



Jak mikroorganismy rhizosféry ovlivňují rozšíření rostlin v Himálaji

Subnivální zóna pod vysokohorským sedlem Taglang La (ca 5 300 m n. m.) v Ladaku, v popředí ostrožka *Delphinium brunonianum*.

Foto J. Wild

Rozšíření rostlin je mimo jiné ovlivněno i jejich vztahy s půdními mikroorganismy. Ačkoli mají zásadní význam pro vývoj vegetace, jsou tyto vztahy stále málo prozkoumané, zejména ve vysokohorských ekosystémech. Rozhodli jsme se je studovat v Himálajích, které jsou ideální přírodní laboratoří pro studium změn rozšíření organismů v rámci měnících se klimatických podmínek, protože umožňují porovnávat ekosystémy v různých nadmořských výškách. Můžeme tak zkoumat, jak se diverzita a rozšíření půdních mikrobů, vyšších rostlin a jejich rhizosféry mění v závislosti na půdních a klimatických podmínkách. Výzkum přináší nové informace o vzájemném působení rostlin a půdních mikroorganismů a jejich roli v rámci migrace rostlin do vyšších nadmořských poloh v reakci na probíhající změnu klimatu.

Co je rhizosféra?

Žijeme na planetě, která se skládá ze čtyř hlavních sfér – litosféry, hydrosféry, atmosféry a biosféry. Tyto sféry se vzájemně ovlivňují a společně vytvářejí velké množství ekosystémů. Jedním z nejsložitějších suchozemských ekosystémů je půda – místo, kde se všechny čtyři sféry setkávají. Z litosféry vznikají půdní částice, atmosféra do půdy dodává či odebírá vzduch, a hydrosféra zase vodu. Biosféra v půdě

je továrnou, v níž živé organismy zpracovávají rostlinné a živočišné zbytky na živiny, které jsou nezbytné pro další růst rostlin a živočichů a pro existenci biosféry jako takové.

Pod našima nohama tak existuje samostatný svět, velmi různorodé prostředí tvořené mnoha druhy jedno- i mnohobuněčných organismů, minerály a organickou hmotou. Rhizosféra je skrytý a unikátní mikrosvět v těsné blízkosti kořenů rostlin. Představuje úzkou zónu půdy, kterou kořeny dokážou přímo ovlivnit, jak mechanicky, tak chemicky. Je rozhraním mezi rostlinou a půdou, kde se obchoduje se zdroji. Dochází zde k pasivní i aktivní výměně cenných látek, jako jsou např. dusík nebo jednoduché cukry. Skrze kořeny se uvolňuje do půdy velké množství látek (tzv. rhizodepozice) – organické kyseliny, sacharidy, aminokyseliny, fenoly, enzymy. Rhizodepozicí se může do půdy dostat 10–44 % uhlíku získaného rostlinou během fotosyntézy. Množství látek uvolněných kořeny záleží na druhu rostliny, jejím stáří, růstovém stádiu a zároveň na fyzikálně-chemických vlastnostech půdy. Uvolněné látky jsou okamžitě využívány přítomnými mikroby k jejich životu a růstu. Díky poskytnutým živinám mohou mikroby lépe prospívat a přímo zpětně pomáhat rostlinám tím, že se s nimi podělí například o cenný dusík. Kruh spolupráce se uzavírá.

Rhizosféra obsahuje spoustu různých nik, kde může docházet k růstu a rozvoji druhově



Zpracování vzorků rhizosféry přímo v terénu v Ladaku.

Foto M. Macek

rozmanité řady mikroorganismů, jako jsou viry, bakterie, archaea, houby, hlístice atd. Nejpočetnějšími formami organismů, které v ní žijí, jsou bakterie a houby. Rhizosféra je zároveň i ohniskem jejich největší druhové rozmanitosti, protože má příznivější fyzikálně-chemické vlastnosti než okolní půda – např. vyšší obsah rozpuštěných uhlíkových sloučenin nebo vápníku a draslíku. Může tvořit 1–3 % z celkového objemu půdy.

Rhizosféra je tedy místem, kde se v blízkosti kořene rostlin nebo přímo v něm vytváří unikátní mikrobiální společenstvo. V průběhu evoluce vznikla mezi rostlinami a mikroorganismy spletitá a různorodá síť vzájemných vztahů – někdy pozitivních, jindy negativních. V rhizosféře vedl vývoj ke vzniku takového společenstva mikrobů, jehož biologické vlastnosti a funkce mají příznivé účinky pro růst a zdraví hostitelské rostliny a které funguje také jako prvotní obrana rostlin proti patogenům. Konkrétní výběr mikroorganismů je dynamickým procesem, který se vyvíjí v čase a je ovlivněn věkem a/nebo růstovou fází rostliny.

Téměř každá změna v rhizosféře vyvolává mnoho řetězových reakcí mezi půdou, kořeny rostlin a půdními mikroorganismy. Bližší porozumění dějům v rhizosféře je proto zásadní pro pochopení fungování půdních ekosystémů.

Zaostřeno na symbiotické houby

Cílem jedné z našich studií v severozápadním Himálaji bylo objasnit, jak se liší diverzita arbuskulárně mykorhizních (AM) hub v kořenech rostlin podél čtyřkilometrového výškového gradientu (1941–6150 m n. m.). Arbuskulárně mykorhizní houby jsou zástupci z oddělení *Glomeromycota*. Tvoří asociace s kořeny téměř 80 % suchozemských rostlin a bez hostitelské rostliny se neobejdou. Vědci předpokládají, že se významně podílely na kolonizaci souše rostlinami a na evoluci cévnatých rostlin.

Na gradientu se vyskytovalo sedm typů vegetace – les, poušť, mokřad, step, suťoviska, pastviny a subnivální zóna. Složení společenstev AM hub

se mezi typy vegetace lišilo a bylo ovlivněno nadmořskou výškou, průměrnou roční teplotou a srážkami. S nadmořskou výškou diverzita společenstev AM hub klesala. Druhy rychle kolonizující, tedy schopné vytvářet rychle velké množství hyf uvnitř kořene, u nichž se předpokládá ochrana hostitelské rostliny před patogeny, byly hojnější ve středních nadmořských výškách. Zástupci druhů, které vytvářejí větší množství hyf vně kořene a jsou odpovědné zejména za příjem živin, se naopak častěji vyskytovaly ve spodní a horní části studovaného gradientu nadmořské výšky. Tyto výsledky naznačují, že změny klimatických a půdních podmínek v horských ekosystémech, způsobené globálním oteplováním, pravděpodobně povedou ke změně druhového složení AM hub a ke zvýšení jejich diverzity ve vyšších nadmořských výškách. Dá se předpokládat, že bude přibývat rychlých kolonizátorů a ruderalních druhů v subnivální zóně hor.

Jestli bude mít posun ve složení AM hub vliv na rozmanitost a rozšíření cévnatých rostlin se neví. Může dojít k vymizení rostlinných druhů charakteristických pro subnivální zónu a jejich nahrazení druhy z nižších klimatických zón. Změny ve složení společenstev AM hub se na tom mohou podílet ve spolupůsobení s celkovou klimatickou změnou (zvýšení teploty, změny v rozložení srážek).

O dalších výsledcích výzkumu alpských ekosystémů, ve kterém se zaměříme na bakterie kolonizující rostliny předpolí odtávajících ledovců v Ladaku a na porovnání mikrobiálních společenstev rhizosféry z různých pohoří světa (Himálaje, Sierra Nevada, Alpy) se dovíte v některém z dalších čísel. ■

Tento výzkum byl podpořen Grantovou agenturou ČR (projekt GA21-04987S).

RNDr. Klára Řeháková, Ph.D.

Centrum pro algologii, Botanický ústav AV ČR, Třeboň
klara.rehakova@ibot.cas.cz



Klára Řeháková vystudovala Biologickou fakultu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a od začátku svých studií se věnuje sinicím a řasám. V současné době ji zajímají mikrobiální společenstva horských ekosystémů a jejich interakce s jinými organismy, převážně s cévnatými rostlinami.