

Jaké je množství vody transportované hyfami arbuskulárních mykorhizních hub?

V současnosti se uznává, že arbuskulární mykorhizní houby (AMF) jsou široce rozšířené půdní mikroorganismy schopné tvořit symbiotické vztahy přibližně s 80 % suchozemských druhů rostlin (např. také Živa 2017, 5: 233–240; 2024, 6: 321–323). Uspadňují rostlinám nejen transport minerálních živin z půdy, ale zlepšují i vodní provoz rostlin optimalizací příjmu živin, podporou odolnosti k suchu, zvýšením osmotické regulace v rostlinách, regulací hydraulické vodivosti kořenů pro vodu, i zlepšením struktury půdy, stability půdních agregátů a zvýšením vododržných (retenčních) schopností půdy. AMF mohou rovněž zvýšit účinnost využití vody a transpiraci a propojit toky vody přes společné mykorhizní sítě spojující kořeny sousedních rostlin. Existují rovněž důkazy, že AMF mohou přímo přijímat a transportovat vodu do rostlin. Ačkoli mnohé studie už prokázaly úlohu AMF ve zvýšení příjmu vody hostiteli (a také dusíku a fosforu), podíl AMF na zlepšení vodního provozu rostlin, zejména přímého příjmu vody, zůstává nejasný a sporný. Různé práce uvádějí podíl AMF na zajištění transpirace hostitele téměř od nuly až do 35 %. Navíc se studie využívající metodicky těžkou vodu D_2O považují dnes za nespolehlivé

a zavádějící, na rozdíl od použití těžké vody $H_2^{18}O$ s těžkým izotopem kyslíku.

Chao Wu se spolupracovníky z čínské Univerzity v Xi'anu se v pokusu ve skleníku na rostlinách tolice seté neboli vojtěšky (*Medicago sativa*) pokusili stanovit příspěvek AMF k transpirační ztrátě vody. Tři rostliny vojtěšky pěstovali v teplem sterilizované půdě ve zvláštních plastových pětilitrových květináčích tak, že kořeny rostly u některých variant pouze v polovině květináče. Druhá polovina bez rostlin byla oddělena svislou vodotěsnou přepážkou (kompartimentalizace), která umožňovala prorůstání hyf AMF, ale bránila růstu kořenů, nebo u některých variant i prorůstání hyf. Půda v části bez rostlin byla inokulována mykorhizní houbou *Funneliformis mosseae*, izolovanou z půdy ze suchých oblastí. Prvních 6 týdnů po zasažení semenáčků vojtěšky a přidání houby rostly všechny rostliny v dostatečně vlhké půdě (70 % plné polní vodní kapacity, což odpovídá půdnímu objemovému obsahu vody 13,7 %). Po této době nárůstu biomasy rostlin i hub se v polovině květináčů navodilo půdní sucho (40 % plné polní vodní kapacity – půdní objemový obsah vody 7,8 %) a pokus v těchto podmínkách pokračoval dalších 6 týdnů. Do této

doby byla k zalévání používána běžná destilovaná voda s přirozeným, minimálním obsahem $H_2^{18}O$. Potom byl do oddílů půdy bez kořenů rostlin přidán čtyřikrát v jednodenních intervalech opakovaně objem 30 ml těžké vody $H_2^{18}O$ (do kontrolních květináčů pak lehká voda). V těchto čtyřech dnech byla během denní doby pomocí plastových sáčků chytána transpirační voda a v ní změřena koncentrace $H_2^{18}O$. Transport $H_2^{18}O$ do rostliny byl vyhodnocen s využitím standardního modelu založeného na míchání izotopů.

Autoři zjistili, že ve srovnání s kontrolou (bez mykorhizní houby) rostliny s mykorhizou transpirovaly o 12,3 % více vody ve vlhké půdě, a dokonce o 17 % více než v suché půdě. Výsledek naznačuje, že při půdním suchu může být přímý transport vody hyfami AMF pro rostliny zásadní a může zajistit jejich přežívání ve stresových podmínkách. Autoři interpretují výsledek tak, že v suché půdě jsou mikroskopické krůpěje vody řídké a nesouvisle rozptýleny v půdních pórech s průměrem menším než 30 μm , takže vzhledem k nízké hydraulické vodivosti půdy se k nim kořeny či kořenové vlásky příliš snadno nedostanou. V těchto podmínkách mohou jemná a hustá vlákna arbuskulárních mykorhizních hub krůpějí vody snadněji dosáhnout a předat vodu kořenům. Z experimentálních studií vyplývá, že by tok vody z hyf do kořenů měl jít apoplastickou cestou, tedy buněčnými stěnami.

[Plant and Soil 2024, 499.1: 537–552]

Jak je rosnatka prostřední přizpůsobena k zaplavení?

Masožravá rosnatka prostřední (*Drosera intermedia*) s úzkými lžicovitými a temně červenofialovými listy je v České republice podle Červeného seznamu kriticky ohrožený druh a přirozeně se vyskytuje už jen na 3–4 lokalitách, hlavně v Třeboňské pánvi. Obecně roste na kyselých rašeliništích, často spolu s ostatními druhy rosnatek, ale je z nich nejvlhkomilnější. V zimním období ve formě zimních pupenů (hibernakulí) i během vegetační sezony může být přechodně zaplavená srážkovou vodou. Přechodné zaplavení mikrostanovišť s rosnatkou prostřední v letním období po silných deštích bývá poměrně časté a soudí se, že má zásadní ekologický význam pro dlouhodobé udržení jejich stabilních populací. Rosnatka prostřední má z našich tří druhů rosnatek nejlepší schopnost přežít kratší období zaplavení (týdny až měsíce), kdy vytváří zvláštní ponořenou formu, která není masožravá. Ekologicky významná bývají i dlouhodobá zaplavení, kdy rostliny odumřou, ale

populace spolehlivě přežívá v početné semenné bance. Přitom však dojde i k odumření konkurenčně silných mokřadních druhů (např. mokřadních travin, některých suchomilnějších rašeliníků nebo náletu borovic, bříz či olší), které nesnášejí delší zaplavení a které by jinak v delším časovém úseku mikrostanoviště zcela zarostly a rosnatku prostřední konkurenčně vytěsnily.

Cílem komplexního ekofyziologického výzkumu Krzysztofa Banaše a spolupracovníků z Gdaňské a Krakovské univerzity bylo popsat základní fyzikální a chemické faktory prostředí na třech lokalitách rosnatky prostřední ve středním Polsku s ohledem na zaplavení rostlin a také srovnat změny stavby rostlin a fotosyntetické adaptace (na základě fluorescence chlorofylu) u ponořené formy vyskytující se v hloubce 20 cm s růstovými formami na hladině plovoucích a terestricky rostoucích rostlin. Ponořené rostly při pH vody 4,7–4,9, kdežto terestrické na rašelině s nízkým



1 Rosnatka prostřední (*Drosera intermedia*) na asanovaném rašeliništi u Zábłatského rybníka na Třeboňsku (2024). Foto L. Adamec

pH 3,8–4,6. Největší rozdíly v mikrostanovištích mezi ponořenými a volně plovoucími nebo terestrickými rostlinami byly zjištěny v ozáření fotosynteticky aktivním zářením – ponořené rostly v zástině v průměru jen při 38 % plné ozáření (nad hladinou vody), kdežto ostatní dvě formy při 90–97 % plné ozáření. Ponořené rostliny se zásadně lišily morfologicky