

NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU XXIII (CHOV LISTONHOA AMERICKÉHO *TRIOPS LONGICAUDATUS*)

OPEN ACCESS



SUBJECT MATTER OF EXPERIMENTS AND
OBSERVATIONS OF WATER ANIMALS IN SCHOOL
AQUARIUM XXIII: AMERICAN TADPOLE SHRIMP
(*TRIOPS LONGICAUDATUS*)

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

Abstract

The order Notostraca, containing the single family Triopsidae, is a group of crustaceans known as tadpole shrimp or shield shrimp. The oldest known notostracan is from the Late Devonian. They have a broad, flat carapace, which conceals the head and bears a single pair of compound eyes. The abdomen is long, appears to be segmented and bears numerous pairs of flattened legs. The telson is flanked by a pair of long, thin caudal rami. Notostracans are omnivores living on the bottom of temporary pools and shallow lakes. Their reproductive system is extremely complex. They are cited as gonochoric (with separate males and females), and also parthenogenetic and hermaphroditic (self-fertilization is possible). Parthenogenesis (development from unfertilized eggs) is the most common reproductive strategy. *Triops longicaudatus* (commonly called American tadpole shrimp or longtail tadpole shrimp) is the most widespread notostracan species, and may be found in western North America, South America, Japan, South Korea, and on several Pacific Islands. This remarkable crustacean can be an interesting resident in a freshwater aquarium. The red variant is also kept in captivity. This paper provides information on breeding and ideas for observation in school aquariums.

Klíčová slova

školní akvárium, listonoh americký, *Triops longicaudatus*, chov, pozorování

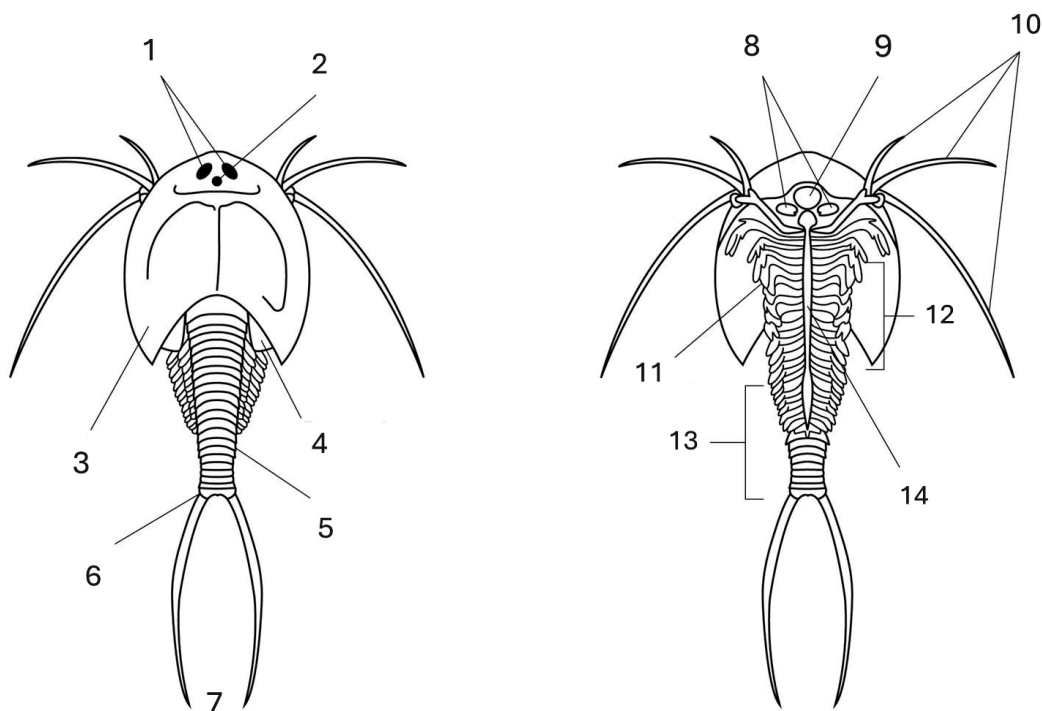
Keywords

school aquarium, American tadpole shrimp, *Triops longicaudatus*, observation

ÚVOD

Listonozi (Notostraca) jsou poměrně velcí korýši, dorůstající velikosti 5–7 cm, jejichž tělo je dorzálně kryto širokým štítem a je tvořeno větším počtem nepravých článků (kroužků) v počtu až 64. Hrudních článků je jedenáct a jsou opatřeny každý jedním párem listovitých, turgurových nožek. Naše dva druhy (listonoh jarní *Lepidurus apus* a letní *Triops cancriformis*) mají 14–16 článků zadečku, z nichž každý kromě posledních 4–7 nese větší počet párů nohou, takže naše druhy mají za jedenácti páry hrudních nožek ještě dalších 24–46 párů nožek na zadečku. Jedenáctý pár končetin je u samic modifikován a vytváří jakousi kapsu, do které jsou odkládána vajíčka. Zadeček je na konci opatřen dvěma dlouhými bičíkovitými přívěsky (furka). První pár končetin je u obou pohlaví

modifikován – jeho výběžky (endity) jsou bičíkovitě protáhlé a daleko přechnívají okraj těla, první pár tykadel (antenuly) a druhý pár tykadel (antény) jsou u dospělců zakrnělé. Na dorzální straně štítu v přední části hlavy je blízko sebe umístěn pár složených očí uložených v oční komůrce. Těsně před nimi je malé, naupliové oko (**obr. 1**). Končetiny jsou složité stavby s několika přívěsky (viz **obr. 2**). Pohlavní dimorfismus je vyvinut – samci nemají jedenáctý pár končetin uzpůsobený k nošení vajíček a jejich dorzální štít je okrouhlejší než u samic.

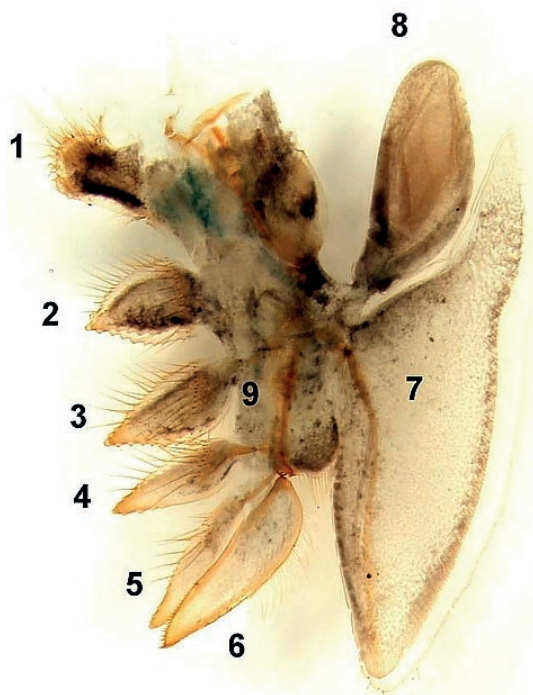


Obr. 1 Základní morfologie u listonohů, pohled na hřbetní stranu (vlevo) a na břišní stranu (vpravo): 1 – složené oči, 2 – naupliové oko, 3 – štít (karapax), 4 – vaječné pouzdro, 5 – zadeček (abdomen), 6 – telson, 7 – furka, 8 – kusadla, 9 – horní pysk, 10 – první hrudní končetina s přívěsky, 11 – hrudní končetiny, 12 – hrud, 13 – zadeček (abdomen), 14 – břišní rýha, kde se posunuje nasbíraná potrava k ústům. <https://tropicaledu.com/tadpole-shrimps-triops-as-a-reminder-of-prehistoric-times-in-your-tank/>, upraveno

K pohybu slouží především silně vyvinuté entity na prvním páru hrudních nožek, kterých používají při pohybu po substrátu (na dně, mezi spadlým listím nebo rostlinami). Pohyb ve volné vodě je vyvoláván undulačními pohyby prvních jedenácti párů hrudních nožek. Ve volné vodě plavou listonozi plynulým klouzavým pohybem. Organem, který určuje polohu při plavání, jsou složené oči, neboť po jejich odstranění se pohybuje listonoh ve vodě šroubovitě. Stejně jako žábronožky mohou listonozi provádět náhlé pohyby pomocí zadečku, který se ohne ventrální stranou a prudce se odrazí od okolní vody. K dýchání slouží epipoditové

výběžky končetin a pravděpodobně i většina končetin zadečkových. Někdy jsou listonozi nazýváni „živoucími fosiliemi“, protože se během svého dlouhého vývoje za 250 milionů let vzhledově změnili jen minimálně (Brendonck et al. 2008).

Listonozi se živí rozmanitou potravou. Požírají detritus, uhynulé živočichy, v potravě se objevují také bakterie, řasy, sinice, rozsivky, rostlinné zbytky, prvoci, vířníci, máloštetinatci, hlísti, larvy hmyzu (např. komáří larvy), korýši (perloočky i buchanky), vajíčka žab i pulci, plůdek ryb, byl pozorován i kanibalismus (Maffi 1962, Cvetkovic-Mi-



Obr. 2 Zvětšená hrudní končetina s přívěsky u listonoha amerického (*Triops longicaudatus*): 1–5 – endity; 6 – endopodit; 7 – exopodit; 8 – epipodit; 9 – protopodit.
https://en.wikipedia.org/wiki/Triops_longicaudatus

licic et Petrov 1999, Brtek 2005, Wu et Xue 2009). Při pohybu nade dnem víří endity prvních končetin detrit a bahno a částice potravy zachycují trnitými čelistními výběžky a posouvají pohybem dalších hrudních končetin k ústnímu otvoru. Vlastního zpracování potravy se účastní především mohutná kusadla a první pár čelistí (druhý pár je zakrnělý).

Listonozi mohou být jak odděleného pohlaví, tak i hermafroditi. Častá je také partenogeneze, např. zjištěná u italských populací listonoha letního (*Triops cancriformis*) vyskytujících se v různých (Trentini et Scanabissi 1978). Existují i po-

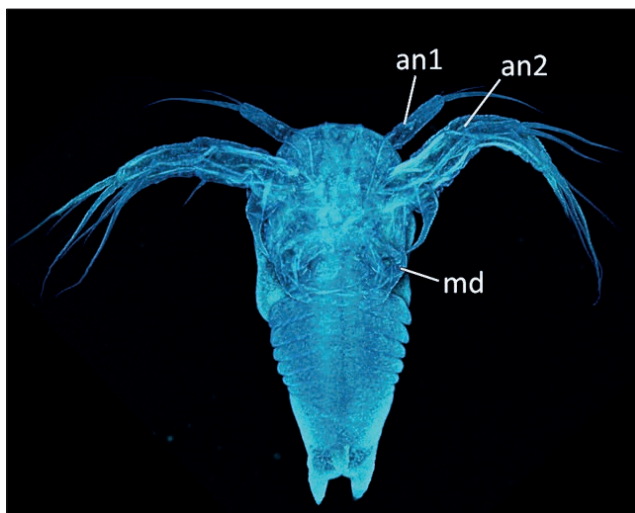
pulace vyznačující se androdioecií, tzn. společným výskytem hermafroditů schopných samooplození s malým množstvím samců (Vopařilová 2014). Hermafroditi mají morfologické znaky samic. V těchto populacích se mohou hermafroditičtí jedinci samooplodňovat (autogamie), anebo být oplodnění pářením s přítomnými samci, nikoliv však s jinými hermafrodity (Merta et al. 2016). Uvádí se, že vzájemný poměr obou typů rozmnožování je závislý na zeměpisné šířce. Např. populace žijící v severní Evropě se rozmnožují jen hermafroditicky, také v našich zeměpisných šířkách ještě převládá hermafroditismus a samci se vyskytují jen ojediněle. V jižní Evropě je známo především gametogenetické rozmnožování. Toto schéma je však zjednodušující, ve skutečnosti je výskyt sedmi různých alternativních reprodukčních strategií důsledkem zejména postglaciálního šíření jednotlivých linií (Zierold et al. 2007). Proto existuje ze schématu „geograficky podmíněného hermafroditismu“ řada výjimek: hermafroditismus byl nalezen také ve střední Itálii (Korn et al. 2006), jižní Kalifornii (Obregón-Barboza et al. 2001), a naopak gonochorismus byl nalezen ve střední Evropě (Engelman et al. 1996).

U hermafroditických jedinců jsou pohlavní žlázy rozdělené na okrsky produkující vajíčka a okrsky produkující spermatozoidy. K oplození vajíček dochází již ve vaječníku. Při sexuální rozmnožování kopulace listonohů probíhá různě v rozličných polohách samce a samice. Samec může uchopit samici z hřbetní strany jejího štítu a zadek ohnout kolem boku štítu samice na její břišní stranu. Častěji ale samec plave břišní stranou těla nahoru a zespoda uchopí samici. Prudkým chvěním nohou se vypouštěné spermie proudem vody dostávají k vaječným pouzdrům samice (Merta et al. 2016).

Oplozená vajíčka jsou pak po několika hodinách kladena vytřepáváním na dno. Vajíčka jsou bezprostředně po naklazení obalena sedimentem díky lepidému sekretu na svém povrchu, což zvyšuje šanci přežití během vyschnutí a činí je nenápadnými před predátory. Samice produkují až 250 kulovitých vajíček denně. Jejich velikost se pohybuje mezi 0,35–0,60 mm. Stejně jako u ostatních lupenonožců jsou vajíčka u listonohů velmi dobře adaptována k suchu, mrazu a dalším nepříznivým faktorům prostředí. Carlisle (1968) např. uvádí, že v lokalitě u súdánského Chartúmu ve vyschlém dně přežila vajíčka listonoha rodu *Triops* teplotu 80 °C, experimentálně pak ověřil přežití vajíček dokonce při teplotě téměř 100 °C. U listonohů je vliv vyschnutí a vymrznutí vajíček na líhnutí rozporupný. Obregón-Barboza et al. (2001) zjistili vysokou úspěšnost líhnutí u dehydratovaných cyst některých druhů rodu *Triops*, zatímco jiné práce popisují lepší líhnutí u cyst hydratovaných než dehydratovaných (viz Brendonck 1996, Obregón-Barboza et al. 2001, též shrnující informace Sailerové (2018)). Ito et al. (2013) uvádějí, že u vajíček listonoha druhu *Triops granarius* nižší vlhkost prostředí způsobila vyšší míru líhnutí, když dehydratace pokračovala po dobu sta dnů. Vajíčka přežila vysychání, když byla dehydratována ve stádiích blastuly, gastruly a rané organogeneze. Nejlépe tolerantním stádiem dehydratace byla časná organogeneze. Jejich výsledky ukazují, že vajíčka tohoto listonoha vykazují značnou toleranci k vysychání a vysoké teplotě v sušeném stavu.

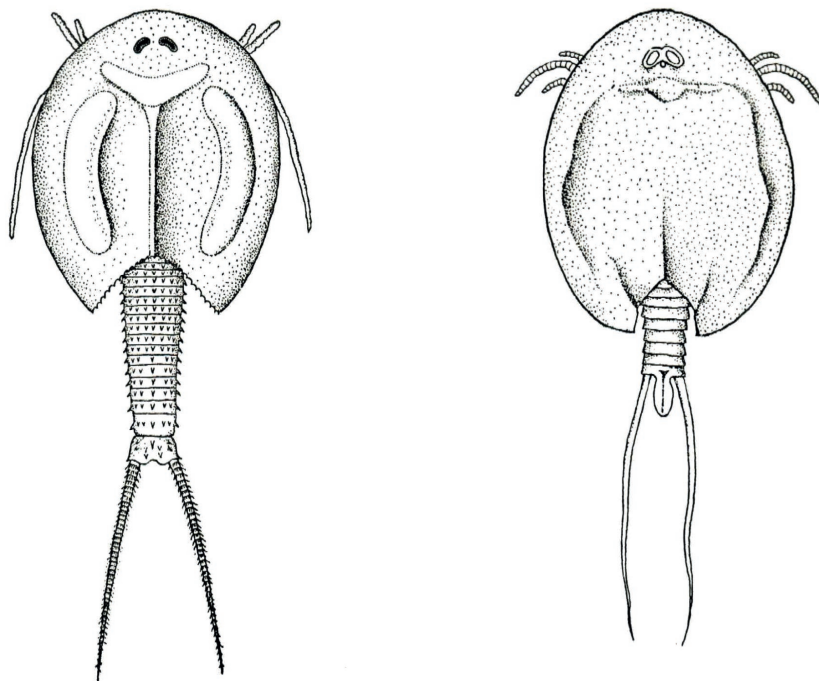
U listonohů se vytvářejí pouze tzv. klidová vajíčka, což ale není zcela správný termín, protože ve skutečnosti se jedná o embrya, která mají vývoj pozastavený nejčastěji ve stádiu gastruly a která jsou obklopena odolnými obaly (Aleksev et Starobogatov 1996). Devánová et al. (2024) experimentálně zjistili, že u listonoha letního přítomnost dospělců zvyšovala líhnavost jeho vajíček. Znamená to, že dospělci vyvolávají určitý feromon, který líhnutí pozitivně ovliv-

ňuje. Efekt lze vysvětlit např. tím, že naupliová stadia nejsou tak intenzivně predována dospělci jako dormantní vajíčka ležící v substrátu. Úspěšné líhnutí vajíček listonohů bylo prokázáno dokonce po téměř 30 letech vyschnutí. Takahashi (1977) experimentálně zjistil u tří druhů listonohů rodu *Triops*, že světlo oproti zastínění výrazně urychlilo líhnutí vajíček.



Obr. 3 Metanaupliové stádium listonoha letního (*Triops cancrivornis*), an1 – antennula, an2 – anténa, md – kusadlo. Beutel et al. (2017).

Individuální vývoj k pohlavní dospělosti listonohů probíhá přes řadu larválních a subadultních stádií. Z vajíček se líhnou naupliová stadia, která mají silně vyvinuté antenuly i antény, které zde mají funkci pohybového aparátu (po několika svlékáních jim ale antény i antenuly zakrňují). Během růstu dospělců dochází k opakovanému svlékání (ekdysi), při kterém je za prudkých pohybů těla odhazována svlečka (exuvie). Listonozi se během života svlékají až čtyřicetkrát. Jejich životní cyklus je krátký, u některých druhů je ukončen již do 30 dní, přičemž reprodukce mohou být schopni již od devátého dne života (Weeks 1990). Ve vhodných ekologických podmínkách však mohou žít i několik



Obr. 4 Naše druhy listonohů: listonoh letní (*Triops cancrivornis*) – vlevo a listonoh jarní (*Lepidurus apus*) – vpravo. Rozlišení je snadné podle malé šupinky na konci zadečku mezi dvěma zadečkovými štěty, kterou má pouze listonoh jarní (Rybak 1971).

měsíců. Hlavními predátory listonohů jsou brodiví a jiní vodní ptáci, zejména pak na otevřených stanovištích (Merta et al. 2016).

Podmínkou výskytu obou našich druhů listonohů jsou biotopy bez ryb nebo jiných větších karnivorních živočichů nebo alespoň s nepříliš velkou rybí obsádkou. Listonoh jarní je vázán na záplavové zóny velkých řek, obývá periodické tůně, příkopy či zaplavené louky a pole. Pro listonoha letního jsou typické letní periodické tůně. Nalezneme jej i v ka-

lužích na lesních a polních cestách, v zaplavených polích a loukách. Často se také vyskytuje na tankodromech nebo vojenských cvičištích, kde vojenská vozidla při pojezdech vytvořila příhodné terénní deprese, které se dočasně zaplnily vodou. Zvláště v oblíbě má kaluže s bahnitým dnem, do něhož se jedinci zahrabávají. K zajímavým ekosystémům v krajině s výskytem listonohů patří také polní mokřady (Sychra et al. 2022).

Listonoh jarní se líhne na jaře po roztání sněhu a dospívá podle teploty vody koncem dubna a v květnu. Teplota vody se pohybuje obvykle kolem 10 °C. Listonoh letní se objevuje později, když teplota vody vystoupí na 10–15 °C. Byl popsán případ, že se listonoh letní namnožil v plůdkových rybnících tak, že škodil na kapřím plůdku. Několikrát bylo u nás pozorováno masové rozmnožení tohoto druhu v betonovém koupališti (Lellák et al. 1972). Oba dva naše druhy listonohů patří dle Červeného seznamu do kategorie „kriticky ohrožený“, viz Sychra et al. (2017).

Rogacki et Brysiewicz (2021) konstatují, že listonozi mají význam ekologický i ekonomický. Přestože mají relativně malou velikost, mohou díky své početnosti radikálně ovlivnit stav jejich stanovišť, někdy dokonce pomáhají bojovat se škodlivými škůdci; autoři zejména upozorňují na možnost likvidace larev komárů listonohy, včetně druhů přenášejících nemoci (viz též Tietze et Mulla 1989, Fry et al. 1994). V Japonsku zkoušeli využít listonohy proti plevelům v rýžovištích (Yonekura 1979). Jsou ale známé případy, kdy listonozi američtí přímo poškozovali sazenice v rýžovištích a zkalením vody snižovali pronikání světla k ponořeným sazenicím, čímž se zpomalil jejich růst (Tindall et Forhergill 2012, Espino 2024). Listonozi jsou ale také atraktivními a oblíbenými chovanci v akváriích, čímž se stávají součástí „pet trade“.

Jako zajímavost lze uvést, že listonozi mohou pozoruhodným způsobem ovlivňovat populace potenciální kořisti, např. perlooček. Kairomony listonoha *Triops cancriformis* způsobují urychlení vývinu perlooček (Rabus et Laforsch 2011) a vznik morfologických a ultrastrukturálních změn na jejich schránce, např. zvětšení délky a šířky těla, vytvoření trnů na karapaxu a jeho zesílení. Experimentálně bylo potvrzeno, že přežívání takto pozměněných perlooček je v přítomnosti predátora výrazně vyšší (Petrusek et al. 2009).

Listonoh americký (*Triops longicaudatus*)

Protože oba dva naše druhy listonohů patří mezi zvláště chráněné druhy, nelze je ve školním akváriu chovat. Jako vhodný druh pro akvárium byl zvolen listonoh americký. Je to až kolem 5 cm dlouhý korýš s tělem chráněným hnědým až hnědožlutě zbarveným krunýřem (někdy může být zbarvený i pestřeji). V přírodě žije tento listonoh v malých vodních nádržích s čerstvou, klidnou vodou, které nejsou příliš hluboké a obsahují teplou vodu. Někdy se však objevují i v bahnitě či silně zkalené vodě. Tento druh pochází z Ameriky, byl zaznamenán ale i v dalších územích v Asii, např. v Japonsku (Akita 1966), Jižní Koreji (Yoon et al. 1992), Saudské Arábii (Aloufi et Obuid-Allah 2014), Jordánsku (Ghlelat et Al-Hreisha 2023) či Kataru (Kardousha 2017). Jedná se ale zřejmě o druhový komplex (Sun et Kozai 2024).



Obr. 5 Listonoh americký (*Triops longicaudatus*), pohled na hřbetní stranu (vlevo) a břišní stranu (vpravo). https://en.wikipedia.org/wiki/Triops_longicaudatus

Klímová-Hřívová (2018) uvádí, že tento druh listonoha se přirozeně vyskytuje v oligotrofních vodách s neutrálním až bazickým pH, jako je např. dešťová voda vytvářející jezírka a tůňky na mírně bazickém podloží. Podobně jako ostatní listonozi je spíše teplomilný, vajíčka se líhnou při teplotě nad 20 °C. Mladí listonohové jsou všežraví (fyto- a zooplankton), starší jedinci upřednostňují bílkovinnou složku potravy (nauplie žábřonožek, perloočky a další živočichy, kteří k nim napadají na hladinu). Délku života ovlivňuje teplota vody. Fry-O'Brien et Mulla (1996) potvrdili v laboratorních chovech nepřímou úměru délky přežití s teplotou vody. Listonozi kladli vajíčka při vyšších teplotách dříve a v menší velikosti než kontrolní skupina chovaná v nižších teplotách.

Guimaraes et al. (2024) konstatují, že listonoh americký vykazuje řadu biologických vlastností, které z něho dělají dobrého kandidáta pro diagnostiku kvality životního prostředí. Sledovali lokomotorické re-

akce juvenilních a dospělých jedinců na nízké koncentrace pěti modelových toxických látek po velmi krátké 1,5hodinové expozici. Výsledky ukázaly, že tento listonoh je citlivý na kontaminovanou vodu, zejména pak na chlornan sodný. Autoři definovali šest typů chování, které umožňují charakterizovat a rozlišit testované toxické látky.

Hamasaki et Ohbayashi (2000) sledovali vliv hodnot pH na listonoha amerického. V rozmezí pH 4,4 až 5,3 všechna naupliová stádia uhynula do 12 hodin. V rozmezí pH 5,9 až 6,6 byla míra jejich přežití do 24 hodin více než 50% a míra přežití se pak zvyšovala s rostoucím pH. Bylo zjištěno, že hranice vhodného a nevhodného pH vody pro přežití naupliových stádií je mezi pH 5,7 a 5,9. Pro dospělé je vhodné rozmezí pH 7 až 9.

Scholnick (1995) experimentálně zjistil, že u listonoha amerického plodnost závisela na hmotnosti



Obr. 6 Listonoh americký (*Triops longicaudatus*) v akváriu. Openverse.org.



Obr. 7. V akváriích se objevuje i červená barevná odchylka listonož amerického (*Triops longicaudatus*). Openverse.org.

jedince, přičemž pokles teploty snižoval růst, naopak nadbytek kyslíku růst zrychloval. Tindall et al. (2012) uvádějí, že tento listonoh dosahuje maximální délky těla za 8–10 dní, při teplotě vody 15 °C žije až měsíc, ale při teplotě vody 30 °C jen 11–12 dní (Fry-O'Brien et Mulla 1996).

Davis et Madison (2000) studovali listonož amerického a jeho reakce na světelné podmínky. Přišli s teorií, že rozdíly ve fyziologii souvisejí s věkem. Chování při hledání potravy a predanční tlaky by

měly umožnit, aby se mladí jedinci lépe přizpůsobili pobytu v blízkosti hladiny a dospělci na dně. V důsledku toho by mladí jedinci měli být fotopozitivní, zatímco starší jedinci by měli být fotonegativní. Experimentálně pak zjistili, že fotonegativita se zvyšovala s věkem, přičemž druhý instar preferoval osvětlená prostředí výrazně více než čtvrtý a pátý instar. První dva instary byly aktivnější při zastínění než za dobrých světelných podmínek, což naznačuje ortokinetický princip při hledání vhodnějšího prostředí. Tyto změny mohou souviset s vývojem složených očí.

Pozn. Instar je etapa larválního vývojového stádia mezi svlékáními. Např. když se u listonohů nauplius vylíhne z vajíčka, jedná se o nauplius prvního instaru. Po prvním svlékání je z něj nauplius druhého instaru, po druhém svlékání je ve třetím instaru atd.

Zařízení akvária

K chovu stačí i menší skleněné akvárium či čistá plastová nádoba, kde počítáme na jednoho dospělého 2–4 litry vody. Na dno dáme čistý písek, lze vložit větší kámen, kořen i plovoucí rostliny (např. babelka řezanovitá *Pistia stratiotes*, trhutka plovoucí *Riccia fluitans* či trs vodního mechu *Vesicularia dubyana*). Voda musí být čistá, měkká, odstátá (pro líhnutí vajíček je možné použít vodu destilovanou). Vhodná teplota vody v akváriu je mezi 20 °C a 28 (30) °C. Přežije i teplotu 15 °C, ale tato nízká teplota nepříznivě ovlivňuje růst i plodnost. Za optimální teplotu je považována 25 °C, i když nikoli konstantní – ukázalo se totiž, že když docházelo k diurnálnímu (mezi dnem a nocí) kolísání teploty vody, rostli listonozi výrazně rychleji, než když teplota byla trvale konstantní. Mírné filtrování je vhodné (pokud jsou listonozi velcí alespoň 1 cm), nejlépe se osvědčil půdní filtr. Vhodné je i jemné provzdušňování, protože listonozi jsou citliví na nedostatek kyslíku (při nízkých hodnotách se pohybují u hladiny, kde je rozpuštěného kyslíku více). Obsah kyslíku ve vodě také ovlivňuje růst a plodnost. Není vhodné umístění nádrže na přímé sluneční záření, lépe je použít běžný typ umělého osvětlení. https://mytriops.com/how-to-care-for-triops/#What_size_container_do_I_need

Chov

Po vložení vajíček listonoha amerického do měkké vody s velmi nízkou vodivostí (dešťová voda, voda ředěná vodou z reverzní osmózy či jakákoli jiná pramenitá voda s minimem solí) se při teplotě cca 23 °C během 1–4 dnů líhnou naupliová stádia. Měří asi 0,5 mm. Po vylíhnutí všech jedinců (cca za 3 dny) je vhodné teplotu udržovat asi na 25 °C. Úplně nejlepší a přirozenou první potravou listonohů je tzv. zelená voda – mikroskopický fyto- a zooplankton. Ze začátku je možné také opatrně krmit malým množstvím drti kvasnic s nejjemnějším krmivem pro naupliová stádia (např. Mikrozell). Jakmile mají listonohové alespoň 1 cm, můžeme krmit drce-ným granulovaným krmivem pro akvarijní rybky. Ke krmení listonohů lze rovněž zakoupit specializované krmivo Triops. Přibližně po týdně je vhodné začít s výměnou vody. Hadičkou odsáváme ze dna detrit a odpad. Odsajeme 1/3 vody a doplníme vodou, kterou jsme použili při založení nádrže. Čistá voda by měla být do nádrže vlévána velmi opatrně, např. hadičkou, tak aby nedošlo k velkému zviření vody v nádrži. Pokud voda v akváriu není ani po výměně čistá, opakujeme výměnu 1/3 vody ještě jednou – za 30 minut po první výměně. Klímová-Hřívová (2018) doporučuje přenášet pomocí pipety již od vylíhnutí naupliová stádia každý den po nakrmení do zcela čisté vody, a to než dosáhnou délky asi 5 mm, pak je stačí přemísťovat do čisté vody jednou za tři dny. Veiglová (2020) shrnula poznatky z chovu listonohů od různých autorů. Ti krmili listonohy sušenými řasami, krmivem pro akvarijní ryby a čerstvě zabíjenými larvami komárů (Scott et Grigarick 1979, Ano et Mulla 1996, Davis et Madison 2000). Lze použít i nejmenno nastrouhanou mrkev. Klímová-Hřívová (2018) na základě vlastních zkušeností uvádí, že chov listonoha amerického není zcela jednoduchý, rozhodující je odpovídající krmení a čistota vody. Při ideálních teplotách a dostatečném krmení se může listonoh americký dožít údajně až

tří měsíců. Velmi podrobný návod ke zřízení chovu listonoha amerického, doslova krok za krokem, lze najít v textu Pravěké akvárium (Albi Science), a to s použitím příslušenství, které lze zakoupit na internetu (<https://www.zbozi.cz/vyrobek/albi-praveke-akvarium/manual-navod/navod-k-pouziti/>).

Pokusy a pozorování

1. Pozorujte stavbu těla listonoha
2. Sledujte způsob plavání ve volné vodě a pohyb po dně
3. Předložte listonohům různou potravu (např. nejmenno nastrouhané syrové rybí maso, jemně nastrouhanou mrkev, rýži, larvy komárů či pakomárů („patentky“), kterou potravu preferují?
4. Část nádrže zastiňte a druhou osvětlete lampou. Jak listonozi budou reagovat?
5. Sledujte, jak často se listonozi svlékají
6. Ověřte, jakého stáří se listonozi v akváriu mohou dožít za určitých konkrétních podmínek

Literatura

- Akita M. 1966: Life history of *Triops longicaudatus* (LeConte) in Japan I. Sex ratio and mode of reproduction. Zoological Magazine, 75: 178–182.
- Alekseev V. R. a Starobogatov Y. I. 1996: Types of diapause in Crustacea: Definitions, distribution, evolution. Hydrobiologia 320: 15–26. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1667-8_2
- Aloufi A. B. A. A., Obuid-Allah A. H. 2014: New records and redescription of the notostracan Tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (Le Conte, 1846) from temporary water bodies in North West region (Tabuk and Al-Madinah) of Saudi Arabia. International Journal of Advanced Research, 2, 7: 1222–1231.
- Ano L. L. F. O., Mulla M. 1996: Optimal conditions for rearing the tadpole shrimp. *Triops longicaudata* (Notostraca: Triopsidae), a biological control agent against mosquitoes. Journal of the American Mosquito Control Association, 12: 446–453.
- Beutel R. G., Yavorskaya M. I., Mashimo Y., Fukui M., Meusemann K. 2017: The phylogeny of Hexapoda (Arthropoda) and the evolution of megadiversity. Proceedings of Arthropodan Embryological Society of Japan, 51: 1–15.
- Brendonck L. 1996. Diapause, quiescence, hatching requirements: What we can learn from large freshwater branchiopods (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, Conchostraca). Hydrobiologia, 320: 85–97. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1667-8_10
- Brendonsk L., Rogers Ch., Olesen J., Weeks S., Hoeh W. R. 2008: Global diversity of large branchiopods (Crustacea: Branchiopoda) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 167–176. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9119-9>
- Brzek J. 2005: Fauna Slovenska. Anostraca – žiabronožky, Notostraca – štitovky, Spinicaudata – škľabkovky, Laevicaudata – hrachovky (Crustacea: Branchiopoda). Veda, Bratislava, 143 pp.
- Carlisle D. B. 1968: Triops (Entomostraca) eggs killed only by boiling. Science, 19, 161(3838): 279–280. doi: 10.1126/science.161.3838.279. PMID: 5690518.
- Cvetkovic-Milicic D., Petrov B. 1999: Life histories of *Triops cancriformis* (Bosc, 1801) and *Lepidurus apus* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Notostraca) in a group of rain pool in the Banat Province in Yugoslavia. Crustacean Issues, 12: The Biodiversity Crisis and Crustacea, Vol. 2, Rotterdam, pp. 411–417.

- David D. C., Balázs R. Z. 2014: New record for *Triops cancriformis* (Bosc, 1801) in the northeast of the Gilăului mountains (Romania). *Brukenenthal. Acta Musei*, 9, 3: 523–528.
- Davis J. M., Madison D. 2000: The ontogeny of light-dark response in *Triops longicaudatus* as a response to changing selective pressures. *Crustaceana*, 73, 3: 283–288. <https://doi.org/10.1126/science.161.3838.279>
- Devánová A. 2020: Biologie a ekologie vybraných druhů velkých lupenonožců (Crustacea: Branchiopoda) v podmínkách polních mokřadů a chovu. Diplomová práce, Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno, 109 str.
- Devánová A. et al. 2024: Nečekaná signalizace: líhnutí vajíček listonoha letního je chemicky modulováno dospělci. *Živa*, 1: 29–31.
- Espino L. 2024: Characterization of tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (Notostraca: Triopsidae), injury to rice and its effect on rice seedling establishment. *Journal of Economic Entomology*, 117, 4: 1510–1517. <https://doi.org/10.1093/jee/toae127>
- Engelmann M., Hoheisel G., Hahn T., Joost W., Vieweg J., Naumann W. 1996: Populationen von *Triops cancriformis* (Bosc) (Notostraca) in Deutschland nördlich 50 °N sind nicht klonal und höchstens fakultativ hermaphroditisch. *Crustaceana*, 69: 755–768. <https://doi.org/10.1163/156854096X00772>
- Fry-O'Brien L., Mulla M. S. 1996: Optimal conditions for rearing the tadpole shrimp *Triops longicaudatus* (Notostraca: Triopsidae), a biological control agent against mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 12, 3: 446–453.
- Fry L. L., Mulla M. S., Adams C. W. 1994: Field introductions and establishment of the tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (Notostraca: Triopsidae), a biological control agent of mosquitos. *Biological Control*, 4, 2: 113–124.
- Ghlelat A. A., Al-Hreisha H. J. 2023: A new record of the longtail tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (LeConte, 1846), from a temporary water body in Azraq, Northeastern Jordan. *Jordan Journal of Natural History*, 10, 2: 82–87.
- Guimarães L., Carvalho A. P., Ribeiro P., Teixeira C., Silva N., Pereira A., Amorim J., Oliva-Teles L. 2024: Sensitivity of *Triops longicaudatus* locomotor behaviour to detect short low-level exposure to pollutants. *Water*, 16, 126. <https://doi.org/10.3390/w16010126>
- Hamasaki K., Ohbayashi N. 2000: Effect of water pH on the survival rate of larvae of the American tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (LeConte) (Notostraca: Triopsidae). *Applied Entomology and Zoology*, 35, 2: 225–230. <https://doi.org/10.1303/aez.2000.225>
- Ito C., Goto S. G., Numata H. 2013: Desiccation and heat tolerance of eggs of the Asian tadpole shrimp, *Triops granarius*. *Zoological Science*, 30, 9: 760–766. doi: 10.2108/zsj.30.760. PMID: 24004083. <https://doi.org/10.2108/zsj.30.760>
- Kardousha M. M. 2017: New records of freshwater crustaceans from vernal pools of Qatar including large Branchiopods and a mysid shrimp, a natural resource of economic importance for the aquaculture Industry. *The Arab World Geographer*, 20, 2 *Zoological Science*, 3: 237–251.
- Klímová-Hřívová D. 2018: Metodika chovu modelových organismů (Crustacea) pro účely výuky a výzkumu. Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 24 str.
- Korn M., Marrone F., Pérez-Bote J. L., Machado M., Cristo M., Cancela da Fonseca L., Hundsdoerfer A. K. 2006: Sister species within the *Triops cancriformis* lineage (Crustacea, Notostraca). *Zoologica Scripta*, 35: 301–322. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.2006.00230.x>
- Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J., Punčochář P. 1972: Biologie vodních živočichů. Skriptum fakulty přírodovědecké Univerzity Karlovy v Praze, 220 str.
- Maffi M. 1962: *Triops granaries* (Lucas) (Crustacea) as a natural enemy of mosquito larvae. *Nature*, 195, 4842: 722.

- Merta L., Zavadil V., Sychra J. 2016: Atlas rozšíření velkých lupenonožců České republiky. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 111 str.
- Obregon-Barboza H., Murugan G., Garcia-Velazco H., Maeda-Martinez A. M. 2015: A systematic review of Mexican populations of the fairy shrimp genus *Thamnocephalus* (Branchiopoda: Anostraca). *Journal of Crustacean Biology*, 35: 407–432.
- Petrusek A., Tollrian R., Schwenk K., Haas A., Laforsch C. 2009: A “crown of thorns” is an inducible defense that protects *Daphnia* against an ancient predator. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 2248–2252.
- Rabus M., Laforsch C. 2011: Growing large and bulky in the presence of the enemy: *Daphnia magna* gradually switches the mode of inducible morphological defenses. *Functional Ecology*, 25: 1137–1143.
- Rogacki M., Brysiewicz A. 2021: Tadpole shrimps – a general review of the little known crustaceans of ephemeral waterbodies. *Research in Ecology*, 3, 2: 18–24. <https://doi.org/10.30564/re.v3i2.2910>
- Rybak J. I. 1971: Przewodnik do rozpoznawania niektórych bezkręgowych zwierząt słodkowodnych. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 75 pp.
- Scholnick D. A. 1995: Sensitivity of metabolic rate, growth, and fecundity of tadpole shrimp *Triops longicaudatus* to environmental variation. *Biology Bulletin*, 189: 22–28. <https://doi.org/10.2307/1542197>
- Tietze N. S., Mulla M. S. 1989: Prey-size selection by *Triops longicaudatus* (Notostraca: Triopsidae) feeding on immature stages of *Culex quinquefasciatus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 5, 3: 392–396.
- Sailerová M. 2008: Faktory ovlivňující líhnutí diapauzujících stádií lupenonožců. Bakalářská práce, Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 34 str.
- Scott S. R., Grigarick A. A. 1978: Observations on the biology and rearing of the tadpole shrimp *Triops longicaudatus* (LeConte) (Notostraca: Triopsidae). *Wasmann Journal of Biology*, 36: 116–126.
- Sun X., Kozai T. 2024: Different selection levels of mitogenomes: new insights into species differentiation of the *Triops longicaudatus* (LeConte, 1846) Complex (Branchiopoda: Notostraca). *Diversity*, 16, 715: 1–15. <https://doi.org/10.3390/d16120715>
- Sychra J., Merta L., Zavadil V. 2017: Branchiopoda (lupenonožci) [podkmen/subphylum: Crustacea; třída/class: Branchiopoda; řády/orders: Anostraca, Laevicaudata, Notostraca, Spinicaudata]. In: Hejda R., Farkač J., Chobot K.: Červený seznam vířníků, kroužkovců, měkkýšů a členovců (kromě hmyzu). *Příroda*, Praha, 36: 86–89.
- Sychra J. et al. 2022: Vysychavé polní mokřady na jižní Moravě: jedinečné ostrovy života v zemědělské krajině. *Živa*, 5: 261–264.
- Takahashi F. 1977: Pioneer life of the tadpole shrimps, *Triops* spp. (Notostraca: Triopsidae). *Applied Entomological Zoology*, 12: 104–117. <https://doi.org/10.1303/aez.12.104>
- Tietze N. S., Mulla M. S. 1989: Prey-size selection by *Triops longicaudatus* (Notostraca Triopsidae) feeding on immature stages of *Culex quinquefasciatus*. *Journal of the American Mosquito Control*, 5, 3: 392–396.
- Tindall K. V., Forhergill K. 2012: Review of a new pest of rice, tadpole shrimp (Notostraca: Triopsidae) in the Mid-southern United States and a winter scouting method of rice fields for preplanting detection. *Journal of Integrated Pest Management*, 3, 3: 1–5. <https://doi.org/10.1603/IPM12001>
- Trentini M., Scanabissi F. S. 1978: Ultrastructural observations on the oogenesis of *Triops cancriformis* (Crustacea, Notostraca). *Cell Tissue Research Journal*, 9, 194, 1: 71–77. <https://doi.org/10.1007/BF00209234>
- Yonekura M. 1979: Biological control of weeds by tadpole shrimps in paddy field – weed efficacy of tadpole shrimps in transplanted rice fields. *Journal of Weed Science and Technology*, 24: 64–68. <https://doi.org/10.3719/weed.24.64>

- Yoon S. M., Kim W., Kim H. S. 1992: Re-description of *Triops longicaudatus* (LeConte, 1846) (Notostraca, Triopsidae) from Korea. Korean Journal of Systematic Zoology, 3: 59–66.
- Veiglová T. 2020: Velcí lupenonožci (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) v chovech. Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 54 str.
- Vopařilová L. 2014: Genetická struktura a původ středoevropských populací listonoha jarního *Lepidurus apus* (Crustacea: Notostraca). Diplomová práce, Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 55 str.
- Weeks S. C. 1990: Life–history variation under varying degrees of intraspecific competition in the tadpole shrimp *Triops longicaudatus* (LeConte). Journal of Crustacean Biology, 10, 3: 498–503. <https://doi.org/10.1163/193724090X00384>
- Wu H., Xue J. 2009: Analysis of the diet of the tadpole shrimp, *Triops sinensis*, in paddy fields of Shouchang River watershed. Frontiers of Biology of China, 4: 569–573. <https://doi.org/10.1007/s11515-009-0028-3>
- Zierold T., Hanfling B., Gómez A. 2007: Recent evolution of alternative reproductive modes in the “living fossil” *Triops cancriformis*. BMC Evolutionary Biology, 7: 161–172. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-7-161>