

Cvičení z fyziologie rostlin

Vodní provoz rostlin - transpirace

Hlavním mechanismem výdeje vody rostlinou je transpirace. Jejím významem není pouze odstranění přebytečné vody z těla rostliny, transpirace také pohání příjem vody a s ní i živin kořeny a chrání rostlinu proti přehřátí. Při transpiraci je voda vylučována do prostředí v plynném skupenství (zatímco výdej kapalné vody se nazývá gutace). V mezofylu listu vzniká vodní pára, která se odpařuje z povrchu vodních kapek v mezibuněčných prostorách houbového parenchymu. Rostlinu pak opouští přes kutikulární vrstvu (transpirace kutikulární) nebo štěrbinou průduchů (transpirace stomatární). Na světle u většiny rostlin stomatární transpirace mnohonásobně převyšuje transpiraci kutikulární (vyjma CAM rostlin).

Průduch (stoma) se skládá z dvojice specializovaných epidermálních buněk, tzv. svěracích buněk, a průduchové štěrbin. Při zvýšení turgorového tlaku ve svěracích buňkách se díky jejich anatomii, zejména nerovnoměrnému ztlustění buněčné stěny a radiálnímu uspořádání mikrofibril, průduchová štěrbina zvětšuje a průduch se otevírá. Při nízkém tlaku v buňkách je pór uzavřen.

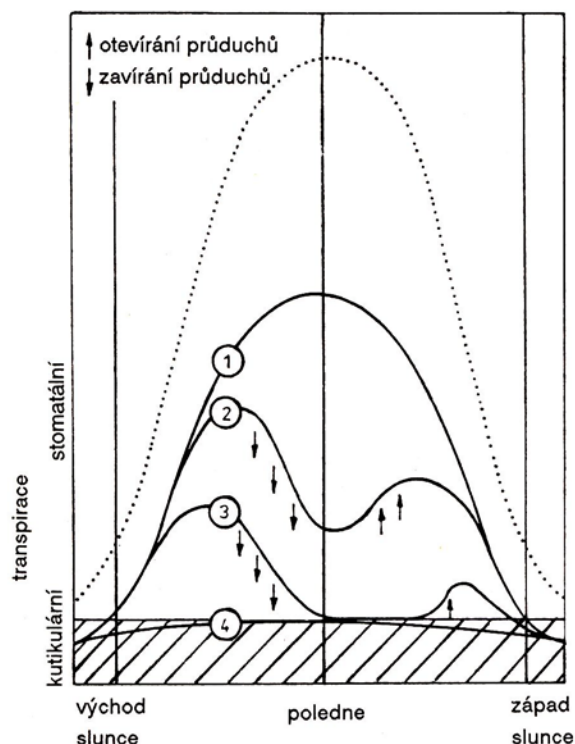
Transpirace velmi úzce souvisí s procesem fotosyntézy. Rostlina využívá průduchy nejen k výdeji vody, ale také k příjmu CO_2 z atmosféry. Jelikož je voda často pro rostliny limitujícím faktorem prostředí, je pro rostlinu nutností minimalizovat ztráty vody za současného maximálního zisku CO_2 . K tomu je nutná dokonalá regulace otvírání a uzavírání průduchů. Průduchy reagují na celou řadu vnějších i vnitřních podnětů:

1. Světlo. Obecně platí, že za normálních podmínek jsou průduchy na světle otevřené, ve tmě se zavírají. Rostlina nemá v noci, kdy neprobíhá fotosyntéza, potřebu přijímat CO_2 a nedochází tak ani ke zbytečným ztrátám vody. Světlem aktivované protonové pumpy čerpají protony (H^+) ven ze svěracích buněk a dochází k depolarizaci cytoplazmatické membrány, což má za následek vtok K^+ a Cl^- iontů dovnitř. Tím vzroste osmotický potenciál v cytosolu, buňka nasává vodu a zvýší se turgorový tlak. Průduch je otevřený. Rostliny s CAM metabolismem, jako jsou kaktusy nebo sukulenty, mají průduchy přes den uzavřeny. U těchto rostlin jsou fixace CO_2 a další fáze fotosyntézy časově odděleny. Jde o adaptaci na extrémní podmínky pouštních oblastí.

2. CO_2 . Rostliny reagují na snížení koncentrace CO_2 v mezibuněčných prostorách listu otevřením průduchů.

3. Vlhkost vzduchu. Průduchy přímo ovlivňuje vlhkost okolního vzduchu. Rostliny se tím brání nadměrným ztrátám vody při nízké vzdušné vlhkosti.

4. Vodní potenciál rostliny. Je-li rostlina vystavena půdnímu suchu, transpirace začne převažovat nad příjmem vody kořeny a klesá vodní potenciál. Rostlina reaguje na tento stav syntézou fytohormonu kyseliny abscisové (ABA). Ta se transportuje k membránám svěracích buněk průduchů, kde se váže na receptor. Je spuštěna signální kaskáda vedoucí k toku K^+ a Cl^- iontů ven z buněk, což vede ke snížení osmotického potenciálu a zavření průduchu. Rostliny mohou reagovat i na velmi krátkodobé změny vlhkosti půdy. Kyselina abscisová je syntetizována také v kořenech, odkud je rychle transportována xylémem do listů, kde indukuje zavření průduchů. Rostlina tak sníží intenzitu transpirace mnohem dříve, než by mohla být ohrožena nedostatkem vody v pletivech.



Obr. 1: Denní průběh transpirace při postupném zhoršování zásobování rostliny vodou (1-4) s vyznačením podílu stomatální a kutikulární transpirace. U rostlin špatně zásobených vodou dochází k omezení transpirace v nejteplejší části dne. Tečkovaně je vyznačen denní průběh výparu z volné hladiny vody. (Procházka a kol., 1998)

Úkol č.1: Stanovení rychlosti transpirace vázkovou metodou

Jednou z možností měření rychlosti transpirace rostliny je vážení odříznutých listů (Ivanovova metoda). Tato metoda vychází z předpokladu, že list několik minut po odtržení transpiruje normálním způsobem jako na intaktní rostlině. Po určité době (desítky minut) dochází k uzavírání průduchů a list dále transpiruje pouze přes kutikulu (kutikulární transpirace).

Pomůcky: Skalpel, váhy, stopky

Rostlinný materiál: listy různých druhů rostlin (....)

Postup:

1. Z rostliny skalpelem odřízneme listy (3-5) a okamžitě zvážíme. List dále opakovaně vážíme každých 5 minut po dobu jedné hodiny.
2. Rychlost transpirace vyjádříme jako hmotnost vytranspirované vody v gramech na a) 1 g čerstvé hmotnosti za 1 hodinu
b) 1 dm² listové plochy za 1 hodinu
3. Sestrojíme spojnicový graf závislosti rychlosti transpirace na čase. Porovnáme získané výsledky pro různé druhy rostlin.

Úkol č.2: Stanovení rychlosti transpirace potometrickou metodou

Rostliny transpirují za normálních podmínek přibližně stejnou rychlostí jako je rychlost příjmu vody kořeny. Rychlost transpirace je tedy možné zjistit měřením rychlosti příjmu živného roztoku rostlinou. Zařízení pro stanovení rychlosti transpirace touto metodou se nazývá potometr. Skládá se z nádoby naplněné živným roztokem, zátky s otvorem pro upevnění rostliny, kapiláry spojené s nádobou a byrety k doplňování živného roztoku.

Pomůcky: Skalpel, váhy, stopky, potometr

Rostlinný materiál: listy různých druhů rostlin (....)

Postup:

1. Z rostliny odřízneme list a okamžitě zvážíme. List odřezáváme pod vodou, aby nedošlo k přerušení vodního sloupce v cévních svazcích.
2. List umístíme do zátky potometru a dobře utěsníme. Zátka nasadíme na potometr tak, aby byl konec řapíku listu ponořen v roztoku.
3. Pomocí ventilu byrety naplníme kapiláru roztokem. Po 30 minutách kapiláru opět doplníme a na měřítku byrety odečteme množství vytranspirované vody.
4. Potometr přemístíme do tmy, necháme 10 minut ustálit a opakujeme měření.
5. Rychlost transpirace vyjádříme ve stejných jednotkách jako v úkolu č. 1. Srovnáme rychlost transpirace na světle a ve tmě.

Úkol č. 3: Pozorování stavu listových průduchů listů umístěných na světle a ve tmě

Pomůcky: mikroskop, bezbarvý lak na nehty, průhledná izolepa, podložní sklíčko

Rostlinný materiál: listy fíkusů (*Ficus benjamina*)

Postup:

1. Na spodní stranu listu rostlin umístěných na světle a ve tmě nanese tenkou vrstvu bezbarvého laku a necháme zaschnout.
2. Zaschlý lak přelepíme izolepou a otisk strhneme.
3. Mikroskopem pozorujeme průduchy rostlin umístěných na světle a ve tmě.

Úkol č. 4: Pozorování řezu listem

Pomůcky: mikroskop, žiletka, podložní a krycí sklo, kapátko

Rostlinný materiál: listy fíkusů (*Ficus benjamina*)

Postup:

1. Zhotovíme tenký příčný řez listem fíkusů, položíme na podložní sklíčko, zakápneme vodou a překryjeme krycím sklíčkem.
2. Preparát pozorujeme pod mikroskopem, provedeme náčrt řezu listem a popíšeme.

Úkoly:

1. Jaké výhody má pro rostlinu stomatární transpirace oproti transpiraci kutikulární?
2. Zamyslete se nad vlivem větru na transpiraci. Mohou být rostliny v souvislosti s větrem nějak adaptovány?
3. Za jakých podmínek rostliny využívají gutaci?