

PŮDA – DŮLEŽITÁ, I KDYŽ OPOMÍJENÁ SOUČÁST PŘÍRODY

JAN FROUZ, OLGA VINDUŠKOVÁ

prof. Ing. Mgr. JAN FROUZ, CSc.
Působí na Ústavu půdní biologie BC AV ČR, ředitel Centra pro otázky životního prostředí, Univerzity Karlovy
V letech 2008–2013 ředitel Ústavu pro životní prostředí PřF UK, od r. 2016 ředitel SoWa BC AV ČR. Zabývá se ekologií bezobratlých a jejich úlohou v ekosystémech a obnovou půd v disturbovaných územích.

RNDr. OLGA VINDUŠKOVÁ, Ph.D.
Působí na Antverpské univerzitě v rámci dvouleté postdoktorské stáže (Marie Skłodowska-Curie Individual Fellowship). Zabývá se organickou hmotou v půdě a interakcemi živých a neživých složek půdy.

PŮDA UMOŽŇUJE ŽIVOT NA ZEMI A ŽIVOT V PŮDĚ NA TOM MÁ DŮLEŽITÝ PODÍL

Většina živé hmoty, která vznikne na souši, vzniká díky půdě a do půdy se také vrací, aby ji zde rozmanitá armáda půdních organismů přeměnila zpět na živiny a CO₂. Jen díky tomu jsou opět k dispozici jak minerální živiny jako například dusík či fosfor, které se rozkladem mrtvých těl rostlin a živočichů uvolní do půdy, tak uhlík, který je ve formě CO₂ uvolněn zpět do atmosféry (viz Čapek, toto číslo), ze kterých mohou rostliny stavět svá těla. Ty jsou zase výhradním zdrojem esenciálních látek a energie pro zbytek potravního řetězce, včetně lidí. Naprostá většina naší potravy, ale i řada dalších komodit jako dřevo, vlákna, léčiva atp. pochází z rostlin, které jsou závislé na půdě a její schopnosti rostliny podporovat. Na půdě jsou samozřejmě závislá i přírodní rostlinná společenstva. Ta díky komplexním interakcím s plejádou symbiontů a dalších půdních organismů vytváří vrchní vrstvu

půdy. Vlastnosti půdy pak zpětně ovlivňují úspěšnost jednotlivých druhů rostlin a tím i celé společenstvo. Půda je tak základním faktorem určujícím chování ekosystémů a změna půdních poměrů může být příčinou degradace a obtížné obnovy přirozených společenstev. Řada úspěšných invazních druhů je například úspěšná právě proto, že mění vlastnosti půdy ve svůj prospěch.

Jak již bylo naznačeno, kromě kořenů rostlin je půda domovem neuvěřitelného množství rozmanitých organismů, které svou činností přímo či nepřímo ovlivňují další půdní funkce. Jeden gram půdy obsahuje 200 až 8.3 milionů druhů bakterií¹ a množství druhů organismů, které najdeme v půdě, je typicky 10x i více vyšší než na jejím povrchu². Tým Ústavu půdní biologie napočítal na 1 m² asi 40 let staré výsypky přes 170 druhů půdních eukaryot (nepočítaje tedy bakterie, archea atp.). V jediné čeledi půdních roztočů uvádí jen v roce 2019 Web of Science popis 28 nových druhů. Objev nových druhů je

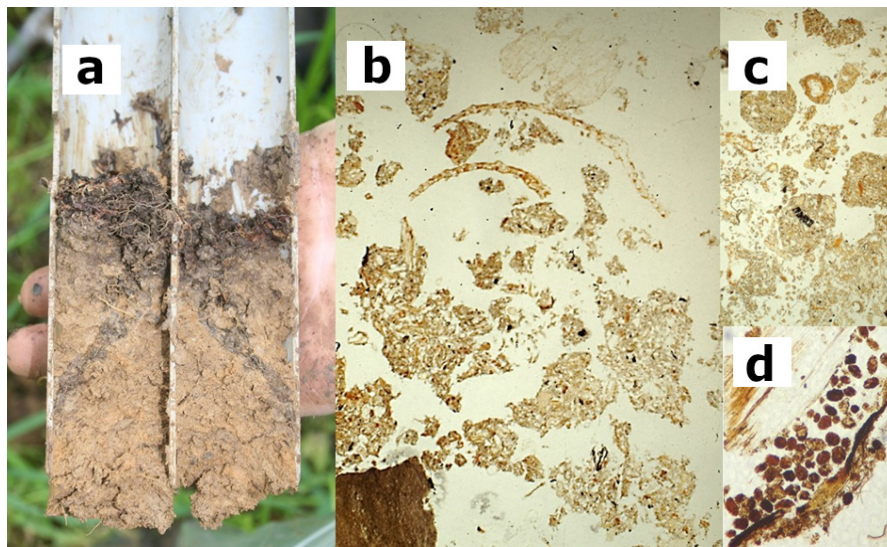


Jen málokdy dostaneme příležitost pohledět půdě do tváře tak jako tomuto podzolu v CHKO Lužické hory - možná i proto na ni při ochraně přírody často zapomínáme. Foto Olga Vindušková

přítom spíše omezen počtem taxonomů, kteří se danou skupinou zabývají, než počtem dosud neobjevených druhů. Například v Kanadě a na Aljašce bylo sesbíráno více jak 300 druhů této čeledi neznámých pro vědu³, jen je zatím nikdo neměl čas popsat - a tak bychom mohli pokračovat. Diverzita podzemní navíc nemusí souviset s tou nadzemní - například zmapovaná diverzita žížal je celosvětově nejvyšší v mírném pásmu⁴ a ani u žádné z dalších skupin půdních organismů (kromě termitů) „nevrcholí“ v tropech⁵.

Stejně pozoruhodné jako diverzita půdních organismů je i jejich celkové množství. Představme si, že v jednom gramu suché půdy je 300 μg (milióntin gramu) uhlíku obsaženého v mikrobiální biomase. To nezní nijak impresivně, ale uvážíme-li, že blok suché půdy 1 m^2 do hloubky půl metru váží okolo 750 kg, bude na tomto jednom metru 225 g uhlíku v mikrobiální biomase. Velmi přibližně představuje uhlík polovinu mikrobiální sušiny a obsah vody je nejméně 4x větší než sušina. Tímto přepočtem dostaneme přibližně 1,8 kg mikrobiální biomasy na m^2 půdy, což je 18 tun na hektar. Kdybychom si tuto hmotnost chtěli vyjádřit jako stádo ovcí, každé o váze 75 kg, měli bychom na jednom hektaru 240 ovcí. Můžeme si představit, že na každém hektaru naší krajiny, od obzoru k obzoru, žije hmota půdní mikroflóry odpovídající vyšším desítkám a častěji až několika stovkám ovcí. Záměrně jsme zde použili ovci jako „oblíbeného“ herbivora. Interakci rostlin s herbivory se naše, a nejen naše, ochránářská obec věnuje velmi intenzivně (a to je jistě správně), zatímco půdní organismy tiše a nenápadně unikají pozornosti. Přitom sami o sobě představují obrovskou část diverzity a biomasy ekosystémů a mají i zásadní vliv na to, co se děje nad zemí. Symbiotické bakterie dokáží rostlinám zprostředkovat vzdušný dusík. Sítě houbových symbiontů zase zajišťují rostlinám subdodávky vody a živin z oblastí, do kterých by rostliny samy svými kořeny nedosáhly. Žížaly zamíchávají organickou hmotu do hlubších vrstev půdy, hloubí chodby a vytváří půdní agregáty, které zase ovlivňují vodní poměry, odolnost půdy vůči erozi či to, jak snadno do půdy pronikají kořeny rostlin.

Díky již zmíněné činnosti rozkladačů se také v půdě hromadí organická hmota, jejíž podstatnou část tvoří mrtvá těla bakterií, hub



Půdní organismy se významně podílí na tvorbě půdy. a - průřez půdní sondou na 20 let staré výsypce v Indianě (USA), b,c,d - půdní výbrus s patrnými exkrementy půdních organismů.

a další mikroflóry. Půdní organická hmota ovlivňuje celou řadu půdních vlastností, třeba zadržuje živiny tak, že se z půdy tak snadno nevyplaví, a také zadržuje vodu. Například odvodnění způsobilo nejen rychlejší odtok vody z krajiny, ale i pokles obsahu organické hmoty a tím i schopnosti půdy vodu zadržovat. Z modelové studie v jižních Čechách vyplývá, že v důsledku odvodnění a následné kultivace klesla schopnost luk zadržovat vodu v horních 30 cm půd o 240 m^3 na ha⁶. Vezmeme-li v úvahu, jak velká plocha byla odvodněna - více než čtvrtina naší zemědělské půdy - je celkový dopad meliorací na množství vody zadržené krajinou značný.

Půda má kromě vztahu k rostlinám i mnoho dalších funkcí přímo významných pro člověka. Recykluje vodu v krajině, čistí a vydává ji kromě rostlin také vodním zdrojům, ze kterých pijeme nebo ve kterých se koupeme. To, jak půda dokáže vodu zadržet, hraje důležitou roli při omezování dopadů povodní či sucha. Půda se také podílí na regulaci klimatu. V půdách je vázáno 2-3x více uhlíku než v atmosférickém CO_2 a člověk svým zacházením s půdou ovlivňuje, zda je půda pro atmosféru zdrojem nebo propadem uhlíku. To platí i o dalších významných skleníkových plynech, jako je metan nebo oxid dusný. V neposlední řadě půda také významně ovlivňuje mikroklima.

MÁME SCHOPNOST PŮDU NIČIT A TO TAKY DĚLÁME, ČASTO TO ALE NEMUSÍ BÝT VIDĚT

Půdu ohrožuje celá řada lidských činností

(viz Šimek, toto číslo). Naše aktivity často amplifikují některé jinak přirozené jevy, s negativními následky: asi třetina evropských půd například podléhá erozi rychlosti, která je neudržitelná⁷ (viz Vopravil, toto číslo). Podobně člověk přiložil ruku k dílu i u přirozené acidifikace půd a následky známe (viz Hruška, toto číslo). Z přirozené rovnováhy půdy vychyluje také dnešní zemědělství - orba urychluje dekompozici, zatímco sklizeň odebírá organickou hmotu, která by jinak sloužila jako potrava půdním organismům. Upřednostňujeme mělce kořenící variety, které investují více do nadzemní části rostliny a uměle tak omezujeme rozsah rhizosféry, která zejména v hlubších vrstvách půdy představuje oázu pro půdní organismy (viz Kaštovská, toto číslo). Zatímco plodiny si co do výživy vystačí s dodanými minerálními hnojivami, půdní organismy mohou uhlík a energii získat jedině z mrtvé organické hmoty. Pokud se jí tedy do půdy nevrací dostatečné množství, život v půdě strádá - ubývá množství i rozmanitost organismů a s nimi jsou utlumeny i další půdní funkce⁸. Podobně, ale možná méně nápadně ovlivňuje půdu také lesní hospodaření, které také vede k odnosu živin a organické hmoty z ekosystému, ovlivňuje hloubku kořenů změnou druhové skladby a navíc také například omezuje přirozenou frekvenci vývrátů. Následky takových změn mohou dlouho zůstat skryté - rostliny kvetou, ptáci zpívají a motýli poletují dál. Půda ale dál strádá a její degradace může nakonec dosáhnout takového stupně, že celý systém

zkolabuje. Bohužel většinou až tehdy začneme půdě věnovat pozornost. Příkladem může být Island, kde postupné odlesňování a nepřiměřené užívání půdy vedlo na počátku minulého století k vodní a větrné erozi a písčným bouřím obrovských rozměrů, které ohrozily islandské zemědělství, a vytvořily tak významný celospolečenský problém, který již nešlo přehlížet.

PROČ JE PŮDA POPELKOU OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ?

Současné legislativní nástroje ochrany půdy zdaleka neodpovídají významu půdy v celé její šíři a politická vůle to změnit je nízká (viz schvalování protierozní vyhlášky). MŽP má v jurisdikci ochranu zemědělského půdního fondu, ale pravomoci, které v této věci zákon ukládá, se vztahují spíše k ochraně rozlohy zemědělské půdy než například ke změně její kvality. U půd na pozemcích s jiným způsobem využití je situace ještě horší. Půdu chráníme mnohem méně než jiné složky životního prostředí jako je ovzduší, voda či „nadzemní“ příroda. Situace není o moc lepší ani v jiných zemích nebo na úrovni EU (viz neexistující, deset let bezúspěšně projednávaná směrnice o půdě). Proč tomu tak je? Myslíme si, že tu společně působí celá řada faktorů. Za prvé, půda je dnešnímu běžnému člověku cizí. Ten si daleko více uvědomuje svou závislost na čisté vodě a vzduchu, se kterými má každodenní kontakt. Půda nám poskytuje své služby spíše nepřímo, třeba v supermarketu. Že je s půdou něco v nepořádku se dozvíme maximálně ve zprávách a společnost si tak v plné šíři neuvědomuje, že ji ovlivňuje, jak někdo jiný za kopcem s půdou nakládá.

Za druhé je půda skrytá před našimi zraky. Pro člověka je snadno uchopitelné, že v přírodě již nevidí nějaký rostlinný druh, voda se zelená a soused pálí něco, co by neměl. Do půdy nevidíme a to je také jeden z důvodů, proč se život v půdě netěší většímu zájmu lidí. Dobře to ilustruje například situace se „smajlíky“ (emoji), které jsou k dispozici v chytrých telefonech. Mezi 110 emoji se zvířecím motivem najdeme pouze mravence.

S neprůhledností půdy souvisí i to, že se oproti jiným složkám prostředí hůře a méně monitoruje a hodnotí její kvalita. Oproti vodě a vzduchu je půda více heterogenní, což znesnadňuje monitoring. Půda je navíc silně ovlivněná předešlou historií a mno-

hými lokálními faktory (matečná hornina, vegetace, reliéf), což všechno komplikuje možnost měřit kvalitu půdy.

Všechny výše zmíněné faktory přispívají k nízké probádanosti půdní biodiverzity, o které toho víme mnohem méně než o diverzitě nadzemní. Její dlouhodobý monitoring je velmi vzácný a je tedy těžké hodnotit její vývoj v čase. Historicky mnoho toho, co víme o vývoji rozmanitosti živé přírody, bylo umožněno díky zájmu nadšenců (motýlí sbírky, pozorování ptáků) a není tedy náhodou, že nejvíce toho víme o trendech úbytku savčích, ptačích či motýlích druhů. Půdní organismy jsou často příliš malí na to, abychom je mohli pozorovat pouhým okem, natož aby mohli vystupovat v dokumentu s Davidem Attenboroughem. To všechno dohromady způsobuje, že život v půdě je málokdy vnímán jako zajímavý či krásný.

Dalším „neštěstím“ půdy je časová škála, na které se odehrávají její změny. Přestože řada procesů souvisejících s vývojem půdy může být rychlejší než se obecně soudí (viz Frouz a Vindušková, toto číslo), trvá to i tak desítky let, než pozorujeme významné změny. To je za časovým horizontem, ve kterém uvažují nejen naši volení zástupci, ale i většina z nás.

Menší atraktivita a horší možnosti pozorování půdy vedou k menšímu zájmu o půdu u studentů a následně i odborné veřejnosti. Díky tomu je méně těch, kteří se půdou profesně zabývají a následně i těch, kteří půdě věnují dostatečnou pozornost v obecnějších otázkách užívání a ochrany krajiny. Jen jeden příklad za všechny - na stránkách AOPK můžeme najít zmínku o půdním pokryvu jednotlivých chráněných územích v sekci Geologie. Je to drobný detail, který ale podprahově naznačuje, že půda je vnímána jen jakási neměnná vrstva zvětralé skály namísto toho, abychom akcentovali její těsnou vazbu na rostlinná společenstva.

Půda je na rozdíl od vody a vzduchu statická, takže se na ni lépe uplatňuje vlastnické právo a v naší kultuře není typické považovat půdu za sdílené/společné bohatství. Když někdo půdu vlastní, nechce, aby mu někdo jiný mluvil do toho, jak s ní má nakládat. Právě tento princip je jedním ze zásadních důvodů, proč se nakládání s půdou tak málo reguluje. V současné době navíc na půdě většinou nehospodaří její vlastník, ale někdo, který si od vlastníka půdu

pronajímá, a i jejich činnost se zdráháme regulovat. Tady již hraje roli to, že uživatel půdy (zemědělec, lesní hospodář či těžář) ji často používá k vytváření zisku a přirozeně se tedy brání všem omezením, která by mu mohla zisk snížit. Jelikož takových lidí a zisku, který je ve hře, je hodně, je jejich hlas v politické aréně silný. Zatímco někdy platí, že udržitelné nakládání s půdou je také méně výnosné, někdy platí, že jde jen o to zlomit „tradicí“.

Oproti tomu je na druhé straně barikády málo těch, kteří by „kopali“ za zájmy půdy. Pedologové se možná méně angažují v politice - žijí s „hlavou v písku“. Jako vědci se v honbě za novými poznatky a akademickou úspěšností možná dostatečně nevěnujeme tomu, jestli se to, co vyzkoumáme, přenáší do praxe. Toto odtržení vědy od praxe se projevuje v řadě oborů, ale půdě jistě nepomáhá. Navíc téměř neexistuje skupina lidí, které by „živilo“ půdu chránit, jinak řečeno, kteří by měli péči o půdu jako součást své pravomoci a s tím souvisí i nedostatečnost legislativních nástrojů.

CO TEDY S TÍM

Nástroje pro ochranu kvality půdy tu jsou, resp. mohly by být, kdyby o to byl zájem. Významnou část rozlohy našich půd tvoří půdy zemědělské a lesní. Hospodaření zemědělců může být významně ovlivněno zemědělskými dotacemi respektive podmínkami nutnými pro jejich získání. Jejich potenciál pro ochranu půd zůstává ale z velké části nevyužit. Společné prohlášení více než 3600 evropských vědců z letošního března, ve kterém voláme po „ozelenění“ rozdělování evropských dotací⁹ v kontextu koronavirové krize mediálně zcela zapadlo. V otázkách ochrany lesních půd by zase mohly být více využity lesní hospodářské plány, které podléhají schválení odborných orgánů samospráv atp. Jak jsme již ale naznačili, chybí někdo, kdo by měl komplexní otázky půd zejména pak jejich kvalitu „v referátu“.

Pro výše zmíněná řešení ale chybí veřejný zájem. Je tedy důležité ve společnosti šířit povědomí o významu půdy jako společného statku. To je úkol, který z velké části leží na nás, vysokoškolských učitelích, ale pomohl by nám zájem i dalších zainteresovaných aktérů, neziskových organizací, médií atp. Kromě výchovy mladé generace je totiž nezbytná změna v nahlížení půdy i u odborné a laické veřejnosti. Zejména od-

borná veřejnost je důležitá, protože i kdybychom dnes zařídili, že všichni studenti přírodovědných oborů budou mít dobré povědomí o půdě (což je daleko od reality), bude trvat ještě řadu let, než tato generace významně ovlivní rozhodování. Navíc kdo jiný než odborná veřejnost by měl vysvětlit široké veřejnosti, že péče o půdu přispěje k řešení celospolečenských problémů jako je sucho, povodně, mitigace klimatických

změn a adaptace na ně. Svou významnou edukativní úlohu by měla sehrát i ta část odborné veřejnosti, která se půdou profesionálně zabývá. V budování vztahu společnosti k půdě bychom neměli podceňovat ani význam umění v nejširším smyslu slova. Zatímco negativní emoce k poškozené půdě (obrazy vyschlé rozpraskané půdy atp.) již média využívají, budování pozitivní emoce k fungující půdě je daleko méně výrazné.

Závěrem dodejme, že i toto číslo FOP snad přispěje k šíření „dobrého jména“ půdy a k debatě o tom, jak bychom ji mohli společně lépe chránit.



LITERATURA:

1. Roesch L, Fulthorpe R, Riva A, et al. Pyrosequencing Enumerates and Contrasts Soil Microbial Diversity. *ISME J.* 2007;1(4).
2. RD B. Causes and Consequences of Biological Diversity in Soil. *Zoology (Jena)*. 2002;105(4).
3. Behan-Pelletier VM, Lindo Z. Checklist of oribatid mites (Acari: Oribatida) of Canada and Alaska. *Zootaxa*. 2019;4666(1):1-180.
4. Phillips HRP, Guerra CA, Bartz MLC, et al. Global distribution of earthworm diversity. *Science (80-)*. 2019;366(6464):480-485.
5. Bardgett RD, van der Putten WH. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*. 2014;515(7528):505-511.
6. Frouz J, Kalčík J, Syrovátka O. The effect of pipe drainage on peat meadow soil: Physical and chemical soil properties. *Acta Univ Carolinae - Environ*. 2010;24(1):83-89.
7. European Commission. CAP SPECIFIC OBJECTIVES Explained, Brief No.5: Efficient Soil Management. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-specific-objectives-brief-5-soil_en.pdf
8. de Vries FT, Thebault E, Liiri M, et al. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proc Natl Acad Sci*. 2013;110(35):14296-14301.
9. Pe'er G, Bonn A, Bruelheide H, et al. Action needed for the EU Common Agricultural Policy to address sustainability challenges. Gaston K, ed. *People Nat*. Published online March 8, 2020