

NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU XVI (CHOV RAKŮ, ASTACIDA)

OPEN ACCESS



Subject Matter of Experiments
and Observations of Water Animals
in School Aquarium XVI
(Crayfish, Astacida)

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

Abstract

*Crayfish are aquatic freshwater crustaceans that breathe through gills. They are found in flowing and stagnant water. Most crayfish cannot tolerate polluted water. Their body consists of twenty body segments grouped into two main body parts, the cephalothorax and the abdomen. They have five pairs of walking limbs, with prominent claws on the first pair. Many species are susceptible to infections such as crayfish plague (*Aphanomyces astaci*). In some European countries, native species of crayfish are threatened by imported species from North America (e.g., *Procambarus clarkii*, *Faxonius limosus*, *Pacifastacus leniusculus*, *Procambarus fallax* f. *virginalis*), which are carriers of crayfish plague. This contribution provides instructions for keeping them in school aquaria, along with suggestions for observations and experiments. The listed non-native species are suitable for breeding in an aquarium (also the pygmy species of *Cambarellus patzcuensis*, in orange or blue varieties, is popular among aquarists), because native species living in the Czech Republic are protected by law.*

Klíčová slova

školní akvárium, raci, chov, pozorování, experimenty

Keywords

school aquarium, rearing, crayfish, observations, experiments

ÚVOD

Raci patřící mezi desetinohé korýše (Decapoda) zastupující velké akvatické makrofauny, kteří jsou nepostradatelnou složkou vodních ekosystémů a součástí potravních řetězců, jsou důležití v roli ekologických inženýrů či bioindikátorů biotopů. Řada druhů je chována v nádržích akvaristů i v produkční akvakultuře pro gastronomické účely (Crandall et Buhay 2008, Patoka et al. 2014, Crandall et De Grave 2017, Farrag et al. 2022), nacházejí uplatnění v laboratořích jako modelové organizmy (Vogt 2008), například při studiu agonistického chování (Dingle 1983). Raci náleží do čtyř čeledí: Astacidae, Cambaridae a Cambaroididae obývají severní polokouli, zástupci čeledi Parastacidae žijí na jižní polokouli (Crandall et De Grave 2017). Jejich rozšíření je velmi nerovnoměrné. Na druhy nejbohatší je Severní Amerika s více než 450 druhy, následuje Austrálie s více než 150 druhy, Jižní Amerika s deseti druhy, Evropa a Malá Asie s devíti druhy a východ-

ní Asie se čtyřmi druhy. Největší rak na světě, rak tasvánský *Astacopsis gouldi*, žije v severní Tasmánii a dosahuje hmotnosti až 6 kg (Hamr 1990, Short 2000, Welsh et Welsh 2013). Tamtéž se vyskytuje i nejmenší rak světa, druh *Teniubranchiurus glypticus*, který dorůstá do pouhých 25 mm (Crandall 2002). Raci obývají tekoucí i stojaté vody a některé druhy jsou schopné přežít periodické vysychání lokalit i několik měsíců trvající zimu. Preferují sladké vody, výjimkou jsou rak bahenní (*Pontastacus leptodactylus*) a rak silnoklepetý (*Pontastacus pachypus*), kteří byli zaznamenáni i v Kaspickém moři v místech se salinitou 14 ‰ (Yildiz et al. 2004).

V České republice jsou původní pouze dva druhy, rak říční (*Astacus astacus*) a rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*). Během devatenáctého a dvacátého století k nám vysazením člověkem či samovolně pronikly do volné přírody čtyři druhy

nepůvodní, rak bahenní (*Pontastacus leptodactylus*), rak pruhovaný (*Faxonius limosus*, obr. 1), rak signální (*Pacifastacus leniusculus*) a rak mramorovaný (*Procambarus fallax* f. *virginalis*).

Rak signální byl importován do České republiky v roce 1980 ze Švédska. Byl vysazen na řadu rybníků na Moravě a po jejich etablování i na další lokality. Vyskytuje se však ostrůvkovitě a izolovaně i v řadě vodních toků, např. v potoce Kouba na Domažlicku nebo v Dračici (přítok Lužnice). Rak pruhovaný byl vysazen na konci 19. století v Německu a k nám se postupně dostal labskou cestou v 80. letech minulého století. V současnosti obývá např. Labe, Vltavu, a to až po údolní nádrž Lipno, Sázavu, Lužnici včetně přítoků a stále se šíří. Jeho výskyt je však mnohem širší a zahrnuje i izolované části toků, vodní nádrže nebo rybníky, kam byl často (nevědomky) vysazen.

Posledním nepůvodním druhem raka vyskytujícím se v současnosti na našem území je rak mramorovaný. V roce 2015 byl tento druh u nás zjištěn na dvou lokalitách, na které byl pravděpodobně vysazen z akvaristických chovů (Vlach et Fischer 2017).

Uvádí se, že rak bahenní byl na našem území vysazen v roce 1892, a to do rybníků na Loučensku, Mladoboleslavsku, Chlumecku a Blatensku. Obecně je přijímáno, že dovezení raci pocházeli z východní Haliče (historické oblasti na pomezí Polska a Ukrajiny) z povodí řeky Dněstru. Odtud dřívější názvy rak polský či haličský (Kozák et al. 2013). Jeho dovoz souvisí s posílením račích populací, zdecimovaných na přelomu 19. a 20. století znečištěním vody kvůli rozvoji průmyslu i lidských sídel, nedostatečnému čištění odpadních vod i výskytem račího moru (Kozubíková-Balcarová 2013).



Obr. 1 Rak pruhovaný (*Faxonius limosus*). Foto L. Hanel

Evropští raci čeledi Astacidae jsou velice vnímaví k plísňovému onemocnění zvanému račí mor, jehož původcem je plíseň hnileček račí (*Aphanomyces astaci*). Severoameričtí zástupci čeledi jsou vůči račímu moru imunní a jsou jeho přenašeči (Söderhäll et Cerenius 1999, Vogt 1999, Diéguez-Urbeondo et Söderhäll 2008, Kozubíková et al. 2009).

Některé druhy raků si budují ve dně složitý komplex chodeb až v hloubce jednoho metru a jen vzácně své obydlí opouštějí, příkladem může být severoamerický rak Gordonův *Creaserinus gordonii*. Rody *Engaeus* a *Engaewa*, jejichž zástupci jsou adaptovaní na suchozemský (terestrický) způsob života, mají vodou zatopené jen spodní části nor, které jsou často uspořádány do členitých komplexů (Reynolds et al. 2013). Zástupci těchto rodů se v chovech zpravidla nevyskytují.

Existují i příklady troglofilních druhů adaptovaných na jeskynní podmínky. Např. u floridského raka bezbarvého (*Procambarus erythropus*) došlo k částečné redukci očí, rak dlouhověký (*Orconectes australis*), obývající jeskynní vody ve státech Tennessee a Alabama, je zcela slepý (Franz et Lee 1982, Li et Cooper 2002). Specifické podmínky jeskynních vod souvisí i s dlouhověkostí, i když dříve u raka dlouhověkého uváděný věk 176 let byl mylnou informací (Venarsky et al. 2012).

V produkční akvakultuře se chovají například rak ničivý *Cherax destructor*, rak červenoklepětý *Ch. quadricarinatus* a rak Kainův *Ch. cainii* (FAO 2020).

Tělo raků se skládá z hlavohruď (cephalothorax) a ze zadečku (abdomen). Pevný chitinózní krunýř chrání měkké části těla a slouží jako opora pro úpony svalů. Vpředu hlavohruď je vyběžek (rostrum), jehož tvar je druhově specifický. Poslední článek zadečku se nazývá telson, je to

jediný článek, který nenesé žádné tělní přívěsky. Celkový počet končetin u raka je 19 párů, včetně tykadel, ústních a zadečkových končetin. U samců jsou klepeta v poměru k velikosti těla větší než u samic, zároveň jsou využívána v boji o samice. Pohlaví lze poznat také na spodní straně zadečku. U samic jsou první dva páry zadečkových nožek přeměněny v kopulační nožky (gonopody), sloužící k přenosu spermatoforů během páření.

Krunýř raka může obsahovat celou škálu pigmentů, z nichž všechny až na červený krustaceorubin se rozkládají při vyšších teplotách. Z těchto důvodů jsou uvařené raci vždy červení, bez ohledu na druh. Tento jev byl vysvětlen v časopise *Vesmír* již v roce 1896 (Anonym /t./ 1896). Nicméně existují jedinci s poruchou syntézy krustaceorubinu, kteří mají v důsledku toho přirozeně namodralé až kobaltově modré zbarvení. V našich podmínkách se s tím můžeme setkat u raka říčního (Kozák et al. 2013). Tvrdý krunýř neumožňuje rakům průběžně růst, takže občas musí svou schránku svléct (průběh svlékání raka lze názorně vidět např. na videosekvenci <https://aquariumbreeder.com/crayfish-and-molting-process/>). Po svlečení je rak do ztvrdnutí nového krunýře zranitelný, zalézá do úkrytu a nepřijímá potravu. Pouze v tomto období může o něco povyrůst.

V této souvislosti je vhodná zmínka o rakůvkách (gastrolitech), což jsou párové diskovité útvary bílé až namodralé barvy, uložené mezi kutikulou a epidermis stěny žaludku. Jejich funkce spočívá převážně v ukládání vápenatých sloučenin. Před svlékáním raka dochází k velkému nárůstu gastrolitů až na velikost kolem jednoho centimetru. Bezprostředně po svlékání sestoupí do dutiny předního střeva, kde se rozloží a jejich obsah slouží ke zpevnění nového krunýře; k tomu jsou ale využity i zásobní látky uložené v hepatopankreatu. Potřeba zvýšeného množství minerálů

je někdy zajišťována i požíváním starého krunýře (Kozák et al. 2013, Buřič et al. 2016).

Raci se pohybují chůzí pomocí pěti párů krátkých končetin. Kromě tohoto způsobu pohybu je znám u raků ještě pohyb únikový (anti-predační), při kterém prudkými záběry telsonu směrem k hlavohrudí mohou rychle plavat dozadu, a tak uniknout nebezpečí (Jurcak et al. 2016). Menší jedinci raků prchají v případě nebezpečí směrem ke břehu, kde se mohou zachránit v nízkém vodním sloupci před dravými rybami (Egglund et Kruppa 2000).

Dýchacími orgány raků jsou žábry skryté v žaberních komorách na boku hlavohrudí. Proud vody, který je oplachuje, je vyvoláván kmitavým pohybem výběžků druhého páru čelistí. U raka (druh neuveden) při teplotě 15 °C byla frekvence tohoto pohybu 90 úderů za minutu (Lellák et al. 1972). I ty druhy raků, které žijí převážně na souši, musejí své žábry udržovat trvale vlhké. Příkladem raka, který je k těmto podmínkám přizpůsoben, je rak stepní *Distocambarus crockeri* z USA (Welch et Eversole 2006).

Cévní soustava je otevřená, krevním barvivem raků je podobně jako u mnohých jiných bezobratlých hemocyanin, volně rozptýlený v plazmě. Dodává hemolymfě namodralou barvu. Raci jsou vybaveni antenálními žlázami metanefridiálního původu. Žlázy jsou párové, ústí u báze tykadél druhého páru. Jejich funkcí je především odstranění těch odpadních částic, které by nemohly projít difúzí přes jemnou kutikulu žaber. Žábry totiž hrají ve vylučování u raků zásadní roli. Většina amoniaku, tedy hlavního odpadního produktu, se vylučuje právě žabrami.

Oči raků jsou složené a umístěné na pohyblivých stopkách po stranách báze čelního trnu

(rostra) karapaxu. Raci mohou v jisté míře rozlišovat i některé barvy, ale jejich reakce na barevné podněty nebyly dosud řádně doloženy (Kozák et al. 2013).

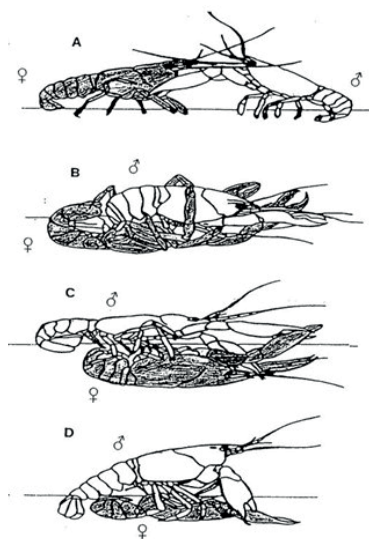
Receptory odpovědné za vnímání pachových a chuťových podnětů jsou soustředěny zejména na prvním páru tykadél. Raky lze charakterizovat jako všežravce, kteří potravu vyhledávají čichem. Požívají i uhynulé živočichy, je u nich znám také kanibalismus (Romano et Zheng 2017).

Často dochází mezi raky téhož druhu k vzájemným soubojům, důvodem bývá spor o úkryt, méně často o potravu, běžné jsou souboje v období rozmnožování, kdy se stávají samice i samci agresivnějšími (Dingle 1983, Capelli et Hamilton 1984). Pokusy ukázaly, že jedinec o 10 % větší než soupeř má větší šanci na vítězství v souboji. U soubojů byly pozorovány tři základní aktivity. U hrozby dochází k zvednutí přední části těla a klepet (**obr. 2**), dále může následovat vzájemné uchopení jedinců klepety a jakési přetahování, případně se soupeři snaží vzájemně zasáhnout údery klepet (Reichart 2008). Souboj končí, když poražený se začne chovat submisivně. Např. u raka červeného (*Procambarus clarkii*) se jedná o přitisknutí těla k substrátu a dochází k couvání, případně k poskokům vzad pomocí ocasní ploutvičky (telsonu).

Při soubojích často dochází k poranění soupeřících jedinců. Lambert (1903) sledoval u nalezených raků míru poškození končetin a jejich regeneraci. Graham et al. (2021) sledovali u raka statného (*Faxonius virilis*) regeneraci končetin s velkými klepety a zjistili, že regenerovaná klepeta jsou méně robustní, na povrchu mají menší počet hrbolků a také slabší sílu stisku díky menší svalové hmotě. Příklad souboje raků lze shlédnout na <https://www.youtube.com/watch?v=NvbWAmxpI2A>.



Obr. 2 Varovný postoj raka červeného (*Procambarus clarkii*).
Foto Santa Monica Mountains National Recreation Area.



Obr. 3 Kopulace u raka floridského *Procambarus allenii* (Ibrahim et Khalil 2009). (A) kontakt, (B) otočení samice, (C) znehybnění samice samcem, (D) ukládání spermatoforů.

Chování v době reprodukce je charakterizováno zvýšenou aktivitou, kdy pohlavně dospělí jedinci vyhledávají svého partnera. Při kopulaci raků z čeledi Cambaridae samec přetáčí samici na záda a přidržuje si ji klepety. Následně samec ukládá své spermatofory do semenné schránky, která je umístěna mezi 7. a 8. hrudním článkem samice (obr. 3).

Oplozená vajíčka jsou speciálními vlákny přichycena k zadečkovým nožkám samice, jejichž pohybem se dostává k vajíčkům potřebné množství kyslíku. U našich raků dochází k rozmnožování na podzim, přičemž samice vajíčka nosí do jara následujícího roku. Malí ráčci se líhnou obvykle od dubna do července (Štambergová et al. 2009). Nízká teplota vody (méně než cca 5 °C) způsobuje zpomalení a následné zastavení embryonálního vývoje, tzv. diapauzu (Kozák et al. 2013). Po vylíhnutí jsou malí ráčci přichyceni na těle samice pomocí háčků na klepetech, a teprve později se osamostatňují. Raci tedy mají přímý vývoj bez larválního stadia. Samice po celou dobu inkubace produkuje maternální feromony, které potlačují kanibalské chování mláďat, matky a většinou i dalších samic stejného druhu. Tyto feromony samice produkuje i po přeměně mláďat na juvenilní raky. Ti se k ní totiž nadále vracejí při sebemenší známce nebezpečí. Produkce feromonů ustává až ve chvíli, kdy se většina mláďat plně osamostatní. V tu chvíli se samice stává pro mladé raky nebezpečím a je nutné ji separovat (Little 1976).

U raka pruhovaného (*Faxonius limosus*) bylo experimentálně potvrzeno, že jestliže samice nenajde partnera, pak za určitých podmínek prostředí (fotoperioda, teplota vody) může dojít k partenogenetickému rozmnožování (fakultativní partenogeneze). Podobný jev byl potvrzen u raka mramrovaného *Procambarus fallax* f. *virginalis* (Sheers et al. 2021), ale zde se jedná o obligátní partenogenezi, tzn. že se rozmnožuje pouze nepohlavně.

U raka červenoklepetého (*Cherax quadricarinatus*) se vyskytovalo až 14% jedinců, kteří vykazovali znaky obou pohlaví, tedy jedinců tzv. intersexuálních (Sagi et al. 2010). Yazicioglu et Kozák (2012) zmiňují hermafroditismus u raka brazilského (*Parastacus brasiliensis*), raka trnočelého (*Samastacus spinifrons*) a u raka rucapihuelského *Virilastacus rucapihulensis*.

Raci se často objevují v heraldice. Palivec (1978) v knize Heraldická symbolika uvádí, že rak býval chápán na jedné straně jako symbol „nesklonného vzdoru a životnosti, protože se raději dá roztrhat, než by opustil předmět, který klepety objal“. Zároveň ale symbolizoval čistotu (to lze vztahovat k tomu, že naše původní druhy žijí v čistých vodách) a věčnou touhu po životě (to odpovídá skutečnosti, že vydrží i ztrátu končetiny). V negativním světle byli raci chápáni jako symbol zpátečnictví pro své údajné lezení pozpátku (viz v klasických křížovkách „zpátečník“ na tři písmena). Slovo rak se často objevuje i v názvech obcí a měst (např. Račín, Račice, Rakovec, Rakovník), toků (Račí potok, Račinka) či krajinných reliéfů (Račí údolí, Rakovecké údolí).

Raci byli běžnou součástí české kuchyně v 15. století (Floder 2015). Nejstarší archeologické doklady konzumace raků na našem území ale pocházejí z období cca 4500 let před naším letopočtem (Patoka et al. 2014). Nejstarší recepty na úpravu račího masa se dochovaly z 16. a 17. století (Floder 2015), také Domácí kuchařka Magdaleny D. Rettigové (1826) uvádí tři recepty z račího masa.

Jako „ráčka“ nazývají hádankáři text (slovo či větu), který má stejný sled písmen, ať jej čteme odpředu či od konce, přičemž se neberou v úvahu mezeře mezi slovy a diakritika. Příkladem jsou např. slova aha, kajak, nejen, nepotopen, nepochopen či věty: Fešná paní volá: má málo vína pan šéf?; Ladi-

slav Zeman na mez vál si dal; Kobyly má malý bok; A dál vidí lítat netopýry potentát i lid i vláda. Odborně se to nazývá palindrom (z řeckého palindromos, běžící pozpátku).

Původní druhy raků v České republice jsou chráněny několika zákony. Směrnice Rady (ES) č. 92/43/EHS, o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin stanoví, že rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*) je druh vyžadující zvláštní územní ochranu, tedy vymezení evropsky významné lokality zapojené do soustavy Natura 2000. Směrnice zároveň definuje podmínky odchytu, transportu a manipulace s rakem kamenáčem a rakem říčním (*Astacus astacus*). Povinnosti vyplývající z této směrnice jsou v ČR začleněny do zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Podle seznamu zvláště chráněných živočichů ve vyhlášce MŽP č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., patří rak kamenáč i rak říční mezi kriticky ohrožené druhy. Rak bahenní (*Pontastacus leptodactylus*) je zařazen do kategorie ohrožených živočichů, a to i přesto, že je v České republice nepůvodní (došlo však k jeho naturalizaci). Směrnice Rady (ES) č. 92/43/EHS dále zavazuje členské státy k regulaci záměrného vysazování nepůvodních druhů rostlin a živočichů tak, aby nedošlo k poškození přírodních stanovišť a druhů, a stanovuje možnost takovou činnost zakázat. Na základě tohoto nařízení zákony č. 114/1992 Sb. a č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, zakazují záměrné vypouštění a šíření nepůvodních druhů do krajiny, vodních toků a vodních nádrží na území České republiky. K jejich vypouštění musí dát souhlasné stanovisko příslušný orgán ochrany přírody.

V Červeném seznamu je rak říční zařazen do kategorie zranitelných druhů (vulnerable), rak kamenáč pak mezi kriticky ohrožené druhy (Vlach et Fischer 2017).

Fotografie zahraničních autorů byly použity z volně dostupné databáze na internetu (<https://wordpress.org/openverse/?referrer=creativecommons.org>).

ZAŘÍZENÍ AKVÁRIA

Vzhledem k tomu, že raci mohou být v akváriu chováni delší dobu, je potřebné podrobněji zmínit podmínky vhodné k jejich chovu. Na dno akvária je vhodný hrubší křemičitý písek o zrnitosti 0,3–0,4 cm, štěrka a větší oblázky. Na jednoho raka o velikosti cca 10 cm by měla připadat plocha dna o rozměrech alespoň 30 x 30 cm a minimálně 15 l vody. Kvůli snadnější údržbě a manipulaci s raky je doporučena hloubka nádrže určené pro chov raků 30–50 cm. Před vypuštěním raka do akvária musí být voda zbavená chlóru. Toho se dosáhne tak, že se nádrž napustí alespoň dva dny před nasazením raků a voda se nechá odstát. Pokud jsou chováni raci teritoriální, je lepší je chovat jednotlivě (např. zástupci rodů *Cherax*, *Pacifastacus*). Méně agresivní raky je možné chovat v menších skupinkách, nejlépe jednoho samce a několik samic (např. rody *Cambarus*, *Orconectes*, *Procambarus*). Nutností jsou dostatečně atraktivní úkryty, jejichž počet by měl být vždy vyšší než počet chovaných jedinců raků. Úkryt je možné vytvořit z plochých kamenů, kokosového ořechu, střepu z keramického květináče či náplavového dřeva. Většina raků si pak „noru“ dotvoří k obrazu svému hrabáním. Veškerá dekorace tedy musí být řádně zabezpečena proti sesuvu. Větší kameny je nutné umístit přímo na dno a obsypat je substrátem. Ze stejného důvodu je možné přilepit je ke dnu silikonovým lepidlem.

Nutnou součástí akvárií pro chov raků je filtrační zařízení čistící vodu. Samotný molitan bez krytu není vhodný, protože ho raci s oblibou trhají na kousky, které pak někdy i požírají. Pokud je čerpadlo filtračního zařízení dostatečně výkonné, není po většinu roku potřeba přídavné vzduchování. Při chovu raků je nutné udržovat teplotu vody v optimálních hodnotách podle druhu. K tomuto účelu se používají akvarijní topítka zpravidla vybavená termostatem. V akváriu s raky nelze dlouhodobě pěstovat žádné vodní rostliny, takže je lepší neosvětlovat nádrž vůbec, nebo jen slabou zářivkou či bodovou žárovkou (Patoka 2012).

Obecně se dá říci, že raci jsou velmi citliví na znečištění chemickými látkami a jako všem korýšům jim vadí vyšší koncentrace dusíkatých látek (dusitany, dusičnany a čpavek), které vznikají rozkladem organických zbytků. Proto je důležité odstraňovat nespotřebovanou potravu, pravidelně měnit vodu a čistit filtry. Akvárium je potřeba dobře přikrýt, protože raci se mohou snažit opustit nádrž.

Raci patří mezi všežravé (omnivorní) živočichy, přijímající rostlinnou i živočišnou potravu a organický detrit. Potravní preference se mění podle věku raka, podle fáze svlékání krunýře (ekdyze) a také v závislosti na ročním období. Dospělí raci s přibývajícím věkem zpomalují růst a přijímají stále více rostlinné potravy. Ač jsou velcí raci zpravidla dobří lovci, v jejich potravě převažuje rostlinná složka. Podíl živočišné složky v potravě se zvyšuje také před svlékáním krunýře a před rozmnožováním. Před svlékáním krunýře raci s oblibou požírají rostliny s vyšším obsahem vápníku, např. doušku hustolistou (*Egeria densa*), vodní mor kanadský (*Eloдея canadensis*) nebo růžkatec (rod *Ceratophyllum*). Vhodné je přikrmovat sinicemi, které jsou prodávány pod komerčním názvem *Spirulina* (Patoka 2012).

Většina druhů raků má noční nebo soumráchnou aktivitu, ale v akváriu si raci celkem bez problémů navyknu na režim určený chovatelem a zanedlouho začnou přijímat potravu i přes den. Někteří jedinci se naučí brát krmení z pinzety a někdy dokonce i z ruky. Pokud je v nádrži chováno více raků pohromadě, je důležité umísťovat krmivo po celé nádrži. Pokud by se krmivo dávalo na jedno místo, silnější raci by nenechali nasytit menší a slabší jedince. Dospělé raky je třeba krmit alespoň třikrát za týden, před svlékáním krunýře pak každý den. Gravidní samice přijímají potravu jen v omezené míře, proto je nutné snížit krmné dávky až na jednu třetinu. Jako vhodné krmení lze použít vodní a bahenní rostliny, vláknité zelené řasy, sinice rodu *Arthrospira*, dubové listí, spařené kopřivy, smetánku lékařskou, špenát a hlávkový salát, vařené brambory, strouhanou mrkev, salátovou okurku, krmnou řepu, hrách, kukuřici, vařenou a nesolenou rýži, vařené těstoviny, sušené mořské řasy, živé, mražené a lyofilizované (vysušené za pomoci mrazu) vodní larvy hmyzu, žábronožky, perloočky, buchanky, nitěnky,



Obr. 4 Rak červený (*Procambarus clarkii*). Foto webteb.

žížaly, muší larvy, rybí filé, mražené nebo čerstvé celé ryby, drobné vodní plže a mlže, vařené drůbeží maso, krmivo pro kočky klesající po ponoření na dno, příležitostně kousek hovězího srdce nebo sleziny, umělé krmivo pro ryby (pelety a granule klesající na dno) a umělé tabletové krmivo vyráběné speciálně pro korýše. Nespotřebovanou potravu je nutné nejpozději do druhého dne odstranit z nádrže, aby se nekazila voda. U juvenilních raků převažuje v potravě živočišná složka. Vhodné je krmení živými či mraženými drobnými planktonními organismy (hrotnatky, buchanky, žábronožky apod.). Rostlinná složka by měla být v potravě také zastoupena, na rozdíl od dospělých raků by měla být však minoritní (Patoka 2012).

Pokud musíme brát raka do ruky, je potřeba ho uchopit ze stran asi v polovině hřbetního štítu, aby nemohl použít klepeta. Štípnutí zejména větších exemplářů je totiž bolestivé.

PŘÍKLADY DRUHŮ RAKŮ K CHOVU A POZOROVÁNÍ

V současné době žije v České republice ve volné přírodě šest druhů raků. Rak říční (*Astacus astacus*) a rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*) jsou druhy původní. Rak bahenní (*Pontastacus leptodactylus*), rak signální (*Pacifastacus leniusculus*), rak mramorovaný (*Procambarus fallax* f. *virginialis*) a rak pruhovaný (*Faxonius limosus*) jsou druhy nepůvodní. První tři jmenované druhy nelze chovat, jsou chráněni zákonem.

Díky importérům a chovatelům akvariijních živočichů se na trhu objevuje i celá řada dalších druhů raků, nejčastěji se jedná o raka červeného (*Procambarus clarkii*, obr. 4), pocházejícího ze Severní Ameriky, který je využíván i v gastronomii. Mezi akvaristy je běžně rozšířená i partenogenní forma raka mramorovaného (*Procambarus fallax* f. *virginalis*, obr. 5). Čeleď Parastacidae je na našem akvaristickém trhu zastoupena hlavně rodem *Cherax*, jehož zástupci jsou často atraktivně zbarvení. Častěji chované druhy raků představuje Kocián (2002).

Mezi akvaristy jsou oblíbeni trpasličí raci rodu *Cambarellus*, kam patří nejmenší sladkovodní raci vůbec. Středoamerický trpasličí rak *Cambarellus patzcuarensis* dorůstá do velikosti jen 4–5 cm, oblíbené jsou jeho oranžové či modré variety. Velkou výhodou je, že neničí rostliny a při dostatečném krmení nenapadá ani ostatní živočichy v akváriu.

Chov raka červeného (*Procambarus clarkii*) je při splnění minimálních požadavků na velikost nádrže a krmení většinou bezproblémový. Oproti tomu držení, chov a odchov citlivých nebo případně agresivních druhů, jako jsou např. raci rodu *Cherax*, je náročný a není vhodný pro začátečníky.



Obr. 5 Rak mramorovaný (*Procambarus fallax* f. *virginalis*). Foto Chucholl C.

ZÍSKÁNÍ RAKŮ PRO CHOV

Optimální je získat k chovu raky v akvaristických prodejnách (lze je objednat i přes internet), <https://www.shrimp.cz/raci>.

NÁMĚTY NA POKUSY VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU

1. pozorujte pohyb raka v akváriu, raka opatrně vyjměte z nádrže a položte na suchou podložku a srovnajte pohyb na souši
2. do akvária umístěte přiměřeně velký květináč (úkryt pro raka). Před něj do mělkých misek umístěte různou potravu (např. trs mechu,

kousek mrkve, žízalu, kousek syrového masa apod.) a sledujte preferenci – ke které misce se rak vydá nejdříve, kterou nabízenou potravu začne nejdřív požírat.

3. pohybuje se rak pouze dopředu, nebo dokáže i couvat?
4. jak bude reagovat rak při podráždění pinzetou v oblasti hlavohruďi, ocasu a velkých klepet?
5. za jak dlouho se dá rak naučit na krmení na stejném místě? Naučte raka přijímat podávanou potravu pinzetou.
6. jsou-li v akváriu dva raci, pozorujte vzájemné chování, mají-li možnost úkrytu a je-li nádrž bez této možnosti

Literatura

Anonymus (t.) 1896: Proč rak vařením zčervená. *Vesmír*, 25, 17: 204.

Buřič M., Fořt M., Bláha M., Veselý L., Kozák P., Kouba A. 2016: Crayfish bury their own exuviae: a newly discovered behavioral pattern in decapods. *SpringerPlus* 5: 1674. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3343-6>

Capelli G. M., Hamilton P. A. 1984: Effects of food and shelter on aggressive activity in the crayfish *Orconectes rusticus* (Girard). *Journal of Crustacean Biology*, 4: 252-260. <https://doi.org/10.2307/1548022>

Crandall K. A. 2002: Crayfish as model organisms. *Freshwater Crayfish* 13: 3-10.

Crandall K. A., Buhay J. E. 2008: Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, Paeastacidae - Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 295-301. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9120-3>

Crandall K. A., Sammy De Grave S. 2017: An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 37, 5: 615-653. <https://doi.org/10.1093/jcbr/rux070>

Diéguez-Uribeondo J., Söderhäll K. 2008: *Procambarus clarkii* Girard as a vector for the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci* Schikora. *Aquaculture Research*, 24, 6: 761-765. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1993.tb00655.x>

Dingle H. 1983: Strategies of agonistic behaviour in crustacean, 85-111. In: Rebach S., Dunham D. W. (eds.) *Studies in adaptation: The behavior of higher crustacea*. John Wiley and Sons. New York.

Eglund G., Kruppa J. J. 2000: Habitat use of crayfish in stream pools: influence of predators depth and body size. *Freshwater Biology*, 43: 75-83. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2000.00524.x>

FAO 2020: *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome.

Farrag M., El-Geddawy M. A., Ahmed Z. S. A. 2022: More evidences for the nutritional quality and future exploitation of

- the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) from the River Nile, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 48, 2: 151-156.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.01.001>
- Floder J. 2015: Vývoj trendů v České gastronomii se zaměřením na českou kuchyni. Bakalářská práce, Vysoká škola obchodní a hotelová, Brno, 62 str.
- Franz R., Lee D. S. 1982: Distribution and evolution of Florida's troglobitic crayfishes. *Bulletin of Florida Museum of Natural History, Biological sciences* 28, 3: 53-78.
- Graham Z. A., Vargas C., Michael J., Angilletta M. J., Palaoro A. V. 2021: Regenerated claws of the virile crayfish *Faxonius virilis* (Hagen, 1870) (Decapoda: Astacidea: Cambaridae) generate weaker pinching forces compared to original claws. *Journal of Crustacean Biology*, XX(XX), 1-8.
<https://doi.org/10.1093/jcbiol/ruab036>
- Hamr P. 1990: Rare and endangered: Tasmanian giant freshwater lobster. *Australian Natural History* 23, 362. <https://www.shrimp.cz/raci>
- Ibrahim A. M., Khalil M. T. 2009: Freshwater crayfish in Egypt. Center of Researches & Studies of Protectorates, Ain Shams University, Egypt. 168 pp.
- Jurcak A. M., Lahman S. E., Wofford S. E., Moore P. A. 2016: Behavior of crayfish. Chapter 4, 117-131. In: Longshaw M., Stebbing B. (Eds.) *Biology and Ecology of Crayfish*, Boca Raton, FL, CRC Press.
- Kocián M. 2002: Sladkovodní krabi a raci. Bohuslav Svoboda – POLARIS, 63 str.
- Kozák P., Ďuriš Z., Petrušek A., Buřič M., Horká I., Kouba A., Kozubíková E., Polícar T. 2013: Biologie a chov raků. *Fakulta rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity, Vodňany*, 418 str.
- Kozubíková-Balcarová E. 2013: Biologické invaze a paraziti – příběh raků a račího moru. *Živa*, 1: 31-34.
- Lambert J. 1903: Regeneration in the Crayfish. *Proceedings of the Iowa Academy of Science*, 11, 1: 165-169. Dostupné na: <https://scholarworks.uni.edu/pias/vol11/iss1/24>
- Lee S. Y., Lee B. L., Söderhäll K. 2003: Processing of an antibacterial peptide from hemocyanin of the freshwater crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *The Journal of Biological Chemistry*, 278,10: 7927-7933. <https://doi.org/10.1074/jbc.M209239200>
- Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J., Punčochář P. 1972: Biologie vodních živočichů. Skriptum Univerzity Karlovy, Fakulty přírodovědecké, SPN Praha, 218 str.
- Li H., Coope R. L. 2002: The effect of ambient light on blind cave crayfish: social interactions. *Journal of Crustacean Biology*, 22, 2: 449-458.
[https://doi.org/10.1651/0278-0372\(2002\)022\[0449:TEOALO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1651/0278-0372(2002)022[0449:TEOALO]2.0.CO;2)
- Little E. E. 1976: Ontogeny of maternal behavior and brood pheromone in crayfish. *Journal of Comparative Physiology*, A 112, 133-142. <https://doi.org/10.1007/BF00606533>
- Palivec V. 1978: Heraldická symbolika. GHS Praha, 127 str.
- Patoka J. 2012: Chov raků v akváriích. Uplatněná certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra zoologie a rybářství, 44 str.
- Patoka J., Nývltová-Fišáková M., Kalous L., Škrdla P., Kuča M. 2014: Earliest evidence of human consumption of crayfish. *Crustaceana*, 87, 13: 1578-1585. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003368>
- Reichart L. 2008: Lab: Behavioral Interactions of Crayfish. *Biol 106 – Animal Behavior Lab Spring 2008*, 9 pp. Dostupné na: <https://public.wsu.edu/~rlee/biol103/crayfish.pdf>
- Rettigová M. D. 1868: Domácí kuchařka. Jar. Pospíšil, Praha, 522 str.

- Reynolds J. D., Souty-Grosset C., Richardson A. M. M. 2013: Ecological Roles of Crayfish in Freshwater and Terrestrial Habitats. *Biology and ecology of crayfish. Freshwater crayfish*, 19, 2: 197-218.
- Romano N., Zeng Ch. 2017: Cannibalism of decapod crustaceans and implications for their aquaculture: A review of its prevalence, influencing factors, and mitigating methods. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25, 1: 42-69. <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1221379>
- Sagi A., Manor R., Seggal C., Da Vis C., Khalaila I. 2010: On intersexuality in the crayfish *Cherax quadricarinatus*: an inducible sexual plasticity model. *Invertebrate Reproduction and Development*, 41: 1-3, 27-33. <https://doi.org/10.1080/07924259.2002.9652732>
- Scheers K., Brys R., Abeel T., Halfmaerten D., Neyrinck S., Adriaens T. 2021: The invasive parthenogenetic marbled crayfish *Procambarus virginalis* Lyko, 2017 gets foothold in Belgium. *BioInvasions Records*, 10, 2: 326-340. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.2.11>
- Söderhäll K., Cerenius L. 1999: The crayfish plague fungus: history and recent advances. *Freshwater Crayfish*, 12: 11-35.
- Štambergová M., Svobodová J., Kozubíková E. 2009: Raci v České republice. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha*, 255 str.
- Venarsky M. P., Huryn A. D., Benstead J. P. 2012: Re-examining extreme longevity of the cave crayfish *Orconectes australis* using new mark-recapture data: A lesson on the limitations of iterative size-at-age models. *Freshwater Biology*, 5, 7: 1471-1481. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02812.x>
- Vlach P., Fischer D. 2017: Decapoda (desetinožci), 98-102. In: Hejda R., Farkač J., Chobot T. (eds.). *Červený seznam ohrožených druhů, Bezobratlí. Příroda Praha*, 36: 1-612. <https://doi.org/10.5325/gestaltreview.21.2.0098>
- Vogt G. 1999: Diseases of European freshwater crayfish, with particular emphasis on interspecific transmission of pathogens, 17 pp. In: Gherardi, F., Holdich D. M. (Eds). *Crayfish in Europe as alien species*. Routledge, London, 310 pp. <https://doi.org/10.1201/9781315140469>
- Vogt G. 2008: The marbled crayfish: a new model organism for research on development, epigenetics and evolutionary biology. *Journal of Zoology*, 276: 1-13. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00473.x>
- Walsh T., Haller W. 2013: A Study of growth and moulting rates of *Astacopsis gouldi* Clark. *Freshwater Crayfish*, 19,1: 97-101. <https://doi.org/10.5869/fc.2013.v19.097>
- Welch S. M., Eversole A. G. 2009: The occurrence of primary burrowing crayfish in terrestrial habitat. *Biological Conservation*, 130, 3: 458-464. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.01.007>
- Wimmerová T. 2020: Potravní preference raka kamenáče. *Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geověd a envigogiky*, 44 str.
- Yazicioglu B., Kozák P. 2015: What do we know about reproduction of crayfish? Poster z konference „2nd Symposium on Fish Introduction and Reservoir Management“ v Egirdiru v Turecku. Dostupné na C:/Users/Hanel%20lubomír/Desktop/rak/články%20raci/reprodukce%20Poster_Trabzon_Buket_last.pdf
- Yildiz H. Y., Köksal G. A., Benli A. C. K. 2004: Physiological response of the crayfish, *Astacus leptodactylus* to saline water. *Crustaceana*, 77, 10: 1271-1276. <https://doi.org/10.1163/1568540043166056>