

Co víme o endemické žížale *Allolobophora hrabei*

Schopnost aktivního šíření většiny zástupců palearkticky rozšířené čeledi žížalovitých (*Lumbricidae*) je velmi omezená, a proto mezi nimi nacházíme mnoho druhů endemických v malých areálech. Nejvyšší míru endemismu vykazuje fauna v tzv. speciálních centrech, která se v Evropě nacházejí na Balkáně a Pyrenejském poloostrově a mimo ni pak v Zakavkazí, ve Střední Asii a v nearktické oblasti na jihovýchodě USA. Nicméně, s endemity se setkáme téměř ve všech částech areálu této čeledi, s výjimkou míst postižených čtvrtohorním zaledněním. Je tomu tak i ve středoevropské fauně čítající více než stovku druhů, z nichž 40 % lze označit za endemické pro tuto oblast. Ačkoli tyto druhy často dominují ve společenstvech specifických lesních nebo travinných ekosystémů, o jejich ekologii a vlivu na prostředí dosud víme velmi málo. Donedávna to platilo i o naší nejdelší žížale *Allolobophora hrabei*.

Žížaly a jejich role v půdě

Žížaly patří zcela jistě k našim nejznámějším bezobratlým živočichům. Málokdo však ví, že názvem „žížala“ se označuje více než 5 000 dnes známých druhů (odhaduje se, že další nejméně 2 000 nebyly dosud popsány) větších a převážně suchozemských kroužkvců (*Annelida*), kteří jsou v současném systematickém pojetí řazeni do podřádu *Lumbricina* zahrnujícího 23 čeledí. Můžeme se s nimi setkat téměř všude kromě pouští a polárních oblastí, většina čeledí však obývá tropické

a subtropické oblasti nebo mírný pás mimoevropských kontinentů. Ve střední Evropě se s výjimkou vodního druhu *Criodrilus lacuum* z čeledi *Criodrilidae* vyskytují jen zástupci zmíněné čeledi žížalovitých (*Lumbricidae*).

Žížaly jsou saprofágní živočichové a představují nejvýznamnější skupinu půdní makrofauny, některé druhy však mohou obývat i sladkovodní ekosystémy nebo nadzemní části suchozemských ekosystémů. K nejdůležitějším požadavkům žížal na prostředí patří dostatek potravních zdrojů,

vhodná vlhkost, teplota, půdní reakce a textura. Základním zdrojem jejich potravy je odumřelá organická hmota rostlinného původu a půdní mikroorganismy, méně významnou složku tvoří drobní půdní živočichové. Z hlediska potravních preferencí můžeme rozlišit dvě skupiny žížal – detritofágní a geofágní. Detritofágní druhy se živí rostlinnými zbytky, případně exkrementy savců, na půdním povrchu a v nejsvrchnějších horizontech, zatímco druhy geofágní pohlcují velká množství půdy a tráví v ní obsažené silně rozložené organické zbytky a mikroflóru. Geofágové přitom selektivně vyhledávají místa s vyšším obsahem organické hmoty (např. rhizosféru). Stravitelnost různých druhů rostlin pro detritofágní žížaly se významně liší. Nejlépe tráví zbytky jetelovin, některých druhů trav a na taniny chudé listy dřevin, obtížně stravitelné jsou pro ně jehlice konifer. Rozbory zažívacího traktu geofágních žížal ukázaly, že stejný druh se na různých lokalitách může živit odlišnou potravou. Řada studií ukázala význam mikroorganismů, zejména mikroskopických hub a řas, v potravě žížal, i schopnost žížal přežít v prostředí, v němž jsou mikroorganismy exkluzivním zdrojem potravy. Trávení půdní mikro- a mezofauny bylo experimentálně prokázáno v případě prvoků, půdních hlístic (*Nematoda*, jejich populace byly v přítomnosti žížal redukovány až o 70 %) a chvostoskoků (*Collembola*).

Jednotlivé druhy žížal se výrazně liší svými životními (ekologickými) strategiemi a adaptacemi. Na základě korelací s morfoloickými (velikost, pigmentace, vývoj svaloviny a tyflosolis – střevní podélné řasy), demografickými (produkce kokonů, délka života), etologickými (tvar chodeb, produkce exkrementů, mobilita, reakce na zhoršení životních podmínek) a environmentálními (typ potravy, přetlačná tlaky, reakce na změnu prostředí)





1 Nejbohatší populace žížaly *Allolobophora hrabei* z čeledi žížalovitých (*Lumbricidae*) můžeme v současnosti nalézt na Pouzdřanské stepi na Břeclavsku.

2 Dospělý jedinec *A. hrabei* dosahuje délky až 60 cm.

3 Žížala *A. hrabei* produkuje na půdní povrch dobře rozeznatelné kupy válečkovitých exkrementů. Snímky V. Pižla

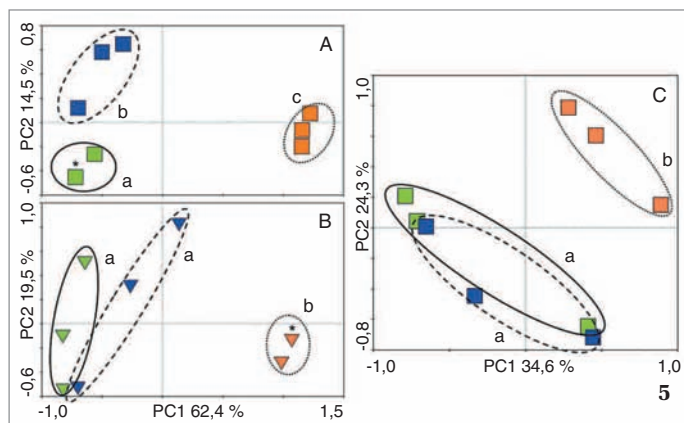
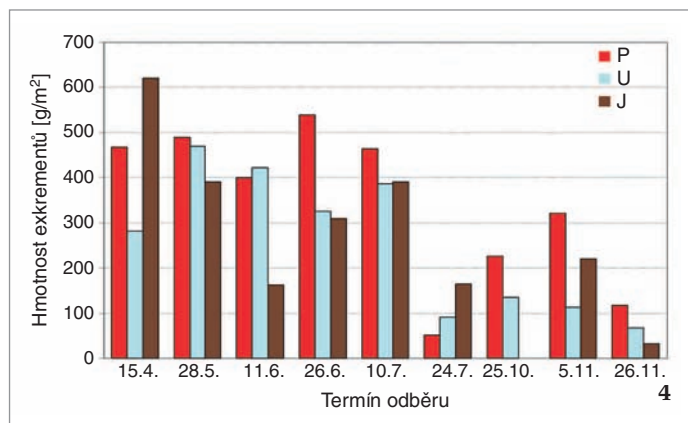
charakteristikami jsou žížaly z čeledi *Lumbricidae* rozdělovány do tří základních ekologických skupin: epigeické, endogeické a anektické. V klasickém pojetí odpovídají (s mnoha výjimkami) epigeické žížaly r-stratégům (rychlá reprodukce), endogeické K-stratégům (vyšší konkurenceschopnost) a anektické tvoří přechodnou formu mezi oběma skupinami. V rámci epigeických žížal můžeme rozeznat několik podskupin: druhy straminikolní (žijící v opadu), subkortikolní (pod kůrou padlých dřevin), fleofilní (obývající místa nad povrchem půdy), detritofágní (žijící v hnoji a nahromaděných rostlinných zbytcích), koprofágní (živící se exkrementy savců) a druhy amfibické, žijící v zamokřené půdě a pod vodní hladinou (zde jsou součástí makrobentosu). Do podskupin jsou rozdělovány i žížaly endogeické, mezi nimi najdeme druhy epiendogeické (ze svrchních vrstev minerální půdy), saprorrhizofágní (živící se odumřelými kořeny rostlin) a hypoendogeické, které hloubí horizontální chodby v hlubších minerálních horizontech. Anektické žížaly vytvářejí hluboké vertikální chodby, potravu však získávají na povrchu.

Významná úloha žížal při tvorbě půdní struktury (pedogenezi), dekompozici organické hmoty a v koloběhu živin je akceptována již od dob Charlese Darwina. V současnosti žížaly řadíme mezi „ekosystémové inženýry“, neboť mohou svou aktivitou zcela přebudovat prostředí, v němž žijí (viz také článek na str. 240–244 této Živy). Tu část půdy, která je pod jejich přímým vlivem, tzv. drilosféra (bezprostřední okolí žížalích chodeb), pak vědci rozeznávají jako jednu ze základních funkčních domén půdy. Drilosféra přitom ovlivňuje i domény ostatní (např. rhizosféru, agregátosféru, porosféru a detritosféru). Žížaly ovlivňují půdní prostředí především produkcí exkrementů a tvorbou chodeb. Význam exkrementů je daný jejich velkým množstvím a složením (minerální částice důkladně promíchané s rozloženými organickými zbytky a mikroflórou). Chodby žížal mění hlavně půdní pórovitost a vodní a plynný režim půdy. Hlavní efekt přitom nespočívá ve výrazném zvětšení celkové pórovitosti (chodby tvoří podle střízlivých odhadů ca 5 % objemu půdy), ale ve změně velikostní struktury porů. Chodby žížal patří svými rozměry (1 až >10 mm) k větším půdním porům a podstatně tak zvyšují celkový podíl makroporů v půdě. Na žížaly bohaté půdy se vyznačují obecně lepší jímavostí půdní vláhy než půdy bez žížal. Vertikálně probíhající chodby většinou přecházejí záplavy a výrazně zvyšují rychlost infiltrace vody do půdy. Výsledky studií v různých oblastech prokázaly v půdách s významnými populacemi žížal



vzrůst infiltrace o 15–93 % a lepší odolnost vůči erozi. Za určitých okolností však mohou žížaly erozi půdy i zvýšit v důsledku odplavení čerstvých povrchových exkrementů. Jejich exkrementy pak obsahují obecně vyšší podíl jílovitých a naplaveninových frakcí než okolní půda a menší podíl písku. Stabilita trusu žížal bývá obvykle vyšší než ostatních půdních agregátů, což je dáno řadou procesů probíhajícími ve střevním traktu žížal a vysokou aktivitou mikroorganismů v čerstvě defekovaných exkrementech. Provzdušněním půdy zvyšují dostupnost prostorů pro mikrobiální činnost a pohyb mikrofauny, zvyšují též poměr aerobních prostorů vůči anaerobním.

Aktivita žížal působící na chemické složení půdy a distribuci živin zahrnuje především inkorporaci částečně rozložené organické hmoty z povrchu do hlubších vrstev půdy, její rozmělnění a promíchávání s anorganickými frakcemi. Průchod střevním traktem žížal mění počty a složení mikroorganismů a následně dekompoziční procesy v exkrementech. Rychlost mineralizace organické hmoty, denitrifikace a dalších procesů je zde podstatně vyšší než v okolní půdě. Exkrementy žížal proto považujeme za centra mikrobiální aktivity v půdě a obsahují více NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} a dalších výměnných iontů než okolní půda. Dekompoziční procesy jsou ovlivňovány i chodbami žížal, na jejichž stěnách se koncentrují dusíkaté metabolity a mukózní sekrety a kde je zvýšena dostupnost kyslíku. Výzkum vlivu chodeb na půdní mikroflóru ukázal, že např. 42 % aerobních fixátorů dusíku se v půdě nachází v bezprostředním okolí chodeb žížal (ca 1 % celkového objemu půdy). Exkrementy žížal mají též proti půdě vyšší obsah auxinových látek, giberelinů, cytokininů a volných aminokyselin stimulačích růst rostlin a zvyšují dostupnost prostorů pro příjem živin rostlinami. Přítomnost žížalích chodeb pak je zejména v těžkých půdách zásadním faktorem pro tvorbu kořenového systému. Aktivita těchto živočichů též zamezuje vytváření krusty na půdním povrchu a tím napomáhá vzházení a rozvoji mladých rostlin. Máme rovněž dobře doloženo, že zvýšená činnost žížal vede ke zřetelnému snížení počtu fytoparazitických háďátek (*Nematoda*), přezimujících housenek a zimních forem fytopatogenních mikromycetů. Za určitých okolností však mohou mít



žížaly z čeledi *Lumbricidae* na okolní prostředí i negativní vliv (viz následující článek J. Schlaghamerského na str. 240–244 tohoto čísla).

Naprostá většina výše uvedených poznatků však byla získána studiem několika kosmopolitních druhů žížal s širokou ekologickou valencí. O ekologii a roli stovek méně hojných druhů nebo druhů s menším areálem dodnes víme jen málo, nebo vůbec nic. K takovým patřila i v severozápadní části Panonie endemická *Allolobophora hrabei*, na jejíž výzkum se Ústavu půdní biologie Biologického centra AV ČR, v. v. i., podařilo získat finanční prostředky.

Allolobophora hrabei

Žížalu *A. hrabei* poprvé našel v červnu 1929 prof. Sergej Hrabě, jeden z nejvýznamnějších brněnských zoologů, po dešti na polní cestě u Vranovic. Od té doby byla podle literárních záznamů, z nichž většina pochází z období do r. 1979, zjištěna na celkem 22 lokalitách: 8 na jihovýchodní Moravě, dvou na jihozápadním Slovensku a shodně na 6 lokalitách v severovýchodním Rakousku a severozápadním Maďarsku (Zajonc 1981, Zicsi 1994, Pižl 2002, Csuzdi a Zicsi 2003, Csuzdi a kol. 2011). Zřetelná byla rovněž skutečnost, že tento druh preferuje půdy pod suchými trávníky, zejména stepní ekosystémy. Obdobný typ rozšíření, který Csaba Csuzdi z budapeštské univerzity označil termínem Vindobonic distribution (2011) – přeneseně rozšíření v širším okolí starověké Vindobonie, nyní Vídně, byl kromě *A. hrabei* pozorován pouze u jediného dalšího druhu žížaly, *Dendrobaena mrazeki*, který se však kromě stepních ekosystémů vyskytuje hlavně v teplomilných doubravách.

Průzkum vedený v letech 2012–14, při němž byla navštívena všechna místa s historickým výskytem *A. hrabei*, však odhalil, že většina z těchto lokalit buď zanikla, např. rozšířením pískovny u Žabčic, zástavbou v Mlýnářcích u Nitry a v maďarských obcích, nebo je silně degradována intenzivní zemědělskou činností, např. v Suchohrdlech u Znojma a na mnoha místech v Rakousku. Recentní výskyt *A. hrabei* tak byl potvrzen pouze na jedné slovenské lokalitě (Devínska Kobyla), jedné maďarské (Várbalog), jedné rakouské (Zurndorf) a na třech lokalitách jihomoravských (národní přírodní rezervace Pouzdřánská step a Kolby, přírodní památka Ječmeniště a národní přírodní rezervace Tabulová hora). Rovněž souběžný průzkum v dalších 23

stepních fragmentech s potenciálním výskytem *A. hrabei* na Břeclavsku (pět lokalit), Znojemsku (6), Hodonínsku (5), Vyškovsku (4) a na Pálavě (3) přinesl většinou negativní výsledky. *A. hrabei* byla nově objevena pouze v přírodní rezervaci Na Kocourkách a v přírodní památce U kapličky (Znojemsko). Početné populace však podle aktuálních znalostí žijí jen na třech místech na jižní Moravě, v NPR Pouzdřánská step a Kolby (obr. 1), PP U kapličky a PP Ječmeniště. Ani zde však tyto žížaly nenajdeme na celé ploše stepních fragmentů. Jejich výskyt bývá omezen pouze na místa s řídkou vegetací, často i s půdou utuženou pasením či sešlapem chodci, nebo tato místa *A. hrabei* přinejmenším upřednostňuje. Důvod nebyl exaktně stanoven, předpokládá se však, že vlivem snížení celkové evapotranspirace rostlin a vytvořením utužené povrchové vrstvy půdy se na těchto místech delší dobu udržuje půdní vlhkost příznivější pro aktivitu žížal.

A. hrabei je jedním z několika druhů žížalovitých, které byly popsány z našeho území. Její taxonomické postavení, resp. rodová příslušnost, zůstává ale dodnes nejasné. Na základě zmíněného Hrabětova nálezu u Vranovic a dalších jedinců odchycených později rovněž S. Hrabětem u Moravského Krumlova a následně Augustinem Hofferem na Pouzdřánských kopcích ji popsal Lev Černosvitov, v té době nejvýznamnější znalec žížal (po emigraci působil na Univerzitě Karlově v Praze, viz např. Živa 2005, 5: LXVII), jako *Eophila hrabei* ve své Monografii československých dešťovek vydané v r. 1935. Revize typového materiálu provedená v r. 1964 prof. Andrasem Zicsi, prominentním žížalím taxonemem, v létě 2015 bohužel zesnulým, však odhalila několik chyb v Černosvitově popisu a vedla k přeřazení druhu do rodu *Allolobophora* (sensu lato – v širším pojetí, ve smyslu systému čeledi žížalovití navrženého rumunským specialistou Viktorem Popem v r. 1941). Následovaly bouřlivé diskuze o postavení z tohoto rodu vyčleněných samostatných rodů *Aporrectodea*, *Nicodrilus* a *Allolobophora* sensu stricto, trvající až dodnes (Briones a kol. 2009, Decaens a kol. 2013). *A. hrabei* se vyhnuly, neboť se ukázalo, že na základě několika taxonomicky významných znaků nemůže patřit ani do jednoho z těchto rodů a ani do rodu *Eophila*. Teprve nedávno se nad jejím postavením vážněji zamyslel C. Csuzdi, který na základě poznatků z maďarského a rumunského materiálu spekuloval o příbuznosti se zástupci franko-iberijského

4 Produkce exkrementů žížaly *A. hrabei* na Pouzdřánské stepi (P), U kapličky (U) a na lokalitě Ječmeniště (J) v průběhu r. 2013. Orig. V. Pižl

5 Složení společenstev bakterií (A), archeí (B) a mikroskopických hub (C) v exkrementech *A. hrabei* (oranžově) bylo průkazně odlišné od půdy (zeleně) i driloféry (blízkého okolí žížalích chodeb, modře). Blíže v textu. Orig. J. Jirout

rodu *Zophoscolex*. Pouze na základě morfologických znaků se však neodhodlal svou hypotézu formalizovat. Čerstvé, dosud nepublikované výsledky analýz mitochondriálních genů COI a 16S rRNA provedené pracovníky Mikrobiologického ústavu AV ČR, v. v. i., příbuznost k rodu *Zophoscolex* potvrzují. Zároveň ukazují na potřebu vytvořit pro *A. hrabei* nový, monospecifický rod.

Z hlediska potravních zvyků náleží *A. hrabei* nepochybně ke geofágům druhům (viz výše). Pokud jde o její zařazení do ekomorfologické skupiny žížal, je považována za endogeický druh. V poslední době se však množí výsledky ekologických výzkumů naznačující, že toto rozdělení není tak univerzální, a od běžných „malých“ endogeických druhů (např. většiny zástupců rodů *Aporrectodea* a *Octolasion*) se odlišuje nejen velikostí (dorůstá délky až 60 cm), ale i tvarem těla a zbarvením. Přední část jejího těla totiž dosahuje téměř dvojnásobně šířky než část za opaskem a je hnědočerveně zbarvená s poměrně výrazným anterioposteriorním a dorzoventrálním gradientem (tedy zpředu dozadu a svrchu dolů). Za opaskem má šedavou barvu. V přední části těla *A. hrabei* jsou rovněž výrazně zesílené mezičlánkové přepážky (disepimenty), což jí usnadňuje ražení chodeb. Tyto znaky však vykazují spíše žížaly anektické než endogeické. Na rozdíl od „tuhé“ přední části má *A. hrabei* tělo za opaskem extrémně jemné a křehké. Od běžných endogeických druhů se liší i tvarem chodeb, neboť minimálně ve svrchních vrstvách půdy je jejich směr vertikální, zatímco endogeické druhy budují chodby převážně horizontální. Mimochodem, tato skutečnost, spolu s křehkým tělem, činí sběr nepoškozených jedinců *A. hrabei* za účelem studia

v laboratorních podmínkách velmi obtížným. Jedinci tohoto druhu totiž většinou nereagují na žádnou z běžně používaných etologických metod sběru žížal (extrakci roztokem formalínu nebo hořčice, ani vypuzování elektrickým proudem). Nelze uplatnit ani tepelnou extrakci, a tak jedinou možností, jak *A. hrabei* získat, je vykopání a opatrný rozbor půdy. Jelikož se však její výskyt dnes omezil téměř výhradně na fragmenty stepních ekosystémů, které požívají ve střední Evropě důsledné ochrany, a použití těžké techniky (bagru) by zde bylo těžko zdůvodnitelné, dochází i při odběru poměrně velkých půdních monolitů k přetržení či poškození téměř všech jedinců. Zraněné žížaly pak hynou do několika minut a jejich tělo se rychle zcela rozloží.

Rovněž produkce exkrementů *A. hrabei* je specifická, odlišná i od většiny ostatních velkých endogeických žížal. Povrchové exkrementy mají podobu několik centimetrů vysokých a až 20 cm širokých kupek typických, velice kompaktních válečkovitých pelet (obr. 3). Jsou dobře odlišitelné od exkrementů jiných druhů žížal, a proto mohou být dokladem přítomnosti *A. hrabei* na lokalitě. Studie založená na výsledcích nádobových pokusů v „ekologické laboratoři“, vybudované v jeskyni Baradla v národním parku Aggtelek v severním Maďarsku, však prokázala, že *A. hrabei* ukládá na povrch půdy jen o něco více než 50 % exkrementů, zatímco 40 % umísťuje do chodeb v hloubce do 50 cm a necelých 10 % v hloubce 50–100 cm (Zicsi a kol. 2011). S vazbou *A. hrabei* na vysychavé půdy stepí souvisí i její neobvyklá sezonní dynamika. Žížala je totiž často aktivní pouze několik týdnů na jaře (a spíše výjimečně i na podzim). V závislosti na poklesu půdní vlhkosti přechází do klidového

stadia (kviescence), kdy vyprázdní střevu a vybuduje si málo propustnou komůrku, v níž může strávit většinu svého života. Ve srážkově příznivém roce se perioda její aktivity prodlužuje.

Výzkum vedený v posledních třech letech na monitorovacích plochách v NPR Pouzdřanská step a Kolby, PP U kapličky a PP Ječmeniště ukázal, že aktivita *A. hrabei* může významně ovlivňovat abiotické i biotické parametry půd v současnosti ohrožených stepních fragmentů. Společenstva žížal tvořily na všech třech lokalitách pouze dva druhy – *A. hrabei* a malý endogeický, kosmopolitně rozšířený druh *Aporrectodea rosea*, který je vysoce tolerantní k vysychání. Průměrná početnost *A. hrabei* dosahovala i v jarních měsících poměrně nízkých hodnot, nejvýše 21 jedinců na 1 m², avšak vyprodukované množství povrchových exkrementů bylo překvapivě velké – až 4 068 g/m² za rok. Porovnání vybraných vlastností exkrementů, svrchní části drilosféry a okolní půdy ukázalo, že exkrementy *A. hrabei* mají ve srovnání s půdou průkazně vyšší obsah fosforu, draslíku, celkového dusíku a organického uhlíku, ale nižší pH a méně vápníku. Jsou rovněž obohaceny sacharolytickými enzymy (amylázou, celulázou).

Jak již bylo řečeno, aktivita *A. hrabei* výrazně ovlivňuje půdní mikrobiální společenstva. S využitím klasických i molekulárních metod bylo prokázáno, že v jejích exkrementech se nacházela nejvyšší hustota všech sledovaných skupin mikroorganismů (bakterií, aktinomycetů, mikroskopických hub i mikroeukaryot), byla zde také nejlepší dostupnost uhlíku a nejnižší růstový stres. Ještě významnějším se však jeví vliv žížal na složení společenstev mikroorganismů (Jirout a Pižl 2014). Zjištěn byl zejména posun v diverzitě bak-

terií, archeí a mikroskopických hub mezi půdou a exkrementy *A. hrabei*, kde bylo mikrobiální společenstvo velmi specifické (obr. 5). Exkrementy byly preferovány řadou termorezistentních a termotolerantních hub, včetně lidských patogenů. Vliv *A. hrabei* na půdní mezofaunu byl studován na příkladu půdních roztočů, pancířníků (*Oribatida*). Ukázalo se, že početnost a druhová bohatost půdních roztočů byla v závislosti na vlhkostních podmínkách někdy vyšší a jindy nižší v exkrementech a drilosféře *A. hrabei* než v okolní půdě. Tato variabilita pravděpodobně odráží dynamiku mikrobiálních společenstev ve stárnoucích exkrementech, především se to týká mikroskopických hub, které tvoří nejvýznamnější složku potravy pancířníků. Vliv *A. hrabei* na diverzitu pancířníků je důležitý i z ochranského hlediska, neboť vysoký počet velmi vzácných sucho- a teplomilných druhů těchto roztočů byl nalezen pouze v jejích exkrementech, nebo tento typ mikrohabitatu výrazně preferoval.

Závěrem lze konstatovat, že žížala *Allobophora hrabei* patří dnes k ohroženým druhům, neboť chybí na většině lokalit, kde se historicky vyskytovala. Její populace mohou být podpořeny vhodným managementem stepních ekosystémů (pastvou, kosením). Na místech s dostatečně velkou populací může významně ovlivňovat jak půdní vlastnosti, tak společenstva ostatních půdních organismů.

Výzkum A. hrabei a jejího vlivu na půdu a půdní organismy byl podpořen grantem Grantové agentury ČR P504/12/0536.

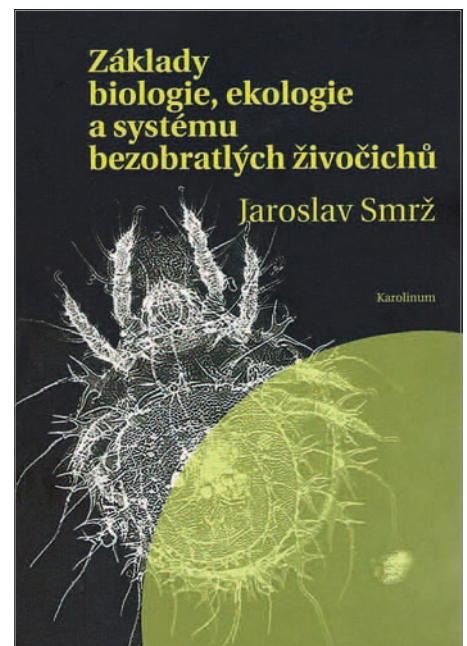
Seznam citované literatury najdete na webové stránce Živa.

Jaroslav Smrž: Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů

Tento primárně učební text má poskytnout podklad pro studium zoologie bezobratlých na bakalářském stupni vysokých škol. Měl by vyplnit mezeru v dosud vydaných učebnicích a skriptech, představujících buď stručný základ studijního tématu (Buchar 1992 a 1995, Sedlák 2000 a 2005), nebo rozsáhlý přehled, ale již dávno data (např. Bartoš 1966 nebo Komárek 1952). Zmíněné učebnice lze používat už jen do určité míry, základní fakta se nezměnila, ale vývoj metodik a z nich vyplývajících závěrů je staví často do jiného světla. Nehledě na množství nově popsaných taxonů. Hlavní roli hraje faktor moderního a stále se měnícího názoru na některé aspekty biologie, zejména vstupem elektronové mikroskopie, molekulárních metod, ultrahistologie apod. To platí především o otázkách evoluce a fylo-

geneze, kde současnému tempu nových poznatků vydávání učebnic nestačí. Na druhou stranu pro bakalářský stupeň studia představují učebnice a skripta stále podklad shrnující zásadní fakta.

Tato kniha se snaží zdůraznit na základech anatomie, fyziologie a systematického řazení taxonů všech skupin bezobratlých na úrovni kmenů a tříd, od vložkoviců a živočišných hub až po polostrunatce a ostnokožce, především aspekt biologický a ekologický. U každé skupiny je uvedena diagnóza nejdůležitějších diferencčních znaků odlišujících danou skupinu od ostatních, následuje charakteristika anatomická, biologická a ekologická s příklady vybraných zástupců. Publikace je určena studentům, biologům nejrůznějších specializací a adeptům příštích biologicky laděných povolání.



Nakladatelství Karolinum, Praha 2015 (dotisk prvního vydání Praha 2013), 192 str. Doporučená cena 230 Kč