

## Akvatická fauna v půdním prostředí – jak ji pozorovat?

Většina lidí vnímá půdu jako prostředí terestrické, útvar pevného skupenství, tmavý a neprůsvitný. Navzdory tomu je půda i prostředí vodní a hostí celou škálu typicky vodních skupin organismů, z nichž mnohé tvoří společenstva charakteristická právě pro půdu (viz též Živa 2000, 1: 25–27; 3: 169–172). Zatímco terestrická půdní fauna je v obecném povědomí zastoupena alespoň obligátními žížalami, povědomí o akvatické půdní fauně se dosud často neprobojovalo ani mezi odbornou veřejností.

Vodní organismy bývají také označovány jako hydrobionti. Žijí a potravu přijímají ponořené ve vodě nebo alespoň pokryté vodním filmem. V půdním prostředí jde většinou o drobné druhy (mikroedafon), jejichž tělo na průřezu zřídka přesahuje průměr 50  $\mu\text{m}$ . Obvykle jsou adaptovány na možnost vyschnutí svého okolí a tím omezení dostupnosti potravy v mikroprostorech, které obývají. Patří sem jednak bakterie, řasy, houby a také mikrofauna (prvoci, hlístice, vířníci, želvušky, ploštěnky a další).

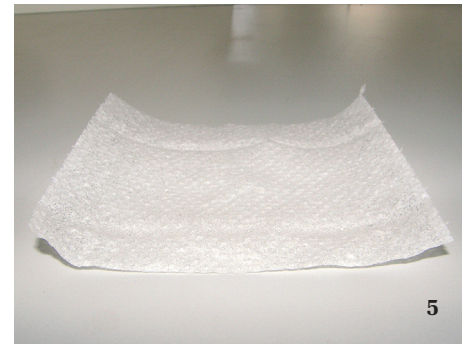
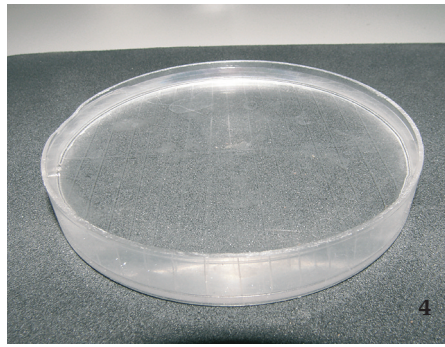
Naproti tomu hydrobionti jsou suchozemské organismy dýchající půdní vzduch a jsou nicméně silně závislé na vysoké půdní vlhkosti. Bývají to již větší živočichové, jako např. chvostokoci, pancířníci a roupice (mezofauna), kteří využívají existující půdní prostory, a žížaly, brouci, sto-

nožky a mnohonožky (makrofauna) pohybující se na povrchu půdy, v opadu nebo aktivně hloubící chodby.

Pro pochopení půdního prostředí je jedním ze zásadních faktorů vliv kapilárně vázané vody na površích půdních částic. Zatímco v běžném vodním prostředí vliv okrajů a povrchů považujeme většinou za zanedbatelný, v půdním prostředí hrají zcela zásadní roli vzhledem k jejich součtu (velké ploše). Voda je na pevných částicích vázána ve formě vodního filmu velkými adhezivními silami, které rostou exponenciálně se ztenčující se vrstvou vody na povrchu částice. Tato tzv. kapilární voda je v půdě přítomna ve středoevropských podmínkách prakticky celoročně (s výjimkou krátkých období letního sucha). Důsledkem toho je vysoká vlhkost půdního vzduchu, která se většinou blíží

100 %. To je prostředí typické pro půdní hydrobionty. Za silných dešťů nebo v případě zaplavení je v půdě přítomna také tzv. gravitační voda, která zaplňuje i větší prostory, za normálních okolností vyplněné vzduchem. Tyto periody však bývají časově omezené a paradoxně mohou vodním organismům v půdě přinášet omezení a nevýhody dané např. nedostatkem kyslíku (za vyšších teplot v létě). V případě chladné vody s množstvím rozpuštěného kyslíku je vliv na půdní organismy pozitivní (možnost zvýšené migrace apod.). Díky přítomnosti relativně velkého množství organických látek ve formě humusu je půda schopna pojmout značné množství vody (velká retenční kapacita). Vlhkostní poměry v půdě jsou proto celkem stále a vytvářejí vhodné prostředí i akvatickým půdním organismům.





Typickým příkladem hydrobiontů jsou vířníci (*Rotifera*, dříve *Rotatoria*). Ačkoli je to skupina poměrně známá ze sladkých vod, fakt, že pravidelně obývají také půdní prostředí, bývá pro mnohé překvapením. Běžní jsou zde především vířníci z třídy pijavenky (*Bdelloidea*; hlavně rody *Macrotrachela*, *Habrotracha*, *Mniobia*, *Adineta* a další), tvořící většinou 80–90 % populací, ale pravidelně se vyskytují i točivky (*Monogononta*; rody *Encentrum*, *Wierzejskiella*, *Bryceella*). Velká část z nich získává v půdě potravu způsobem charakteristickým pro tento kmen, a to pohybem brv vířivého orgánu – filtrací mikročástic z půdního roztoku.

### Jak můžeme pozorovat půdní hydrobionty?

Chceme-li pozorovat půdní organismy, musíme je oddělit od tmavých a neprůhledných půdních částic a zároveň je v případě hydrobiontů ponechat ve vodním prostředí. Toho lze dosáhnout několika metodami. Jednoduché je rozplavování, kdy vzorek půdy rozmícháme (roztřepeme) v destilované, dešťové nebo alespoň převařené vodě do tak řídké suspenze, že je

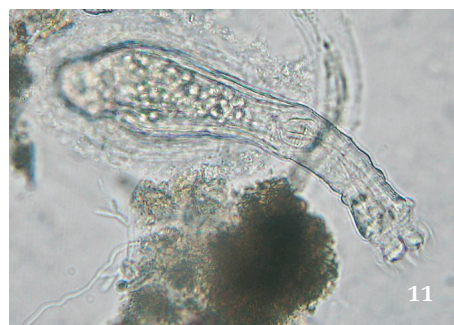
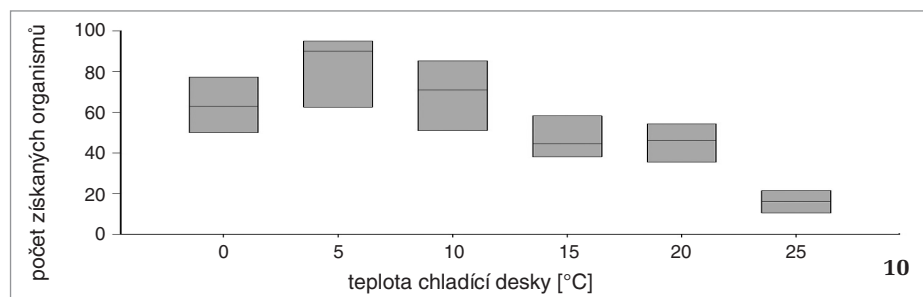


- 1 Klimaxový, převážně bukový les ve PR Kleť v jižních Čechách
- 2 Vzorek svrchní vrstvy půdy bukového lesa tvoří především listový opad v různém stupni rozkladu
- 3 Baermannova nálevka je vhodnou metodou např. pro získávání hlístic (*Nematoda*) a želvušek (*Tardigrada*).
- 4 Petriho miska s nalinkovaným dnem pro L-C extrakci (blíže v textu)
- 5 Jednotlivý list jemného vícevrstvého buničitého papíru se využívá k zachycení jemných částic půdy a jejich oddělení od organismů.
- 6 Plastová síťka pro L-C extrakci se sítí o velikosti ok 200 µm
- 7 Vzorek organické půdy pro extrakci půdní fauny
- 8 L-C extraktor v provozu
- 9 Vzoroky půdy připravené pro L-C extrakci



**Tab. 1** Vliv osvětlování a chlazení vzorku v L–C extraktoru na extrakční účinnost pro hlavní skupiny půdních vířníků. Z tab. vyplývá, že světlo i chlazení účinnost významně zvyšují. Není ale vhodné používat světlo bez chlazení, protože narůstá množství neaktivních jedinců, tedy těch, kteří vlivem nepříznivých podmínek uhynuli nebo přešli do stadia anabiózy a nelze je již dále určit do druhů. Byla použita metoda dvoucestné analýzy variance (F test), P je dosažená hladina významnosti.

Vliv na extrakční účinnost	Světlo		Chlazení		Interakce	
	F	P	F	P	F	P
Aktivní						
<i>Bdelloidea</i>	9,77	0,000	33,60	0,000	7,64	0,002
<i>Monogononta</i>	7,27	0,003	45,06	0,000	13,27	0,000
Neaktivní						
<i>Bdelloidea</i>	9,34	0,000	1,48	0,234	1,49	0,241
<i>Monogononta</i>	0,15	0,460	0,15	0,700	1,97	0,157



**10** Rozdílné výsledky L–C extrakce za různé intenzity chlazení vzorku – je zřejmé, že nejlepších výsledků je dosaženo při teplotách okolo 5 °C, naopak za pokojové teploty se získá jen malá část přítomných organismů. Orig. M. Devetter  
**11** Půdní vířník *Habrotricha pusilla* si vytváří kolem sebe slizovitou pochvu.  
**12** Monogonontní vířníci rodu *Encentrum* jsou také charakteristickými obyvateli půdního prostředí.  
**13** Vířník *Macrotrachela plicata* je typický v listovém opadu. Snímky M. Devettera

možné jednotlivé částice a organismy mikroskopicky pozorovat.

Tato metoda je ale vhodná prakticky jen pro jednobuněčné – půdní prvky (především nálevníky – *Ciliata* a krytenky – *Testacea*) a řasy. Dříve se používala i pro některé mnohobuněčné skupiny, ale byla opuštěna pro značnou pracnost při zpracování velkého objemu materiálu.

sítu 20 µm a dobře propláchneme čistou vodou. Tím získáme frakci o rozměrech 20–400 µm, která obsahuje naprostou většinu mnohobuněčných hydrobiontů. Suspenzi spláchneme do centrifugační zkušavky a odstředíme pět minut při 1 700 otáčkách za minutu. Odsajeme čistou vodu (supernatant), do zkušavky nadávkuje 10 ml roztoku sacharózy (0,45 kg cukru na 1 l vody) a dobře rozmícháme. Odstředíme dvě minuty. Supernatant ve zkušavce obsahuje přítomné organismy, očištěné od těžších složek půdy, které přesuneme do Petriho misky. Výhodou této metody je, že jí lze zachytit všechny přítomné organismy, i ty mrtvé a neaktivní. Nevýhodou naopak může být osmotický šok, který často znehodnotí jedince pro pozdější determinaci, např. v případě vířníků.

### L–C extrakce

Především pro půdní vířníky byla vyvinuta metoda založená na podobném principu jako Baermannova nálevka, ale odstraňuje některé její podstatné nevýhody a má vyšší účinnost (L–C z anglického light and cooling – světlo a chlazení). Vířníci totiž na rozdíl od hlístic nebo želvušek mají schopnost aktivního pohybu ve vodním sloupci a zároveň jsou schopni se pevně přichytit na stěny nádoby.

Stejně jako v případě Baermannovy nálevky i L–C extrakce je behaviorální metodou, která funguje na principu snahy organismů uniknout z půdních mikroprostorů a z dosahu nepříznivých podmínek. Vzorek půdy se rozprostře na plastovém sítku (obr. 6) a mezi vzorek a síťovinu se vloží velmi tenká vrstva buničiny (např. jedna vrstva jemného vícevrstvého toaletního papíru). Sítko se vloží do Petriho misky naplněné destilovanou vodou (obr. 4). Misku umístíme do extraktoru, kde se vzorek zespoda chladí na 5 °C a shora je osvětlován šetřivými zářivkami po dobu 24 hodin (obr. 8). Po uplynutí inkubační doby se sítko s půdním vzorkem z Petriho misky opatrně vyjme a organismy se pozorují přímo na místě v mikroskopu nebo stereoskopické lupě. Smíříme-li se s nižší účinností, můžeme Petriho misku se vzorkem inkubovat i bez použití extraktoru, např. v běžné chladničce.

Jde o jednoduchou a dostupnou metodu, která nám umožní pohled na půdní hydrobionty a je vhodná pro vířníky, hlístice, želvušky, ale i půdní buchanky (*Copepoda*) nebo ploštěnky (*Turbellaria*). Ponecháním Petriho misky s organismy v extraktoru (nebo chladničce) se navíc prodlužuje doba zpracovatelnosti vzorku z několika hodin až na několik dní, což výrazně pomáhá při práci s citlivými organismy, které se musí determinovat zaživa (vířníci).

Jak už bylo uvedeno v úvodu, půdní hydrobionti jsou specifickou skupinou organismů s charakteristickými životními nároky a projevy. Z tohoto pohledu je jejich studium velmi zajímavé. Existence vhodných metod k pozorování je podmínkou jejich studia a umožňuje rozšířit povědomí o jejich existenci a významu v ekosystémech i mimo akademická pracoviště. Jednoduchost metod nabízí využití např. i ve školních praktikách nebo přírodovědných kroužcích.

### Baermannova nálevka

Metodou, která umožňuje získat kvalitní (kvantitativní) vzorek některých skupin půdní fauny, je Baermannova nálevka (viz obr. 3). Jde o skleněnou nebo plastovou nálevku, která je na zúženém dolním konci zakončena zkušavkou či epruvetou a naplněna vodou ve svislé poloze. Do široké části nálevky se vloží sítko z gázoviny nebo podobného organického materiálu, na kterém se rozprostře vzorek půdy v tenké vrstvě tak, aby byla půda ponořena ve vodě. V této poloze se ponechá obvykle 24 hodin.

Metoda je založena na vlastní aktivitě živočichů, kteří pronikají z půdy do vody, v níž kvůli vyšší specifické hmotnosti těla klesají po hladkých a konických stěnách nálevky do její dolní části a hromadí se v epruvetě či zkušavce. Nevýhodou je nedostatek kyslíku (anoxie), který může vzniknout na dně nálevky, protože větší množství organismů kyslík vydýchá. Tato metoda je vhodná např. pro hlístice (*Nematoda*) a želvušky (*Tardigrada*), které nejsou schopny aktivně plavat nebo se zdržovat na stěnách nálevky.

### Flotační techniky

Podstatou různých modifikací této metody je oddělení složek půdy v závislosti na jejich specifické hmotnosti např. pomocí hustého cukerného roztoku. Vzorek půdy rozmícháme v 600–700 ml vody, přecedíme přes sítko 400–500 µm, zachytíme na