http://dx.doi.org/10.14712/25337556.2024.2.4

OPEN ACCESS

NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU *XX* (CHOV BLEŠIVCŮ, GAMMARIDAE, AMPHIPODA)

Subject Matters of Experiments and Observations of Water Animals in School Aquarium XX (Gammaridae, Amphipoda)

LUBOMÍR HANEL, lubomir.hanel@pedf.cuni.cz, lubomir.hanel@seznam.cz Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií

Abstract

Gammarus *is an amphipod crustacean genus in the family Gammaridae. The body is laterally flattened. The head bears two pairs of antennae (the first pair is longer) and three pairs of mouthparts. There are differently shaped limbs on the seven free thoracic joints. The first two pairs of limbs (gnathopods) are pincer-like and serve to grasp food. Most of the thoracic limbs bear gill projections (used for breathing) and, in females, also a projection (oostegite), which is involved in the formation of the fetal chamber (marsupium). The buttock is seven-segmented, ending in two-branched uropods. When moving in shallow water and on the ground, they push off the bottom with the help of their chest limbs and pull their bottom. The whole body lies on its side. Sometimes freshwater shrimps move along the bottom using their limbs for a certain distance and upright. Plant parts and remains of animals (e.g. oligochaetes) appear in the food.*

In freshwater shrimps G. roeselii *and* G. fossarum*, the male joins the female before actual copulation. The male is larger and clings to her back. Both sexes swim together for several days. After the female undresses, copulation takes place. After copulation, the female lays eggs (8–60) in the marsupium.*

Our most common species is G. fossarum*, found in gently flowing waters and mountain streams. It is most often found in places with a smaller current, where there is sedimentation of plant remains, or under stones, in stands of aquatic vegetation. It is demanding on the oxygen content in the water and therefore cannot be found in the littoral of stagnant waters. The article provides breeding instructions and ideas for observing freshwater shrimps in a school aquarium. The possibility of breeding the foreign freshwater shrimp* Hyalella azteca *is also mentioned.*

Klíčová slova

školní akvárium, blešivci (Amphipoda), chov, pozorování

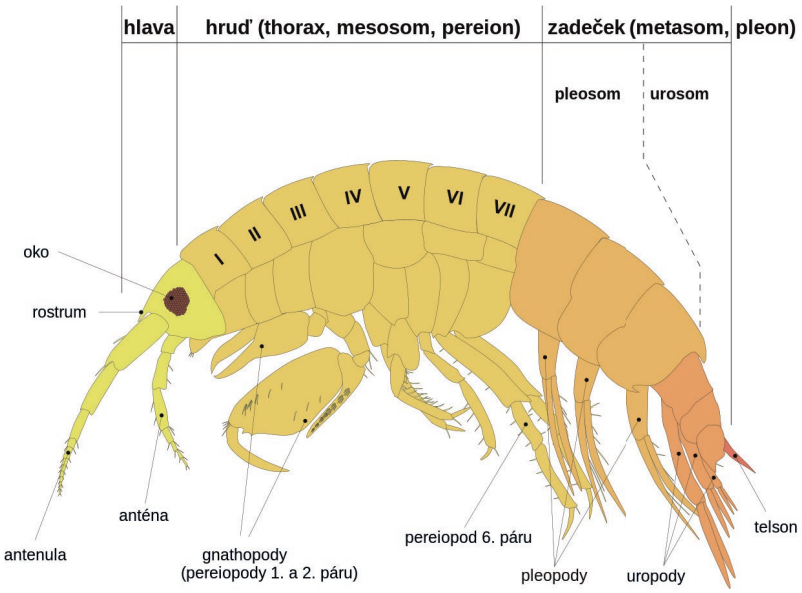
Keywords

school aquarium, amphipod crustacean Gammarus, breeding, observations

ÚVOD

Blešivci rodu *Gammarus* patří mezi různonohé korýše (Amphipoda). Jejich tělo je z boku (laterálně) zploštělé. Hlava nese dva páry tykadel (první pár je delší) a tři páry ústních končetin. Soubor sedmi volných hrudních článků, z nichž každý nese pár různě tvarovaných končetin, tvoří tzv. mesosom (= pereion). První dva páry končetin (gnathopody) jsou klešťovité a slouží k uchopení potravy. Většina hrudních končetin nese žaberní výběžky (slouží k dýchání) a u samic výběžek (oostegit), který se podílí na vytváření plodové komůrky (marsupium). Zadeček je sedmičlánkový, první tři články nesou obrvené jednovětevné pleopody a 4.–6.článek po páru dvouvětevných uropodů. Poslední zadečkový článek je destičkovitý. Wijnhoven et al. (2003) sledovali frekvenci pohybu pleopodů u vícero druhů blešivců (včetně exotických) v závislosti na teplotě vody. Frekvence pohybů se pohybovala od 0 za minutu (teplota vody 1° C) až po víc než 300 za minutu (teplota vody 25–35° C).

Pohybovým aparátem jsou pereoipody a pleopody (**Obr. 1**). Při pohybu v mělké vodě a po podkladu se odstrkují pomocí pereiopodů (zejména 5.–7. párem) od výstupků a přitahují zadeček. Celé tělo přitom leží na boku. Někdy se blešivci po dně pohybují pomoci končetin na určitou vzdálenost i vzpřímeně. V potravě se objevují rostlinné části i zbytky živočichů (např. máloštětinatců).



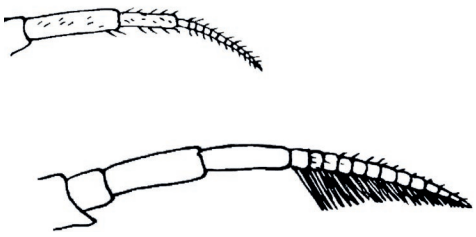
Obr. 1 Stavba těla blešivce, https:// cs.wikipedia.org/wiki/Různonožci#/media/Soubor:Scheme_amphipod_anatomy-cs.svg

PŘEHLED DRUHŮ RODU *GAMMARUS* V ČR

Na našem území jsou známy čtyři druhy blešivců rodu *Gammarus,* resp. *Dikerogammarus.* Nejhojnějším druhem je **blešivec potoční** (*Gammarus fossarum*) u něhož štětinky lemující zevní okraj vnější větve 3. uropodu jsou hladké, bičík tykadel 2. páru je u samců tenký, jemně obrvený, Mayer et al**.** (2012), (**Obr. 2**). Nedávno bylo s pomocí molekulárních metod zjištěno, že u tohoto blešivce jde zřejmě ve skutečnosti o několik dosud nepopsaných druhů a ne o linie v rámci druhu jediného (Copilaș-Ciocianus et Petrusek 2017). Podle studie Bystřického et al. (2022) se vbrzku předpokládá popis nových druhů v rámci komplexu *G. fossarum*.

Blešivec potoční (*Gammarus fossarum)* dorůstá do délky těla 6–10 mm. Tělo je obdobně jako u příbuzných druhů ze stran zploštělé a obloukovitě zahnuté. Zbarvení je téměř průsvitné nebo žlutavé, u starších jedinců až bělavé. Samci bývají větší než samice. Blešivec potoční je naším nejběžnějším druhem blešivce, vyskytuje se v mírně tekoucích vodách i horských potocích. Nejčastěji ho najdeme v místech s menším proudem, kde dochází k sedimentaci rostlinných zbytků, nebo pod kameny, v porostech vodních mechů (pramenička *Fontinalis*) a játrovek (Marchantiophyta), nebo mezi spletí stonků rozrazilu potočního (*Veronica beccabunga*). Je náročný na obsah kyslíku ve vodě, a proto ho nenajdeme v litorálu stojatých vod (Lellák a kol. 1972). Hortvíková (2014)

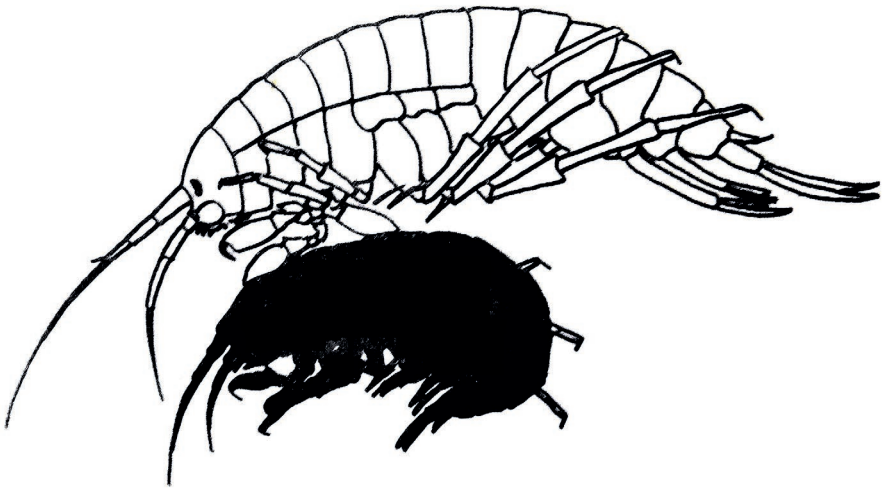
shrnula rozšíření a habitatové nároky blešivce potočního. Ten patří mezi nejméně konkurenceschopné zástupce čeledi. Z dolních částí toků je vytlačován jinými druhy blešivců, jako jsou blešivec obecný *G. pulex* a blešivec hřebenatý *G. roeselii* (Nesemann et al. 1995). Pokud však koexistuje s těmito druhy, vyskytuje se v místech s největší rychlostí proudu (Pöckl 1995, Pöckl et al. 2003). Vyskytuje se v prostředí málo znečištěném, proto jej můžeme zařadit mezi kvalitní bioindikátory kvality vody (Goedmakers 1981), a to jako druh typický pro oligosaprobní vody (Helešic et al. 2010). Horsák a kol. (2020) ale uvádějí, že ve skutečnosti je hlavním faktorem dostatečné prokysličení vody, kompenzující i jisté znečištění. Nejvyšších hustot pak tento blešivec dosahuje na bazických (zásaditých) prameništích. Velmi důležitá je pro něj nižší teplota vody, která pozitivně ovlivňuje jeho život, reprodukci a růst (Beracko et al. 2012). Zavadilová (2009) zpracovala údaje o biologii blešivce potočního a sledovala vliv vysychání lokality na jeho populace a uvádí, že tento blešivec je velmi náchylný k vysychání toků.



Obr. 2 Srovnání vzhledu druhého páru tykadel samců blešivce potočního (*Gammarus fossarum*) – nahoře, a blešivce obecného (*Gammarus pulex*) - dole. Buchar et al. (1995).

Horsák a kol. (2020) uvádějí, že blešivec potoční se vyhýbá pouze kyselým vodám, jelikož potřebuje dostatek vápníku ke zpevnění kutikuly na povrchu těla. Dlouhou dobu byl považován pouze za typického drtiče detritu, hlavně listí, které vždy na podzim zaplní mocnou vrstvou dna malé lesní potůčky a říčky. Plní tak důležitou roli tzv. ekosystémového inženýra, jelikož svou činností výrazně napomáhá rozkladu organické hmoty. Ta je potom lépe využitelná dalšími organismy v potravním řetězci. Laboratorní experimenty z poslední doby však ukázaly, že blešivec potoční je všežravec a vůči drobným bezobratlým živočichům vykazuje dokonce predační chování. Přestože rostlinná strava tvoří dominantní složku jeho jídelníčku, zdá se, že má-li přístup k živočišné potravě, dává jí přednost. Vysoká početnost tohoto koryše na mnohých lokalitách tak vedla k podezření, že jeho predační tlak na ostatní bezobratlé nemusí být zcela zanedbatelný. Na lokalitách s vysokým obsahem vápníku zcela dominuje právě tento blešivec, který zde dosahuje početnosti až 5 000 jedinců na 1 m^2. Tak vysoké početnosti jsou umožněny také tím, že vrcholoví predátoři se na těchto lokalitách vyskytují velice vzácně.

Lellák a kol. (1972) popisují rozmnožování u blešivce potočního *Gammarus fossarum* (společně s blešivcem hřebenatým *Gammarus roeselii).* Před vlastní kopulací dochází ke spojení samce se samicí. Samec je větší a přidržuje se na hřbetní straně samice oběma páry gnathopodů. Obě pohlaví v této pozici spolu plavou několik dnů. Po svléknutí samice dojde k vlastní kopulaci, kdy je nejprve sperma samce umístěno do marsupia. Asi 1,5–4 hodiny po kopulaci odkládá samice do marsupia svá vajíčka, která jsou zde oplozena. Počet vajíček je závislý na velikosti samice a kolísá od 8 do 60. Vývoj v marsupiu trvá 3 až 4 týdny. Po prasknutí vaječné blány zůstávají mláďata v plodovém prostoru pouze 1 až 2 dny. Dospívají ve stáří 3–4 měsíců a žijí asi 9–10 měsíců. Jedna samice snese za svůj život 6–9 snůšek. Teplotní optimum blešivce potočního je kolem 15 °C, ale během sezóny snáší rozpětí teplot 10–20 °C. S rostoucí teplotou roste lineárně rychlost příjmu potravy, po překročení 20°C se však příjem potravy postupně zpomaluje. Vyžaduje vyšší obsah ve vodě rozpuštěného kyslíku, ale snese i 7 mg/l (Klímová Hřívová 2018). Wijnhoven et al. (2003) v laboratoři stanovili pro jedince tohoto druhu z různých lokalit kritickou teplotu vody 29–30,2° C.



Obr. 3 Předkopulační pozice blešivců, samice černě vybarvena (Lellák a kol. 1972)

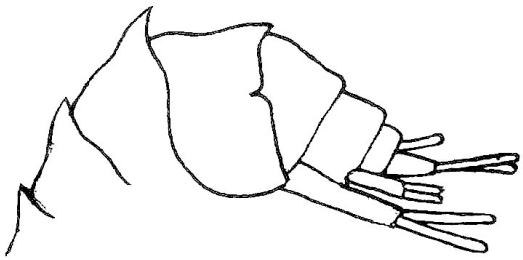
Obr. 4 Kopulace blešivců, samice černě vybarvena (Lellák a kol. 1972)

Ze západní části Čech je uváděn podobný **blešivec obecný** (*Gammarus pulex*), který se liší od předchozího druhu ztlustlým bičíkem tykadla 2. páru samců, který nese na vnitřní straně každého článku 8–10 štětin seřazených ve dvou příčných řadách, a bohatým ochlupením (zpeřenými štětinami) na zevním okraji vnější větve třetího páru uropod (**Obr. 2**). Početnosti blešivce obecného jsou závislé na typu lokality. Duran (2007) v pěti stanovištích jedné z tureckých řek zjistil kolísání průměrné početnosti blešivce obecného mezi 38 ks/m^2 (leden) a 361 ks/m^2 (květen).

Podle různých autorů blešivec obecný snáší nižší pH než blešivec potoční, který patří mezi druhy citlivé na kyselé prostředí (Hortvíková 2014). U jedinců blešivce obecného infikovaných vrtejšem *Pomphorhynchus laevis* bylo prokázáno, že parazit ovlivňuje hostitele s cílem zvýšit šanci k predaci konečným hostitelem (rybou) a tudíž dokončit svůj životní cyklus. Takto napadení blešivci totiž již nejsou světloplaší, pohybují se ve vodním sloupci, a postrádají i geotaxi, tzn. plavou proti zemské tíži. Na hladině se infikovaní blešivci přichytávají na plovoucí předměty, a tím si zajistí, aby neklesli zpátky ke dnu (McCahon et al. 2006, Fanton et al. 2021). Uvedený cizopasník mění navíc reakci blešivců na některé pachy. Blešivec obecný se vyhýbá vodě obsahující pachové látky uvolněné z těla ryb, jak zjistili Kullmann et al. (2008), kteří prováděli pokusy s blešivcem obecným. Jedinci v takto upravené vodě měli tendenci se těsněji shluko-

vat a lépe se ukrývat v substrátu. Blešivcům napadeným zmíněným vrtejšem však voda s rybím pachem naopak „voní" a neodolatelně je láká, což logicky zvyšuje pravděpodobnost jejich setkání s dravcem (Baldauf et al. 2007). Wijnhoven et al. (2003) v laboratoři stanovili pro jedince tohoto druhu z různých lokalit kritickou teplotu vody 30,6–31° C.

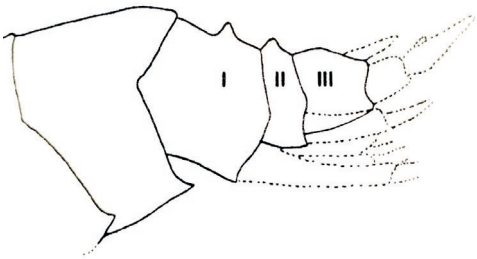
U nás nepůvodním druhem je **blešivec hřebenatý** (*Gammarus roeselii*), u něhož na rozdíl od předchozích druhů poslední tělní a první tři zadečkové články jsou protaženy v osten (Buchar a kol. 1995), viz **Obr. 5**.



Obr. 5 Ostny na hřbetní straně tělních a zadečkových článků blešivce hřebenatého (*Gammarus roeselii*). Buchar et al. (1995).

Blešivec hřebenatý dorůstá do délky těla 7–12 mm. Zbarvení je téměř průsvitné, u starších jedinců až šedavé. Původní domovina tohoto druhu je Balkán a jih Evropy, postupně se však rozšířil téměř po celé Evropě. V České republice byl dříve vzácný, nyní se stal hojným v nížinách po celém území. Tento blešivec obývá zejména nížinné toky větších řek, vzácněji ho lze potkat i ve stojatých vodách. Nejpočetnější je v pomalu tekoucích řekách s kamenitým dnem. Žije u dna mezi kameny a detritem. Blešivec hřebenatý není příliš náročný na čistotu vody. Živí se různými organickými zbytky, a to zejména rostlinného původu (Pockel et al. 2003). Wijnhoven et al. (2003) v laboratoři stanovili pro jedince tohoto druhu z různých lokalit kritickou teplotu vody 30,6–31° C.

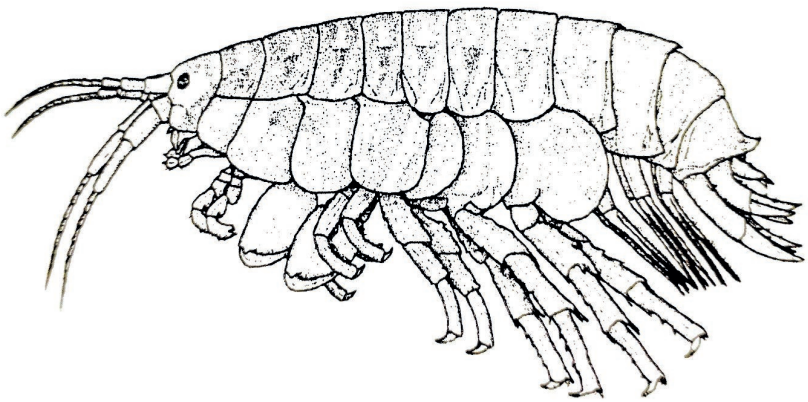
Vodními toky se na našem území v současné době šíří další nepůvodní druh, a to **blešivec velkohrbý** *Dikerogammarus villosus* (někdy uváděný jako blešivec ježatý) (**Obr. 6**), který je konkurentem i predátorem mimo jiné i místních druhů blešivců. Pochází z ponto – kaspické oblasti a je hodnocen jako typický invazní druh (Dick et Platvoet 2000, Casellato et al. 2007, Kurikova et al. 2016). Dovede se šířit velmi rychle a vzhledem ke svým potravním zvyklostem může účinně a v krátkém časovém úseku zásadně ovlivnit (poškodit) potravní vztahy původních makrozoobentických společenstev. Dalším velkým problémem je jeho vysoká agresivita vůči původním druhům blešivců, které tak vytlačuje z jejich životního prostředí. Anglicky je tento relativně velký různonožec (dorůstá do délky 16–23 mm) nazýván „killer shrimp", a ačkoli takové jméno až příliš přehání jeho schopnosti predace a pomíjí „pouhou" úspěšnou kompetici o prostor a úkryty, v jeho přítomnosti nejenže vymizí původní druhy blešivců, ale mění se početnost i jiných skupin bezobratlých, např. hmyzích larev (Petrusek et Špaček 2018). Bylo dokonce pozorováno, že může napadat i rybí plůdek (Casellato et al. 2007). Setkat se s tímto blešivcem můžeme v různých lokalitách, ale upřednostňuje spíše místa s velkým množstvím úkrytů (např. kamenité, nebo štěrkovité dno s rostlinami). V současné době se blešivec velkohrbý aktivně šíří proti proudu větších řek, mezi které patří například řeka Labe, Vltava, nebo Ohře, kde může být potenciální hrozbou zejména v budoucích letech (Kurikova a kol. 2016). Petrusek (2006) uvádí, že je nenáročný na abiotické podmínky, toleruje velký rozsah salinity a teploty i kolísání obsahu rozpuštěného kyslíku. Jde zjevně o extrémně agresivního blešivce, který se živí hlavně dravě vodními bezobratlými odpovídající velikosti. Wijnhoven et al. (2003) v laboratoři stanovili pro jedince tohoto druhu z různých lokalit kritickou teplotu vody 26,2–31° C.



Obr. 6 Poslední zadečkové články blešivce velkohrbého (*Dikerogammarus villosus*), Egges et Martens (2001)

Závěrem lze konstatovat, že uvedení blešivci představují významnou složku makrozoobentosu tekoucích vod a patří mezi indikátory kvality vod (Sládeček et Sládečková 1997, ČSN 75 7716 1998). Jsou také oblíbenou potravou ryb a dravých vodních bezobratlých.

Je vhodné poznamenat, že u nás je dostupný jako krmivo pro akvarijní rybky **blešivec mexický** (*Hyalella azteca*) z čeledi Hyalellidae, dorůstající do délky 3–8 mm (**obr. 7**). Ve skutečnosti se jedná o druhový komplex s výskytem v Severní, Střední a Jižní Americe (Gonzales et Watling 2002, Poynton et al. 2018). Jeho zbarvení může být bělavé, nazelenalé či hnědavé. Chov je obdobný jako u našich blešivců. Živí se řasami, rozsivkami a organickým detritem. Tento druh se dožívá 12–16 měsíců (Hargrave 1970), potvrzená letální teplota je 33,2° C (Sprague 1963). Blešivec mexický je využíván také v ekotoxikologii (Poynton et al. 2018). Lze ho objednat přes internet.



Obr. 7 Blešivec mexický (*Hyalella azteca*), Eggers et Martens (2004)

ZAŘÍZENÍ AKVÁRIA

Stačí menší nádrž s písčitým dnem, několika kameny či kořenem (místo úkrytu pro blešivce), plovoucími rostlinami (např. vodní mor kanadský *Elodea canadensis*). Vhodné je vložit několik listů stromů (např. z habru). Potřebné je vzduchování či filtrace vytvářející cirkulaci vody v nádrži. Optimální je teplota vody kolem 15° C, s možným kolísáním mezi 10–20° C.

SBĚR V PŘÍRODĚ

V tekoucí vodě se zaměříme na úkryty pod kusy dřev a kameny (pod ně ve směru toku umístíme síťku nebo cedník a po jejich odklopení jsou do nich blešivci splaveni proudem vody). Blešivce vybíráme opatrně měkkou entomologickou pinzetou a převážíme v chladu s vodními rostlinami s trochou vody.

Náměty na pozorování

1. Určete pomocí stereolupy druh blešivce, kterého jste v přírodě ulovili,
2. pozorujte a popište stavbu blešivce,
3. je-li k dispozici i beruška vodní, porovnejte jejich odlišnou tělní stavbu,
4. pozorujte pohyb blešivce v akváriu s kameny na dně, jak reaguje na proudění vody,
5. předložte blešivcům rostlinnou potravu (rozkládající se listy stromů) a živočišnou (larvy pakomárů, nitěnky) a sledujte potravní preferenci,
6. umístěte blešivce na malou Petriho misku s trochou vody. Pod stereolupou pozorujte frekvenci pohybů pleopodů za minutu v závislosti na různou teplotu vody.

Literatura

Baldauf S.A., Thünken T., Frommen J.G., Bakker T.C., Heupel O., Kullmann H. 2007: Infection with an acanthocephalan manipulates an amphipod's reaction to a fish predator's odours. International Journal of Parasitology, 37, 1: 61–65. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2006.09.003

Beracko P., Sýkorová A., Štangler A. 2012: Life history, secondary production and population dynamics of *Gammarus fossarum* (Koch, 1836) in a constant temperature stream. Biológia 67: 164–171. https://doi.org/10.2478/s11756-011-0148-5

Buchar J., Ducháč V., Hůrka K., Lellák J. 1995: Klíč k určování bezobratlých. Scientia, spol. s r.o., Praha, 588 str.

Bystřický P. K. et al. 2022: Distribution patterns at different spatial scales reveal reproductive isolation and frequent syntopy among divergent lineages of an amphipod species complex in Western Carpathian streams. Limnology and Oceanography, 67: 2796–2808. https://doi.org/10.1002/lno.12239

Casellato S., Visentin A., Piana G.L. 2007: The predatory impact of *Dikerogammarus villosus* on fish. In: Gherardi F. (eds) Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Invading Nature - Springer Series In Invasion Ecology, vol 2. Springer, Dordrecht.

Copilaş-Ciocianu D., Petrusek A. 2017: The southwestern Carpathians as an ancient centre of diversity of freshwater gammarid amphipods: insights from the *Gammarus fossarum* species complex. Molecular Ecology 24,15: 3980–3992. https://doi.org/10.1111/mec.13286

Dick J . T. A., Platvoet D. 2000: Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. Proceedings of the Royal Society of London B, 267: 977–983. https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1099

Duran M. 2007: Life Cycle of *Gammarus pulex* (L.) in the River Yesilirmak. Turkish Journal of Zoology, 31: 389–394.

Eggers T.O., Martens A. 2001: Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. Lauterbornia, 42: 1-68.

Eggers T.O., Martens A. 2004: Ergäzungen und Korrekturen zum „Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands".Lauterbornia 50: 1-13.

Fanton H., Franquet E., Logez M. Kaldonski N. 2021: Effects of temperature and a manipulative parasite on the swimming behaviour of *Gammarus pulex* in flowing water. Hydrobiologia, 848: 4467–4476. https://doi.org/10.1007/s10750-021-04655-1

Goedmakers A. 1981: Polulation dynamics of three Gammarid species (Crustacea, Amphipoda) in a French chalk stream. Bijdragen tot de Dierkunde, 51, 2: 181–190. https://doi.org/10.1163/26660644-05101003

Gonzalez E.R., Watling L. 2002: Redescription of Hyalella azteca from its type locality, Vera Cruz, Mexico (Amphipoda: Hyalellidae). Journal of Crustacean Biology, 22,1: 173–183. https://doi.org/10.1163/20021975-99990220

Hardgrave B. T. 1970: Distribution, growth, and seasonal abundance of *Hyalella azteca* (Amphipoda) in relation to sediment microflora. *Journal* of the *Fisheries Research Board* of *Canada,* 27: 685-699. https://doi.org/10.1139/f70-073

Helešic J., Rulík M., Adámek Z. 2010: Indikace znečistění (jakosti) a ekologického stavu kontinentálních vod, 205-244. In: Adámek Z.,Helešic J., Mašálek M., Rulík M.: Aplikovaná hydrobiologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 350 str.

Horsák M., Zhai M., Bojková J., Syrovátka V. 2020: Blešivec potoční – neškodný vegetarián, nebo skrytý predátor? Živa 3, 146–148.

Hortvíková M. 2014: Drtič *Gammarus fossarum* v roli inženýra: predační efekt blešivce potočního na společenstvo larev pakomárů. Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno, Ústav botaniky a zoologie, 33 str.

https:// cs.wikipedia.org/wiki/Různonožci#/media/Soubor:Scheme_amphipod_anatomy-cs.svg

Klímová Hřívová D. 2018: Metodika chovu modelových organismů (Crustacea) pro účely chovu a výzkumu. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie, Brno, 24 str.

Kullmann H., Thünken T., Baldauf S.A., Bakker T.C., Frommen J.G.. 2008: Fish odour triggers conspecific attraction behaviour in an aquatic invertebrate. Biological Letters, 23, 4(5): 458–460. https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0246

Kurikova P., Kalous l., Patoka J. 2016: Invasive potential of *Dikerogamarus villosus* (Sowinsky) based on climate-match score. MendelNet, 314–318.

Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J., Punčochář P. 1982: Biologie vodních živočichů. Univerzita Karlova, Praha, 230 str.

Mayer G., Maas A., Waloszek D. 2012: Mouthpart morphology of three sympatric native and nonnative Gammaridean species:

Gammarus pulex, G. fossarum, and *Echinogammarus berilloni* (Crustacea: Amphipoda). International Journal of Zoology, Article ID 493420, 23 pages. https://doi.org/10.1155/2012/493420

McCahon C.P., Maund S.J., Poulton M.J. 2006: The effect of the acanthocephalan parasite (*Pomphorhynchus laevis*) on the drift of its intermediate host (*Gammarus pulex*). Freshwater Biology, 25,3: 507 – 513.

Nesemann H., Pöckl M., Wittmann K. J. 1995: Distribution of epigean Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany). Miscellanea Zoologica Hungarica, 10: 49–68.

Petrusek A. 2006: *Dikerogammarus villosus* (Sovinsky, 1894) blešivec velkohrbý, 233-234. In: Mlíkovský J, Stýblo P. (eds) 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. Český svaz ochránců přírody, Praha, 496 str.

Petrusek A., Špaček J. 2018: Noví přivandrovalci v našich vodách. Živa, 5: 251–253.

Pöckl M. 1995: Laboratory studies on growth, feeding, moulting and mortality in the freshwater amphipods *Gammarus fossarum* and *G. roeselii*. Archiv für Hydrobiologie, 134,2: 223–253. https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/134/1995/223

Pöckl M., Webb B.W., Sutcliffe D.W. 2003: Life history and repruductive capacity of *Gammarus fossarum* and *Gammarus roeselii* (Crustacea: Amphipoda) under naturally fluctuating water temperatures: a simulation study. Freshwater Biology, 48: 53–66. https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.00967.x

Poynton, H. et al. 2018: The toxicogenome of *Hyalella azteca*: A model for sediment ecotoxicology and evolutionary toxicology. Environmental Science and Technology, 52, 10: 6009–6022.

Sládeček V., Sládečková A. 1997: Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod. 2. díl: Konzumenti. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost.

Sprague J.B.1963: Resistance of four freshwater crustaceans to lethal high temperature and low oxygen. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 20, 2: 387–415. https://doi.org/10.1139/f63-032

Wijnhoven S., van Riel M.C., van der Velde G. 2003: Exotic and indigenous freshwater gammarid species: physiological tolerance to water temperature in relation to ionic content of the water. Aquatic Ecology 37: 151–158.

Zavadilová J. 2009: Životní strategie blešivce potočního (*Gammarus fossarum*) v podmínkách intermitentního toku. https://doi.org/10.1023/B:AECO.0000007074.31852.40 Diplomová práce. Masarykova univerzita Brno, Přírodovědecká fakulta, 66 str.