

Katastrofální povodně a obnova společenstev půdní fauny



povodní a těsně po ní. U všech sledovaných skupin zaznamenali výrazný pokles početnosti a v mnoha případech i ochuzení druhového spektra. Negativně byly postiženy epigeické (tj. povrchově aktivní) i edafické (obývající půdu) části společenstev. K podobným závěrům došel i J. Rusek při studiu chvostoskoků a roztočů obývajících aluviální louky nedaleko Lanžhota.

Pavel Dedek, Ivan H. Tuf, Šárka Jandová

Povodně představují významný faktor při utváření společenstev půdních bezobratlých živočichů v zaplavovaných (aluviálních) oblastech. U nás jsou tato specifická společenstva existenčně závislá na pravidelných, především jarních záplavách. Lužní lesy (např. v CHKO Litovelské Pomoraví) jsou typickým příkladem právě tohoto typu ekosystémů. Záplavy, které postihly velkou část střední Evropy v červenci 1997, však v porovnání s pravidelnými jarními povodněmi představovaly disturbanci (narušení) kvalitativně a především kvantitativně zcela odlišnou. Během čtyř dní spadly na severní Moravě srážky o objemu srovnatelném se srážkovým úhrnem za 3–4 měsíce srážkově průměrného roku. Tato skutečnost, spolu s výjimečným souběhem povodňových vln, vyústila v přírodní katastrofu mimořádných rozměrů, která zásadním způsobem poznamenala nejen životy a majetek lidí, ale také přírodní ekosystémy (viz např. Živa 1998, 1: 9–11; 4: 154–156; 2002, 6: 273–276). Ačkoli se krátce po povodni objevily názory, že ekosystémy CHKO Litovelské Pomoraví byly touto událostí postiženy jen zanedbatelně, výzkumy prováděné v letech 1998–2005 a zaměřené na půdní makrofaunu v zasazených oblastech ukázaly pravý opak.

Zásadní rozdíl ve vlivu letních povodní a záplav v chladnějších částech roku na společenstva půdních bezobratlých popsal J. Rusek (Živa 1998, 1: 29–30; 2003, 3: 121–123). Při jarních záplavách je okamžitý negativní vliv jen minimální a snížení početnosti (abundance) dominantních druhů představuje snížení kompetičního (konkurenčního) tlaku. Otevírá se tak prostor pro další druhy, které byly v předpovodňovém společenstvu zastoupeny jen v nižších počtech, popř. pro druhy zcela nové. Letní povodně naproti tomu snižují početnost

druhů výrazně a dlouhodoběji. To má několik příčin: (1) na nepravidelné letní povodně nemají organismy v průběhu evoluce možnost se adaptovat a (2) při letních povodních je voda relativně teplá, a proto obsahuje menší množství kyslíku.

Bezprostředním vlivem letní povodně z r. 1997 na půdní faunu se zabývali V. Pižl a K. Tajovský (1998), kteří srovnávali společenstva různých skupin bezobratlých (konkrétně stejnoožce, stonožky, mnohoonožky a žížaly) na několika lokalitách v rámci CHKO Litovelské Pomoraví před

Strategie přežívání záplav

V naší studii jsme si položili otázku, jak dlouho se společenstva půdní fauny devastovaná povodněmi v červenci 1997 budou zotavovat. Jako modelové skupiny organismů jsme si zvolili střevlíkovité brouky (*Carabidae*) a suchozemské stejnoožce (*Iso-poda: Oniscidea*). Tento příspěvek volně navazuje na článek I. H. Tufova a J. Tufové, kteří se věnovali vývoji a obnově společenstev stonožek (*Chilopoda*), mnohoonožek (*Diplopoda*) a suchozemských stejnoožců po letní záplavě na lokalitách CHKO Litovelské Pomoraví (Živa 2002, 6: 269–272).

V případě střevlíkovitých nám chybějí jakékoli informace o bezprostředním účinku letní povodně na jejich společenstva v prostředí lužních lesů. Na základě prací věnovaných strategiím přežívání záplav můžeme u těchto brouků předpokládat, že využívají především jednoduché strategie riskování spojené s vysokým rozmnožovacím potenciálem, dobrou schopností šíření (disperze) a rychlou rekolonizací postižených oblastí po odeznění povodně. Strategie přežívání povodni u střevlíků do značné míry závisí na charakteru biotopu. Zatímco v lesních porostech dominují krátkokřídlé (brachypterní) druhy a jejich strategie se opírá především o vertikální migraci po kmenech stromů, na otevřených stanovištích převládají druhy schopné letu, pro něž únik před vodou nepředstavuje vážný problém.

V laboratorních experimentech zkoumajících schopnost střevlíků snášet dlouhodobé ponoření se ukázalo, že některé druhy jsou schopné vydržet pod vodní hladinou od několika týdnů až po měsíce. Rozhodujícím faktorem ovlivňujícím délku přežití se ukázala být teplota vody (čím nižší, tím delší čas přežívání), se kterou souvisí nejen obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě, ale i úroveň metabolismu střevlíků. Z tohoto pohledu jsou letní povodně pro přežívání střevlíků méně příznivé, protože teplota vody je při nich relativně vysoká, kyslík se v ní hůře rozpouští a střevlíci mají rychlejší metabolismus. Významné rozdíly v přežívání se projeví i mezi vývojovými fázemi životního cyklu střevlíků — u některých druhů vykazovaly larvy mnohem delší čas přežití pod vodní hladinou než dospělci.

Přímý vliv povodně na společenstva naší druhé modelové skupiny, tedy suchozemských stejnoožců, popsal již zmiňovaný V. Pižl a K. Tajovský. Ti zaznamenali prudký pokles aktivity epigeických druhů, která se snížila ve srovnání s předpovodňovým stavem 5x. Ještě více povodeň poznamenala půdní část společenstev — byly zaznamenány pouze dva z původních pěti druhů a jejich početnost poklesla dokonce 60x.

U suchozemských stejnoožců lze předpokládat, že k přežití povodni využívají



Lužní les Litovelského Pomoraví při jarní záplavě 30. března 2006



*Půdní fauna snažící se zachránit před povodní pomocí vertikální migrace — stejnonožci *Protracheoniscus politus* a *Porcellium conspersum*, plzák hnědý (*Arion fuscus*), larvénky rodu *Tetradontophora* aj. *chvostokoci*. Snímky I. H. Tufa, není-li uvedeno jinak*

zejména vertikální migraci na vyvýšená stanoviště (viz obr.), zdokumentována je i schopnost přežít krátkodobé zaplavení. Drobné půdní druhy mohly také přečkat povodně v půdě či pod úkryty ve vzduchových kapsách. V případě letní povodně se však zdá, že doba zaplavení (voda v CHKO Litovelské Pomoraví stála asi 6 týdnů) byla příliš dlouhá na to, aby stejnonožci mohli tuto strategii úspěšně uplatnit.

Lokalita a metody výzkumu

Studovaná lokalita se nachází v CHKO Litovelské Pomoraví, nedaleko obce Horka nad Moravou (210 m n. m.). Lužní les zde tvoří přibližně 120letý porost, v němž dominuje habr obecný (*Carpinus betulus*), dub letní (*Quercus robur*) a v menší míře se tu vyskytuje javor babyka (*Acer campestre*). Keřové patro není vyvinuto. Typicky se tu střídají různé fáze bylinné vegetace během roku. Jarní aspekt začíná rozkvětem sasanek hajní (*Anemone nemorosa*) a bledule jarní (*Leucojum vernalis*), dále zde kvete např. kokořík mnohokvětý (*Polygonatum multiflorum*), orsej jarní hlízatý (*Ficaria verna* subsp. *bulbifera*), sasanka pryskyřníkovitá (*A. ranunculoides*) ad. Pro letní aspekt je charakteristická především bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*). Mechové patro tvoří zejména trněnka odstálá (*Eurhynchium bians*), kronglovka tisolistá (*Fissidens taxifolius*) a lesklec rodu *Plagiothecium*.

Náš výzkum probíhal od února 1998 do února 2005. Společenstva střevlíků jsme získávali pomocí 6 jednoduších zemních padacích pastí s formalínovou náplní, rozmístěných v linii v osmimetrových intervalech. Pasti jsme vybírali v 14denních, v zimních měsících pak v 28denních intervalech.

V případě stejnonožců jsme pro povrchovou (epigeickou) část společenstva použili stejnou metodu odebírání vzorků jako u střevlíků (formalínové zemní pastě). Půdní (edafická) část společenstev jsme zkoumali tepelnou extrakcí půdních vzorků (1/16 m², hloubka 10 cm), odebíraných měsíčně.

Celkem jsme získali 2 068 jedinců střevlíků a 2 312 jedinců stejnonožců metodou zemních pastí, 1 789 stejnonožců jsme extrahovali z půdních vzorků. Na lokalitě jsme zaznamenali 22 druhů střevlíků a 9 druhů stejnonožců. Společenstva z jednotlivých let (od února do února) jsme porovnávali s tzv. referenčními společenstvy, reprezentujícími předpovodňový stav. Použili jsme k tomu shlukovou (klastrovou) analýzu. Na základě změn v dominanci jednotlivých druhů jsme tak mohli posoudit, která společenstva (tj. kterých let) jsou si podobnější.

Střevlíci

Struktura společenstva v jednotlivých letech po povodni a struktura referenčního předpovodňového společenstva (z r. 1994) ukázaly, že některé druhy přítomné v nenarušeném stanovišti a nepřítomné v prvním roce po povodni se na stanoviště v následujících letech vracely (*Harpalus luteicornis*, *Pseudoophonus rufipes*, *Poecilus cupreus*, *Pterostichus oblongopunctatus*). Ve většině případů šlo o druhy preferující otevřená stanoviště a jejich postavení ve společenstvu nebylo významné. Na druhé straně několik druhů, které obývaly lokalitu v prvních letech po povodni, v následujících letech společenstvo opouštěly (*Abax carinatus*, *Amara familiaris*, *Harpalus latus*, *Poecilus versicolor*, *Stomis pumicatus*, *Trebus quadristriatus*, *Trepanes octomaculatus*). Nicméně tyto druhy v referenčním předpovodňovém společenstvu zastíhly nebyly (graf 1).

Ze srovnání situace v jednotlivých letech vyplývá, že obnova společenstva trvala relativně krátkou dobu (graf 2). Již třetí rok po povodni (2000) bylo společenstvo podobnější předpovodňovému stavu než společenstvu z roku předcházejícího (1999).

Rychlost, s jakou se společenstvo střevlíků zotavilo po tak výrazné distorbanci prostředí, je dána především skutečností, že střevlíci jsou značně pohybliví, většina druhů je schopná letu a mají vysoký reprodukční potenciál. Tato skutečnost se potvrdila i v práci D. Heringa a kol. (2004), který studoval střevlíky na lokalitách postižených stoletou povodní v Německu (1999). Sledoval rychlost obnovy společenstev střevlíkovitých obývajících břehové travinné biotopy. Měsíc po povodni sice zaznamenal nižší populační hustoty, ale již o další měsíc později dosáhly početnosti dokonce

*Drobný půdní suchozemský stejnonožec *Androniscus roseus* získal jméno „růžový“ podle prosvítajícího krevního barviva. Foto F. Vilisics*

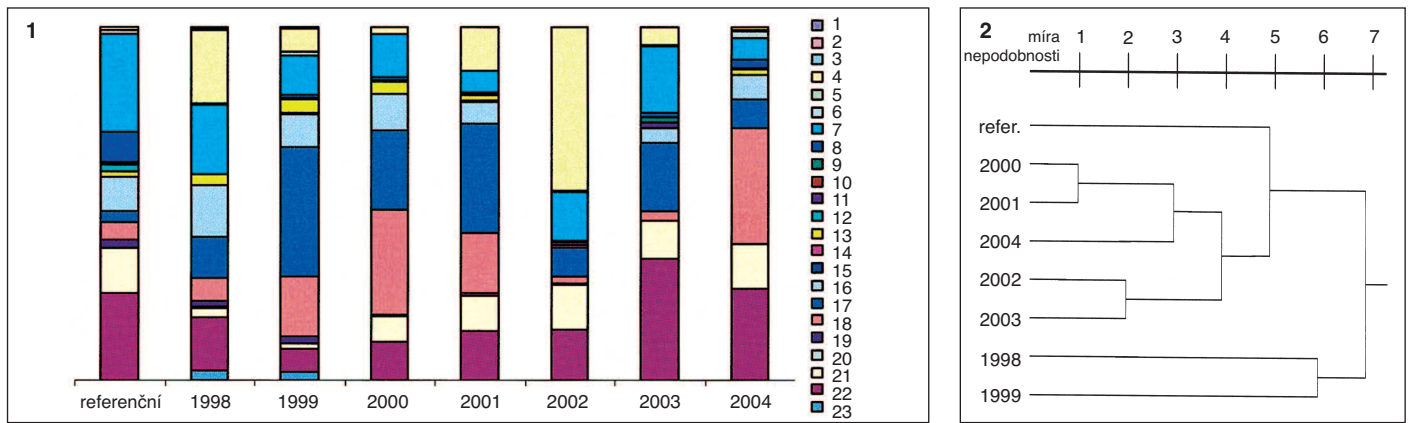
vyšších hodnot než před povodní. Nicméně došlo k výrazným změnám ve struktuře studovaného společenstva. Většina zachycených jedinců (96 %) náležela do jediného rodu šídlatec (*Bembidion*). Tito drobní, pohybliví a dobře létající obyvatelé břehů řek efektivně využili nově vzniklý prostor, kde jim nekonkurovaly jiné druhy střevlíků.

Suchozemští stejnonožci

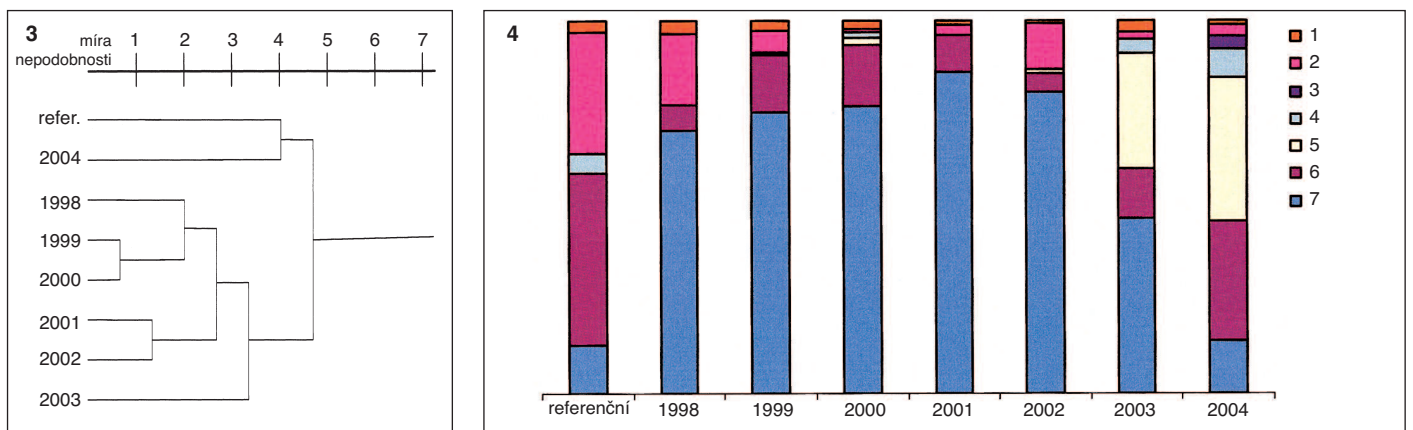
Téměř všechny druhy suchozemských stejnonožců osídily lokalitu již v prvním roce po povodni (grafy 4 a 5). K zásadním změnám však docházelo v zastoupení jednotlivých druhů ve společenstvu.

V epigeické části společenstva byla beruška mokřadní (*Ligidium hypnorum*) pozvolna nahrazována druhem *Trachelipus ratbkii*, který je typickým dominantním zástupcem stejnonožců středoevropských lužních lesů (ale i jiných biotopů). Naproti tomu vlhkomilná beruška mokřadní je v Litovelském Pomoraví hojná spíše v nelesních biotopech. V našem společenstvu však v prvním roce po povodni jasně dominovala (70,5 %). Situace mezi klesající populační hustotou *L. hypnorum* a rostoucí populací *T. ratbkii* je zřejmě příkladem mezidruhové kompetice. Beruška mokřadní pravděpodobně neobývá lesní prostředí nikoli proto, že by preferovala otevřená stanoviště, ale spíše proto, že hůře odolává konkurenčnímu tlaku ze strany jiných druhů stejnonožců s podobnou ekologickou nikou. Po povodni se mu otevřel prostor osídlený jinými druhy stejnonožců jen řídké, a to umožnilo jeho masivní rozvoj. Především v důsledku kompetičního soupeření mezi *L. hypnorum* a *T. ratbkii* trvalo navrácení společenstva epigeických stejnonožců do původního stavu plných 6 let (graf 3).

V případě stejnonožců obývajících hlubší vrstvy půdy se nejvýznamnější změny v dominanci odehrály u druhů *Trichoniscus pusillus* a *Hyloniscus riparius*. Populační hustota druhu *H. riparius* v referenčním společenstvu byla zanedbatelná (0,3 %), kdežto rok po povodni tento stejnonožec zcela dominoval — více než polovina jedinců získaných extrakcí z půdních vzorků náležela do tohoto druhu. Početnost *H. riparius* v průběhu 7 let zvolna klesala



Graf 1: Vývoj struktury společenstva střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) v CHKO Litovelské Pomoraví po letní povodni 1997, srovnání s předpovodňovým stavem (referenční). Střevlíci druhů: 1. *Trepanes octomaculatus*; 2. *Trechus quadristriatus*; 3. *Stomis pumicatus*; 4. *Pterostichus niger*; 5. *P. strenuus*; 6. *P. ovoideus*; 7. *P. melanarius*; 8. *P. oblongopunctatus*; 9. *Pseudoophonus rufipes*; 10. *Poecilus versicolor*; 11. *P. cupreus*; 12. *Molops piceus*; 13. *Limosdromus assimilis*; 14. *Harpalus luteicornis*; 15. *H. latus*; 16. *Carabus coriaceus*; 17. *C. scheidleri*; 18. *C. ulrichii*; 19. *C. granulatus*; 20. *Amara familiaris*; 21. *Abax parallelus*; 22. *A. parallelepipedus*; 23. *A. carinatus* ♦ Graf 2: Srovnání podobnosti společenstev střevlíkovitých v jednotlivých letech po povodni s referenčním (předpovodňovým) společenstvem. Referenční společenstvo je více podobné společenstvu z r. 2000 a pozdějším, než společenstvu z předchozího r. 1999



Graf 3: Srovnání podobnosti povrchových (epigeických) částí společenstev suchozemských stejnoožců (*Oniscidea*) ze zemních pastí vzorkovaných v jednotlivých letech po povodni s předpovodňovým (referenčním) společenstvem. Společenstvo z r. 2004 je podobnější referenčnímu více, než společenstvům z předchozích let ♦ Graf 4: Vývoj struktury epigeické části společenstva suchozemských stejnoožců (vzorkováno pomocí zemních pastí) po letní povodni 1997 a její srovnání s předpovodňovým stavem. Stejnoožci druhů: 1. *Hyloniscus riparius*; 2. *Trichoniscus pusillus*; 3. *Porcellium collicola*; 4. *P. conspersum*; 5. *Protracheoniscus politus*; 6. *Trachelipus rathkii*; 7. *Ligidium hypnorum*

a jeho dominantní postavení ve společenstvu postupně přebíral druh *T. pusillus*. Obě změny jsou v souladu s předpovodňovým stavem. I v tomto případě je příčinou změn v dominancích pravděpodobně konkurence. Populační hustota drobného druhu *T. pusillus* (2–4 mm) navíc, kromě konkurence s větším *H. riparius* (4–6 mm), negativně

koreluje se změnami v početnosti jeho predátora stonožky *Lithobius mutabilis*. Půdní část společenstva suchozemských stejnoožců se navrátila do stavu blízkého tomu předpovodňovému po čtyřech letech (graf 6).

Závěrem je možné shrnout, že přestože povodeň téměř žádný druh nedokázala vyhubit, je obnova narušených společen-

stev procesem dlouhodobým. Rychlost, s jakou se společenstva zotavují, závisí zejména na schopnostech šíření druhů — střevlíci jsou rychlí a ve většině případů letuschopní a obnova společenstev je tedy relativně rychlá (dva roky). Naopak u nelétajících suchozemských stejnoožců trvalo zotavení delší dobu (čtyři, resp. šest let).

Graf 5: Vývoj struktury půdní (edafické) části společenstva suchozemských stejnoožců (vzorkováno pomocí extrakce půdních vzorků) po letní povodni 1997 a její srovnání s předpovodňovým stavem. Stejnoožci druhů: 1. *Haplophthalmus mengei*; 2. *Androniscus roseus*; 3. *Hyloniscus riparius*; 4. *Trichoniscus pusillus*; 5. *Porcellium conspersum*; 6. *Protracheoniscus politus*; 7. *Trachelipus rathkii*; 8. *Ligidium hypnorum* ♦ Graf 6: Srovnání podobnosti edafických částí společenstev suchozemských stejnoožců (půdní vzorky) s předpovodňovým stavem. Orig. I. H. Tufa

