

Транспірація

Питання

1. Транспірація: загальне уявлення
2. Механізми відкриття і закриття продихів
3. Типи транспірації
4. Показники транспірації
5. Залежність транспірації від зовнішніх умов

Транспірація (від лат. *trans* — через, *spiro* — дихання) — процес випаровування води з поверхні рослин.

Транспірація буває продихова (через продихи), кутикулярна (через кутикулу) і лентикулярна (через сочевички).

Найбільша кількість води випаровується під час транспірації через продихи. По міжклітинниках губчастого мезофілу листків водяна пара потрапляє до продихів і через продихові щілини випаровується в атмосферу. Відкриванням та закриванням продихів рослина регулює інтенсивність транспірації.

Рослини всмоктують вологу, що утримується в ґрунті, через корені, причому ця вода може брати початок глибоко під землею. Наприклад, зернові рослини мають корені завдовжки до 2,5 метрів, а корені деяких рослин пустелі ідуть у землю на глибину 20 метрів. Вода, що її викачують рослини з-під землі, доставляє живильні речовини до листя рослин. Рослина транспірує, коли вологість навколишнього повітря нижче, ніж вологість повітря в порах рослинної тканини; у протилежному випадку рослина поглинає водяну пару з повітря.

Жилки листка, що складаються із ксилеми та флоєми, створюють настільки густу сітку, що будь-яка його клітина знаходиться близько від джерела води. Із ксилеми вода рухається в стінки клітин мезофілу. Отже, вода в рідкій фазі заповнює шлях від ґрунту через тканини кореня та стебла до клітин мезофілу в листку. В мезофілі листків є обширні міжклітинники, повітря їх насичене водяною парою, частина якої і виділяється назовні. Велика її кількість весь час неперервним потоком проходить через рослину, випаровуючись з поверхні її листків, а у трав'янистих рослин і з поверхні стебла. Оскільки у рослин дуже часто епідерміс вкритий кутикулою, то водяна пара виходить крізь продихи.

Продих — це отвір (щілина), обмежений двома замикаючими клітинами. Продихи зустрічаються у всіх наземних органах рослин, але більше всього у листках. Число продихових отворів коливається в залежності від виду рослин від 10 до 600 на 1 мм² листка. У багатьох рослин (75% видів), в тому числі

більшості деревних порід, продихи розташовані на нижній стороні листка. Діаметр продихової щілини 3-12 мкм. Продихи поєднують внутрішній простір листка із довкіллям.

Від інших клітин епідермісу листка замикаючі клітини продихового апарата відрізняються тим, що мають у собі хлорофіл. Крім того, стінки їх потовщені неоднаково — зовнішні тоненькі, а ті, що обернені до продихової щілини, потовщені. Неоднакова будова клітинних оболонок зумовлює зміну об'єму продихів, а також їхньої форми.

Продихова транспірація здійснюється через продихові щілини в епідермісі, крізь які відбувається газообмін. Решта листкової поверхні вкрита кутикулою, яка мало проникна для води і газів. Звичайно основною є продихова транспірація, але у рослин різних екологічних груп значення обох видів транспірації неоднакове і залежить від умов навколишнього середовища. Загальна площа продихів коливається від 1 до 2% всієї листкової поверхні.

Механізми відкриття і закриття продихів

- Гідропасивний – під час дощу.
- Гідроактивний – внаслідок перетікання калію. Недавно було виявлено, що вдень на світлі в замикаючих клітинах накопичуються іони калію та супутні їм аніони, які осмотично активні, тобто забезпечують надходження води. Тому зовнішні стінки розтягуються і пори відкриваються. В темряві ж іони калію виходять із замикаючих клітин до оточуючих клітин епідермісу, що відповідно супроводжується відтоком води, і пора закривається.
- Фотоактивний – продихи закриваються в темноті і відкриваються на світлі. В темноті збільшується вміст CO_2 , знижується рН, посилюється синтез крохмалю, вода відтікає із замикаючих клітин, продихи закриваються. На світлі вміст CO_2 зменшується, рН підвищується, активуються ферменти розкладу крохмалю, збільшується вміст моноцукрів, вода притікає в замикаючі клітини, продихи відкриваються.

Типи транспірації

Кутикулярна значно менша за продихову, але молоді листки рослин мають високу інтенсивність саме кутикулярної транспірації. У дослідях з березою було доведено, що у молодих листках кутикулярна транспірація становила 51 %, а продихова — 49 %. У старіших листках тієї ж самої рослини кутикулярна становила 15 %, а продихова — 85 %. Таким чином, у молодому віці рослина має інтенсивну кутикулярну транспірацію, яка з віком зменшується.

Кутикулярна транспірація здійснюється через поверхню кутикули, яка вкриває епідерміс листка. Вона, як правило, значно менша продихової. Однак молоді листки рослин мають високу інтенсивність саме кутикулярної транспірації, так як в них шар кутикули ще не такий потужний, як у старих листків. Якщо у старого листка вона складає 5-10% загальної транспірації, то в молодого листка кутикулярна транспірація нерідко складає 40-70%. Природньо, що молоді рослини особливо чутливі до водопостачання, легко засихають.

Лентикулярна транспірація: проходить 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.

Процес транспірації значною мірою обумовлюється особливостями будови листка, станом його клітин і тканин, а також гідрометеорологічними факторами. Рослина здатна регулювати інтенсивність своєї транспірації. Закриваючи продихи, рослина знижує транспірацію і одночасно підвищує температуру свого тіла. Однак при закритих продихах рослина не може засвоювати вуглекислий газ повітря для свого живлення. Тому продиховий апарат в рослин і реагує досить складним чином на зміну умов довкілля, то замикаючи, то розмикаючи продихову щілину.

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 тощо.

Показники транспірації

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

Транспіраційний коефіцієнт — кількість води (в г), 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 в залежності 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.

Продуктивність транспірації — величина обернена транспіраційному коефіцієнту і визначає кількість сухої речовини (в г), накопиченої рослиною

за період, коли вона випаровує 1 кг 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.

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.

Залежність транспірації від зовнішніх умов

- Вдень іде, вночі майже зникає
- Світло збільшує інтенсивність і в більшій мірі короткохвильову частину спектру, але хвороби та пересадка рослин також
- Чим більший вміст хлорофілу, тим більша інтенсивність транспірації. Навіть розсіяне світло збільшує її на 30-40%.
- Добрива зменшують транспіраційний коефіцієнт
- Посуха знижує транспірацію, але помірне підвищення температури підвищує її, за рахунок збільшення сухості повітря
- Слабий вітер збільшує її, а на сильному вона лімітується дифузійною через породи
- При зниженні температури зменшується як поглинання води, так і транспірація, це стосується і вологості ґрунту
- Хід транспірації мінюється на протязі доби з min в 12 годин і max в 8 та 18 годинах в похмурий день і навпаки у ясний день

Порушення водообміну та вплив на метаболізм рослин

- При дефіциті вологи мінюється в'язкість цитоплазми із збільшенням концентрації речовин в клітинному соці, РН зсувається в кислу сторону. Знижується інтенсивність фотосинтезу, але посилюються процеси катаболізму. Дихання посилюється, але воно непродуктивне, так як не утворюється АТФ, а енергія виділяється у вигляді тепла. Сповільнюються процеси ділення і розтягу клітин. Іде перетік води від старих в молоді листки.
- Вміст білкового азоту знижується, а небілкового азоту зростає.
- Сповільнюється синтез ДНК і посилюється розпад РНК.

Адаптація до дефіциту вологи

- В пустелях у рослин карликовий ріст, мала площа листків та їх видозміни у колючки. Листки сильно кутинізовані, продихів мало і вони глибоко заглиблені в кутикулу. Насіння проростає лише після довгих дощів за рахунок товстої, малопроникної оболонки та за рахунок водорозчинних інгібіторів росту в оболонці. Вегетативний період короткий. Засоленість ґрунту також створює дефіцит води.

Групи рослин по відношенню до води

1. Гігрофіти рослини вологих місць
2. Мезофіти рослини помірних широт
3. Ксерофіти

Ксерофіти рослини сухих місць діляться на кілька підгруп:

1. Ефемери ростуть лише під час дощів, уникаючи посухи.
2. Рослини, запасуючі вологу несправжні ксерофіти це суккуленти, кактуси. Продихи відкриваються вночі, CO_2 зв'язується органічними кислотами.
3. Рослини з пристосуваннями для добування води, а саме: довге коріння, високий осмотичний тиск і всисна сила. Листки тонкі з густою сіткою жилок, транспірація висока це дикий кавун, полин, степова люцерна.
4. Рослини, які переносять посуху у стані анабіозу склерофіти, рослини з жорсткими листками мохи, лишайники. При зав'яданні вміст води може опускатись до 25% від загального. При достатній кількості води транспірація висока. При низькій кількості листки згортаються у трубку, крім того мають високу в'язкість цитоплазми, продихи занурені в кутикулу. Це рослини ковила, типчаку.

Групи рослин, у яких дефіцит води визначається температурою ґрунту

Психрофіти – сосна сибірська, чорниця, багульник. Вода недоступна із за низької температури ґрунту, мають добре розвинену ксероморфну структуру, для голок характерні занурені продихи, які взимку закриті смоляними кореами, епідерміс товстостінний.