

NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU XXI (CHOV SLADKOVODNÍCH PLŽŮ: PLOVATKA BAHENNÍ, AMPULÁRKA ARGENTINSKÁ)

OPEN ACCESS



Subject Matters of Experiments
and Observations of Water Animals
in School Aquarium XXI (Aquatic
Gastropods: Grand Pond Snail *Lymnaea
stagnalis*, Spike-Topped Apple Snail
Pomacea bridgesii)

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

Abstract

Representatives of gastropods (*Gastropoda*), prosobranchs (*Prosobranchiata*) and pulmonates (*Pulmonata*), appear in Czech waters. One of the best model species for observation in an aquarium is the great pond snail (*Lymnaea stagnalis*), which are pulmonate (air-breathing) snails. It has a right-coiled shell. It inhabits slow-flowing watercourses, ponds, sand pits, oxbow lakes and pools, as well as wetlands. It feeds on growths (mainly algae), dead and living parts of plants, detritus, and dead animals. This species is hermaphroditic. The eggs are laid in elongated “cocoons” about 5 cm long; the number of eggs is usually around 100. The length of embryonic development varies between 10 and 30 days depending on the temperature. The great pond snail lives 2 to 5 years. The second model species, which is well known to aquarists, is the exotic thermophilic Argentinian spike-topped apple snail (*Pomacea bridgesii*). It grows to a size of 5–7 cm, and lives up to 5 years, but the life span depends on the temperature in the aquarium – the higher the temperature, the shorter the life. At temperatures below 18 degrees, they are almost inactive. In addition to gill breathing, it also draws atmospheric air with a siphon (air tube), that it pushes to the water surface. The gills are partially transformed into a simple lung sac. The mouth of its shell is closed by a permanent lid (operculum). Feeding the spike-topped apple snail is very easy, as they consume a variety of food as well as feed for aquarium fish. This species is gonochoristic. Females lay eggs above the water in a cluster, up to several centimeters in size. Young snails hatch after 2 to 4 weeks. This paper provides ideas on the methods for breeding and observation, e.g., with regard to the speed of movement, food preference, and the frequency of taking in air on the surface at different water temperatures.

Klíčová slova

školní akvárium, chov, pozorování, potravní preference, frekvence nadechování

Keywords

school aquarium, breeding, observation, food preferences, frequency of breathing

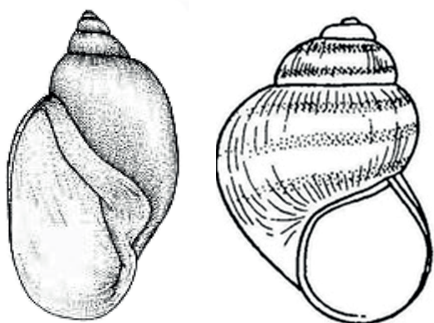
ÚVOD

Další díl seriálu o chovu a pozorování vodních živočichů je věnován vodním plžům, čímž volně navazuje na již zveřejněný díl, zabývající se mlži (Hanel 2022). V úvodním textu je zmíněna základní charakteristika našich vodních plžů, poté jsou představeny dva modelové druhy, a to plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), běžný druh v našich vodách, a ampulárka argentinská (*Pomacea bridgesii*), která se často objevuje v nádržích akvaristů.

Charakteristika našich vodních plžů

V našich vodách se objevují zástupci plžů předožábřých (*Gastropoda: Prosobranchiata*) a plicnatých (*Gastropoda: Pulmonata*). Tělo sladkovodních plžů je tvořeno třemi částmi: souměrnou hlavou a nohou a spirálně vinutým a nesouměrným útrobním vakem. Hlava nese jeden pár tykadel, která jsou u vodních plžů plicnatých a předožábřých nezatažitelná, válcovitá nebo plochá, trojúhelníkovitého tvaru. Na bázi tykadel jsou oči. Ústní otvor je u plžů předožábřých umístěn na rypákovitě vybiňající přední části hlavy, u plžů plicnatých není hlava protažena a otvor je shora kryt příústními laloky. Útrobní vak

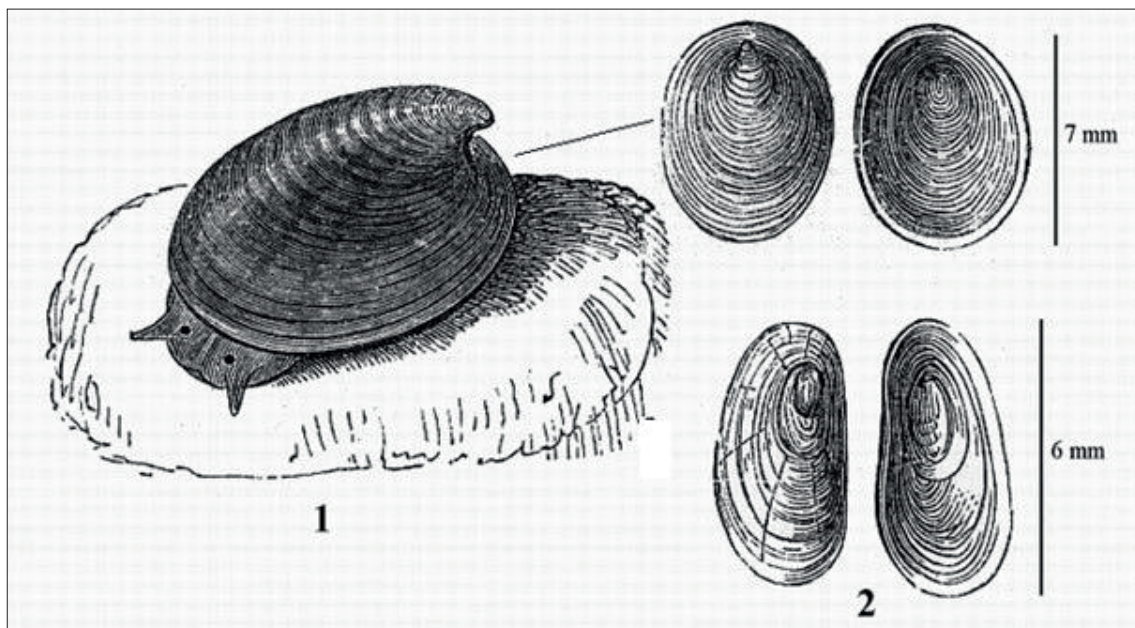
je celý ukryt ve schránce – ulitě, která je vylučována vnější stěnou a okrajem kožního záhybu, tzv. pláštěm. Ulita je u většiny našich vodních druhů spirálovitě vinutá, naprostá většina našich vodních plžů má pravotočivou ulitu (viz Obr. 1), levotočivou ulitu má např. levatka (*Physa*). Chemicky je ulita tvořena uhličitánem vápenatým.



Obr. 1 Levotočivá ulita u levatky (*Physa*) a pravotočivá ulita u bahenky (*Viviparus*), https 1, 2

Směr stáčení ulity nejsnáze poznáme, prohlédneme-li si schránku z horní, tj. vrcholové strany. Pokud se spirála závitů stáčí směrem od vrcholu ulity doprava po směru hodinových ručiček, jde o plže pravotočivého, pokud doleva proti směru hodinových ručiček, jde o plže levotočivého. Díváme-li se na ulitu z čelního pohledu (který malakologové označují jako „základní pozice“ a jsou v ní nakresleny obě ulity na Obr. 1), tedy ústím k sobě a vrcholem nahoru, bude u pravotočivých druhů směřovat ústí doprava, u levotočivých doleva.

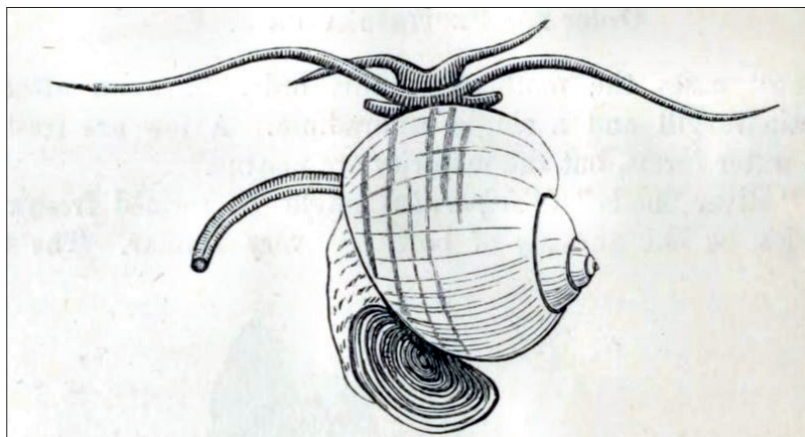
Ulitu redukovanou na jednoduchý, čepičkovitý útvar má např. kamomil říční *Ancylus fluviatilis* a člunice jezerní *Acroloxus lacustris* (viz Obr. 2). Kamomil nemá vyvinutou plicní dutinu ani žábry, dýchá bohatě prokrveným okrajem pláště a kožním záhybem mezi pláštěm a nohou (Hanel 2004).



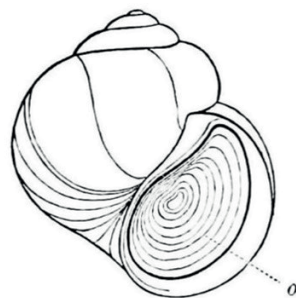
Obr. 2 Kamomil říční *Ancylus fluviatilis* (1) a člunice jezerní *Acroloxus lacustris* (2), https 3

Všechny druhy předožábřích plžů poznáme podle operkula, což je víčko trvale přirostlé k zadní části nohy a sloužící k uzavření v ulitě ukrytého plže (viz Obr. 3). Víčka mořských předožábřích bývají

silně zvápenatělá, předožábří plži žijící v našich vodách však mají víčka rohovitá a tenká. Plicnatí plži operkulum nemají.

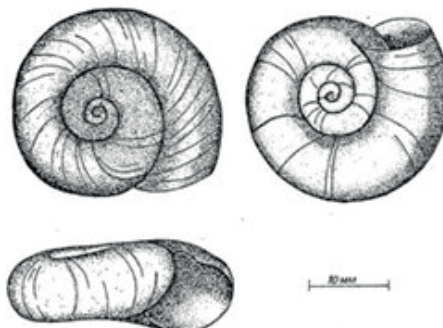


Obr. 3 Operkulum (víčko) je u předožábřích plžů trvale přirostlé k zadní části nohy (vlevo), slouží k uzavření v ulitě ukrytého plže (vpravo), [https 4](https://4)



Plži se pohybují po podkladu výhradně pomocí nohy, na spodní straně ploché, která se vysunuje z ulity. Skládá se ze silné svaloviny a vpředu na ni navazuje hlava s ústy a smyslovými orgány. Při pohybu je na spodní straně nohy (chodidlu) vidět postupně probíhající svalovou kontrakci. Zároveň je na spodní straně nohy vylučován hlen, který umožňuje klouzavý pohyb. Je-li podložka průhledná (např. skleněná stěna akvária), lze pozorovat na ploše chodidla při pohybu plže tmavší příčné vlny, probíhající v pravidelných odstupech odzadu dopředu. Při pohybu na hladinové blance se mohou plži pohybovat po hlenové pásce a kromě toho jsou k hladině tlačeni svou nízkou specifickou vahou (dosahují toho vysunutím větší části těla z ulity a roztažením vzduchu v plicní dutině). Mohou proto poměrně rychle vyplavat k hladině. Toto lze častěji pozorovat u plovatek (*Lymnaeidae*) než u okružáků (*Planorbidae*).

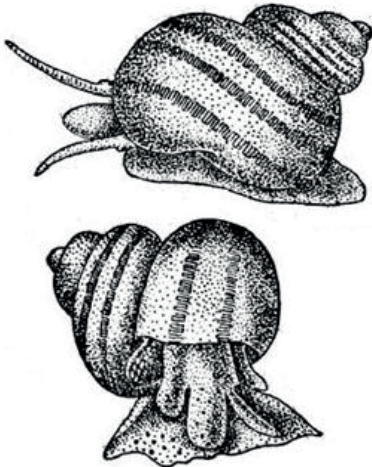
Předožábří plži dýchají pomocí pérovité žábry, která vyčnívá do plášťové dutiny. V plášťové dutině dochází k pasivní výměně vody. U plžů plicnatých probíhá výměna plynů na stěnách plášťové dutiny, která je bohatě protkána vlasečnicemi a naplněna vzduchem. Hemolymfa se tak dostává do styku se vzduchem a v něm obsaženým kyslíkem. Někdy



Obr. 4 Okružák plošký *Planorbarius corneus, corneus*, [https 5](https://5)

vodní plicnatí plži čerpají kyslík přímo z plášťové dutiny naplněné vodou (tento způsob „vodního dýchání“ má např. plovatka asi do dvanáctého dne po vylíhnutí). Vzduch je u plicnatých plžů vyměňován u hladiny, kam se plži pravidelně přesouvají. Frekvence nabírání čerstvého vzduchu je závislá na obsahu ve vodě rozpuštěného kyslíku, a tudíž na teplotě.

Všechny druhy našich předožábřých (až na rod točenka, *Valvata*) jsou odděleného pohlaví, tento rod a všechny druhy plicnatých plžů jsou pak obojetníci (hermafroditi). Samci bývají obvykle menší a liší se trochu tvarem ulity, sexuální dimorfismus není ale příliš zřetelný. Výraznější je u bahenky (*Viviparus*), jelikož samci mají silně ztloustlé pravé tykadlo, fungující jako kopulační orgán (Obr. 5).



Obr. 5 Pohlavní rozdíly u bahenky živorodé, samec (dole) má jedno z tykadel kratší a nápadně ztloustlé, https 6

U hermafroditických plžů většinou recipročně a najednou předávají sperma oba jedinci; u některých druhů (obvykle těch se štíhlou protaženou schránkou, jako jsou vlhkomilné jantarky (např. *Succinea putris*) nebo závornatky (Clausiliidae)) však oba partneři samčí roli postupně vystřídají. Většina našich vodních plžů klade vajíčka, pouze bahenky rodu *Viviparus* jsou živorodé. Zadržují oplozená vajíčka s ulitkami pokrytými štětinovitými chloupky do doby porodu. Při porodu se obrátí ústím nahoru a vypouští malé bahenky obalené průhledným rosolovitým slizem (Hanel 2004).

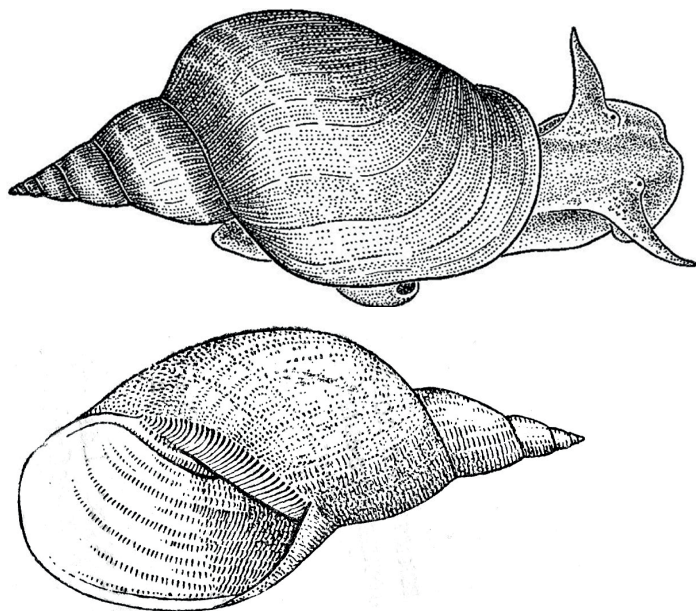
Ostatní plži kladou vajíčka obalená tuhous, rosolovitou hmotou ve snůškách. Tvar snůšek je charakteristický a někdy lze podle něho rozlišit i jednotlivé rody, případně druhy (např. snůšky plovatek jsou ploché, oválně protáhlé, 3–5 cm dlouhé). Z vajíček se po určité době v závislosti na teplotě líhnou mláďata podobná dospělým, ale lišící se velikostí. Vývoj je tedy přímý. Některé druhy se mohou dožít až 10 let (bahenky rodu *Viviparus*).

MODELOVÉ DRUHY VHODNÉ K CHOVU A POZOROVÁNÍ

Prvním modelovým druhem vhodným k pozorování v akváriu byla zvolena plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*, Obr. 6), patřící mezi plicnaté plže. Je široce rozšířena (má tzv. holoarktický výskyt) ve sladkovodních biotopech ve velkých částech Evropy, Severní Ameriky a Asie s výjimkou nejnižších oblastí (Pfleger 1988, Kuroda et Abe 2020). Patří do čeledi plovatkovitých (Lymnaeidae).

Její oči se nacházejí u základny tykadel (patří do řádu spodnookých – Basommathopora). Jde o jeden z našich nejběžnějších druhů vodních plžů.

Plovatka má pravotočivou ulitu (jen zcela výjimečně může být i levotočivá, a to je asi ve 2 % ve sledovaných populacích, Kuroda et Abe 2020), která je tenkostěnná a křehká, vejčitého až protáhle vejčitého tvaru, se štíhle vytaženým a špičatým kotoučem, dosti lesklá. Závitů bývá cca 5,5 až 7,5 a největší z nich je oproti zbývajícím značně robustní a široký. Někteří jedinci mají takřka čtvercově rozšířený první závit ulity, podle čehož lze odhadnout, že jde o jedince silně napadené vývojovými stádii motolic. Schránky plovatek vykazují velkou morfologickou variabilitu, která je větší právě u jedinců napadených určitými druhy motolic (Zbikowska et Zbikowski 2005).



Obr. 6 Plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), <https://www.fishbase.org/species/lymaea>

Dospělé plovatky mají délku ulity 3–6 cm a šířku 2–3 cm (Buchar et al. 1995). Je zajímavé, že velikost jedinců závisí na objemu vody, větší jedinci se vyskytovali ve velkých vodních nádržích (Kuroda et Abe 2020). Tělo plovatky je žlutavě až tmavě šedé, ulity dospělých mají žlutohnědou barvu, zatímco mladí jedinci mají ulity průsvitnější.

Velmi nápadným znakem plovatek jsou jejich tykadla. Jsou zploštělá do trojúhelníku a připomínají tak trochu jakési „ušičky“. Plovatka má tzv. vodní plíce naplněné plynem a ventilace se uskutečňuje otevíráním a zavíráním pneumostomu, který tvoří vstup do dýchacího orgánu. Je to vlastně otvor, jehož lem tvoří jakýsi zavínovací kornout (nikoliv uzavřenou trubici), který plži vysunou na hladinu a nasají jím vzduch. Pokud zrovna není používán, bylo by zbytečné, aby byl okolní lalok stočený do tvaru trychtýře, takže je otvor celkem nenápadný. Kromě toho je důležité také povrchové tělní dýchání, jehož relativní význam ve srovnání s plicní ventilací závisí na obsahu kyslíku ve vodě. V zimě tráví plovatky většinu času v nejspodnějších vrstvách u dna a dýchají povrchem těla. Je známo, že plovatky jsou pozitivně fototaktické. Ve vodě bohaté na rozpuštěný kyslík jsou plovatky pozitivně geotaktické a vzdalují se od vodní hladiny. Ve vodě chudé na rozpuštěný kyslík plovatky mění své chování na negativně geotaktické a pohybují se směrem k hladině vody, aby mohly provádnout vzdušné dýchání (Benjamin 2008).

Plovatky obývají pomalu tekoucí vodní toky, rybníky, pískovny, odstavená ramena, tůň i mokřady. Často se sdružují ve větších počtech u vodní hladiny. Jak již vědecký druhový název napovídá, populace plovatky bahenní upřednostňují

stojaté vody, a když se prostředí stane hypoxickým, plži se soustřeďují u vodní hladiny a provádějí rytmické otvírací a zavírací pohyby svého plicního otvoru, pneumostomu. Jsou schopny žít i v částečně vysychajících vodách, k přežití jim totiž může stačit i dostatečná vlhkost mezi chomáči rostlin nebo pod kameny (Lellák a kol. 1972, Hanel 2002). V přírodě je plovatka aktivní celý rok, mimo nejsilnější mrazy. Přezimuje na dně vod a snese i zamrznutí v ledu. Na podzim a v zimě je však obtížné plovatky pro využití ve výuce nalézt, a proto doporučujeme lovit je především v pozdním jaře a časném podzimu, před příchodem prvních chladných dnů.

Plovatka bahenní se nejčastěji vyskytuje v mezosaprobních vodách, objevuje se ale i v oligosaprobních či alfa-mezosaprobních vodách (Arambašic et al. 2013).

Při pohybu plovatky přilnou k substrátu sekreci hlenu z chodidla a hladce klouzají bez viditelného stahu nohy. To vedlo dříve k názoru, že klouzání je způsobeno obrvenými buňkami (povrch chodidla je totiž těmito buňkami pokryt). Nyní je však zřejmé, že k lokomočním pohybům významně přispívá systém hladkého svalstva, které leží bezprostředně pod povrchovou epiteliální vrstvou obrvených buněk (Pavlova 2010). Jednotlivá vlákna hladkého svalstva probíhají podélně v horizontální rovině nohy a vyznačují se velkými mitochondriemi (Plesch et al. 1975).

Plovatky se živí nárosty (především řas), odumřelými i živými částmi rostlin, detritem a někdy i mrtvými živočichy (Kuroda et Abe 2020). Pokud se potrava nachází na dně, pak plovatky provádějí pravidelné přesuny k vodní hladině a zpět ke dnu, čímž mohou střídát příjem potravy s dýcháním. Při použití krmení jako testu chemické citlivosti plovatky vykazovaly selektivní reakce na různé chemikálie, které jsou registrovány „chuťovými“ chemoreceptory kolem ústního otvoru. Cukry jako sacharóza a maltóza

stimulovaly pohyb raduly, což je chitinózní blanka pokrytá zoubky v ústech plžů, naopak její pohyb byl inhibován chininem. Plovatky jsou schopny detekovat ve stojaté vodě chemické stopy z potravy, což lze považovat za tropotaxi. To je spojeno s formou orientace zvanou klinotaxe, kdy plži porovnávají chemickou intenzitu v postupných symetrických bodech v prostoru. Lokalizace potravy pohybem proti proudu k chemikáliím (pozitivní reotaxe) je dalším dostupným mechanismem plovatek pro lokalizaci vzdálenější potravy dostupné v tekoucí vodě (Benjamin 2008).

Při vlastním příjmu potravy dochází nejprve k rytmickému pohybu raduly. Během každého seškrábnutí např. řas se ústa nejprve otevřou a ozubená radula seškrábne dopředu sousto (protrakční fáze). Potrava je poté zvednuta do úst (retrakční fáze), která se uzavřou, zatímco je potrava polykána (fáze polykání); a tato sekvence se neustále opakuje (Benjamin et Elliott 1989).

Plovatky jsou simultánní hermafroditi (Koene et al. 2024), avšak při páření jeden jedinec vystupuje jako samec a druhý jako samice. Často je ale tato role následně rychle změněna obrácením sexuálních rolí u stejného páru plovatek (Benjamin 2008). Před pářením jedinec plovatky v samčí roli vylézá na ulitu budoucí samice a posouvá se po její ulitě proti směru hodinových ručiček, dokud nedosáhne oblasti samičího gonoporu, do kterého je pak zasunut penis a vypuštěny spermie (de Boer et al. 1996). Za normálních okolností dochází k páření mezi dvěma jedinci, není ale úplně vzácným jevem, že dochází k samooplození. To nastává zejména tehdy, pokud se plovatka ocitne na delší dobu sama.

Před snášením vajíček se plovatka nejprve přestává pohybovat (odpočinková fáze), poté nastává fáze otáčení charakterizovaná pohyby ulity proti směru hodinových ručiček a intenzivním seškrabá-

váním substrátu radulou na vybraném místě. Zde pak po důkladném vyčištění následuje kladení vajíček. Poté nastává poslední, tzv. inspekční fáze, kdy se plovatka pohybuje po své snůšce a dotýká se jí ústy a tykadly. Žlutavá vajíčka měří asi 100 µm v průměru a jsou obsažena v oválném pouzdru o délce až 5 cm (Kuroda et Abe 2020). Jejich počet kolísá mezi 2–275, obvykle je jich kolem 100. Plž může v jednom měsíci naklást i více než 20 kokonů. Délka embryonálního vývoje kolísá podle teploty mezi 10 až 30 dny. Ročně mohou vzniknout i dvě generace. Pohlavní dospělosti dosahuje plovatka bahenní asi ve třech měsících po vylíhnutí z nakladených vajíček. Chlad kladení vajíček inhibuje: Pande et al. (2009) zjistili, že při snížení teploty vody z 20 na 8 °C plovatky přestávají vajíčka klást.

Plovatka se dožívá v přírodě až pěti let. Krátkověkost plovatky v akváriu má na svědomí především vyšší teplota vody. Tento plž sice snáší i podmínky běžného akvária, ale nedožije se při teplotě vody 28 °C více než osmi měsíců věku (Beran 1998, Rejlková 2007a).

Plovatky jsou známé jako mezihostitelé více než stovky druhů motolic, včetně původců lidské cercariové dermatitidy (Kuroda et Abe 2020). Plovatky ale zajímají vědce také z mnoha dalších důvodů (Kemenes et Benjamin 2009, Fodor et al. 2020, Rivi et al. 2021). Využívají se od 70. let 20. století ke studiu základních mechanismů v neurobiologii, k ekotoxikologickým studiím; izolovaly a zkoumaly se jejich hormony. Probíhají četné studie, věnované jejich enzymům, neuronům, genetice a interakci hostitel–parazit. Vědci se zabývají jejich vcelku jednoduchou nervovou soustavou a podrobují analýze schopnost plovatek využívat paměť (mají i dlouhodobou paměť a dokáží se prokazatelně učit), jsou tedy ideálním druhem pro výzkum široké škály různých biologických otázek a jevů (Ito et al. 1999).

Uskutečněné pokusy prokázaly schopnost plovatky vycvičit, aby reagovaly na různé smyslové podněty. Např. v potravních pokusech se využíval reflex na kontakt úst plovatky se sacharózou, přičemž poté následovalo podání potravy. Plovatky pak reagovaly jen na pouhý stimul sacharózou zvýšenou pohyblivostí raduly (klasický podmíněný reflex). Pozoruhodné bylo potvrzení dlouhodobé paměti v délce až 19 dní. Dalším zjištěním bylo, že lépe se plovatky „učí“, jsou-li hladové i jsou-li přemístěny do čisté vody. Hůře se učily starší plovatky, které vyžadovaly delší učení. Byl sledován i vliv klimatických změn (zvyšování teploty) na populaci plovatky bahenní (Leicht et al. 2017). V podmínkách vyšších teplot dosahovaly plovatky větších rozměrů a více se rozmnožovaly.

Lymnaea stagnalis při podráždění vylučuje hemolymfu z otvoru poblíž ledviny (haemální porus) (Rigby et Jokela 2000). Dalesmanová et al. (2007a, b) shrnuli výsledky pokusů s antipredačním chováním plovatky bahenní. Laboratorní pokusy spočívaly v aplikaci „predátorského alarmu“ (voda, do které byli umístěni živí jedinci lína obecného, přirození predátoři plovatek) a poplachové signalizace (voda, do které bylo rozdrceno několik plovatek). Plži prokázali své vrozené chování tím, že se ve vodě s pachem línů přesunuli ze spodních částí nádrže a pohybovali se těsně nad vodní hladinou. Intenzivnější reakce byla po přidání vody s rozdrcenými plovatkami. Plži tedy útočiště před predátory nevyhledávali pod vodou, ale nad vodní hladinou.

Jak bylo dříve uvedeno, plicnatí plži občas vystupují k hladině s cílem vyměnit vzduch. U plovatky bahenní bylo zjištěno, že při teplotě vody 15 °C téměř nevystupuje k hladině, při teplotě nad 15 °C dochází k výměně vzduchu 7–20× za hodinu. S klesajícím obsahem kyslíku se frekvence nadechování ještě zvyšuje. Plovatka přitom přiblíží otvor plášťové dutiny (dosud uzavřený) k hladině a s hlasitým, mlaskavým

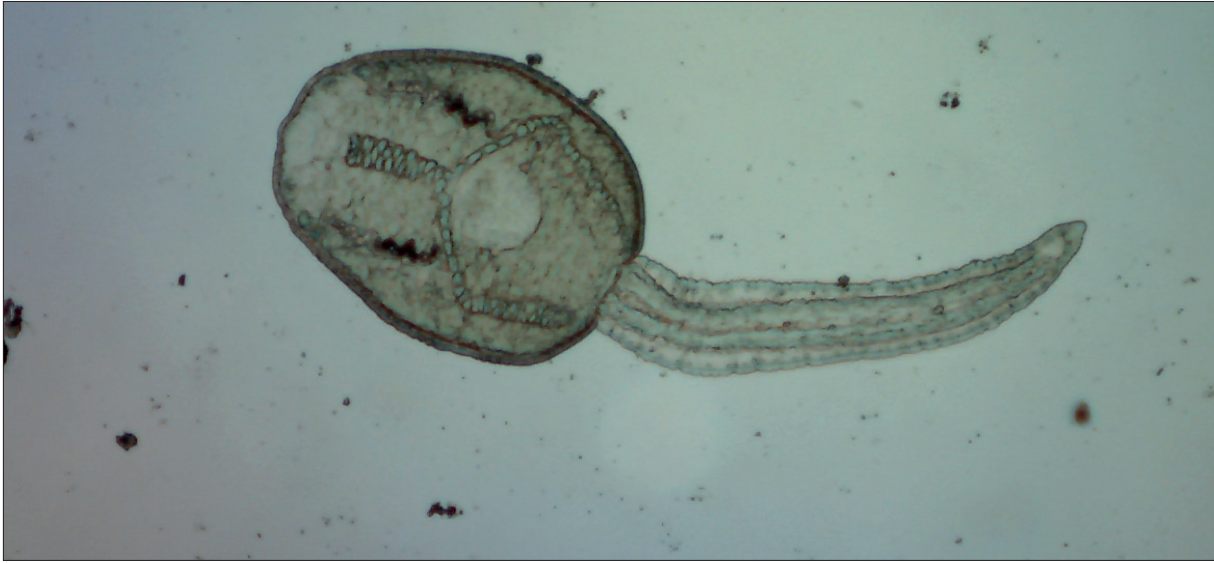
zvukem ho otevře. Jak bylo dříve zmíněno, u všech plicnatých plžů je vyvinuto také kožní dýchání. Plži s hemoglobinem obnovují vzduch v dýchací dutině, až když v ní klesne obsah kyslíku pod 4 %. Plovatky tak činí již při poklesu na 13 % (Lellák et al. 1972).

V běžných akvarijních nádržích se plovatka příliš neuplatňuje, zejména proto, že ničí akvarijní rostliny. Pro chov je doporučována teplota vody 20–25 °C, možné je krmení např. hlávkovým salátem či mrkví (Kuroda et Abe 2020).

Cerkáriová dermatitida je kožní alergické onemocnění vyvolané průnikem larev ptačích schistosom do kůže člověka. Cerkárie se uvolňují z vodních plžů (často právě z plovatek), kteří jsou mezihostiteli, a aktivně vyhledávají dalšího, konečného hostitele, ve kterém by dokončily svůj vývoj. Informace o cercáriové dermatitidě shrnula z různých zdrojů např. Šulcová (2016). Cerkárie reagují na změnu teploty vody v blízkosti hostitele a na chemické látky lipidové povahy vylučované jeho kůží. Tyto látky se shodně vyskytují u ptáků i savců, proto cercárie penetrují také do pokožky hostitelů, ve kterých nemohou dospět a postupem času hynou. Imunitní systém nekompatibilního hostitele reaguje na cizorodé látky (antigeny) v kůži, zejména na mrtvé cercárie a látky z jejich penetračních žláz, a vytváří proti nim protilátky. Cerkáriová dermatitida je představována především jako lidské onemocnění, mohou jí ale trpět i jiní savci, například psi nebo koně, a řadí se tak i k veterinární problematice. Cerkáriová dermatitida se projevuje u člověka jako vyrážka reprezentovaná nejprve růžovými, asi 2 mm v průměru velkými skvrnami, později pupínky (viz Macháček et al. 2018). Klasickým doprovodným projevem je nepříjemné svědění. Intenzita a rychlost nástupu obranné reakce je kromě citlivosti jednotlivce a konkrétního druhu motolice podmíněna i množstvím penetrujících cer-

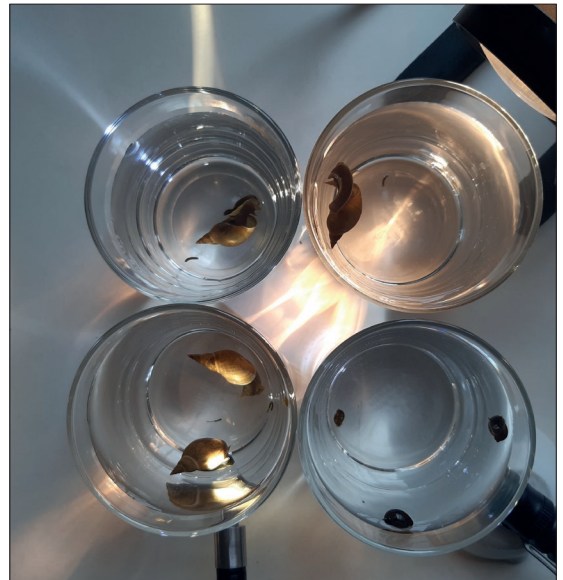
kárií, a hlavně předešlým setkáním s cercáriemi, kdy při primárních infekcích se žádné symptomy objevit nemusí nebo je průběh infekce mírný. Při opětovném setkání s cercáriemi reaguje hostitelský imunitní systém daleko dříve a mnohem intenzivněji. Člověk není pro motolice vhodným hostitelem a cercárie v kůži po několika hodinách až dnech hynou. Příznaky infekce mizí do 2–3 týdnů. V České republice jsou původci cercáriové dermatitidy nacházeni především ve stojatých vodách, přičemž nejvíce případů je popisováno z přírodních koupališť (Pumann et al. 2008, Čapkova 2010).

Získání cercárií z plovatek: po převozu do školy se umístí plovatky do kádinky s odstátou, vlažnou vodou. Je nezbytné, aby voda byla ponechána k odstátí minimálně několik hodin, nejlépe přes noc, a před vložením plovatek byla zamíchána kvůli uvolnění bublinek ze stěn. Cerkárie jsou drobné a přítomnost bublinek pozorování výrazně zhoršuje. Kádinky se uloží přibližně na jednu hodinu na tmavé místo, aby byl navozený kontrast světlo versus tma, jelikož cercárie reagují na světlo. Aby se navodily správné podmínky pro uvolňování cercárií, vedle kádinky s plovatkami se umístí stolní lampa (lze ale využít i např. ruční svítidlo) a rozsvítí se (Obr. 8). Kromě změny světelnosti se díky tomu začne voda v kádince ohřívat. Tím může proběhnout reakce cercárií na světlo a teplo a cercárie plže začnou opouštět a uchylují se do zastíněných míst. Maximální doporučená délka svícení je s ohledem na komfort zkoumaných plovatek přibližně jedna hodina. Cerkárie jsou vidět pouhým okem v podobě malých bílých, trhavě se pohybujících teček. Lze je pozorovat živé pod mikroskopem (Holubová 2017), viz Obr. 7. Protože cercárie nejsou pigmentované, je vhodné kádinky s plovatkami podložit černým papírem nebo fotografickou podložkou, na které budou lépe patrné.



Obr. 7 Cercárie, která opustila plovatku bahenní (*Lymnaea stagnalis*) (foto D. Říhová).

Prevalence nakažení plovatek motolicemi je v různých lokalitách různá. Většinou bývá nízká, okolo 3–5%, ale mohou se vyskytnout i populace „promořené“ násobně více, až k 95% nakažených jedinců (Šulcová 2016). S ohledem na možnou nízkou prevalenci je vhodné provádět „vysvěcování“ vždy na vyšším počtu plovatek. I když je jedinec plovatky nakažen, cercárie se neuvolňují kontinuálně a v průběhu celého roku, a tak je možné, že ani svícení na prokazatelně nakaženého jedince nebude úspěšné. Nejvyšší úspěšnost vysvěcování cercárií je mezi květnem a zářím (viz Šulcová 2016).



Obr. 8 Působením světla lampy dochází k uvolňování cercárií z plovatek (foto D. Říhová).

V akváriích se objevuje vícero druhů cizokrajných plžů, např. zástupci rodů *Brotia*, *Clea*, *Clithon*, *Faunus*, *Marisa*, *Neritina*, *Paludomus*, *Planorbella*, *Taia*, *Tylomelania*. K nejčastěji chovaným druhům patří piskořka věžovitá (*Melanoides tuberculatus*), zástupci rodu okružák (latinsky více druhů: *Helisoma*, *Planorbis*, *Planorbarius*) a ampulárka argentinská (*Pomacea bridgesii*). Právě ampulárku jsme vybrali za další modelový druh pro pozorování ve školním akváriu.



Obr. 9 Ampulárka argentinská (*Pomacea bridgesii*), nápadný je dlouhý sifon sloužící k dýchání nad hladinou (Hanel 2004).

Ampulárka argentinská pochází z Jižní Ameriky, patří do čeledi Ampullariidae (Obr. 9, 10). Dorůstá do velikosti ulity 5–7 cm a hmotnosti až 180 g (samice bývají v průměru větší). Některé druhy ampulárek (např. *P. maculata* a *P. canaliculata*) jsou považované za invazní, druh *P. bridgesii* je uváděn jako druh běžně chovaný v akváriích (Covie et al. 2006). Podle klasifikace IUCN patří mezi málo dotčené (least concern) druhy (Pastorino et Darri-

gan 2011). Ampulárka je někdy česky nazývána měchýřovka.

Její ulita je tenkostěnná, hladká. Má pět závitů, které jsou ploché a svírají s osou ulity úhel 90°. Na ulitě má zřetelně ohraničené tenké proužky hnědé barvy (u některých barevných forem proužky chybí). Vyskytuje se v přírodní hnědé formě, ale nejčastěji je v akváriích chována v odstínech žluté barvy. V akváriích se celkem objevuje osm barevných variant s ohledem na kombinace barvy těla (noha: žlutá, hnědá) a ulity (bílá, žlutá, hnědá, fialová). Ústí ulity se zavírá stálým víčkem (operkulum), což je typické pro předožábré plže, mezi které patří. V nebezpečí nebo v období sucha se ampulárka může kompletně zatáhnout do své ulity a vstupní otvor zakrýt operkulem, které je od ulity úplně oddělené. Jsou zaznamenány případy, kdy v muzejních sbírkách jedinci „obživlí“ víc jak rok po ulovení (Motyčka et Roller 2001).

Ampulárky jsou důležitou součástí jídelníčku jihoamerických domorodců. Indiáni kmene Otomak užívají rozdrčené a spálené schránky jako součást drogy niopo. Droga se získá ze semen bobovité rostliny yopy cizí (*Anadenathera peregrina*). Semena se rozemelou, smíchají s vodou a nechají fermentovat. Jakmile hmota zčerná, je smísená s prachem ze spálených ulit druhu *Pomacea bridgesii* a pražena na prudkém ohni, dokud se nerozpadne na prášek. Takto vzniklý prášek Indiáni pak šňupají. Catalma et al. (1991) uvádějí, že ampulárky jsou důležité jako krmivo pro hospodářská zvířata, ale využívají se i přímo v gastronomii (Dantas et Sant'Anna 2021). Např. na Filipínách z tam invazního druhu *P. canaliculata* připravují specialitu ginataang kuhol s využitím kokosového mléka, zeleniny a místního koření (https 8).

Ampulárky mají hned několik zvláštností. Kromě žaberního dýchání čerpají i atmosférický kyslík chobotem (sifonem), který vysouvají nad hladinu. Často se potom jednoduše odlepi od skla akvária

a klouzavým pádem se vrátí na dno. Žábry jsou částečně přeměněny v jednoduchý plicní vak. Ampulárky totiž mohou dýchat nejen žábry, ale (pokud voda obsahuje málo rozpuštěného kyslíku) i pomocí plicního vaku.

Další zvláštnosti se týkají rozmnožování. Ampulárky jsou (na rozdíl od mnoha dalších plžů) odděleného pohlaví, rozlišení pohlaví je ale obtížné. Jejich údajný hermafroditismus, uváděný někdy v literatuře, je jen mýtus. Samice klade vajíčka, nejčastěji v noci, nad vodu do hroznovitého útvaru, až několik centimetrů velkého. V přírodě jsou vajíčka kladena na stonky a listy bahenních rostlin, v akváriu jsou většinou přilepena na krycím skle nebo na bočních stěnách těsně nad hladinou. Když jsou snesena, jsou měkká a mají mléčnou barvu, ale během několika hodin ztvrdnou. Jejich typická barva, růžová až načervenalá (Slaboch 2006, Rejlková 2007b), se objeví za jeden až dva dny (Coelho et al. 2012). Vajíčka potřebují ke zdárnému vývoji poměrně vysokou vzdušnou vlhkost. Vajíčka by měla zůstat ve vlhku, ale ne v moku a nikdy pokrytá vodou, jinak by se líhnoucí plži utopili. Snůška vajíček nakonec ztmavne a malí plži se prokoušou ven a spadnou do vody. Coelho et al. (2012) uvádí, že líhnutí z vajíček při 23 °C nastává za 15–24 dní po naklazení. Vývoj je přímý, mláďata se líhnou s ulitou průměrné délky 2,4 mm. Pohlavní dospělosti je v průměru dosahováno po 192 dnech.

Je zajímavé, že i ampulárky, podobně jako plovatka, reagují na přítomnost predátora specifickým chováním a únikem mimo vodní prostředí (Aizaki et Yusa 2010).

Na akvarijní chov jedné dospělé ampulárky se doporučuje jako minimum 30 litrů vody, za optimum se považuje 50 litrů. Vzhledem k jejich nedokonalému trávení mají poměrně velkou spotřebu krmiva a také značnou produkci výkalů, znečišťujících vodu. Vhodná teplota pro chov je 18–30 °C, při

teplotách pod 18 °C přestávají být aktivní. Vhodná je středně tvrdá voda (v měkké vodě hrozí nevratné odvápnění ulity), pH vody 6,7–8,5. Jordan et Deaton (1999) pokusem ověřili, že ampulárka argentinská byla schopná se postupně aklimatizovat na vodu o salinitě 400 mOsm.

Ampulárka se může dožít až pěti let, ale délka života je závislá na teplotě v akváriu – stejně jako u plovatky, čím vyšší teplota, tím kratší život. Krmení ampulárek je velmi snadné, neboť konzumují rozmanitou rostlinnou (např. okurky, špenát, mrkev, hlávkový salát) i živočišnou potravu (mrtvé ryby, jiné plže a jejich vajíčka, jikry ryb, patentky, nitěnky, spařené žížaly, kousky rybiho masa). Taktéž lze krmit běžným krmivem pro akvarijní ryby. Je nezbytné zajistit potřebný vápník ke stavbě ulit, a to ve formě vaječných skořápek nebo sépiových kostí. Ve společenské nádrži jsou také zdatným pomocníkem v boji se všemi druhy řas a slizovitými povlaky sinic. Vyžadují ale dostatek potravy, včetně rostlinné, jinak začnou v akváriu ožírat rostliny, zejména jemnolisté. Pozor: je nutno dbát na pečlivé zakrytí akvária, neboť občas je postihne cosi jako „cestovatelská vášeň“ (Horáček 2007).

Pokud se objeví v akváriu snůška ampulárek na nevhodném místě, lze je odříznout na rovném podkladu žiletkou (na oblých předmětech je lze snadno sloupnout prsty). Jehlou a nití se hrozen vajíček prošíje tak, aby délka nitě překlenula vzdálenost mezi předním a zadním sklem nádrže, kde se konce nitě upevní. Vajíčka tak mohou viset několik milimetrů nad hladinou. U nádrží s ampulárkami je pro umožnění přirozeného kladení proto lépe neplnit nádrž až téměř k okraji, ale nechat 10–20 cm volného skla bočních stěn (Hanel 2004).



Obr. 10 Zajímavý způsob získávání drobné potravy z vodní hladiny pomocí kornoutku utvořeného ze svalnaté nohy a pomocí svalové kontrakce (ampulárka argentinská, pohled na hladinu akvária), foto archiv L. Hanela.

ZÍSKÁVÁNÍ ZÁSTUPCŮ MODELOVÝCH DRUHŮ

Plovatky sbíráme v hustě zarostlých stojatých vodách. Z vody vyjmeme trs rostlin a z něj můžeme plovatky vybrat; je-li vidět na dno, můžeme jednotlivé jedince plovatek jednoduše sbírat a umístit do nádoby s rostlinami a trochou vody. V chladu pak úlovek převezeme do školního akvária. Při transportu ve vodě je vždy potřeba neplnit nádoby až po jejich hrdla, ale ponechat mezi hladinou a víčkem vrstvu vzduchu.

Pokud cestujeme s nasbíranými plovatkami delší dobu, je vhodné je převážet místo v nádobě s vodou takto: dno plastové krabičky uzavíratelné dokonale těsnícím víčkem vysteleme neparfemovanými papírovými utěrkami bez barevného potisku, které namočíme; a přebytečnou vodu odlijeme. Utěrky nevymačkáváme ani neždímáme. Plovatky pak pokládáme přímo na navlhčenou vrstvu. K vystlání transportního boxu je možné v nouzi použít také toaletní papír (opět neparfemovaný a bez potisku), papírové utěrky se však netrhají a je s nimi snadnější manipulace.

Ampulárky lze běžně zakoupit v akvaristických prodejnách, případně objednat přes internet.

Zařízení akvária

Pro oba druhy lze zařídit běžně zařízené akvárium s pískem a rostlinami. Pro plovatku stačí pokojová teplota, pro ampulárku alespoň 20 °C. Vhodná je filtrace vody.

Náměty na pokusy a pozorování

1. změřte rychlost pohybu plovatky/ampulárky lezoucí po stěně akvarijní nádrže
2. pozorujte lupou plže na skle a pohyb jeho raduly
3. pozorujte četnost vynořování k hladině plovatky/ampulárky při různé teplotě vody (10, 15 a 25 °C)
4. předložte plovatce/ampulárce různou rostlinnou a živočišnou potravu a sledujte potravní preferenci (preferenci se může lišit i mezi jednotlivými jedinci v akváriu!)
5. u plovatek nasbíraných v přírodě získejte podle v článku popsánoho postupu cercárie motolic a živě je pozorujte v mikroskopu

Literatura

- Aizaki K., Yusa Y. 2010: Learned predator recognition in a freshwater snail, *Pomacea canaliculata*. *Malacologia*, 52, 1: 21–29. <https://doi.org/10.4002/040.052.0102>
- Arambašić M. B., Pašić M., Ristanović D., Kalauzi A., Kojić L. 2013: Pond Snail *Lymnaea stagnalis* L.: The Implication for Basic and Applied Research. *World Applied Sciences Journal*, 25, 10: 1438–1448.
- Beran L. 1998: Vodní měkkýši ČR. Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 17. ČSOP Vlašim, 113 str.
- de Boer P. A. C. M., Jansen R. F., Ter Maat A. 1996: Copulation in the hermaphroditic snail *Lymnaea stagnalis*: a review. *Invert. Repr. Dev.*, 30, 167–176. <https://doi.org/10.1080/07924259.1996.9672542>
- Benjamin P. R. 2008: *Lymnaea*. *Scholarpedia*, 3, 1: 4124. <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.4124>
- Buchar J., Ducháč V., Hůrka K., Lellák J. 1995: Klíč k určování bezobratlých. *Scientia*, Praha, 288 str.
- Catalma M. T. E., Capil D. T., Antalan R. A., Serra A. B., Barroga A. J. & Orden E. A. 1991: Golden snail (*Pomacea* sp.) use in animal feeds. *International Rice Research Newsletter*, 16, 6: 26–27.
- Coelho A. R. A., Calado G. J. P., Dinis M. T. 2012: Freshwater snail *Pomacea bridgesii* (Gastropoda: Ampullariidae), life history traits and aquaculture potential. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, International Journal of the Bioflux Society* 1,2 AACL Bioflux, 5, 3: 168–181.
- Cowie R. H., Hayes K. A., Thiengo S. C. 2006: What Are Apple Snails? Confused Taxonomy and Some Preliminary Resolution, 3–23. In: Joshi R. C., Leocadio S., Sebastian L. S. (Editors): *Global Advances in Ecology and Management of Golden Apple Snails*. Philippine Rice Research Institute Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Čapková Š. 2010: Dětské dermatózy v letním období. *Pediatric pro praxi*, 11, 3: 150–153.
- Dalesman S., Rundle D. S., Bilton D. T., Cotton P. A. 2007a: Phylogenetic relatedness and ecological interactions determine antipredator behavior. *Ecology*, 88, 10: 2462–2467. <https://doi.org/10.1890/07-0403.1>
- Dalesman S., Rindle S. D., Peter A., Cotton P. A. 2007b: Predator regime influences innate anti-predator behaviour

- in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*. *Freshwater Biology*, 52, 11: 2134–2140. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01843.x>
- Dantas E. P. F., Sant'Anna B. S. 2021: The edible apple snail [*Pomacea dolioides* (Reeve, 1856)]; meat yield and sensorial evaluation. *International Food Research Journal*, 28, 5: 953–959. <https://doi.org/10.47836/ifrj.28.5.08>
- Dickinson A. J. G., Croll L. P. 2001: A culture technique for experimental studies of embryonic development in the pond snail *Lymnaea stagnalis*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 40, 1: 39–48. <https://doi.org/10.1080/07924259.2001.9652496>
- Egertová I. 2016: Výskyt a identifikace cercárií a dalších vývojových stádií motolic u plovatky bahenní (*Lymnaea stagnalis*) na Kařezských rybnících. Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, centrum biologie, geověd a envigogiky, 46 str.
- Fodor I., Hussein A. A., Benjamin P. R., Koene J. M., Pirger Z. 2020: The unlimited potential of the great pond snail, *Lymnaea stagnalis*. 2020;9:e56962. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.56962>
- Hanel L. 2002: Podzimní nález společenstva bezobratlých živočichů na břehu vypuštěného rybníka. *Vážky 2002. Sborník referátů V. celostátního semináře odonatologů v Labských pískovcích. ZO ČSOP Vlašim*, 172–174.
- Hanel L. 2004: Akvaristika. *Biologie a chov vodních živočichů, II. speciální část. Skriptum, Nakladatelství Karolinum, Univerzita Karlova v Praze*, 260 str.
- Hanel L. 2023: Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu XV. (Chov mlžů). *Biologie, chemie, zeměpis*, 4: 39–55. <https://doi.org/10.14712/25337556.2022.4.4>
[https 1: https://mollusca-g2n.weebly.com/viviparus-viviparus.html](https://mollusca-g2n.weebly.com/viviparus-viviparus.html)
[https 2: https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/8093/1/oc03112.pdf](https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/8093/1/oc03112.pdf)
[https 3: https://www.delta-intkey.com/britmo/www/ancytida.htm](https://www.delta-intkey.com/britmo/www/ancytida.htm)
[https 4: https://www.alamy.com/stock-photo/operculum.html?sortBy=relevant](https://www.alamy.com/stock-photo/operculum.html?sortBy=relevant)
[https 5: https://mollusca-g2n.weebly.com/planorbarius-corneus.html](https://mollusca-g2n.weebly.com/planorbarius-corneus.html)
[https 6: https://ecosystema.ru/08nature/w-invert/058.htm](https://ecosystema.ru/08nature/w-invert/058.htm)
[https 7: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Lymnaea_stagnalis_drawing](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Lymnaea_stagnalis_drawing)
[https 8: https://www.sribd.com/document/486992248/ginataang-kuhol-recipe](https://www.sribd.com/document/486992248/ginataang-kuhol-recipe)
- Holubová K. 2017: Výskyt cercárií u *Lymnaea stagnalis* na Popovických rybnících. Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni, Pedagogická fakulta, 39 str.
- Horáček J. 2007: *Pomacea bridgesi*. *Akvárium*, 7: 28–29.
- Ito E., Kobayashi S., Kojima S., Sadamoto H., Hatakeyama D. 1999: Associative Learning in the Pond Snail, *Lymnaea stagnalis*. *Zoological Science*, 16, 5: 711–723. <https://doi.org/10.2108/zsj.16.711>
- Koene J. M., Jackson D. J., Nakadera Y., Cerveau N., Madoui M. et al. 2024: The genome of the simultaneously hermaphroditic snail *Lymnaea stagnalis* reveals an evolutionary expansion of FMRFamide-like receptors. *ffhal-04465013f*, 38 pp. <https://doi.org/10.2108/zsj.16.711>
- Jordan P. J., Deaton L. E. 1999: Osmotic regulation and salinity tolerance in the freshwater snail *Pomacea bridgesi* and the freshwater clam *Lampsilis teres*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 122, 2: 199–205. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(98\)10167-8](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(98)10167-8)
- Joshi R. C., Cowie R. H., Sebastian L. S. (Eds.) 2017. *Biology and management of invasive apple snails*. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija 3119, 406 pp.
- Kemenes G., Benjamin P. R. 2009: *Lymnaea*. *Current Biology*, 19, 1: 9–11. doi: 10.1016/j.cub.2008.10.013
- Kuroda R., Abe M. 2020: The pond snail *Lymnaea stagnalis*. *Evodevo*, 11, 1: 24. doi: 10.1186/s13227-020-00169-4

- Leicht K., Seppälä K., Seppälä O. 2017: Potential for adaptation to climate change: family-level variation in fitness-related traits and their responses to heat waves in a snail population. *BMC Evolutionary Biology*, 17: 140. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-0988-x>
- 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.
- Macháček T., Turjanicová L., Bulantová J., Hrdý J., Horák P., Mikeš L. 2018: Cercarial dermatitis: a systematic follow-up study of human cases with implication for diagnostics. *Parasitology Research*, 117, 12: 3881–3895. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6095-0>
- Motyčka V., Roller Z. 2001: *Svět zvířat X. Bezobratlí*, Albatros, 172 str.
- Pande G. G., Patil M. U., Prabhakar U. D., et al. 2009: Effect of photoperiod and temp on egg laying activity of fresh water pulmonate snail *Lymnaea acuminata* (Lamarck, 1822) (Gastropoda: *Mollusca*) kept under laboratory breeding conditions. *Bioscan*, 4, 4: 717–720.
- Pastorino, G., Darrigan, G. 2011: *Pomacea bridgesii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T189088A8678453.
- Pavlova G. A. 2014: Serotonin does not enhance locomotor activity in the reat pond snail *Lymnaea stagnalis* in winter. *Journal of evolutionary biochemistry and physiology*, 50, 1: 88–90. <https://doi.org/10.1134/S0022093014010125>
- Plesch B., Janse C., Boer H. H. 1975: Gross morphology and histology of the musculature of the freshwater pulmonate *Lymnaea stanuli* (L.). *Netherlands Journal of Zoology*, 25: 332–352. <https://doi.org/10.1163/002829675X00317>
- Pumann P., Chlupáčová M., Kožíšek F. 2008: Zdravotní a hygienická rizika z přírodních koupacích vod. *Hygiena*, 53, 3: 102–107.
- Pfleger V. 1988: *Měkkýši*. ArtiaPraha, 192 str. <https://doi.org/10.1215/01636545-1988-41-192>
- Rejlková M. 2007a: *Lymnaea stagnalis* – sympatický jedlík. *Akvárium*, 7: 35–37.
- Rejlková M. 2007b: Jak rozlišit akvarijní plže. *Akvárium*, 7: 20–22
- Rigby M. C., Jokela J. 2000: Predator avoidance and immune defence: costs and trade-offs in snails. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 267, 171–176. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.0983>
- Rivi V., Benatti C., Lukowiak K., Colliva Ch., Alboni S., Tascetta F., Blom J. M. C. 2021: What can we teach *Lymnaea* and what can *Lymnaea* teach us? *Biological Reviews*, 1590–1602. <https://doi.org/10.1111/brv.12716>
- Santos C. A. Z., Penteado C. H. S., Mendes E. G. 1987: The respiratory responses of an amphibious snail *Pomacea lineata* (Spix, 1827), to temperature and oxygen tension variations. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 86, 3: 409–415. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(87\)90516-0](https://doi.org/10.1016/0300-9629(87)90516-0)
- Slaboch R. 2009: Méně známá ampulárie. *Akvárium*, 16: 24–29.
- Šulcová H. 2016: *Vývojová stádia motolic (Platyhelminthes: Trematoda) ve výuce*. Diplomová práce, Pedagogická fakulta UK Praha, Katedra biologie a environmentálních studií, 104 str.
- Zbikowska E., Zbikowski J. 2005: Differences in shell shape of naturally infected *Lymnaea stagnalis* (L.) individuals as the effect of the activity of digenetic trematode larvae. *Journal of Parasitology*, 91, 5: 1046–1051. <https://doi.org/10.1645/GE-420R1.1>