

# Je třeba mobilizovat živiny v půdě

**Pedolog Matthias Strahlhofer zkoumal udržitelné využívání půd v Mexiku, Španělsku, Malajsi nebo na Galapágách. Po ukončení akademické dráhy se nyní hodnocení půdy věnuje v rakouské půdní laboratoři Bodenökologie TB Unterfrauner. Téma rozhovoru tedy bylo nasnadě: jak zlepšovat půdní úrodnost a dostupnost živin.**

*Náš znalosti o půdě a způsobech hospodaření, které vedou k živým mikrobiálním společenstvím v půdě, rostou. Jedním z hlavních „objevů“ je takzvaná aktivní mobilizace živin. Ta staví na hlavu závislost na fosforu a dalších látkách z vnějších zdrojů. Mohl byste prosím shrnout, co tento proces představuje?*

Princip aktivní mobilizace živin není sám o sobě novým konceptem, ale souvisí se základními paradigmaty biologicky zdravého zemědělství. Uzavřít koloběh živin, pracovat se zdroji, které jsou již v půdě přítomny v různých rezervoárech, a mobilizovat je namísto přehnojování půdy „importovanými živinami“. Zásady aktivní mobilizace živin nastínil již před lety různí vědci a výzkumníci, včetně Eichenbergera a Vogtmanna (1982), Edwina Schellera (1993, 1997) a Jürgen Friedela (2008).

Začneme obecným přehledem na příkladu fosforu. Podle Köstera a Niedera (2007) jsme v situaci, že přibližně devadesát procent evropských půd má vysoké zásoby fosforu, ale většinu v imobilní formě. Dynamika fosforu je velmi složitá, v půdě je přítomen v pěti různých zásobnících. Ty jsou nejdůležitějším prostředím pro výživu rostlin, kterým je půdní roztok, v němž je fosfor okamžitě dostupný pro příjem rostlinami. Pak je zde fosfor, který může být přeměněn na iontoměnič. Tuto frakci lze mobilizovat například prostřednictvím kyseliny křemičité na principu konkurence železa. Pak je zde obrovský organický zásobník fosforu. Pokud například pravidelně aplikujete hnůj, kompost nebo kejdu, tento organický zásobník se časem zvyšuje. Tyto organické zásoby však nejsou v běžné standardní analytice – extrakce CAL, metoda Mehlich, zohledněny. Mohou činit i 400 až 2000 kilogramů na hektar v hloubce dvaceti centimetrů.

A pak je zde další zásoba fosforu, kterou je anorganický fosfor. Jedná se o fosfor, který může být například v oxidech železa nebo také vysrážen jako fosforečnan vápenatý. Hovoříme o 400 až 2500 kilogramech fosforu na hektar v hloubce dvaceti centimetrů. Ne všichni tento anorganický fosfor lze mobilizovat. Velkou část však ano, a to prostřednictvím krycích plodin využívajících různé systémy zakořeňování, včetně lupiny, svazky a pohanky. Tento fond však také není zahrnut ve výchozí půdní analytice.

A konečně existuje fosfor, který může být přítomen v matečném materiálu. Tak je tomu například v některých podložních horninách. Také z těchto zdrojů se může časem uvolnit trochu fosforu přirozenými fyzikálními a chemickými procesy zvětrávání. Velkým problémem však je, že pokud aplikujete průmyslovou fosforečnou hnojiva, přibližně 75 až 80 procent se během krátké doby, jakmile se hnojivo dostane do kontaktu s povrchem půdy, přesune do anorganického



Pedolog Matthias Strahlhofer

Foto Martin Matěj

fondu. Tento jev se nazývá stárnutí fosforu. Většina konvenčních strategií hnojení fosforem je tedy velmi neúčinná.

Je třeba říci, že pro různé zásobníky fosforu existuje know-how a různé strategie jejich mobilizace. S tímto přístupem pracujeme již dvacet let a máme zemědělce, kteří jsou našimi klienty od samého počátku a od té doby téměř nebo nikdy nepoužívají syntetická fosforečná hnojiva, a spoléhají se tak na organické vstupy a mobilizaci fosforu ze stávajících zásob. Protože to, co aplikují v hnoji nebo kejdě, je již dostatečné. A také používají strategie k mobilizaci stávajících zásob. Stačí jen umět posoudit různé rezervy a odvodit vhodné mobilizační strategie.



Tématem rozhovoru bylo zlepšování půdní úrodnosti a dostupnosti živin

Foto Tomáš Uhnáček

**V rámci aktivní mobilizace živin nyní víme, že rostliny si samy umějí zpřístupnit živiny díky komunikaci a spolupráci s mikroorganismy, bakteriemi a půdními houbami. Co vlastně rostlina nabízí půdní mikroflóře a co za to dostává? Jaký je mechanismus této spolupráce?**

Mezi rostlinami, houbami, bakteriemi a dalšími organismy a samozřejmě i půdou probíhá mnoho interakcí. Je to velmi složitý systém a předmět velkého zájmu výzkumu. Tyto interakce mohou mít buď podobu synergismu (spolupráce), ale jsou možné i antagonistické vztahy.

Existují různé možnosti, jak zvýšit například dostupnost dusíku pro rostliny a efektivněji ho využívat. Jednou z nich je fixace vzdušného dusíku prostřednictvím N-fixujících bakterií (rhizobiální N-fixace), které mohou žít v symbióze s kořeny rostlin. Další velmi zajímavá interakce z hlediska mobilizace dusíku probíhá prostřednictvím kořenových exsudátů (sliz produkovaný koncem kořenů, pozn. aut.). To funguje tak, že rostliny mohou prostřednictvím fotosyntézy vytvářet

řet asimilátů bohaté na uhlík. To je jejich každodenní praxe. Asimilují energii, mohou poslat exsudáty bohaté na uhlík prostřednictvím kořenového systému do půdy a stimulovat mikrobiální aktivitu. Zejména v ekologickém zemědělství se často setkáváme s tím, že v půdě je přijatelný nebo dobrý obsah organické hmoty v humusu, a musíme vzít v úvahu, že tento humus může ukládat obrovské množství dusíku. Zároveň se v ekologickém zemědělství často setkáváme s tím, že obsah dusíku je nízký, protože se nepoužívají žádná rozpustná dusíkatá hnojiva. Takže obchod, který vytváří kořen rostliny, je vynikající směnou. Rostliny obchodují s exsudáty bohatými na uhlík, posílají je do

půdní matrice a mikrobi se stimuluje, mohou mineralizovat humus v půdě a uvolňovat z něj dusík. To je něco, co bylo pozorováno již před desítkami let. Je to nesmírně zajímavé, protože vidíte, že například na jaře v ekologickém zemědělství obsah humusu obvykle trochu klesá, ale zároveň zjišťujeme nárůst mikrobiálního dusíku v růstové fázi. A to je něco velmi fascinujícího. Kořenové exsudáty hrají obrovskou roli při mobilizaci živin, a to nejen dusíku, ale mnoha dalších živin.

Tato bakteriální společenstva však mohou fungovat (a přežít) pouze tehdy, pokud najdou dobré podmínky prostředí (milieu), jako je dobrá struktura půdy (důležitá pro vzdušnou a vodní rovnováhu) a přiměřené pH půdy. Také potřebují stopové prvky, jako je železo a molybden, aby mohly dusík účinně využívat. Záleží tedy na více než jen jednom prvku nebo jednom druhu bakterií, to je třeba vzít v úvahu.

Rostliny se mohou výživou syntetickými hnojivy tak trochu „rozmazlit a zkazit“, protože dodané látky jdou přímo do půdního roztoku a do výměnných zásobníků,

například jílových minerálů, takže je naplníte a rostlina nemá potřebu aktivně mobilizovat živiny nebo spolupracovat s jinými organismy. Jinými slovy, už „nepotřebuje“ žádnou spolupráci s jinými půdními organismy.

**Podle jedné analýzy obsahuje devadesát procent evropských půd dostatečné množství fosforu, často však není součástí půdních testů. Je to problém?**

Toto zjištění nastínilo ve své studii Köster a Nieder v roce 2007. Všimli jsme si toho také díky mnoha půdním údajům, které jsme shromažďovali v průběhu posledních dvaceti let. Zaznamenali jsme, že v půdě existují obrovské zásoby fosforu, ať už organické, nebo anorganické, které se ve výchozí analytice jednoduše nezohledňují. A to je velmi velký problém, protože ve většině případů je zásoba fosforu, kterou lze mobilizovat z půdních zásob, více než dostatečná, přestože oficiální doporučení říkájí dodávat ještě více.

**Podle zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC) pochází 24 procent emisí CO<sub>2</sub>-eq ze zemědělství a ze změn ve využití půdy. V České republice představuje zemědělství sedm procent celkových emisí CO<sub>2</sub>-eq. Zemědělství je jedním z emitentů, ale může být i jedním z pohlcovačů. V poslední době dochází k rozmachu mnoha iniciativ, které nabízejí zemědělcům podporu při zachycování uhlíku v půdě. Jaké jsou způsoby ukládání uhlíku do půdy a proč se k mnoha těmto iniciativám stavíte kriticky?**

Především musíme uznat, že půda je obrovskou zásobárnou uhlíku (v objemu 1500 až 2400 miliard tun), v půdě je uloženo asi třikrát až čtyřikrát více uhlíku než ve vegetaci! Podívali jsme se na celosvětovou bilanci uhlíku, zjistíme, že půdy mohou na jedné straně ukládat velké množství uhlíku, zároveň však mohou také velké množství uhlíku vypouštět, pokud se zamyslíme například nad rozmrazáním věčně zmrzlé půdy. Změny ve využívání půdy, například odlesňování přirozených lesů pro zemědělskou produkci nebo odvodňování mokřadů, jsou rozhodně hnacím faktorem.

Obecně si myslím, že je velmi pozitivní, že se v dnešní době věnuje větší pozornost těmto velmi důležitým funkcím půdy, jako je sekvestrace (vázáni) uhlíku; hodně se kolem toho diskutuje, že půda má více než jen produkční funkci. Půda je také biologickým biotopem a zásobárnou genů, dále je zodpovědná za filtraci podzemních vod a ochranu před povodněmi, a dokonce je tu i archeologická funkce půdy. Funkcí půdy je tedy celá řada a dosud se pozornost soustředila především na produkci komodit. Je tedy velmi dobře, že se nyní diskutuje také o peněžních kompenzacích zemědělcům za některé z dalších funkcí půdy, pokud se o svou půdu starají.

Problematickým aspektem tohoto vývoje je podle mého názoru

## Matthias Strahlhofer (\*1993)

Během studia se zaměřil na pedologii v rámci oboru Management životního prostředí a biodiverzity na Univerzitě přírodních zdrojů a věd o živé přírodě (BOKU) ve Vídni. Souběžně se studiem několik let pracoval jako školitel a vědecký asistent v Institutu pro výzkum půdy (IBF) na univerzitě BOKU. Absolvoval semestrální pobyt v zahraničí (2015) a také stáž v rámci programu ERASMUS+ (2017) na oddělení půdního výzkumu a geofarmacie na univerzitě v Granadě. Absolvoval zahraniční projektové stáže v oblasti půdního hospodářství, GIS a udržitelného využívání půdy (Mexiko, Malajsie, Španělsko). Má za sebou dvouletou výzkumnou práci o půdní úrodnosti Galapág, účast na natáčení dokumentárního filmu Galapágy — pod povrchem a vítězství v soutěži Kubiena Soil Award 2020 a také v soutěži o nejlepší vědeckou přednášku v rámci BOKU Semester Touchdown 2020. Od roku 2020 je zaměstnán ve společnosti TB Unterfrauner a je zodpovědný za ekologické hodnocení půdy, přípravu aktuálních témat týkajících se půdy a zemědělství a jejich prezentaci. V centru jeho zájmu je holistický pohled na úrodnost půdy a adaptace na měnící se podmínky prostředí, především s ohledem na klimatické změny.

ru to, že se o tomto přístupu k sekvestraci uhlíku někdy hovoří velmi povrchně. Začíná to nejistotou měření toho, co označujeme jako humus. Hlavním problémem je, že už samotný odběr půdních vzorků je největším zdrojem chyb, protože v některých případech nejsou „vzorkaři“ příliš dobře informováni o významu a metodice odběru vzorků a v závislosti na tom, jak a kde se odebírá vzorek, se může obsah zjištěné organické hmoty velmi lišit. Pokud je ve vzorku půdy například jen malý kousek čerstvého kompostu nebo biouhlu, může to dramaticky zvýšit obsah zjištěné organické hmoty.

Druhou velkou nejistotou je laborator a metodika. Na světě neexistuje laboratoř, která by dokázala určit přesný obsah humusu. To, co lze v laboratoři analyzovat a změřit, je obsah organického uhlíku. Většina laboratoří používá k odhadu celkového obsahu uhlíku v půdním vzorku metodu sušeného spalování. Mějte však na paměti, že k této analýze zpravidla použijete pouze 0,1 až 0,4 gramu půdního materiálu. Pokud tedy odeberete vzorek o hmotnosti 1,5 kilogramu, homogenizujete jej, odeberete z něj velmi malé množství, což dále zvyšuje nejistotu měření.

V naší laboratoři bereme jeden gram, aby to bylo trochu jistější. Problém však je, že od tohoto celkového obsahu uhlíku odečtete minerálně vázaný uhlík, který je přítomen v uhličitanech. Pak máte celkový uhlík minus minerální uhlík, což je výsledek takzvaného organického uhlíku. A tady začíná další velká nejistota, protože pak se tento obsah organického uhlíku použije a vynásobí určitým koeficientem. Obvyklý faktor je 1,724. Ale jsou i jiné laboratoře, které násobí faktorem 1,8 nebo dokonce 2. Takže podle toho, do které instituce pošlete svůj půdní vzorek, můžete snadno zvýšit nebo snížit obsah humusu. To je nesmírně velká nejistota.

A nakonec je třeba říci, že nemá smysl měřit obsah humusu pouze na jednom místě pole a například o pět let později na stejném místě. Protože během vegetace

máte také roční amplitudy. Takže pokud odeberete vzorek na jaře a o pět let později odeberete vzorek na podzim, situace může být velmi odlišná. Co však má smysl, je vytvořit časovou osu měření, odebrat více vzorků v průběhu určitého období a odvodit obecnou tendenci. Můžete zjistit, zda existuje trend k tvorbě humusu. Každá půda má také jiný potenciál tvořit humus. Velmi to závisí na konkrétních podmínkách stanoviště, jako je struktura půdy a klima. Například písčité půdy nikdy nemůže tvořit tolik humusu jako velmi jílovitá půda.

Při těchto iniciativách za zpeněžení a kompenzace zemědělcům za zvýšení obsahu humusu v jejich půdě je problémem to, že pro zemědělce, kteří v minulosti hospodařili velmi dobře a již dosáhli vysoké úrovně humusu, by mohlo být velmi náročné obsah humusu dále zvyšovat. Protože každá půda má individuální potenciál pro tvorbu humusu. Pokud je tohoto potenciálu již dosaženo, pak je velmi těžké tuto úroveň překročit. V některých případech to ani nemá smysl. Zatímco na druhé straně pro zemědělce, kteří v minulosti nevěnovali správnému hospodaření s humusem pozornost, a mají ho tedy velmi málo, je velmi snadné úroveň humusu zvýšit. Jak tedy vidíte, přístup, který tyto nastílné nejasnosti nebere v úvahu, otevírá dveře manipulacím a podvodům.

Problém, který vidím v diskuzi o peněžních kompenzacích, podle mého názoru spočívá v tom, že tvorba humusu by měla být sama o sobě cílem každého zemědělce, protože prostřednictvím tvorby humusu dochází k mnoha přínosům, jako je například zvýšená zásoba vody a živin.

**Autor spolupracuje s Českou technologickou platformou pro ekologické zemědělství. Přeložila Kristýna Čermáková. Vyšlo v časopise Sedmá generace, kráceno autorem.**