

## Je třeba mobilizovat živiny v půdě

Půdoznalec Matthias Strahlhofer zkoumal udržitelné využívání půd v Mexiku, Španělsku, Malajsi nebo na Galapágách. Po ukončení akademické dráhy se nyní ekologickému hodnocení půdy věnuje ve společnosti TB Unterfrauner. Téma rozhovoru tedy bylo nasnadě: jak zlepšovat půdní úrodnost v éře klimatického rozvratu.

ROZHOVOR S MATTHIASEM STRAHLHOFEREM

Matthias Strahlhofer, foto: Martin Matěj

**V** roce 1998 publikovali sociolog John Bellamy Foster a botanik a pedolog Fred Magdoff článek, v němž tvrdí, že vyčerpání přirozené úrodnosti půdy v období let 1830 až 1870 bylo hlavním ekologickým problémem kapitalistické společnosti v Evropě i Severní Americe. S tímto obdobím autoři spojují dvě hlavní události, takzvaný *guánový imperialismus* a vynález Haberovy–Boschovy syntézy (umělý proces fixace dusíku sloužící k průmyslové výrobě amoniaku, pozn. red.). Jakým směrem se naše západní civilizace mezitím vydala a jak jsme na tom nyní? Pro mě je působivé, že již tehdy byla popsána témata, která jsou velmi aktuální i v dnešní době. A že oba autoři nastínili, že potřebujeme přechod k ekologicky a ekonomicky udržitelným postupům hnojení v zemědělství. To, co popsali jako „guánový imperialismus“, spočívá v tom, že se tehdy guáno (trus mořských ptáků či netopýřů, který se postupně za velmi dlouhou dobu nashromáždil do mohutných vrstev, pozn. aut.) a dusičnan sodný velmi často dovážely z Jižní Ameriky. Pro evropské zemědělství to byl velký krok, protože najednou umožnil zajistit vysoce koncentrované zdroje živin, například fosfor a dusík. To krátkodobě přispělo ke zvýšení výnosů, ale za cenu imperialismu a ekologických důsledků pro těžební oblasti.

Od té doby se mnohé změnilo, zejména díky pokroku v technologii a chemii bylo možné zpracovávat syntetická dusíkatá hnojiva Haber–Boschovým procesem za použití energeticky i zdrojově velmi náročných vstupů. To byla pro zemědělství obrovská revoluce. Od té doby jsme zaznamenali zvýšení výnosů a produktivity, ale za cenu dopadů na životní prostředí, vysoké spotřeby energie, ztráty půdní biodiverzity, degradace

půdní úrodnosti, částečně způsobené vytvořením jednostranných disharmonií v bilancích živin s důrazem na dusík, fosfor a draslík. To, co nás odlišuje od minulosti, je skutečnost, že máme k dispozici mnohem více poznatků, analytických technologií a vědeckých údajů například o půdních procesech, výživě rostlin a dynamice živin. Dnes víme, že je důležité uplatňovat holistický přístup k půdní úrodnosti, protože při posuzování postupů hnojení je třeba brát v úvahu každou složku, například také mikroživiny, půdní biologii, půdní fyziku.

**Při hnojení se zemědělci často spoléhají na vnější přírodní a syntetické zdroje. Jaké to jsou a kde se nacházejí jejich ohniska?**

Největší zásoby fosforu (asi 50 miliard tun) se nacházejí v Maroku a v oblasti Západní Sahary. Ty tvoří zhruba sedmdesát procent známých světových zásob fosfátů. Druhou zemí s obrovskými zásobami je Čína (asi 3,2 miliardy tun), následuje Alžírsko, Sýrie a Brazílie. A víme, že jsme již dosáhli (nebo se chystáme dosáhnout) vrcholu v těžbě fosforu. Přírodní zásoby fosforu se zmenšují a samotný proces těžby s sebou nese různá rizika pro bezpečnost a zdraví pracovníků a může vést k závažným dopadům na životní prostředí přilehlých ekosystémů.

Dalším velkým zdrojem, často přehlíženým, ale v současném konvenčním zemědělství velmi potřebným, je energie. Mnoho zemědělských procesů je závislých na fosilních palivech. Vezmeme-li v úvahu například Haber–Boschův proces, je k němu zapotřebí obrovské množství energie, což se odráží v současných cenách hnojiv a v jejich silné souvislosti s rostoucími cenami zemního plynu. Problémem je nejen velmi vysoká spotřeba energie,

ale také emise z tohoto procesu, přičemž u mnoha evropských půd již máme bilanční přebytek dusíku, což znamená přehnojení. Výroba pesticidů, půdních doplňků a dalších syntetických produktů používaných v konvenčním zemědělství je rovněž velmi energeticky náročná, nehledě na pohonné hmoty používané při obdělávání půdy.

Dalším faktorem či zdrojem, o kterém by se mělo diskutovat, je značně vysoká spotřeba vody v zemědělství, zejména pokud myslíme na zavlažování pitnou vodou.

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

Toto zjištění nastínili 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 neohledňují. 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 říkají dodávat ještě více.

**Směřujeme snad při současném dramatickém nárůstu cen vstupů do zemědělství k historickému opakování situace evropských zemědělců, kteří byli tak zoufalí, že na napoleonských bojích u Waterloo a Slavkova hledali kosti padlých bojovníků a koní, aby je rozprostřeli po svých polích? Anebo se podle paradigmatu „více je lépe“ půda přehnojuje? Jak vážné je dnes vyčerpání půdní úrodnosti?**



Myslím, že je to velmi vážné, ale situace je to přesto odlišná. Tehdy byl problémem nedostatek některých živin, například fosforu, a také určitý nedostatek znalostí v oblasti výživy rostlin a správných postupů hospodaření s půdou. Pokud věnujete pozornost většině půdních a zemědělských vědců a publikací, shodují se na tom, že již nyní čelíme degradaci půdní úrodnosti a do poloviny a konce století se situace ještě zhorší. Nejde jen o to, že ztrácíme půdní úrodnost, například vitální strukturu půdy, živou mikrobiologii, a že se potýkáme s klesajícím obsahem humusu a biodiverzity. To částečně způsobují i intenzivní zemědělské postupy. Ale máme také problém se zástavbou půdy silnicemi, dálnicemi, nákupními centry, domy, logistickými centry a podobně. Čelíme těmto obrovským hrozbám pro půdní úrodnost a potravinovou bezpečnost, zatímco zároveň roste světová populace.

Vedle toho čelíme globálním krizím, jako jsou pandemie a války, a rostoucím cenám energií, které se projevují extrémním nárůstem cen hnojiv. Rozhodně je potřeba věci změnit. Za daných okolností je tedy nanejvýš vhodné, abychom efektivně využívali a spravovali stávající zásoby živin, mobilizovali je ze stávajících půdních rezerv a s těmito cennými zdroji nakládali šetrně.

Probíhá také diskuse o využití odpadních materiálů, jako jsou čistírenské kaly nebo odpadní vody. Protože ve skutečnosti se dnes děje to, že dovážíme živiny zvenčí, z venkova a ze zahraničí, trávíme je a vylučujeme a cenné živiny doslova splachujeme do záchodu. Splachujeme například velké množství fosforu. To může v nejhrošším případě později ovlivnit přilehlé vodní ekosystémy eutrofizací, ale především je to plýtvání zdroji. Proto si

myslím, že by v budoucnu mohlo dojít k tomu, že všechna tato ložiska čistírenských kalů vykopeme a pokusíme se je znovu zužitkovat.

Podle mého názoru musíme toto téma zvažovat velmi obezřetně a musíme najít řešení, které by kombinovalo hygienické normy a účinnou recyklaci živin. To by se mělo stát jednou z politických priorit. To, na co se v současné době zaměřuje hlavní pozornost například v Německu, není přímé opětovné využití a uplatnění lidského odpadu (například jako čistírenských kalů), ale spalování kalů. Vysoce technickým postupem je možné získat určité množství fosforu, draslíku a boru, ale zároveň je škoda, že se tím spálí spousta cenných organických látek a dalších „ingrediencí“. Do budoucna bych ale tipoval, že toto téma získá na aktuálnosti, zejména až budou přírodní fosforové doly zcela vytěženy.

**Naše znalosti o půdě a zpracování, 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 (ekologického, biodynamického a tak dále). 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 nastínili 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 Nidera (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 zásobník, který představuje organické zásoby 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(3) — zohledněny. Mohou činit až 400–2000 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 všechny tento anorganický fosfor lze mobilizovat. Velkou část však ano, a to prostřednictvím krycích plodin využívajících různé systémy zakořeňování, včetně lupiny, facélie 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 průmyslová fosforečná hnojiva, přibližně 75 až 80 procent se během krátké doby, jakmile se hnojivo dostane do kontaktu s povrchem půdy, přesune do anorganického 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 společně 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.

**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 asimiláty bohaté na uhlík. To je jejich každodenní praxe. Asimilují energii, mohou posílat 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 stimulují, 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 jsme mohli zjistit 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.

Vedle toho vidím velký potenciál v aplikaci bakterií fixujících dusík (například prostřednictvím inokulace, tedy naočkování osiva, aplikace do kořenů nebo aplikace na listy). 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 „rozmažlit 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 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 emitorů, 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 1500–2400 miliard tun), v půdě je uloženo asi třikrát až čtyřikrát více uhlíku než ve vegetaci! Podíváme-li 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 (vázání) 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. Zemědělci tak dostávali náhradu pouze za to, co mohli z půdy vytěžit intenzivním nebo extenzivním zemědělstvím. Za to se jim dostalo kompenzace. 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. To je velmi pozitivní vývoj.

Problematickým aspektem tohoto vývoje je podle mého názoru 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 odeberá 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 laboratoř 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 laboratoř používá k odhadu celkového obsahu uhlíku v půdním vzorku metodu sušeného spalování. Mějte však na paměti, že k této analýze zpravidla použijete pouze 0,1–0,4 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.

Problém, který vidím v diskusi 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.

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 jílovité půdy.

**Podle poslední zprávy IPCC jsou některé důsledky klimatických změn nezvratné. Existuje šance vyhnout se nejhoršímu, pokud udržíme globální oteplení pod 1,5 °C, což se však podle řady studií a prognóz nestane a této průměrné teploty dosáhneme už v roce 2026. Světové společenství nejedná tak rychle, jak je třeba. V laboratoři Bodenökologie TB Unterfrauner jste vymysleli soubor ukazatelů, jak je půda připravena na klimatické změny. Na co by se měli zemědělci zaměřit a co by měli zvážit, pokud chtějí svou půdu adaptovat a učinit ji odolnější vůči klimatickým změnám?**

Myslím, že změna klimatu a zemědělství spolu úzce souvisejí. Zemědělci patří do první skupiny profesionálů, kteří jsou skutečně svědky dopadů klimatických změn. Jsou také mezi prvními, kterých se to týká, protože si uvědomují, že podmínky nejsou stejné jako před dvaceti lety. Existují velké hrozby včetně invazních organismů, sucha, záplav, eroze půdy, a především se tyto jevy vyskytují ve stále nepravidlejší frekvenci. Na druhou stranu zemědělství také určitou měrou přispívá ke zvyšování globálních emisí v atmosféře. Jedním z velkých přispěvatelů jsou zmiňované procesy výroby minerálních hnojiv a spotřeby paliv, přičemž tyto aspekty mají na globální emise významný

vliv. A samozřejmě existují zemědělské postupy, jako je nadměrná pastva, nadměrné hnojení (nebo nesprávná aplikace hnojiv) a využívání půdy způsobem, který je v různých ohledech příliš intenzivní. Takže když to shrneme, mezi klimatem a zemědělstvím existuje mnoho interakcí, a to v obou směrech.

Myslím, že nyní je více než na čase hledat řešení a cesty, které mohou fungovat pouze mezioborově a na základě řádných vědeckých důkazů. Z politické strany nejsem svědkem velkých kroků, i když pro začátek existuje několik dobrých iniciativ. Proto si myslím, že mnoho akcí by mělo být iniciováno zdola. Jedním ze základních nástrojů, který nám může pomoci připravit se na tyto nové podmínky, je přizpůsobení a příprava půdy a postupů zemědělského hospodaření.

Náš přístup spočívá ve vytvoření klimatického kontrolního seznamu, který je k dispozici pro každého. Jde o jakési sebehodnocení, jak se moje půda na tomto konkrétním poli vyvíjí a se změnami podmínkami v důsledku změny klimatu. U dané půdy se zohledňuje zejména stav půdní struktury a míra infiltrace vody a také je důležité, jaké jsou podmínky půdy z hlediska protierozní ochrany. Jde o to, aby nedocházelo k tvorbě půdní krusty, cementaci, aby nedocházelo ke zhutňování a dalším faktorům, jež brání úrodnosti půdy a způsobují její degradaci. Cílem, který potvrzuje řada institutů a výzkumníků, je, aby byla každá půda schopna infiltrovat sto litrů vody za hodinu na metr čtvereční. To by měl být cíl, kterého by měla každá půda dosáhnout jako minima.

K adaptaci na změnu klimatu však patří také výběr vhodných plodin pro nové podmínky, například rostlin, jež nepřinášejí jen vysoké výnosy, ale jsou také odolnější vůči škůdcům a stresu



Foto: Martin Matěj

### Matthias Strahlhofer

(\*1993) se během studia zaměřil na půdoznalství 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 projektovou stáž 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 pourchem* 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.

ze sucha. Vidíme, že na trh přicházejí nové plodiny, odolnost bude stále důležitější a je možné, že změna klimatu nabídne i příležitosti pro některé nové způsoby produkce v určitých regionech. Například ve východním Rakousku máme nyní olivové plantáže, v blízkosti řeky Dunaj se pěstuje rýže, v Horním Rakousku mochně peruánská a naskýtá se nám mnoho dalších příležitostí. Možná je čas vyzkoušet něco nového nebo začlenit nové plodiny do zemědělské praxe.

Dalším velkým tématem je zastínění. Máme velmi zajímavé přístupy, jako je agrolesnictví (viz 7.G 5/2019, pozn. red.), meziplodiny a podsevy, které se navzájem výhodně stíní. Protože do budoucna bude velkou hrozbou slunce a období sucha. Musíme se tedy snažit o efektivnější využívání vody a je třeba zabránit tomu, aby rostliny trpěly suchem. Víme, že více než 95 procent vody spotřebuje rostlina jen na chlazení sebe samé a na transport látek z kořenové oblasti na vrchol. Toto ochlazování tedy vyžaduje obrovské množství energie a vody pro rostlinu. Proto existuje pákový efekt, kdy se pomocí stínění, tedy snahy vyhnout se přímému slunci po celý rok, snažíme snížit spotřebu vody.

Dalším, dnes již velmi rozšířeným prvkem je rozvoj udržitelných zavlažovacích systémů, zejména ve velmi suchých oblastech. Existuje stále větší poptávka po zavlažování, které musí být prováděno velmi chytrým způsobem bez plýtvání vodou.

Připravil Tomáš Uhnák. Autor spolupracuje s Českou technologickou platformou pro ekologické zemědělství. Kontakt: t.uhnak@gmail.com. Přeložila Kristýna Čermáková.