

Půda jako hotspot biodiverzity aneb ráj drobných půdních členovců

Ladislav Miko

Pokud bychom měli jmenovat příklady opravdu druhově bohatých ekosystémů, s největší pravděpodobností zazní tropické korálové útesy, případně některé druhy tropických deštných či galériových lesů. Každopádně jde o ekosystémy, za kterými se musíme vypravit daleko za hranice nejenom vlasti, ale i našeho kontinentu. Přesto lze i v našich podmínkách najít ekosystém, který si v druhovém bohatství s uvedenými příklady nijak nezadá a který z pohledu biodiverzity tak trochu uniká pozornosti – patrně proto,

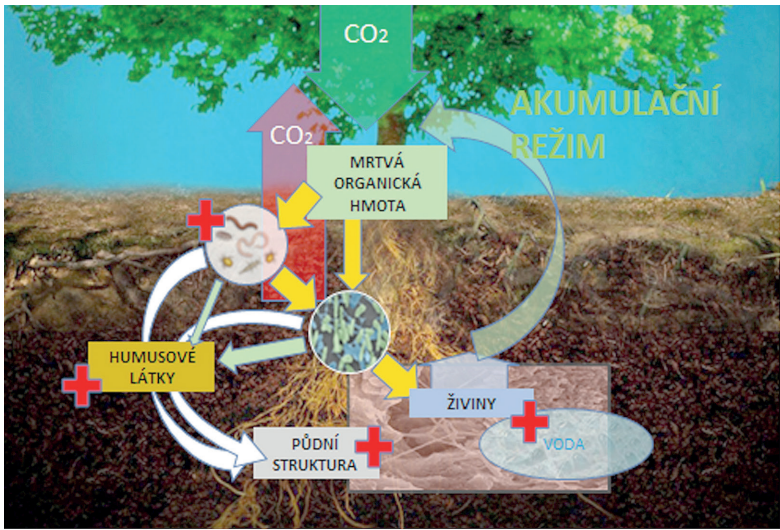
že tisíce druhů, které ho obývají, lze jen zřídka možno rozpoznat pouhým okem a většinou jsou mikroskopických rozměrů. Tímto hotspotem „za humny“ je zdravá a dobře fungující půda, v našich podmínkách nejlépe půda listnatých nebo smíšených lesů. Výskyt určitých druhů, celkové druhové bohatství i abundance půdních organismů je současně skvělým indikátorem stavu půdního prostředí a zprostředkovaně často i nadzemního ekosystému, který na dané půdě najdeme.

Klíčové jsou funkce

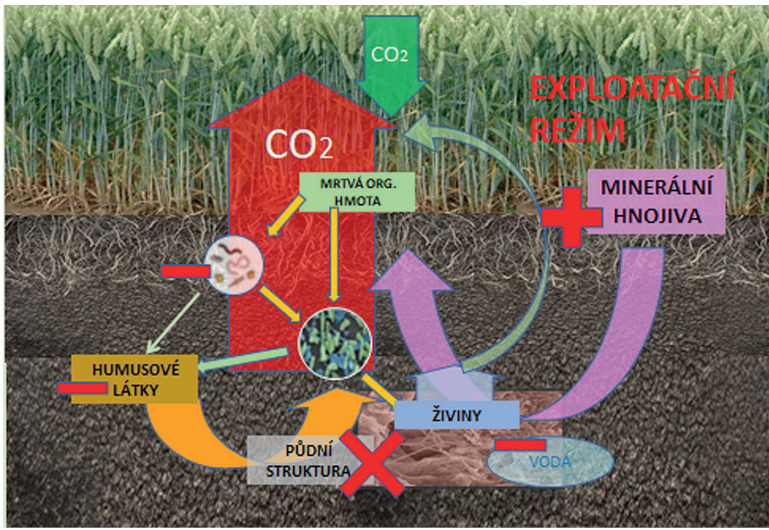
V suchozemských ekosystémech je půda a její povrch prostředím zajišťujícím zcela zásadní ekosystémovou službu: postupný rozklad mrtvé organické hmoty. Jen její malá část se postupně nerozloží zpět až na původní komponenty, tedy minerální živiny a CO₂, a vstupuje do složitých organických syntéz, při nichž spolu s fragmenty původních látek vznikají nové a velice komplexní, takzvané humusové látky. Byť se to týká jen zlomku mrtvé organické hmoty, jde v zdra-

vých půdách o dlouhodobý a plošný jev. Výsledkem je postupná fixace atmosférického uhlíku v půdě, kde může setrvávat i velmi dlouhou dobu, čímž se prakticky neliší od uhlíku uvízlého v tzv. fosilních palivech. Půda je zdaleka největším terestrickým zásobníkem (sinkem) uhlíku na Zemi, který dnes obsahuje kolem 2300 Gt uhlíku (Stockmann *et al.*, 2013), tedy asi 2,3x více než v atmosféře a 3,5x více než v tělech živých terestrických rostlin. Narušení půdních dekompozičních procesů, zejména oteplením, prokysličením, ale také

omezením přísunu mrtvé organické hmoty, může způsobit opětovnou mobilizaci uloženého uhlíku a jeho rozklad, v extrémním případě se množství uvolňovaného CO₂ stane vyšším než množství fixované a půda se stane ze zásobníku zdrojem atmosférického CO₂ (obr. 1). Zemědělství tak například od svého počátku mobilizovalo do ovzduší kolem 116 Gt uhlíku (Sandeman *et al.*, 2017), přičemž nejpodstatnější část byla uvolněna v době intenzivního zemědělství (údaje do r. 1998; dnešní hodnoty jsou tedy vyšší).



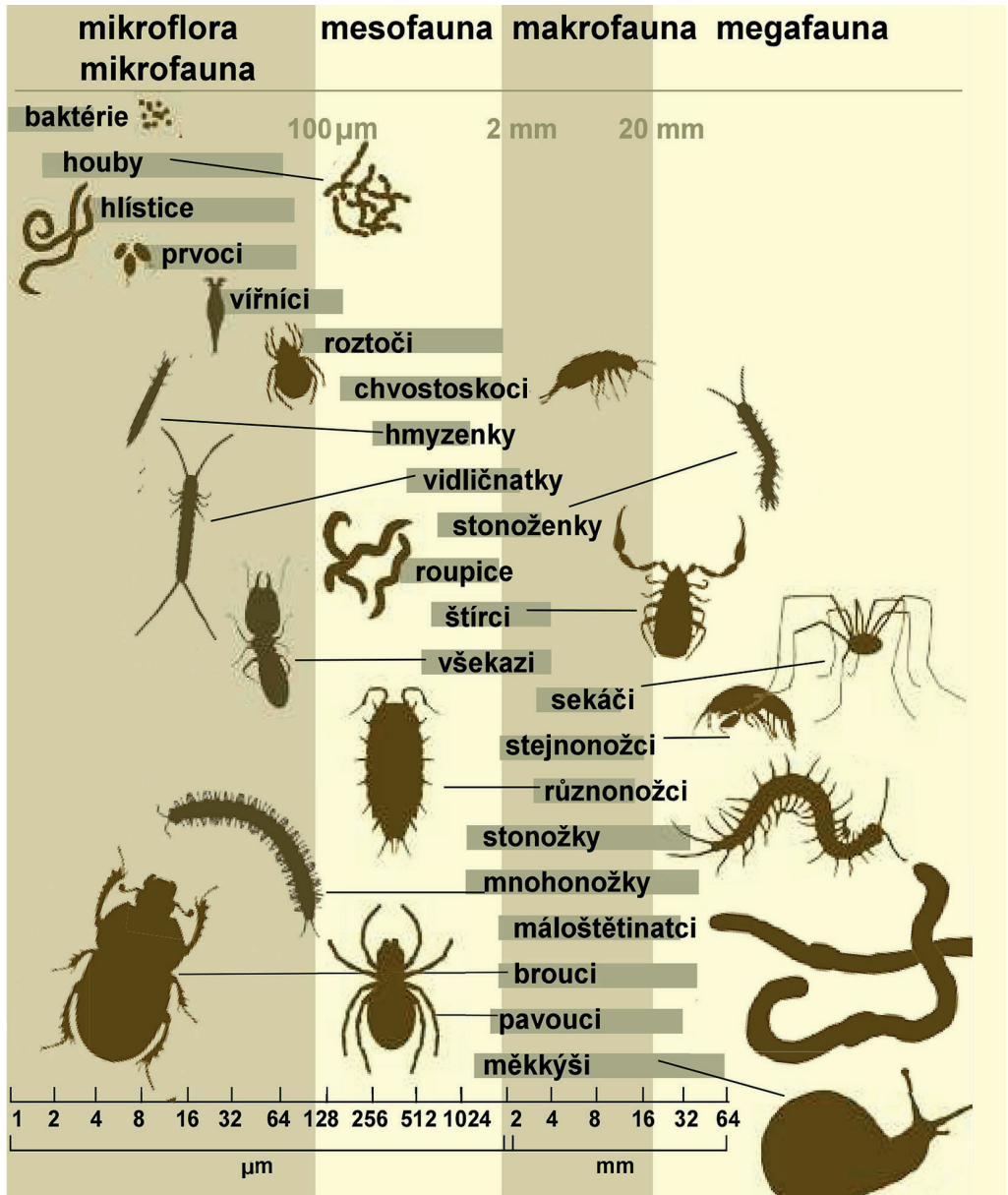
Obr. 1 Zjednodušené schéma fungování půdního ekosystému. Za normálních podmínek je mrtvá organická hmota v půdě působením rozkladačů (bakterie, houby, půdní fauna) rozkládána zpět na využitelné živiny, část ale zůstává v půdě ve formě složitých humusových látek. Díky tomu se v půdě ukládá uhlík a tvoří se složitá půdní struktura, která je podmínkou schopnosti vázat živiny a zadržovat vodu (tzv. akumulací režim [vlevo]). V intenzivně využívaných půdách se dramaticky snižují vstupy mrtvé organické hmoty a přísun živin pro pěstované rostliny se zajišťuje dodáním minerálních hnojiv. Ty však nejsou využitelné půdními organismy, dochází tedy k postupnému rozkladu humusových látek („půda požírá sebe samu“), ubývá půdních organismů, hroutí se půdní struktura i schopnost zadržovat vodu a udržet živiny, půda degraduje. To má současně za následek uvolňování CO₂ z půdy ve větším množství, než je zachytáváno (exploatační režim [vpravo]). Červené plusy a minusy označují nárůst či pokles, velikost šipek naznačuje schematicky intenzitu či rozsah děje. Vypracoval Ladislav Miko



V rámci ekosystému je však klíčová recyklace živin při dekompozici organického materiálu. Mrtvá organická hmota je ještě velice bohatá na energii, která je pro organismy z dekompozičních potravních řetězců hlavním lákadlem. Největší část práce s rozkladem, tedy mineralizací až na původní komponenty, odvádějí půdní bakterie a houby, souhrnně začleňované tradičně do skupiny tzv. půdní mikroflóry – i když s flórou nemají nic společného. Druhové bohatství u těchto dvou skupin organismů je enormní a stále velmi málo známé. Tento typ biodiverzity je nicméně bez analýz DNA nebo specifických kultivačních postupů těžké sledovat.

S rozkladem organické hmoty půdní mikroflóře pomáhají velmi početní zástupci živočichů neboli půdní fauna. O jejich funkcích a schopnostech v půdním ekosystému rozhoduje hned několik faktorů, především samozřejmě enzymová výbava, ale také velikost, schopnost aktivně prohrabávat chodbičky v půdě či rychlost pohybu a další specifické adaptace, tyto vlastnosti do jisté míry odrážejí zařazení půdní fauny podle velikosti (obr. 2). Podle způsobu zapojení do dekompozičních procesů lze rozlišit několik funkčních skupin (Šantrůčková *et al.*, 2018).

Půdní inženýři (zejména žížaly, ale také termiti, mravenci či larvy hmyzu) vytvářejí v půdě chodby a prostory a taky distribuují organickou hmotu napříč půdním profilem, čímž vytvářejí příležitosti pro ostatní organismy. Větší a středně velké druhy (mnohonožky, stínky, mnohé hmyzí larvy, roupice) se živí organickým detritem, čímž mrtvou organickou hmotu jednak rozdrobují na menší kousky, jednak přetvářejí na hrudkovité exkrementy. Tato činnost je funkčně řadí mezi transformátory opadu („litter transformers“). Menší druhy (půdní drobní členovci – tedy roztoči a chvostokoci, některé hlístice apod.) – se živí hlavně půdní mikroflórou, tedy houbami a bakteriemi. Pokud nejsou adaptováni na nabodávání a vysávání buněk odumřelých tkání nebo houbových vláken, nejsou zpravidla schopni je oddělit od fragmentů detritu, na kterých narůstají, a tak je konzumují i s nimi. Funkčně tedy jde primárně o požírače a spásáče mikroflóry („microbial feeders and browsers“), nicméně i oni svou činností přispívají k rozdrobení organického opadu, což zpětně zase zvětšuje povrch přístupný pro aktivitu hub a bakterií a zrychluje rozklad. Pohyb půdní fauny v opadu a organických zbytcích současně zabezpečuje promíchávání fragmentů organické hmoty s minerálními částicemi půdy (bioturbace). Mikroskopičtí zástupci půdní mikrofauny (prvoci, vířníci, želvušky, řada hlístic) obývají v půdě prostůrky či filmy tvořené vodou a ve vodním prostředí se živí buď filtrací bak-

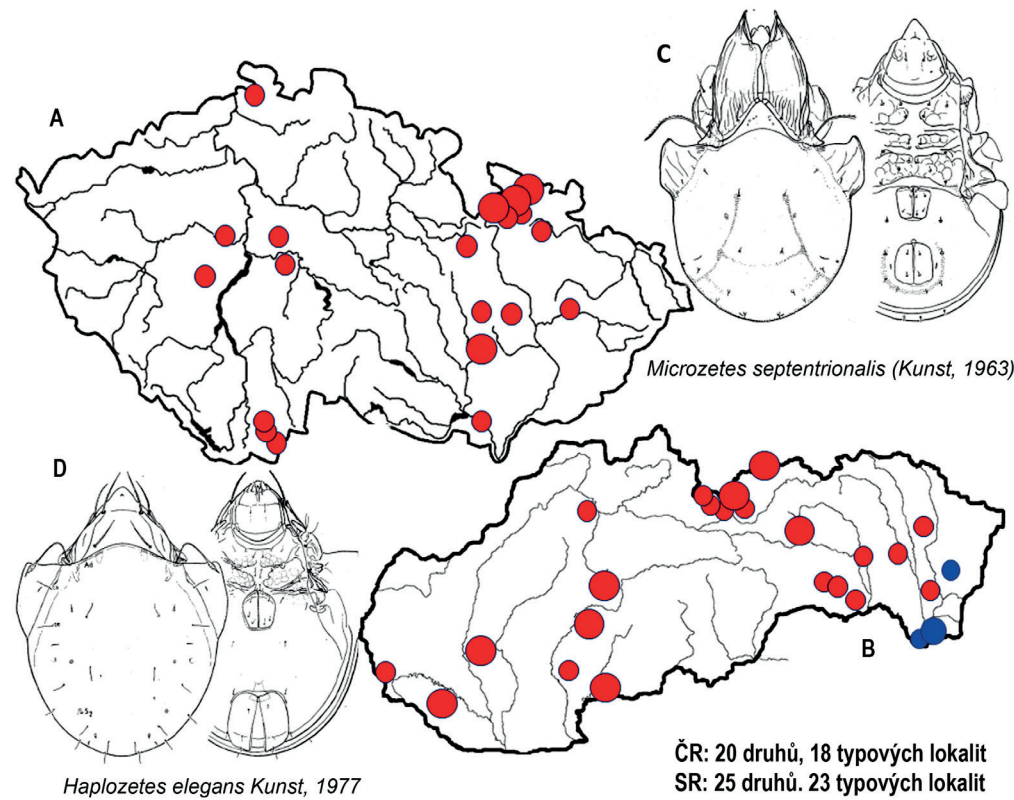


Obr. 2 Členění půdních organismů podle efektivního průměru („šířky“) těla, které má význam pro funkce v ekosystému (převzato z Miko *et al.*, 2019).

terií a drobnějších druhů (v podstatě tedy predací), anebo osmotrofně využívají rozpuštěné energeticky bohaté látky. Plejáda druhů živících se detritem nebo na něm narostlou mikroflórou je pochopitelně potenciální kořistí celé kaskády půdních predátorů, z nichž mnozí nepohrdnou ani živočišnou potravou čerstvě odumřelou (nekrofágové). Řada druhů se živí také živočišnými exkrementy (koprofágové).

Pravidelný přísun mrtvé organické hmoty (listový opad, odumřelá stařina bylin etc.) vytváří jednak relativní nadbytek potravy, jednak půdní strukturu – mimořádně komplexní, prostorově rozrůzněné prostředí, kde se půdní organismy často nedostávají do kompetičních vztahů. Díky tomu může vedle sebe

existovat obrovské množství druhů, což je zřejmě zdrojem extrémně vysoké biodiverzity v půdním systému. Zcela zásadní je také tzv. funkční redundance neboli portfoliový efekt (Setälä *et al.*, 2005), tedy fakt, že celá řada druhů půdních organismů má vzájemně podobnou nebo překrývající se potravní specializaci, a tedy i potravní niku. Zdánlivá nadbytečnost („redundance“) takového uspořádání je však geniální „pojistkou“, která zabezpečuje funkčnost půdního systému, i pokud dojde k zásadnímu druhovému ochuzení společenstev. Způsobuje ale zároveň také jakési funkční „překrytí“ zhoršeného stavu, například při poklesu půdní biodiverzity, protože navenek se tento fakt nemusí dramaticky na půdních funkcích projevit. Člověk pak může podléhat dojmu, že půda je v pořádku („stá-



Obr. 3 Na území České republiky (A) i Slovenska (B) je řada typových lokalit druhů pancířníků (Oribatida) popsáných z těchto území. Jenom jejich část se nachází v územích se zvýšeným statutem ochrany. Druhy (C, D) jsou příkladem druhů popsáných z území ČR a SR (modře lokality nejistých druhů). Vypracoval Ladislav Miko

le funguje“), i když je ve skutečnosti již značně ovlivněna a pozvolna téměř nevratně degraduje.

Druhovou explozi můžeme dobře sledovat především u půdní mezofauny, reprezentované kromě rouspic drobnými půdními členovci, mezi nimiž početné a druhově obvykle dominují chvostoskoci (Collem-

bola) a roztoči (Acarina), především pak pancířníci (Oribatida). Na jejich příkladu lze dále ilustrovat druhovou pestrost i bioindikační vlastnosti půdní fauny.

Druhové bohatství a početnost

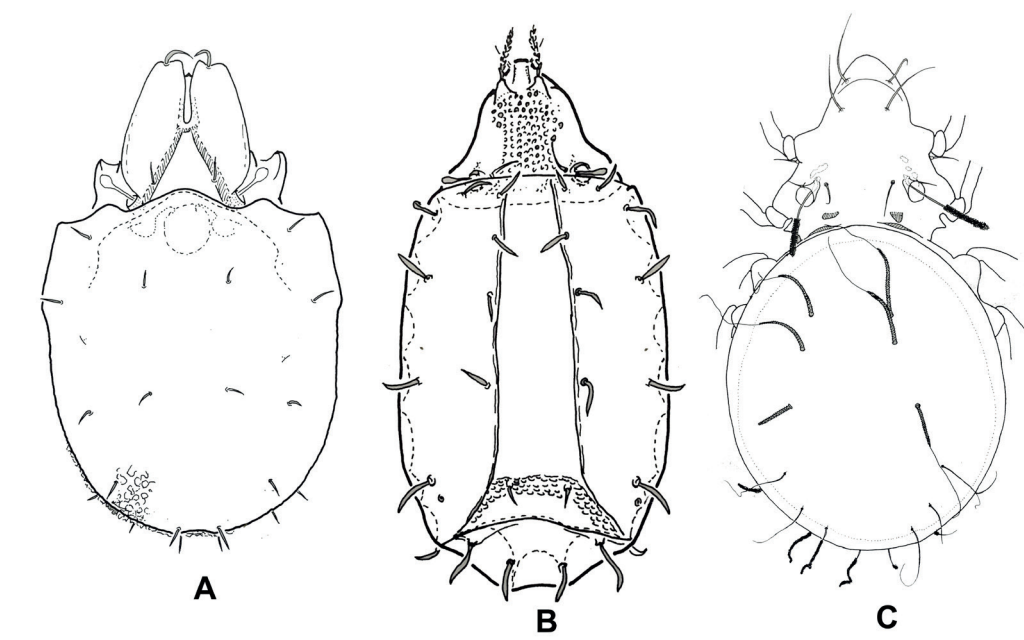
Přesto, že střední Evropa patří z hlediska fauny drobných půdních členovců mezi nejprozkoumanější úze-

mí planety, stále ještě nejsou výjimkou objevy a popisy nových druhů i z území Čech nebo Slovenska. Leží zde typické lokality mnoha druhů (obr. 3), které měly být zachovány v co nejpřírozenějším stavu, přičemž ne všechny jsou dnes součástí soustavy zvláště chráněných území. Nálezy pro vědu nových druhů, případně druhů známých odjinud, a to prakticky v kterémkoliv našem přírodním území, pokud je podrobněji nebo soustavněji studováno, dokládá jednak mimořádnou druhovou pestrost půdních členovců, jednak stále ještě její nedostatečnou prozkoumanost. Podle nedávné revize se na území ČR vyskytuje např. 539 druhů pancířníků (Miko 2006), přičemž počty druhů dalších skupin roztočů a také chvostoskoků, ač o něco nižší, se rovněž pohybují v řádu stovek. I celosvětově přibývá popsáných druhů (dnes asi 10 500 druhů pancířníků a přes 8500 druhů chvostoskoků – Orgiazzi *et al.*, 2016), jde ale stále jen o zlomek z jejich celkové odhadovaného počtu (obr. 4). Zajímavé je, že ve srovnání s ČR není v obdobně prozkoumaných zemích počet známých druhů dramaticky vyšší (Jeffery *et al.* 2010).

Ač půdní členovce najdeme opravdu všude – třeba i v prachu na okrajích silnic –, na stanovištích s intenzivním vlivem člověka jsou obvykle zastoupeny jen některé široce tolerantní druhy. Počet nalezených a podíl euryekních druhů na celkové fauně tak indikuje míru zachovalosti, kvalitu, nebo sukcesní stadium sledovaných biotopů. Podobnou informaci zpravidla přináší i jejich abundance (početnost). Obecně platí, že s intenzitou hospodaření a lidských zásahů se společenstva nejenom zjednodušují, ale také celková početnost klesá. Ta ovšem závi-

Tabulka 1: Známa a odhadovaná druhová pestrost vybraných skupin půdních organismů. Vypracoval Ladislav Miko

skupina	známých druhů	odhady počtu druhů
Žížaly (<i>Oligochaeta Lumbricoidea</i>) – makrofauna	7 000	30 000
Mnohonozí (<i>Myriapoda</i>) – makrofauna	18 050	90 000
Mravenci (<i>Hymenoptera Formicoidea</i>) – makrofauna	14 000	25 000–30 000
Roztoči (<i>Acar</i>), půdní druhy – mesofauna	55 000	100 000–150 000
Chvostoskoci (<i>Collembola</i>) – mesofana	8 000	50 000
Hlístice (<i>Nematoda</i>) – mikrofauna	25 000	1 až 10 milionů
Prvoci (<i>Protista</i>) - mikrofauna	21 000	7 až 70 milionů
Houby (<i>Fungi</i>) – mikroflóra, primární rozkladači	97 000	1,5 až 51 milionů
Bakterie a Archea (<i>Bacteria, Archaea</i>) – mikroflóra, prim. rozkladači	15 000	přes 1 milion
Celkem (bez řady dalších skupin)	260 050	cca 11 až 132 milionů



Obr. 5 Vzácné, vysoce specializované a reliktní druhy indikující mimořádný význam svých stanovišť, subalpínských horských poloh s mrazovými půdami v Krkonoších (A, B) či jeskynních systémů Moravského krasu (C). A – vrchařík drsný – *Unduloribates undulatus* (Berlese, 1914); B – hranitka horská – *Camisia (Ensicamisia) solhoveyi* Colloff, 1993; C – pavoučík kyjovitý – *Metabelbella clavigera* (Willmann, 1954). A, B dle Weigmann (2006), C originál P. Luptáčik

sí i na dalších podmínkách – zejména na množství dostupné mrtvé organické hmoty, vlhkosti, teplotě nebo pH či obsahu solí v půdě, na to je pro posouzení míry antropogenního vlivu třeba brát ohled. V podmínkách horských lesů s kyselým nadložním humusem typu moder může např. početnost pancířníků dosahovat 250–300 tisíc jedinců na čtvereční metr (výjimečně až přes milion), zatímco i v té nejlepší obdělávané půdě stěží dosahuje několika desítek tisíc jedinců. V degradovaných a intenzivně obdělávaných půdách nejsou výjimkou početnosti několika tisíců, či dokonce stovek jedinců na metr čtvereční, přičemž se ve vzorcích najdou i vzorky „prázdné“. To indikuje dlouhodobou ztrátu kvality půdního prostře-

dí a může být zpětně využito pro hodnocení zlepšování parametrů např. při biologickém zemědělství.

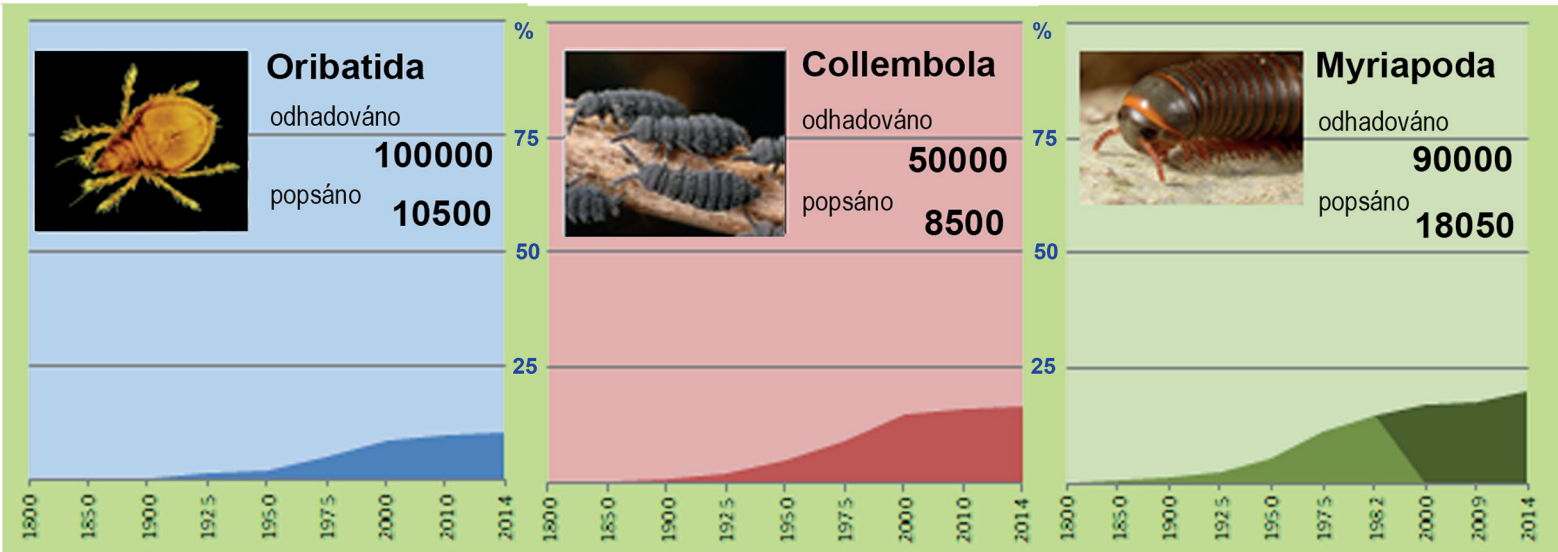
Relikty a úzce specializované druhy jako součást zdravých ekosystémů

Z pohledu ochrany přírody nejsou půdní členovci zajímaví jenom z hlediska počtu druhů. Řada z nich je totiž poměrně úzce specializována, přičemž je známo, že některé jsou docela konzervativní a dokážou v daném místě přežívat i poměrně dlouhou dobu poté, co byl původní biotop pozměněn nebo významně fragmentován. Díky jejich výskytu se proto dá rekonstruovat, jaké původní biotopy se v daných místech vyskytovaly, podobně jako je tomu

u společenstev rostlin, a někdy docela dobře soudit na historii daného stanoviště. S tím souvisí výskyt druhů reliktních, nebo naopak druhů, které se šíří v důsledku změn klimatu a následných změn stanovištních podmínek. Alpínské a subalpínské polohy nejvyšších pohoří, případně vrchoviště a rašeliniště nebo fragmenty původních horských pralesů jsou často charakterizovány výskytem boreálních nebo boreomontánních druhů, výjimkou nejsou ani druhy známé z opravdu vysokých pohoří (Alpy, Karpaty), dokládající výjimečný charakter našich horských poloh i přes jejich relativně menší nadmořskou výšku (obr. 5). Pozoruhodný je také výskyt xerofilních, heliofilních a termofilních, často středomořských či jihoevropských druhů, původně doložených jen na několika nejjihnějších lokalitách v rámci ČR, které jsou v posledním období dokumentovány i na severněji ležících místech (obr. 6), což může indikovat dopady klimatických změn na našem území (i jinde v Evropě). Výskyt určitých druhů pancířníků indikuje taky reliktní nebo jinak výjimečný původ určitých stanovišť, proto byly některé druhy navrženy i do červeného seznamu ČR (Miko, 2017) jako v podstatě deštníkové druhy jejich půd. Zcela specifickou, a dosud málo známou faunu, odvozenou alespoň zčásti od druhů žijících ve větších hloubkách půdního profilu, mají také jeskyně a obecně krasové prostory. Ač se zdá, že tato fauna je chudší než v krasech Balkánu (Rumunsko, Slovinsko, Chorvatsko), i zde jsou nacházeny další nové a pro naše území specifické druhy (obr. 5) a podrobnější výzkum může přinést ještě řadu překvapení, například ve smyslu genetické různorodosti jeskynních populací jednotlivých druhů, dokumentující osídlování podzemních prostor i izolovanost nebo naopak propojenost jejich vývoje.

Fosilní a subfosilní záznam, význam pro paleobiologii

Většina druhů drobných půdních členovců má v zásadě měkké tělo bez výrazné sklerotizace, takže po odumření jsou rychle buďto zkonsumováni, nebo podlehnou rychlé dekompozici. Výjimkou jsou ale druhy s poměrně robustními chitinovými schránkami, především pancířníci (odtud také jejich český název), ale také mnoho druhů dravých čmelíkovců, někteří sametkovci a výjimečně i další zástupci půdní mezofauny (např. některé druhy drobnušek, Pauropoda). Za určitých podmínek (např. v prostředí rašelinišť nebo v klastických náplavech v jeskyních systémech) se jejich schránky s vyztuženou kutikulou mohou zachovat do té míry, že umožňují determinaci. Výskyt společenstev nebo specifických druhů v určitých dobře datovaných vrstvách, ať už fosilního, nebo subfosilního stáří (obr. 7), je pak



Obr. 4 Nárůst počtu popsáných druhů a jejich podíl na odhadovaném celkovém počtu druhů u třech skupin půdní fauny dokládá stále neúplnou znalost druhové pestrosti půdní fauny. Vypracoval Ladislav Miko



Obr. 6 Pancířníci mohou indikovat kvalitu a míru antropické zátěže např. u otevřených typů stanovišť: Pabroučík obecný – *Tectocepheus velatus* (Michael, 1880) (A) patří k nejtolerantnějším druhům a vyskytuje se téměř všude, v půdách s velkými disturbancemi bývá často jediným přítomným druhem. Drsoníček obecný – *Peloptulus phaenotus* (C. L. Koch, 1844) (B) je běžným druhem sušších a teplejších lučních porostů, vyskytuje se ale i mimo zachovalé stepní a lesostepní plochy. Stepinožik zdobený – *Licnodamaeus pulcherrimus* (Paoli, 1908) (C) se vyskytuje na většině zachovalých xerothermních trávníků a stepí; suchoníček africký – *Passalozetes africanus* (Grandjean, 1932) (D) indikuje zachovalé fragmenty původních stepních a lesostepních stanovišť. Pavonožka písečná – *Eubelba sculpta* (Mihelčič, 1957) (E) byla na území ČR objevena jen zcela nedávno, je vzácným druhem původních, suchých stepních a písčitých stanovišť. Na nejzachovalejších stepních plochách a původních písčinách se vyskytují i specializovaní draví roztoci z čeledi Caeculidae (patřící do skupiny sametkovitých, Trombidiformes, Prostigmata) s raptoriálními předními nohama, jako je tento *Allocaeculus sandbergensis* (Mangová, Krumpál et al., 2014) (F), popsáný jen nedávno z Devínské Kobylky na Slovensku. Vypracoval Ladislav Miko

velmi dobrým přiblížením (proxy) environmentálních podmínek v daném místě nebo jeho okolí (v případě náplavů). Jejich studium pak může být velmi užitečným podkladem pro odhadování dalšího vývoje, například opět z hlediska probíhající klimatické změny. Tímto způsobem bylo např. doloženo střídání společenstev v návaznosti na změny paleoklimatu, potvrzeny nebo doplněny představy o vegetačním krytu území nebo doložen výrazný vliv lidské kultivace na ekosystémy již v obdobích extenzivního hospodaření (Moldovan *et al.*, 2011, 2016).

Zcela specifický, a tak trochu „z jiného soudku“ je význam této vlastnosti pro fylogenetické a taxonomické studie. Nejstarší doložené a popsané fosilní druhy pancířníků jsou známy minimálně

z devonu (Norton *et al.*, 1988), další nálezy zejména z karbonu a z druhohor pak umožňují mnohem lépe rozumět vývojovým trendům v celé skupině klepítkatců (Chelicerata). Fakt, že devonské druhy pancířníků byly velmi podobné některým dodnes žijícím, a i z našeho území hojně doloženým druhům (obr. 8), naznačuje, jak moc se mohou evoluční a adaptační tlaky v půdním prostředí lišit a že vývoj různých forem členovců zjevně probíhal v „kapsách“ – někde velmi pozvolna a pomalu a někde naopak s mimořádnou intenzitou a druhovou radiací. Současné můžeme s klidem říct, že tzv. žijící fosilie, jakými jsou třeba starobylé ryby latimérie, nejsou jenom fenoménem vzdálených moří, ale že je můžeme s trochou štěstí pozorovat možná i v půdě z vlastní zahrady.

Stav půd a obnova ekosystémů

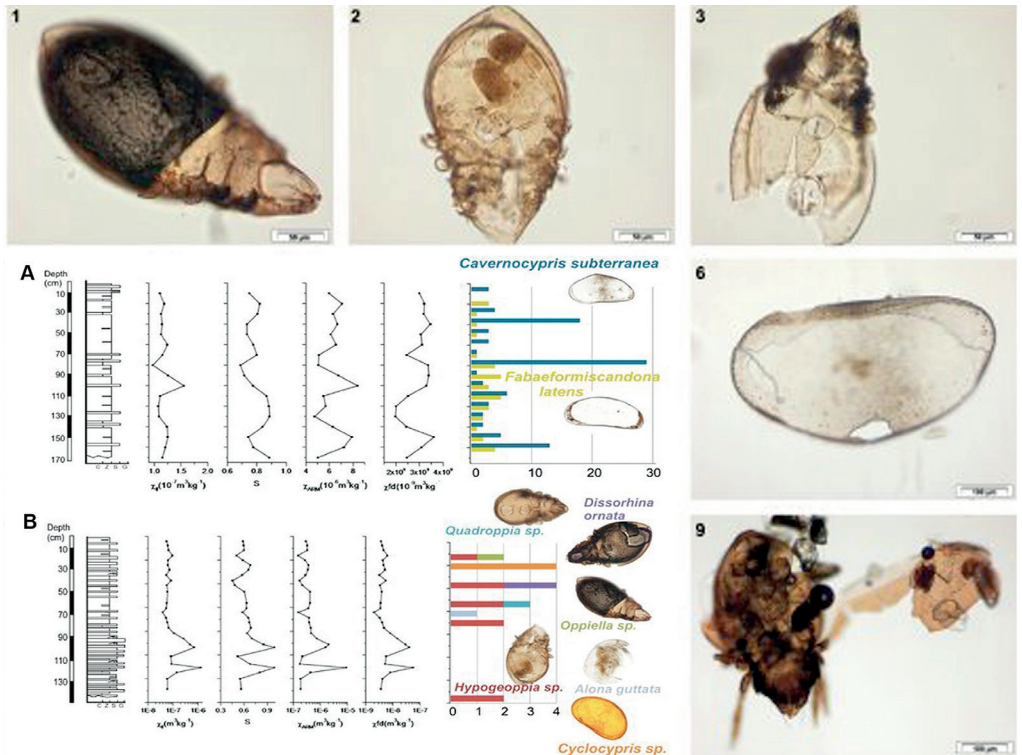
Uvedené vlastnosti společenstev a druhů půdních členovců, jak již bylo naznačeno, jsou tedy velmi užitečným indikátorem, využitelným i při praktické ochraně biodiverzity a přírody. Mohou být využity jednak v indikaci míry antropogenního narušení až degradace půd (například při posuzování kvality zemědělské půdy), jednak jako obecný ukazatel zachovalosti a funkčnosti půdního prostředí při posuzování různých záměrů, například při studiích EIA. Průzkum půdní fauny byl například využit při trasování dálnice přes České středohoří (i když nakonec bohužel převážily jiné zájmy, informace z mapování jsou velmi užitečné zejména v detailech, které nelze posoudit na základě výskytu jiných druhů); studium půdní mezofauny doklá-

dá taky hodnotu bezzásahové péče ve zvláště chráněných územích i zachování kvality půdních podmínek v pralesích s přirozenou obnovou. Mapování výskytu půdních druhů rovněž dokládá vysokou biodiverzitu míst uvažovaných pro zastavění (recentně například v PP Plachta v Hradci Králové). Druhové bohatství a výskyt vzácných druhů současně dokumentuje zcela unikátní charakter některých chráněných území ČR nejen z hlediska druhů v nadzemních částech ekosystémů, příkladem může být Velká kotlina v CHKO Hrubý Jeseník, přírodní rezervace v Beskydech, šumavské slatě nebo lokality Krkonošského národního parku (Miko 1986, 2014; Starý 1988, 1993).

Poslední výzkumy ukazují, že vývoj fauny půdních drobných členovců může být užitečným indikátorem hodnocení sukcese nebo obnovy ekosystémů. Ze studií na výspěch v severočeských uhelných regionech např. vyplývá, že spontánní sukcese může mít větší biologickou hodnotu i lepší udržitelnost než finančně velmi náročné rekultivace (Frouz *et al.*, 2008). Vývoj společenstev po cílených zásazích – např. při obnově vřesovišť nebo rašelinišť – zase dokumentuje, zda se obnovená stanoviště dostávají po antropogenních disturbancích na trajektorii původních, obvykle z hlediska ochrany přírody i biodiverzity velmi cenných ekosystémů (Frouz *et al.*, 2009).

Chybějící expertiza a potřeba dalšího studia

Z uvedeného (a stále ještě neúplného) výčtu možností, které nám studium půdních organismů dává, je zřejmý jejich potenciální význam i pro praktickou ekologii, ochranu biodiverzity

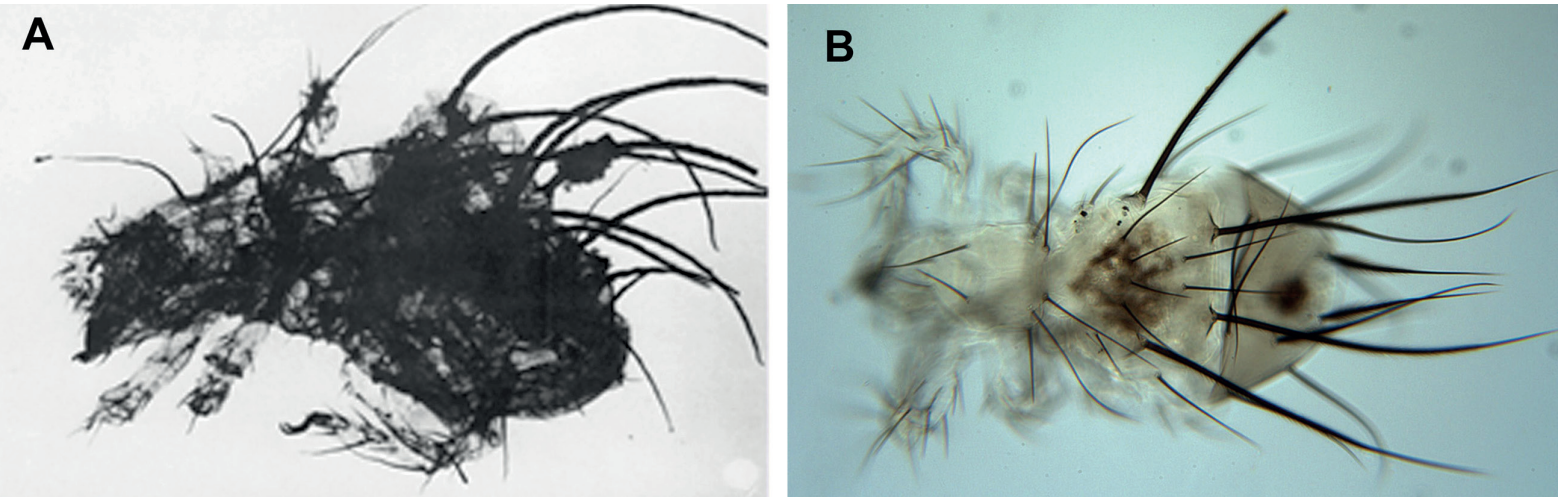


Obr. 7 Fosilní zbytky pancířníků (1-3, 9) spolu s jinými druhy, u kterých se dochovají schránky (např. lasturnatky – 6). mohou v kombinaci s různými datovacími metodami (A, B) sloužit při rekonstrukci ekologických podmínek v nedávné i vzdálené minulosti (převzato a upraveno z Moldovan *et al.*, 2016). Vypracoval Ladislav Miko

a životního prostředí nebo třeba i zemědělskou praxi či posuzování stavu vybraných území. Hlavní překážkou je kapacita, chybějící širší praxe či dostupné metodiky a s tím spojená absence širce použitelných literárních pramenů. Odborníci na jednotlivé skupiny půdních organismů, snad s výjimkou obecně mikrobiologických studií půdní mikroflóry, jdou v České republice spočítat na prstech jedné ruky (v jiných zemích Evropy či globálně to ale není lepší) a zájem o studium a vy-

užití těchto skupin organismů narůstá jen velmi pozvolna. Nelze než vyjádřit naději, že nedávné vydání nových učebnic i praktických příruček půdní biologie (Šantrůčková *et al.* 2018; Šimek *et al.* 2019; Miko *et al.* 2019) pomůže tento stav změnit a možnosti, které studium půdní fauny skýtá, mnohem více prakticky využít.

Seznam literatury je připojen k webové verzi článku na www.casopis.ochranaprirody.cz



Obr. 8 Fosilní nálezy dokládají, že některé v současnosti žijící běžné formy jsou prakticky živými fosiliemi. (A) Fosilní druh *Devonacarus sellnicki* Norton *et al.*, 1988 z devonských sedimentů z USA a jemu nápadně podobný prapancířník ježatý – (B) *Paleacarus hystricinus* (Tragardh, 1932), žijící i na našem území. Foto Ladislav Miko