

NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU XIII (CHOV PLEUSTONNÍCH PLOŠTIC, HETEROPTERA)

OPEN ACCESS



Subject Matter of Experiments and
Observations of Water Animals in
School Aquarium XIII (Semiaquatic
Pleustonic Bugs, Heteroptera)

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

Abstract

Organisms living on the surface of the water are classified as pleuston. Among pleustonic creatures (Heteroptera) are the families: water skaters (Gerridae), marsh treaders (Hydrometridae), riffle bugs (Veliidae), and water treaders (Mesovelidae). They are anatomically built to transfer their weight to be able to run on top of the water's surface. They usually occur on water surfaces at the edges of lakes, ponds, wetlands or still water in brooks and rivers. They have mouthparts evolved for piercing and sucking. They are predators, commonly hunting aquatic larvae and crustaceans on the water's surface but also feed on insects that have fallen onto the surface of the water. In this contribution, some experiments and observations in school aquaria are presented. Representatives of the genera *Gerris*, *Hydrometra*, and *Velia* are suitable for breeding and observation in aquaria.

Klíčová slova

školní akvárium, pleustonní ploštica, Heteroptera, chov, pozorování, experimenty

Key words

school aquarium, rearing, pleustonic creatures, Heteroptera, observations, experiments

ÚVOD

Pleustonní ploštica tvoří přechod mezi suchozemskými a pravými vodními druhy (viz Hanel 2021a, b). Všechny pleustonní druhy jsou karnivorní, kořist loví na hladině vod. Vysávají a s výjimkou vodoměrek (Hydrometridae) vpravují současně do rány sekrety slinných žláz. Pleustonní druhy loví nejen živou potravu, ale využívají i utopený a mrtvý na hladinu spadlý hmyz. Drobní příslušníci rašelinatkovitých (Hebridae) a hladinatky rodu *Microvelia* žijí u nás hojně na hladinách vody pokrytých okřehkem, při čemž rašelinatky se dovedou dokonce i potopit a lézt na spodní straně povrchové blanky. Zástupci hladinatek čeledi Veliidae dávají přednost menším tokům a lučním stružkám s mírným proudem vody. Nejlépe jsou k životu na vodní hladině přizpůsobeny bruslařky (Gerridae). Mezi laickou veřejností se někdy zaměňují názvy vodoměrka a bruslařka. V jejich hledání v přírodě je rozlišíme na první pohled snadno, bruslařky se objevují na vodní hladině v různé početných skupinách, vo-

doměrky nacházíme spíše v pobřežní vegetaci a jen jednotlivě. Bruslařky se pohybují na hladině skutečně jakýmsi bruslením, vodoměrky spíše po hladině krácejí. Máme-li možnost si je po ulovení prohlédnout podrobněji, vzájemné odlišení je jednoduché (viz dále uvedený určovací klíč). Pozornosti často uniká velmi hojný druh menších potoků hladinatka člunohřbetá (*Velia caprai*).

Všechny naše bruslařky a většina ostatních pleustonních ploštic mají prakticky shodné základní schéma životního cyklu. Přezimující dospělci se na jaře rozmnoží a poté hynou. Jejich potomci dospějí téhož roku do stadia dospělců nové generace. Mohou se buď hned rozmnožit a posléze hynou, nebo místo rozmnožování vytvářejí tukové zásoby a následně přezimují. U některých druhů, jako je např. bruslařka obecná (*Gerris lacustris*), závisí počet produkovaných generací (jedna či dvě) zejména na fotoperiodě. Další model životního cyk-

lu některých ploštic mírného pásu, kdy druh přezimuje výhradně ve stadiu vajíčka, u nás zastupuje nártnice evropská (*Mesovelina furcata*). Hladinatka člunohřbetá ale pravidelně přezimuje jak ve stadiu dospělé, tak ve stadiu vajíčka. Bruslařky i ostatní ploštice infrařádu Gerromorpha většinou kladou vajíčka velmi blízko hladiny, či dokonce do rostlin pod vodní hladinu. Hladinatka člunohřbetá však klade vajíčka poměrně daleko od vody a vysoko od země. Samice je přilepují na nejrůznější rostliny (nejčastěji na lodyžky mechů, ale i na stonky trav či spadlé jehličí stromů), vždy nejméně několik cm nad zem. Klást vajíčka podobným způsobem je pravděpodobně výhodné právě v okolí malých vodních toků, kde tato ploštice většinou žije. Jarní tání totiž často zvedá hladinu potoků o několik decimetrů a rychlý proud vody by vajíčka uložená blízko hladiny mohl spláchnout. Drobné nymfy prvního vývojového instaru, které se z vajíček líhnou, tak musí absolvovat k vodní hladině poměrně složitou cestu (Ditrich a Papáček 2008).

Pro pleustonní ploštice je typický křídelný polymorfismus, tzn. že dospělci většiny druhů se vyskytují jak v letuschopné (dlouhokřídle) formě, tak v nelétavých formách s křídly různou měrou zkrácenými či zcela redukovanými (apterní formy). Zatímco bruslařky, na vodní hladině mimořádně obratné, na suché zemi neohrabaně poskakují, hladinatky i vodoměrky kráčejí po souši obdobně jako suchozemský hmyz.

Udržení se na hladině a nepotopení lehkých pleustonních ploštic umožňuje povrchové napětí vody, což je efekt, při kterém se povrch vody chová díky soudržnosti molekul tvořících povrchovou vrstvu tekutiny jako velmi tenká pružná vrstva, která se snaží stáhnout povrch kapaliny tak, aby měl při daném objemu kapaliny co nejmenší plochu. K pobytu a pohybu pleustonních ploštic na hladkém a nestálém povrchu vodní hladiny jim slouží

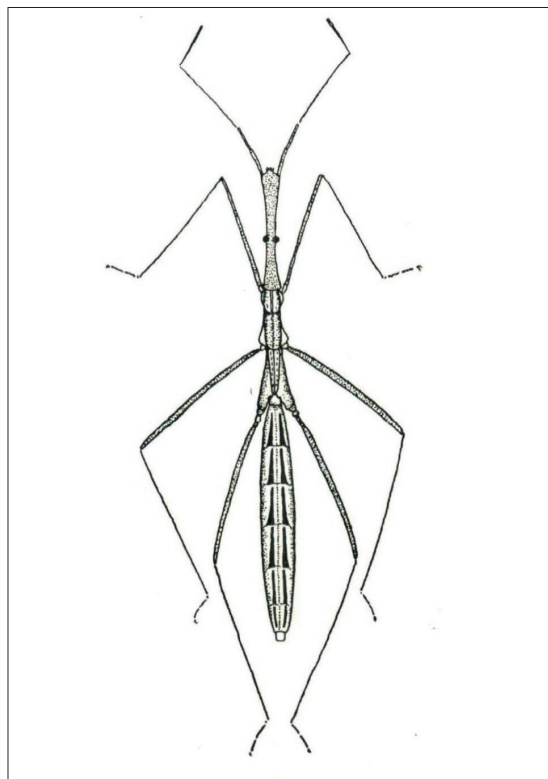
zvláštní uzpůsobení noh. U všech zmíněných čeledí jsou kyčle od sebe oddáleny, takže nohy odstávají široce do stran a zajišťují tak dobrou stabilitu těla. Poslední chodidlový článek druhého a třetího páru noh (u vodoměrek u všech tří párů noh) nese hustě obrvený hydrofobní výrůstek. Nejzajímavější otázkou je právě to, jakým způsobem se dokáží pleustonní ploštice udržet a pohybovat na vodní hladině. Při detailním pohledu je vidět, že v místě dotyku nohy těchto ploštic s hladinou vzniká maličká prohlubeň. Přesto se ale noha do vody nepotopí. Trik je právě v ukončení jejich nohou. Na styku s hladinou se nacházejí tisíce chloupků měřících pouhých 50 mikrometrů, a navíc jsou vybaveny miniaturními vzduchovými kapsami. Je to podobné, jako kdyby měly pod nohama malé vzduchové balonky, které je nadnášejí. Styk s hladinou, a tedy i tření, je tak naprosto minimální. Oproti ostatním tvorům plovoucím na hladině to např. bruslařkám přináší obrovskou konkurenční výhodu: za vteřinu dokážou urazit vzdálenost odpovídající několika stovkám délek svého těla. Akce a reakce – to je podstata třetího Newtonova zákona. Logika je jednoduchá. Pokud se chce pleustonní ploštice odrazit, aby se posunula vpřed, musí zatlačit nohu silou do vodní hladiny směrem dozadu. Podstata problému je, že hmyz musí zatlačit rychlostí alespoň 25 cm za sekundu, aby vyvolal tzv. kapilární vlnu, která dospělou bruslařku posune vpřed. Jenže jak se pohybují mladí, malí jedinci, kteří něco takového nedokážou? Hu et Bush (2010) vysvětlují, jak se mladé bruslařky vlastně pohybují, když nedokážou vyvolat kapilární vlnu. Tento jev vešel ve známost jako Dennyův paradox. Snímání pohybu malých bruslařek vysokorychlostní kamerou odhalilo zajímavý jev, a to miniaturní víry za jejich nohama. Ukázalo se, že právě ty umožňují pohyb, tedy „tlačí“ bruslařky po hladině. Definitivní důkaz přinesl robot simulující pohyb malých vodních ploštic a zároveň umožňující měřit sílu vírů. Zatímco dospělé ploštice se od vody „odrážejí“, malé „veslují“. Vodáci také

vědí, že se jim za vesly i pádly tvoří na vodní hladině malé víry. Při mimořádné obratnosti se bruslařky a hladinatky po hladině pohybují pouze s použitím středních a zadních párů noh. Přední nohy slouží k uchvácení a přidržení kořisti. Pouze vodoměrky kořist nabodávají, aniž by si ji přidržovaly nohama, a pohybují se proto po hladině s použitím všech tří párů noh.

Klíč na rozlišení našich pleustonních ploštic (viz též Hanel a Lišková 2003).

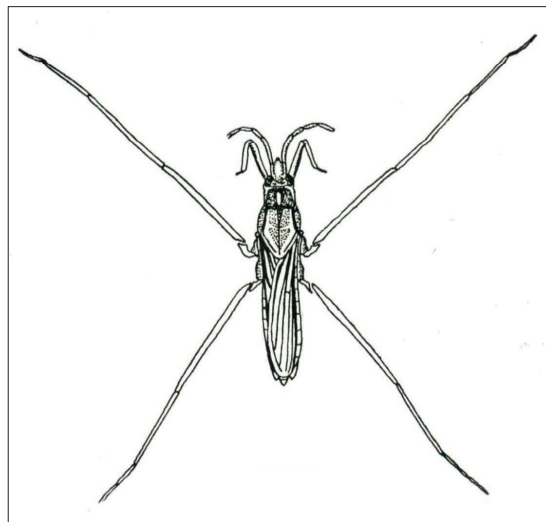
1a/ hlava shora asi 4x delší, než je její šířka. Tělo nápadně dlouhé a štíhlé. Přední nohy poněkud kratší než ostatní. Velikost do 12 mm ___
vodoměrkovití (Hydrometridae) **Obr. 1**

1b/ hlava není nápadně delší než její šířka ___ 2

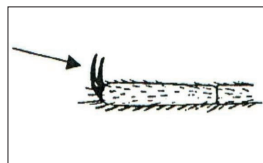


2a/ 1. pár noh je nápadně kratší než zbývající dva páry. Velikost do 20 mm ___ bruslařkovití (Gerridae) **Obr. 2**

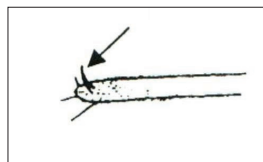
2b/ 1. pár noh není nápadně kratší než zbývající páry ___ 3



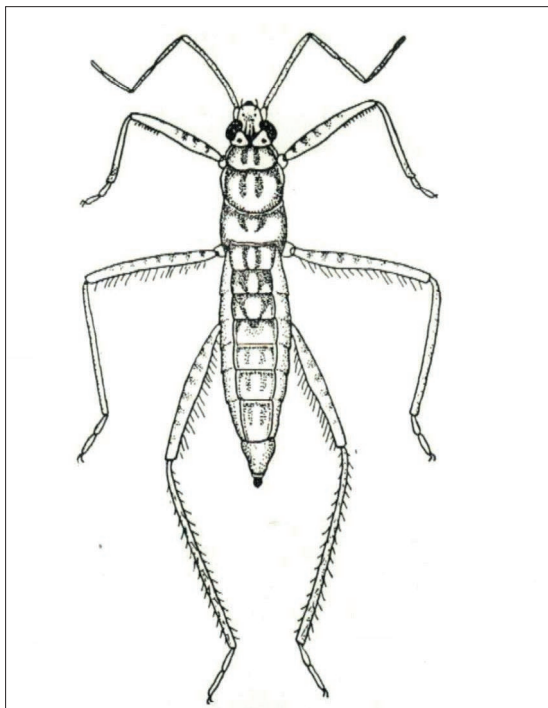
3a/ drápky noh připojeny k vrcholu chodidel (Obr. 3) ___ 4



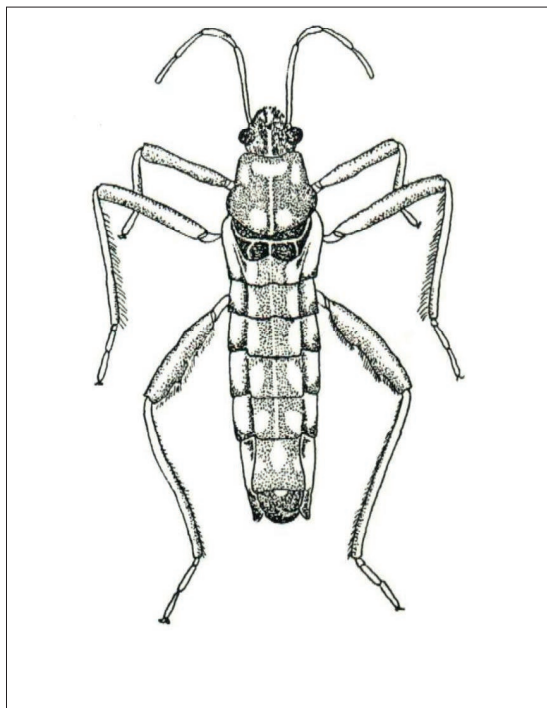
3b/ drápky noh připojeny před vrcholem chodidel (Obr. 4) ___ hladinatkovití (Veliidae) ___ 5



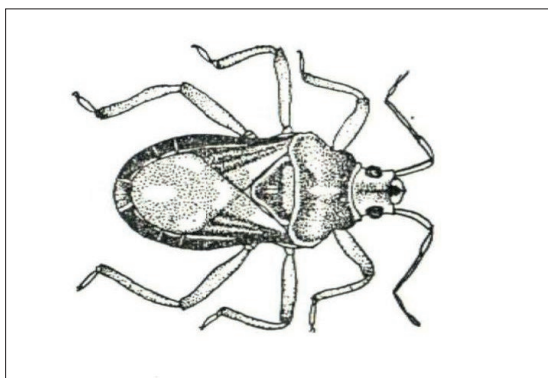
4a/ 1. článek tykadel výrazně delší než šířka hlavy. Délka těla větší než 2 mm ___ nártnicovití (Mesoveliidae) (Obr. 5) ___ 5



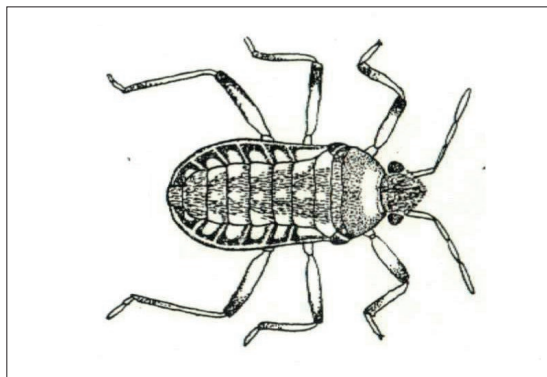
5a/ délka těla 4,5–5,8 mm ___ rod *Velia* (Obr. 7)



4b/ 1. článek tykadel o něco kratší než šířka hlavy. Délka těla menší než 2 mm ___ rašelínatkovití (Hebridae) (Obr. 6)



5b/ délka těla do 1,5 mm ___ rod *Microvelia* (Obr. 8)



Rozlišení vodoměrky a bruslařky, které jsou pro chov a pozorování v akváriu nejvhodnější, je tudíž vcelku jednoduché (viz obr. 1 a obr. 2).

Obr. 1 Vodoměrka rodu *Hydrometra*, Rybak (1971)

Obr. 3 Drápky připojeny na vrcholu chodidel (Hanel a Lišková 2003)

Obr. 4 Drápky připojeny před vrcholem chodidel (Hanel a Lišková 2003)

Obr. 5 Nártnice rodu *Mesovelina*, Rybak (1971)

Obr. 6 Rašelínatka rodu *Hebrus*, Rybak (1971)

Obr. 7 Hladínatka rodu *Velia*, Rybak (1971)

Obr. 8 Hladínatka rodu *Microvelia*, Rybak (1971)

BRUSLAŘKOVITÍ (GERRIDAE)

Bruslařky mají na příkyčlích všech tří párů noh tzv. trichobotrie, což jsou receptory otřesů a upozorňují živočicha i na nejmenší otřesy vodní hladiny, způsobené například pádem nějaké kořisti na hladinu. Bruslařky se živí měkkými členovci, zejména hmyzem, který se octne na vodní hladině. Potravou se mohou ale stát i akvatické larvy hmyzu či drobní korýši (Janda 2014). V akvarijním chovu se ke krmení používaly octomilky (*Drosophila*) či zavijec moučný (*Ephestia kuehniella*), dokonce byly úspěšně vyzkoušeny i zmražené krevety. Bruslařky znamenávají kořist na základě dvou podnětů. První podnět je vnímání vibrací vodní hladiny, způsobených například spadlým hmyzem na povrchovou blanku vody. Receptor na vnímání vibrací umístěný na končetinách umožňuje rozlišit různé frekvence. Druhý podnět je vizuální a bruslařky k tomu účelu mají dobře vyvinuté složené oči. Tento smysl je využíván zvláště u druhů preferujících nepohyblivou kořist. Zástupci rodu *Gerris* častěji napadají živou kořist. Důležité je ovšem i to, aby se kořist objevila před nimi. Pokud se musí otočit za obětí o více než 100°, většinou ji ignorují. Tento úhel se může měnit v závislosti na míře vyhladovění (Jamieson a Scudder 1979). Ke kořisti se bruslařky přibližují relativně

přímo. Uchopí kořist pevně předními končetinami a vysávají ji, dokud nedosáhnou nasycení. Jamieson a Scudder (1977) zkoumali, jak dlouho probíhá krmění dosyta u pěti druhů rodu *Gerris*. Jako potrava byly použity octomilky v neomezeném množství. Maximální délka krmění se pohybovala mezi dvěma až dvěma a půl hodinami pro všechny bruslařkovité, vážící více než 10 mg. Pro jedince pod touto hmotnostní hranicí délka krmění logaritmičtě klesala. Menší jedinci (dospělci i nymfy) potřebují pro vyvolání útoku menší vzdálenost kořisti než jedinci větší. Čím více se bruslařky pohybují, tím častěji se setkávají s kořistí. Lovící bruslařky se často shlukují do skupin. Jejich účelem je zvýšení pravděpodobnosti nalezení potravy. Polapení kořisti jedním přivolá pozornost okolních jedinců, kteří se přidávají k vysávání. Větší kořisti tedy mohou být vysávány více plošticemi najednou. Bylo prokázáno, že nepohyblivou kořist dohledají později než kořist živou. Yang a kol. (2016) popsali u bruslařek únikové chování před nebezpečím v podobě výskoků nad vodní hladinu. Pozoruhodné únikové chování ponořením pod hladinu u severoamerické bruslařky *Gerris gillettei* pozoroval Callahan (1974).

VODOMĚRKOVITÍ (HYDROMETRIDAE)

Vodoměrkovití žijí na okrajích stojatých vod s bohatou vegetací, velmi pomalu plynoucích potocích či na rašeliništích. Proto se často živí pakomáry (Chironomidae), pakomárci (Ceratopogonidae) a komáry (Culicidae), v potravě se objevují i nymfy klešťanek (Corixidae), perloočky (Cladocera) a lasturnatky (Ostracoda), ale i chvostoskoci (Collembola) a jepice (Ephemeroptera). V laboratorních chovech u druhu *Hydrometra australis* u jedinců krměných pouze octomilkou (*Drosophila*) se vyvinulo do vývojového stádia dospělců jen 40% jedinců. Naopak v případě krmění chvostoskoky se vyvinuli

od prvního instaru nymf do dospělce všichni jedinci (Lanciani 1991). Nasvědčuje to faktu, že octomilky používané při experimentech nemusí být vždy zcela vhodná potrava pro druhy semiakvatických ploštic. Ekblom (1926 in Andersen 1982) popisuje postup lovu vodoměrky štíhlé (*Hydrometra stagnorum*). Ta kořist nejdříve důkladně prozkoumala tykadly, pak si připravila rostrum na probodnutí, které měla do té doby schované pod hrudí. Pokud to hmotnost kořisti dovolila, odnesla si ji nabodnutou na rostru na pevninu. V případě, že se kořist začala pohybovat během prozkoumávání tykadly, vodoměrka se poplašeně stáhla. Průměrná hmotnost napadené živé kořisti byla v průměru nižší než u mrtvé kořisti (Maier 1977).

HLADINATKOVITÍ (VELIIDAE)

Hladinatkovití tvoří nejpočetnější čeleď infrařádu Gerromorpha. Žijí na klidných úsecích potoků a řek. Hladinatku člunohřbetou (*Velia caprai*), s délkou těla kolem 6 mm, poznáme podle dvou červených proužků na zadečku. Tato hladinatka reaguje na vizuální podnět, ale pouze pokud je doprovázen vibracemi hladiny ze stejného směru (Meyer 1971 in Andersen 1982). Potrava této hladinatky se skládá z kříšů (*Auchenorrhyncha*), pakomárů (*Chironomidae*), dospělců střechatek (*Sialis*), chrostíků (*Trichoptera*) i pošvatek (*Plecoptera*) (Ekblom 1926 in Andersen 1982; Popham 1945 in Andersen 1982, Janda 2014). V laboratorních podmínkách se může hladinatka člunohřbetá krmit octomilkami (*Drosophila*) a mouchou domácí (*Musca domestica*) (Erlandsson 1988).

Pro úplnost je vhodné uvést, že v České republice se vyskytuje ještě jeden druh hladinatky rodu *Velia* – hladinatka plochohřbetá (*Velia saulii*). Oba druhy jsou si velmi podobné. Jisté rozdíly jsou ve znacích na zadečku, nejspolehlivější

určení je však podle samčích pohlavních orgánů, což je potřeba nechat na specialistech. Hladinatka člunohřbetá žije u nás ve středních a vyšších polohách na potocích a menších říčkách, hladinatka plochohřbetá obývá spíše nižší polohy a větší říčky (Kment 2007).

ODCHYT V PŘÍRODĚ

Bruslačky lovíme lehkou entomologickou sítkou na vodní hladině stojatých vod rychlým mávnutím po hladině (sítka se samozřejmě částečně namočí). Vodoměrky sbíráme individuálně v pobřežní vegetaci. Hladinatku člunohřbetou lovíme sítkou na hladině v klidných místech u břehu potoků a říček. Ulovené jedince převážíme v chladu v nádobě s mokřými rostlinami (ne tedy ve vodě).

CHOV

K chovu je vhodné akvárium s větší plochou hladiny, stačí nízký vodní sloupec (10–15 cm). Nádrž vybavíme na dně pískem, umístíme vodní rostliny, na dno lze položit několik kamenů i kus kořene. Zařízení interiéru nádrže není tak podstatné, protože ploštice se budou zdržovat prakticky jen na hladině. Vhodné je vložit na hladinu kousek tenkého polystyrenu, případně do akvária umístit nad hladinu vyčnívající kámen (pro pozorování, zda některé ploštice využijí i tato místa mimo vodu). Akvárium přikryjeme sítkou či krycím sklem. Není vhodné používat vzduchování či silnou filtraci, protože pleustonní ploštice dávají přednost klidné vodní hladině. Ploštice lze krmit různým hmyzem, který hodíme na hladinu (Lellák 1968). Wyniger (1974) doporučuje pro chov bruslačky obecné (*Gerris lacustris*) krmení octomilkami a housenkami molů. Její embryonální vývoj trvá 6 dnů, larvální vývoj 6–7 týdnů s 5–6 svlékáními.

NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU

Semiakvatické ploštice se jeví jako vhodní živočišné pro využití při výuce přírodopisu na základní škole. Je možné na nich sledovat celou řadu především potravních vztahů. Nummelin (1989) si při pozorování kanibalismu mezi bruslařkami všiml jevu, který může pomoci v rozlišování ploštic přirozeně uhynulých od ulovených jinou plošticí. Jedná se o rozdíl v barvě očí uhynulých bruslařek a obětí kanibalismu. Přirozeně uhynulé bruslařky si zachovaly stejnou barvu očí, zatímco do obětí byly vsříknuty toxické sliny, které rozložily oční pigmenty, a tak byly jejich oči vybledlé.

1. Umístěte bruslařky do akvária s většími dravými rybami (např. okoun, cichlidy) a sledujte, zda jsou ryby schopny bruslařku ulovit.
2. Opatrně před bruslařku v akváriu vložte na hladinu v určité vzdálenosti živou octomilku (nebo jinou drobnou mouchu) a sledujte chování bruslařky. Totéž proveďte s usmrcenou mouchou. Pokus provádějte s různými vzdálenostmi kořisti od bruslařky a rovněž s různě velkými mouchami.
3. Porovnejte způsob příjmu potravy u vodoměrky a bruslařky.
4. Pod stereolupou sledujte stavbu těla, končetin a ústního ústrojí bruslařky. Srovnajte rozdíly ve stavbě těla u bruslařky a vodoměrky.
5. Pozorujte, jakým způsobem se pohybuje bruslařka a vodoměrka po souši (opatrně je položte na suchý papír).
6. Proveďte následující pokus s důkazem povrchového napětí vody. Naplňte nádobu vodou. Na savý papír dejte jehlu a opatrně ho položte na hladinu. Až se papír nasaje vodou, šikově ho vytáhněte. Budete-li dostatečně zruční, jehla zůstane plavat na hladině. Může se vám podařit položit ji tam i bez papíru.

Literatura

- ANDERSEN N. M. (1982): The Semiaquatic Bugs (Hemiptera, Gerromorpha). Phylogeny, adaptations, biogeography and classification. *Entomograph*, 3, 1-455.
- CALLAHAN J. R. (1974): Observations on *Gerris incognitus* and *Gerris gillettei* (Heteroptera: Gerridae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 76: 15-21.
- DITTRICH T., PAPÁČEK M. (2008): Obyčejná i neobyčejná hladinatka. *Živa*, 5: 218-219.
- ERLANDSSON A., 1992: Asymmetric Interactions in Semiaquatic Insects. *Oecologia*, 90: 153-157. <https://doi.org/10.1007/BF00317171>
- HANEL L. (2021a): Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu IX. (Chov nektonních ploštic). *Biologie, chemie, zeměpis*, 1: 28-38. <https://doi.org/10.14712/25337556.2021.1.3>
- HANEL L. (2021b): Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu X. (Chov splešťulovitých ploštic). *Biologie, chemie, zeměpis*, 2: 11-18. <https://doi.org/10.14712/25337556.2021.2.2>

- HANEL L., LIŠKOVÁ E. (2003): Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých. Skriptum Pedagogické fakulty UK Praha, 75 str.
- HU D. L., BUSH J. W. M. (2010): The hydrodynamics of water-walking arthropods. *J. Fluid. Mech.*, 644: 5-33. <https://doi.org/10.1017/S0022112009992205>
- JAMIESON G. S., SCUDDER G. C. E. (1977): Food Consumption in *Gerris* (Hemiptera). *Oecologia*, 30: 23-41. <https://doi.org/10.1007/BF00344889>
- JAMIESON G. S., SCUDDER G. C. E. (1979): Predation in *Gerris* (Hemiptera): reactive distances and locomotor rates. *Oecologia*, 44: 3-20. <https://doi.org/10.1007/BF00346390>
- JANDA V. (2014): Semiakvatické ploštice jako predátoři a kořist a jejich využití ve výuce přírodopisu. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra biologie, 39 str.
- KMENT P. (2007): Ploštice - In: Hudec K. [et al.], Příroda České republiky: průvodce faunou. Academia, Praha.
- LANCIANI C. A. (1991): Laboratory rearing of *Hydrometra australis* (Hemiptera: Hydrometridae). *Florida Entomologist*, 74: 356-357. <https://doi.org/10.2307/3495318>
- LELLÁK J., KOŘÍNEK V., FOTT J., KOŘÍNKOVÁ J., PUNČOCHÁŘ P. (1972): Biologie vodních živočichů. Skriptum Univerzity Karlovy v Praze, Fakulty přírodovědecké, SPN Praha, 220 str.
- MAIER Ch. T. (1977): The Behavior of *Hydrometra championana* (Hemiptera: Hydrometridae) and Resource Partitioning with *Tenagonus quadrilineatus* (Hemiptera: Gerridae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 50: 263-271.
- NUMMELIN M. (1989): Cannibalism in waterstriders (Heteroptera: Gerridae): is there kin recognition? *Oikos*, 56: 87-90. <https://doi.org/10.2307/3566090>
- RYBAK J. I. (1971): Przewodnik do rozpoznawania niektórych bezgęgowych zwierząt słodkowodnych. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 75 s.
- TREHERNE J. E., FOSTER W. A. (1981): Group transmission of predator avoidance behavior in a marine insect: the Trafalgar effect. *Animal Behaviour*, 29: 911-917. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(81\)80028-0](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(81)80028-0)
- YANG E., SON J. H., LEE S., JABLONSKI P. G., KIM H. (2016): Water striders adjust leg movement speed to optimize take off velocity for their morphology. *Nature communication*, 1-8. <https://doi.org/10.1038/ncomms13698>
- WYNIGER R. (1974): Insektenzucht. Methoden der Zucht und Haltung von Insekten und Milben im Laboratorium. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 368 s.