

Лекція

Тема: Водний обмін рослин

План:

1. Вміст, властивості і фізіологічна роль води в рослинні.
2. Коринева система як орган поглинання води.
3. Транспірація.

1. Вміст, властивості і фізіологічна роль води в рослинні.

Вода є основною складовою частиною рослинних організмів. Її склад доходить до 95% від маси організму, вона бере участь у всіх процесах життєдіяльності. Вода – це внутрішнє середовище в якому протікає обмін речовин. Вона пов'язує органи, координує їх діяльність в цілому рослинному організмі. Вода входить до складу мембран та клітинних стінок, складає основну частину цитоплазми, підтримує її структуру, зумовлює визначену конформацію молекул білка. Велика кількість води надає складовому клітини, а саме цитоплазми рухомий характер. Вона добрий розчинник, тому зумовлює рух по рослинні речовині циркуляцію розчинів. Вода учасник багатьох хімічних реакцій – гідролізу, окисно-відновні (фотосинтез, дихання). Вода захищає тканини рослин від різких перепадів температури. Також забезпечує тургор.

Вода — первинна ніша життя, лише в процесі еволюції суша та атмосфера стали вторинною екологічною нішею. Серед хімічних сполук живих організмів вода в кількісному відношенні їй має домінуюче положення, її вміст в листках мезофітів — до 85%, а в корені — до 99% сирі маси. Активний прояв життєдіяльності без води взагалі неможливий. Що ж до стану сухого насіння, спор, де вміст води 3 -15%, то вони знаходяться в стані анабіозу, коли інтенсивність метаболізму зведено до мінімуму.

Висока оводненість характерна не лише рослинам, а й взагалі всім живим організмам, причому не лише наземним, а і водним. Зроблено спробу визначити те порогове (тобто мінімальне) значення вмісту води в клітинах, нижче якого рослинний організм гине. Ця вода мала назву *гомеостатична*. Як виявилось, вміст такої води для різних представників неоднаковий, але завжди досить значний. Так, для гігрофітів він становить 65-70%, мезофітів — 60%, ксерофітів — 25-27%.

Виникає закономірне запитання, чому вода потрібна організмам в таких значних кількостях? Можливо вона потрібна для перебігу біохімічних реакцій? Зовсім не так, адже в біохімічні перетворення включається не більше 1% тієї кількості води, яка проходить крізь рослину в просі водообміну. В чому ж тоді полягає 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 всі життєві процеси, за образним визначенням Сен-Дьєрді вода — "матриця життя". Тільки у водному середовищі можливе виникнення специфічних для біологічних систем протоплазматичних структурних формувань (подібних структур - немає в неживій природі), тільки у воді можливе функціонування їх, причому сама вода є від'ємною частиною таких структур. Характерно, що всі взаємодії з водою носять не біохімічний характер, а біофізичний, а можливо, навіть і фізико-хімічний, саме тому вода при цьому як така не зникає.

А.Л. Курсанов проводить паралель між структурою живої клітини та залізобетонною конструкцією, в якій макромолекули виконують роль арматури, тоді як вода виконує функцію бетон-маси. Зрозуміло, така аналогія досить віддалена у зв'язку з тим, що структура клітини динамічна, а не статична. Однак в такій аналогії досить глибокий зміст: без води ніякої функціонуючої біологічної структури бути не може.

Підкреслюючи структурну роль води в рослині, доречно нагадати, що саме за рахунок створюється тургорний тиск, від якого залежить характерна форма

рослинних тканин, органів. Вода — терморегулюючий фактор, адже вона захищає рослину від різких коливань температур зовнішнього середовища завдяки своїй високій теплоємності. Безперервно циркулюючи по організму, вода постачає клітинам субстрати та метаболіти, а одночасно виносить продукти життєдіяльності їх, в тому числі й токсичні відходи. Все це забезпечує гомеостаз та функціонування організму як єдиного цілого.

Отже, вода — це специфічне середовище, в якому лише і відбувається життєдіяльність рослинних організмів,

— зв'язуюча транспортна ланка між різними клітинами, тканинами, органами, яка забезпечує гомеостаз та функціонування організму як єдиного цілого;

— невід'ємний компонент протоплазматичних структур;

— обов'язковий компонент, учасник цілого ряду біохімічних процесів;

— фактор, який забезпечує тургор, а значить, і форму тканин, органів, цілих рослин;

— фактор, який стабілізує температуру тіла, стає перешкодою до перегрівання. І, як підкреслював Антуан де Сент-Екзюпері, не можна сказати, що вода необхідна для життя, адже вона саме життя, саме більше багатство в світі.

2. Коринева система як орган поглинання води.

Для виконання своїх основних функцій — поглинання із ґрунту води та мінеральних солей — корінь повинен володіти здатністю орієнтуватися в просторі, реагувати на градієнти життєво важливих факторів, просуватися у відповідності з цим в ґрунтових профілях і створювати максимальну поверхню для контакту з ґрунтом.

Всі особливості будови кореня найтісніше пов'язані з виконанням таких функцій. Роль даного органу полягає насамперед у тому, що завдяки його величезній поверхні забезпечується надходження води в рослину із великого об'єму ґрунту. Так, у однієї рослини озимого жита за сприятливих умов може утворитися 143 корені першого порядку, 35 тисяч — другого, 2 млн. 300 тис. — третього і 11,5 млн. — четвертого порядку, разом 14 млн. коренів. Загальна довжина їх складає 600 км, загальна поверхня 225 м². На них розміщені 15 млрд. кореневих волосків, загальна довжина яких біля 10 тис. км, а площа 400 м². Разом з тим надземна частина цієї ж рослини жита (всі пагони та листки) складає загальну площу приблизно 4,5 м² (Лебедев, 1978). Коренева система здатна активно пересувати воду в клітинах кореня в певному напрямку — *через кореневі волоски, клітини корової паренхіми, ендодерму, перицикл до судин ксилеми осевого циліндра кореня*. Зона найбільш інтенсивного поглинання води коренем співпадає із його зоною розтягування та зоною розвитку кореневих волосків. Деяка кількість води може надходити і через опробковілу зону кореня. Це характерно головним чином для дерев. В таких випадках вода проникає через *сочевички* або *поранення* кореня. Через клітини паренхіми кори можливі два шляхи транспорту води — через цитоплазму по плазмодесмах (симпласт) і через клітинні стінки (апопласт). Оскільки опір клітинних стінок для води значно нижчий, ніж у цитоплазмі, *радіальний транспорт води здійснюється в цій частині кореня, в основному, апопластним шляхом*. Однак на рівні *ендодерми* такий шлях пересування води стає неможливим із-за непроникних для води *поясків Каспарі* в її клітинних стінках.

Вода в цій частині кореня може подолати ендодерму лише пройшовши через мембрани і цитоплазму цих клітин. Регуляція надходження води на рівні ендодерми здійснюється, з одного боку через зміну швидкого апопластного пересування води на більш повільний симпластний, а з іншого — тим, що діаметр осевого циліндру кореня, куди в подальшому надходить вода через ендодерму, в 5-6 разів менше діаметра поверхні кори та всисної зони кореня. Слід відмітити, що непроникність клітинних стінок ендодерми для води не є абсолютною. Зокрема в ендодермі тих ділянок кореня, які продовжують свій

ріст, пояски Каспарі ще повністю не сформовані, а тому і зміни типів транспортування води, ймовірно, не буває. Крім того, в ділянках кореня, де закладаються бічні корені, ендодерма переривається і вода може продовжити свій шлях через *пропускні* клітини. Однак, в цілому масовий потік води через ендодерму по апопласту різко знижується. В середині осевого циліндру рух води від ендодерми до судин ксилеми зустрічає незначний опір і також здійснюється апопластним шляхом.

Два основні процеси забезпечують транспортування води та розчинених в ній речовин по рослині: *транспіраційний потік* та *пересування фотоасимілятів*. Для такого транспортування існують провідні тканини: *судини та трахеїди* в ксилемі для транспіраційного потоку і *ситовидні трубки флоєми* для асимілятів. Це шляхи *далнього транспортування*.

Між флоємою та ксилемою існують клітини транслокатори, функція яких — переключати потоки флоємного та ксилемного транспортування. Ці клітини мають специфічні білки — транслокатори, молекулярний механізм дії яких поки що невідомий.

Ближнє транспортування до провідних судин та від них здійснюється через клітини неспеціалізованих тканин. Останні складаються з цілого ряду розмежованих, тобто відокремлених одна від одної систем, — *апопласту* та *симпласту*.

Всі ці системи служать для ближнього транспортування: *симпласт* — для *мінеральних та органічних речовин*, *апопласт* — для *води та неорганічних солей*. *Вакуолі як дискретні системи служать виключно для води*.

Слід зауважити, що транспортування по симпласту відбувається швидше, ніж дифузія (1-6 см за годину). Вода пересувається по рослині із зони з високим водним потенціалом (грунт) в зону з більш низьким водним потенціалом (атмосфера) відповідно з його градієнтом.

3.Транспірація.

Транспірація – це фізіологічний процес випаровування рослиною води.

Значення транспірації для рослин:

- забезпечується постійний рух води через корені, стебла та листки;
- регулюється водний та температурний режими рослин;
- розвантажується провідна система рослини від надлишку води;
- не відбувається перегрівання листків.

Якщо транспіраційні витрати перевищують надходження води до кореневих систем, то це негативно впливає на життєдіяльність рослин і зокрема спричиняє водний дефіцит та в'янення листя, призупинення ростових процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу та порушення обмінних процесів, що може призвести не лише до зниження продуктивності, а й до загибелі рослин.

Транспірація води здійснюється через:

- продихи на листках і зелених стеблах трав'янистих рослин;
- кутикулу листків;
- сочевички і тріщини у корі дерев'янистих форм.

Найбільша кількість води (близько 90 %) випаровується під час транспірації через продихи. Відкриванням та закриванням продихів рослина регулює інтенсивність транспірації.

Чинники, що впливають на інтенсивність транспірації

- 1) Забезпеченість рослин водою. Коли тургор листка знижується до певного критичного рівня, ширина продихової щілини зменшується.
- 2) Концентрація вуглекислого газу. У більшості видів рослин підвищення концентрації CO₂ призводить до закривання продихів.
- 3) Інтенсивність освітлення. Звичайно продихи на світлі відкриваються, а у темряві закриваються.
- 4) Температура повітря. Підвищення температури понад +30-35 °C може спричинити закривання продихів.
- 5) Температура листкової поверхні. При підвищенні її на кожні 10 °C швидкість випаровування води зростає приблизно вдвічі.
- 6) Вологість повітря і швидкість вітру. При достатньому насиченні повітря водяною парою транспірація вповільнюється, а при сухому повітрі дуже посилюється.