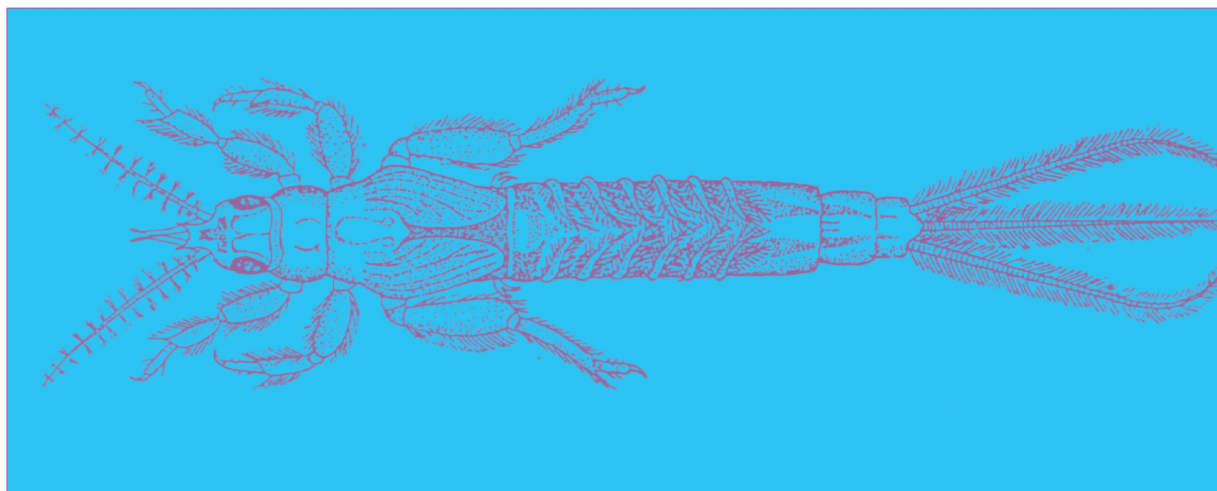


OPEN ACCESS



NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU XI (CHOV JEPIC A POŠVATEK)

Subject Matters of Experiments
and Observations of Water Animals
in School Aquarium XI (Rearing Of
Mayflies and Stoneflies)



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

Abstract

Mayflies (Ephemeroptera) exhibit a number of ancestral traits that were probably present in the first flying insects, such as long tails and wings that do not fold flat over the abdomen. Their immature stages are aquatic fresh water forms (called "naiads" or "nymphs"), whose presence indicates a clean, unpolluted environment. They are unique among insect orders in having a fully-winged terrestrial preadult stage, the subimago, which moults into a sexually mature adult, the imago. Typically, the brief lives of mayfly adults last only several days. Immature mayflies are aquatic, and in contrast to their short lives as adults, they may live for several years in the water. They have an elongated, cylindrical or somewhat flattened body that passes through a number of instars (stages) – moulting and increasing in size each time. The abdomen consists of ten segments, some of which may be obscured by a large pair of operculate gills. The abdomen terminates in a pair of, or three, slender thread-like projections. Nymphs live in streams (under rocks) or in stagnant waters (freely in vegetation). In most species, nymphs are herbivores or detritivores, feeding on algae, diatoms, or detritus, but in a few species, they are predators of small insect larvae.

Adult stoneflies (Plecoptera) have long antennae, weak chewing mouthparts, two pairs of membranous wings, and two long tail filaments. The nymphs of stoneflies are aquatic and live in the benthic zone of well-oxygenated streams. The nymphs physically resemble wingless adults but have external gills. Nymphs can acquire oxygen via diffusion through the exoskeleton, or through gills located behind the head, on the thorax, or around the anus. Due to the nymph's requirement for well-oxygenated water, the species is very sensitive to water pollution. This makes them important bioindicators for water quality. Most species are herbivorous as nymphs, feeding on submerged leaves and benthic algae, but many are hunters of other aquatic arthropods. The insects remain in the nymphal form for one to four years, depending on the species. The adults generally only survive for a few weeks. Stoneflies are very sensitive to pollution and only live in the very cleanest of streams. In this contribution, some observations of mayflies and stoneflies in school aquaria are presented (moving, breathing, phototaxis, defence against predators, morphological differences between larvae of both orders).

Klíčová slova

školní akvárium, jepice, Ephemeroptera, pošvatky, Plecoptera, chov, pozorování

Key words

school aquarium, rearing, mayflies, Ephemeroptera, stoneflies, Plecoptera, observations

ÚVOD

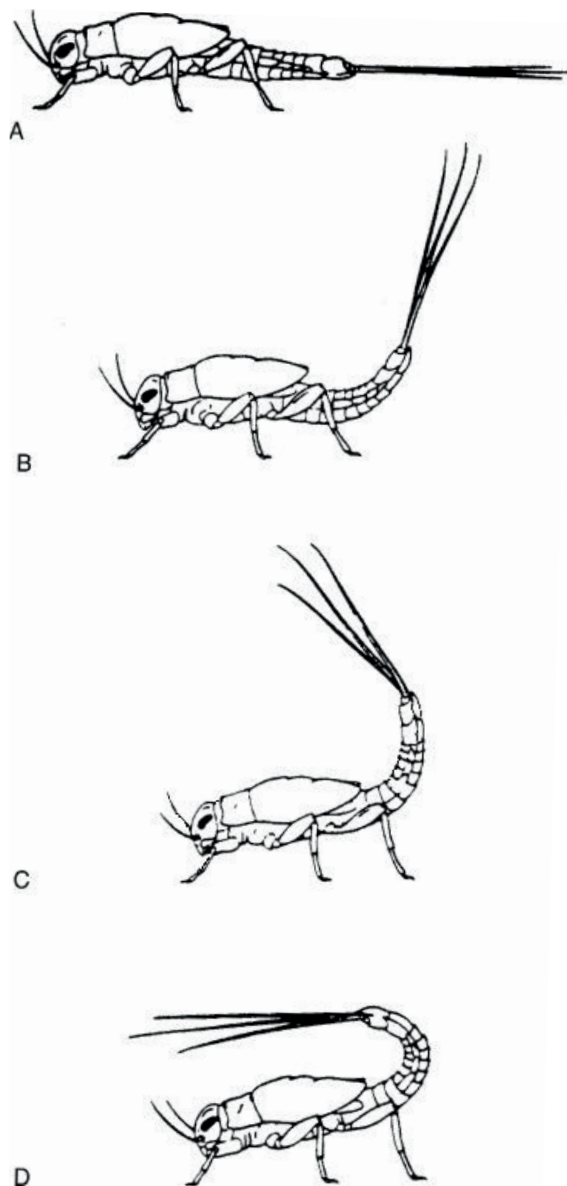
CHARAKTERISTIKA JEPIC

Jepice (Ephemeroptera) jsou starobylá okřídlená skupina hmyzu, kde dospělci mají jemné, hladké a lesklé tělo, redukované ústní a trávicí ústrojí, nepřijímají potravu a žijí obvykle pouze jeden až tři dny. Odtud obecně používané sousloví „jepičí život“, značící

krátkodobé trvání. Zato jejich vodní larvy, nazývané nymfy či najády, mohou žít i několik let. Přední křídla dospělců jepic jsou výrazně větší než zadní, která mohou i zcela chybět. Křídla jsou většinou skládána kolmo na tělo. Na zadečku jsou dva štěty, někdy

s prostředním paštěm. Samci vytváří typické roje v blízkosti vod, samice přiletí a bývá okamžitě oplodněna. Vajíčka pak klade volně do vody, nebo se u některých druhů dokonce potápí a lepí je na kameny. Samice umírá po naklazení vajíček, samec po kopulaci (jde o příklad semelparie). Larvy se líhnou po deseti až třiceti dnech a absolvují třicet až čtyřicet svlékání, jejichž počet nemusí být konstantní ani v rámci jednoho druhu. Mezi dospělcem a larvou je ještě unikátní stádium subimaga (polodospělce), kdy jsou tělo i křídla pokryta jemnou blankou, zbytkem předchozí kutikuly, kterou po krátké době jedinec svléká, a tím teprve končí proměna v dospělou jepici. Jejich vývin probíhá proměnou nedokonalou bez stadia kukly (Landa 1969, Macek 2001, Zahradník a Severa 2004).

Nymfy všech jepic žijí ve vodě, tvar jejich těla je zploštělý až válcovitý a odpovídá podmínkám prostředí, které obývají. Tykadla jsou dlouhá, mnohočlenná, ústní ústrojí kousacího typu. Tři páry končetin mají na vnějších okrajích řady štětín a krátké ostny, umožňující dobré zachycení na substrátu, chodidla jsou zakončena jedním drápkem. Přední nohy mohou mít různou funkci, mohou sloužit k pohybu, hrabání či jako filtrační aparát zachycující vodou přinášenou potravu. Mohou být používány také k seškrabávání nárostů z kamenů k ústním orgánům. U reobiontních druhů jsou nohy značně rozšířené a slouží k dobrému zachycení a těsnému přitisknutí k hladkým kamenům v silném proudu. Takovéto nymfy se tak mohou pohybovat lehce po způsobu krabů nejen dopředu, ale i do stran a dozadu. Na zadečku jsou vytvořeny dva štěty a středový paštět (ten u našich druhů chybí pouze u jepice peřejové *Epeorus assimilis*). Štěty tvoří pomocný plovací orgán a umožňují tak některým druhům plavat (rody *Cloeon*, *Siphonurus*). Štěty mohou ale sloužit také jako obrana při střetnutí s predátorem. Peckarsky (1980, 1987) prezentovala „štíří“ postoj u nymfy rodu *Ephemerella* v pokusech s přítomností dravých pošvatek (Obr. 1).



Obr. 1 Hrozivý obranný postoj připomínající štíra u nymfy jepice rodu *Ephemerella* (Peckarsky 1987).

Nymfy dýchají tracheálními žábry umístěnými zpravidla na 1.–7. zadečkovém článku, a to z boku nebo v dorzální části. Žábry mohou mít tvar plátků, lupínků nebo svazečků vláček. Zadečkové žábry jsou často opatřeny vlastními svaly, takže jsou pohyblivé a rytmickým pohybem je k nim přiháněna čerstvá voda. U reofilních druhů, žijících v dobře prokysličených vodách, jsou nepohyblivé. U plovcích forem slouží žaberní přívěsky při současném prudkém úderu také jako pomocný lokomoční orgán (rod *Cloeon*). První nymfální stádia nemají zadečkové tracheální žábry vyvinuté, a proto dýchají celým povrchem těla. Žaberní lupínky u rodu *Epeorus* vytváří velkou přísavku, která umožňuje larvám se lépe udržet v prudce tekoucí vodě.

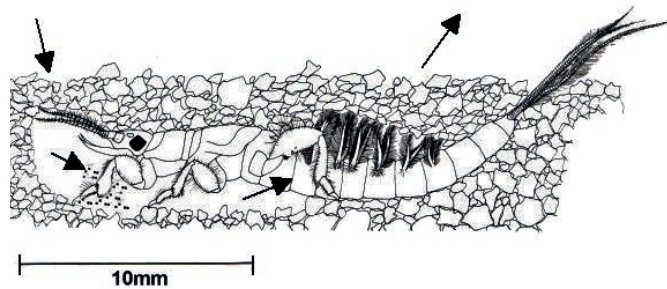
Nymfy jepic se živí hlavně detritem, drobnými vodními organismy a úlomky rostlin. Jsou důležitou potravou ryb, mohou sloužit také jako bioindikátor čistoty vody (Lenat 1988, Dohet et al. 2002, Helešic 2003, Zahrádková a kol. 2003).

U nymf rodu *Cloeon* vykonává prvních šest párů žaberních lupínků metasynchronický rytmický pohyb, tzn. že v obou řadách žaberních lupínků probíhá postupný pohyb odpředu dozadu, jednotlivé páry žaber kmitají současně. Poslední pár je nepohyblivý, stojí kolmo na směr pohybu žaber a vody a stáčí proud vody do stran.

Frekvence pohybů žaberních lupínků u jepice dvoukřídlé (*Cloeon dipterum*) je vysoká, 350 až 750 za minutu, a to v závislosti na teplotě vody, jak zjistil Kamler (1971).

U rodu *Caenis* se lupínky jednotlivých párů nepohybují současně, ale střídavě. Vytvořený proud vody nejde ve směru podélné osy těla, nýbrž stáčí proud vody do stran. Jde o ekologickou adaptaci, protože tyto nymfy žijí buď zahrabány v bahně, nebo jsou kryty jeho vrstvičkou, přičemž druhý pár

žaberních lupínků je přeměněn v ochranné krovkovité štíty chránící ostatní žaberní lupínky před znečištěním a poškozením. Protože jsou nepohyblivé, přívod čerstvé vody ke spodním lupínkům je možný pouze jejich asynchronním pohybem vyvolávajícím příčný proud vody, který navíc jen velmi málo narušuje ochrannou vrstvu bahna (Lellák a kol. 1972).



Obr. 2 Larva jepice dánské *Ephemera danica* zahrabaná v písčitém substrátu. Šipky naznačují proudění vody. Upraveno podle Lelláka a kol. (1972).

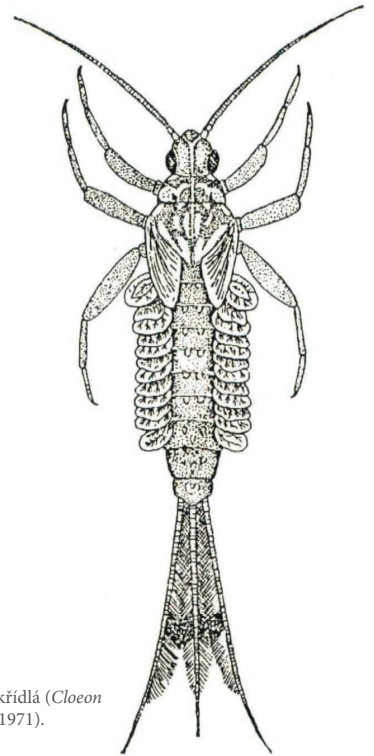
Hrabavé benthické nymfy nacházíme např. u jepice obecné (*Ephemera vulgata*), která se zahrabává do bahnitého či písčitého substrátu. Přitom vyhazuje před sebou a nad hlavou předníma nohama substrát, až vytvoří okrouhlou jamku, na jejímž dně vyčnívá jen její hlava a přední nohy. Takto usazená larva začne pohybovat žábry, jejichž pohyb vytvoří vlnu postupující zřepředu dozadu a způsobuje proud vody téhož směru. Proud vody je čerpán do kanálu nad hlavou, jde mezi tykadly, ústními ústroji, předníma a středníma, dopředu nataženými nohama pod hruď až pod značně rozšířené zadní nohy, které jej usměrňují kolem boků prvního abdominálního článku vzhůru do prostoru mezi žábry, jimiž prochází až k jejich poslednímu páru. Ten je nehybný a obrací proud vody k povrchu dna, prorazí ho a vytvoří kráterovitý otvor (viz Obr. 2, kde je uveden příklad na jepici dánské (*Ephemera danica*)). Hustě obrvená tykadla spolu s předním

a středním párem nohou tvoří současně výkonný filtr, na němž je zadržén různý unášený materiál, jako je organický detrit a drobná fauna a flora, které jsou jejich potravou (Lellák a kol. 1972). V České republice žije 106 druhů jepic (Soldán a kol. 2017), které jsou blíže představeny v monografii Zahradkové a kol. (2009). Klíč na určování nymf našich druhů uvádí Zelinka (1980).

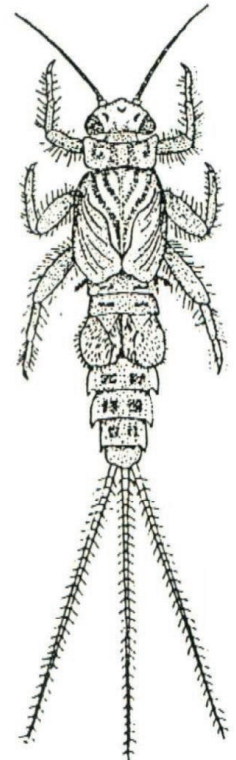
V akváriu, resp. v Petriho misce pod stereolupou, můžeme prezentovat následující ekologické skupiny nymf jepic, tedy adaptace k různému způsobu života.

Ve stojatých vodách lze nalézt:

- **typ plovací** – druhy s tenkýma nohama a lupínkovitými žábami, obrvené štěty slouží jako pomocný plovací orgán (typický rod *Cloeon*, **Obr. 3**), žijí často v porostech vodních rostlin. Pohybují se dorzoventrálně vlnivým pohybem zadečku s přispěním žaberních lupínků (pohyb poskoky či plynulým plaváním). Obvykle sedí na stoncích a listech rostlin a sbírají na nich nejenom usazený organický detritus, ale i nárosty rozsivek a řas.
- **typ lezoucí** – benthické formy se zploštělým tělem, mají často silně obrvené, hrabavé nebo plazivé nohy, neobrvené štěty (typický rod *Caenis*, **Obr. 4**). Leží obvykle zahrabány v bahně nebo pomalu prolézají těsně pod povrchem bahna

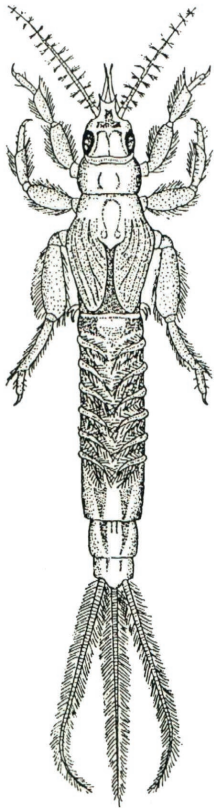


Obr. 3 Jepice dvoukřídlá (*Cloeon dipterum*), Rybak (1971).



Obr. 4 Jepice rodu *Caenis*, Rybak (1971).

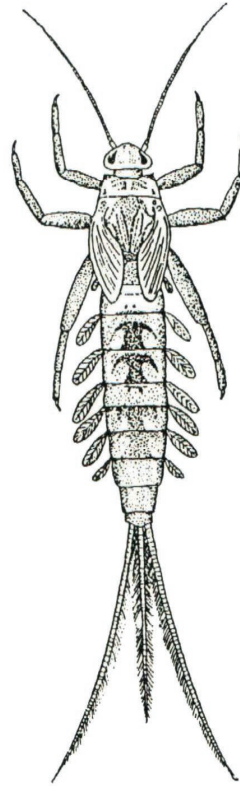
- **typ hrabavý** – mají válcovité tělo, přední nohy, přední okraj hlavy a kusadla mají upraveny k hrabání, tracheální žábry jsou umístěny na dorzální straně zadečku. Příkladem je rod *Ephemera* (Obr. 5), žijící na dně podhorských a nížinných potoků.



Obr. 5 Jepice obecná (*Ephemera vulgata*), Rybak (1971).

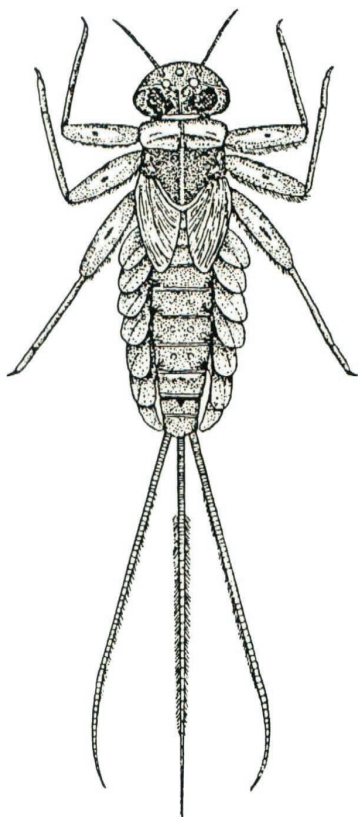
V tekoucích vodách lze nalézt:

- **volně lezoucí typ** – žijí v mírném proudu vody, vzhledově jsou nymfy podobné druhům stojatých vod, často osídlují porosty mechu prameničky (*Fontinalis*). Příkladem mohou být zástupci rodu *Baetis* (Obr. 6). Živí se detritem a nárosty řas, které seškrabávají na kamenech.



Obr. 6 Jepice rodu *Baetis*, Rybak (1971).

- **typ přisedlý** – nápadně ploché nymfy jsou málo pohyblivé, těsně přimknuté k podkladu, nebo zalezlé ve štěrbinách mezi kameny. Patří sem zástupci rodů *Heptagenia*, *Rhitrogena* (Obr. 7), *Epeorus*.



Obr. 7 Jepice bystřinná (*Rhitrogena semicolorata*), Rybak (1971).

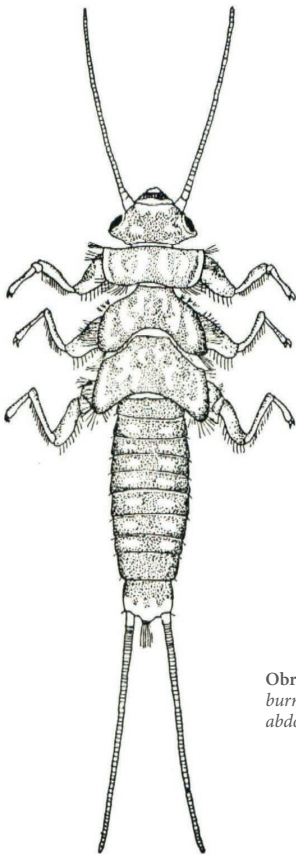
CHARAKTERISTIKA POŠVATEK (PLECOPTERA)

Dospělci pošvatek mají ploché, měkké tělo, nenápadně šedohnědě zbarvené. Zadeček je zakončen vždy dvěma dlouhými přívěsky. Pošvatky mají dva páry křídel, která jsou stejně dlouhá, zadní pár je však širší. Křídla pošvatky skládají na plocho přes zadeček. Na hrudi jsou umístěny tři páry nohou, které mohou být dlouhé a štíhlé nebo krátké a silné. Ústní ústrojí je kousací. Tykadla jsou dlouhá, nitkovitá. Samice po oplodnění shromáždí vajíčka na zadečku a takto spojená do chuchvalců je nakladou do vody. Z těch se po druhově rozdílné době vylíhnou nymfy. Obvyklá doba líhnutí se pohybuje mezi čtvrtým a šestým týdnem, ale u některých druhů až po třech měsících. Vylíhlé nymfy jsou pak vzhledově podobné dospělým jedincům, jediným opravdu podstatným rozdílem jsou nevyvinutá křídla. Nymfální stadium trvá až čtyři roky a během něho se nymfa mnohokrát svléká. Proměna je nedokonalá, tzn. bez stádia kukly (Raušer 1959).

Nymfy mají tři páry nohou široce rozkročených do stran, nohy jsou kráčivé a na konci chodidel jsou dva drápky. U většiny druhů jsou nymfy dravci, živící se vodním hmyzem či máloštetináci, jiné druhy jsou herbivorní a omnivorní. Dravé nymfy registrují kořist na vzdálenost 3–4 cm. Většinou jsou fotofobní. Žábry mají umístěny různě na hrudi, bázích končetin či na konci těla mezi štěty, u některých druhů dýchají nymfy celým povrchem těla. Zadeček je z boků vždy holý bez žaberních přívěsků. Poslední instar má velké pochvy křídel a před líhnutím dospělého přestává přijímat potravu. Nymfa vylézá na břeh, zachytí se podkladu a pak opustí nymfální kutikulu. Vzhledem k tomu, že dospělci žijí velmi krátce, je způsob života redukován na zajištění reprodukce. Nymfy pošvatek velice citlivě reagují na znečiště-

ní vody a bývají považovány za jeden z dobrých bioindikátorů čistoty vody (Lenat 1988, Dohet a kol. 2002).

Nymfy pošvatek jsou stenotermní reobionti, obývající chladné vody, kde vyhledávají štěrbinu a prohlubně pod kameny. V akváriu nevydrží obvykle dlouho, vyžadují vzduchování, filtraci a chladnou vodu. Vykonávají rytmické pohyby podobné klikům, které mají za účel výměnu vody v nejbližším okolí těla, a to ve frekvenci až 100 za minutu, v dostatečně chladné vodě tyto pohyby ustávají (Genkai-Kato 2000, Hanel 2018). U pošvatek nacházíme dva ekologické typy. Prvním jsou nymfy se zploštělým tělem a zploštělými stehny, které se živí živočišnou i rostlinnou potravou



Obr. 8 Pošvatka rybářice (*Perla burmeisteriana*, syn. *Perla abdominalis*), Rybak (1971).

(skupina Setipalpia). Patří sem velké druhy čeledí Perlidae, Perlodidae a Chloroperlidae. Živí se prvoky, vířníky, kroužkovci, korýši, drobnými larvami vodního hmyzu, z rostlin hlavně rozsvivkami a řasami. Druhým typem jsou nymfy s válcovitým tělem a nezploštělými stehny (skupina Filipalpia). Živí se převážně nebo výhradně rostlinnou potravou. V České republice žije aktuálně 95 druhů pošvatek (Bojková et al. 2017) a jejich seznam s charakteristikami lze najít v publikaci Bojkové a Soldána (2013). Určovací klíč na nymfy našich druhů uvádí Raušer (1980).

K druhům pošvatek méně náročným na kyslík patří např. *Nemoura cinerea* či *Nemurella picteti*, obývající i stojaté a zabahněné vody. Larvy pošvatek rodu *Perla* (Obr. 8) jsou dravé, dokážou ulovit 2–3 larvy jepic denně. Jsou fotofobní, což lze vyložit jako ekologickou adaptaci proti predaci pstruhů.

ZÍSKÁNÍ MATERIÁLU PRO CHOV

Jepice i pošvatky lze sbírat individuálně měkkou pinzetou na kamenech a jiných předmětech vytažených z vody nebo smýkáním sítkou či cedníkem míst s vodní vegetací, případně prohrabáváním dna. Při převozu larev dbáme na to, aby voda zůstala studená, do vody vložíme trs propraných vodních rostlin, aby se larvy mohly kde zachytit. Zejména pro jepice a pošvatky z tekoucích vod je nejlepší použít vodu do akvária přímo z lokality, kde byly nymfy uloveny.

ZAŘÍZENÍ AKVÁRIA

U jepic půjde obvykle o krátkodobé akvarijní chovy v přírodě nalovených larev. Larvy ze stojatých vod chováme v dobře rostlinami osázených akváriích s trochou detritu na dně. Larvy z tekoucích vod vyžadují proudící vodu, což můžeme zajistit vzduchovacími motorčky nebo filtry. Při dlouhodobějším chovu je vhodné vodu v akváriu jedenkrát týdně vyměnit. Na dno dáme písek s kameny, pod nimiž by měly být skuliny, do nichž se larvy mohou ukrýt. Písek, kameny či rostliny přinášíme z míst, kde lovíme nymfy, aby se tyto mohly živit na nich se vyskytujícími nárosty řas. Z rostlin můžeme využít prameničku (*Fontinalis*). Některý z kamenů či kořenů necháme vyčnívat nad vodu, aby se na něm mohly zachytit nymfy svlékající se v subimago. Pokud chováme hrabavé larvy, musí být na dně vyšší vrstva jemnějšího písku, do něhož se larvy mohou zahrabat. Aby subimaga či imaga neodletěla, přikrýváme akvárium sítkou. Nymfy se živí převážně řasami a rozsivkami a různými organickými zbytky, které nalézají v detritu či seškrabují na povrchu kamenů a vegetace. Ve stojaté vodě můžeme chovat např. druhy *Cloeon dipterum* (Obr. 3), *Siphonurus aestivalis*, *Ephemera vulgata*, *Caenis horaria*, *Leptophlebia marginata*. Z tekoucích vod můžeme chovat např. druhy *Heptagenia sulphurea*, *Ecdyonurus fluminum*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Potamanthus luteus* či *Ephemera danica*.

K chovu v akváriu je vhodná jepice dvoukřídla (*Cloeon dipterum*), jejíž larvy můžeme lovit celý rok a nemají zvláštní nároky na teplotu vody a obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě. Larvy se vyvíjejí v rozmanitých stojatých vodách: v rybnících, tůních, zatopených strouhách i v sudech na vodu v zahradách. Žijí i v zátočinách toků, kde je klidná voda. Zdržují se často mezi vodní vegetací. Cianciara (1980) zjistila, že v potravě nymf převažuje organický detrit a řasy rodu *Spirogyra*. Je to jediný evropský

druh, u kterého bylo zjištěno, že dokáže dlouhodobě žít ve vodě bez kyslíku (Whitney 1939). Optimální teplota pro chov je 20 °C. Subimaga se líhnou z vodní hladiny a v imago se mění během jednoho dne. Vývoj larev trvá 2–3 měsíce podle teploty vody a množství potravy. Patří k druhům jepic, u nichž je známa partenogeneze (Šupina 2012).

Nádrž pro pošvatky zařizujeme podobně jako pro jepice, důležitá je cirkulace vody (vzduchováním nebo filtrací) a udržení nízké teploty vody, která by měla odpovídat lokalitě, kde byly nymfy uloveny. Vhodné je do akvária použít vodu z lokality, kde nymfy pošvatek lovíme.

NÁMĚTY NA POZOROVÁNÍ

Chov od vajíčka po imago je obtížný, půjde tedy většinou o krátkodobější pozorování životních projevů jak jepic, tak i pošvatek:

1. pozorujte způsob pohybu nymf jepic a pošvatek
2. porovnejte vzhled různých ekologických skupin larev jepic ze stojatých vod (plovací, lezoucí a hrabavý typ) a žijících v tekoucích vodách
3. ověřte si srovnáním odlišnosti nymfy jepice a pošvatky (umístění žaberních přívěsků, počet drápků na konci končetin)
4. zkuste umístit k sobě nymfu jepice a dravou nymfu pošvatky, či larvu potápníka nebo vážky, a sledujte chování
5. larvě pošvatky rodu *Perla* předložte živou potravu (např. larvu jepice, nitěnku) a sledujte, na jakou vzdálenost registruje přítomnost kořisti
6. sledujte chování nymfy pošvatky ve vztahu k dýchání za různé teploty. Zjistíte závislost mezi teplotou vody a frekvencí dýchacích pohybů („kliků“)

Literatura

- BOJKOVÁ J., KROČA J., HELEŠIČ J. & SOLDÁN T. (2017): Plecoptera (Pošvatky) 123–125. In: Hejda R., Farkač J., Chobot K. (eds.): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Příroda Praha*, 36: 1–612.
- BOJKOVÁ J. & SOLDÁN T. (2013): Stoneflies (Plecoptera) of the Czech Republic: species checklist, distribution and protection status. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 53, 2: 443–483.
- CIANCARA S. (1980): Food preference of *Cloeon dipterum* (L.) larvae and dependence of their development and growth on the type of food. *Polskie archiwum hydrobiologii*, 27, 1: 143–160.
- DETTNER K. (2019): Defenses of water insects. Chapter 9, 191–261. In: DEL-CLARO K. & GUILLERMO R. (2019): *Aquatic insects, behavior and ecology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16327-3_9
- DOHET A., DOLISY D., HOFFMANN D. & DUFRÈNE M. (2002): Identification of bioindicator species among Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a survey of streams belonging to the rhithral classification in the Grand Duchy of Luxembourg. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28: 381–386. <https://doi.org/10.1080/03680770.2001.11902609>
- GENKAI-KATO, M., NOZAKI, K., MITSUHASHI, H. et al. (2000): Push-up response of stonefly larvae in low-oxygen conditions. *Ecological Research*, 15: 175–179. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2000.00336.x>
- HANEL L. (2018): Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu II (dýchání vodních živočichů). *Biologie, chemie, zeměpis*, 2: 11–21. <https://doi.org/10.14712/25337556.2018.2.2>
- HELEŠIČ J. (2003): Habitat preferences of stonefly larvae of the families Perlidae and Perlodidae – a case study of *Perla burmeisteriana*. *Acta Facultatis Ecologiae*, 10, Suppl. 1: 183–186.
- KAMLER E. (1971): Reactions of two species of aquatic insects to the changes of temperature and oxygen concentration. *Polskie archiwum hydrobiologii*, 18, 3: 303–323.
- LANDA V. (1969): *Jepice (Ephemeroptera)*. Fauna ČSSR, svazek 18. Academia, Praha.
- LELLÁK J., KOŘÍNEK V., FOTT J., KOŘÍNKOVÁ J. & PUNČOCHÁŘ P. (1972): *Biologie vodních živočichů*. Skriptum Přírodovědecké fakulty Univerzita Karlovy, SPN Praha, 218 s.
- LENAT D. R. (1988): Water quality assessment of streams using a qualitative collection for benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 7: 222–233. <https://doi.org/10.2307/1467422>
- MACEK J. (2001): *Bezobratlí (2). Svět zvířat*; sv. 11. Albatros, Praha, 170 s.
- PECKARSKY B. L. (1980): Predator-prey interactions between stoneflies and mayflies: behavioral observations. *Ecology*, 61, 4: 932–943. <https://doi.org/10.2307/1936762>
- PECKARSKY B. (1987): *Mayfly cerci as defence against stonefly predation: deflection and detection*. *Oikos*, 48: 161–170. <https://doi.org/10.2307/3565851>
- RAUŠER J. (1959): Pošvatky – Plecoptera. *Klíč zvířeny ČSR III*: 169–191. ČSAV Praha.
- RAUŠER J. (1980): Řád Pošvatky – Plecoptera. 86–132. In: *Rozkošný R. (ed.). Klíč vodních larev hmyzu*. Academia, Praha, 521 pp.
- RYBAK, J. I. (1971): Prezwodnik do rozpoznawania niektórych bezkregowych zwierzat slodkovodnych. *Polska Akademia nauk*, Warszawa, 75 s.
- SOLDÁN T., BOJKOVÁ J. & ZAHŘÁDKOVA S. (2017): Ephemeroptera (Jepice), 114–117. In: Hejda R., Farkač J., Chobot K. (eds.): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Příroda Praha*, 36: 1–612.
- ŠUPINA J. (2012): *Partenogeneze jako rozmnožovací strategie u jepic (Ephemeroptera)*. Bakalářská práce Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, 51 s.

- WHITNEY R. J. (1939): The thermal resistance of mayfly nymphs from ponds and streams. *Journal of experimental biology*, 16: 374–385. <https://doi.org/10.1242/jeb.16.3.374>
- ZAHRÁDKOVÁ S., DUŠEK L., NĚMEJCOVÁ D., MERGL A. & SOLDÁN T. (2003): Ephemeroptera – environmental profiles of species, genera and families. *Acta Facultatis Ecologiae*, 10, Suppl. 1: 179–182.
- ZAHRÁDKOVÁ S., SOLDÁN T., BOJKOVÁ J., HELEŠIC J., JANOVSÁ H. & SROKA P. (2009): Distribution and biology of mayflies (Ephemeroptera) of the Czech Republic: present status and perspectives. *Aquatic Insects*, 31: 1, 629–652. <https://doi.org/10.1080/01650420902745539>
- ZAHRADNÍK, J. & SEVERA, F. (2004): *Hmyz*. Aventinum, Praha, 326 s.
- ZELINKA M. (1980): Řád Jepice – Ephemeroptera, 39–67. In: Rozkošný R. (ed.). *Klíč vodních larev hmyzu*, Academia, Praha, 521 pp.