

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



Лекція 1

Тема: Фізіологія водного обміну

Вода має важливе значення у житті всього живого. В тканинах рослин вода складає 70-95% від сирової маси. У рослин суходолу цитоплазма містить 85-90 % води, корені – 75-95 %, плоди – 84-95 %, насіння 5-15% води.

Усі відомі на Землі форми життя не можуть існувати без води. При зниженні вмісту води в клітинах і тканинах до критичного рівня (наприклад, у спор, у насіння при їх повному дозріванні) живі структури переходять у стан анабіозу.

Вода виконує такі функції:

1. Є середовищем в якому відбувається життєдіяльність рослинних організмів.
2. Вода – безпосередній учасник багатьох хімічних процесів (ферментативних, процесів гідролізу, фотосинтез, дихання).
3. Виконує транспортну функцію: зв'язує між собою різні клітини, тканини, органи, рослину з ґрунтом і атмосферою, що забезпечує гомеостаз і функціонування організму як єдиного цілого.
4. Вода разом з білками складає основу структури цитоплазми.
5. Це фактор, що забезпечує тургор, а отже форму тканин, органів, цілих рослин.
6. Стабілізує температуру рослинного організму.

Значення води визначається її властивостями.

В природі вода може знаходитись в 3-х агрегатних станах: твердому, рідкому, газоподібному. У молекулі води зі сторони атомів водню зосереджено надлишковий позитивний заряд, тоді як зі сторони кисню – від'ємний. Завдяки тому, що в молекулі води різнойменні заряди просторово розділені, вона в цілому є диполем.

Притягання протилежних зарядів призводить до виникнення водневих зв'язків між молекулами води. Кожна молекула води може бути зв'язана чотирма водневими зв'язками відповідно з чотирма сусідніми молекулами, в результаті чого виникає пентагональна структура. Згідно з сучасними уявленнями, в основі будови води лежить впорядкована структура, що становить кристалічну решітку.

Квазікристалічна (від лат. *quasi* — ніби, немовби) структура води є головною ознакою, за якою її відрізняють від

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



інших рідин. Універсальність води як розчинника зумовлена полярністю її молекул і здатністю утворювати водневі зв'язки. Кристали неорганічних солей розчиняються завдяки гідратації йонів цих солей. Добре розчиняються у воді також органічні речовини з карбоксильними, гідроксильними та іншими групами яких вода утворює водневі зв'язки.

Фізіологічна функція води визначається насамперед її **фізичними властивостями**. Вода — найбільш аномальна речовина, хоча і прийнята за еталон міри густини (щільності) та об'єму для інших рідин. Всі речовини збільшують об'єм під час нагрівання, зменшуючи при цьому свою густину (щільність). Однак у разі тиску в 1 атм (0,1013 МПа) у воді в проміжку від 0 до 4 °С за підвищення температури об'єм зменшується і максимальна густина її спостерігається при 4 °С. Ця властивість води має вирішальне значення для життя організмів у різних водоймах, оскільки в іншому разі вода в них охолола б до 0 °С і перетворилася на лід. Результатом наявності водневих зв'язків є такі аномалії води порівняно з іншими рідинами, як досить висока температура кипіння (100 °С) і найбільша порівняно навіть із твердими тілами питома теплоємність. Величина теплоємності води (тобто кількість тепла, необхідного для підвищення температури на 1 °С) в 5... 10 разів вище, ніж у інших речовин. Температура кипіння води зростає з підвищенням тиску, а температура замерзання 0 °С при цьому знижується. Висока теплоємність води захищає рослини від різкого коливання її власної температури у разі підвищення температури повітря, а висока теплота пароутворення (2,3 кДж на 1 г) забезпечує терморегуляцію організмів. Воді властивий виключно високий поверхневий натяг за рахунок потужних сил зчеплення (когезії) між її молекулами (вищий поверхневий натяг є лише у ртуті). Для води характерна також властивість прилипання (адгезії), яка проявляється у разі підняття її проти гравітаційних сил, наприклад в тканинах дерев. Різко виражена здатність до адгезії має важливе значення під час взаємодії води з іншими компонентами клітини.

Вода має також високу теплопровідність, що дає змогу їй випаровуватись навіть за 0 °С.

Ще однією важливою властивістю води є її здатність розчиняти гази.

Форми води в рослинних клітинах

В клітині міститься багато заряджених іонів а також біополімерів, які мають в своєму складі заряджені групи. Оскільки молекула води є диполем: один полюс заряджений

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



негативно, інший – позитивно, це впливає на стан її в клітині. Взаємодія води з іонами, або гідратація, являє собою орієнтацію молекул води в електростатичному колі іона. При гідратації катіона молекули води орієнтуються всередину комплексу негативно зарядженими полюсами, аніону – позитивно зарядженими.

Розрізняють таку внутрішньоклітинну воду:

1. Осмотично-зв'язану – вода, зв'язана іонами та низькомолекулярними сполуками.
2. Капілярно-зв'язану – вода, яка знаходиться в клітинних стінках та судинах.
3. Імобілізовану (структурно-зв'язана) – вода, молекули якої є механічно захоплені іншими молекулами (така вода в насінні).
4. Колоїдно-зв'язану – вода, зв'язана як з внутрішніми, так і з розташованими на поверхні групами біополімерів (ця вода забезпечує стійкість в стресових ситуаціях).
5. Вільну – чиста, без будь-який домішок вода з високою рухливістю

Активним учасником фізіологічних процесів є осмотично-зв'язана та так звана вільна вода.

Переміщення води по рослинних клітинах і тканинах підкоряється законам термодинаміки, в основі яких лежать процеси дифузії і осмосу.

Дифузія – спонтанний процес, що зумовлює переміщення будь-якої речовини з однієї області в сусідню, де концентрація даної речовини менша.

На шляху в клітину вода чи інші розчинники проникають крізь мембрану, а у вакуоль – через тонопласт. Вони як відомо, характеризуються вибірковою проникністю або напівпроникністю. Рух води через напівпроникну мембрану називають **осмосом**. Причиною осмосу є різниця концентрацій розчинів по обидва боки мембрани. Водний розчин з високою концентрацією розчиненої речовини називається гіпертонічним, низьким – гіпотонічним. Вода в результаті осмосу переходить крізь мембрану з гіпотонічного розчину в гіпертонічний, тобто в бік розчину з більшою концентрацією розчиненої речовини. Цей процес йтиме до тих пір поки концентрація обох розчинів не вирівняється. Концентрація розчинів за умов рівноваги називається ізотонічною. Для досягнення рівноваги необхідно прикласти до розчину розділеного мембраною, певний тиск – це так званий **осмотичний тиск**. Осмотичний тиск розчинів визначається концентрацією частинок (молекул, іонів) розчиненої речовини. Чим концентрованіший розчин, тим вищий

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



осмотичний тиск. Речовини, які впливають на осмотичний тиск розчину називають осмотично активними – це органічні кислоти, амінокислоти, цукри, солі.

Надходження води в клітину залежить не лише від різниці осмотичного тиску внутрішнього та зовнішнього розчинів. Надходячи в клітину та вакуоль вода цим самим збільшує об'єм останньої, яка тисне на цитоплазму, змушуючи протопласт притискатись до клітинної оболонки. Клітинна оболонка розтягується, клітина при цьому переходить в напружений стан – **тургор**. Тиск протопласту на клітинну оболонку отримав назву тургорного. Водночас виникає однакова за величиною протидія клітинної оболонки на протопласт – це потенціал тиску. Потенціал тиску по абсолютній величині дорівнює тургорному тиску, але протилежна йому за знаком. Тиск клітинної оболонки на протопласт протидіє подальшому надходженню води в клітину.

Таким чином, різниця між осмотичним тиском клітинного соку і протидією клітинної оболонки (тургорним тиском) визначає надходження води в клітину в кожний даний момент. Це **всисна сила**: $S = P - T$.

Осмос води з однієї системи в іншу залежить від різниці їх у вільній енергії.

Вільною енергією називають частину внутрішньої системи енергії, яка може бути використана для виконання роботи. Вільна енергія 1 моля речовини має назву **хімічний потенціал**.

Хімічний потенціал чистої води називають **водним потенціалом** (ψ_{H_2O} – “псі”). Він характеризує здатність води дифундувати, випаровуватися або поглинатися і виражається в Паскалях. Найвища величина водного потенціалу – у хімічно чистої води і дорівнює нулю. Тому водний потенціал будь-якого розчину – від'ємна величина. Збільшення концентрації розчинених речовин у воді, (а отже, зменшення концентрації води) зменшує її водний потенціал, тому чим концентрованіший розчин, тим більш від'ємний її водний потенціал. Молекули води переміщуються завжди в напрямку від більш високого водного потенціалу до більш низького (від менш від'ємного до більш від'ємного). Та компонента водного потенціалу, яка визначається концентрацією розчиненої речовини називається **осмотичним потенціалом**. Осмотичний потенціал – це величина, що дорівнює осмотичному тиску, але має від'ємне значення.

$$\Psi = RTci \times 10^{-3}, \text{ де}$$

R – газова стала (8,311441 Дж · моль⁻¹ · К⁻¹);

T – абсолютна температура за Кельвіном (273° С + t° кімн.);

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



c – ізотонічна концентрація в молях;
 i – ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа

Водний потенціал (Ψ_w) клітини складається з чотирьох компонентів:

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g + \Psi_m,$$

де Ψ_s – осмотичний потенціал, який характеризує вплив на активність води осмотично активних речовин (від'ємна величина);

Ψ_p – потенціал тиску, що показує вплив на активність води тургорного тиску (тургорна протидія клітинної оболонки) (позитивна величина);

Ψ_g – гравітаційний потенціал, який виражає вплив на активність води сили тяжіння (від'ємна величина), має значення лише у дерев;

Ψ_m – матричний потенціал, який відображає вплив на активність води макромолекул полімерів (від'ємна величина).

За абсолютною величиною всисна сила дорівнює водному потенціалу клітини, але протилежна за знаком. Тому її можна виразити формулою: $-\Psi_w = -\Psi_s - \Psi_p$.

Коли осмотичний тиск клітини буде вищим тургорного, клітина буде поглинати воду до тих пір, поки не відбудеться вирівнювання.

Коли клітина повністю насичена водою (**стан тургору**), її тургорний тиск дорівнює осмотичному і тому всисна сила дорівнює нулю.

В стані в'янення, клітина втрачає тургор – тургорний тиск дорівнює нулю, а водний потенціал (всисна сила) дорівнює осмотичному потенціалу.

Знання водного потенціалу має велике значення для екологічних досліджень. Його величина дозволяє судити про здатність рослин поглинати воду з ґрунту та утримувати її незалежно від впливу умов навколишнього середовища. Осмотичний потенціал коливається в межах від $-0,1$ до -20 МПа. Спостерігається така закономірність: чим у засушливіших умовах зростає рослина, тим менший у них осмотичний потенціал (тим більший осмотичний тиск, тим більш концентрованіший клітинний сік). Також величина осмотичного потенціалу змінюється і в межах однієї рослини: у коренях він становить $(-0,5) - (-1,0)$, у листках – до $(-4,0)$ МПа).

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



Процеси надходження, транспорту і випаровування води складають **водний обмін рослини**.

Співвідношення між кількістю води, що рослина отримує і кількістю води, яку вона випаровує за той самий проміжок часу, називається **водним балансом**.

Більша частина води надходить в рослину через кореневу систему. Лише незначна її кількість може надходити через надземні органи рослини. Доступність води рослинам залежить і від розподілу її в ґрунті.

Розрізняють такі форми ґрунтової води:

1. Гравітаційна вода – заповнює крупні проміжки між частинками ґрунту і доступна для рослин;
2. Капілярна вода – заповнює капілярні пори ґрунту й утримується в них силами поверхневого натягу і також доступна для рослин;
3. Плівкова вода – оточує колоїдні частинки ґрунту. Така вода із периферичних шарів гідратаційних оболонок може поглинатися рослиною. Це менш доступна вода для рослин;
4. Гігроскопічна вода – адсорбується сухим ґрунтом, що перебуває в атмосфері з 95%-ю відносною вологістю повітря. Це недоступна для рослин вода.

По довжині в корені (органі поглинання води) розрізняють 4 зони:

1. Зону поділу клітин, яка прикрита кореневим чохлаком
2. Зону розтягування клітин
3. Зону диференціації клітин (зона корневих волосків)

Провідну зону

Головну роль у поглинанні води відіграє зона корневих волосків. Кількість їх величезна: на 1 мм² знаходиться до 500 корневих волосків.

Кореневий волосок – одноклітинне утворення діаметром 0,01 мм і довжиною в декілька мм.

Транспорт води через кореневий волосок до судин кореня може відбуватись як симпластичним, так і апопластичним шляхом. Однак, показано, що рух води через клітинні оболонки зустрічає менший опір, ніж через протопласти. Тому вода з ґрунту в центральну частину кореня надходить апопластом. Крім того, рух води апопластом швидший, ніж симпластом. Однак на рівні ендодерми таке пересування води стає неможливим через непроникні для води пояски Каспарі (шар лігніну і суберину) в її клітинних оболонках. Тому тут відбувається зміна апопластного транспорту води на симпластний. Пояски Каспарі, однак, ще не повністю сформовані в ендодермі ростучих ділянок кореня, тому

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



типи транспортування води не змінюються. В перициклі транспорт води знову змінюється на апопластичний.

Розрізняють **ближній** і **дальній** транспорт води і розчинених в ній речовин. Ближній відбувається через неспеціалізовані тканини (симпласт, апопласт), а дальній – через провідні тканини (ксилему і флоему). Дальній транспорт включає транспіраційний потік (судинами і трахеїдами ксилеми) і пересування фотоасимілятів (ситоподібними трубками флоеми). Рух води ксилемою з кореня в листки називають висхідним потоком, а з листків до кореня – низхідним.

Рушійними силами висхідного потоку води в рослині є **кореневий тиск** (нижній кінцевий двигун) і **транспірація** (верхній кінцевий двигун).

В судини ксилеми вода надходить завдяки градієнту водного потенціалу. Осмотично активні речовини в судинах ксилеми створюють осмотичний потенціал, що сприяє транспорту води в них. В результаті цього розвивається гідростатичний **кореневий тиск** – сила, що забезпечує односторонній потік води з розчиненими речовинами в надземну частину рослини.

Кореневий тиск складається із двох складових частин: **осмотичної** та **метаболічної**, причому остання потребує затрат АТФ. Значна функція належить актиноподібним білкам, енергозалежне скорочення та розслаблення яких і спричинює зміни гідростатичного тиску в клітинах. Внаслідок цього на шляху водного потоку в напрямі судин ксилеми виникають локальні градієнти водного потенціалу, які й сприяють надходженню води в судини.

Є дані щодо наявності так званих водяних pomp у коренях рослин. Такими помпами можуть бути скоротливі клітини, які мають клапани в плазмодесмах, ендодермі, інколи — в екзодермі.

Доказом існування кореневого тиску є явище **плачу** рослин і **гутації**. Так, якщо перерізати стебло рослини на незначній відстані від ґрунту, із зони надрізу почне виділятися **пасока (ксилемний ексудат)**. Це явище **плачу рослин**. Найбільше пасоки виділяється навесні у деревних рослин, коли запасні речовини пересуваються до бруньок. На цьому явищі базується збір березового соку.

Гутація – це процес виділення краплин рідини по краях листків. Відбувається гутація в основному вночі і вранці, коли кореневий тиск підвищується. Також спостерігається при високій вологості повітря та помірно теплій погоді, а також коли транспірація незначна.

Під час гутації ніякого пошкодження рослин не

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



відбувається, але завдяки кореневому тиску рослина виділяє краплини води. При цьому рослини захищені від можливих втрат мінеральних речовин. Річ у тім, що гідатооди виділяють воду в повітряну порожнину, устелену дрібними паренхімними клітинами, так званою епітемою, фільтруючись крізь яку вода залишає в ній більшість мінеральних речовин. Отже, плач рослин, як і гутація, свідчить про те, що коренева система поглинає воду і нагнітає її в рослину.

Підняття води по судинах високих дерев крім верхнього і нижнього кінцевих двигунів забезпечується когезією та адгезією води. **Когезія** – зчеплення молекул води між собою, **адгезія** – зчеплення (прилипання) молекул води зі стінками капілярів.

Саме спільність транспіраційного потоку, капілярних, осмотичних сил, а також когезії й адгезії і зумовлює підняття води в стовбурах дерев.

Транспірація – це процес випаровування води з поверхні рослин. Це верхній кінцевий двигун руху води рослиною. Основним органом транспірації є листок.

Розрізняють **продихову** (через продихи), **кутикулярну** (через кутикулу) і **лентиккулярну** (через сочевички) транспірації.

Продихова транспірація зазвичай є основною. Продихи являють собою отвори в епідермісі листка, утворені двома спеціалізованими клітинами, які називають **замикаючими**. Змінюючи свою форму, замикаючі клітини, викликають відкриття чи закриття продихової щілини, регулюючи цим самим транспірацію. Це зумовлено неоднаковим потовщенням їх клітинних оболонок: та ділянка, що оточує продиховий отвір потовщена, а та, що межує з епідермальними клітинами – тоненька і більш еластична.

Продихова транспірація. Кількість продихів на листку варіює в залежності від його віку і складає від 50 до 600 мм². Продихи на листках можуть розміщуватись на нижній стороні, верхній чи обох. Розрізняють два типи продихів: 1) замикаючі клітини гантелоподібної форми – характерні для трав'янистих злаків; 2) замикаючі клітини бобоподібної форми – у всіх дводольних, більшості однодольних, голонасінних, мохів, папоротників.

На відміну від інших клітин епідермісу замикаючі клітини продихів містять хлоропласти і в них проходить фотосинтез. Також у замикаючих клітин відсутні плазмодесми, тобто вони є відносно ізольованими від інших клітин епідермісу.

Не дивлячись на те, що площа продихових отворів у відношенні до поверхні листка складає лише 1%, випаровування

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



води через них йде дуже інтенсивно.

Кутикулярна транспірація здійснюється крізь поверхню кутикули, що вкриває епідерміс листка. Кутикули складається з кутину і восків. Як правило, кутикулярна транспірація менша, ніж продихова. Однак при закритих продихах, кутикулярна транспірація відіграє важливу роль у водообміні рослин. Інтенсивність кутикулярної транспірації залежить від товщини кутикули: у молодих листків з тонкою кутикулою вона складає 50-70% від всієї транспірації, у зрілих листків - 10%.

Лентикулярна транспірація відбувається за участю сочевичок – сукупності нещільно розташованих клітин перидерми багаторічних стебел і коренів, що випинаються на поверхню у вигляді горбочків, рисочок, через які і здійснюється газообмін у багаторічних стебел і коренів.

Роль і значення транспірації

1. Транспірація – основний двигун водного току (верхній кінцевий двигун). Створює безперервний рух води від кореневої системи до листків. Розвиває силу 20-30 атм.

2. Транспірація – важливий терморегулюючий фактор. Сприяє охолодженню рослин, захищає від перегріву.

3. З транспіраційним потоком проходить рух мінеральних і органічних речовин по рослині. Чим інтенсивніша транспірація, тим інтенсивніше надходять речовини у рослину.

4. Відіграє важливу роль у фотосинтезі. З припиненням транспірації припиняється фотосинтез, оскільки вуглекислий газ надходить лише через відкриті продихи.

Продихова транспірації поділяється на 4 етапи:

1. Переміщення води із судин у клітинні оболонки клітин мезофілу.

2. Випаровування води із поверхні клітин мезофілу.

3. Дифузія водяної пари в порожнині листка.

4. Вихід водяної пари в атмосферу через продихи.

Рух продихів залежить від зміни внутрішніх умов, стану клітин, органів, організму. Основним фактором, що регулює продихові рухи є **вода**. **В основі механізму відкриття продихів лежить насичення замикаючих клітин водою.**

Концентрація вуглекислого газу – інший фактор, що регулює відкриття продихів: при зниженні її в міжклітинниках продихи відкриваються.

Світло впливає на рухи продихів опосередковано через фотосинтез. На світлі відбувається фотосинтез, а отже, накопичується АТФ, яка використовується для роботи K^+ -насосів, які закачують іони K^+ в клітини. K^+ як відомо, є осмотично

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



активним, тобто веде до підвищення осмотичного тиску, що викликає насичення водою. Крім того, на світлі відбувається розщеплення утвореного під час фотосинтезу крохмалю до цукрів. Це пов'язано зі зменшенням на світлі вуглекислого газу, що збільшує рН клітини і активність ферменту, який розщеплює крохмаль. У темряві, навпаки, цукор перетворюється у крохмаль: зменшується осмотичний тиск, клітини віддають воду, продиhi закриваються.

Температура впливає на швидкість відкриття продиhiв. При температурі нижче 5° С продиhi відкриваються дуже повільно, при негативних і вище оптимальних температурах вони залишаються закритими. Вплив температури на рухи продиhiв опосередкований через її вплив на швидкість фотосинтезу і на швидкість дихання.

В регуляції продишових рухів беруть участь **фітогормони**: абсцизова кислота і цитокініни. АБК сприяє закриттю продиhiв, цитокініни ж навпаки. АБК спричинює зміни в структурі плазмалемі, що веде до зменшення активності H⁺-помпи – протони не викачуються назовні, відбувається підвищення рН цитоплазми, збільшення іонів Ca²⁺, вихід іонів K⁺ з клітини, як наслідок зменшується тургор замикаючих клітин – продиhi закриваються.

Механізми регуляції стану продиhiв:

1. *Гідропасивний* механізм закриття продиhiв (під час дощу клітини епідермісу збільшуються в об'ємі, які ніби тиснуть на продишові клітини).

2. *Гідроактивний* механізм закриття і відкриття (пов'язана з фотосинтезом у замикаючих клітинах, збільшенням осмотичного тиску і концентрації K⁺ на світлі та зменшенням – у темряві).

3. *Фотоактивний* - закриття у темряві і відкриття на світлі.

4. *Термоактивний* механізм пов'язаний із впливом температури на стан продиhiв. Підвищення температури в інтервалі від +5 до +35 °С сприяє відкриттю продиhiв, а в інтервалі +35...40 °С – до закриття.

5. *Вуглекислотний механізм*. Зниження концентрації вуглекислого газу до 0,05 % веде до закриття продиhiв, а підвищення до 0,1% чи більше – до їх відкриття.

6. *Біохімічний* механізм пов'язаний з накопиченням речовин, що впливають на стан продиhiв. Помічено, що при нестачі води в рослині виробляється більше абсцизової кислоти, яка викликає закриття продиhiв.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



Інтенсивність транспірації залежить від ряду факторів:

Внутрішні фактори:

1. Будова і фізіологічний стан листка.
2. Стан продихового апарату і кількість продихів в листку.
3. Міцність кутикулярного покриву.
4. Величина внутрішньої випаровуючої поверхні.
5. Стан води в рослинах.
6. Розвиток провідної системи.
7. Осмотичний потенціал клітин листка.
8. Видова специфіка рослин.
9. Вік рослин.

Зовнішні фактори:

1. Температури (з підвищенням температури інтенсивність транспірації зростає).
2. Інтенсивності освітлення (із збільшенням – зростає).
Якості освітлення (синьо-фіолетові промені підвищують інтенсивність транспірації).
3. Сили вітру. Вітер посилює останні фази транспірації – випаровування з поверхні листка.
4. Вологості повітря. Чим менша вологість – тим вища транспірація.
5. Вологості ґрунту. Зі зменшенням вологості ґрунту, транспірація зростає.

Добовий хід транспірації.

Рослини в залежності від добового ходу транспірації поділяють на три групи:

- 1) рослини, у яких вночі продихи завжди закриті. Вранці вони відкриваються, а потім їх поведінка продовж дня залежить від умов середовища;
- 2) рослини, у яких продихи вранці відкриваються, а потім в залежності від умов. Вночі їх поведінка залежить від денної. Якщо вдень продихи були закритими, вночі – відкриваються, якщо ж вдень відкриті, вночі – закриваються. Це рослини гороху, люпину, конюшини;
- 3) рослини у яких вночі продихи завжди відкриті (сукуленти), а вдень, як і у інших груп, відкриті чи закриті в залежності від умов.

Хід транспірації впродовж доби характеризується одновершинною кривою: слабка в ранішні години транспірація зростає у міру підняття сонця, збільшення температури і зменшення вологості повітря, досягає максимуму після опівдня, а потім швидко падає до заходу сонця. Вночі інтенсивність транспірації в 10 разів менша.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



Однак, такий хід транспірації в природі не завжди буває. Наприклад, виникають двовершинні криві з максимумом транспірації у ранішні та вечірні години. Транспірація спричиняє проходження крізь тіло рослини величезної кількості води і має пристосувальне значення, яке тісно пов'язане не лише з водообміном, а і з іншими метаболічними процесами, зокрема, фотосинтезом, диханням, мінеральним живленням. Тому при дослідженні водного режиму різних рослин надзвичайно важливе значення має вивчення величин транспірації, таких як інтенсивність транспірації, транспіраційний коефіцієнт, продуктивність транспірації, відносна транспірація, коефіцієнт водоспоживання.

Інтенсивність транспірації (IT) – це кількість води, яку випаровує рослина (в г) за одиницю часу (год) одиницею поверхні листка (в дм²). Ця величина коливається в межах 0,15-1,47 г на дм² за 1 годину.

Транспіраційний коефіцієнт (TK) – кількість води (в г або мл), яку випаровує рослина для накопичення 1г сухої речовини. Для різних видів рослин його величина становить від 125 до 1000, а найчастіше близько 300. Взагалі цей показник значно коливається залежно від умов середовища і може виступати показником вимог рослин до вологи.

Наприклад, для рослин пшениці він може бути в межах від 220 до 750 одиниць (в середньому 450-600);

проса – 200-300;

гороху – 400;

кукурудзи – 230;

гречки – 530.

Продуктивність транспірації (PT) – величина обернена транспіраційному коефіцієнту і визначає кількість сухої речовини (в г), накопиченої рослиною за період, коли вона випаровує 1 кг (л) води. За даними М.О. Максимова вона становить від 1 до 8, а в середньому в умовах помірного клімату дорівнює 3. Отже, на синтез 1 г сухої речовини використовується в середньому близько 300 г води, або лише 0,2% всієї води, що проходить крізь тіло рослини, решту,

99,8%, вона випаровує.

Відносна транспірація (BT) – відношення інтенсивності транспірації з одиниці площі листка до інтенсивності випаровування з одиниці вільної водної поверхні. Може знаходитись в межах 0,01-1, в середньому - 0,1-0,8.

Коефіцієнт водоспоживання (KB) – витрата продуктивної вологи в м³ на 1 ц продукції. KB=15-650 м³/ц.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



На підставі знання показників транспірації створюється можливість простежити вимоги рослин до умов водопостачання в онтогенезі й обґрунтувати агротехнічні заходи, спрямовані на забезпечення рослин водою і створення для них сприятливих умов росту, розвитку і високої продуктивності.