів диму особливо токсичним є фтористий водень (чорна і кольорова металургія), який, потрапляючи в листя, руйнує хлорофіл, блокує обмін кальцію, заліза, калію. У вигляді плавикової кислоти фтор спричинює сильні опіки, що призводять до часткового або повного некрозу листя, порушення фотосинтезу.

В результаті голодування рослини знижують темпи росту, інтенсивність плодоношення, стійкість до шкідників і грибкових інфекцій.

Встановлено, що листя дерев здатне акумулювати леткі фенольні сполуки, вуглеводневі сполуки з вмістом азоту. В міру накопичення цих речовин збільшується ступінь пошкодження листя аж до повного некрозу тканин і відмирання листя.

Забруднення цементним пилом змінює фізико-хімічні властивості ґрунтів, вони залужуються. Цим пилом закупорюються продихи листків, що позначається на газообміні рослин.

Крім газового складу повітря велике значення для рослин має його фізичний стан. Температура і тиск повітря – першопричина його постійного руху. Велике екологічне значення має така форма руху повітря як вітер, який має позитивний і негативний вплив на рослини. Вітри, які постійно дмуть з моря – сприяють збільшенню опадів, а які з глибини континенту – висушують. Негативна дія вітру перш за все впливає на високі дерева, якщо вітер з силою більше 10 м/с, то він може ламати верхівки дерев ялини, ялиці, осики – дерев з неміцною деревиною. Ялина і береза з поверхневою кореневою системою вивертаються з ґрунту, може створювати бурелом і вітровал. На високих горах і берегах морів, де постійно дмуть вітри в одному напрямку, створюється флагова форма крони, бо з навітряного боку гілки або відмирають, або погано ростуть.

Вітер швидко «відганяє» водяну пару від продихів, підвищуючи цим транспірацію. З культурних рослин від вітру вилягають злаки.

Позитивна дія вітру пов'язана із запиленням рослин, розповсюдженням спор, насіння, плодів. З цією метою вітрозапильні рослини цвітуть до розпускання листків: береза, вільха, осика, граб, горіх. Вони формують багато пилку, мають видовжені тичинкові нитки, звисаючі пиляки та інші пристосування до вітрозапилення.

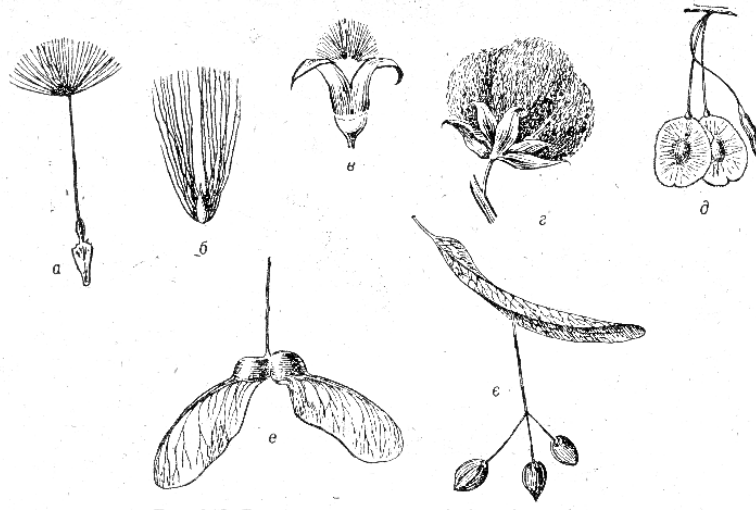


Рис. 20. Розповсюдження плодів і насіння вітром

а – сім'янка кульбаби; б – насіння верби; в – сім'янка волошки;
г – коробочка бавовника з волосистим насінням; д – крилатка в'яза;
е – крилатка клену; ж – горішки липи з крилаткою.

Насіння і плоди мають пристосування до розповсюдження вітром: парашутики, чубки, крилатки (рис. 20). В степу насіння розсіюють кулеподібні, відірвані від землі рослини, які гонить вітер – перекотиполе. Це рогац піщаний, катран татарський, волошка розкидиста, синьоголовник і інші.

Отже, повітря є екологічним фактором, який впливає на життєдіяльність рослин. Окремі компоненти газового складу повітря рослини використовують для таких процесів, як дихання, фотосинтез, живлення. Рух повітря використовується для запилення та розселення рослин. Проте забруднене повітря негативно впливає на рослинний світ і за стійкістю до забруднень рослини поділяються на слабостійкі та середньостійкі. Стійкі до забруднення рослини використовують для озеленення промислових зон.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте газовий склад повітря.
2. Роль кисню та вуглекислого газу в житті рослин.
3. В чому полягає дія високої концентрації діоксиду сірки на рослини.
4. Екологічне значення вітру для рослин.
5. Які рослини найбільше придатні для озеленення промислових територій.
6. Що таке явище алелопатії.
7. Як впливає промислова діяльність людини на стан повітря.

Лекція 14. Ґрунт як екологічний фактор

14.1. Значення ґрунту для рослин.

14.2. Відношення рослин до реакції ґрунтового розчину.

14.3. Поживний режим ґрунту та його екологічне значення.

Значення ґрунту для рослин визначається перш за все тим, що він є опорним субстратом для них, а по-друге, що із ґрунту рослини отримують необхідні для життя мінеральні речовини і воду, які складають основу будови їх тіла.

Ґрунт – це важливе природне тіло, яке утворилося на материнській породі внаслідок різних факторів ґрунтоутворення: клімату, живих організмів, рельєфу місцевості, віку території і господарської діяльності людини.

Для рослин дуже велике екологічне значення має товщина ґрунтового покриву. Чим товстіший шар ґрунту і його гумусовий шар, тим глибше вкорінюються в ньому рослини, бо такий ґрунт має більше вологи і поживних речовин. Тому рослини, які ростуть на багатих ґрунтах, мають більшу життєву силу. Вбирання з ґрунту води і поживних речовин залежить від аерації і температури – із теплого аерованого ґрунту швидше, ніж з холодного.

Органічною речовиною ґрунту є гумус – це продукт живих мікроорганізмів, коренів рослин, перегній. Гумус безпосередньо рослинами не засвоюється, але під дією мікроорганізмів він розкладається на доступні для рослин сполуки. Гумус міцно склеює мінеральні частинки, утворює грудочки, формуює структуру ґрунту. Вміст гумусу в різних ґрунтах і зонах різний. В підзолистих ґрунтах північних районів його вміст складає 1 – 3%, лісостепової зони 3 – 4%. Найбагатші гумусом чорноземи містять 7 – 12% гумусу.

Велике значення для рослин має вміст колоїдів у ґрунті. Колоїди ґрунту здатні до фізичної адсорбції – поглинання і утримання води і розчинених в ній елементів живлення. Фізична адсорбція визначає вбирну здатність ґрунту, внаслідок чого ця частина ґрунту (колоїди) одержала назву ґрунтового вбирного комплексу. Хімізм ґрунтового розчину є для рослин дуже важливим екологічним фактором.

Реакція ґрунтового розчину може бути кислою, лужною і нейтральною, впливає на кількість ґрунтових мікроорганізмів, а вже через них – на режим

живлення зелених рослин. Кислотність ґрунту в основному зумовлена водневими іонами, які є у ґрунтовому розчині в обмінній формі. Активна кислотність визначається величиною рН – від’ємним логарифмом активності водневих іонів (іонів водню). Вираз $\text{pH} = 7$ – показник нейтральної реакції ґрунтового розчину. В такому середовищі активність іонів водню і гідроксильних (OH^-) іонів рівні. Крім нейтральних є кислі ґрунти, в яких рН менше 7 і лужні ґрунти, в яких рН більше 7. Виходячи з величини рН ґрунти поділені на сильнокислі рН = 3-4, кислі 4-5, слабокислі 5-6, нейтральні 6-7, лужні 7-8, сильнолужні 8-9. Нейтральну реакцію мають чорноземи і сіроземи, кислу – дерново-підзолисті, болотні і сірі лісові ґрунти, сильнолужну – солонці. Кислотність ґрунту – це перш за все дефіцит кальцію в ґрунтовому розчині. Якщо ґрунти багаті на кальцій, то в процесі їх використання кислотність знижується, якщо бідні – то підвищується. У вологому кліматі на рівнинах і в низинах спостерігається застій води, зменшується аерація ґрунту і збільшується його кислотність.

За відношенням рослин до кислотності ґрунту їх ділять на групи: ацидофільні рослини – це рослини індикатори кислих ґрунтів. Сюди належать мох сфагнум, багульник болотний, підбілолистик, клюква болотна; рослини вологих і кислих лук, хвойних лісів, полів. На нейтральних ґрунтах добре почувають себе злакові і бобові трави: костриця лучна, костриця борозниста, люцерна серповидна. На лужних ґрунтах добре ростуть сон, анемона, головатень.

Надмірна кислотність ґрунту негативно впливає на обмін речовин у клітині, на вбирання рослинами аніонів і катіонів, порушує обмін вуглеводів у рослині. Негативна дія пояснюється тим, що у кислому ґрунтовому розчині є надлишок іонів алюмінію або марганцю. Накопичення іонів алюмінію притупляє ріст і розвиток коренів, що знижує вбирання з ґрунту фосфору, калію та інших елементів живлення. Якщо взаємодіє алюміній і фосфор, то утворюються важкодоступні для рослин сполуки.

Рослинність сприяє встановленню величини рН. Під ялиною формуються кислі ґрунти, бо в її хвої є багато смоляних кислот, а під модриною завжди ґрунти лужні.

Важливим екологічним фактором є ґрунтове повітря, яке заповнює пори ґрунту, є необхідним для дихання і нормального проходження усіх фізіологічних процесів, які відбуваються у корені. Кількість повітря у ґрунті визначається його пористістю (особливостями структури), а також і водним режимом ґрунту. У сухому ґрунті всі щілини зайняті повітрям, а у міру зволоження ґрунту повітря витісняється водою і частина його складових розчиняється у воді. Для нормального росту рослин ґрунт повинен утримувати воду в дрібних і середніх порах і повітря (у великих порах). За складом ґрунтове повітря відрізняється від атмосферного в основному підвищеним вмістом CO_2 – до 10 %, який утворюється при диханні коренів і ґрунтових організмів, а також зниженим вмістом кисню. Склад повітря у ґрунті значно змінюється в різних його горизонтах залежно від пори року, режиму зволоження. Під впливом різних факторів (теплогового розширення, дифузії газів, змін атмосферного тиску) ґрунтове повітря весь час оновлюється, що дуже важливо для життєдіяльності коренів рослин і ґрунтової мікрофлори. Ґрунтові мікроорганізми розкладають органічні і складні неорганічні речовини і роблять їх доступними для рослин. Без діяльності ґрунтових мікроорганізмів неможливі ґрунтоутворні процеси і родючість ґрунтів.

Відомо, що близько 80 % сирої маси рослини – це вода, а 20 % припадає на суху речовину. Із 20 % сухих речовин 95 % припадає на долю органічних речовин, що утворилися у процесі фотосинтезу і всього тільки 5 % сухої речовини припадає на долю зольних елементів.

Усі мінеральні елементи за їх кількісною потребою для рослин поділяються на:

- 1 – макроеlementи, їх вміст в рослині складає від 10 до 10^{-2} %. Сюди належать всі органогени (O_2 , H, C, N) і фосфор, калій, кальцій, сірка, магній, залізо;
- 2 – мікроеlementи, їх вміст в рослині складає 10^{-3} до 10^{-5} %. Це марганець, бор, цинк, мідь, молібден, кобальт;
- 3 – ультрамікроеlementи, кількість яких в рослині дуже незначна – від 10^{-6} до 10^{-12} %. Це золото, срібло, кадмій, літій, радій.

В даний час для оптимізації мінерального живлення необхідними є 13 елементів: N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co. Кожний із цих елементів відіграє свою роль в структурі і обміні речовин і не може бути замінений іншим.

За відношенням до забезпечення ґрунту мінеральними елементами рослини поділяються на :

- 1 – еутрофні – які ростуть на родючих ґрунтах;
- 2 – оліготрофні – з невеликою кількістю мінеральних елементів;
- 3 – мезотрофи – проміжна група.

Надлишок солей у ґрунті викликає його засолення. В тій чи іншій мірі на планеті засолено 25% ґрунтів. Надлишок солей є токсичним для рослин. Дуже шкідливі легкорозчинні солі NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 , менше – важкорозчинні CaSO_4 , MgSO_4 , CaCO_3 .

Надлишок солей у ґрунті зменшує осмотичний тиск рослин, порушує нормальний водообмін, викликає токсикоз рослин. Серед різних типів засолених ґрунтів основними є солончаки і солонці.

Солончаки – це ґрунти, постійно і сильно зволожені солоними водами (біля гірко-солоних озер). Влітку солончаки висихають, покриваючись кірочкою солей.

Солонці на поверхні ґрунту не засолені, а нижчі горизонти насичені солями натрію, при висиханні розтріскуються.

На засолених ґрунтах ростуть рослини, пристосовані до високого вмісту солей – галофіти. Серед них представники родини лободових солянки, солероси, сарзани, види тамариксів, кермек, саксаул, лох вузьколистий.

Ознаки рослин засолених місцезростань: солевмісткість, здатність до виділення солей, рослини солонців сухуваті, шорсткі, листки опушені – біло-войлочні, пластинки листків розсічені на дрібні дольки.

Останнім часом виникла нова проблема, пов'язана з солестійкістю рослин – накопичення солей у ґрунтах біля доріг і на вулицях (сіль використовують при голольоді, снігах, щоб танули). Підрахували, що 1969 року в північних штатах США на шосейних дорогах було використано 6 млн. т солі. За зиму на дорогах (нова Англія) залишається 6 кг солі на 1 п/м з кожного боку дороги. Отже, в придорожніх посадках потрібно також підбирати солестійкі рослини.

На земній поверхні є місця, на яких сольовий режим зведений до мінімуму. Це сфагнові болота. В їх утворенні є 2 важливих моменти:

- 1 – щорічний процес накопичення живої органічної маси, серед якої виключно важливу роль відіграють сфагнові мохи;
- 2 – відмирання рослин – торфоутворювачів і їх неповний розклад, який зумовлений надзвичайно високою вологістю субстрату, перенасиченого застійною вологою і недостатком кисню. При цьому відмираюча частина рослинної маси мінералізується повільніше, ніж наростає нова рослинна маса.

Екологічні умови для рослин, які ростуть на торф'яних болотах, дуже своєрідні. Основною ознакою всякого болота є надлишок води, яка викликає особливий ґрунтовий процес – торфоутворення. Умовно вважають, що торф має не більше 50 % мінеральних речовин.

Режим екологічних факторів на сфагнових торф'яниках дуже різноманітний і своєрідний: велика кількість води, яка пов'язана не тільки з екологічними особливостями сфагнуму. Поруч із живими клітинами сфагнуму, в листку є система мертвих гіалінових клітин, для яких характерна висока капілярність і велика вологоємність. Різні види сфагнуму у повітряно-сухому стані на 1 частину маси здатні ввібрати 13 – 20 частин води.

Торф'яні субстрати мають високу кислотність $pH = 4,0 - 4,5$. В торфі є токсичні для рослин речовини – сірководень, метан, який з давніх-давен називають болотним газом.

Слабкий розклад рослинних залишків означає малу віддачу поживних елементів рослин в біологічний кругообіг, тому торфові болота незбалансовані системи, які резервують більшу частину накопиченої ними маси. Зольність торфу на верхових болотах 2 - 4%, тому що значна частина мінеральних елементів знаходиться у недоступній формі для рослин. Торф має низьку теплопровідність, тому в прикореневому шарі температура понижена на 2 – 4°C, хоч у денні часи він може нагріватися до 30 – 40°C.

Особливий фактор для життя рослин на торфі – постійне наростання торф'яного субстрату (1мм/рік), яке означає, по-перше загрозу поховання наземних частин рослини, по-друге заглиблення кореневих систем, яке відділяє їх від поверхневого шару торфу з більш – менш доброю аерацією.

Протягом тисячоліть сукупність таких екологічних факторів сприяла суворому відбору рослин, які можуть жити на болотах. Найбільш часто зустрічаються сфагнові мохи, кущики брусниці, вереску, карликові берези, верби, осоки. Але всі вони не сформувались на болотах, а є мігрантами із інших рослинних формацій.

І зовнішній вигляд, і анатомічна будова, і фізіологія рослин сфагнових боліт мають яскравий відбиток екологічних особливостей торфу як субстрату. Чому? Кореневі системи болотних рослин знаходяться в поверхневих шарах, у сосни тонкі закінчення коренів ростуть вверх (негативний геотропізм) – ближче до кисню, в багатьох видів є система «провітрювання», тобто повітряні порожнини. Наростання шару торфу, як субстрату, зумовило рослини переміщати корені вверх і додаткові корені можуть утворюватися на стеблах. У росянки так переміщається і зимуюча брунька, і нова розетка листків. Бідність мінерального живлення зумовила появу на болотах комахоїдних рослин – росянка, венерина мухоловка, які при допомозі ловчих апаратів забезпечують себе азотом (рис. 21).

Якщо вести мову про екологічні особливості рослин сипучих пісків, то перш за все звернемо увагу на пісок як субстрат для рослин, який має ряд особливостей, що викликають адаптації рослин. По-перше це тепловий режим – мала теплоємність і висока теплопровідність сприяють сильному його нагріванню і різким добовим коливанням температури. В Середній Азії температура піску в спекотні дні досягає 70 – 78°C, при температурі повітря в тіні 40 - 43°C.

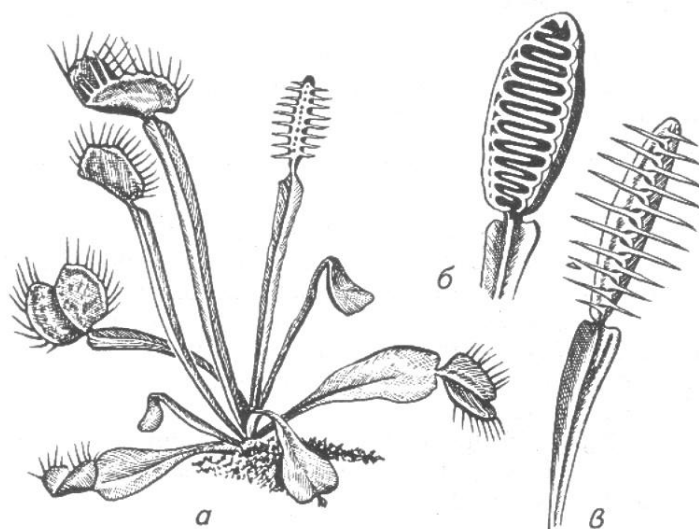


Рис. 21. Комахоїдна рослина венерина мухоловка (*Dionaea muscipula*):
а – загальний вигляд рослини; б – напівзакритий листок; в – закритий листок).

Водний режим рослин на пісках також не дуже сприятливий. Опади швидко проникають в глибину, бо водоутримуюча сила піску дуже низька, а водопроникність дуже висока. Через низьку капілярність висхідна течія ґрунтових вод майже неможлива. Все це створює низьке водопостачання у прикореневому шарі рослин. Поживний режим також дуже низький.

Найвиразніша екологічна особливість пісків – це їх рухомість, зумовлена слабким зв'язком між ґрунтовими частинками. Ці сипучі рухомі піски при всьому різноманітті створюють однакові пристосування рослин, які ростуть на них. Тому види, які ростуть на сипучих пісках, називають псамофіти.

В пісчаних пустелях перенесення вітром сипучих пісків – це не епізодичний фактор, а постійний і рослини до нього пристосовуються. Постійна загроза для таких рослин – це повне чи часткове захоронення їх під піском, а може бути і протилежне – видування і оголення коренів. Як пристосування, у пустельних псамофітів виробилась здатність при захороненні утворювати додаткові корені від стебла на будь-якій висоті. Наприклад – джужгун розвиває сильні додаткові корені на стеблі, що має 3 – 4 м висоти. Корені пустельного злаку *Aristida* утворюють декілька ярусів коренів через 3 – 10 см один від одного. Це свідчить про неодноразове засипання рослини піском. Насіння рослин рухомих пісків утворює пристосування до розповсюдження вітром – парусні вирости у солянок і саксаулів. Більшість деревних і кущових порід піскових пустель – безлисті.

Пустельні псамофіти утворюють досить глибоку кореневу систему, яка може вбирати воду з глибоких горизонтів (саксаул). Джужгун формує велику кореневу систему в горизонтальному напрямку (до 30 м); рослини псамофіти є не тільки в пісках пустель, а й в нашій місцевості. Вони ростуть на піскових ґрунтах: цмин пісковий, перстач пісковий.

Наступна екологічна група рослин – літофіти – що ростуть на каменях, скалах, кам'янистих схилах. Це накипні лишайники, листові лишайники, ялівець, сосна, скальні форми бука, дуб скельний, мохи, папороті. Ці рослини володіють особливою формою росту – повзуча, викривлена, карликова, пов'язана з нестачею поживних речовин і дуже жорстким водним і тепловим режимом на

скалах, сильними вітрами. У них неглибока, але дуже міцна і чіпка коренева система.

Часто в ролі випадкових літофітів можуть опинитись рослини різних видів, насіння яких попало і проросло на старих камінних забудовах, де накопичується пил і дрібнозем – це і трав'янисті рослини і невеликі деревця.

Отже, рослини заповнили не тільки родючий ґрунт. Вони пристосувались рости на різних субстратах з різною реакцією розчину та різною концентрацією солей. Для добування елементів мінерального живлення рослини розчиняють важкодоступні сполуки ґрунту, а на бідних на азот використовують живих комах.

Контрольні запитання

1. Гумус та його екологічне значення для формування ґрунту та живлення рослин.
2. Екологічне значення реакції ґрунтового розчину.
3. Порівняйте хімічний склад і значення надземного та ґрунтового повітря.
4. Назвіть, які хімічні елементи відносять до макроелементів, а які до мікроелементів.
5. Торфоутворення і умови для росту рослин.
6. Екологічні особливості рослин сипучих пісків.

Лекція 15. Біотичні фактори та їх вплив на рослини

15.1. Зоогенні фактори та їх вплив на рослини.

15.2. Фітогенні фактори та їх класифікація.

15.3. Адаптивні пристосування рослин до негативної дії зоогенного фактору.

15.4. Форми взаємовпливу рослин.

Дуже рідко, в окремих випадках, рослини ростуть в природних умовах ізольовано і відчують вплив тільки абіогенних факторів. Як правило, рослини створюють рослинні угруповання, які тісно пов'язані з тваринами, мікроорганізмами, ґрунтом і іншими факторами, що разом створює складну екологічну систему.

Взаємовплив рослин, тварин, мікроорганізмів виділяють в окрему групу біотичних факторів. Дія цих факторів на рослину може бути прямою (тварини поїдають рослини, запилення проводять комахи) так і непрямою (зміна абіогенних факторів середовища).

Вплив біотичних факторів значний і часто визначає особливості будови і життєдіяльності рослин, а на рівні екосистеми – напрямлення, характер і інтенсивність перетворення речовин і енергії.

Найбільш відчутна форма впливу тварин на рослини – використання рослинної маси як корму. На початку будь-якого трофічного ланцюга живлення є зелені рослини. Це перший трофічний рівень, це первинні продуценти органічних речовин, за рахунок яких живуть організми другого трофічного рівня – фітофаги (фіто – рослина, фаг – поїдаючий).

Тварини, при поїданні рослин, не тільки з'їдають фітомасу, а й наносять їй певну шкоду – об'їдені і зламані пагони засихають і відмирають, знижується приріст маси, змінюється напрямок росту і галушення – тобто тварини діють на рослини як формоутворюючий фактор.

Фітомасу їдять і птахи – особливо бруньки, плоди, насіння. Дрібні тварини – мишовидні гризуни – з'їдають небагато фітомаси, але ж багато гризунів. Миша-полівка за добу може з'їсти від 470 до 1400 насінин ялини, що значно впливає на відновлення рослин. Відмічено, що в тайзі молодий підріст ялини відбувається в

роки щедрого урожаю її насіння, який гризуни не можуть повністю знищити, або в роки, коли з'являється багато сов, котрі їдять мишей.

Багаточисленні, поширені і різноманітні споживачі рослин – комахи, а також тваринні організми, що живуть у воді.

Види рослин, які часто пошкоджуються тваринами-фітофагами, мають певні захисні пристосування і реакції. Захистом від з'їдання є міцна покривна і механічна тканина, різні вирости, колючки, опушення, запахи та інше. Поширення на пасовищах чортополоху з його колючками – один з прикладів захисту.

До захисних реакцій рослин відноситься їх здатність до швидкого відновлення втрат. Наприклад, якщо дуже розмножується дубова листокрутка, що майже цілком з'їдає листя дуба, то у багатьох дерев у середині літа починають рости бруньки, які були закладені для майбутнього року (або сплячі бруньки) і знову утворюється листя.

У трав'янистих видів рослин швидко відростають вегетативні органи після їх поїдання (чи скошування). Утворення великої фітомаси – це також один із способів захисту рослин від листогризучих комах, насіннеїдів тощо.

Захисними властивостями може бути і біохімічна непридатність рослин для фітофага. Ряд алкалоїдів, глікозидів і інших токсичних речовин надають рослинам гіркий смак і неприємний запах. На цьому базується такий спосіб захисту, як мімікрія – деякі їстівні рослини набувають зовнішнього вигляду (запаху, смаку) неїстівних.

Коли тварини з'їдають зелену масу рослин, то обов'язково відбувається травмування, витоптування, зламування (механічне пошкодження); кабани, кроти риють землю, знищуючи при цьому підземні органи рослин і пошкоджуючи їх кореневу систему, що нерідко призводить до відмирання рослини і зміни структури ґрунту та його екологічних особливостей.

Суттєвий вплив на життя рослин має така форма дії тварин на ґрунт, як його ущільнення, притоптування, розбивання дернини та інше. Прикладом може бути випас тварин на пасовищах. Тварини з'їдають не всі види рослин, які є на пасовищі, а вибірково, що в результаті може привести до зміни видового складу і

структури травостою, бо випадає багато цінних трав, а залишаються колючі, отруйні тощо.

Але позитивним є удобрення і розбивання дернин, що сприяє нормальному відновленню рослин.

Широко відома роль тварин у запиленні рослин. Запилення комахами – ентомофілія – сприяє виникненню пристосувань у рослин і комах. Рослини мають такі адаптації як узори на пелюстках, їх лінії ведуть до нектарників. Різний колір квіток до і після запилення (у медунки до запилення рожеві квітки, а після – лілові або голубі), синхронна добова ритміка розкривання віночка квітки і виділення нектару співпадає з ритмікою активності комахи-запилювача; особливості будови віночка і тичинок, що забезпечує безпомилкове попадання пилку на тіло комахи.

В запиленні рослин беруть участь і птахи – орнітофілія. Існує понад 2000 видів птахів, які у пошуках нектару чи комах сприяють запиленню рослин. Найбільш відомими птахами-запилювачами є нектарниці і колібрі.

Тварини відіграють важливу роль у поширенні рослин шляхом розповсюдження спор, плодів, насіння. Це явище зоохорії має певні екологічні закономірності. Рослини відкритих місцезростань частіше утворюють епізоохорне (епі – на, зоон – тварина, хорео – поширюю) насіння і плоди, яких тварини переносять на поверхні свого тіла. При цьому плоди і насіння мають різні пристосування для утримання – гачечки, крючечки, як у лопуха, череди, підмаренника.

В лісах, де є багато птахів, переважає ендозоохорія – плоди і насіння цих видів мають яскравий колір, соковитий оплодень. Їх охоче поїдають птахи, поширюючи насіння на значні відстані. Це насіння бересклетів, шипшини, глоду. Сойки збирають жолуді і переносять їх до своїх сховищ про запас на віддаль 1 – 3 км.

В трав'янистому покриві лісу існує багато рослин, насіння яких розноситься мурашками. Це міркекохорні рослини, а саме явище має назву міркекохорія (міркекос – мурашка, хорео – поширюю). Багато лісових трав – копитняк, ряс, проліска, гусяча цибулька, різні види фіалок поширюються за допомогою мурашок. Самі ж рослини мають до цього пристосування – на насінні є багаті на олію вирости – елайосоми, які служать приманкою для мурашок.

Оскільки рослини у фітоценозі не ізольовані одна від одної, а ростуть в складних угрупованнях, то часто вони відчують вплив сусідніх рослин на себе і самі впливають на інші рослини. Форми взаємовпливу рослин досить різноманітні і залежать від способу і ступеню контактів рослин.

Механічна взаємодія можлива при сукупному і досить близькому зростанні. Наприклад, тонкі гілки берези можуть бити крони хвойних, які є поруч, збиваючи при цьому хвою, бруньки, молоді пагони.



Рис. 22. Рослина-епіфіт

Взаємний тиск і зчеплення стовбурів дерев – це досить рідкісне явище, частіше таке буває з коренями. Може зчіплюватись коренева система, можуть зростатися крони.

Існують деревні ліани і рослини-підпорки, які можуть здавлювати стовбур і його деформувати, затіняти; є ліани-душители. Механічний контакт – це використання однією рослиною іншої як субстрату. Рослини, що живуть на інших рослинах – епіфіти (рис. 22), а ті, що живуть на листках – епіфілі. Це не паразити, вони не вступають в прямий фізіологічний контакт з рослиною-субстратом, а існують самостійно, як автотрофні рослини. Сюди належать епіфітні мохи, лишайники, папороті, орхідеї. Живлення епіфітів відбувається за рахунок атмосферного пилу і розкладу рослинних залишків, що накопичуються на субстраті.

Фізіологічні контакти між рослинами включають симбіоз, паразитизм і сапрофітизм. Класичний приклад симбіозу між рослинами – співжиття водорості і

гриба, що утворює особливий цілісний організм – лишайник. Зв'язки між партнерами-симбіонтами дуже складні. Водорість постачає гриба вуглеводами і іншими органічними речовинами, а гриб забезпечує водорість водою і мінеральними речовинами. Симбіоз бульбочкових бактерій-азотфіксаторів на коренях бобових рослин. На коренях вільхи, лоху, обліпихи живуть симбіонти-актиноміцети.

Зустрічається мікориза – симбіоз міцелію гриба з коренями вищих рослин-мікотрофів. Це поширене явище серед мікотрофних рослин, є види, які зовсім не можуть рости без мікоризи і не розвиваються із насіння без зараження його грибом-симбіонтом. Сюди належить більшість орхідних рослин, із деревних порід дуб, ялина, модрина, сосна, липа, береза.

Паразитизм – досить чіткий приклад прямої фізіологічної взаємодії між рослинами – перехід одного із партнерів на гетеротрофний спосіб живлення та існування за рахунок рослини-господаря. Паразити багаточисленні серед грибів і бактерій, менше їх серед квіткових рослин (відомо всього 518 видів).

Немає паразитів серед мохів, папоротей, голонасінних. У зв'язку з паразитичним способом життя у таких рослин відсутні або дуже редуковані корені. Втрата здатності до фотосинтезу привела до відсутності хлорофілу. У міру посилення паразитичних властивостей скорочується ферментна система, залишаються тільки спеціалізовані ферменти, що дозволяють паразитувати на вузькому колу господарів. Ця біохімічна спеціалізація послужила основою чіткої вибіркової багатоступінчастості паразитів по відношенню до рослини-господаря. Добре відома повитиця європейська *Cuscuta europaea*. Тіло її представлене тонкими жовтуватими ниткоподібними стеблами. Вони обвиваються навколо стебла рослини-господаря, часто переплітаються між собою. За допомогою гаусторій проникають у тіло рослини-господаря. У середині літа на листках появляються кулеподібні клубочки дрібних блідо-рожевих квіточок. На коренях вільхи, ліщини, клена, липи паразитує Петрів хрест – рослина, яка більше веде підземний спосіб життя. За допомогою округлих розширених присосок паразит прикріплюється до коренів господаря. Розмножується паразит вегетативно. Вовчок, який паразитує на культурі соняшника, тютюну, коноплі, має товсте

м'ясисте стебло, покрите листками у вигляді безкольорових лусок, на верхівці є колосоподібне суцвіття, а нижнім кінцем він так прикріплюється до господаря, що границю між тканинами господаря і паразита важко знайти.

Є ряд перехідних груп від паразитів до напівпаразитів або «зелених паразитів» (рис. 23). Ці рослини частково або повністю втратили здатність поглинати з ґрунту воду і поживні речовини, але в своїх клітинах зберегли хлорофіл і можливість самостійного фотосинтезу.

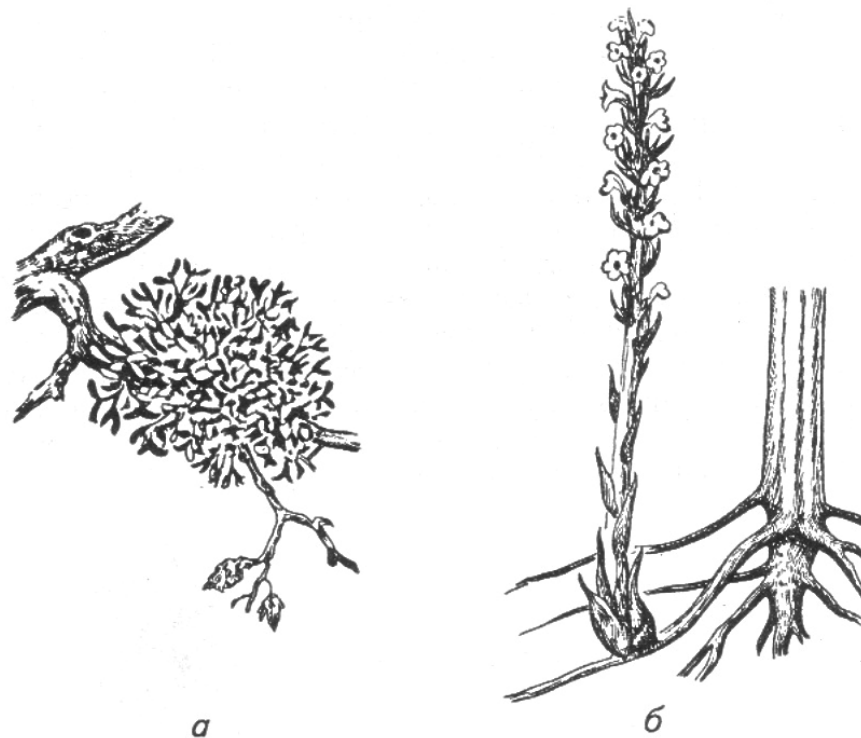


Рис. 23. Рослина напівпаразит – омела (а) та паразит – вовчок (б)

Це дзвінець великий і малий, очанка, омела біла, яка поселяється на гілках дерев. Всього відомо 1964 види напівпаразитів.

Напівпаразити забирають у господаря мінеральні речовини. В їх тілі є більше калію і фосфору, ніж у тілі господаря. Вони мають підвищений осмотичний тиск, досить розвинену транспіраційну поверхню і висушують господаря.

Для паразита важливо забезпечити контакт з господарем, починаючи з проростання насіння. Насіння їх на поверхні ґрунту не проростає до того часу, поки не досягне коренів рослини-господаря, від якої у ґрунт поступають виділення, що стимулюють розвиток насіння паразита і визначають напрямок

росту його гаусторій. Гаусторії занурюються в тканини кореня чи стебла. Активні фази життєвого циклу паразита співпадають з такими в рослини-господаря.

Інша група рослин з гетеротрофним живленням – сапрофіти – види, які використовують органічні речовини відмерлих організмів. Це важлива ланка в біологічному кругообігу, що здійснює розкладання органічних речовин і переводить складні сполуки у більш прості. Це гриби, бактерії, актиноміцети.

Існує взаємовплив рослин шляхом зростання коренів близько ростучих дерев одного і того ж виду. У густих насадженнях ялини зростаються коренями біля 30% дерев. Між зрослими деревами існує обмін речовин через корені.

Є ще хімічний взаємовплив рослин через хімічні виділення. Живі рослини виділяють в навколишнє середовище різні речовини, які мають значення для рослин-сусідів. Такі хімічні впливи називають алелопатією. Однією із форм взаємовпливів рослин є їх конкуренція за світло, за ґрунтову вологу, поживні речовини. Рослини, що швидше розвиваються пригнічують сусідів. Навіть у одновидовому посіві озимої пшениці за вегетацію відмирає 20-30% рослин, які не здатні конкурувати.

Отже, зоогенні та фітогенні фактори впливають на життєдіяльність рослин, викликаючи в них адаптивні пристосування, які підтримують їх життя у фітоценозах. Більш адаптивними є рослини природної флори, ніж культурні рослини. Враховуючи, що рослини культурної флори відібрані селекціонерами за окремими показниками, необхідними для людини і вирощуються у створених людиною умовах, їх адаптаційні можливості нижчі, ніж у рослин природної флори.

Контрольні запитання

1. Наведіть приклади впливу зоогенних факторів на рослини.
2. Адаптація рослин до зоогенних факторів.
3. Взаємовплив рослин як фітогенний фактор.
4. Поясніть екологічні закономірності явищ мірмекохорії, ентомофілії, орнітофілії, зоохорії.
5. Дайте екологічну характеристику взаємовпливу між рослинами.

Лекція 16. Періодичні явища в житті рослин

16.1. Класифікація періодичних ритмів та їх екологічна роль.

16.2. Добові ритми у рослин.

16.3. Сезонна періодичність в житті рослин.

16.4. Багаторічні циклічні зміни в середовищі та їх вплив на життя рослин.

Життя рослин проходить в умовах мінливого і непостійного, динамічного зовнішнього середовища. В різні часи інтенсивність дії на рослину факторів неоднакова, а з часом змінюється і їх склад. В одних випадках зміни умов закономірно розподілені у часі і мають регулярний характер. Це періодичні явища (або циклічні, ритмічні), зв'язані з обертанням Землі навколо Сонця. Такими явищами є чергування світла і темноти, підвищених і понижених температур у добовому циклі, приливи і відливи на узбережжях морів і океанів, зміна пір року і відповідних їм режимів екологічних факторів у річному циклі.

Відомі зміни середовища з більш тривалим періодом, наприклад, багаторічні періодичні коливання кліматичних факторів, зумовлених циклічними змінами активності Сонця. В інших випадках зміна середовища є аритмічною (нерегулярною, випадковою). Найпростішим прикладом можуть бути нетривалі коливання погоди або зміна освітлення при проходженні хмар. Поєднання регулярних і випадкових змін середовища складає той динамічний екологічний фон, який викликає необхідність певної організації життя рослин не тільки в просторі, а й в часі.

Існує багато проявів ритмічних змін у житті рослин, які відповідають циклічним коливанням навколишніх умов: відкривання і закривання квітів у визначені години доби, перебудова внутрішньої структури листка завдяки добовому рухові хлоропластів у клітині, добові і сезонні зміни інтенсивності основних фізіологічних процесів, щорічна зміна фаз сезонного розвитку в багаторічних рослин тощо. Інколи ритмічні зміни цілком визначаються відповідними змінами у середовищі – це екзогенні ритми. В принципі вони мало відрізняються від випадкових екзогенних змін, як наприклад закривання продихів при посиленні вітру. При усуненні коливань середовища, тобто при розміщенні

рослин у постійні (факторостатні) умови, такі ритми зразу ж зникають. В інших випадках ритмічні прояви життєдіяльності зберігаються деякий час навіть після перенесення організму у постійні умови. Такі ритми називаються ендогенними. Вони були виявлені в рослин більш як 200 років тому. У наш час проявлення ендогенних ритмів (або «біологічного годинника») встановлено на великій кількості прикладів не тільки у рослин, а й у тварин і мікроорганізмів, його елементи є і в фізіології людини.

Добові ритми виявлені у самих різних проявах життєдіяльності. Найбільш типові з них: зміна положення частин рослини, добовий рух листків (конюшина). Наприклад, листки квасолі зтуляються на ніч і розпрямляються вдень. Рух пелюсток у квітці, тобто закривання і розкривання квітки.

Приклади квіткового годинника

| Години розкриття квіток | Вид | Години розкриття квіток | Вид |
|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| 4 ⁰⁰ | Іпомея пурпурова <i>Ipomea purpurea</i> | 8 ⁰⁰ – 9 ⁰⁰ | Кислиця - <i>Oxalis</i> Вероніка - <i>Veronica</i> |
| 4 ⁰⁰ – 5 ⁰⁰ | Троянда <i>Rosa canina</i> | 9 ⁰⁰ – 10 ⁰⁰ | Види з роду тюльпан <i>Tulipa</i> |
| 5 ⁰⁰ | Гарбуз звичайний <i>Cucurbita pepo</i> | 10 ⁰⁰ – 11 ⁰⁰ | Золототисячник гарний <i>Centaureum pulchellum</i> |
| 5 ⁰⁰ | Мак самосійка <i>Papaver rhoeas</i> | 11 ⁰⁰ – 12 ⁰⁰ | Перстач прямий <i>Potentilla recta</i> |
| 5 ⁰⁰ – 6 ⁰⁰ | Льон австрійський <i>Linum austriacum</i> | 18 ⁰⁰ | Жимолость козолиста <i>Lonicera caprifolium</i> |
| 5 ⁰⁰ – 6 ⁰⁰ | Цикорій звичайний <i>Cichorium intubus</i> | 19 ⁰⁰ – 20 ⁰⁰ | Вечорниці <i>Hesperis matronalis</i> |
| 6 ⁰⁰ – 7 ⁰⁰ | Хаменерій вузьколистий <i>Chamaenerion angustifolium</i> | 19 ⁰⁰ – 20 ⁰⁰ | Смілка нічна <i>Silene noctiflora</i> |
| 7 ⁰⁰ | Підбіл звичайний <i>Tussilago farfara</i> | 19 ⁰⁰ – 20 ⁰⁰ | Дурман звичайний <i>Datura stramonium</i> |
| 7 ⁰⁰ – 8 ⁰⁰ | Берізка польова <i>Convolvulus arvensis</i> | 19 ⁰⁰ – 20 ⁰⁰ | Тютюн запашний <i>Nicotiana affinis</i> |
| 8 ⁰⁰ | Калюжниця болотна <i>Caltha palustris</i> | 21 ⁰⁰ – 22 ⁰⁰ | Кактус-цариця ночі <i>Cereus nycticalus</i> |

Ці рухи стали класичним об'єктом для досліджень властивостей і механізмів ендогенних ритмів у рослин. У багатьох грибів і водоростей чітку ендогенну добову періодичність має процес звільнення спорангіїв. Ендогенні добові ритми проявляються в багатьох фізіологічних процесах рослин: диханні, поглинанні і віддачі води та мінеральних речовин, утворенні пігментів, рості та інше.

Ендогенні добові ритми, що спостерігаються у різних організмів, мають ряд спільних ознак, які можна вважати їх основними властивостями. Періодичність ендогенних змін не чітко 24 години, а білядобова, у рослин з періодом від 22 до 28 годин – це є циркадні ритми. Саме таку періодичність вдається спостерігати при зберіганні постійних ритмів у постійних умовах. Але в природніх умовах циркадні ритми перетворюються в 24 – годинні, тобто синхронізуються з коливаннями середовища. У ролі синхронізаторів виступають добові зміни основних екологічних факторів (світло, температура). Вони ж сприяють тривалому підтримуванню ритмів, інакше при відсутності ритмічних сигналів із зовнішнього середовища ендогенні ритми поступово згасають.

Екологічна роль ендогенних ритмів в цілому не викликає сумніву. Не дивлячись на те, що багато деталей у явищах «біологічного годинника» ще екологічно не розшифровані, можна стверджувати, що вироблення, настройка і підтримка добових ритмів основних життєвих процесів у рослин є досить дієвою адаптацією в умовах ритмічно зміненого середовища. Це значно «економніший» шлях пристосування до добової активності певних груп запилювачів. Добові рухи листків у певних умовах можуть служити регулятором теплового режиму рослин – їх вертикальне розміщення вночі зменшує радіаційну втрату тепла, а горизонтальне вдень – збільшує кількість отриманої радіації.

Тим сезонним змінам умов існування, які щорічно повторюються, відповідають періодичні сезонні зміни у житті живих організмів і в тому числі рослин. Вивчення сезонних явищ в житті рослин та їх зв'язків із змінами навколишнього середовища вивчає особливий розділ ботанічної науки – фенологія рослин або фітофенологія.

Протягом річного циклу, починаючи з весняного пробудження рослини проходять наступні основні етапи сезонного розвитку або фенологічні фази (фенофази):

- 1 – вегетація на початку циклу розвитку (від проростання насіння однорічників або відростання пагонів і розвиток листків багаторічників до утворення бутонів);
- 2 – бутонізація;

- 3 – цвітіння;
- 4 – плодоношення;
- 5 – вегетація в кінці циклу;
- 6 – відмирання (для однорічників повністю, крім насіння, для багаторічників – надземних органів у трав або їх частин у дерев, кущів, кущиків);
- 7 – стан спокою.

В межах цієї загальної схеми можлива деталізація фенофаз, або їх особливе визначення, яке залежить від морфологічних і біологічних особливостей рослин. Наприклад, якщо для деревних видів прослідкувати хід весняних явищ, то у фазі «розвиток листкових бруньок» розрізняють ступені, які визначають розвиток листка: «зелена смужка» (початок розходження лусок бруньки), «зелений конус» (розкриття лусок), розвертання листків чи хвоїнок. Восени у цих порід у фазі відмирання – виділяють підфази: осіння окраса листків, початок і кінець листопаду.

Свої особливості мають фенологічні фази в злаків у зв'язку з їх морфологією і господарським використанням. В них визначають: поява сходів, кушіння (утворення бічних пагонів), вихід в трубку (ріст стебла і видовження міжвузлів і утворення соломини). Фазі бутонізації відповідає фаза колосіння, а фаза цвітіння визначається по розкриванні квіткових лусок і розсіюванню пилку з пиляків. У фазі плодоношення виділяють підфази молочної, воскової і повної стиглості зерна.

Для папоротей виділяють такі фази:

- 1 – поява завитків (скручених листків);
- 2 – повне розкручування завитків;
- 3 – поява спорангіїв з нижнього боку вай;
- 4 – дозрівання спор і їх висипання із спорангіїв;
- 5 – відмирання надземних частин.

На основі фенологічних спостережень встановлюють фенологічні дати, тобто календарні дати настання фенологічних фаз.

Весь хід сезонного розвитку рослин пов'язаний тісною залежністю з впливом зовнішніх умов. На початку вегетаційного сезону на фенофазах проростання,

розкривання бруньок, облиствленості, бутонізації, цвітіння, особливо сильний вплив має температура. Настання тієї чи іншої фенофази можливе при нагріванні повітря або ґрунту до «порогової» температури. Так, для більшості деревних порід температурний поріг розкривання бруньок лежить в межах 5–10°C, ранньовесняні «підсніжники» в лісах зацвітають, коли ґрунт прогрівається до 2–4°C. Температурний фон в значній мірі впливає не тільки на строк настання, але й на тривалість фенофази. Залежність фенологічних дат від змін температури добре ілюструється фенологічними картами, на які наносять дати настання фаз в різних районах у співставленні з температурою.

У другій половині вегетації роль ведучого фактору надається фотоперіоду – осіннє скорочення дня є сигналом підготовки до зими: листопад, дозрівання зимуючих пагонів, збільшення холодостійкості.

Завдяки сукупності зовнішніх впливів і ендегенно закріплених особливостей сезонна ритміка рослин синхронізується з кліматичною ритмікою. Синхронізація забезпечується не тільки необхідними темпами фенологічного розвитку, але і пластичністю рослин, яка дозволяє пристосовувати сезонний розвиток до неоднакових погодних умов різних років.

Тривалість активних фаз і фаз спокою у різних рослин неоднакова і залежить від їх походження і сучасних умов зростання. Розрізняють основні типи сезонного розвитку – фенологічні типи або феноритмотипи. До одного і того ж феноритмотипу належать рослини з подібними строками початку і кінця вегетації, а також з однаковою періодичністю розвитку листків, подібним зимовим станом. Склад феноритмотипів у рослинних угрупованнях пов'язаний з кліматичними умовами району і їх сезонною динамікою, особливостями фітоклімату (наприклад, умовами перезимівлі рослин), історією формування рослинного покриву. Наприклад, в тундрі переважають літньозелені види, в лісах тайги – літньозелені і вічнозелені, у широколистяних лісах – літньозелені і ефемероїди, в пустелях – ефемери і ефемероїди.

Феноритмотипи рослин (за Борисовою А.В.)

| Група феноритмотипів | Феноритмотип | | |
|--|---|--|---|
| | назва | характеристика | приклади |
| <p>1. Довговегетуючі</p> <p>Період вегетації продовжується протягом усього або більшої частини року. Період спокою є, але не у всіх типів.</p> | Вічнозелені | Листки живуть більше року (14-16 міс. і більше); без листяного стану пагонів не буває | <i>Asarum europaeum</i> , види роду <i>Pirola</i> |
| | Літні зимозелені | Весь час мають зелені листки за рахунок 2-3 генерацій, що змінюють одна одну протягом року | <i>Briza media</i> , <i>Geum rivale</i> , <i>Veronica incana</i> |
| | | Також степові рослини з періодом літнього півспокою, за яким йде відновлення вегетації | <i>Festuca sulcata</i> , <i>Stipa lessingiana</i> |
| | Літні зимозелені з короткочасним періодом осіннього спокою | Початок розвитку пізно восени (після дощів), кінець – ранньою осінню наступного року. Спокій 1-2 місяці. Дві генерації листків | <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Achillea filependulina</i> |
| | Осінньо-зимо-весняно-зелені з періодом літнього спокою | Веgetація з осені до весни, на літо скидають листя | <i>Ranunculus illyricus</i> , <i>Allium caesium</i> |
| | Весняно-літньо-осінньо-зелені з періодом зимового спокою | Веgetація з весни до осені, скидають листя восени | Листопадні дерева і кущі, лісові, лучні і степові трави : <i>Heracleum sibiricum</i> |
| <p>2. Коротковегетуючі.</p> <p>Період вегетації охоплює найбільш сприятливі сезони: весну і початок літа, або літо і осінь</p> | Весняно-осінньо-зелені з періодом літнього і зимового спокою | Дві генерації листків (весняна і осіння) розділені періодом спокою. У деяких видів роду <i>Colchicum</i> і <i>Crocus</i> . Осіннє цвітіння і зимове плодоношення | <i>Centauera mollis</i> , <i>Papaver orientale</i> |
| | Весняні ранньо-літньо-зелені з періодом літньо-осінньо-зимового спокою | Веgetація з весни до середини літа | <i>Adonis wolgensis</i> , <i>Dentaria bulbifera</i> , <i>Ferula caspica</i> |
| | Літньо-осінньо-зелені з періодом зимо-весняного спокою | Веgetація з початку літа до осені (інколи і частина осені) | <i>Euphrasia tatarica</i> , <i>Odontites serotina</i> |
| <p>3. Ефемерні</p> | Весняно-зелені з періодом літньо-осінньо-зимового спокою (ефемери і ефемероїди) | Веgetація тільки весною | <i>Coridalis halleri</i> , <i>Scilla sibirica</i> , <i>Tulipa patens</i> |
| | Літньо-зелені з періодом осінньо-зимо-весняного спокою | | <i>Orobanche coerulescens</i> , <i>Filago arvensis</i> |

Відомо, що активність Сонця підлягає багаторічним циклічним коливанням дуже складного характеру, які є результатом накладання декількох циклів 11-річного, 35-річного, вікових і мабуть ще більше. Ці коливання помітно впливають на життя рослин, як безпосереднє, так і непряме, через циклічні багаторічні зміни клімату, які залежать від сонячної активності. Рослини реагують на них змінами інтенсивності фізіологічних процесів і перш за все темпами утворення органічної речовини, величиною річної продукції. Тому за зміною і коливаннями величини річного приросту багаторічних рослин можна визначити періодичність коливань зовнішніх умов.

Ще 1892 року лісник Ф.Н. Шведов у роботі «Дерево как летопись засух» звернув увагу на те, що річні кільця на зрізі стовбура білої акації розподілені нерівномірно, утворюють певні згущення і розрідження, які він пов'язав з чергуванням вологих і засушливих років.

В 20-30 роках двадцятого століття американський вчений Дуглас знайшов, що в одного з довгожителів – мамонтового дерева 3200-річного віку більш широкі і більш вузькі річні кільця чергуються з правильною закономірністю 10-12-річним циклом, який відображає відповідні цикли сонячної активності. Але ці показники не йдуть паралельно, бо на життєдіяльність рослин впливають зміни інших, більш локальних причин.

Пояснюючи значення річних кілець у дерев Ф.Н. Шведов писав: «Каждый встреченный на нашем пути пень – не только фундамент когда-то работавшего бюро погоды, но и миниатюрная обсерватория, дающая огромную информацию о жизни Земли и Космоса».

Отже, процеси, що відбуваються у неживій природі, мають свою періодичність. Фактори періодичності тривають з часу формування Землі і вони впливають на життєдіяльність рослин. Результатом цих коливань у неживій природі стали періодичні ритми у рослин. Саме такі ритми дозволили рослинам продовжити тривалість життя видів шляхом різних пристосувань.

Контрольні запитання

1. Екологічна роль періодичних ритмів у житті рослин.
2. Поясніть суть терміну “добові ритми рослин”.
3. Поясніть суть терміну “квітковий годинник”.
4. Яка екологічна роль ендогенних ритмів.
5. Назвіть фенологічні фази розвитку відомої Вам рослини.
6. В чому проявляється сезонна періодичність у житті рослин.

Лекція 17. Орографічні фактори і їх вплив на екологію рослин

17.1. Екологія високогірних рослин.

17.2. Експозиція і крутизна схилів та їх вплив на рослини.

17.3. Роль елементів мезорельєфу в житті рослин.

17.4. Мікрорельєф.

Орографічні фактори – це рельєф і зв'язана з ним висота над рівнем моря. Безумовно, рельєф не належить до таких прямо діючих екологічних факторів як світло, вода, тепло, ґрунт. Але характер рельєфу, місце розташування в ньому рослини чи рослинного угруповання мають великий вплив на життя рослини, бо він часто зумовлює сукупність дії всіх згаданих екологічних факторів і дуже часто саме від рельєфу залежить перерозподіл в просторі тепла, світла, вологи, які є зональними, тобто залежать від широти розташування місцевості.

Залежно від величини форм розрізняють декілька типів рельєфу:

- 1 – макрорельєф (гори, низини, міжгірські впадини);
- 2 – мезорельєф (горби, яри, гряди, степові «блюдця» і інші);
- 3 – мікрорельєф (дрібні впадини, нерівності, пристовбурні підвищення та інші).

Точних меж між цими типами немає, тому ділення умовне, але кожний із них відіграє свою роль у формуванні комплексу екологічних факторів для рослин.

Макрорельєф впливає на розподіл рослинності у великих географічних масштабах. Підвищення рівня місцевості на кожні 100 м супроводжується зменшенням температури повітря приблизно на 0,5 °С. Змінюється також вологість повітря і інсоляція. В горах на великих висотах для рослин складається дуже своєрідний комплекс екологічних умов. Їх ще називають «альпійськими», незалежно від місця і географічного пункту.

В горах прихід сонячної радіації вищий за рахунок більшої прозорості атмосфери і розрідженості повітря. Ультрафіолетова радіація на висоті 2500-4000 метрів над рівнем моря (область променів 290-310 нм) в десятки разів вища, ніж на рівні моря.

Високогірним умовам характерні такі ознаки – пониження температури, нічні заморозки, сніг, сильні вітри, дуже короткий вегетаційний період, знижена концентрація CO₂ (0,012 – 0,020%).

Режим зволоження складається по-різному і залежить від загального кліматичного фону місцевості. Дуже своєрідні умови в «нівальному» (при сніжному) поясі, в безпосередній близькості до снігу і льоду, біля границі вічних снігів. В цілому ці «альпійські» умови є «крайніми» в прямому і екологічному розумінні. Вони відображаються на всій життєдіяльності рослин – будові, фізіології, сезонному розвитку.

Для високогірних рослин характерний приземний ріст – тут низькорослі кущі і кущики, сланкі рослини, подушковидні, розеточні багаторічні рослини – злаки і осоки, мохи і лишайники. Характерна морфологічна ознака – перевага їх підземної маси над надземною. Низькорослість пов'язана з адаптацією до низьких температур і з дією короткохвильової радіації, яка гальмує ростові процеси. В анатомічній будові високогірних рослин є ряд характерних ознак: потовщення покривних тканин, опушення, сильний розвиток системи механічних тканин, що допомагають вистояти проти вітрів, менші листки, менші клітини, збільшується кількість продохів і зменшуються їх розміри.

Низькі температури і сильне освітлення сприяють утворенню великої кількості антоціанів – квіти інтенсивно і яскраво забарвлені. Усі фізіологічні процеси йдуть з підвищеною інтенсивністю.

Мабуть, еволюція високогірних рослин йшла в напрямку найповнішого використання усіх можливостей короткого і холодного вегетаційного періоду.

При піднятті в гори змінюється сезонний розвиток рослин. Чим вище в гори, тим пізніше тоне сніг весною і раніше випадає восени, тим коротший вегетаційний період, тим пізніше починається весняний розвиток рослин і раніше настає осінь. Піднімаючись в гори весною, можна спостерігати сезонний розвиток одного і того ж виду рослин в оберненій послідовності: біля підніжжя – цвітіння, в середньому поясі – бутонізація, вище – початок вегетації і на вершині – поява з-під снігу. А восени при піднятті в гори йде прискорене наступання фенофаз (жовте листя, листопад, відмирання надземних частин).

Різні види рослин неоднаково відносяться до висотної зональності. Одні ростуть в різних поясах, але в них дуже змінюється зовнішній вигляд (чорниця і голубика в Карпатах). А, наприклад, шафран Королькова в горах Тянь-Шаня вегетує тільки після танення снігу, тобто в однакових гідротермічних умовах. Інші види поширені в обмежених границях кількох або одного поясу і зникають, якщо їх перенести в інший пояс, або змінюються заміщаючими їх видами. Так, в горах на різних висотах ростуть такі близькі види як герань пагорбкова і герань скельна з вузькою екологічною амплітудою.

Поруч з висотою над рівнем моря умови для життя рослин в горах у значній мірі визначаються експозицією і крутизною схилу. Відомо, що на схилах південної експозиції кут падіння сонячних променів ближче до прямого, ніж на горизонтальній поверхні. Закономірність наведена на рис. 24.

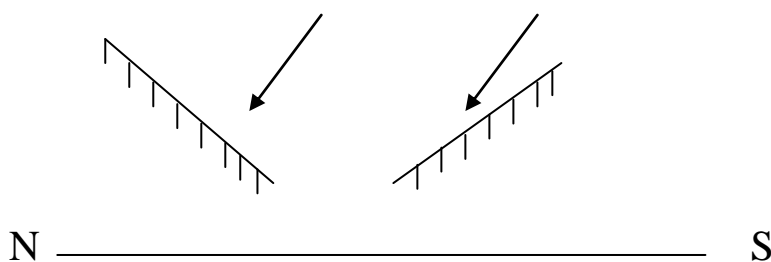


Рис. 24. Різниця кута падіння променів на схилах південної і північної експозиції.

Схили північної експозиції одержують прямі промені під дуже гострим кутом (ковзаючи), а при великій крутизні в денні часи мають тільки розсіяну радіацію. Звідси і різниця в прогріванні ґрунту і повітря, в режимі зволоження та інших елементах мікроклімату.

У зв'язку з неоднаковими умовами на схилах різної експозиції склад рослинності, її вигляд і стан досить різні. На південних схилах межа деревної рослинності піднімається значно вище, ніж на північних. У складі рослинних угруповань тут переважають південні теплолюбні рослини. Залежно від експозиції відрізняються і морфологічні особливості одного і того ж виду. Так, туркестанський ялівець арча в горах Киргизії має сланку форму, а на скалах південної експозиції росте у вигляді високого стрункого дерева, бо тут йому забезпечений захист від зимового висихання і вимерзання.

Вплив крутизни схилу впливає на умови життя рослин в основному через особливості ґрунтового середовища, водного і температурного режиму. Сильний стік води і змив ґрунту з крутих схилів створює важкі умови для життя рослин. Тут в основному ростуть види літофіли (камінь) з глибокою і чіпкою кореневою системою, які економно витрачають воду. На схилах з більш м'яким ґрунтом живуть рослини з поверхневою і розгалуженою кореневою системою (підбіл).

Отже, в горах дуже чітко виражена різноманітність форм рельєфу і його вплив на рослини.

Для дещо менших, ніж гори, форм рельєфу таких як Волино-Подільське підвищення, Середньо-Руське, Приволжське підвищення – зміна ландшафту і рослинного покриву виражена слабо. На відміну від вертикальної зональності в горах, географи називають цей вплив вертикальною диференціацією. Наприклад, в лісовій зоні домішки дуба і ясена знаходяться на підвищених місцях, а на низинних рівнинах поселяються більш північні елементи. Звичайно, тут основну роль відіграє не стільки положення над рівнем моря, скільки геоморфологічні фактори і пов'язані з ними зміни ґрунтово-гідрологічних умов.

Основне значення елементів мезорельєфу полягає у перерозподілі зональних екологічних факторів. Сукупність різних елементів мезорельєфу – інколи досить складне, може до невпізнання змінити зональні кліматичні і ґрунтові фактори і тут може поселитись абсолютно нова рослинність, як наприклад, в долинах річок. Долини річок, ніби дороги, по яких клімат двох сусідніх широтних зон проникає один в одний. І навпаки, у кожній зоні є вільні від впливу рельєфу місця, які найбільш повно відображають характер для даної географічної зони. Такі місця-рівнини називаються плакорними або плакорами.

Вплив мезорельєфу на сукупність дії екологічних факторів найбільш чітко проявляється там, де якісь інші є в мінімумі. Наприклад, в південних областях з сухим кліматом рельєф суттєво впливає на розподіл вологи для рослин. Накопичення снігу і талих вод в ярах і балках дає можливість рости лісовій рослинності в безлісній частині півдня степу. На плоскій рівнині лісостепу Західного Сибіру у незначних низинах вологість ґрунту настільки висока, що там може рости деревна рослинність. У ковилових степах України ледь помітні але

широкі низини «поди» весною збирають талі води, що забезпечує певні умови для мезофільних трав'янистих рослин.

У тундрі на схилах південної експозиції розвиваються більш теплочутливі напівкущики, а по схилах на північ – рослини тундрових луків. Крім видового складу на схилах різної експозиції відмічена неоднакова швидкість проходження фенологічних фаз.

Мікрорельєф може бути пов'язаний з нерівностями поверхні ґрунту і з особливостями росту самих рослин. Крупнодерновинні злаки і осоки утворюють горбочки. Деякі форми мікрорельєфу мають зоогенне походження (кротовини, термітники, мурашники).

Від мікрорельєфу часто залежить мікроструктура рослинного покриву – чергування на невеликому просторі видів з різними екологічними особливостями – ксерофільних і гігрофільних видів, різниця в строках вегетації рослин і інші.

В степах і різних по глибині западинах зимою є багато снігу. Влітку в цих западинах збирається вода від опадів, внаслідок чого ґрунт в западинах більш вологий, ніж навколишнього плакорного степу. Тому для Центрально-Чорноземних степів В.В. Альохін наводить такий типовий екологічний ряд за зволоженням: на рівних ледь-ледь підвищених місцях плакорного степу в травостої переважає стоколос береговий *Zerna riparia* і вівсюнець пухнатий *Helictotrichon pubescens*. Далі у верхніх частинах западин на більш вологому ґрунті, ніж ґрунт плакорного степу, є пояс рослинності з перевагою в травостої мітлиці собачої *Agrostis canina* і келерії Делявіня *Koeleria delavignei* з великою кількістю більш-менш вологочутливих рослин – пшінка весняна *Ficaria verna*, суховершки звичайні *Prunella vulgaris*, ракові шийки *Poligonum bistorta*, жовтець їдкий *Ranunculus acris*, жовтець золотистий *Ranunculus auriconus*. На дні западинок ростуть болотні трави. Різниця в рельєфі дуже впливає на рослинність сухих степів і пустель. На підвищеннях рослинний покрив низькорослий і зріджений, на дні западин він густий і високий.

Отже, ріст та розвиток рослин зокрема та фітоценозів в цілому залежить як від висоти розташування їх в горах, так і від експозиції і крутизни схилів, від мезорельєфу та мікрорельєфу.

Контрольні запитання

1. Назвіть екологічні особливості високогірних рослин.
2. Які знаєте типи рельєфу та який із цих типів переважає у Вашій місцевості.
3. Як змінюється сезонний розвиток рослин з підняттям їх в гори.
4. Чому стан одних і тих же рослин на схилах різної експозиції різний.
5. Як змінюється структура рослинних угруповань при зміні мезорельєфу на мікрорельєф.
6. Що таке орографічні фактори та їх вплив на екологію рослин.

Лекція 18. Антропогенні фактори та їх значення для рослин

18.1. Основні форми дії людини на рослину.

18.2. Прямі впливи людини на рослину.

18.3. Непрямі впливи людини на рослину.

18.4. Екологія міських рослин.

Людина, як представник гетеротрофної ланки екологічної системи, ще з давніх давен впливала на природу, на її рослинний світ. Але якщо на початку існування людини її вплив на рослини мало чим відрізнявся від впливу тварин на природу, то з розвитком трудової діяльності людини її вплив на природу стає все могутнішим і значним та стає досить різноманітним фактором, що впливає на рослини і їх середовище. Отже, антропогенний фактор – це форми діяльності людини, які впливають на життя організмів в прямому значенні або впливають посередньо, змінюючи навколишнє середовище.

Основні форми впливу людини на рослину – це прямий вплив (пов'язаний з трудовою діяльністю: збір рослин, витоптування, скошування, вирубування і інші) та непрямий вплив, що призводить до зміни людиною природного середовища життя рослин. Цей непрямий вплив може бути результатом безпосереднього впливу людини на середовище – зрошення, осушення, засмічення ґрунту, води, повітря та інші чинники.

Але і при прямому впливі людини на рослинність середовище може змінюватись через зміну рослинності. Тому розмежувати прямий і непрямий вплив людини на рослинність дуже важко. Але все ж таки, серед прямого впливу дії людини на рослини розрізняють такі чинники як їх вирубування, скошування, рекреаційні навантаження. Розглянемо ці впливи детальніше.

Вирубування – це одна із форм прямого впливу людини на рослини. У лісовому господарстві застосовують різні типи вирубування рослин – суцільні, вибіркові, рубки догляду, які регулюють склад і якість лісу, санітарні рубки – для видалення пошкоджених і хворих дерев.

Якщо вирубують дерева хвойних порід, то це означає припинення існування індивідуума. А серед листяних порід багато дерев має здатність утворювати

поросль – пагони із сплячих бруньок, які розташовані при основі стовбура дерева, або на коренях. Часом ці бруньки можуть бути захищені глибоко під кіркою. Багаторічний спокій таких бруньок припиняється, якщо відсутня крона дерева. Порослеві пагони, використовуючи сильну кореневу систему дорослого дерева і запаси поживних речовин, відложені в кореневій системі, ростуть досить швидко, утворюють великі листки. Але деревина таких пагонів нещільна, в ній погано проходять процеси дозрівання, вона легко піддається різним хворобам.

Вирубування є досить сильним фактором, що впливає на навколишнє середовище. Навіть часткове видалення дерев призводить до зміни рослинного середовища в лісових насадженнях і, як наслідок, до зміни життєдіяльності і стану лісових рослин. В ялинових і соснових лісах виявили, що при вирубуванні дерев збільшується освітлення, внаслідок чого посилюється фотосинтез тіньової хвої в бічних і нижніх частинах крони, завдяки чому збільшується продуктивність дерева, активізуються всі ростові процеси у зв'язку з посиленням поглинання сонячних променів і кращим прогріванням камбію. Покращується ріст і стан підросту, для якого поруч з освітленням має значення часткове зменшення кореневої конкуренції із дорослими деревами. Отже, навіть при частковому вирубуванні продуктивність лісу покращується, бо змінюються умови навколишнього середовища. Тим більше, вони змінюються для життя рослин, коли проводять суцільне зрубання деревостою.

Різка зміна лісового рослинного середовища на умови відкритого місцезростання викликає стресовий стан у лісового підросту і тіневитривалих рослин трав'янистого ярусу та кущів. Як зразу після вирубування, так і в наступні роки спостерігається руйнування хлорофілу (бліді листки), пригнічення росту, опіки, відмирання частини надземних органів. Особливо тіневитривалі трав'янисті рослини випадають із рослинного покриву або при природному заростанні вирубок – знаходять собі притулок під захистом кущів порослі. На вирубках створюються умови для заселення світлочутливими рослинами, стійкими до нагрівання і нестачі вологи. На перших етапах перевага в заселенні вирубок належить видам з анемохорним (анемохор – вітер) насінням і плодами,

великою насінневою продуктивністю або інтенсивним вегетативним розмноженням.

Непрямий вплив санітарних рубок поряд із вищесказаним, полягає також у видаленні хворих дерев, вогнищ інфекції та шкідників – тобто регуляції біоценотичних відносин в напрямках, сприятливих для рослин лісу.

Скошування є ще однією формою прямого втручання людини в життя рослин. Щорічне, а інколи 2-3 разове видалення всіх надземних частин трав на луках і степах означає для рослин перш за все розрив нормального ходу сезонного розвитку, видалення основної фотосинтезуючої «робочої» поверхні, і, як наслідок, порушення утворення і запасу поживних речовин у ґрунті. Поскілки сінокошення на луках проходить до дозрівання насіння, то для більшості лучних трав скошування означає і обмеження насінневої продуктивності і можливості поширення виду з допомогою насіння.

Більшість лучних трав після скошування дає отаву шляхом відростання зрізаних пагонів або шляхом утворення нових. Найбільшу здатність до формування отави мають трав'янисті види, в яких є укорочені пагони, що мало пошкоджуються скошуванням, і в яких є бруньки на підземних органах. Велику роль тут відіграє наявність у підземних органах запасних поживних речовин, які використовує рослина при відростанні, а також поживний режим ґрунту, забезпечення вологою. Чим раніше проведено скошування, тим краще відростає отава. Важливо і те, що при ранньому скошуванні – у фазі бутонізації або початку цвітіння, отава встигає утворити генеративні органи, бо є ще достатній запас поживних речовин в запасних органах для їх формування.

Своєрідною адаптацією лучних трав до тривалої дії скошування у визначені строки послугувало формування сезонних форм з певними строками цвітіння і плодоношення. У однорічників – дзвінець, очанка, перестріч – виділяються внутрішньовидові сезонні раси, здатні утворювати насіння до скошування (ранні форми) або дуже довго розвиватися і давати насіння після скошування (пізні). Таке явище відмічено і в конюшини.

Скошування лучного і степового травостою, як і вирубування лісу, має на рослини ряд сильних непрямих впливів: освітлення (що є суттєвим для сходів і

ювенільних особин, а також для низькорослих трав), посилене нагрівання і висушування ґрунту і приґрунтового шару повітря, збіднення ґрунту на елементи живлення в зв'язку з винесенням їх фітомасою. В результаті тривалого і постійного скошування змінюється видовий склад лучних трав, а, отже, порушуються попередні біоценотичні зв'язки і формуються нові. Різні види рослин мають неоднакову стійкість до багаторазового скошування. Наприклад, конюшина біла, тонконіг лучний, вівсяниця червона – досить стійкі види, а лядвенець польовий, тонконіг болотний – дуже нестійкі, середньостійкі – вівсяниця лугова, стоколос безостий.

Багато типів лук є більш-менш стійкі екосистеми, в житті яких регулярне скошування стало фактором, що підтримує їх стан в рівновазі. Якщо зняти цей фактор (перестати скошувати), то це може привести до суттєвих змін середовища. Так, накопичення рослинних залишків на ґрунті приводить до збільшення його вологості і погіршення прогрівання, але при цьому покращується мінеральне живлення рослин. Як наслідок, може змінитися видовий склад рослин, в основному в бік збільшення мезофільних і гігрофільних видів рослин.

В наш час все більш відчутними стають результати ще однієї форми прямого контакту людини з рослинами – рекреаційне навантаження. Посилення індустріалізації і урбанізації викликає ріст потреби населення міст і промислових районів у відпочинку «на природі». В зв'язку з масовим відвідуванням місць відпочинку і розвитком туризму виникло поняття про особливу форму дії людини на рослинний покрив – рекреаційні навантаження, які включають прямий і непрямий вплив.

Основні рекреаційні впливи на рослини та їх середовище – витоптування, ущільнення ґрунту і його забруднення, поломка дерев, видалення фітомаси, зривання квітучих рослин та інше.

Дуже вразлива ланка лісового біоценозу – надґрунтове покриття. У старих ялинових лісах при витоптуванні особливо сильно пошкоджується трав'янисто-напівкущиковий ярус. У широколистяних лісах з ущільненням ґрунту із травостою в першу чергу випадають ранньовесняні види і багато літньовеgetуючих трав. І хоч трав'яниста рослинність складає незначну частину

загальної фітомаси в лісі, але її руйнування має серйозні наслідки для всього лісового ценозу.

У непорушених листяних лісах при щорічному відмиранні трав'янистого покриву у ґрунт повертається певна кількість мінеральних речовин і азоту. Деградація трав'янистого лісового покриття, яке найбільше страждає від надмірного витоптування, порушує один із процесів повернення поживних речовин в ґрунт, що призводить до часткового або періодичного голодання дерев.

Одним із дійових засобів є зменшення рекреаційного навантаження на рослинний покрив шляхом організації відпочинку в лісі за певними маршрутами, в зонах відпочинку та агітаційна і роз'яснювальна робота.

Непрямі впливи полягають у зміні навколишнього середовища рослин при осушенні боліт, удобренні луків, затопленні, організації водосховищ, розробки торф'яників та інше.

В останні десятиріччя досить важливим дійовим фактором зміни навколишнього середовища для рослин є засмічення ґрунту, повітря, води в результаті виробничої діяльності людини. Повітряний басейн нашої планети не має меж, потоки повітря рухаються в різних напрямках на далекі відстані. Антропогенний вплив вносить дисонанс в атмосферні процеси, а такі речовини, що потрапляють у повітря (свинець, ртуть, сірка, миш'як), порушують його природний стан, що в свою чергу негативно впливає на природну рослинність і навіть клімат планети.

Усі речовини-забруднювачі є токсичними для рослин, бо вони адсорбуються на оболонках клітин, порушують структуру і функціональну активність клітинних мембран, токсичні речовини можуть проникати в середину клітини, що порушує обмін речовин і приводить до її отруєння.

В результаті різко падає інтенсивність фотосинтезу, порушується регуляція руху протоплазм, знижується стійкість рослин до несприятливих умов.

Поблизу великих автодоріг відчутний вплив на рослини сполук свинцю, які надходять з газовими викидами двигунів. Частина цих сполук осідає на листках, частина затримується в тканинах рослин.

Відомо, що зелені рослини відіграють роль фільтрів, які затримують пил і покращують гігієнічні умови, наприклад 1 га букового лісу вловлює за 1 рік 68 т пилу, а ялинового – 32 т. Пил і сажа, які осідають на листках, діють як екран, який знижує освітленість і доступ ФАР. Можлива закупорка продихів пиловими частинками. Все це приводить до погіршення умов фотосинтезу. Особливо шкідливий цементний пил в поєднанні з вологістю (роса), бо утворюється на листках щільний наліт.

Досить сильний вплив на рослини мають і гербіциди. Якщо їх дія цілеспрямована і йде оптимізація їх застосування, то вони не мають шкідливого впливу на рослини (крім тих, що потрібно знищити). Дія гербіцидів на рослину багатогранна: в малих дозах вони діють як стимулятори (посилують ріст, плодоношення і ін.) і в великих – порушують обмін речовин та викликають їх загибель.

Серед рослин є види досить чутливі до забруднення навколишнього середовища, а є й виносливі. Але наявність в середовищі токсичних речовин представляє собою недавно існуючий екологічний фактор, до якого рослини ще не встигли адаптуватися. Вони протистоять цьому фактору силами своєї стійкості до інших факторів, тому якісь спеціальні ознаки в них відсутні. Досить нестійкі до забруднення середовища лишайники. Висока чутливість лишайників до хімічних домішок повітря послугувала їм в якості біологічного індикатору забруднення. Є спеціальні формули для визначення чистоти повітря за кількістю лишайників і їх наявності або частоті появи.

Можлива біологічна індикація забруднень за хімічним складом рослин – в одних лишайниках багато алюмінію (біля алюмінієвих заводів), в інших – заліза, сірки, свинцю. Для індикації забруднення повітря SO_2 , крім хвойних, можуть бути використані платан, катальпа, ліщина, в яких пошкоджуються листки навіть при невеликій його кількості. Вважають, що дуб і біла акація більш газостійкі порівняно з такими мезофілами як липа і кінський каштан. Досить стійкі до забруднення бур'яни: жабрій, паслін. Стійкості сприяють щільний восковий шар на листках, захищеність продихів і інше.

Один із різновидів сучасних індустріальних впливів на середовище рослин – створення нових субстратів. Це викиди пустої породи (терикони) навколо гірничодобувних підприємств, золовідвали (після спалювання кам'яного вугілля), вироблені торф'яники, кар'єри та ін. Для водяних рослин – створення водойм, водосховищ, затоплення кар'єрів.

Особливе середовище створюється для рослин в поселеннях людини, особливо в містах. В зв'язку з ростом урбанізації «зелене» оточення людини складають міські рослини. Рослинність на вулицях міст розглядається з погляду покращення середовища для людини – вловлювання пилу, зменшення шуму, покращення мікроклімату. Щоб використовувати рослини в місті, то варто знати ті незвичайні умови, які створює для рослин міське середовище. Основні екологічні фактори в містах суттєво відрізняються від природної обстановки.

Світловий режим характеризується значним зниженням приходу сонячної радіації із-за запиленості і задимленості повітря. За багатоповерховими будівлями рослини затінені, або знаходяться в умовах короткого дня; вечірнє і ранкове освітлення вуличними ліхтарями також впливає на фотоперіодизм.

Тепловий режим міських рослин – денне нагрівання асфальту і кам'яних стін приміщень, а вночі посилене теплове випромінювання від них. Місто більш тепліше середовище для рослин, порівняно з природним.

Водний режим рослин в містах характеризується обмеженим поступанням води в ґрунт через асфальтне покриття, вода стікає в каналізацію.

Ґрунтові фактори досить своєрідні. Щорічне прибирання і спалювання листя з метою гігієни означає для рослин не повернення в ґрунт поживних речовин; асфальтне покриття не дає можливості нормального розвитку кореневої системи; погана аерація ґрунтів під асфальтом.

Підрізування і підстригання дерев і кущів призводить до зменшення асиміляційної поверхні; ті рослини, які звикли рости у зімкнутих ценозах, ростуть ізольовано, що збільшує шкідливість перегріву листової поверхні, втрату води при транспірації і інше.

Таким чином, несприятливі особливості міського середовища помітно змінюють стан рослин і це відображається як на окремих фізіологічних і

морфологічних показниках, так і на загальному вигляді рослин, тривалості їх життя, стійкості до несприятливих умов.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні форми впливу людини на рослини.
2. Екологічне значення вирубування дерев у лісі і скошування трав.
3. Адаптація рослин до скошування.
4. Рекреаційне навантаження та його значення в екології рослин.
5. Шляхи зменшення рекреаційного навантаження у фітоценозах.
6. Зміна екологічних факторів на рослини урбанізованих зон.

Лекція 19. Життєві форми рослин та їх характеристика

19.1. Історія вчення про життєві форми рослин.

19.2. Поняття – життєва форма рослин.

19.3. Класифікація життєвих форм рослин К. Раункієра.

Перше, що звертає на себе увагу при спостереженні рослинного світу – це наявність певних біологічних типів рослин або життєвих форм, які створюють ландшафти рослинного покриву Землі від тропіків до полярних регіонів. Деревя і кущі, кущики і трави, подушкоподібні і сланкі, напівкущики і сукуленти, ліани і епіфіти визначають не тільки фізіономію, а й структуру рослинних формацій різних ландшафтів, лісів, степів, пустель, саван, лук, боліт, альпійських килимів і тундр. Тому не дивно, що життєві форми рослин стали об'єктом уваги багатьох дослідників ще на перших етапах розвитку ботанічної науки та екології рослин.

Вивчення цих форм перш за все викликане потребами людини, яка в своєму житті використовувала різні форми рослин.

Історія вчення про життєві форми рослин доволі складна і починається ще з доісторичного періоду в роботах Теофраста, Турнефора і продовжується до цього часу. Неможливо точно вказати дату виникнення поняття «життєва форма рослин», вона загубилася десь в глибині віків.

Але Теофраст у своїх «Дослідженнях про рослини» пише, що "... першими і найголовнішими видами, що охоплюють майже усі рослини або більшість із них будуть дерева, кущі, напівкущі і трави". За його визначенням, дерево – це те, що дає від кореня один ствол з багатьма гілками і вузлами і нелегко гине; кущ дає багато гілок прямо від кореня; напівкущики дають від кореня багато стебел і багато пагонів. У трави листки йдуть від кореня, а стовбура немає. І це майже за три століття до нашої ери! Що можна ще додати до такої класифікації? Але сам же Теофраст помітив, що не дивлячись на різницю окремих «головних» видів рослин є дещо подібне в природі і у дерев, і у кущів, і у трав.

То що ж це таке – життєва форма рослин? Це зовнішній вигляд (габітус) окремих груп рослин, який виникає в онтогенезі в результаті росту і розвитку у певних умовах середовища і відображає сукупність основних пристосувальних

ознак. Якщо змінюються умови навколишнього середовища, то одна життєва форма може замінитись іншою. Головні значення в природному відборі життєвих форм мають ті фактори навколишнього середовища, які знаходяться у мінімумі – перш за все це температура і опади.

Виникло питання: як же відбувався еволюційний розвиток життєвих форм покритонасінних рослин? Такі питання виникли на межі 19 і 20 століття майже одночасно в морфології, систематиці і географії рослин.

Багато вчених визнали, що серед покритонасінних рослин першими виникли деревні форми, а потім уже трав'янисті.

До класифікації життєвих форм рослин є різні підходи. Вперше систему життєвих форм рослин запропонували О. Гумбольдт та А. Грізебах на основі зовнішньо-морфологічних і структурних ознак.

Пізніше класифікацію життєвих форм рослин розробляли Й. Вармінг, К. Раункієр, В. Альохін, О. Друде, І. Шмітхаузен, І. Серебряков та інші на основі екологічних, морфологічних, біологічних, онтогенетичних та інших властивостей рослин. Проте жодна з цих систем не задовольняє сучасних вимог екології рослин.

Широко визнаною є класифікація К. Раункієра. Ще 1906 року К. Раункієр писав, що для того, щоб розмістити життєві форми покритонасінних в природний ряд, відповідно з їх еволюцією, то необхідно вяснити, яка із форм може бути прийнята за первинну, родоначальну для інших. Цю первинність форм він пов'язав з кліматичними умовами. На початку був теплий і вологий клімат, ніщо не могло пригнічувати ріст рослин, тому і розвивалися такі форми рослин, пагони яких піднімалися високо над ґрунтом – тобто дерева і кущі. А вже від цих форм виникли інші, як пристосування до тих кліматів, які були пізніше. В умовах клімату з сухим і холодним періодом року дерева зменшувалися в розмірах і виникали нові життєві форми.

1907 року виходить серія наукових праць К. Раункієра, яка на декілька десятиріч випередила загальний розвиток вчення про життєві форми рослин. В її основу покладена ідея про те, що подібні пристосування рослин до середовища – це перш за все однакові способи протистояння до несприятливих кліматичних

умов. Дійсно, сприятливі умови – вони сприятливі для всіх рослин і не вимагають особливих пристосувань, а адаптивні зміни пов'язані в основному із подоланням умов, які є поза межею оптимальних.

В регіонах із сезонною періодичністю клімату такі несприятливі умови для рослин настають в осінньо-зимовий період, а в посушливих регіонах – ще і в період літніх посух.

Отже, головна подібність адаптації рослин до навколишнього середовища полягає в однакових способах виживання у несприятливі пори року.

І саме за таку ознаку К.Раункієр взяв спосіб перезимівлі бруньок відновлення, тобто їх розташування в просторі відносно поверхні ґрунту та спосіб їх захисту.

Ця ознака має глибоку біологічну суть тому, що саме точка росту призначена для продовження росту, забезпечує безпосереднє існування особини в умовах різкої зміни середовища. Це має екологічне значення, бо мова йде не про пристосування до якогось одного фактору, а до всього комплексу факторів середовища.

До основних життєвих форм рослин в системі К.Раункієра належать: фанерофіти, хамефіти, гемікриптофіти, криптофіти, терофіти (рис. 25).

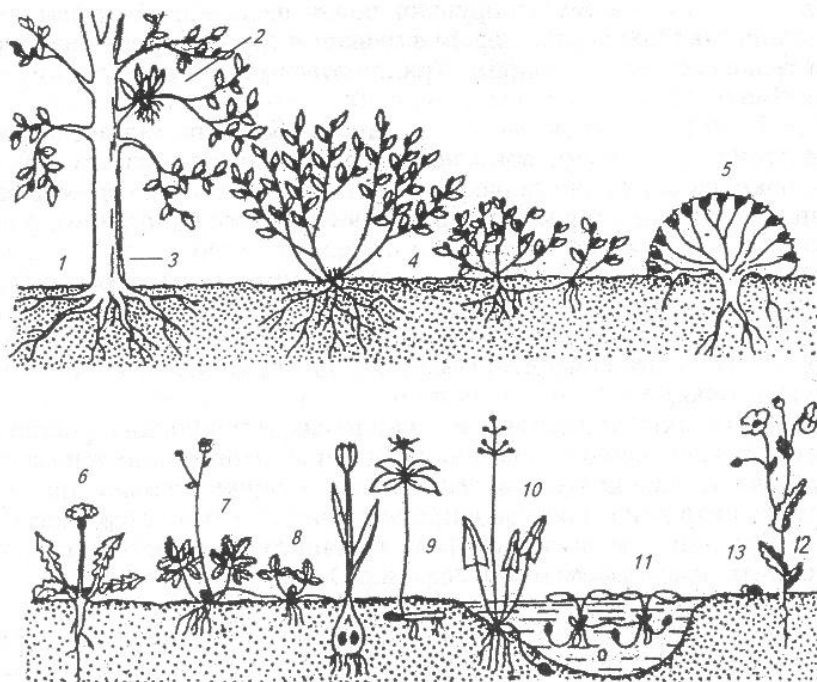


Рис. 25. Життєві форми рослин:

1-3 – фанерофіти; 4, 5 – хамефіти; 6, 7 – гемікриптофіти;
8-11 – криптофіти; 12 – терофіти; 13 – насіння із зародком.

Фанерофіти – життєві форми рослин, у яких бруньки відновлення розміщені над поверхнею ґрунту не нижче 25 см і по-різному захищені взимку. До них належать дерева і кущі, ліани і епіфіти. З грецького фанерос – відкритий.

Кущі характеризуються тим, що їх галуження починається біля поверхні ґрунту, серед багатьох пагонів не виділяється головний стовбур і не утворюється крона. Бруньки відновлення розташовані невисоко над поверхнею ґрунту і мало захищені.

За розміщенням бруньок відновлення виділяють такі категорії деревних фанерофітів: мегафанерофіти (вище 30 м), мезофанерофіти (на висоті 8-30 м), мікрофанерофіти (2-8 м).

За ступенем розвитку захисних утворень розрізняють вічнозелені рослини без брунькозахисних лусок, вічнозелені з захищеними бруньками та листопадні рослини.

Ліанами називають рослини, що потребують для свого розвитку опори. Ліани можуть охоплювати рослини тільки певної товщини. Знайшовши потрібну опору, ліана піднімається високо в крони дерев верхнього ярусу і пригнічує розвиток рослини – опори.

Епіфіти – це рослини, що поселяються на інших видах, використовуючи їх як субстрат, а не джерело живлення. Епіфіти характерні для тропіків. Із квіткових рослин до епіфітів належать 232 роди.

Дерева завжди мають більш-менш розвинене багаторічне стебло, здерев'яніле, розгалужене або нерозгалужене, яке зберігається протягом усього життя рослини, що триває десятки і сотні років.

Хамефіти – з грецького хамаї – приземистий. Це невисокі рослини з бруньками відновлення на зимуючих пагонах, які розміщені поблизу поверхні землі. Розміщення бруньок на висоті не більше 20-30 см над поверхнею ґрунту означає їх зимівлю під захистом снігу або іншого покриття (листя). Серед хамефітів є кущики з вічнозеленими листками (брусниця, ліннея), або опадаючими листками (чорниця, голубика), а також напівкущі, у яких в несприятливий період відмирають не тільки листки, а й частинки пагонів.

З трав'янистих рослин сюди відноситься зірочник, барвінок, осоки та інші.

Гемікриптофіти – із грецького – напівсхований. Це трав'янисті багаторічні рослини, в яких надземні органи в кінці вегетації відмирають, а бруньки відновлення знаходяться на рівні ґрунту і захищені своїми ж листками, пагонами, снігом. Це рослини відкритих місцезростань степів, лук, узлісь, саван, прерій. Часто гемікриптофіти представлені розетковими рослинами – подорожник, примула, кульбаба, напіврозетковими – гравілат, горлянка, жовтець повзучий, скерда, дзвоники та без розетковими – льонок, лобода, щиріця, кропива тощо.

Морфологічно це досить різноманітна група рослин, це наші «звичайні» трав'янисті рослини.

Криптофіти – з грецького – схований. Це збірна життєва форма рослин, у яких бруньки відновлення закладаються на певній глибині ґрунту, на дні водойм. Такі рослини періодично на період екстремальних умов скидають наземну частину, або вона відмирає, а бруньки відновлення заглиблюються у ґрунт. Місцем закладання бруньок відновлення є кореневища, цибулини, бульби. Залежно від розміщення бруньок відновлення криптофіти можна поділити на: геофіти – трав'янисті багаторічники, які мають зимуючі бруньки в підземних органах, що знаходяться у ґрунті. Це тюльпан, цибуля, проліска, цикламен, пшінка, картопля, конвалія, купина, пирій, осот та інші. Вони заглиблюють у ґрунт найбільш чутливу до морозів меристему, яка забезпечує розвиток рослини. Це досить ефективний засіб як від холодної так і засушливої пори року. Завдяки цьому геофіти досить поширені в різних кліматичних умовах. Характерною ознакою геофітів є запас значної кількості поживних речовин у підземних органах, які дають можливість росту і початку квітування в ранній період вегетації, коли температурні умови для фотосинтезу ще малосприятливі. Гелофіти бруньки відновлення розміщують в заболочених і торфових ґрунтах. Гідрофіти – у яких бруньки відновлення знаходяться у воді на дні водойми або у вигляді туріонів, які опускаються на дно восени і піднімаються весною (ряска, рдест, жабурник, кушир, валіснерія).

Терофіти – з грецького – літній. В групу входять монокарпічні рослини, які переживають несприятливий період у вигляді насіння. Важлива адаптаційна

ознака цієї життєвої форми рослин – здатність швидко (протягом 4-5 тижнів) проходити річний цикл розвитку від насіння до насіння (онтогенез).

Такі рослини для свого розвитку використовують сприятливі сезонні екологічні ніші, інколи досить короткочасні. В будь-якому відношенні насіння є надійним засобом для переживання несприятливого сезону, бо воно має як морфологічний, так і фізіологічний захист. Несприятливі умови може переносити у стані спокою. Стан спокою насіння виключає можливість несвоєчасного проростання навіть при випадковому поверненні короткочасних несприятливих умов.

Але однорічний цикл розвитку має також і свої недоліки – в однорічних рослин обмежена продуктивність, а тому втрачена можливість рослин досягти великих розмірів, впливати на навколишнє середовище і бути конкурентоспроможними.

До терофітів належать степові і пустельні весняні ефемери – однорічні трав'янисті рослини з коротким періодом вегетації, які свій цикл розвитку закінчують до настання спекотного літа. Це веснівка весняна, вероніка весняна, грицики звичайні, зірочник середній та багато інших.

Таким чином, утворення життєвих форм рослин у філогенезі завдячує різним способам виживання їх в екстремальних умовах зростання.

Контрольні запитання

1. Як Ви розумієте поняття – життєва форма рослин.
2. Які фактори зовнішнього середовища відіграють головну роль у природному відборі життєвих форм рослин.
3. Які форми рослин покритонасінних виникли першими у філогенезі.
4. Які кліматичні умови сприяють виникненню нових форм рослин.
5. Назвіть головні життєві форми рослин у системі К. Раункієра.
6. До якої групи і чому віднесені дерева та кущі за класифікацією К. Раункієра.

Список рекомендованої літератури

1. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практикум. – К.: Лібра, 2002. –352 с.
2. Горышина Т.К. Экология растений.- М.: Высшая школа, 1979.- 367с.
3. Двораковский М.С. Экология растений. // Метод. указания для студ.-заочн. III курса биол.-почв. ф-тов, 1970.
4. Двораковский М.С. Экология растений. Учебное пособие для вузов.-М.: Высшая школа, 1983.- 189с.
5. Культиасов И.М. Экология растений. – Московский госуниверситет, 1982. –379 с.
6. Кучерявий В.Б. Екологія. – Львів: Світ, 2000. –500 с.
7. Лархер В. Экология растений. Пер. с нем.- М.: Мир, 1978.
8. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. –К.: Либідь, 2005. –806 с.
9. Ничипорович А.А. Световое и углеродное питание растений – фотосинтез. –М.: Изд. АН СССР, 1955.
10. Поплавская Г.И. Экология растений. 1948 г. -126с.
11. Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я. Екологія: основи теорії і практикум. –Львів: Новий Світ, 2000. –296 с.
12. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. –М.: Высшая школа, 1962. –378 с.
13. Туманов И.И. Причины гибели растений в холодное время года и меры её предупреждения. –М.: Знание, 1955.
14. Фарб Н. Популярная экология.-М.: Мир, 1971.
15. Шенников А.П. Экология растений.- М.: Сов. наука, 1950.
16. Цельникер Ю.Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений. –М.: Наука, 1978.

Зміст

Вступ

Лекція 1. Екологія рослин як наука, її основний зміст.

Лекція 2. Загальні закономірності онтогенетичного розвитку рослин.

Лекція 3. Флора нижчих і вищих рослин України.

Лекція 4. Відділ водорості і гриби.

Лекція 5. Мохи і лишайники, їх характеристика, екологічні групи та їх значення.

Лекція 6. Рослинність лісостепової та степової зони.

Лекція 7. Світло як екологічний фактор.

Лекція 8. Світло та його екологічне значення в житті рослин.

Лекція 9. Температура як екологічний фактор.

Лекція 10. Вплив температури на процеси життєдіяльності рослин.

Лекція 11. Характеристика води як екологічного фактору.

Лекція 12. Вплив води на формування екологічних груп рослин.

Лекція 13. Повітря як екологічний фактор і його значення для рослин.

Лекція 14. Ґрунт як екологічний фактор.

Лекція 15. Біотичні фактори та їх вплив на рослини.

Лекція 16. Періодичні явища в житті рослин.

Лекція 17. Орографічні фактори та їх вплив на екологію рослин.

Лекція 18. Антропогенні фактори та їх значення для рослин.

Лекція 19. Життєві форми рослин та їх характеристика.

Список рекомендованої літератури