

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

**Rak mexický (*Cambarellus patzcuarensis*) -
přehledová studie**

Autor: Jan Toman

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Kouba, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: MSc. Wei Guo

Studijní program a obor: Zootechnika, rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: Třetí

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdávanému textu do této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací na Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 3. 5. 2019

Jan Toman

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Antonínovi Koubovi, Ph.D. a konzultantovi MSc. Weiovi Guovi za poskytnutí odborné pomoci, při tvorbě mé bakalářské práce a za jejich ochotu a aktivní přístup. Dále bych rád poděkoval všem lidem, kteří mi jakoukoliv cestou pomohli k vytvoření této práce.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan TOMAN**
Osobní číslo: **V16B025P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Rak mexický *Cambarellus patzcuarensis* - přehledová studie**
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Introdukce nových druhů je jedním z nejzávažnějších faktorů ohrožující globální biodiverzitu a je velice dobře patrná především v případě vodních ekosystémů. V evropských podmínkách se jako velice nepříznivé jeví zvyšující se zastoupení nepůvodních druhů raků, kterých je nyní co do počtu již dvakrát více, než druhů původních. Nepůvodní raci mají často velice nepříznivé dopady nejen na raky původní, ale i celé, nově osídlené, ekosystémy. V případě severoamerických druhů se navíc jedná o přenašeče račího moru, onemocnění, které dokáže původní raky plošně likvidovat. Posledním v Evropě zaznamenaným nepůvodním druhem je rak mexický *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943. Jedná se o tzv. trpasličího raka, jenž je populární mezi akvaristy. Ti jej, bohužel, stejně jako řadu dalších chovaných organismů, vysazují i do volné přírody. Zmiňovaný druh raka byl zaznamenán v termálním jezírku v Budapešti, kde proniká i do vod přilehlého Dunaje. Jedná se pravděpodobně o první etablovanou populaci trpasličího druhu raka mimo severoamerický kontinent. Jelikož byl do této doby zmiňovaný rak poměrně přehlížený, chybějí prozatím práce shrnující doposud známé informace o tomto druhu.

Cílem této bakalářské práce bude vypracování uceleného literárního přehledu shrnujícího dostupné poznatky o raku mexickém. Definování budou hlavní, doposud neznámé biologické charakteristiky tohoto druhu.

Práce bude podpořena projektem CENAKVA II (LO1205 v rámci programu NPU I).

Rozsah grafických prací: dle potřeby (do 10 stran)

Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

HOLDICH, D. M. REYNOLDS, J. D. SOUTY-GROSSET, C., SIBLEY P. J. (2009). A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 11: 394-395.

KOUBA, A., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. (2014). Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 413: 5.

KOZÁK, P. a kol. (2013): *Biologie a chov raků* (ed. KOZÁK, P.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta Rybářství a ochrany vod, Vodňany.

WEIPERTH, A., GÁL, B., KUŘÍKOVÁ, P., BLÁHA, M., KOUBA, A., PATOKA, J., 2017. *Cambarellus patzcuarensis* in Hungary: The first dwarf crayfish established outside of North America. *Biologia*, 72: v tisku.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Kouba, Ph.D.

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: MSc. Wei Guo

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: 5. ledna 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 3. května 2019


prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Tomáš Randák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 10. ledna 2018

Obsah

1. Úvod	7.
2. Literární rešerše	8.
2.1. Systematika podčeledi Cambarellinae	8.
2.2. Rak mexický	10.
2.2.1. Popis druhu a zbarvení	10.
2.2.2. Distribuce	12.
2.2.3. Stavba těla	15.
2.2.4. Rozmnožování	22.
2.2.5. Potrava	28.
2.2.6. Ekologie	29.
2.2.7 Epibionti raka mexického	31.
2.3. Račí mor	37.
2.4. Obchod s okrasnými raky	39.
2.4.1. Významné státy obchodující s raky	41.
3. Diskuse	47.
4. Závěr	51.
5. Přehled použité literatury	52.
5.1. Internetové odkazy	68.
6. Abstrakt	70.
7. Abstract	71.

1. Úvod

Introdukce nových druhů dnes patří mezi nejzávažnější faktory ohrožující globální biodiverzitu, jak můžeme pozorovat především ve sladkovodních ekosystémech. Raci jsou jednou z nejúspěšnějších skupin vodních živočichů, jenž se na fenoménu tzv. biologických invazí významnou měrou podílejí. I v evropských podmínkách se počet etablovaných nepůvodních druhů raků neustále zvyšuje a již více než dvakrát převyšuje počet původních druhů raků (Holdich a kol., 2009a; Kouba a kol., 2014). Většinou se bohužel jedná o severoamerické druhy, jenž nezdávka figurují jako chroničtí přenašeči tzv. račího moru. Ten je schopen všechny raky nepocházející ze Severní Ameriky plošně likvidovat (Svoboda a kol., 2014a).

Introdukce nepůvodních raků má navíc často velice nepříznivé dopady nejen na původní raky, ale i na nově osídlené vodní ekosystémy. Posledním nepůvodním druhem, který byl v Evropě zaznamenán, je rak mexický *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943. Jedná se o tzv. trpasličího raka, jenž je populární mezi akvaristy. Ti jej bohužel, stejně jako řadu dalších nepůvodních chovaných organismů, vysadili do volnosti, kde se uchytil.

Rak mexický byl v Evropě poprvé zaznamenán v roce 2017, a to v termálním jezírku v Budapešti, odkud proniká i do vod přilehlého Dunaje. Tento záchyt je pravděpodobně první popsanou volně žijící populací trpasličího druhu raka mimo severoamerické území (Weiperth a kol., 2017). Jelikož byl do této doby zmiňovaný rak v odborné literatuře poměrně přehlížený, chybějí prozatím práce shrnující doposud známé informace o tomto druhu.

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování uceleného literárního přehledu shrnujícím dostupné poznatky o raku mexickém, a definování hlavních, doposud neznámých biologických charakteristik tohoto druhu.

2. Literární rešerše

2.1. Systematika podčeledi Cambarellinae

Do této podčeledi řadíme 19 dnes známých druhů tzv. trpasličích raků rodu *Cambarellus* Laguarda, 1961. Trpasličí raci jsou specifictí tím, že v dospělosti obvykle dosahují velikosti maximálně 30 mm. Převážně kvůli malým rozměrům a pestrému zbarvení se stali oblíbenými mezi akvaristy. To je zjevný důvod, proč se určité druhy dostaly na trhy v Evropě, ale i do dalších zemí světa. Patrně nejznámějším příkladem této skupiny je výše uváděný rak mexický. Domovem trpasličích raků je Severní a Střední Amerika, kde obývají sladké vody podél pobřeží Mexického zálivu od Mexika po Floridu, a také severněji u povodí řeky Mississippi (Hobbs, 1974a,b). Na následujících obrázcích můžeme vidět vybrané zástupce této podčeledi, jako příklady jejich základní morfologie a rozmanitosti zbarvení (Obr. 1.).



Obr. 1. Základní morfologie a rozmanitosti barev čtyř vybraných raků podčeledi *Cambarellinae*. **A** – rak zakrslý (*Cambarellus diminutus*), foto: Bernd Jung, převzato z <http://www.cambarellus.com>; **B** – rak montezumský (*Cambarellus montezumae*), foto: Chris Lukhaup, převzato z <https://www.wirbellose.de>; **C** – rak bažinný (*Cambarellus puer*), foto: Friedrich Bitter, převzato z <https://www.wirbellose.de>; **D** – rak brazoský (*Cambarellus texanus*), převzato z <http://crayfishgalery.blogspot.cz>.

Systematické zařazení raka mexického (Horton a kol., 1989; Hobbs, 1991; A Crandall a kol., 2017). Dále užívané české názvosloví raků je převzato z knihy Patoky a kol. (2017).

Kmen	<i>Arthropoda</i>	Členovci	Latreille, 1829
Podkmen	<i>Crustacea</i>	Korýši	Brünnich, 1772
Třída	<i>Malacostraca</i>	Rakovci	Latreille, 1802
Podtřída	<i>Eumalacostraca</i>	Rakovci	Grobben, 1892
Nadřád	<i>Eucarida</i>	Velkokrunýřovci	Calman, 1904
Řád	<i>Decapoda</i>	Desetinožci	Latreille, 1802
Podřád	<i>Pleocyemata</i>	Vejconosní	Burkenroad, 1963
Infrařád	<i>Astacidea</i>	Rakotvární	Latreille, 1802
Čeleď	<i>Cambaridae</i>	Rakovití	Hobbs, 1942
Podčeleď	<i>Cambarellinae</i>		Laguarda, 1961
Rod	<i>Cambarellus</i>		Ortmann, 1905
Podrod	<i>Cambarellus</i> (Cambarellus)		Ortmann, 1905
Druh	<i>Cambarellus patzcuarensis</i>		Villalobos, 1943

Seznam druhů raků podčeledi *Cambarellinae* a jejich české názvy (Patoka a kol., 2017). Rak mexický zvýrazněný.

Latinský název	Autor či autoři a rok popisu	Český název druhu
<i>Cambarellus alvarezi</i>	Villalobos, 1952	rak Alvarezův
<i>Cambarellus areolatus</i>	(Faxon, 1885)	rak dvůrkatý
<i>Cambarellus blacki</i>	Hobbs, 1980	rak cypřišový
<i>Cambarellus chapalanus</i>	(Faxon, 1898)	rak hnědopruhý
<i>Cambarellus chihuahuae</i>	Hobbs, 1980	rak dvorcový
<i>Cambarellus diminutus</i>	Hobbs, 1945	rak zakrslý
<i>Cambarellus lesliei</i>	Fitzpatrick and Laning, 1976	rak hranatý
<i>Cambarellus montezumae</i>	(Saussure, 1857)	rak montezumský
<i>Cambarellus ninae</i>	Hobbs, 1950	rak drobný
<i>Cambarellus occidentalis</i>	(Faxon, 1898)	rak západomexický
<i>Cambarellus patzcuarensis</i>	Villalobos, 1943	rak mexický
<i>Cambarellus prolixus</i>	Villalobos and Hobbs, 1981	rak široký

<i>Cambarellus puer</i>	Hobbs, 1945	rak bažinný
<i>Cambarellus rotatus</i>	Schuster and Kendrick, 2017	rak kroucený
<i>Cambarellus schmitti</i>	Hobbs, 1942	rak Schmittův
<i>Cambarellus shufeldtii</i>	(Faxon, 1884)	rak Shufeldtův
<i>Cambarellus texanus</i>	Albaugh and Black, 1973	rak brazoský
<i>Cambarellus zacapuensis</i>	Pedraza-Lara and Doadrio, 2015	rak jezerní
<i>Cambarellus zempoalensis</i>	Villalobos, 1943	rak moreloský

2.2. Rak mexický

2.2.1 Popis druhu a zbarvení

Dospělý jedinci samců v jezeře Pátzcuaro obvykle dorůstají maximální velikosti okolo 37 mm. U samic se průměrná nejvyšší velikost v přírodě pohybuje okolo 38,3 mm (Huerto Delgadillo, 2014). V chovu může být velikost raků odlišná u samic do 40 mm a u samců 40 a zřídka i 50 mm (<https://www.wirbellose.de/>).

Ve volné přírodě lze nalézt jedince v základu zbarvené hnědě, šedě, modře až černě (Obr. 2.) Na svém těle může mít tmavé pruhy nebo skvrny, které nejčastěji nacházíme na dorzální straně krunýře a zadečku (<https://www.akvarista.cz>). Dospělý i juvenilní jedinci raka mohou mít i vyšlechtěnou sytě oranžovou barvu (Obr. 3.). Tato oranžově zbarvená forma je také nazývána jako „CPO“ (odvozeno z *Cambarellus patzcuarensis* Orange) a je velmi atraktivní a populární mezi hobby chovateli (Patoka a kol., 2014b; Faulkes, 2015b; Chucholl a kol., 2017). O vzniklé barvě se ani nedá mluvit jako o vyšlechtění jako spíše o náhodě. Samotné „vyšlechtění“ oranžového raka údajně uskutečnil holandský chovatel raků Juan Carlos Merino. (<http://www.tfhmagazine.com>).



Obr. 2. Dospělý jedinec zbarvený přírodní barvou, převzato z <https://www.wirbellose.de>.



Obr. 3. Dospělý jedinec s oranžovou formou zbarvení – CPO, foto: Bernd Jung, převzato z <http://www.cambarellus.com>.

2.2.2. Distribuce

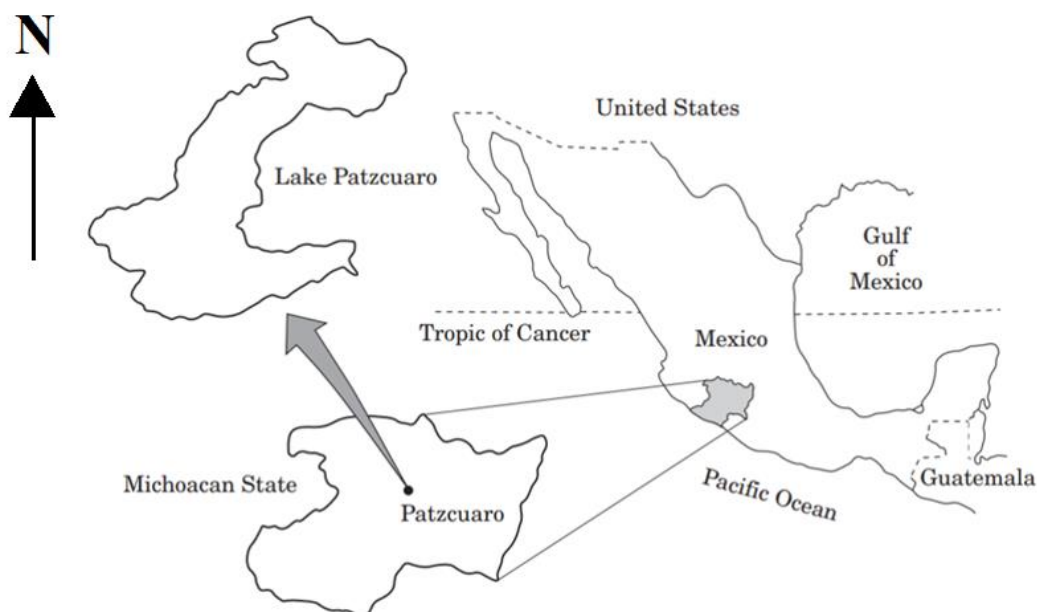
Rak mexický pochází ze Střední Ameriky, konkrétně z Mexika. Druh je pojmenován po jezeře Pátzcuano ve státě Michoacán (Obr. 4.), ve kterém byl objeven a v roce 1943 popsán Mexičanem Alejandrem Villalobosem. Povodí tohoto jezera je velké 982 km², ale výskyt tohoto druhu se odhaduje pouze na 200 km² (Alvarez, 2010). Jezero Pátzcuaro leží v jižní části mexické plošiny, přibližně 360 km severozápadně od hlavního města Mexico City (Obr. 5.). Samotné jezero Pátzcuaro je tropické jezero ležící v nadmořské výšce 2035 m.n.m. (Bradbury, 2000). Je sladkovodní, o rozloze 130 km² s osmi ostrůvky. Maximální délka jezera je 19,8 km, šířka 10,9 km a obvod pobřeží 114 km. Břeh je poměrně pravidelný se sklonem 0,5 %, průměrná hloubka je okolo 5 metrů a s maximální 12 metrů (Torres, 1993). Hlubší partie se nacházejí v severní části jezera, zatímco na jihu jsou oblasti mělké. Relativně nízká hloubka jezera umožňuje dobré promíchávání vodního sloupce (Torres, 1989).



Obr. 4. Jezero Pátzcuano (www.patzcuaro.com).

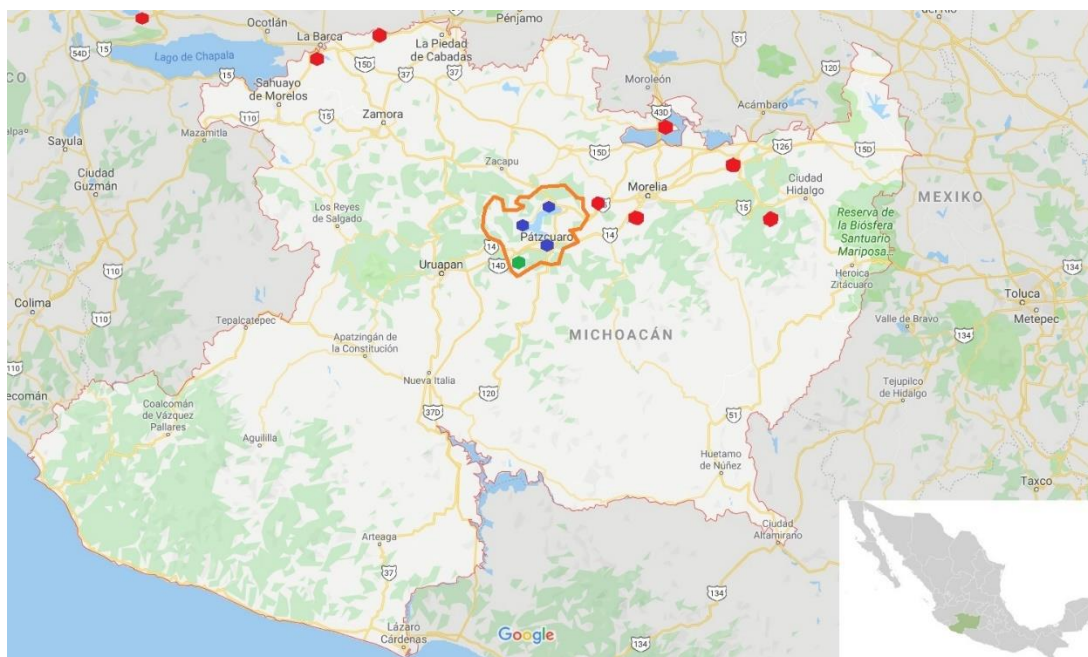
Jezero vzniklo z tekto-vulkanických procesů, je endorézní (má omezené povodí) a roční bilance vody jsou řízeny rozdíly mezi srážkami, průsaky a odpařováním. Jezero nemá přirozený odtok a je napájeno povrchovými přerušovanými proudy vody během období dešťů, která jsou v těchto oblastech od července do září. V případě, kdy jezero docílí maximálního naplnění může docházet k přirozenému odtoku vody. Voda pak

z jezera odtéká, dokud se nedostane do normálního stavu. Kanál Chapultepec, který byl vybudován k zajištění místních zemědělských činností je jediným trvalým přívodem vody. Průměrná roční fluktuace (kolísání) hladiny jezera je 0,75 m. (Torres, 1989).



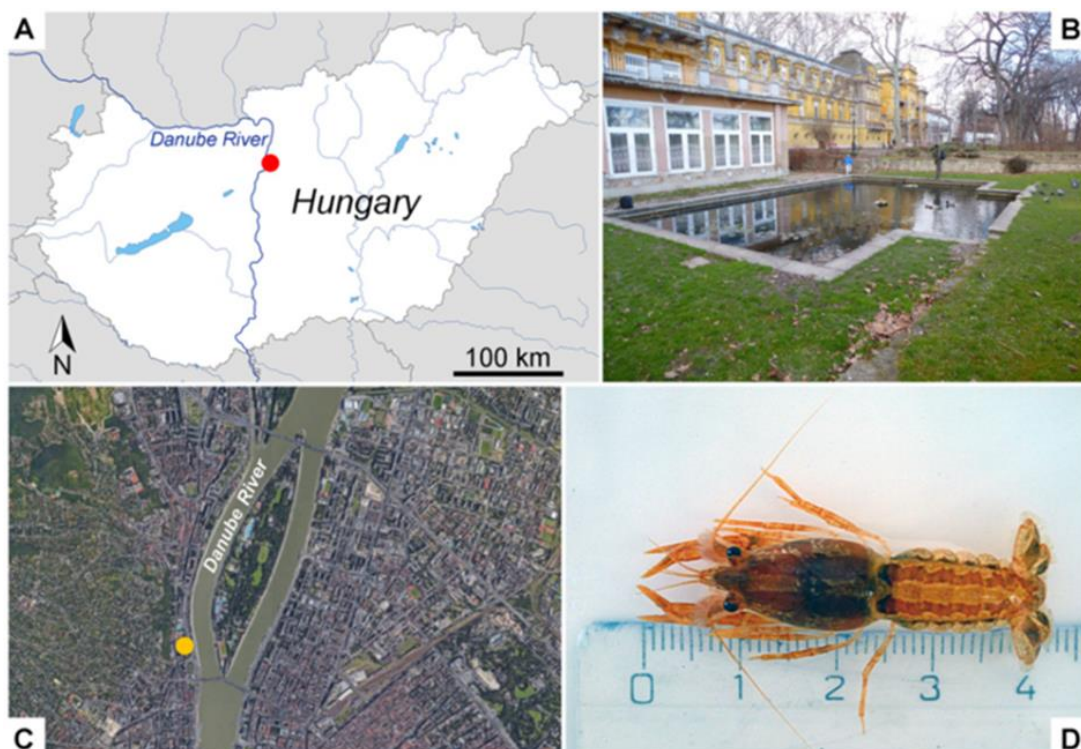
Obr. 5. Geografická poloha jezera Pátzcuaro, Michoacán, Mexiko (de León a kol., 2000).

Původní areál v Mexiku: Na následující mapce (Obr. 6.) můžeme vidět dvě ohraničené oblasti, jedná se o oblast povodí jezera (menší, sytě oranžově zbarvená) a oblast státu Michoacán, ve kterém se jezero nachází. Dále na mapce můžeme vidět zastoupení třech různých barev. Na mapce jsou podchyceny známé výskyty v samotném jezeře a povodí, kde je druh původní (modře), či nepůvodní (zeleně). Červeně je naznačený nepůvodní výskyt mimo povodí jezera. Rak mexický se tedy dokázal s pomocí lidí dostat ze svého původního areálu i na místa mimo něj. Raku mexickému se tedy daří i v jiných oblastech mexického území. Nemůžeme tedy vyloučit, že se do budoucna bude dále šířit. Doposud bylo na mexickém území zaznamenáno 63 výskytů raka mexického (<https://www.gbif.org>). Z důvodu neuvedených přesných souřadnic nálezů však nejsou na mapce vyznačeny všechny.



Obr. 6. Jednotlivé výskyty raka mexického na území Mexika. Ohraničený stát Michoacán. **Modré záznamy** – původní výskyt v jezeře; **Zelené záznamy** – nepůvodní výskyty v povodí; **Červené záznamy** – výskyt mimo povodí jezera. Mapa převzata z <https://www.google.com/maps> a popsána autorem.

Nepůvodní areál mimo Mexiko: V Evropě byl tento druh raka objeven v malém termální jezírku v Budapešti v Maďarsku v květnu roku 2017 (Obr. 7.; 47°31'3,72" N, 19°2'16,11" E). Toto termální jezírko patří do komplexu termálních lázní Lukács. Jezírko má přibližně obdelníkový tvar o velikosti 8 x 14 metrů. Teplota vody v jezírku se přes rok pohybuje od 31 do 37 °C. Bylo zde nalezeno patnáct dospělých (včetně tří samic s vajíčky) a 26 juvenilů raka mexického, kteří byli chyceni do devíti plastových vrší navnaděných rybími granulami a rybím masem. Vrše byly v jezírku ponechány po dobu 24 hodin. Druhý průzkum byl sledován na 400 metrů dlouhém úseku řeky Dunaj (47°31'6,30" N, 19°2'21,93" E), kde byli nalezeni další dva dospělí jedinci. Jedná se zřejmě o první popsanou volně žijící populaci mimo americký kontinent, což platí i pro ostatní trpasličí raky z podčeledi Cambarellinae (Weiperth a kol., 2017).

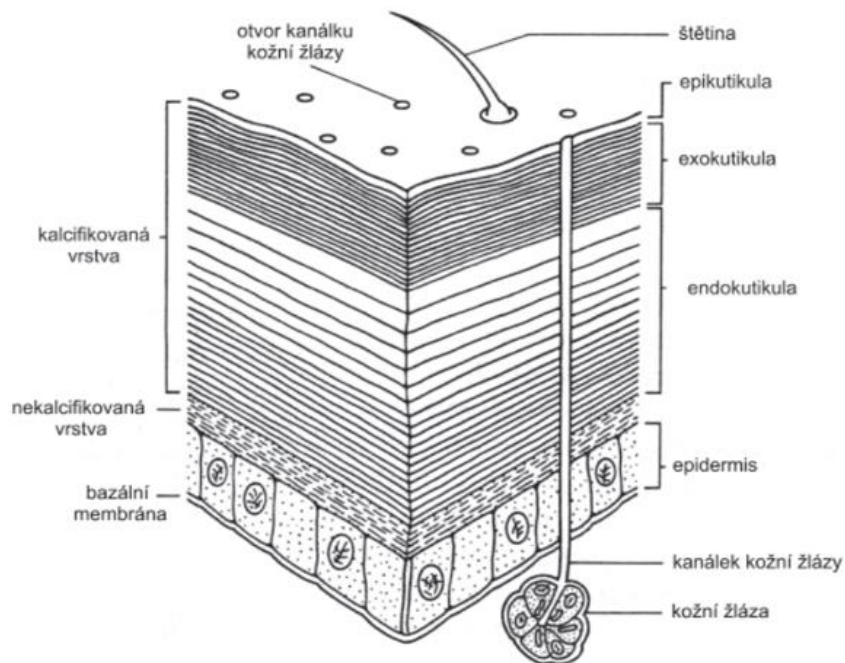


Obr. 7. **A** a **C** – Místo nálezu raka mexického (*Cambarellus patzcuarensis*) v Budapešti v Maďarsku. **B** – Termální jezírko v Budapešti. **D** – Dospělá zachycená samice raka mexického. (Weiperth a kol. 2017)

2.2.3. Stavba těla

Vnější krunýř (*exoskelet*) je rozdělen na tělní články, které rozlišujeme podle 4 destiček – hřbetní (dorsální) *tergit*, břišní (ventrální) *sternit* a dva boční (laterální) *pleurity*. Kutikula je nebuněčná hmota, kterou tvoří zejména chitin. Dále obsahuje i aminokyseliny, proteiny, glykoproteiny, lipidy, fenoly nebo minerální soli. Součástí kutikuly jsou pak i pigmenty (například melanin) a voda (Zarenkov, 1982).

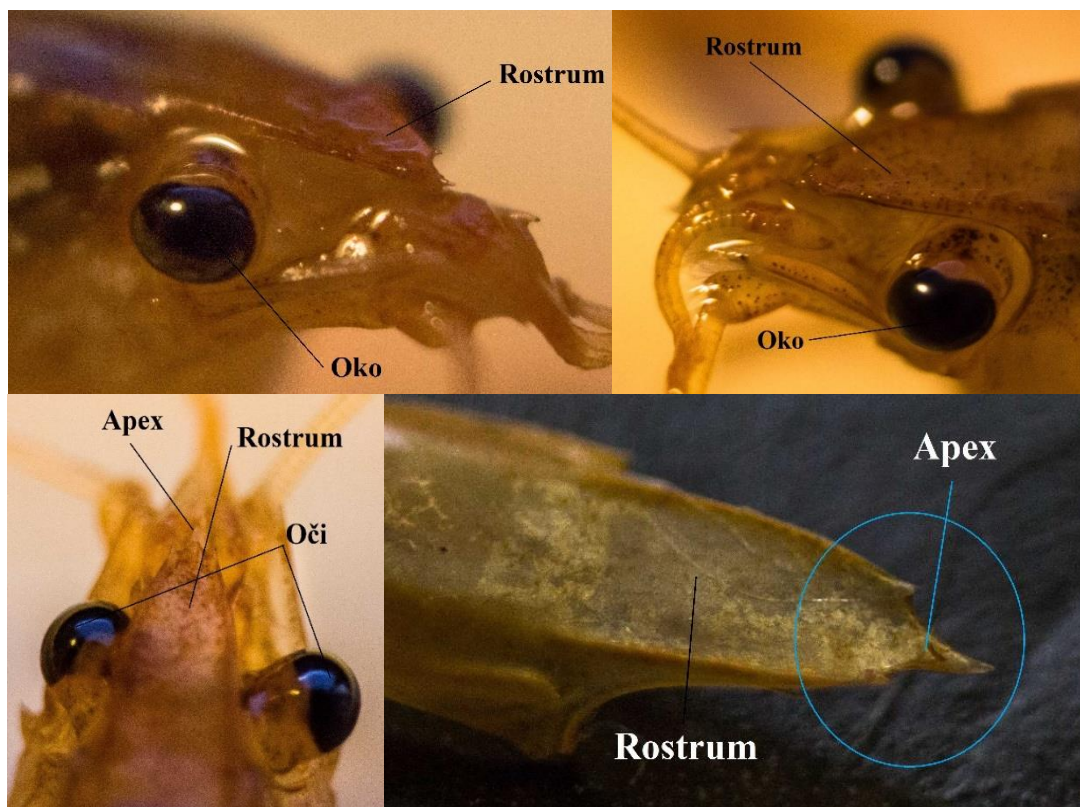
V průřezu kutikuly rozeznáváme 3 vrstvy – svrchní *epikutikulu*, která slouží jako odolná vrstva proti vnějšímu prostředí. Dále pak pod ní ležící silnější vrstvu *exokutikula*, která obsahuje zejména pigmenty, a na konec poslední třetí tlustou vrstvou *endokutikuly* (Obr. 8.; Lowery, 1988; Reynolds, 2002).



Obr. 8. Řez račí kutikulou a vyznačené tři vrstvy (Lowery, 1988; upraveno dle Kozák a kol., 2015).

Celé račí tělo je rozděleno na dvě hlavní části, a to na hlavohruď (*cephalothorax*) a zadeček (*abdomen*). Raci jsou zástupci desetinohých korýšů, je tedy typická přítomnost deseti kráčivých končetin (*pereopodů*), mezi které se počítají i klepeta, jež jsou prvním párem těchto končetin. Mezi končetiny se počítají i další části těla, jako jsou například tykadla nebo zadečkové a ústní končetiny. To znamená, že rak má vlastně 19. párů končetin. Z těchto 19 párů je pět párů na hlavě (dva páry tykadel, čelistí a jeden pár kusadel), na hrudi je lokalizováno osm párů končetin, z nich první tři jsou tzv. nohočelisti a zbylých pět párů končetin zajišťují vlastní pohyb těla. Zadeček je vybaven šesti páry končetin, z kterých je pět párů pleopodů a jeden pár uropodů. Každý končetinový pár kráčivých nohou vychází z jednoho tělního článku, které splývají do jednoho celku – hlavohruď (Štambergová a kol., 2009; Kozák a kol., 2015).

Hlavohruď je spojena ze 13 (pěti hlavových a osmi hrudních) článků. Horní stranu hlavohruď kryje celistvý krunýř (*karapax*). Na povrchu krunýře pak můžeme zpozorovat tzv. cervikální (týlní) rýhu (brázdu). Cervikální rýha, i když to z názvu vyplývá, tak neodděluje hrudní a hlavovou část těla. Krunýř v přední části hlavohruď vybíhá do zploštělého čelního trnu (*rostra*), které je u raka mexického vzhledem k tělu krátký (Kozák a kol., 2015). Strany *rostra* jsou souběžné a společně se sbíhají do trojúhelníkové špičky (*apexu*) (Obr. 9).

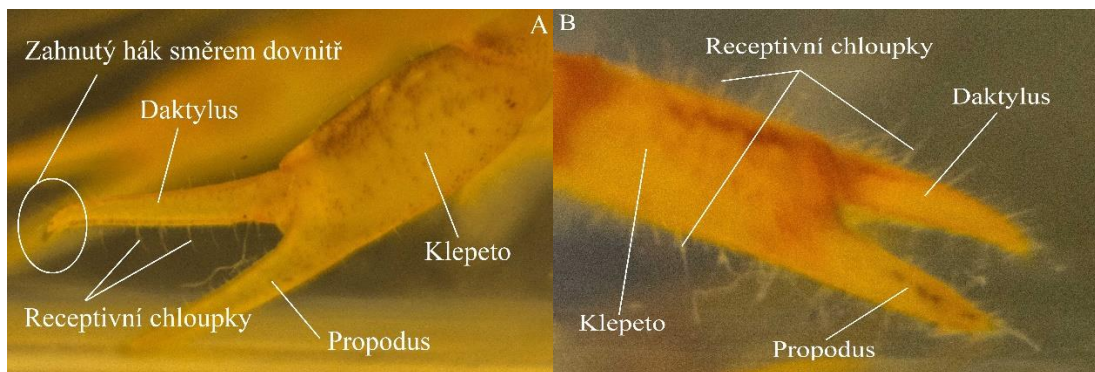


Obr. 9. Rostrum raka mexického z několika úhlů (Foto: Autor).

Boky hlavohruď chrání především žaberní aparát raka. Spodní okraje boků přiléhají k bázím kráčivých končetin, kde je vytvořena štěrbin, kudy proudí do žaberního aparátu čerstvá voda. Voda je pak po stranách odváděna mimo tělo raka. Husté štětinky na okrajích žaber brání vniku mechanických nečistot (Kozák a kol., 2015). Povrch hlavohruď raka mexického je hladký. Barva hlavohruď divokých jedinců je hnědá až tmavě hnědá (kapitola 2.2.1.). Ze spodu je krunýř mezi bázemi hrudních končetin chráněn tzv. hrudní deskou (*sternem*). Ta je tvořená srůstem sternálních destiček jednotlivých hrudních článků (Kozák a kol., 2015).

Nejmohutnějšími kráčivými končetinami jsou na prvním páru tzv. klepeta. Klepeto je tvořeno pohyblivým článkem či též „prstem“ (*daktylus*), který se přiklápí k pevnému prstu vybíhajícímu z druhého článku (*pollex, propodus*; Obr. 10.). Oba tyto prsty jsou obvykle stejně dlouhé a silné. Klepeto samce je zakončeno zahnutým trnem směrem dovnitř (Kozák a kol., 2015). Fyziologické studie klepet raků ukázaly, že klepeta mají jak mechanické, tak i chemosenzorické neurony (Bauer a kol., 1980; Hatt a kol., 1980; Altner a kol., 1983). Studie prezentované Belangerem a kol. (2006, 2009) zjistily, že samčí klepeta jsou důležitá pro reprodukci raků. Klepeta mají vliv na vnímání a rozpoznávání samičích pachů (feromonů), a to díky receptivním chloupkům na klepetech (Obr. 10.).

Počet receptivních chloupků se zvyšuje v době reprodukce a naopak. U samců jsou pachy produkovány v moči (Stebbing a kol., 2003) přičemž jejich množství se rovněž zvyšuje během reprodukce (Simon, a kol., 2007). Hlavním místem detekce těchto pachů jsou receptivní chloupky na laterálním bičíku antény (Ameyaw-akumfi a kol., 1975; Tierney a kol., 1984; Dunham a kol., 1992); nicméně, jak už bylo uvedeno klepeta a jejich receptivní chloupky mohou také významně napomáhat k vnímání samičích feromonů a pachů (Belanger a kol., 2006).

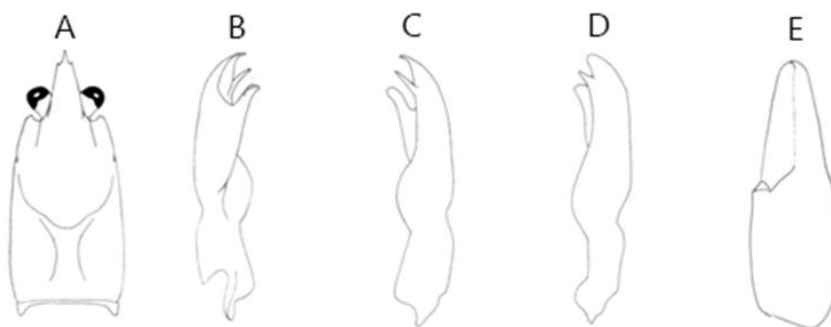


Obř. 10. Klepeta raka mexického **A** – klepeta samce, **B** – klepeta samice, foto: Autor.

Po klepetech následují dva páry kráčivých končetiny, které stejně jako první pár nesou klepeta. Ty jsou ovšem velice štíhlá a hustě pokryta svazečky štětinek. Tyto končetiny většinou slouží ke sběru drobné potravy a následnému podávání k ústním končetinám. Třetí pár končetin u samice nese na vnitřní straně koxálních článků (nejbližší tělu) vývody pohlavních cest, kterými jsou kladena vajíčka. Poslední dva páry kráčivých končetin u raka jsou zakončeny ostrým drápkem (daktylem) sloužící k chůzi. U samců jsou na vnitřní straně koxálního článku posledního páru kráčivých končetin umístěny vývody samčích pohlavních cest (Holdich, 2002; Kozák a kol., 2015). Samci amerických raků čeledi *Cambaridae* a východoasijských raků rodu *Cambaroides* mají na různých párech končetin umístěné zpětné háky, které slouží ke správnému nasednutí na samici a následnému umístění spermatoforů do tzv. semenné schránky (*annulus ventralis*), která se nachází mezi sedmým a osmým tělním článkem na bázi mezi čtvrtým a pátým pereopodem (Kozák a kol., 2015). U trpasličích raků rodu *Cambarellus*, a tedy i u raka mexického jsou tyto zpětné háky umístěny na druhém a třetím páru kráčivých končetin (Hobbs, 1974a).

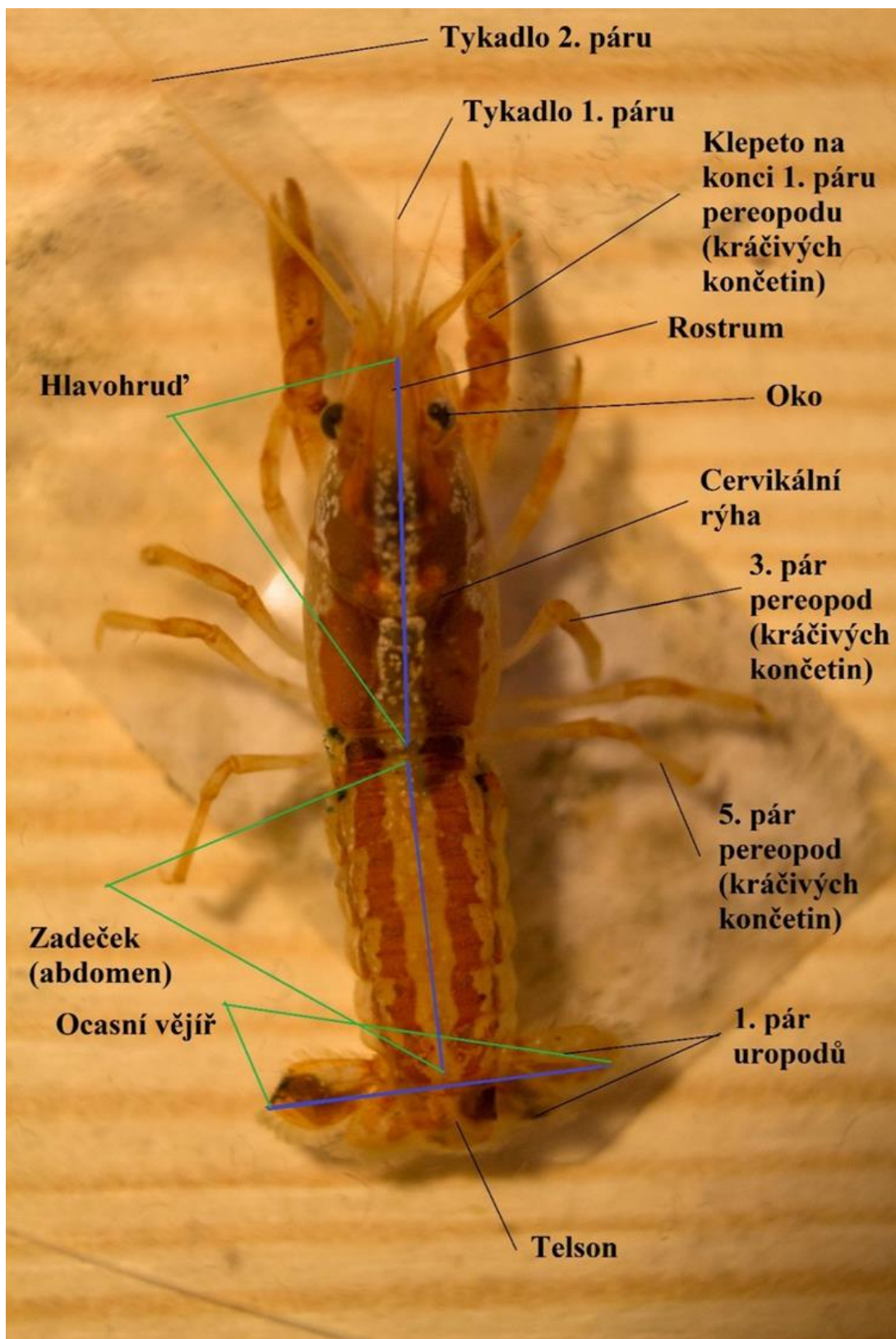
Končetiny zadečkových článků jsou *pleopody* a *uropody*. Tyto končetiny jsou po šesti párech. Končetiny se nazývají plovoucí (díky homologii s plovoucími krevetami)

pleopody. Pohyb *pleopodů* pomáhá rakovi kráčet vpřed, čímž vytváří proud, který přivádí k žabernímu aparátu čerstvou vodu (Holdich, 2002). Samice na tyto *pleopody* připevňují svá vajíčka a v době mezi líhnutím a osamostatněním ráčat i tato postembryonální stádia (více v kapitole 2.2.3.). Distální část prvního gonopodu je na koncích trubicovitě svinuta a po délně otevřená. Do jeho žlábků je umístěna část druhého gonopodu. Při páření samec vpravuje do prvního gonopodu spermatofory a pomocí druhého je vytlačuje do prvním párem otevřeného vstupu *annulus ventralis* samice. Samci čeledi *Cambaridae* prodělávají takzvané cyklicky morfologické změny (Scudamore, 1948; Hobbs, 1989). Ty jsou charakterizovány cyklickým dimorfismem u samců, který je spojen s reprodukčním cyklem. Tento cyklus je sezónní a vykazuje dvě střídající se formy zjevné především na morfologii pleopodů (Obr. 11.). Forma I. (sexuálně aktivní) má oproti formě II. (sexuálně neaktivní) rovněž delší a širší klepeta (Hobbs, 2001). Změna z jedné formy na druhou u samců nastává během pololetního svlékání (Guiasu, 2002; Álvarez-Noruega, 2004). Existují však i výjimky, sexuálně aktivní forma může přetrvávat po celý rok (Payne, 1997) pokud dojde pouze k jednomu, nebo žádnému svlékání (Burič a kol., 2010a,b). Obecně se předpokládá, že dospělé samice nevykazují střídavý tvar a mají pouze jediné (letní) svlékání (Van Deventer, 1937, Hamr a kol., 1985; Hamr, 2002; Reynolds, 2002). Z čehož vyplývá, že dospělé samice by měly být buď podstatně menší než samci podobného věku, nebo by měly vyšší růstový přírůstek při svlékání než samci (Burič a kol., 2010a,b).



Obr. 11. **A** – Dorzální pohled na samčí krunýř, forma I; **B** – Meziální pohled na první pleopod (pohlavní vývod samce), forma I; **C** – Laterální pohled na první pleopod, forma I; **D** – Laterální pohled na první pleopod, forma II; **E** – Dorzální pohled na pravé klepeta samce, forma I. (Horton H. Hobbs, Jr., 1989).

Zadeček (*abdomen*) je článkovaný většinou stejně dlouhý a široký jako hlavohrud'. Je složený z šesti článků, které jsou spojené pohyblivými klouby a po stranách spojené slabou měkkou membránou. Poslední 6. zadečkový článek je krátký, ale masivní. Na tento základní článek nasedají dva páry uropodů, které jsou umístěny po stranách ocasní ploutvičky – telsonu. Telson je plochá ocasní destička, která na své ventrální straně nese řitní otvor a není považován za pravý zadečkový článek. Celek pak tvoří mohutný veslovitý orgán tzv. ocasní vějíř, který pomáhá raku k rychlému a mrštnému pohybu, díky kterému může uniknout potencionálnímu nebezpečí (Štambergová a kol., 2009; Kozák a kol., 2015). Vnější stavba těla raka mexického je popsána na (Obr. 12.).

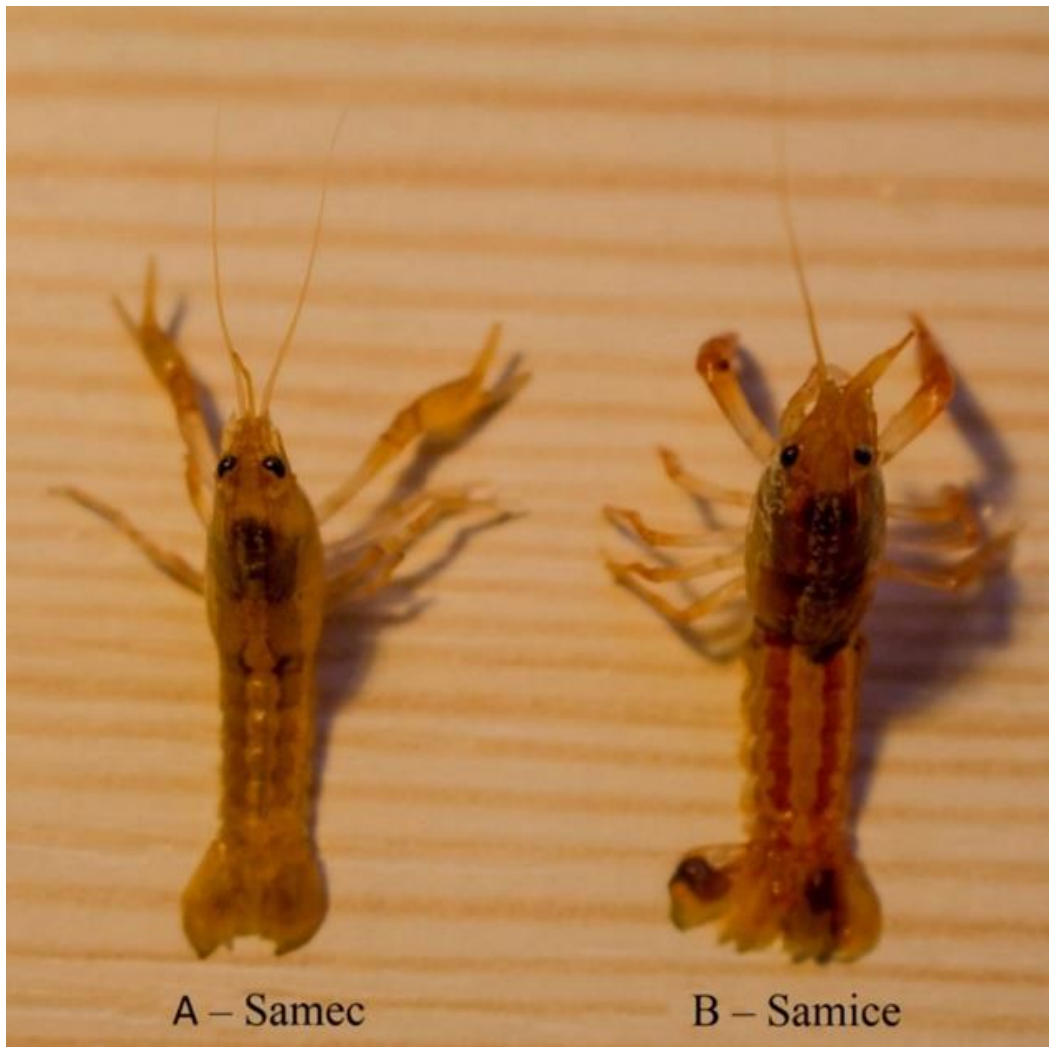


Obr. 12. Popsaný vnější vzhled raka mexického, foto: Autor.

2.2.4. Rozmnožování

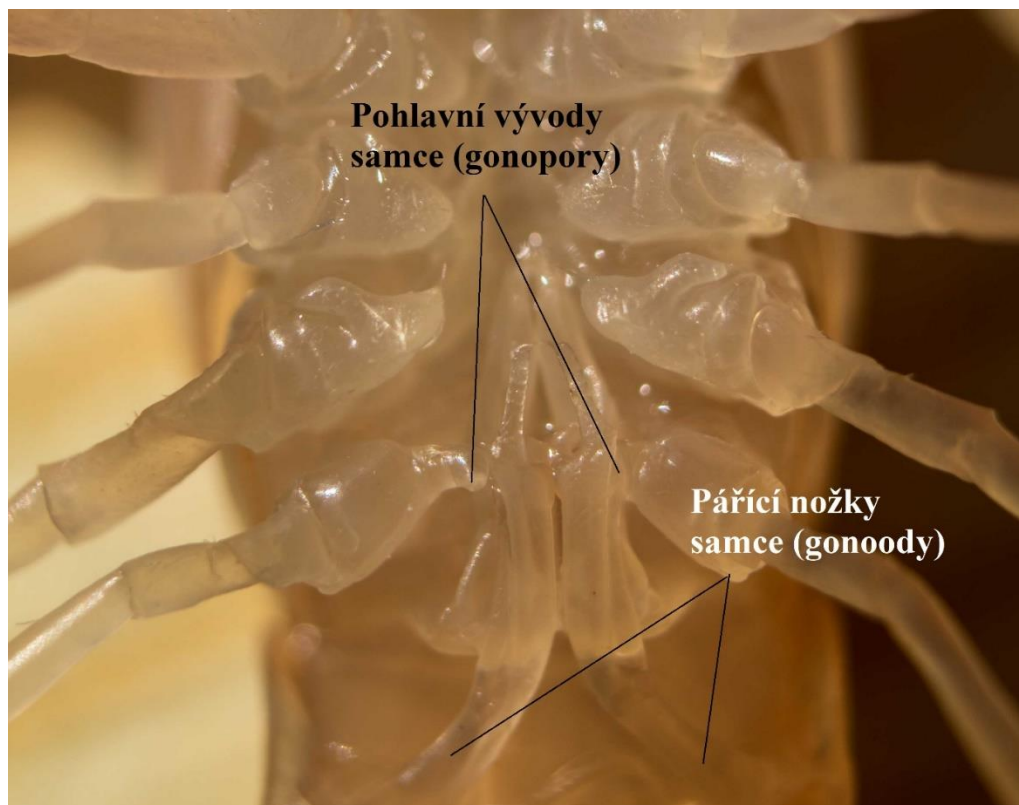
Naprostá většina desetinoých koryšů je s odděleným pohlavím (Charniaux-Cotton, 1975). Existuje však i několik odchylek od tohoto základního principu, ať už pro celý druh, pro některé populace druhu (Rudolph, 2002), nebo jen pro některé jedince (Sagi a kol., 2002).

U většiny raků se dá poznat pohlaví vizuálně. Odlišnosti mezi samicí a samcem raka mexického jsou vyobrazeny na Obr. 13. Hlavními odlišnostmi jsou velikost klepet a zadečku. Samice mají o poznání širší zadeček i hlavohruď. Funkcí zadečku a důvodem velikosti je ochrana snůšky vajíček, která je na pleopodech zadečku přichycena. Menší velikost zadečku samce je dána absencí snůšky vajíček, velikost klepet u samců je dána zvýšenou aktivitou v útocích proti ostatním račích jedincům (Kozák, a kol., 2015).

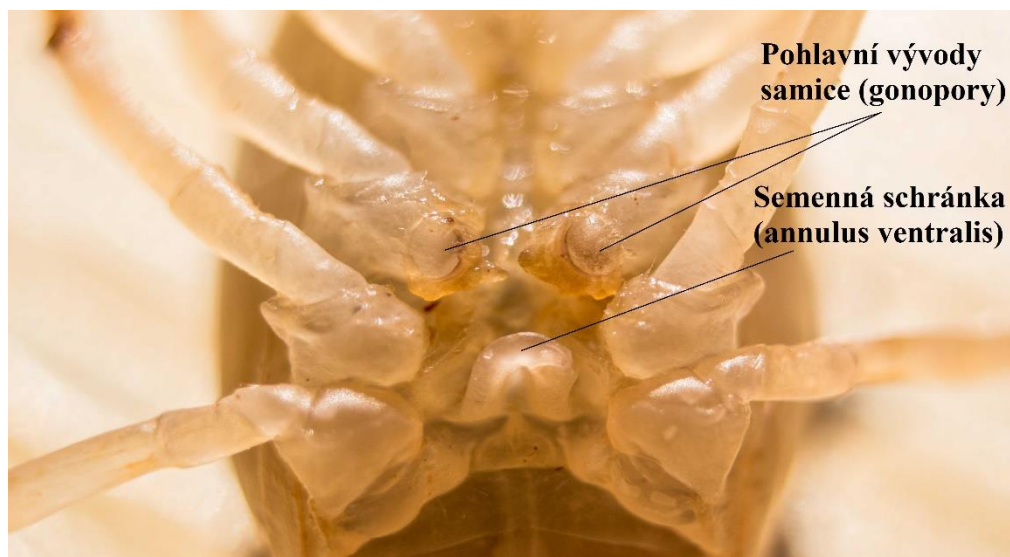


Obr. 13. Vizuální pohlavní dimorfismus raka mexického: **A** – Samec, **B** – Samice, foto: Autor).

Normální strategií reprodukce raků je sexuální gonochorismus, kdy má každý jedinec pouze jedno své pohlaví: samec nebo samice (Kozák a kol., 2015). Samčím orgánem jsou párová varlata (gonopody), které mají vývody (gonopory) na základě pátého páru kráčivých končetin (pereopodů; Obr. 14.). Samčí orgány produkují tzv. spermatofory. U raků severní polokoule (Astacoidea) při páření samec vpravuje do prvního gonopodu spermatofory a pomocí druhého je vytlačuje. U raků jižní polokoule (Parastacoidea) s jedinou čeledí Parastacidae nejsou gonopody pro přenos spermatoforů uzpůsobeny. U čeledi Astacidae a Parastacidae jsou spermatofory umísťovány na spodní stranu samice. Samci z čeledi Cambaridae pak vytlačují a přenášejí spermatofory pomocí gonopodů do *annulus ventralis* (Andrews, 1906; Hobbs a kol., 1977; Vogt, 2002; Kozák a kol., 2015). Obecně u této podčeledi platí, že oplodnění není bezprostřední, protože samice mohou mít sperma v *annulus ventralis* uložené i více jak šest měsíců. Samičím orgánem jsou vaječníky, které mají vývody (gonopory) na základě třetího páru pereopodů (Obr. 15.). Samotný proces páření probíhá uvnitř úkrytů nebo nor, které si samci postaví nebo naleznou na jejich stanovištích (Obr. 16; Rodríguez-Serna, 1999).



Obr. 14. Pohlavní vývody (*gonopory*) na 5. páru kráčivých končetin a pářící nožky (*gonopody*) samce, foto: Autor.



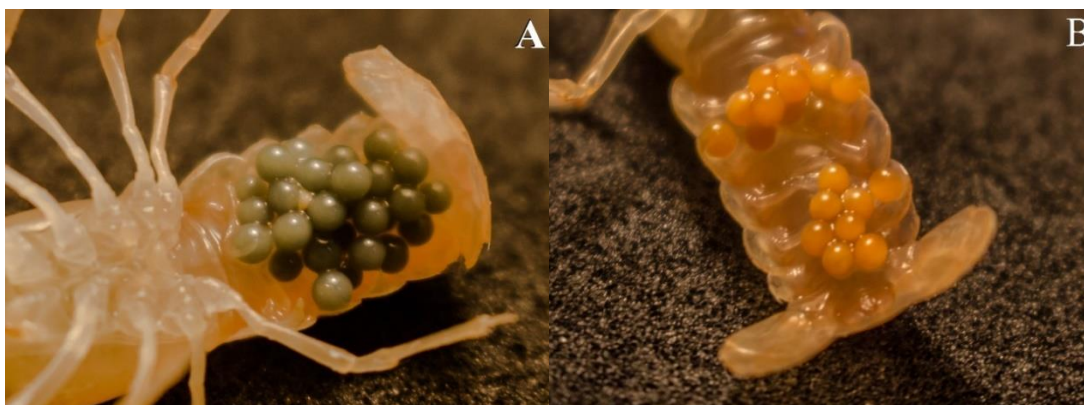
Obr. 15. Pohlavní otvory (*gonopory*) samice na 3 páru kráčivých končetin a semenná schránka (*annulus ventralis*), foto: Autor.



Obr. 16. Pohlavní rozmnožování raka mexického – samice na zádech, samec položený na samici, foto: Bernd Jung, převzato z <http://www.cambarellus.com>.

Produktem vaječníků jsou vajíčka, která jsou obvykle tmavě zelená (oplozená) s velikostí přibližně od 0,8 do 1 mm (Obr. 17.). Vajíčka jsou pak vejcovody vedena k ústí gonoporů, kde jsou oplodněna pomocí vnějšího oplodnění (Rodríguez-Serna, 1999; Hamr, 2002). Po připevnění vajíček je samice zodpovědná za inkubaci. Pohybem pleopodů vytváří proud vody, který pomáhá provzdušňovat a odstraňovat případné nečistoty. Dále pomocí zadních kráčivých končetin pročešává a odstraňuje neoplozená vajíčka až do doby, než se vylíhnou. Při teplotě vody 20 až 25 °C se ráčata obvykle líhnou za tři týdny. Jakmile

se ráčata vylíhnou, tak se stále drží na samici, a to obvykle po dobu dvou týdnů, dokud se jedinci nedostanou do třetího vývojového stádia, ve kterém se osamostatňují – morfologicky jsou vybavení na samostatný život. Zcela samostatné chování ale vykazují obvykle až po 25 dnech (Rosas, 1976). U čeledi Cambaridae a Parastacidae je takto prodloužena mateřská péče oproti ostatním čeledím, které se osamostatňují už ve druhém vývojovém stádiu (Andrews, 1907; Price a kol., 1984; Wetzel a kol., 2005).



Obr. 17. Vajíčka raka mexického připevněná na dospělé samici. **A** – Tmavě zelená oplozená vajíčka, **B** – Oranžová neoplozená vajíčka, foto: Autor).

První vývojové stádium raka mexického je nesamostatné. Vyznačuje se přítomností háčků, které jsou na koncích prvního páru pereopodů (klepet), a protilehlých trnů na vnitřní straně daktylu i propodu. Kráčivé končetiny jsou zakončeny drápkami, které však svou strukturou nedosahují funkce háčků na klepetech. Z tohoto důvodu se ráčata přichycují k pleopodům matky především klepety. Ocasní vějíř je tvořen pouze telsonem. Vnější okraj telsonu je opatřen trny, které jsou základem budoucích brv (Sandeman a kol., 1991; Hamr, 1992; Honan, 1998; Burton a kol., 2007).

U ráčat druhého vývojového stádia jsou stále zachovány háčky na klepetech a ocasní vějíř je stále tvořen telsonem s trny. Stádium je stále závislé na své matce a nepřijímají potravu. Tyto znaky jsou klasické pro zástupce čeledi Cambaridae a Parastacidae (Price a kol., 1984; Ko a kol., 2001; Scholtz a kol., 2002; Wetzel a kol., 2005).

U všech raků je třetí vývojové stádium už samostatné a přijímá potravu. Ani u raků čeledi Cambaridae se už nevyskytují háčky na klepetech. Všechny druhy raků už mají plně diferencovaný ocasní vějíř (Andrews, 1907; Sandeman a kol., 1991; Hamr, 1992; Honan, 1998; Ko a kol., 2001; Scholtz a kol., 2002).

Sexuálně aktivní forma, která nastává ve III. samostatném stádiu mladiství (Moctezuma-Malagón, 1996), bývá více agresivní (Bovbjerg 1956, Tierney a kol., 2008).

Vyznačuje se růstem, vytvrzením a zbarvením prvních pleopodů, dále také přítomností háčků umístěných na třetím a čtvrtém páru pereopodů (slouží ke správnému nasednutí na samici; Obr. 16.; Moctezuma-Malagón, 1996; Hobbs, 2001). Období páření se vyznačuje zvýšenou aktivitou, kdy dospělí jedinci vyhledávají pohlavně dospělé partnery (Burič a kol., 2009). Chování je hormonálně řízené a ovlivněno podmínkami, jako jsou především teplota vody nebo fotoperioda (Dubé a kol., 1992; Reynolds, 2002). Obecně platí, že větší samice mají více vajíček, ale jejich počet se také mění i v závislosti na ročním období. U všech raků včetně rodu *Cambarellus* dochází ke ztrátě vajec v důsledku několika příčin: uvolnění otěrem o substrát, neoplození nebo nedostatečné přichycení, predace, působením vodního proudu především na tekoucích lokalitách, nedostatek potravy (což způsobuje požívání i vlastních vajíček) nebo vysoká hustota samic (což vede k vzájemnému druhovému kanibalismu) (Hobbs, 1991).

Jak již bylo zmíněno výše, raci jsou primárně gonochoristi se sexuálním rozmnožováním, které je geneticky určené (Charniaux-Cotton, 1975). Existují ale i výjimky, které tvoří raci, kteří se rozmnožují alternativními způsoby. Příklady jiných forem rozmnožování jsou například partenogeneze, apomiktické partenogeneze, fakultativní partenogenezi nebo tzv. intersexy. Příklady raků, kteří se rozmnožují partenogeneticky, jsou rak mramorovaný *Procambarus virginalis* Lyko 2017, (Obr. 18.) a rak pruhovaný *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) (Obr. 19.).

Martin a kol. (2007) Vogt a kol. (2008) a Scholtz a kol. (2003) zjistili, že se rak mramorovaný rozmnožuje pomocí tzv. apomiktické partenogeneze. Apomiktická partenogeneze je způsob, kdy oocyty nepodléhají meióze. Všichni potomci jsou pak geneticky totožní (pravé klony), což z raka mramorovaného činí dokonalého kandidáta pro laboratorní účely a výzkumy (Vogt, 2008). První zmínka o tomto druhu pochází z prostředí německého akvaristického obchodu poloviny devadesátých let. Rak mramorovaný se stal velice populární a rozšířený kvůli rychlému rozmnožování a snadné manipulaci, která vyústila v jeho vysazení do volné přírody v několika zemích, zejména v Evropě (Kouba a kol., 2014; Hossain a kol., 2018).

Dalším příkladem je pak rak pruhovaný, který se může rozmnožovat pomocí fakultativní partenogeneze. Rak pruhovaný se za normálních podmínek rozmnožuje stejně jako ostatní raci sexuálně, ovšem za určitých podmínek jsou odkázány samice na fakultativní partenogenezi. Ve studii, ve které byly zkoumány samice a samci raka pruhovaného se zjistilo, že jsou samice schopny produkovat potomky i v případě, kdy

jsou odděleny od samců (Buřič a kol., 2011). Fakultativní partenogeneze tedy znamená, že potomci nesou pouze mateřské alely, a jsou geneticky velmi podobný svým matkám (Mogie 1986, Watts a kol., 2006). Nicméně raci pruhovaný i nadále preferují spíše sexuální rozmnožování, které vede k přibližně dvojnásobnému počtu potomků, než při fakultativní partenogenezi (Buřič a kol., 2013).

Intersexualita je charakterizována přítomností samčích i samičích pohlavních znaků na stejném jedinci, u gonochoristů nebo hermafroditů, a může být omezena na vnitřní morfologii, nebo se může rozšířit i na gonádní morfologickou diferenciaci (Sagi a kol., 1996; Vogt, 2002; Noro a kol., 2008). Relativně častým příkladem tzv. intersexuálního jedince je rak červenoklepetý *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), u kterého se může intersexualita vyskytovat až ze 14 % případů (Sagi a kol., 2002). Dalším příkladem může být i rak signální *Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852, kde se nicméně jedná o vzácný jev (Yazicioglu a kol., 2014).



Obr. 18. Rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*), foto: Autor).



Obr. 19. Rak Pruhovaný (*Faxonius limosus*), foto: Autor).

2.2.5. Potrava

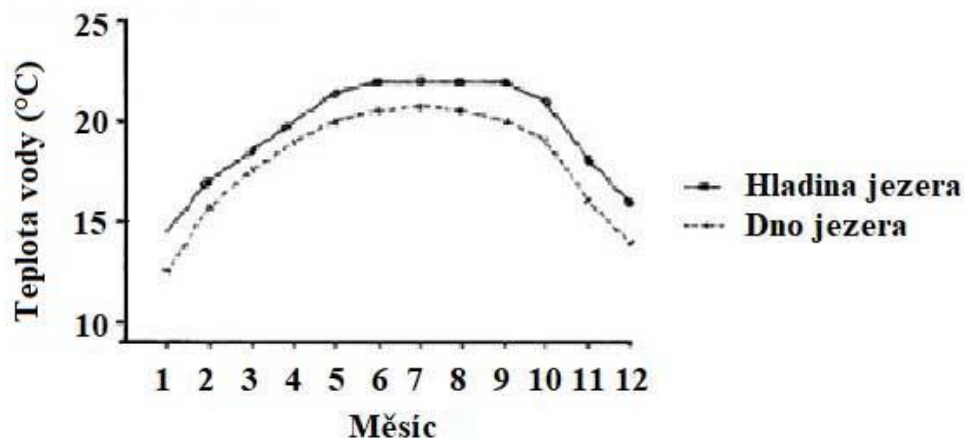
Raci se vyskytují v přírodních stanovištích, kde jsou různé zdroje potravy a jeden z jejich velkých úspěchů spočívá v dobré adaptaci na tyto podmínky (Carmona-Osalde, 2004). Raci jsou obecně všežravými organizmy, často detritofágní, kdy požírají například uhynulé ryby (Palacios-Guillen, 2003). Rak mexický patří mezi organizmy, kteří se dokážou přizpůsobovat přítomné potravě, jenž se v jejich prostředí vyskytuje, tzv. oportunisty (Rodríguez-Serna, 1999; Hinojosa-Garro, 2001). Díky této flexibilitě jsou schopni udržet vysoké populační denzity (Hinojosa-Garro, 2001). Obvykle se žíví benticky na dně, kvůli jejich neschopnosti rychle plavat, což jim zabraňuje zachytit hbité organismy. Konzumují organismy od malých bezobratlých, jako jsou korýši, měkkýši, červy a hmyz, až po zelené rostliny, perifyton nebo detrit (Avault a kol., 1981, D'Abbramo, 1989). Raci mají jen omezené zásobní zdroje. Dominantním zásobním orgánem je hepatopankreas, který je zásobován živinami z přijaté potravy. Potrava je tak hlavním zdrojem živin během reprodukčního procesu (D'Abbramo, 1997). Samice musí své zásoby rozdělit tak, aby měly dostatek živin pro své tělesné funkce a zároveň dostatek pro dozrávání gonád a vajíček. Samci musí mít dostatek živin k produkci dostatku spermií dobré kvality, aby zajistili plodnost a reprodukční úspěch (Bray a kol., 1989, Alfaro,

1996). Dostupnost a kvalita potravy před a během reprodukce ovlivňuje plodnost (Ali a kol., 1999), stejně jako velikost a kvalitu vajíček (Harel a kol., 1995). Ve skutečnosti jsou reprodukční strategie druhu úzce spjaty s různými environmentálními změnami a dostupností potravy (Himmelman, 1980). Pro úspěšnou reprodukci je nutnost vytvářet dostupnosti všech esenciálních živin, které jsou rozhodující pro růst a reprodukci korýšů, protože jak nedostatky, tak nadbytky, mohou mít negativní vliv na organismus (Davis a kol., 1986).

2.2.6. Ekologie

Mezi hlavní optimální vlastnosti vody pro život raka mexického patří zejména teplota, tvrdost a pH vody. Teplota vody by měla být v rozmezí od 22 do 25 °C, tvrdost vody střední okolo 10 až 15° dH (německých stupňů), což je asi 130 mg CaO/L. pH vody by mělo být mezi 7 až 9 (Huerto Delgado a kol., 2014; <http://www.cambarellus.com>).

Ve vlastním jezeře je v lednu teplota vody v jezeře okolo 14,5 °C, přičemž u dna jen o 2 °C nižší. V únoru se teplota vody na hladině zvyšuje až na 17 °C a u dna na 15,8 °C. Od března do července poté dochází k růstu teploty na maximální hodnoty okolo 22 °C na hladině a 20 °C u dna. Tato teplota přetrvává po celou dobu období dešťů. Teplota jezera se pomalu začíná snižovat od října až do ledna (Obr. 20; Torres, 1993).



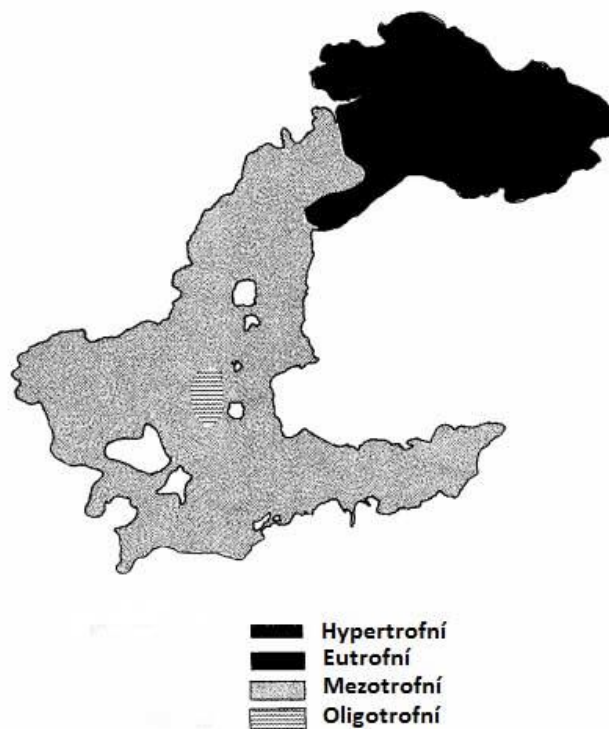
Obr. 20. Roční režim teploty vody pro jezero Patzcuaro, Mexiko (Torres, 1993).

V jezeře je vytvořen silný zákal tvořený z padajícího sopečného prachu (pravděpodobně ze sopky Pico de Tancitaro 4154 m.n.m., která je v blízkosti jezera), surových odpadních vod a zvyšováním zatížení vodní erozí v povodí. V důsledku tohoto zákalu do jezera vstupuje jen minimum světla. Jezero má vysoké koncentrace hořčíku, sodíku, uhličitánů, celkového fosforu, chlorofylu a nerozpustných pevných látek (Tab.1).

Tab. 1. Vybrané parametry kvality vody letech od roku 1983 do roku 1990 na jezeře Pátzcuaro, Michoacán, Mexiko. Parametry jsou průměry z 500 odebraných vzorků na jezeře. (Torres, 1993).

Parametr	Průměrná hodnota	Jednotka
pH	9,3	-
Teplota vody	17,3	°C
Průhlednost	0,3	M
Pevné látky	593,6	mg/L
Tvrdost vody	125,6	mg/L
Rozpuštěný kyslík	7,1	mg/L
Nasycení kyslíkem	92	%
Chlorofyl α	59,8	$\mu\text{g/L}$
Celkový fosfor	64,4	$\mu\text{g/L}$
NO_3^-	0,012	mg/L
NO_2^-	0,018	mg/L

Jezero je většinou eutrofické s některými méně produktivními oblastmi (Obr. 21.). Mnoho latinskoamerických jezer a nádrží je pod silným antropogenním tlakem. Existuje málo informací, které by poskytly základ pro strategické řízení těchto ohrožených prostředí. Rak mexický je v dnešní době ohrožován právě těmito faktory. Hlavním problémem jsou stále více rostoucí vstupy surových odpadních vod a vznik eutrofizace (Torres, 1993). Dále je tento druh raka příležitostně považován za vedlejší úlovek a je konzumován. Zatím však není známo, jak velký vliv mají tyto hrozby na daný druh. Pro tohoto raka v Mexiku zatím neexistují žádná zvláštní ochranná opatření (Alvarez, 2010).



Obr. 21. Trofické indexy jednotlivých částí jezera Pátzcuaro. Hypertrofni části jezera jsou ojediněle po okrajích eutrofni oblasti (Shannon, 1972).

2.2.7. Epibionti raka mexického

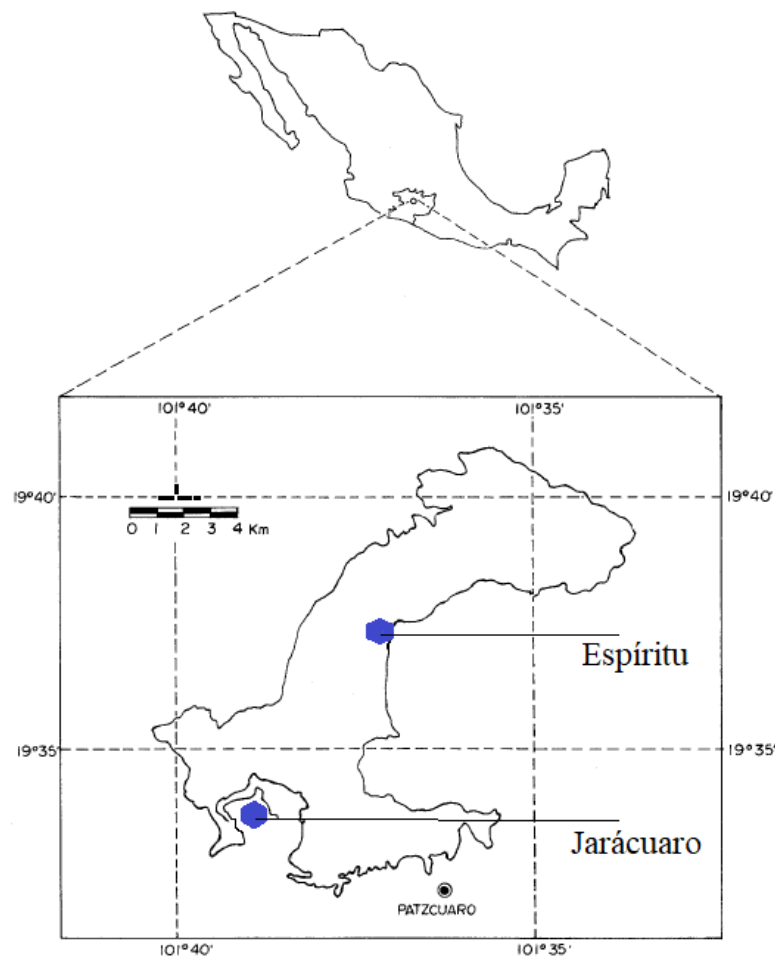
Epibióza je nezávislé sdružení dvou organismů: epibiontu a basibiontu (Wahl, 1989; Briggs a kol., 2008). Termín epibiont zahrnuje organismy, které jsou během přisedlé fáze jejich životního cyklu připojeny k povrchu jiného organismu, zatímco basibiont podává a tvoří podporu pro přisedlý organismus (Threlkeld a kol., 1993). Epibiont je podle své definice neškodný organismus pro svého hostitele. V takovém případě je vztah mezi oběma organismy považována za neutrální nebo komenzální (na rozdíl od parazitických, kdy jeden organismus (parazit) těží na úkor hostitele). Ačkoli neexistuje žádný přímý účinek epibiontu na hostitele, často může docházet k nepřímým účinkům vznikajících z této interakce. Příkladem je změna povrchu hostitele, kdy může hostitel svou přítomností povrch porušit. Povrch těla je obzvláště důležitý pro vodní organismy, protože ovlivňuje nezbytné ekologické funkce, jako je například absorpce záření nebo příjem živin (Wahl, 2008).

O epibiontech pojednává hned několik studií, které zkoumaly exoskeleton raka mexického, aby zjistili, jaké organismy na jeho těle mohou žít. Všechny studie byly prováděny v původním areálu raka mexického v jezeře Pátzcuaro. Studiemi se zabývali například Mayen-Estrada a kol. (1998); Fernandez-Leborans a kol. (2000); Mayén-

Estrada a kol. 2000; Mayén-Estrada a kol. (2001); Mayén-Estrada a kol. (2002); Fernandez-Leborans (2009); Fernandez-Leborans (2010); Mayen-Estrada (2018). Všechny tyto studie měly stejný cíl, zde prezentované výsledky jsou tedy sloučeny.

Exoskeleton korýšů poskytuje vhodné místo pro připojení epibiontů, protože většina korýšů je mobilních. Trvalý tok vody a živin přes exoskeleton korýšů poskytuje optimální stanoviště pro epibionty (Felgenhauer a kol., 1978). Povrch těla je vhodný pro mnoho zástupců všech hlavních taxonů prvoků (Protozoa) (Couch, 1983). Na račím těle existuje 12 snadno definovatelných částí těla, kde se mohou epibionti vyskytovat. Jedná se zejména o rostrum, antenuly, antény, krunýř, klepeta, kusadla, pereopody, pleopody, zadeček, telson, uropody a žábry (Mayen-Estrada a kol., 1998; Mayén-Estrada a kol., 2000; Mayén-Estrada a kol., 2001; Mayén-Estrada a kol., 2002). Pro tyto studie byly vybrány dvě odběrové lokality (Obr. 22.). Jednalo se o lokality Espiritu a Jarácuaro. Na lokalitě Espiritu je substrát dna především skalnatý, zatímco na lokalitě Jarácuaro je substrát jílovitý a více zatížený antropogenní činností (Lot a kol., 1988).

První studií studující organizmy žijící na těle raka mexického byla nejspíše studie prováděná Mayen-Estrada a kol. (1998). Bylo provedeno 15 odchytů raka mexického na zmíněných lokalitách. Celkově bylo shromážděno 174 raků, 109 jedinců z lokality Espiritu a 65 z lokality Jarácuaro. Raci byly odchyceny přibližně 3 metry od břehu za pomoci sítě o velikosti 100x40 cm s velikostí ok 5 mm. Výsledkem studie bylo zjištění tří druhů nálevníků na exoskeletu raka mexického. Jednalo se o *Podophrya sandi* Collin, 1911; *Acineta tuberosa* Ehrenberg, 1833 a *Tokophrya quadripartita* Claparède a Lachmann, 1859 (Tab. 2.). *Podophrya sandi* byla nejvíce nacházena na krunýři a uropodech, *Acineta tuberosa* přednostně na uropodech, telsonu a pereopodech a *Tokophrya quadripartita* měla největší zastoupení na anténách a pereopodech (Mayen-Estrada a kol., 1998). Tyto organizmy byly zdokumentovány i v seznamech epibiontů vyskytujících se na korýších ve studiích prezentovaných Fernandez-Leboransem (2000 a 2009).



Obr. 22. Lokace studovaných lokalit Espiritu a Jarácuaro v jezeře Pátzcuaro v Mexiku (Mayen-Estrada a kol., 1998).

Dalšími studiiemi vcházejících ze studie Mayen-Estrada a kol. (1998), byly studie prováděné v roce 2000, 2001 a 2002 stejnými autory. Studie Mayen-Estrada a kol. (2000), byla označena prvním záznamem výskytu druhu *Lagenophrys dennisi* na exoskeletu raka mexického. Odchyt byl prováděn stejnými sítěmi na stejných lokalitách jako u předešlé studie (Mayén-Estrada a kol., 1998). Celkem bylo na lokalitách odchyceno 65 raků z nichž mělo 24,6 % *L. dennisi* přichycenou na exoskeletonu. Největší koncentrace druhu 16,9 % byla na antenulách, zatímco pouhé 3 % byly na pleopodech a zadečku (Mayen-Estrada a kol., 2000). Organismus byl zmíněn i v seznamu epibiontů ve studích prováděných Fernandez-Leboransem (2009 a 2010).

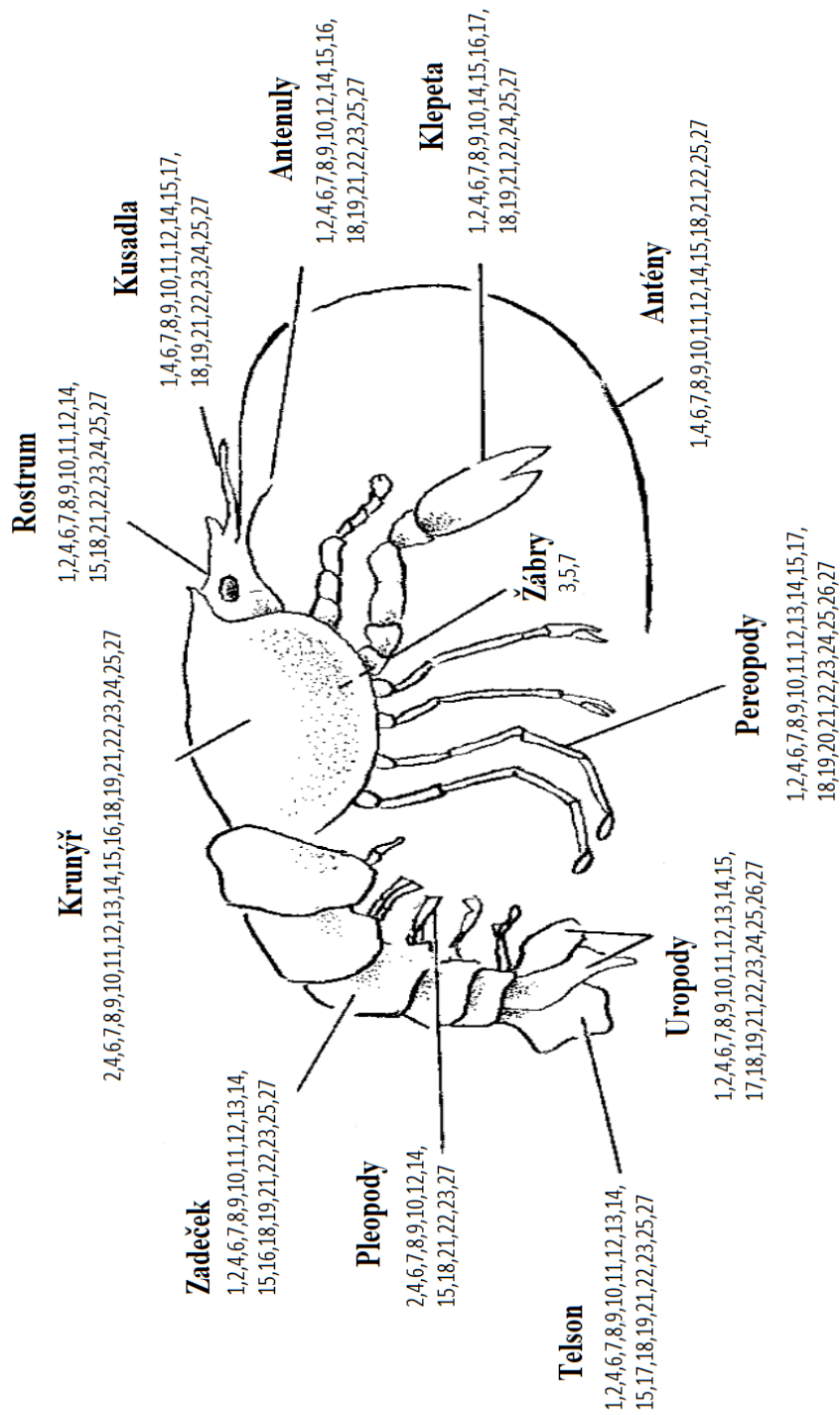
Ve studii prováděnou v roce 2001 bylo v jezeře nalezeno osm druhů rodu *Epistylis*, které se nacházeli na různých částech račího těla. Těchto osm druhů je znázorněno v (Tab. 2.). Do roku 2001 nebyly provedeny žádné studie specializující se epibiontů rodu

Epistylis. Cílem zmiňované studie bylo zjistit výskyt a distribuci těchto druhů na exoskeletonu raka mexického. Raci byly odloveni odborným způsobem (Mayén-Estrada a kol., 1998). Počet kontrolovaných raků byl na lokalitě Espíritu 109 a na lokalitě Jarácuaro 65. U Espíritu bylo 35,8 % hostitelů bez epibiontů, 19,3 % mělo pouze jeden druh a 44,9 % mělo více než jeden druh. U Jarácuaro bylo 30,7 % bez epibiontů, 24,6 % mělo jeden druh a 44,6 % mělo na exoskeletonu více než jeden druh (Mayén-Estrada a kol., 2001). Pečlivé vyšetření komunit rodu *Epistylis* ukázalo, že *E. gammari*, *E. bimarginata* a *E. carinogammari* jsou tři nejrozšířenější druhy na kutikulárním povrchu raků mexického (Mayén-Estrada a kol., 2001). Distribuce a početnost druhů nalezených na jednotlivých částech těla raka mexického je shrnuta na (Obr. 23.).

V poslední studii z roku 2002, bylo zaznamenáno dalších 15 druhů epibiontových nálevníků, jenž jsou též v Tabulce 2. Ve studii bylo odchyceno stejný počet raků jako v roce 1998 tedy 174 jedinců. Stejný počet raků byl i na jednotlivých lokalitách: 109 jedinců z lokality Espíritu a 65 z lokality Jarácuaro. Výsledkem bylo zjištění, že na lokalitě Espíritu bylo nalezeno všech 15 druhů, zatímco na lokalitě Jarácuaro pouze 13 druhů epibiontů. Dále celkem 73 % raků z lokality Espíritu mělo alespoň jeden nález, na lokalitě Jarácuaro mělo alespoň jeden druh přibližně 78 % raků. Co se týče rozložení a druhové bohatosti nálevníků na částech těla, tak nejvíce epibiontů bylo nalezeno na pereopodech a uropodech, což může být vysvětleno na základě tvaru těchto částí těla, a dále místem, které vytváří pro epibionty vhodné útočiště s dostatkem kyslíku a potravy (Aladro-Lubel a kol., 1999). Komunity 15 druhů nálevníků v jezeře Pátzcuaro (15 na Espíritu a 13 na Jarácuaro) ukazují, že exoskeleton raka mexického je vhodný pro jejich připevnění (Mayén-Estrada a kol., 2002). Těchto 15 druhů organizmů bylo pozorováno i v seznamech epibiontů ve studiích Fernandez-Leborans, (2009) a Mayen-Estrada a kol. (2018). Druhové rozložení na jednotlivých částech račího těla můžeme vidět na (Obr. 23.) Jednotlivá čísla k odpovídajícím prvokům jsou stanovena v (Tab. 2.)

Tab. 2. Shrnuté druhy organizmů podle abecedy nalezených na exoskeletonu raka mexického původem z jezera Pátzcuaro od roku 1998 do roku 2018. Reference **A** – Mayen-Estrada a kol. 1998; **B** – Fernandez-Leborans a kol., 2000; **C** – Mayén-Estrada a kol., 2000; **D** – Mayén-Estrada a kol., 2001; **E** – Mayén-Estrada a kol., 2002; **F** – Fernandez-Leborans, 2009; **G** – Fernandez-Leborans, 2010; **H** – Mayen-Estrada, 2018).

Číslo pořadí	Druh	Autorita	Reference
1.	<i>Acineta tuberosa</i>	Ehrenberg, 1833	A, B, F
2.	<i>Carchesium polypinum</i>	(Linnaeus; 1758)	E, F, H
3.	<i>Cothurnia variabilis</i>	Kellicott, 1883	E, F, H
4.	<i>Epistylis bimarginata</i>	Nenninger, 1948	D
5.	<i>Epistylis branchiophila</i>	Perty-Stein, 1859	D
6.	<i>Epistylis carinogammari</i>	Stiller, 1949	D
7.	<i>Epistylis gammari</i>	Precht, 1935	D
8.	<i>Epistylis lacustris</i>	Imhoff, 1884	D
9.	<i>Epistylis niagarae</i>	Kellicott, 1883	D
10.	<i>Epistylis stammeri</i>	Nenninger, 1948	D
11.	<i>Epistylis variabilis</i>	Stiller, 1953	D
12.	<i>Lagenophrys dennisi</i>	Clamp, 1987	C, F, G
13.	<i>Platycola decumbens</i>	(Ehrenberg, 1830)	E, F, H
14.	<i>Podophrya sandi</i>	Collin, 1911	A, B, F
15.	<i>Pseudovorticella quadrata</i>	Foissner, 1979,	E, F, H
16.	<i>Thuricola folliculata</i>	Kent, 1881	E, F, H
17.	<i>Tokophrya quadripartita</i>	Claparède a Lachmann, 1859	A, B, F
18.	<i>Vorticella campanula</i>	Ehrenberg, 1831	E, F, H
19.	<i>Vorticella communis</i>	Fromentel, 1874	E, F, H
20.	<i>Vorticella fromenteli</i>	(Fromentel, 1874)	E, F, H
21.	<i>Vorticella infusionum</i>	Dujardin, 1841	E, F, H
22.	<i>Vorticella latifunda</i>	Nenninger, 1948	E, F, H
23.	<i>Vorticella microstoma</i>	Ehrenberg, 1830	E, F, H
24.	<i>Vorticella natans</i>	Fauré-Fremiet, 1924	E, F, H
25.	<i>Vorticella striata</i>	Dujardin, 1841	E, F, H
26.	<i>Zoothamnium dichotomum</i>	Wright-Kent, 1882	E, F, H
27.	<i>Zoothamnium simplex</i>	Kent, 1881	E, F, H



Obr. 23. Schéma epibiontových druhů, které byly připevněny k tělním částem raka mexického. Čísla u jednotlivých částí těla odpovídají jednotlivým druhům z Tabulky 2. Obrázek převzatý z Mayén-Estrada a kol. (2002) a upravený.

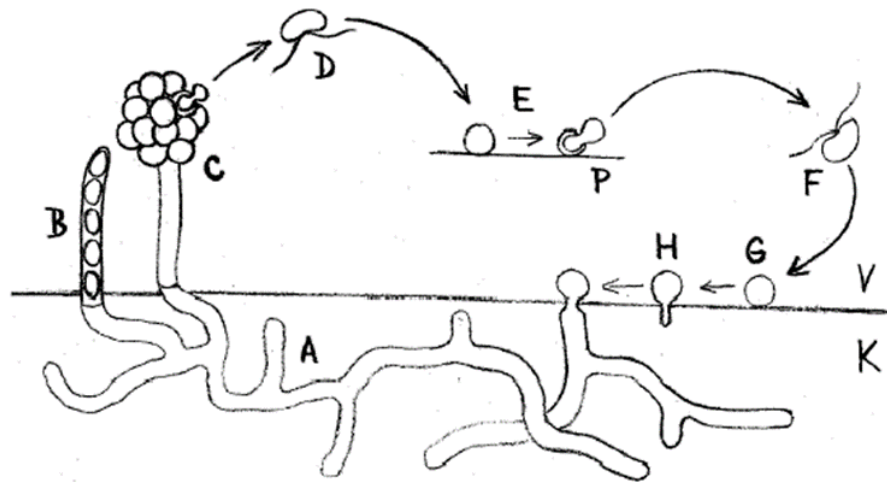
2.3. Račí mor

Račí mor patří mezi nejznámější, nejničivější a zároveň nejvíce studované onemocnění raků, které je v naprosté většině případů fatální pro druhy raků nepocházející ze Severní a Střední Ameriky (Svoboda a kol., 2014a). Rychle rostoucí obchod s raky může představovat významnou cestu pro šíření patogenu račího moru. Nakažení raci nebo kontaminovaná voda z akvárií mohou být v mnoha případech vypuštěny do volných vod přírody, což může vést k ohrožení v Evropě původních raků (Mrugała a kol., 2015). Na celém světě, včetně Evropy, je globální obchod jedním z hlavních faktorů introdukcí nových druhů, a tudíž potenciální vstup exotických onemocnění (Hulme, 2009). Výskyt nových patogenů je spojen se třemi hlavními faktory: zvýšenou patogenitou prostřednictvím genetické změny, přirozeným rozšířením infikovaných druhů a pohybem organismů zprostředkovaným člověkem (Cunningham 2002; Gozlan a kol., 2006). Vodní prostředí je zvláště náchylné k šíření nepůvodních druhů a exotických chorob. Zdá se, že komerční obchod je zodpovědný za většinu nepůvodních druhů introdukovaných do vodního prostředí (Bartley a kol., 1996; Hulme a kol., 2008; Tricarico, 2012).

Původcem račího moru je parazit *Aphanomyces astaci* Schikora ze skupiny Oomycetes (Söderhäll a kol. 1999), česky zvaný hnileček račí. Tento organizmus je více podobný pravým houbám tím, že vytvářejí vlákna rostoucí v substrátu, ze kterého pak čerpají živiny. Nicméně fylogeneticky jsou tyto organizmy bližší hnědým řasám či rozsivkám (Cavalier-Smith a kol., 2006).

Životní cyklus parazita je velmi krátký a jednoduchý (Obr. 24.). Od mnoha příbuzných oomycetů se rozmnožuje pouze nepohlavně pomocí tzv. zoospor (Ceranius a kol., 1988). Parazit prorůstá do kutikuly nebo i do celého těla raka, kde vytváří rozvětvené mycelium (podhoubí). Ze sporangií na konci hyf, které vyrůstají z těla raka se uvolňují zoospory zpět do vody. Zoospory jsou v průměru 10 mikrometrů velké a jsou opatřeny dvěma bičíky. Ve vodním prostředí jsou schopné aktivně se pohybovat (Ceranius a kol., 1984a). Při nalezení nového hostitele se zoospora přichytí na povrch jeho těla, odvrhne bičíky a zakulatí se. Vzniklá cysta pak znovu zarůstá do kutikuly a těla hostitele, čímž vzniká nové mycelium (podhoubí). Tímto krokem se životní cyklus uzavírá. Cysta je schopna se opětovně změnit na pohyblivou zoosporu, a to v momentě, kdy se nachází na jiném povrchu než na povrchu račího těla či alternativního hostitele (těmi mohou být některé druhy sladkovodních krabů a krevet) (Svoboda a kol., 2014a, b; Putra a kol., 2018). Zoospora se v cystu může změnit až třikrát, což prodlužuje dobu na hledání a

zvyšuje šanci na nalezení vhodného hostitele (Cerenius a kol., 1984b). Délka života zoospor *A. astaci* se udává jen několik dnů, maximálně týdnů (Oidtmann, 2000). Délka života závisí na teplotě vody, při nižších teplotách žije zoospora déle (Unestam, 1966). Zoospora musí být neustále ve vodě nebo alespoň ve vlhkém prostředí, neboť je citlivá na vyschnutí (Alderman a kol., 1986). Parazit *Aphanomyces astaci* byl dokonce zařazen i na seznam 100 nejhorších invazivních druhů světa i Evropy (Lowe a kol., 2004; <http://www.europe-aliens.org>).



Obr. 24. Životní cyklus *Aphanomyces astaci*. **A** – mycelium; **B** – sporangium s primárními sporami; **C** – „sporeball“; **D** – uvolněná zoospora; **E** – encystace a opětovné uvolnění zoospory; **F** – zoospora druhé generace; **G** – cysta; **H** – klíčící cysta; **K** – kutikula raka; **P** – jiný povrch než račí kutikula; **V** – voda. Převzato (Cerenius a kol., 1988) a upraveno (Kozubíková a kol., 2009).

Je obecně známo, že severoameričtí druhy raků včetně raka mexického jsou velmi odolní k tomuto onemocnění. Důvodem je zřejmě dlouhodobá koevoluce parazita a jeho hostitelů. To mělo za následek vznik rovnováhy mezi hostitelem a parazitem, která umožňující přežít oběma (Alderman, 1996; Jussila, 2015). Parazit v těle raka ovšem zůstává stále živý v klidovém stavu, avšak stále se může rozmnožovat, což má za následek uvolňování zoospor do vody a dochází k přenosu infekce na další jedince (Söderhäll, 1999; Oidtmann a kol., 2004; Svoboda, 2013). V ojedinělých případech, jako je například stres, nedostatek kyslíku, znečištění vody nebo současné napadení jiným parazitem může vést i k úhynu severoamerických raků (Diéguez-Uribeondo a kol., 1993).

Severoameričtí raci včetně raka mexického díky schopnosti přenosu infekce patří mezi hlavní přenašeče nemoci na citlivé druhy. Nicméně ne každý jedinec nebo populace těchto raků musí být infikovány *A. astaci*, takže se pravděpodobnost přenosu nákazy může lišit. Souvislost výskytu parazita může ovlivňovat například i lokalitou, historií

osídlení lokality nebo hustotou populace primárně původních druhů raků. Ovšem není známo, že by přítomnost infekce u severoamerických raků souvisela s věkem, pohlavím nebo velikostí těla (Kozubíková a kol., 2009). Nakažený severoamerický rak může být rezervoárem pro další nakažení zdravých raků. Největšími zdroji vstupu nakažených raků je obchod s nepůvodními druhy (více v kapitole 2.4.).

2.4. Obchod s okrasnými raky

Držení vodních živočichů v akváriích, případně v zahradních rybníčcích (jezírkách), je jedním z nejoblíbenějších koníčků po celém světě (Perdikaris a kol., 2012, Turkmen a kol., 2012) a není překvapením, že mezinárodní obchod s akvariijními zvířaty v posledních desetiletích rychle roste (Miller-Morgan, 2010).

Obchod se zvířaty je velmi rozsáhlý, ale obchodníci často špatně chápou smysl tohoto trhu (Calado a kol., 2003; Rhyne a kol., 2012). Dodavatelská distribuce a prodej zvířat jsou často složité, špatně sledovatelné a mohou se potýkat s různými problémy. V extrémních případech může být trh s vodními organizmy natolik lukrativní, že vede i k trestné činnosti. Trestnou činností je zde chápáno například nezákonný odchyt organismů z volně žijících populací, pašování nebo v extrémních případech i lokální vyhynutí takto dotčených druhů (Voigt, 2016). Hlavní a největší problém je, že obchod se zvířaty je hlavní cestou pro introdukce nežádoucích nepůvodních druhů (Duggan a kol., 2006; Keller a kol., 2009; Chucholl, 2013; Faulkes, 2018), což platí zejména pro sladkovodní vodní živočichy (Duggan a kol., 2006; Yanai a kol., 2017), jako jsou například raci (Chucholl, 2013; Faulkes, 2015c; Lipták a kol., 2015; Pârvulescu a kol., 2017; Weiperth a kol., 2017). Vysazování již nechtěných okrasných zvířat do volné přírody je veřejností nezhřídkou vnímáno jako etičtější, než jejich usmrcení a mylně se domnívají, že poskytují ekologické výhody, tím že dané vody budou obohaceny o další druhy raků (Drake a kol., 2015). K zamezení dalších introdukcí doporučila Mezinárodní astakologická asociace „zastavit dovoz živých raků“ do jednotlivých zemí (International Association of Astacology, 1988). Zaváděna byla i různá legislativní opatření (DiStefano a kol., 2009; Faulkes, 2013; Magalhães a kol., 2015). Existuje několik možných způsobů, jak zabránit nechtěnému zavlečení raků do volné přírody. Dva z nich jsou zaměřeny přímo na majitele na konci dodavatelského řetězce. Prvním je vzdělávání o racích (Baruch-Mordo a kol., 2011; Azevedo-Santos a kol., 2015; Seekamp a kol., 2016), potažmo místní legislativní opatření (Magalhães a kol., 2015). Ve studii Faulkese (2018) bylo studováno, zda

legislativa upravující vlastnictví okrasných zvířat v akvária má požadovaný účinek na snížení dostupnosti těchto domácích mazlíčků v kamenných obchodech (prodejnách). Samotné právní předpisy však nesnižují jejich dostupnost online. V Evropě jsou opatření stanovena v některých zemích například v Německu nebo Anglii. V Německu je chov ryb a raků velmi rozšířený, a vysazování nepůvodních druhů raků do volnosti je zákonem zakázáno. Akvarističtí nadšenci nicméně tato opatření ignorují a pokračují v jejich vysazování do volné přírody (Lukas a kol., 2017). I v Anglii jsou stanoveny zákazy, které jsou akvaristy jen málokdy splňovány (Hill, 2013). Také prodej nelegálních a rizikových druhů raků jako je rak ničivý *Cherax destructor* Clark, 1936, rak pruhovaný a rak červený *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) naznačuje, že dodržování zákazu z roku 1996 není respektováno (Clarke, 2007; Hill, 2013). Rak mramorovaný je pak nařízením Evropské unie č. 1143/2014 ustanoven jako zakázaný pro chov pro všechny členské státy Evropské unie (Patoka a kol., 2018). Záměrné či nechtěné introdukce nepůvodních druhů mohou mít za následek vážné přímé a nepřímé negativní dopady na ekosystémy (Peay, 2009). Někteří chovatelé raky uchovávají v zahradních rybnících, vnějších nádržích nebo v nádržích v blízkosti restaurací (Patoka a kol., 2014b, 2017), kde nabízejí raky jako pochoutku (Chucholl a kol., 2008, Perdikaris a kol., 2017). Nejzávadnější je pak introdukce severoamerických raků do států Evropy. Jak už je uvedeno v kapitole 2.3., je Severní Amerika původním areálem původce tzv. račího moru. Na ten jsou původní evropští raci velmi citliví (Edgerton a kol., 2004, Kozubíková a kol., 2007).

Čtyři z pěti hlavních světových exportních zemí vyvážející vodní okrasné živočichy jsou z Asie (Singapur, Japonsko, Malajsie a Thajsko) a jedna z Evropy (Česká republika) (Ploeg, 2013). Evropská unie (EU) a Spojené státy americké jsou největším a tradičním dovozcem akvarijních zvířat, především ryb (Turkmen a kol., 2012). Vzhledem k tomu, že Česká republika je členem EU a je dominantním vývozcem vodních živočichů v Evropě, stává se tak hlavním exportním centrem pro ostatní země Evropské unie (Ploeg, 2007).

Nebezpečí neúmyslného zavlečení nepůvodních druhů raků se odráží ve Francii, Irsku, Norsku, Skotsku, Španělsku a Švédsku, kde je úplný zákaz dovozu živých okrasných raků (Edsman, 2004, Holdich a kol., 2005, Peay, 2009). Na druhou stranu je však nutno podotknout, že například v Irsku a Švédsku byl zaznamenán výskyt vysoce invazivního raka mramorovaného mezi chovateli (Faulkes, 2015a), popř. ve volnosti (Bohman a kol., 2013). V České republice byla navržena dvě principálně možná řešení. Svobodová a kol.,

(2010) by preferovali úplný zákaz obchodu s okrasnými raky, zatímco Patoka a kol., (2014a) navrhli selektivní omezení zaměřená pouze na vysoce rizikové druhy, jenž se zdá být smysluplnějším řešením, neboť zájem o chov raků je enormní a jejich eliminace by stejně nebylo dosaženo (viz. např. Faulkes, 2018). Navíc lze předpokládat, že snížená nabídka raků by při trvajícím či jen mírně sníženém poptávce vedla k růstu jejich ceny, na což by bezpochyby část méně zodpovědných importérů a chovatelů zareagovala.

2.4.1. Významné státy obchodující s raky

Německo: Představuje velký trh s nepůvodními raky dostupnými k prodeji a je s největší pravděpodobností hlavním dovozcem nepůvodních raků do Evropy (Chucholl, 2013; Chucholl, 2015). Chov exotických raků v akváriích v Německu začal již v 80. letech 20. století. V období od poloviny do konce devadesátých let se stalo držení raků v domácích akváriích velmi populární, což vedlo k dovozu několika nových druhů severoamerického a australského původu (Werner 1998, Gonella, 1999). Na začátku roku 2000 pak bylo držení exotických raků rozšířeným trendem mezi akvaristy zejména v Německu a Rakousku. Aby se uspokojili rostoucí poptávky na trhu, byly nové druhy dováženy ze Střední a Severní Ameriky ve vyšší míře. Tento jev byl později nazván jako "bezobratlý výbuch" (Bitter, 2006) a do roku 2005 bylo do Německa a Rakouska dovezeno celkem 74 druhů nepůvodních druhů raků (Pekny a kol., 2005). Nejvyšší počty dovážených druhů byly na úrovni až 120 druhů, ovšem mnoho z nich bylo jen zřídka dostupných a pouze asi 20 druhů bylo běžně nabízeno. Z nich byly pouze čtyři vyhodnoceny jako vysoce rizikové druhy (Chucholl, 2013). Od roku 2009 patřil rak mexický mezi nejvíce prodávané raky na území Německa. Tento druh se nachází v 97 % obchodů nabízející raky. Konkrétně pak ve více než polovině těchto obchodů byly nabízeny pouze tři druhy, jmenovitě rak mexický, rak červený a rak floridský *Procambarus alleni* (Faxon, 1884), (Chucholl, 2017).

Česká republika: Patří mezi největší přední dovozce raků do Evropy. Vzhledem k zeměpisné poloze této země, která je na hranicích tří evropských úmoří: Severního moře (povodí Labe), Baltského moře (povodí Odry) a Černého moře (povodí řeky Moravy), jsou informace o nepůvodních druzích velmi důležité pro regulaci možných biologických invazí v rizikových oblastech a sousedních zemích. Studie prováděná Patokou a kol. (2014a), pojednává o množství nepůvodních druhů raků prodávaných na českém trhu a jejich potenciální dopad na české původní raky. V roce 2014 bylo celkem na českém trhu

inzerováno 27 druhů raků z čeledí Astacidae, Cambaridae, Parastacidae, z nichž zcela ojediněle dostupný rak říční *Astacus astacus* (L., 1758) je jediným původním druhem (Astacidae) a zbývajících 26 jsou druhy nepůvodní. Třináct nabízených druhů pochází ze Severní Ameriky; všechny druhy pocházejí z čeledi Cambaridae s výjimkou raka signálního *Pacifastacus leniusculus* (Dana 1852), který pochází z čeledi Astacidae. Raci rovněž mohou být dováženi a inzerováni pod chybnými názvy, názvy jiných druhů nebo zastaralými názvy (Patoka a kol., 2014a; 2015). V novější studii provedenou Patokou a kol. (2015) už se mluví o 30 nepůvodních druzích prodáváných na území Evropy. V České republice byl zatím nalezen pouze jeden druh okrasného raka. Jedná se o raka mramorovaného, který se vyskytuje ve volnosti a zaujímá dvě své etablovanou populace (Patoka a kol., 2016). Dva druhy nepůvodních raků byly nalezeny i v sousedních zemích. Konkrétně pak v Německu a na Slovensku (Chucholl a kol., 2010; Janský a kol., 2010; Kouba a kol., 2014).

První okrasné druhy raků byly do České republiky poprvé dovezeny v roce 2003. Množství obchodovaných raků od roku 2003 do roku 2012 postupně vzrostlo na přibližně 3 000 dovezených jedinců a 60 000 místně vyprodukovaných raků za rok. Asi dvě třetiny všech raků jsou následně exportovány do zahraničí: převážně do Itálie, Rakouska, Německa a Slovenska. Mnoho severoamerických raků je schopno se přizpůsobit místním klimatickým podmínkám a ve volnosti se etablovat (Holdich a kol., 2009a). Podle studie Patoky a kol. (2015) je rak mexický v českých obchodech řazený mezi běžně prodávané raky. Jeho cena se pohybuje od 115 do 200 Kč/ks.

Slovensko: Lipták a kol. (2015) vytvořili studii, která poukazuje na obchodování s korýši na Slovensku. Celkem bylo na místním akvaristickém trhu identifikováno devět různých druhů raků. Byly zaznamenány tři severoamerické druhy sladkovodních raků, patřící do rodu *Procambarus* (Cambaridae), dva druhy trpasličích raků *Cambarellus* (Cambaridae) a čtyři druhy australského rodu *Cherax* (Parastacidae). Druhy rak mramorovaný, rak červený a rak mexický, patří ve slovenských obchodech k rakům, kteří jsou nejčastěji nabízeny. Stejně jako v České republice, tak i na Slovensku, je rak mexický považovaný za běžně dostupný druh (Lipták a kol., 2015).

Maďarsko: Weiperth a kol. (2018) udává seznam desetinohých korýšů, kteří jsou dostupní na trhu v Maďarsku. V době průzkumu zde bylo dostupných osm druhů raků. Informace o korýších a jejich dostupnosti v Maďarsku byly shromažďovány od března 2015 do října roku 2016. Byly uskutečněny rozhovory se šesti velkoobchodníky, 76

majiteli prodejen, 13 internetovými obchody a 23 místními chovateli. Dále byly navštíveny čtyři místní bazary, kde mohou lidé soukromě prodávat nebo měnit svá domácí zvířata. Inzerované druhy byly zaznamenány a vyfotografovány pro pozdější identifikaci. Výsledkem bylo osm druhů raků (pět z čeledi Cambaridae a tři z čeledi Parastacidae). Celkově bylo 95 % raků dovezeno ze zahraničí od dodavatelů z České republiky, Německa, Slovenska, Thajska a Vietnamu. Zbývajících 5 % bylo vyprodukováno na místním trhu. Rak mexický byl na Maďarském trhu vyhodnocen jako vzácný druh, který se příliš neprodává (Kalous a kol., 2015, Patoka a kol., 2015; Weiperth a kol., 2018). V květnu 2017 byl tento druh nicméně objeven v malém termální jezírku v Budapešti, viz podkapitola 2.2.2.

USA: Severní Amerika je domovem nejvíce druhů raků než kdekoli jinde na světě (Crandall a kol., 2008). Ve studii, kterou prováděl Faulkes (2015b) bylo zkoumáno, kteří raci se prodávají na území Spojených států amerických. Výzkum probíhal od ledna do prosince roku 2013, kdy byly sledovány internetové obchody. Celkem bylo zaznamenáno 24 druhů raků, kteří byli na internetu běžně nabízeni. Většina těchto druhů byla na kontinentu původních, kromě čtyř druhů rodu *Cherax*. Ti pocházejí z Austrálie a Nové Guineje. Mezi nejvíce žádané a nejprodávanější druhy na území USA patří rak mexický, rak mramorovaný a rak Shufeldtův *Cambarellus shufeldtii* (Faxon, 1884). Přítomnost raka mexického na trhu, stejně jako u všech ostatních zemí, je téměř výhradně v chované oranžové barvě. Divoká populace tohoto druhu je hnědá, omezená na malý region v Mexiku a je ohrožena (Alvarez a kol., 2010). Důvodem ochrany je fakt, že pokud by došlo k vyhynutí divoké populace, bylo by její znovuoobnovení pomocí oranžových jedinců již nemožné.

Řecko: Papavlasopoulou a kol. (2014) studovali obchod s okrasnými raky v Řecku. V roce 2011 byl proveden průzkum v 11 významných obchodech s okrasnými zvířaty. Celkem bylo zaznamenáno osm druhů patřících do tří rodů (*Procambarus*, *Cherax* a *Cambarellus*) pocházejících z USA, Austrálie a Nové Guineje, resp. Mexika. Dostupné údaje o čtyřech druzích (rak červený, rak červenoklepety, rak zebra *Cherax peknyi* Lukhaup a Herbert, 2008 a rak mexický) naznačují, že byly dovezeny do Řecka ze Singapuru. V současné době nejsou k dispozici žádné údaje o původu zbytku v Řecku obchodovaných nepůvodních druhů. Výsledky naznačují, že počet nepůvodních druhů raků dostupných na řeckém domácím trhu je relativně nízký ve srovnání s jinými

evropskými zeměmi (např. Německo a Česká republika). Tento trend může být způsoben nízkou popularitou sladkovodních raků mezi akvaristy.

Velká Británie: Peay a kol. (2010) poukazují na situaci nepůvodních druhů raků pouze na území Velké Británie, jelikož v Severním Irsku zatím žádní nepůvodní druhy nejsou známy. Nicméně podle Faulkes (2015a; 2017) jsou na Irském trhu k dispozici i raci nepůvodní, jak je například rak mramorovaný, rak červený nebo rak červenoklepetý. Tito raci mohou být po uvolnění velkou hrozbou pro původní druhy. Je známo, že do Velké Británie bylo od roku 1970 zavedeno šest nepůvodních druhů, kteří se dostali do volnosti, další jsou chovány v akváriích a jsou potenciální hrozbou (Holdich a kol., 2004, Ahern a kol., 2008, Holdich a kol., 2009b). Ve Velké Británie žije pouze jeden evropský druh raka – rak bělonohý *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), jenž však byl na ostrov dovezen ve středověku (Kouba a kol., 2014). Pro jeho bezpečnost byl v roce 1996 zakázán jakýkoli dovoz raků pro akvarijní účely. Nepůvodní druhy jsou pravidelně zadržovány celními úřady Spojeného království v přístavech. Uváděno je 12 druhů raků včetně raka mexického, jejich dovozy byly od roku 1996 označeny jako nelegální (Peay a kol., 2010).

Rusko: Východní oblast Evropy a Ruska zahrnuje značné plochy, kde žijí původní raci, resp. Druhové komplexy raka bahenního *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) a rak silnoklepetý *Pontastacus pachypus* (Rathke, 1837). Tyto oblasti byly z velké části donedávna přehlíženy a považovány za bezpečné z pohledu výskytu nepůvodních druhů raků. Vodovsky a kol. (2017) zhodnotili oblasti v okolí města Astrachaň, dolního toku Volhy a její delty do Kaspického moře a zhodnotily environmentální rizika, jenž představují. Informace o nepůvodních racích byly získávány v březnu až červnu roku 2016. Byly provedeny rozhovory s jedním velkoobchodníkem, čtyřmi majiteli obchodů s vodními okrasnými zvířaty a třemi místními chovateli raků. Dále byly navštíveny i dva bazary, kde mohou lidé svá zvířata prodávat nebo měnit. Celkem bylo nalezeno 12 nepůvodních druhů raků. Šest z čeledi Cambaridae a šest z čeledi Parastacidae. Rak mexický byl vyhodnocen jako běžně prodávaný druh raka (Vodovsky a kol., 2017).

Ukrajina: Cílem studie prováděné Kotovska a kol. (2016) bylo prozkoumat dostupnost druhů raků na ukrajinském trhu s okrasnými zvířaty. Informace o druzích na ukrajinském trhu byly shromážděny v únoru a březnu roku 2016. Byly provedeny rozhovory s jedním velkoobchodníkem v hlavním městě Kyjev a s čtyřmi majiteli obchodů s okrasnými zvířaty ve městech Kyjev, Dněpr, Oděsa a Charkov. Dále ve

stejných městech byly navštíveny i čtyři bazary, kde mohou majitelé svá zvířata měnit nebo prodávat. Celkem bylo na ukrajinském trhu nalezeno 15 druhů raků z čeledí Astacidae, Cambaridae a Parastacidae. Z čeledi Cambaridae bylo zaznamenáno devět druhů, z Parastacidae pět druhů a pouze jeden druh (rak signální) z čeledi Astacidae. Rak mexický byl na trhu hodnocen jako velmi často prodávaný druh (Kotovska a kol., 2016).

Kazachstán: Na území Kazachstánu dosud nebyly zjištěny žádné druhy raků z rodu *Cambarellus*, se kterými by se obchodovalo. Nicméně některé z těchto druhů, jako je *Cambarellus patzcuarensis*, jsou na akvaristických trzích obvykle velmi časté. Jejich absence v Kazachstánu tak naznačuje, že obchod s raky se stále ještě rozvíjí a v blízké budoucnosti je velká pravděpodobnost nárůstu počtu obchodovaných druhů (Uderbayev a kol., 2017).

Shrnutí obchodu: V posledních dekáдах se prodej raků v obchodech s domácími zvířaty zvýšil a značná část celosvětového spektra druhů raků je v těchto obchodech běžně k dispozici (Faulkes, 2015). Rak mexický patří mezi nejvíce žádané a nejvíce prodávané okrasné raky. V Tabulce 3 uvádím 15 států, z nichž v devíti můžeme raka mexického pořídit. Rak mexický je v obchodech se zvířaty k dispozici v jasně zbarvených formách, které jsou velmi odlišné od normálního, pro mnohé chovatele nezajímavého, divokého typu. Divoký typ zejména hnědý, na akvaristickém trhu není prakticky nikde k dispozici. Rak mexický patří i k rakům s malou velikostí, což je praktické pro chov i v malých domácích akváriích (Faulkes, 2013).

Je několik způsobů, jak se raci šíří mezi chovateli. Raky si mohou předávat akvaristé mezi sebou při jejich nadbytku, ukončení jejich chovu či změně chovaných druhů. Existují profesionální odchovny, které poskytují dostatečné množství raků, jenž uspokojují potřeby národních řetězců, ale mohou být určeni i na export (Keller, 2009). Dva z celosvětově nejhojnějších druhů v obchodech s domácími zvířaty rak mramorovaný a rak mexický, jsou s největší pravděpodobností chovány v zajetí (Chucholl, 2013; Faulkes, 2015b; <http://www.tfhmagazine.com>; podkapitola 2.2.1.).

Tab. 3. Dostupnost raka mexického v doposud monitorovaném akvaristickém obchodě.

Země	Dostupnost	Reference
Brazílie	NE	Loureiro a kol., 2015
České Republika	ANO	Patoka a kol., 2014a; 2015
Irsko	NE	Faulkes, 2015a
Kazachstán	NE	Uderbayev a kol., 2017
Maďarsko	ANO	Weiperth a kol., 2018
Německo	ANO	Chucholl, 2013; 2017
Nizozemsko	NE	Soes a kol., 2010
Rusko	ANO	Vodovsky a kol., 2017
Řecko	ANO	Papavlasopoulou a kol., 2014
Singapur	NE	Belle a kol., 2011
Slovensko	ANO	Lipták a kol., 2015
Turecko	NE	Turkmen a kol., 2012
Ukrajina	ANO	Kotovska a kol., 2016
USA	ANO	Faulkes, 2015b
Velká Británie	ANO	Peay a kol., 2010

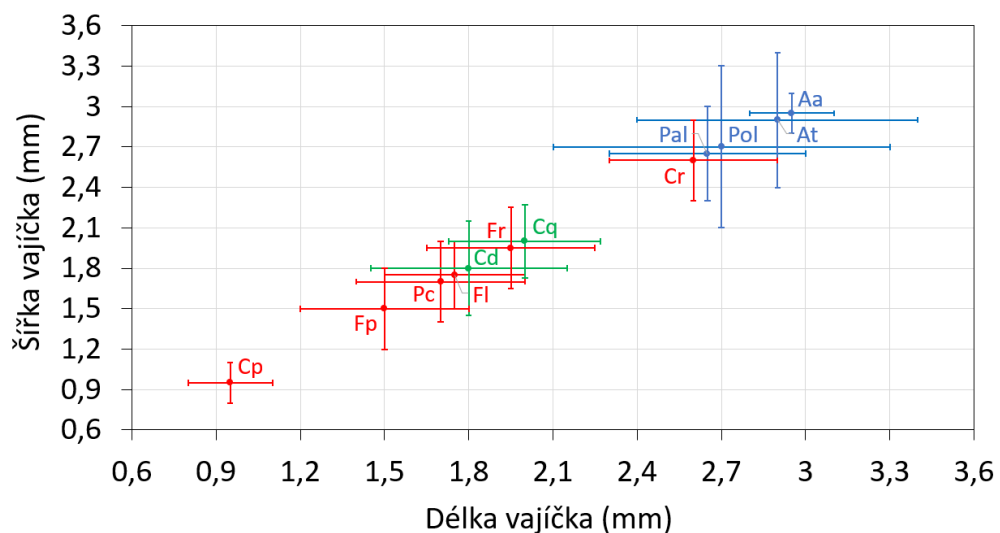
3. Diskuse

Má bakalářská práce je přehledovou prací, jejíž hlavním cílem bylo shromáždit dostupné informace o raku mexickém. Informace jsem hledal zejména ve vědeckých člancích a na odborných chovatelských webech. Zjistě se nejedná o zcela kompletní výčet poznatků, směle však lze tvrdit, že tato práce pokrývá jejich rozhodnou část. Naše současné znalosti o raku mexickém jsou v řadě ohledů neúplné a jejich výběr vymezují níže.

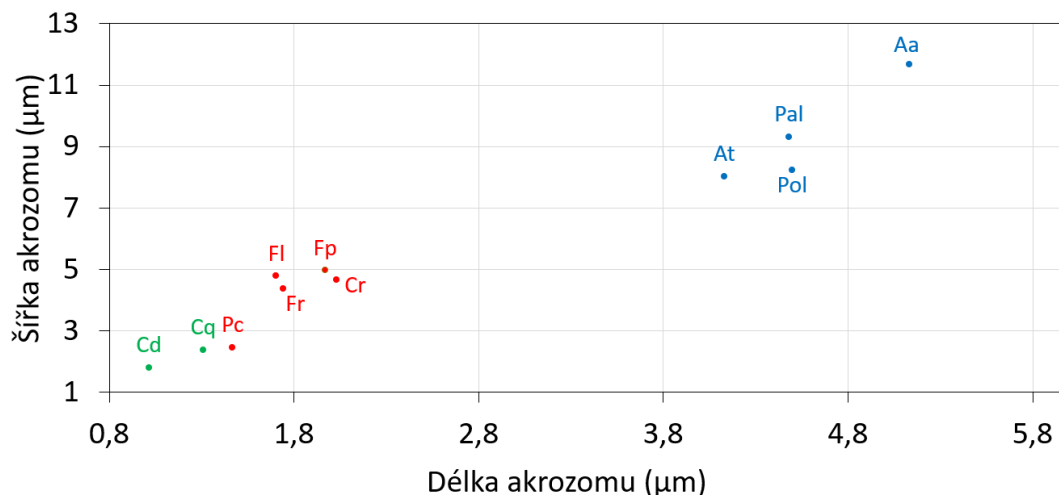
Velkým a hlavním nedostatkem našich znalostí o studovaném druhu je absence detailnějších prací o jeho reprodukční biologii. V této bakalářské práci je sice věnován reprodukci značný prostor, podpořený údaji z řady odborných zdrojů, mnohdy se ovšem jedná jen o postřehy chovatelů, případně o informace vycházející z obecných charakteristik reprodukce čeledi Cambaridae jako takové. Neznámými jsou například trvání inkubace a teploty, kdy k reprodukci, potažmo inkubaci, dochází; plodnost těchto raků a další bližší charakteristiky (obecně lze jen říci, že mají desítky vajíček a že plodnost pozitivně koreluje s velikostí samic, konkrétní údaje však chybí); počet reprodukčních cyklů ve volnosti a chovech (a čím jsou tyto podmíněny); dosažení pohlavní dospělosti (velikost a věk samců a samic jak v chovech, tak volnosti).

Domnívám se, že trpasličí raci, potažmo rak mexický, by mohli být díky své unikátní velikosti vhodnými modelovými druhy při hlubším porozumění zákonitostí reprodukce raků a možná i dalších korýšů. Na rozdíl od jeseterů či savců nebyla u raků nikdy pozorována přítomnost mikropyle (Psenicka a kol., 2010), pravděpodobně se u nich tak nevyskytuje specifické místo, na které by spermie se svým akrozomem v rámci procesu oplození nasedala a místo průniku DNA samce do vajíčka tak může být dost možná náhodné. Rozměry mikropyle a akrozomu spermie tak nemusejí být velikostně komplementární. Zároveň se zdá, že mezi velikostí vajíček (Graf 1) a akrozomu spermií (Graf 2) existuje určitá korelace. Zástupci čeledi Astacidea mají obecně vajíčka značně velká, což je dozajista dáno jejich ekologickou strategií – dosahují větších velikostí jedinců, mají relativně málo velkých vajíček. Je tak možné, že pro úspěšnou penetraci velkého vajíčka je potřeba většího akrozomu, což možná souvisí s tloušťkou vaječných obalů (Niksirat a kol., 2015). Ne ve všech případech je tento vztah tak jednoznačný – v rámci Cambaridae má např. rak mohutný *Cambarus robustus* Girard, 1852 velikost akrozomu s ostatními příslušníky čeledi obvyklou (Graf 2), jeho vajíčky jsou však značná a velikostně na úrovni Astacidae (Graf 1), což naznačuje, že individuální reprodukční

strategie druhu hraje dozajista svou roli. Velikostní odlišnost raka mexického je však mimořádná, a jeho využití pro studiu nastíněné problematiky se zdá být ideální. Pokud by tato hypotéza platila, pak rak mexický mající výrazně menší vajíčka (vlastní pozorování, Graf 1) měl mít i podstatně menší spermie, než ostatní zástupci čeledi Cambaridae (Graf 2). Nutno ovšem podotknout, že především ve vztahu ke studiu ultrastruktury spermií je především u čeledi Parastacidae k dispozici velmi málo informací a tyto jsou odvozeny od dvou zástupců jediného rodu (*Cherax*). Čeledi Astacidae a Cambaridae jsou nicméně alespoň na rodové úrovni poměrně dobře pokryty. Vhodné by tak bylo studium i dalších zástupců čeledi Parastacidae, mezi kterými jsou i největší raci světa – zástupci rodu *Astacoides* s vajíčky přesahujícími velikost 5 mm (Hamr 1990). Ti by v případě platnosti naznačované hypotézy měli mít akrozom spermií dokonce větší, než raci čeledi Astacidae.



Graf 1. Obvyklé rozmezí velikosti vajíček vybraných druhů raků: **Astacidae** (značeno tmavě modře) – *Astacus astacus* (Aa; Skurdal a kol., 1994; Savolainen a kol., 1996; Vozgirdaitė, 1998), *Austropotamobius torrentium* (At; Maguire a kol., 2005), *Pacifastacus leniusculus* (Pal; Mason, 1978; Kouba, 2007), *Pontastacus leptodactylus* (Pol; Alekhovich a Kol., 1996; Stucki, 1999); **Cambaridae** (značeno tmavě červeně) – *Cambarellus patzcuarensis* (Cp, vlastní pozorování), *Cambarus robustus* (Cr; Hamr a kol., 1985), *Faxonius limosus* (Fl; Kozák a kol., 2006), *F. propinquus* (Fp; Corey 1987), *F. rusticus* (Fr; Loughman a kol., 2011), *Procambarus clarkii* (Pc; Alcorlo a kol., 2008); **Parastacidae** (značeno tmavě zeleně) – *Cherax destructor* (Cd; Kozák a kol., 2006), *C. quadricarinatus* (Cq; Rodríguez-González a kol., 2006.).



Graf 2. Obvyklé rozmezí velikosti akrozomu spermií vybraných druhů raků: **Astacidae** (značeno tmavě modře) – *Astacus astacus* (**Aa**; Niksirat a kol., 2013; Niksirat a kol., 2016), *Austropotamobius torrentium* (**At**; Niksirat a kol., 2013) *Pacifastacus leniusculus* (**Pal**; Niksirat a kol., 2013; Yazicioglu a kol., 2014), *Pontastacus leptodactylus* (**Pol**; Eliakova a kol., 1966; Niksirat a kol., 2013); **Cambaridae** (značeno tmavě červeně) – *Cambarus robustus* (**Cr**; Yazicioglu a kol., 2016), *Faxonius limosus* (**Fl**; Niksirat a kol., 2013), *F. propinquus* (**Fp**; Yazicioglu a kol., 2016), *F. rusticus* (**Fr**; Snedden 1990; Yazicioglu a kol., 2016), *Procambarus clarkii* (**Pc**; Niksirat a kol., 2013; Dong a kol., 2014); **Parastacidae** (značeno tmavě zeleně) – *Cherax destructor* (**Cd**; Jerry 2001; Kouba a kol., 2015), *C. quadricarinatus* (**Cq**; López-Greco a kol., 2008; Kouba a kol., 2015).

Dalším příkladem chybějících dat u raka mexického může být i původ oranžové formy (CPO) zbarvení. V práci je zmiňován chovatel Juan Carlos Merino, u kterého se uvádí, že stál u jejího „vzniku“. Tuto informaci se však nepodařilo ověřit a neexistují práce, které by se touto problematikou blíže zabývaly. Lze předpokládat, že k tomuto odchovu bylo původně užito relativně málo jedinců. Pokud se tak jednalo o jedinou událost, kdy ke vzniku tohoto zbarvení došlo, měla by být tato forma celosvětově geneticky poměrně uniformní. Došlo-li však k jejímu vzniku několikrát a nezávisle, pak by měli být tito jedinci geneticky poměrně rozliční. Významným krokem k pochopení tohoto aspektu by pak byla studie zaměřená na genetickou diverzitu jak obchodovaných, tak ve volnosti žijících (především v původním areálu) populací.

Další oblastí zájmu mohou být epibionti raka mexického mimo areál samotného jezera, neboť pouze zde byly takové studie prozatím prováděny. Druh se přitom vyskytuje jak v povodí jezera, tak mimo něj (kapitola 2.2.2.). Jejich porovnání by mohlo být zajímavé a rak mexický by mohl posloužit jako vhodný modelový druh pro studium této problematiky.

V průběhu psaní této práce jsem měl možnost svého vlastního odchovu raků mexických. Vedoucí mé práce mi poskytnul vybavení k odchovu a jednu samici. Následně jsem si pořídil v nejmenovaném obchodu s akvarijními zvířaty 4 dospělé raky (jednu samici a tři samce). Každý z těchto raků stál 190 korun českých, což odpovídá obvyklým cenám na českém trhu. Odchov těchto raků je velmi jednoduchý, jedná se o raky, kteří patří mezi oportunisty a lze je krmit širokým spektrem různé potravy. Primárním cílem vlastního odchovu raků byla fotodokumentace do mé práce. Bez patřičného vybavení je u těchto raků velice složité pořídit kvalitní fotografie, a to vzhledem k jejich malé velikosti těla. Vedlejším cílem byla pak snaha o zdokumentování reprodukce raků. V samotnou reprodukci (páření) a následného nakladení vajíček jsem nedoufal, nicméně k tomuto procesu došlo v momentě, kdy jsem nebyl přítomný a neměl jsem možnost tuto situaci zdokumentovat. Samičku se snůškou vajíček jsem už možnost zdokumentovat měl, nicméně z neznámých důvodů se po pár dnech změnila barva jejich vajíček z tmavě zelené na sytě oranžovou barvu. To, značí, že vajíčka nebyla oplodněna, nebo že se nevyvíjí.

U chovu těchto raků mě zaujal vzájemný kanibalismus. Ten jsem měl možnost pozorovat hned po nákupu raků. Raci byly umístěny stejně jako akvarijní rybky do plastových sáčků pod kyslíkovou atmosférou, kde byl velmi omezený prostor. I při velmi rychlém přesunu do akvária byla postižena zejména samice, které chyběli tři končetiny. Tyto jí ale časem úspěšně zregenerovali. Rovněž při úhynu jednoho jedince během chovu byl tento rak během několika hodin zcela zkonsumován. Hobbs (1991) ve své knize uvádí, že při vysoké hustotě jsou tyto raci schopni vzájemného kanibalismu. Marshall a kol. (1960) a Guan a kol. (1998) zmiňují, že raci mají sklony ke kanibalismu, který úzce souvisí s ročním obdobím, stářím raka nebo přítomností živočišných bílkovin v potravě. Guan a kol. (1998) podotýká, že kanibalismus byl nejběžnější během léta a na podzim.

Další poznatky spíše vycházejí z mé první zkušenosti s chovem raků. Zaujalo mě, jak se raci v akváriu chovají, jak se pohybují a využívají ocasního vějíře ve vodním sloupci. Zaujala mě i jejich adaptace a přizpůsobení se k jakékoliv potravě. Především v počátcích jsem jim krom komerčních plnohodnotných granulí pro koryše zkoušel předkládat i další potravu rostlinného i živočišného původu. Široké spektrum potravy (syrové maso, šunka, mrkev, okurka, salát) se setkala s kladným příjmem.

4. Závěr

Raci jsou rozšířenou skupinou organismů, jenž vždy vzbuzovali pozornost člověka. Není tak překvapivé, že se určité druhy objevily i na místech, kde jsou původními. Jedním takovým příkladem je i rak mexický, který je známý svým původním areálem lokalizovaným v Mexiku. Tento rak je první druh ze skupiny trpasličích raků, který byl v roce 2017 nalezen mimo severoamerický kontinent. Konkrétně byl pozorován ve volnosti v termálním jezírku v maďarské Budapešti. Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování ucelené literární rešerše o raku mexickém a definování hlavních, doposud neznámých biologických charakteristik tohoto druhu. Rak mexický je v dnešní době velice populárním raketem mezi akvaristickými chovateli. Je prodáván v širokém rozmezí zemí po celém světě, což může vést k jeho dalším introdukcím. Kromě sumarizace dostupných informací o daném druhu shrnuje tato bakalářská práce i základní nedostatky o jeho biologii. Ve své budoucí diplomové práci bych se rád zaměřil především na hlubší poznání reprodukce tohoto druhu.

5. Přehled použité literatury

- AHERN D., ENGLAND J., ELLIS A., 2008. THE VIRILE CRAYFISH, *ORCONECTES VIRILIS* (HAGEN, 1870) (CRUSTACEA: DECAPODA: CAMBARIDAE), IDENTIFIED IN THE UK. AQUATIC INVASIONS 3(1):102–104.
- ÁLVAREZ-NORUEGA F., 2004. ESTUDIO POBLACIONAL DE *CAMBARELLUS MONTEZUMAE* EN LA PISTA DE REMO Y CANOTAJE “VIRGILIO URIBE”; XOCHIMILCO, MÉXICO, D.F. TESIS DE LICENCIATURA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, MÉXICO, D.F., 50 P.
- A CRANDALL K., 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.
- ALADRO-LUBEL M. A., MARTÍNEZ-MURILLO M. E., 1999. EPIBIOTIC PROTOZOA (CILIOPHORA) ON A COMMUNITY OF *THALASSIA TESTUDINUM* BANKS EX KÖNIG IN A CORAL REEF IN VERACRUZ, MEXICO. *AQUATIC BOTANY* 65(1–4): 239–254.
- ALCORLO P., GEIGER W., OTERO M., 2008. REPRODUCTIVE BIOLOGY AND LIFE CYCLE OF THE INVASIVE CRAYFISH *PROCAMBARUS CLARKII* (CRUSTACEA: DECAPODA) IN DIVERSE AQUATIC HABITATS OF SOUTH-WESTERN SPAIN: IMPLICATIONS FOR POPULATION CONTROL. *FUNDAMENTAL AND APPLIED LIMNOLOGY/ARCHIV FÜR HYDROBIOLOGIE* 173(3): 197–212.
- ALDERMAN D. J., POLGLASE J. L., 1986. *APHANOMYCES ASTACI*: ISOLATION AND CULTURE. *JOURNAL OF FISH DISEASES* 9(5): 367–379.
- ALDERMAN D. J., 1996. GEOGRAPHICAL SPREAD OF BACTERIAL AND FUNGAL DISEASES OF CRUSTACEANS. *REVUE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE L'OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES* 15 (2): 603–632.
- ALEKHNOVICH A., KULESH V., 1996. COMPARATIVE ANALYSIS OF REPRODUCTION OF NARROW-CLAWED CRAYFISH, *ASTACUS LEPTODACTYLUS* IN ITS EASTERN AREA. *FRESHWATER CRAYFISH* 11: 339–347.
- ALFARO J., 1996. EFFECT OF 17 -METHYLTESTOSTERONE AND 17 -HYDROXYPROGETERONE ON THE QUALITY OF WHITE SHRIMP *PENAEUS VANNAMEI* SPERMATOPHORES. *JOURNAL OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY* 27(4): 487–492.
- ALI M., WOOTTON R. J., 1999. COPING WITH RESOURCE VARIATION: EFFECT OF CONSTANT AND VARIABLE INTERVALS BETWEEN FEEDING ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AT FIRST SPAWNING OF FEMALE THREESPINED STICKLEBACKS. *JOURNAL OF FISH BIOLOGY* 55(1): 211–220.
- ALTNER H., HATT H., ALTNER I., 1983. STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF THE MECHANORECEPTORS AND CHEMORECEPTORS IN THE ANTERIOR ESOPHAGEAL SENSILLA OF THE CRAYFISH, *ASTACUS ASTACUS*. *CELL AND TISSUE RESEARCH* 228: 357–374.
- AMEYAW-AKUMFI C. E., HAZLETT B. A., 1975. SEX RECOGNITION IN THE CRAYFISH *PROCAMBARUS CLARKII*. *SCIENCE, NEW YORK* 190(4220): 1225–1226.

- ANDREWS E.A. 1906. THE ANNULUS VENTRALIS. PROCEEDINGS OF THE BOSTON SOCIETY OF NATURAL HISTORY 32: 427–479.
- ANDREWS E. A., 1907. THE YOUNG OF THE CRAYFISHES *ASTACUS* AND *CAMBARUS*. SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO KNOWLEDGE 35: 1–79.
- AVAVULT J.W.(JR), ROMAIRE, R.P., MILTNER M.R., 1981. FEEDS AND FORAGES FOR RED SWAMP CRAWFISH, *PROCAMBARUS CLARKII*: 15 YEARS RESEARCH AT THE LOUISIANA STATE UNIVERSITY REVIEWED. FRESHWATER CRAYFISH 5: 362–369.
- AVAVULT J.W. JR., HUNER J.V., 1985. CRAWFISH CULTURE IN THE UNITED STATES. IN: HUNER J.V. Y E.E. BROWN (EDS.); CRUSTACEAN AND MOLLUSK AQUACULTURE IN THE UNITED STATES. AVI PUBLISHING COMPANY. WESTPENT, CONNECTICUT 1–61 PP.
- AZEVEDO-SANTOS V. M., PELICICE F. M., LIMA-JUNIOR D. P., MAGALHÃES A. L. B., ORSI M. L., VITULE J. R. S., AGOSTINHO A. A., 2015. HOW TO AVOID FISH INTRODUCTIONS IN BRAZIL: EDUCATION AND INFORMATION AS ALTERNATIVES. NATUREZA & CONSERVAÇÃO 13(2): 123–132.
- BARTLEY D. M., SUBASINGHE R. P., 1996. HISTORICAL ASPECTS OF INTERNATIONAL MOVEMENT OF LIVING AQUATIC SPECIES. REVUE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE-OFFICE INTERNATIONAL DES ÉPIZOOTIES 15: 387–396.
- BARUCH-MORDO S., BRECK S. W., WILSON K. R., BRODERICK J., 2011. THE CARROT OR THE STICK? EVALUATION OF EDUCATION AND ENFORCEMENT AS MANAGEMENT TOOLS FOR HUMAN-WILDLIFE CONFLICTS. PLOS ONE 6(1): e15681.
- BAUER U., HATT H., 1980. DEMONSTRATION OF 3 DIFFERENT TYPES OF CHEMOSENSITIVE UNITS IN THE CRAYFISH CLAW USING A COMPUTERIZED EVALUATION. NEUROSCIENCE LETTERS 17(1–2): 209–214.
- BELANGER R. M., MOORE P. A., 2006. THE USE OF THE MAJOR CHELAE BY REPRODUCTIVE MALE CRAYFISH (*ORCONECTES RUSTICUS*) FOR DISCRIMINATION OF FEMALE ODOURS. BEHAVIOUR 143(6): 713–732.
- BELANGER R. M., MOORE P. A., 2009. THE ROLE OF THE MAJOR CHELAE IN THE LOCALIZATION AND SAMPLING OF FEMALE ODOURS BY MALE CRAYFISH, *ORCONECTES RUSTICUS* (GIRARD, 1852). CRUSTACEANA, 653–668.
- BELLE C. C., WONG J. Q. H., YEO D. C. J., TAN S. H., TAN H. H., CLEWS E., TODD P. A., 2011. ORNAMENTAL TRADE AS A PATHWAY FOR AUSTRALIAN REDCLAW CRAYFISH INTRODUCTION AND ESTABLISHMENT. AQUATIC BIOLOGY 12(1): 69–79.
- BITTER F., 2006. WIRBELLOSE IM SÜBWASSERAQUARIUM—GARNELEN, KREBSE, KRABBen & Co. AQUARISTIK SONDERHEFT 1.
- BRADBURY J. P., 2000. LIMNOLOGIC HISTORY OF LAGO DE PATZCUARO, MICHUACAN, MEXICO FOR THE PAST 48,000 YEARS: IMPACTS OF CLIMATE AND MAN. PALEOGEOGRAPHY, PALAEOCLIMATOLOGY, PALAEOECOLOGY 163(1–2):69–95.
- BOHMAN P., EDSMAN L., MARTIN P., SCHOLTZ G., 2013. THE FIRST MARMORKREBS (DECAPODA: ASTACIDA: CAMBARIDAE) IN SCANDINAVIA.

- BOVBJERG R. V., 1956. SOME FACTORS AFFECTING AGGRESSIVE BEHAVIOR IN CRAYFISH. *PHYSIOLOGICAL ZOOLOGY* 29(2): 127–136.
- BRAY W.A., LAWRENCE A.L., LEUNG-TRUJILLO J.R., 1989. REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF ABLATED *PENAEUS STYLIROSTRIS* FED A SOY LECITHIN SUPPLEMENT. *JOURNAL OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY* 20: 19A.
- BRIGGS D. E., CROWTHER P. R., 2008. *PALAEOBIOLOGY II*. WILEY-BLACKWELL 460–464 p.
- BURTON T., KNOTT B., JUDGE D., VERCOE P., BREARLEY A., 2007. EMBRYONIC AND JUVENILE ATTACHMENT STRUCTURES IN *CHERAX CAINI* (DECAPODA: PARASTACIDAE): IMPLICATIONS FOR MATERNAL CARE. *THE AMERICAN MIDLAND NATURALIST* 157(1): 127–137.
- BUŘIČ, M., KOUBA, A., KOZÁK, P., 2009. SPRING MATING PERIOD IN *ORCONECTES LIMOSUS*: THE REASON FOR MOVEMENT. *AQUATIC SCIENCES* 71(4): 473.
- BUŘIČ M., KOUBA A., KOZÁK P., 2010A. INTRA-SEX DIMORPHISM IN CRAYFISH FEMALES. *ZOOLOGY* 113(5): 301–307.
- BUŘIČ M., KOUBA A., KOZÁK, P., 2010B. MOLTING AND GROWTH IN RELATION TO FORM ALTERNATIONS IN THE MALE SPINY-CHEEK CRAYFISH *ORCONECTES LIMOSUS*. *ZOOLOGICAL STUDIES* 49(1): 28–38.
- BUŘIČ M., HULÁK M., KOUBA A., PETRUSEK A., KOZÁK P., 2011. A SUCCESSFUL CRAYFISH INVADER IS CAPABLE OF FACULTATIVE PARTHENOGENESIS: A NOVEL REPRODUCTIVE MODE IN DECAPOD CRUSTACEANS. *PLOS ONE*, 6(5), e20281.
- BUŘIČ M., KOUBA A., KOZÁK P., 2013. REPRODUCTIVE PLASTICITY IN FRESHWATER INVADER: FROM LONG-TERM SPERM STORAGE TO PARTHENOGENESIS. *PLOS ONE*, 8(10): e77597.
- CALADO R., LIN J., RHYNE A. L., ARAÚJO R., NARCISO L., 2003. MARINE ORNAMENTAL DECAPODS POPULAR, PRICEY, AND POORLY STUDIED. *JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY* 23(4): 963–973.
- CRANDALL K. A., BUHAY J. E., 2007. GLOBAL DIVERSITY OF CRAYFISH (ASTACIDAE, CAMBARIDAE, AND PARASTACIDAE—DECAPODA) IN FRESHWATER. IN *FRESHWATER ANIMAL DIVERSITY ASSESSMENT*: 295–301. SPRINGER, DORDRECHT.
- CAVALIER-SMITH T., CHAO E.E.Y., 2006. PHYLOGENY AND MEGASYSTEMATICS OF PHAGOTROPHIC HETEROKONTS. *JOURNAL OF MOLECULAR EVOLUTION* 62(4): 388–420.
- CERANIUS L., SÖDERHÄLL K., 1984A. CHEMOTAXIS IN *APHANOMYCES ASTACI*, AN ARTHROPOD PARASITIC FUNGUS. *JOURNAL OF INVERTEBRATE PATHOLOGY* 4(2): 278–281.
- CERANIUS L., SÖDERHÄLL K., 1984B. REPEATED ZOOSPORE EMERGENCE FROM ISOLATED SPORE CYSTS OF *APHANOMYCES ASTACI*. *EXPERIMENTAL MYCOLOGY* 8(4): 370–377.
- CERANIUS L., SÖDERHÄLL K., PERSSON M., AXAJON R., 1988. THE CRAYFISH PLAGUE FUNGUS *APHANOMYCES ASTACI* DIAGNOSIS, ISOLATION, AND PATHOBIOLOGY. *FRESHWATER CRAYFISH* 7(13): 131–144.
- CERANIUS L., BANGYEEKHUN E., KEYSER P., SÖDERHÄLL K., 2003. HOST PROPHENOLOXIDASE EXPRESSION IN FRESHWATER CRAYFISH IS LINKED TO INCREASED RESISTANCE TO THE

- CRAYFISH PLAGUE FUNGUS, *APHANOMYCES ASTACI*. CELLULAR MICROBIOLOGY 5(5): 353–357.
- CLARKE M., 2007. SHOPS SELLING ILLEGAL TROPICAL CRAYFISH. PRACTICAL FISHKEEPING.
- COREY S., 1987. COMPARATIVE FECUNDITY OF FOUR SPECIES OF CRAYFISH IN SOUTHWESTERN ONTARIO, CANADA (DECAPODA, ASTACIDEA). CRUSTACEANA 52(3): 276–286.
- COUCH J. C., 1983. DISEASES CAUSED BY PROTOZOA. IN: A. J. PROVENZANO (ED.), THE BIOLOGY OF CRUSTACEA, NEW YORK 6: 79–111.
- CUNNINGHAM C. O., 2002. MOLECULAR DIAGNOSIS OF FISH AND SHELLFISH DISEASES: PRESENT STATUS AND POTENTIAL USE IN DISEASE CONTROL. AQUACULTURE 206(1–2): 19–55.
- D’ABRAMO L.R., ROBINSON E.H., 1989. NUTRITION OF CRAYFISH. REVIEWS IN AQUATIC SCIENCES 1(4): 711–728.
- D’ABRAMO L.R., 1997. TRIACYLGLYCEROLS AND FATTY ACIDS. IN: CRUSTACEAN NUTRITION, D’ABRAMO, L.R., CONKLIN, D.E. AND AKIYAMA, D.M. (EDS.), ADVANCES IN WORLD AQUACULTURE 6: 71–84.
- DAVIS D.A., ROBINSON E.H., 1986. ESTIMATION OF THE DIETARY LIPID REQUIREMENT LEVEL OF THE WHITE CRAYFISH *PROCAMBARUS ACUTUS ACUTUS*. JOURNAL OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY 17(1–4): 37–43.
- DE LEÓAN G.P.P., GARCÍA-PRIETO L., LEÓAN-RÉGGAGNON V., CHOUDHURY A., 2000. HELMINTH COMMUNITIES OF NATIVE AND INTRODUCED FISHES IN LAKE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO. JOURNAL OF FISH BIOLOGY 57(2): 303–325.
- DIÉGUEZ-URIBEONDO J., SÖDERHÄLL K., 1993. *PROCAMBARUS CLARKII* GIRARD AS A VECTOR FOR THE CRAYFISH PLAGUE FUNGUS, *APHANOMYCES ASTACI* SCHIKORA. AQUACULTURE AND FISHERIES MANAGEMENT 24(6): 761–765.
- DI STEFANO R. J., LITVAN M. E., HORNER P. T., 2009. THE BAIT INDUSTRY AS A POTENTIAL VECTOR FOR ALIEN CRAYFISH INTRODUCTIONS: PROBLEM RECOGNITION BY FISHERIES AGENCIES AND A MISSOURI EVALUATION. FISHERIES 34(12): 586–597.
- DONG W. L., HOU C. C., YANG W. X., 2015. MITOCHONDRIAL PROHIBITIN AND ITS UBIQUITINATION DURING CRAYFISH *PROCAMBARUS CLARKII* SPERMIOGENESIS. CELL AND TISSUE RESEARCH 359(2): 679–692.
- DRAKE D. A. R., MERCADER R., DOBSON T., MANDRAK N. E., 2015. CAN WE PREDICT RISKY HUMAN BEHAVIOUR INVOLVING INVASIVE SPECIES? A CASE STUDY OF THE RELEASE OF FISHES TO THE WILD. BIOLOGICAL INVASIONS 17(1): 309–326.
- DUBÉ P., PORTELANCE B., 1992. TEMPERATURE AND PHOTOPERIOD EFFECTS ON OVARIAN MATURATION AND EGG LAYING OF THE CRAYFISH, *ORCONECTES LIMOSUS*. AQUACULTURE 102(1–2): 161–168.
- DUGGAN I. C., RIXON C. A., MACISAAC H. J., 2006. POPULARITY AND PROPAGULE PRESSURE: DETERMINANTS OF INTRODUCTION AND ESTABLISHMENT OF AQUARIUM FISH. BIOLOGICAL INVASIONS 8(2): 377–382.

- ĎURIŠ Z., HORKÁ I., VAVRICEK O., 2001. K POPULACNI EKOLOGII RAKU NA KARVINSKU (ON POPULATION ECOLOGY OF CRAYFISH IN THE KARVINA DISTRICT). *BIOLOGIE EKOLOGIE* 8: 118–126.
- DUNHAM D. W., OH J. W., 1992. CHEMICAL SEX DISCRIMINATION IN THE CRAYFISH, *PROCAMBARUS CLARKII*: ROLE OF ANTENNULES. *JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY* 18(12): 2363–2372.
- EDGERTON B.F., HENTTONEN P., JUSSILA J., MANNONEN A., PAASONEN P., TAUGBØL T., EDSMAN L. AND SOUTY-GROSSET C., 2004. UNDERSTANDING THE CAUSES OF DISEASE IN EUROPEAN FRESHWATER CRAYFISH. *CONSERVATION BIOLOGY* 18(6): 1466–1474.
- EDSMAN L., 2004. THE SWEDISH STORY ABOUT IMPORT OF LIVE CRAYFISH. *BULLETIN FRANÇAIS DE LA PÊCHE ET DE LA PISCICULTURE* (372–373): 281–288.
- ELIAKOVA G., GORIACHKINA V., 1966. SOME FEATURES OF THE CRAYFISH SPERMATOCYTE ULTRASTRUCTURE. IN INTERNATIONAL CONGRESS FOR ELECTRON MICROSCOPY, KYOTO, JAPAN; AUGUST 28TH–SEPTEMBER 4TH.
- FAULKES Z., 2013. HOW MUCH IS THAT CRAYFISH IN THE WINDOW? ONLINE MONITORING OF MARMORKREBS, *PROCAMBARUS FALLAX F. VIRGINALIS* (HAGEN, 1870) IN THE NORTH AMERICAN PET TRADE. *FRESHWATER CRAYFISH* 19(1): 39–44.
- FAULKES Z., 2015A. A BOMB SET TO DROP: PARTHENOGENETIC MARMORKREBS FOR SALE IN IRELAND, A EUROPEAN LOCATION WITHOUT NON-INDIGENOUS CRAYFISH. *MANAGEMENT OF BIOLOGICAL INVASIONS* 6(1): 111–114.
- FAULKES Z., 2015B. MARMORKREBS (*PROCAMBARUS FALLAX F. VIRGINALIS*) ARE THE MOST POPULAR CRAYFISH IN THE NORTH AMERICAN PET TRADE. *KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS* 416: 20.
- FAULKES Z., 2015C. THE GLOBAL TRADE IN CRAYFISH AS PETS. *CRUSTACEAN RESEARCH* 44: 75–92.
- FAULKES Z., 2017, JANUARY). SLIPPING PAST THE BARRICADES: THE ILLEGAL TRADE OF PET CRAYFISH IN IRELAND. IN *BIOLOGY AND ENVIRONMENT: PROCEEDINGS OF THE ROYAL IRISH ACADEMY* 117(1): 15–23).
- FAULKES Z., 2018. PROHIBITING PET CRAYFISH DOES NOT CONSISTENTLY REDUCE THEIR AVAILABILITY ONLINE. *NAUPLIUS* 26 P.
- FELGENHAUER B. E., SCHRAM E R., 1978. DIFFERENTIAL EPIBIONT FOULING IN RELATION TO GROOMING BEHAVIOR IN *PULAEMONETES KUDIAKENSIS*. *FIELDIANA ZOOLOGY* 72: 83–100.
- FERNANDEZ-LEBORANS G., TATO-PORTO M. L., 2000. A REVIEW OF THE SPECIES OF PROTOZOAN EPIBIONTS ON CRUSTACEANS. II. SUCTORIAN CILIATES. *CRUSTACEANA INTERNATIONAL JOURNAL OF CRUSTACEAN RESEARCH* 73(10): 1205–1238.
- FERNANDEZ-LEBORANS G., 2009. A REVIEW OF RECENTLY DESCRIBED EPIBIOSES OF CILIATE PROTOZOA ON CRUSTACEA. *CRUSTACEANA* 82(2): 167–189.
- FERNANDEZ-LEBORANS G., 2010. EPIBIOSIS IN CRUSTACEA: AN OVERVIEW. *CRUSTACEANA* 83(5): 549.

- GONELLA H., 1999. KREBSE, KRABBen UND GARNELEN IM SÜBWASSERAQUARIUM. BEDE-VERLAG.
- GOZLAN R. E., PEELER E. J., LONGSHAW M., ST-HILAIRE S., FEIST S. W., 2006. EFFECT OF MICROBIAL PATHOGENS ON THE DIVERSITY OF AQUATIC POPULATIONS, NOTABLY IN EUROPE. MICROBES AND INFECTION 8(5): 1358–1364.
- GUAN R. Z., WILES P. R., 1998. FEEDING ECOLOGY OF THE SIGNAL CRAYFISH *PACIFASTACUS LENIUSCULUS* IN A BRITISH LOWLAND RIVER. AQUACULTURE 169(3–4): 177–193.
- GUIASU R.C., 2002. *CAMBARUS*. IN: HOLDICH, D.M. (ED.), BIOLOGY OF FRESHWATER CRAYFISH. BLACKWELL SCIENTIFIC, OXFORD 609–634.
- HAMR P., BERRILL M., 1985. THE LIFE HISTORIES OF NORTH-TEMPERATE POPULATIONS OF THE CRAYFISH *CAMBARUS ROBUSTUS* AND *CAMBARUS BARTONI*. CANADIAN JOURNAL OF ZOOLOGY 63(10): 2313–2322.
- HAMR P., 1990. COMPARATIVE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE TASMANIAN FRESHWATER CRAYFISHES *ASTACOPSIS GOULDI CLARK*, *ASTACOPSIS FRANKLINII*, GRAY AND *PARASTACOIDES TASMANICUS CLARK* (DECAPODA: PARASTACIDAE) (DOCTORAL DISSERTATION, UNIVERSITY OF TASMANIA).
- HAMR P., 1992. EMBRYONIC AND POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT IN THE TASMAN FRESHWATER CRAYFISHES *ASTACOPSIS GOULDI*, *ASTACOPSIS FRANKLINII* AND *PARASTACOIDES TASMANICUS TASMANICUS* (DECAPODA: PARASTACIDAE). MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 43(4): 861–878.
- HAMR P., 2002. BIOLOGY OF FRESHWATER CRAYFISH. IN: HOLDICH D. (ED.), BLACKWELL PUBLISHING LTD., OXFORD.
- HAREL M., TANDLER A., KISSIL G.S., APPLEBAUM S.W., 1995. THE ROLE OF BROODSTOCK DIETARY PROTEIN IN VITELLOGENIN SYNTHESIS AND OOCYTE DEVELOPMENT AND ITS EFFECT ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN GILHEAD SEABREAM *SPARUS AURATA*. IN: GOETZ F.W. Y THOMAS A., (EDS.); REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY OF FISH, FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 2–8 OF JULY, UNIVERSITY OF AUSTIN TEXAS, U.S.A. 105–107.
- HATT H., BAUER U., 1980. SINGLE UNIT ANALYSIS OF MECHANOSENSITIVE AND CHEMOSENSITIVE NEURONS IN THE CRAYFISH CLAW. NEUROSCIENCE LETTERS 17(1–2): 203–207.
- HIMMELMAN J.H., 1980. SYNCHRONIZATION OF SPAWNING IN INVERTEBRATES BY PHYTOPLANKTON. IN: CLARK W.H. Y ADAMS T.S. (EDS.), ADVANCES IN INVERTEBRATE REPRODUCTION, DEVELOPMENT IN ENDOCRINOLOGY VOLUME 11, ELSEVIER, NORTH HOLLAND 3–19.
- HINOJOSA-GARRO, D., 2001. RELACIÓN INTRAESPECÍFICA ENTRE EL ACOCIL *CAMBARELLUS (MONTEZUMAE)* LERMENIS Y LA CARPA *CYPRINUS CARPIO* EN EMBALSES SOMEROS DEL ALTO LERMA. TESIS DE LICENCIATURA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, MÉXICO, D.F. 43.

- HOBBS, H.H. JR., 1974A. SYNOPSIS OF THE FAMILIES AND GENERA OF CRAYFISHES (CRUSTACEA: DECAPODA). SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO ZOOLOGY 164: 17.
- HOBBS, H.H. JR., 1974B. A CHECKLIST OF THE NORTH AND MIDDLE AMERICAN CRAYFISHES (DECAPODA: ASTACIDAE AND CAMBARIDAE). SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO ZOOLOGY 166: 8.
- HOBBS H.H. JR., HOBBS III, H. H., DANIEL, M. A., 1977. A REVIEW OF THE TROGLOBITIC DECAPOD CRUSTACEANS OF THE AMERICAS. SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO ZOOLOGY.
- HOBBS H.H. JR., HORTON H., 1989. AN ILLUSTRATED CHECKLIST OF THE AMERICAN CRAYFISHES (DECAPODA: ASTACIDAE, CAMBARIDAE, AND PARASTACIDAE). SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO ZOOLOGY, NO. 480. SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS, WASHINGTON, DC, USA, iii + 236.
- HOBBS H.H. JR., 1991. DECAPODA. IN: THORP H. YA.P. COVICH (EDS.) ECOLOGY AND CLASSIFICATION OF NORTH AMERICAN FRESHWATER INVERTEBRATES. ACADEMIC PRESS 823–874.
- HOBBS III H.H., 2001. DECAPODA. IN: THORP, J.H., COVICH, A.P. (EDS.), ECOLOGY AND CLASSIFICATION OF NORTH AMERICAN FRESHWATER INVERTEBRATES, 2ND ED. ACADEMIC PRESS, LONDON 955–1001.
- HOLDICH D., 2002. BACKGROUND AND FUNCTIONAL MORPHOLOGY. IN: HOLDICH, D.M., (ED.), BIOLOGY OF FRESHWATER CRAYFISH. BLACKWALL SCIENCE LTD., OXFORD 3–29.
- HOLDICH D., SIBLEY P., PEAY S., 2004. THE WHITE-CLAWED CRAYFISH – A DECADE ON. BRITISH WILDLIFE 15(3):153–164.
- HOLDICH D., PÖCKL M., 2005. ROUNDTABLE SESSION 2: DOES LEGISLATION WORK IN PROTECTING VULNERABLE SPECIES? BULLETIN FRANÇAIS DE LA PÊCHE ET DE LA PISCICULTURE (376–377): 809–827.
- HOLDICH D. M., REYNOLDS J. D., SOUTY-GROSSET C., SIBLEY P. J., 2009A. A REVIEW OF THE EVER-INCREASING THREAT TO EUROPEAN CRAYFISH FROM NON-INDIGENOUS CRAYFISH SPECIES. KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS 11:394–395.
- HOLDICH D. M., SIBLEY P. J., 2009B. ICS AND NICS IN BRITAIN IN THE 2000S. IN CRAYFISH CONSERVATION IN THE BRITISH ISLES. PROCEEDINGS OF A CONFERENCE HELD ON 25TH MARCH 13–33.
- HONAN J. A., 1998. EGG AND JUVENILE DEVELOPMENT OF THE AUSTRALIAN FRESHWATER CRAYFISH *EUASTACUS BISPINOSUS* CLARK (DECAPODA; PARASTACIDAE). PROCEEDINGS OF THE LINNEAN SOCIETY OF NEW SOUTH WALES 119: 37–54.
- HORTON H., HOBBS, JR., 1989. AN ILLUSTRATED CHECKLIST OF THE AMERICAN CRAYFISHES (DECAPODA: ASTACIDAE, CAMBARIDAE, AND PARASTACIDAE). SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS WASHINGTON, D.C, 118.
- HOSSAIN M.S., PATOKA J., KOUBA A., BUŘIČ M., 2018. CLONAL CRAYFISH AS BIOLOGICAL MODEL: A REVIEW ON MARBLED CRAYFISH. BIOLOGIA 73: 841–855.

- HUERTO DELGADILLO R., VARGAS VELÁZQUEZ S., 2014. ESTUDIO ECOSISTÉMICO DEL LAGO DE PÁZCUARO: APORTES EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL FOMENTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE: VOLUMEN II 95–130.
- HULME P. E., BACHER S., KENIS M., KLOTZ S., KÜHN I., MINCHIN D., NENTWIG W, OLENIN S, PANOV V, PERGL J., PYŠEK, P., 2008. GRASPING AT THE ROUTES OF BIOLOGICAL INVASIONS: A FRAMEWORK FOR INTEGRATING PATHWAYS INTO POLICY. JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY 45(2): 403–414.
- HULME P. E., 2009. TRADE, TRANSPORT AND TROUBLE: MANAGING INVASIVE SPECIES PATHWAYS IN AN ERA OF GLOBALIZATION. JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY 46(1): 10–18.
- CHARNIAUX-COTTON H., 1975. HERMAPHRODITISM AND GYNANDROMORPHISM IN MALACOSTRACAN CRUSTACEA. IN: REINBOTH R. (ED.), INTERSEXUALITY IN THE ANIMAL KINGDOM. SPRINGER, BERLIN, HEIDELBERG 91–105.
- CHUCHOLL C., DAUDEY T. 2008. FIRST RECORD OF *ORCONECTES JUVENILIS* (HAGEN, 1870) IN EASTERN FRANCE: UPDATE TO THE SPECIES IDENTITY OF A RECENTLY INTRODUCED *ORCONECTID* CRAYFISH (CRUSTACEA: ASTACIDA). AQUATIC INVASIONS 3(1): 105–107.
- CHUCHOLL C., PFEIFFER M., 2010. FIRST EVIDENCE FOR AN ESTABLISHED MARMORKREBS (DECAPODA, ASTACIDA, CAMBARIDAE) POPULATION IN SOUTHWESTERN GERMANY, IN SYNTOPIC OCCURRENCE WITH *ORCONECTES LIMOSUS* (RAFINESQUE, 1817). AQUATIC INVASIONS 5(4): 405–412.
- CHUCHOLL C., 2013. INVADERS FOR SALE: TRADE AND DETERMINANTS OF INTRODUCTION OF ORNAMENTAL FRESHWATER CRAYFISH. BIOLOGICAL INVASIONS 15(1): 125–141.
- CHUCHOLL C. (2015). MARBLED CRAYFISH GAINING GROUND IN EUROPE: THE ROLE OF THE PET TRADE AS INVASION PATHWAY. FRESHWATER CRAYFISH: A GLOBAL OVERVIEW 83–114.
- CHUCHOLL C., WENDLER F. 2017. POSITIVE SELECTION OF BEAUTIFUL INVADERS: LONG-TERM PERSISTENCE AND BIO-INVASION RISK OF FRESHWATER CRAYFISH IN THE PET TRADE. BIOLOGICAL INVASIONS 19(1): 197–208.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ASTACOLOGY, 1988. LAUSANNE RESOLUTION. FRESHWATER CRAYFISH 7: XI.
- JANSKÝ V., MUTKOVIČ A., 2010. RAK *PROCAMBARUS* SP. (CRUSTACEA: DECAPODA: CAMBARIDAE)–PRVÝ NÁLEZ NA SLOVENSKU. ZBORNIK SLOVENSKEHO NÁRODNEHO MÚZEA (ACTA RERUM NATURALIUM MUSEI NATIONALIS SLOVACI BRATISLAVA) 56: 64–67.
- JERRY D. R., 2001. ELECTRICAL STIMULATION OF SPERMATOPHORE EXTRUSION IN THE FRESHWATER YABBY (*CHERAX DESTRUCTOR*). AQUACULTURE 200(3–4): 317–322.
- JUSSILA J., VREZEC A., MAKKONEN J., KORTET R., KOKKO H., 2015. 8. INVASIVE CRAYFISH AND THEIR INVASIVE DISEASES IN EUROPE WITH THE FOCUS ON THE VIRULENCE EVOLUTION OF THE CRAYFISH PLAGUE. IN BIOLOGICAL INVASIONS IN CHANGING ECOSYSTEMS. SCIENDO MIGRATION 183–211.
- KALOUS L., PATOKA J., KOPECKÝ O., 2015. EUROPEAN HUB FOR INVADERS: RISK ASSESSMENT OF FRESHWATER ORNAMENTAL FISH EXPORTED FROM THE CZECH REPUBLIC. ACTA ICHTHYOLOGICA ET PISCATORIA 45(3): 239–245.

- KELLER R. P., LODGE D. M., 2009. SPECIES INVASIONS FROM COMMERCE IN LIVE AQUATIC ORGANISMS: PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS. *BIO-SCIENCE* 57(5): 428–436.
- KO H. S., KAWAI T., 2001. POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT OF THE KOREAN CRAYFISH, *CAMBAROIDES SIMILIS* (DECAPODA, CAMBARIDAE) REARED IN THE LABORATORY. *ANIMAL SYSTEMATICS, EVOLUTION AND DIVERSITY* 17(1): 35–47.
- KOTOVSKA G., KHRYSTENKO D., PATOKA J., KOUBA A., 2016. EAST EUROPEAN CRAYFISH STOCKS AT RISK: ARRIVAL OF NON-INDIGENOUS CRAYFISH SPECIES. *KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS* 417: 37.
- KOUBA A., 2007. POROVNÁNÍ EMBRYONÁLNÍHO VÝVOJE PŮVODNÍCH A NEPŮVODNÍCH DRUHŮ RAKŮ. DIPLOMOVÁ PRÁCE JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, ČESKÉ BUDĚJOVICE 82 s.
- KOUBA A., PETRUSEK A., KOZÁK P., 2014. CONTINENTAL-WIDE DISTRIBUTION OF CRAYFISH SPECIES IN EUROPE: UPDATE AND MAPS. *KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS* 413: 5.
- KOUBA A., NIKSIRA H., BLÁHA M., 2015. COMPARATIVE ULTRASTRUCTURE OF SPERMATOOZOA OF THE REDCLAW *CHERAX QUADRICARINATUS* AND THE YABBY *CHERAX DESTRUCTOR* (DECAPODA, PARASTACIDAE). *MICRON* 69: 56–61.
- KOZÁK P., BUŘIČ M., POLICAR T., 2006. THE FECUNDITY, TIME OF EGG DEVELOPMENT AND JUVENILE PRODUCTION IN SPINY-CHEEK CRAYFISH (*ORCONECTES LIMOSUS*) UNDER CONTROLLED CONDITIONS. *BULLETIN FRANÇAIS DE LA PÊCHE ET DE LA PISCICULTURE* (380–381): 1171–1182.
- KOZÁK P., ĎURIŠ Z., PETRUSEK A., BUŘIČ M., HORKÁ I., KOUBA A., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., POLICAR T., 2015. BIOLOGIE A CHOV RAKŮ. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD, VODŇANY 20–21.
- KOZUBÍKOVÁ E., PETRUSEK A., ĎURIŠ Z., OIDTMANN B., 2007. *APHANOMYCES ASTACI*, THE CRAYFISH PLAGUE PATHOGEN, MAY BE A COMMON CAUSE OF CRAYFISH MASS MORTALITIES IN THE CZECH REPUBLIC. *BULLETIN OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF FISH PATHOLOGISTS JOURNAL* 27(2): 79.
- KOZUBÍKOVÁ E., PETRUSEK A., 2009. RAČÍ MOR–PŘEHLED DOSAVADNÍCH POZNATKŮ O ZÁVAŽNÉM ONEMOCNĚNÍ RAKŮ A ZHODNOCENÍ SITUACE V ČESKÉ REPUBLICĚ [CRAYFISH PLAGUE–A REVIEW OF THE SEVERE DISEASE OF CRAYFISH AND EVALUATION OF ITS STATUS IN CZECH REPUBLIC]. *BULLETIN VÚRH VODŇANY* 45(2–3): 34–57.
- KOZUBÍKOVÁ E., FILIPOVÁ L., KOZÁK P., ĎURIŠ Z., MARTÍN M. P., DIÉGUEZ-URIBEONDO, J., OIDTMANN B., PETRUSEK A., 2009. PREVALENCE OF THE CRAYFISH PLAGUE PATHOGEN *APHANOMYCES ASTACI* IN INVASIVE AMERICAN CRAYFISHES IN THE CZECH REPUBLIC. *CONSERVATION BIOLOGY* 23(5): 1204–1213.
- LIPTÁK B., VITÁZKOVÁ B., 2015. BEAUTIFUL, BUT ALSO POTENTIALLY INVASIVE. *EKOLOGIA (BRATISLAVA)* 34(2): 155–162.
- LOPEZ GRECO L. S., LO NOSTRO F. L., 2008. STRUCTURAL CHANGES IN THE SPERMATOPHORE OF THE FRESHWATER ‘RED CLAW’ CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1898) (DECAPODA, PARASTACIDAE). *ACTA ZOOLOGICA* 89(2): 149–155.

- LOUGHMAN Z. J., SIMON T. P., 2011. ZOOGEOGRAPHY, TAXONOMY, AND CONSERVATION OF WEST VIRGINIA'S OHIO RIVER FLOODPLAIN CRAYFISHES (DECAPODA, CAMBARIDAE). ZOOKEYS (74): 1.
- LOUREIRO T. G., ANASTÁCIO P. M., BUENO S. L. S., ARAUJO P. B., SOUTY-GROSSET C., ALMERÃO M. P., 2015. DISTRIBUTION, INTRODUCTION PATHWAY, AND INVASION RISK ANALYSIS OF THE NORTH AMERICAN CRAYFISH (DECAPODA: CAMBARIDAE) IN SOUTHEAST BRAZIL. JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 35(1): 88–96.
- LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S., DE POORTER M., 2004. 100 OF THE WORLD'S WORST INVASIVE ALIEN SPECIES. A SELECTION FROM THE GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. THE INVASIVE SPECIES SPECIALIST GROUP (ISSG), A SPECIALIST GROUP OF THE SPECIES SURVIVAL COMMISSION (SSC) OF THE IUCN, GLAND, SWITZERLAND.
- LOWERY R.S., 1988. GROWTH, MOULTING AND REPRODUCTION. IN: HOLDICH, D.M., LOWERY R.S. (EDS), FRESHWATER CRAYFISH, BIOLOGY, MANAGEMENT AND EXPLOITATION. CROOM HELM LTD., LONDON 83–113.
- LUKAS J. A., JOURDAN J., KALINKAT G., EMDE S., MIESEN F. W., JÜNGLING H., BIERBACH, D., 2017. ON THE OCCURRENCE OF THREE NON-NATIVE CICHLID SPECIES INCLUDING THE FIRST RECORD OF A FERAL POPULATION OF PELMATOLAPIA (TILAPIA) MARIAE (BOULENGER, 1899) IN EUROPE. ROYAL SOCIETY OPEN SCIENCE 4(6): 170160.
- MAGALHÃES A. L. B., ANDRADE R. F., 2014. HAS THE IMPORT BAN ON NON-NATIVE RED SWAMP CRAYFISH (CRUSTACEA: CAMBARIDAE) BEEN EFFECTIVE IN BRAZIL? NEOTROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION 10(1): 48–52.
- MAGUIRE I., KLOBUČAR G. I. V., ERBEN R., 2005. THE RELATIONSHIP BETWEEN FEMALE SIZE AND EGG SIZE IN THE FRESHWATER CRAYFISH *AUSTROPOTAMOBIVUS TORRENTIUM*. BULLETIN FRANÇAIS DE LA PÊCHE ET DE LA PISCICULTURE (376–377): 777–785.
- MARSHALL S.M., ORR A.P., 1960. FEEDING AND NUTRITION. IN: WATERMAN T.H. (EDS.), THE PHYSIOLOGY OF CRUSTACEA, VOL. I.- METABOLISM AND GROWTH, ACADEMIC PRESS, NEW YORK 227–247.
- MARTIN P., KOHLMANN K., SCHOLTZ G., 2007. THE PARTHENOGENETIC MARMORKREBS (MARBLED CRAYFISH) PRODUCES GENETICALLY UNIFORM OFFSPRING. NATURWISSENSCHAFTEN 94(10): 843–846.
- MARTIN P., THONAGEL S., SCHOLTZ G., 2016. THE PARTHENOGENETIC MARMORKREBS (MALACOSTRACA: DECAPODA: CAMBARIDAE) IS A TRIPLOID ORGANISM. JOURNAL OF ZOOLOGICAL SYSTEMATICS AND EVOLUTIONARY RESEARCH 54(1): 13–21.
- MASON J. C., 1978. SIGNIFICANCE OF EGG SIZE IN THE FRESHWATER CRAYFISH, *PACIFASTACUS LENIUSCULUS* (DANA). FRESHWATER CRAYFISH 4: 83–92.
- MAYÉN-ESTRADA R., ALADRO-LUBEL M. A., 1998. TRES ESPECIES DE SUCTORES (PROTOZOA: CILIOPHORA) ECTOSIMBIOTES DEL ACOCIL *CAMBARELLUS PATZCUARENSIS*. ANALES INSTITUTE BIOLOGY UNIVERSITY MEXICO, ZOOLOGY 69 (1): 1–12.

- MAYÉN-ESTRADA R., ALADRO-LUBEL M. A., 2000. FIRST RECORD OF *LAGENOPHRYS DENNISI* (CILIOPHORA: PERITRICHIA) ON THE EXOSKELETON OF CRAYFISH *CAMBARELLUS PATZCUARENSIS*. JOURNAL OF EUKARYOTIC MICROBIOLOGY 47(1): 57–61.
- MAYÉN-ESTRADA R., ALADRO-LUBEL M. A., 2001. EPIBIONT PERITRICHIDS (CILIOPHORA: PERITRICHIDA: EPISTYLIDIDAE) ON THE CRAYFISH *CAMBARELLUS PATZCUARENSIS* IN LAKE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MEXICO. JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 21(2): 426–434.
- MAYÉN-ESTRADA R., ALADRO-LUBEL M. A., 2002. DISTRIBUTION AND PREVALENCE OF 15 SPECIES OF EPIBIONT PERITRICH CILIATES ON THE CRAYFISH *CAMBARELLUS PATZCUARENSIS* VILLALOBOS, 1943 IN LAKE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MEXICO. CRUSTACEANA 74 (11):1213–1224.
- MAYÉN-ESTRADA R., UTZ L. R. P., 2018. A CHECKLIST OF SPECIES OF VORTICELLIDAE (CILIOPHORA: PERITRICHIA) EPIBIONTS OF CRUSTACEANS. ZOOTAXA 4500(3): 301–328.
- MILLER-MORGAN T., 2010. A BRIEF OVERVIEW OF THE ORNAMENTAL FISH INDUSTRY AND HOBBY. IN: ROBERTS H. (ED.), FUNDAMENTALS OF ORNAMENTAL FISH HEALTH, BLACKWELL PUBLISHING, NEW YORK 25–32.
- MRUGAŁA A., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., CHUCHOLL C., RESINO S. C., VILJAMAA-DIRKS S. VUKIĆ J., PETRUSEK A., 2015. TRADE OF ORNAMENTAL CRAYFISH IN EUROPE AS A POSSIBLE INTRODUCTION PATHWAY FOR IMPORTANT CRUSTACEAN DISEASES: CRAYFISH PLAGUE AND WHITE SPOT SYNDROME. BIOLOGICAL INVASIONS 17(5): 1313–1326.
- MOCTEZUMA-MALAGÓN A., 1996. BASES BIOLÓGICAS Y TÉCNICAS PARA EL CULTIVO DEL ACOCIL *CAMBARELLUS MONTEZUMAE*. TESIS DE MAESTRÍA. FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS, UNIVERSIDAD DE COLIMA, MANZANILLO, COLIMA 85 P.
- MOGIE M., 1986. AUTOMIXIS: ITS DISTRIBUTION AND STATUS. BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY 28(3): 321–329.
- NIKSIRAT H., KOUBA A., RODINA M., KOZAK, P., 2013. COMPARATIVE ULTRASTRUCTURE OF THE SPERMATOOZOA OF THREE CRAYFISH SPECIES: *AUSTROPOTAMOBIOUS TORRENTIUM*, *PACIFASTACUS LENIUSCULUS*, AND *ASTACUS ASTACUS* (DECAPODA: ASTACIDAE). JOURNAL OF MORPHOLOGY 274(7): 750–758.
- NIKSIRAT H., KOUBA A., KOZÁK P., 2015. ULTRASTRUCTURE OF EGG ACTIVATION AND CORTICAL REACTION IN THE NOBLE CRAYFISH *ASTACUS ASTACUS*. MICRON 68: 115–121.
- NIKSIRAT H., VANCOVÁ M., ANDERSSON L., JAMES P., KOUBA A., KOZÁK, P., 2016. PROTEIN MODIFICATION IN THE POST-MATING SPERMATOPHORE OF THE SIGNAL CRAYFISH *PACIFASTACUS LENIUSCULUS*: INSIGHT INTO THE TYROSINE PHOSPHORYLATION IN A NON-MOTILE SPERMATOOZON. ANIMAL REPRODUCTION SCIENCE 172: 123–130.
- NORO C., LÓPEZ-GRECO L.S., BUCKUP L., 2008. GONAD MORPHOLOGY AND TYPE OF SEXUALITY IN *PARASTACUS DEFOSSUS FAXON* 1898, A BURROWING, INTERSEXED CRAYFISH FROM SOUTHERN BRAZIL (DECAPODA: PARASTACIDAE). ACTA ZOOL-STOCKHOLM 89(1): 59–67.
- OIDTMANN B., 2000. DISEASES IN FRESHWATER CRAYFISH. IN: ROGERS D., BRICKLAND J. CRAYFISH CONFERENCE LEEDS, PROCEEDINGS OF THE CRAYFISH CONFERENCE, LEEDS, GREAT BRITAIN 9–18.
- OIDTMANN B., SCHAEFERS N., CERENIUS L., SÖDERHÄLL K., HOFFMANN R.W., 2004. DETECTION OF GENOMIC DNA OF THE CRAYFISH PLAGUE FUNGUS *APHANOMYCES ASTACI*

- (OOMYCETE) IN CLINICAL SAMPLES BY PCR. VETERINARY MICROBIOLOGY 100(3–4): 269–282.
- PALACIOS-GUILLÉN J.A., 2003. ASPECTOS DE REPRODUCCIÓN, ALIMENTACIÓN Y CRECIMIENTO EN CAUTIVERIO DE *CAMBARELLUS MONTEZUMAE* (SAUSSURE, 1858) (CRUSTACEA: DECAPODA) DE XOCHIMILCO. SERVICIO SOCIAL DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA, CBS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA XOCHIMILCO 44 P.
- PAPAVLASOPOULOU I., PERDIKARIS C., VARDAKAS L., PASCHOS I., 2014. ENEMY AT THE GATES: INTRODUCTION POTENTIAL OF NON-INDIGENOUS FRESHWATER CRAYFISH IN GREECE VIA THE AQUARIUM TRADE. CENTRAL EUROPEAN JOURNAL OF BIOLOGY 9(1): 11–18.
- PÂRVULESCU L., TOGOR A., LELE S. F., SCHEU S., ŞINCA D., PANTELEIT J., 2017. FIRST ESTABLISHED POPULATION OF MARBLED CRAYFISH *PROCAMBARUS FALLAX* (HAGEN, 1870) F. *VIRGINALIS* (DECAPODA, CAMBARIDAE) IN ROMANIA. BIOINVASIONS RECORD 6(4).
- PATOKA J., KALOUS L., KOPECKÝ O., 2014A. RISK ASSESSMENT OF THE CRAYFISH PET TRADE BASED ON DATA FROM THE CZECH REPUBLIC. BIOLOGICAL INVASIONS 16(12): 2489–2494.
- PATOKA J., PETRTÝL M., KALOUS L., 2014B. GARDEN PONDS AS POTENTIAL INTRODUCTION PATHWAY OF ORNAMENTAL CRAYFISH. KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS 414: 13.
- PATOKA J., KALOUS L., KOPECKÝ O., 2015. IMPORTS OF ORNAMENTAL CRAYFISH: THE FIRST DECADE FROM THE CZECH REPUBLIC'S PERSPECTIVE. KNOWLEDGE AND MANAGEMENT OF AQUATIC ECOSYSTEMS 416: 04.
- PATOKA J., BUŘIČ M., KOLÁŘ V., BLÁHA M., PETRTÝL M., FRANTA P., TROPEK R., KALOUS L., PETRUSEK A., KOUBA A., 2016. PREDICTIONS OF MARBLED CRAYFISH ESTABLISHMENT IN CONURBATIONS FULFILLED: EVIDENCES FROM THE CZECH REPUBLIC. BIOLOGIA 71(12): 1380–1385.
- PATOKA, J., BUŘIČ, M., BLÁHA, M., KOUBA, A., ĎURIŠ, Z., 2017. ČESKÉ NÁZVY ŽIVOČICHŮ VIII. DESETINOŽCI (DECAPODA) INFRAŘÁD RAKOTVÁRNÍ (ASTACIDEA). NÁRODNÍ MUZEUM (ZOOLOGICKÉ ODDĚLENÍ), PRAHA.
- PATOKA J., MAGALHÃES A. L. B., KOUBA A., FAULKES Z., JERIKHO R., VITULE J. R. S., 2018. INVASIVE AQUATIC PETS: FAILED POLICIES INCREASE RISKS OF HARMFUL INVASIONS. BIODIVERSITY AND CONSERVATION 27(11): 3037–3046.
- PAYNE J.F., 1997. ADAPTIVE SUCCESS WITHIN THE CAMBARID LIFE CYCLE. FRESHWATER CRAYFISH 11: 1–12.
- PEAY S., 2009. INVASIVE NON-INDIGENOUS CRAYFISH SPECIES IN EUROPE: RECOMMENDATIONS ON MANAGING THEM. KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS 394–395: 03.
- PEAY S., HOLDICH D. M., BRICKLAND J., 2010. RISK ASSESSMENTS OF NON-INDIGENOUS CRAYFISH IN GREAT BRITAIN. FRESHWATER CRAYFISH 17(1): 109–122.
- PEDRAZA-LARA C., DOADRIO I., BREINHOLT J.W., CRANDALL K.A., 2012. PHYLOGENY AND EVOLUTIONARY PATTERNS IN THE DWARF CRAYFISH SUBFAMILY (*DECAPODA: CAMBARELLINAE*). PLOS ONE 7(11): e48233.

- PEKNY R., LUKHAUP C., 2005. AQUARIENKREBSE IN EUROPA—EINE RASANTE ENTWICKLUNG! 2. INTERNATIONALE FLUSSKREBSTAGUNG, BADEN 78–94.
- PERDIKARIS C., KOZÁK P., KOUBA A., KONSTANTINIDIS E., PASCHOS I., 2012. SOCIO ECONOMIC DRIVERS AND NON-INDIGENOUS FRESHWATER CRAYFISH SPECIES IN EUROPE. KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS 404: 01.
- PERDIKARIS C., KONSTANTINIDIS E., GEORGIADIS C., KOUBA A., 2017. FRESHWATER CRAYFISH DISTRIBUTION UPDATE AND MAPS FOR GREECE: COMBINING LITERATURE AND CITIZEN-SCIENCE DATA. KNOWLEDGE MANAGEMENT AQUATIC ECOSYSTEMS 418: 51.
- PLOEG A., 2007. THE VOLUME OF THE ORNAMENTAL FISH TRADE, INTERNATIONAL TRANSPORT OF LIVE FISH IN THE ORNAMENTAL AQUATIC INDUSTRY. ORNAMENTAL FISH INTERNATIONAL JOURNAL 2: 48–61.
- PLOEG A., 2013. TRADE – THE STATUS OF THE ORNAMENTAL AQUATIC INDUSTRY. ORNAMENTAL FISH INTERNATIONAL JOURNAL., 72, 11–13.
- PRICE J. O., PAYNE J. F. 1984. POSTEMBRYONIC TO ADULT GROWTH AND DEVELOPMENT IN THE CRAYFISH *ORCONECTES NEGLECTUS* CHAENODACTYLUS WILLIAMS, 1952 (DECAPODA, ASTACIDEA). CRUSTACEANA 46: 176–194.
- PSENICKA M., RODINA M., LINHART O., 2010. ULTRASTRUCTURAL STUDY ON THE FERTILISATION PROCESS IN STURGEON (*ACIPENSER*), FUNCTION OF ACROSOME AND PREVENTION OF POLYSPERMY. ANIMAL REPRODUCTION SCIENCE 117(1–2): 147–154.
- PUTRA M.D., BLÁHA M., WARDIATNO Y., KRISANTI M., YONVITNER JERIKHO R., KAMAL M.M., MOJŽIŠOVÁ M., BYSTRICKÝ P.K., KOUBA A., KALOUS L., PETRUSEK A., PATOKA J., 2018. *PROCAMBARUS CLARKII* (GIRARD, 1852) AND CRAYFISH PLAGUE AS NEW THREATS FOR BIODIVERSITY IN INDONESIA. AQUATIC CONSERVATION: MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS 28(6): 1434–1440.
- REYNOLDS J. D., 2002. GROWTH AND REPRODUCTION. IN: HOLDICH, D.M, (ED.), BIOLOGY OF FRESHWATER CRAYFISH. BLACKWELL SCIENCE LTD., OXFORD 151–191.
- RHYNE A. L., TLUSTY M. F., SCHOFIELD P. J., KAUFMAN L. E. S., MORRIS JR J. A., BRUCKNER A. W., 2012. REVEALING THE APPETITE OF THE MARINE AQUARIUM FISH TRADE: THE VOLUME AND BIODIVERSITY OF FISH IMPORTED INTO THE UNITED STATES. PLOS ONE 7(5): E35808.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ H., GARCÍA-ULLOA M., HERNÁNDEZ-LLAMAS A., VILLARREAL H., 2006. EFFECT OF DIETARY PROTEIN LEVEL ON SPAWNING AND EGG QUALITY OF REDCLAW CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS*. AQUACULTURE 257(1–4): 412–419.
- RODRÍGUEZ-SERNA M. 1999. BIOLOGÍA Y SISTEMÁTICA DE LOS CAMBÁRIDOS DEL SUDESTE DE MÉXICO Y SU POTENCIAL APROVECHAMIENTO EN LA ACUICULTURA. TESIS DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, IZTAPALAPA 101 P.
- ROSAS, M. M., 1976. DATOS BIOLÓGICOS SOBRE EL ACOCIL DEL LAGO DE PÁTZCUARO *CAMBARELLUS (MONTEZUMAE) PATZCUARENSIS*. SIMPOSIO SOBRE PESQUERÍAS EN AGUAS CONTINENTALES. TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, S.I.C. PROPERTY MANAGEMENT 89–123.

- RUDOLPH E.H., 2002. NEW RECORDS OF INTERSEXUALITY IN THE FRESHWATER CRAYFISH *SAMASTACUS SPINIFRONS* (DECAPODA, PARASTACIDAE). JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 22(2): 377–389.
- SAGI A., KHALAILA I., BARKI A., HULATA G., KARPLUS I., 1996. INTERSEX RED CLAW CRAYFISH, *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS): FUNCTIONAL MALES WITH PRE-VITELLOGENIC OVARIES. THE BIOLOGICAL BULLETIN 190(1): 16-23.
- SAGI A., MANOR R., SEGALL C., DA VIS C., KHALAILA I., 2002. ON INTERSEXUALITY IN THE CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS*: AN INDUCIBLE SEXUAL PLASTICITY MODEL. INVERTEBRATE REPRODUCTION & DEVELOPMENT 41(1–3): 27–33.
- SANDEMAN R., SANDEMAN D., 1991. STAGES IN THE DEVELOPMENT OF THE EMBRYO OF THE FRESHWATER CRAYFISH *CHERAX DESTRUCTOR*. ROUX'S ARCHIVES OF DEVELOPMENTAL BIOLOGY 200(1): 27–37.
- SAVOLAINEN R., WESTMAN K., PURSIAINEN M., 1996. FECUNDITY OF FINNISH NOBLE CRAYFISH, *ASTACUS ASTACUS* L., AND SIGNAL CRAYFISH, *PACIFASTACUS LENIUSCULUS*, IN VARIOUS NATURAL HABITATS AND IN CULTURE. FRESHWATER CRAYFISH 11: 319–338.
- SCUDAMORE H.H., 1948. FACTORS INFLUENCING MOLTING AND THE SEXUAL CYCLES IN THE CRAYFISH. THE BIOLOGICAL BULLETIN 95(2): 229–237.
- SEEKAMP E., MAYER J. E., CHARLEBOIS P., HITZROTH G., 2016. EFFECTS OF OUTREACH ON THE PREVENTION OF AQUATIC INVASIVE SPECIES SPREAD AMONG ORGANISM-IN-TRADE HOBBYISTS. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT 58(5): 797–809.
- SIMON, J. L., MOORE P. A., 2007. MALE-FEMALE COMMUNICATION IN THE CRAYFISH *ORCONECTES RUSTICUS*: THE USE OF URINARY SIGNALS IN REPRODUCTIVE AND NON-REPRODUCTIVE PAIRINGS. ETHOLOGY 113(8): 740–754.
- SHANNON E. E., BREZONIK P. L., 1972. EUTROPHICATION ANALYSIS: A MULTIVARIATE APPROACH. JOURNAL OF THE SANITARY ENGINEERING DIVISION, ASCE, 37–58.
- SCHOLTZ G., KAWAI T., 2002. ASPECTS OF EMBRYONIC AND POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT OF THE JAPANESE FRESHWATER CRAYFISH *CAMBAROIDES JAPONICUS* (CRUSTACEA, DECAPODA) INCLUDING A HYPOTHESIS ON THE EVOLUTION OF MATERNAL CARE IN THE ASTACIDA. ACTA ZOOLOGICA 83(3): 203–212.
- SCHOLTZ G., BRABAND A., TOLLEY L., REIMANN A., MITTMANN B., LUKHAUP C., STEUERWALD F., VOGT G., 2003. ECOLOGY: PARTHENOGENESIS IN AN OUTSIDER CRAYFISH. NATURE 421(6925): 806.
- SKURDAL J., TAUGBØL T., 1994. DO WE NEED HARVEST REGULATIONS FOR EUROPEAN CRAYFISH. REVIEWS IN FISH BIOLOGY AND FISHERIES 4(4): 461–485.
- SOES, M., KOESE B., 2010. INVASIVE FRESHWATER CRAYFISH IN THE NETHERLANDS: A PRELIMINARY RISK ANALYSIS. TRCPD/2010/0001, MINISTRY OF AGRICULTURE, NATURE AND FOOD QUALITY, LEIDEN, THE NETHERLANDS.
- SÖDERHÄLL K., CERENIUS L., 1999. THE CRAYFISH PLAGUE FUNGUS: HISTORY AND RECENT ADVANCES. FRESHWATER CRAYFISH 12: 11–35.

- SNEDDEN W. A., 1990. DETERMINANTS OF MALE MATING SUCCESS IN THE TEMPERATE CRAYFISH *ORCONECTES RUSTICUS*: CHELA SIZE AND SPERM COMPETITION. BEHAVIOUR 115(1–2): 100–113.
- STEBBING P. D., BENTLEY M.G., WATSON G. J., 2003. MATING BEHAVIOUR AND EVIDENCE FOR A FEMALE RELEASED COURTSHIP PHEROMONE IN THE SIGNAL CRAYFISH *PACIFASTACUS LENIUSCULUS*. JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY 29(2): 465–475.
- STUCKI T. P., 1999. LIFE CYCLE AND LIFE HISTORY OF *ASTACUS LEPTODACTYLUS* IN CHATZENSEE POND (ZURICH) AND LAKE AGERI, SWITZERLAND. FRESHWATER CRAYFISH 12: 430–448.
- SVOBODA J., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., KOUBA A., BUŘIČ M., KOZÁK P., DIÉGUEZ-URIBEONDO J., PETRUSEK A., 2013. TEMPORAL DYNAMICS OF SPORE RELEASE OF THE CRAYFISH PLAGUE PATHOGEN FROM ITS NATURAL HOST, AMERICAN SPINY-CHEEK CRAYFISH (*ORCONECTES LIMOSUS*), EVALUATED BY TRANSMISSION EXPERIMENTS. PARASITOLOGY 140(6): 792–801.
- SVOBODA J., STRAND D.A., VRÁLSTAD T., GRANDJEAN F., EDSMAN L., KOZÁK P., KOUBA A., FRISTAD R.F., KOCA S.B., PETRUSEK A., 2014A. THE CRAYFISH PLAGUE PATHOGEN CAN INFECT FRESHWATER-INHABITING CRABS. FRESHWATER BIOLOGY 59(5): 918–929.
- SVOBODA J., MRUGAŁA A., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., KOUBA A., DIÉGUEZ-URIBEONDO J., PETRUSEK A., 2014B. RESISTANCE TO THE CRAYFISH PLAGUE PATHOGEN, *APHANOMYCES ASTACI*, IN TWO FRESHWATER SHRIMPS. JOURNAL OF INVERTEBRATE PATHOLOGY 121: 97–104.
- SVOBODOVÁ J., VLACH P., FISCHER D., 2010. LEGISLATIVNÍ OCHRANA RAKŮ V ČESKÉ REPUBLICE A OSTATNÍCH STÁTECH EVROPY. VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE 52(4): 1–5.
- ŠTAMBERGOVÁ M., SVOBODOVÁ J., KOZUBÍKOVÁ E., 2009. RACI V ČESKÉ REPUBLICE. AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR, PRAHA 11–15.
- TIERNEY A. J., THOMPSON C. S., DUNHAM D. W., 1984. SITE OF PHEROMONE RECEPTION IN THE CRAYFISH *ORCONECTES PROPINQUUS* (DECAPODA, CAMBARIDAE). JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 4(4): 554–559.
- THRELKED S. T., CHIAVELLI D. A., WILLEY R. L., 1993. THE ORGANIZATION OF ZOOPLANKTON EPIBIONT COMMUNITIES. TRENDS IN ECOLOGY AND EVOLUTION 8(9): 317–321.
- TIERNEY A.J., GUNARANTE C., JENNISON K., MONROY V., DONNELLY L., 2008. BEHAVIORAL CORRELATES AND ALTERNATE MALE FORMS (FORM I AND FORM II) IN THE CRAYFISH *ORCONECTES RUSTICUS*. JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 28(4): 596–600.
- TORRES A. C., 1993. LAKE PATZCUARO, MEXICO: WATERSHED AND WATER QUALITY DETERIORATION IN A TROPICAL HIGH-ALTITUDE LATIN AMERICAN LAKE. LAKE AND RESERVOIR MANAGEMENT 8(1): 37–47.
- TORRES A. C., ROSS L. G., BEVERIDGE M. C. M., 1989. LAKE PATZCUARO, MEXICO: RESULTS OF A NEW MORPHOMETRICAL STUDY AND IMPLICATIONS FOR PRODUCTIVITY ASSESSMENTS. HYDROBIOLOGIA 184(1–2): 125–132.

- TRICARICO E., 2012. A REVIEW ON PATHWAYS AND DRIVERS OF USE REGARDING NON-NATIVE FRESHWATER FISH INTRODUCTIONS IN THE MEDITERRANEAN REGION. FISHERIES MANAGEMENT AND ECOLOGY 19(2): 133–141.
- TURKMEN G., KARADAL O., 2012. THE SURVEY OF THE IMPORTED FRESHWATER DECAPOD SPECIES VIA THE ORNAMENTAL AQUARIUM TRADE IN TURKEY. JOURNAL OF ANIMAL AND VETERINARY ADVANCES 11(15): 2824–2827.
- UDERBAYEV T., PATOKA J., BEISEMBAYEV R., PETRTÝL M., BLÁHA M., KOUBA A., 2017. RISK ASSESSMENT OF PET-TRADED DECAPOD CRUSTACEANS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN, THE LEADING COUNTRY IN CENTRAL ASIA. KNOWLEDGE & MANAGEMENT OF AQUATIC ECOSYSTEMS (418): 30.
- UNESTAM T., 1966. STUDIES ON THE CRAYFISH PLAGUE FUNGUS *APHANOMYCES ASTACI*: II. FACTORS AFFECTING ZOOSPORES AND ZOOSPORE PRODUCTION. PHYSIOLOGIA PLANTARUM 19(4): 1110–1119.
- VAN DEVENTER W. C., 1937. STUDIES ON THE BIOLOGY OF THE CRAYFISH *CAMBARUS PROPINQUUS* GIRARD. 15. ILLINOIS BIOLOGICAL MONOGRAPHS; v. 15: 3.
- VODOVSKY N., PATOKA J., KOUBA A. 2017. ECOSYSTEM OF CASPIAN SEA THREATENED BY PET-TRADED NON-INDIGENOUS CRAYFISH. BIOLOGICAL INVASIONS 19(7): 2207–2217.
- VOGT V., 2002. FUNCTIONAL ANATOMY. IN: HOLDICH D.M. (ED.), BIOLOGY OF FRESHWATER CRAYFISH, BLACKWELL SCIENCE, OXFORD 53–151.
- VOGT G., 2008. THE MARBLED CRAYFISH: A NEW MODEL ORGANISM FOR RESEARCH ON DEVELOPMENT, EPIGENETICS AND EVOLUTIONARY BIOLOGY. JOURNAL OF ZOOLOGY 276(1): 1–13.
- VOIGT E., 2016. THE DRAGON BEHIND THE GLASS: A TRUE STORY OF POWER, OBSESSION, AND THE WORLD'S MOST COVETED FISH. NEW YORK: SCRIBNER 318 P.
- WAHL M., 1989. MARINE EPIBIOSIS. I. FOULING AND ANTIFOULING: SOME BASICS ASPECTS. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES 58: 175–189.
- WAHL M., 2008. ECOLOGICAL LEVER AND INTERFACE ECOLOGY: EPIBIOSIS MODULATES THE INTERACTIONS BETWEEN HOST AND ENVIRONMENT. BIOFOULING 24(6): 427–438.
- WATTS P.C., BULEY K.R., SANDERSON S., BOARDMAN W., CIOFI C., 2006. PARTHENOGENESIS IN KOMODO DRAGONS. SHOULD MALES AND FEMALES BE KEPT TOGETHER TO AVOID TRIGGERING VIRGIN BIRTH IN THESE ENDANGERED REPTILES? NATURE 444(7122): 1021–1022.
- WEIPERTH A., GÁL B., KUŘÍKOVÁ P., BLÁHA M., KOUBA A., PATOKA J., 2017. *CAMBARELLUS PATZCUARENSIS* IN HUNGARY. DE GRUYTER, GÖTEBORG UNIVERSITY.
- WEIPERTH A., GÁL B., KUŘÍKOVÁ P., LANGOROVA I., KOUBA A., PATOKA J., 2018. RISK ASSESSMENT OF PET-TRADED DECAPOD CRUSTACEANS IN HUNGARY WITH EVIDENCE OF *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1868) IN THE WILD. NORTH-WESTERN JOURNAL OF ZOOLOGY.
- WERNER U., 1998. GARNELEN, KREBSE UND KRABBen IM SÜßWASSERAQUARIUM. ACS.

- WETZEL J. E., POLY J. W., FETZNER JR., J. W., 2005. *ORCONECTES PARDALOTUS*, A NEW SPECIES OF CRAYFISH (DECAPODA: CAMBARIDAE) FROM THE LOWER OHIO RIVER WITH NOTES ON ITS LIFE HISTORY. *AQUA: JOURNAL OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC BIOLOGY* 10 (2): 57–72.
- YAZICIOGLU B., HAMR P., KOZÁK P., KOUBA A., NIKSIRAT H., 2016. FINE STRUCTURE OF THE SPERMATOZOON IN THREE SPECIES OF CAMBARIDAE (ARTHROPODA: CRUSTACEA: DECAPODA) *CAMBARUS ROBUSTUS*, *ORCONECTES PROPINQUUS* AND *ORCONECTES RUSTICUS*: A COMPARATIVE BIOMETRICAL STUDY. *JOURNAL OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES* 4: E2363.
- YANAI Z., DAYAN T., MIENIS H. K., GASITH A., 2017. THE PET AND HORTICULTURAL TRADES AS INTRODUCTION AND DISPERSAL AGENTS OF NON-INDIGENOUS FRESHWATER MOLLUSCS. *MANAGEMENT OF BIOLOGICAL INVASIONS* 8: 523–532.
- YAZICIOGLU B., LINHARTOVA Z., NIKSIRAT H., KOZÁK P., 2014. FIRST REPORT OF INTERSEX IN THE SIGNAL CRAYFISH *PACIFASTACUS LENIUSCULUS* (DANA, 1852). *CRUSTACEANA*, 87(13), 1559–1566.
- ZARENKOV, N.A, 1982. ČLENISTOLOGIE. RAKOOBRAZNYE, ČASŤ 1. LZD. MGU, MOSKVA

5.1. Internetové odkazy

- ALVAREZ F., LÓPEZ-MEJÍA M., PEDRAZA LARA C. 2010. *CAMBARELLUS PATZCUARENSIS*. THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES 2010: E.T153802A4546862. <[HTTP://DX.DOI.ORG/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153802A4546862.EN](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153802A4546862.EN)>. – 15.7.2018.
- AKVARISTA – VŠE O AKVARISTICE, VŠE PRO AKVARISTY, 1999. <<http://www.akvarista.cz/web/atlas/detail/?id=210>>. – 3.3.2018
- CAMBARELLUS, 2007. <<http://www.cambarellus.com/Zwergflussekrebse/Cambarellus-diminutus/Cambarellus-diminutus-Bilder.htm>>. – 5.4.2018
- CAMBARELLUS, 2007. <<http://www.cambarellus.com/Zwergflussekrebse/Cambarellus-patzcuarensis-sp-orange/Cambarellus-patzcuarensis-sp-orange-Bilder.htm>>. – 5.4.2018
- CAMBARELLUS, 2007. <<http://www.cambarellus-patzcuarensis-sp-orange.cambarellus.com/cambarellus-patzcuarensis-sp-orange.htm>>. – 5.4.2018
- CRAYFISH|CRAWFIS|HUNA|LOBSTER,2010. <<http://crayfishgalery.blogspot.com/search/label/Cambarellus>>. – 13.3.2018
- DELIVERING ALIEN INVASIVE SPECIES INVENTORIES FOR EUROPE, 2005. <<http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do>>. – 24.2.2019
- GBIF, 1999. GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. <<https://www.gbif.org/species/2227438>>. – 24.2.2018

- GBIF, 1999. GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY.
<https://www.gbif.org/occurrence/charts?taxon_key=2227438>. – 24.2.2018
- HILL N., 2013. ILLEGAL FISH STILL ON SALE IN THE UK.
[HTTPS://WWW.PRACTICALFISHKEEPING.CO.UK/BLOG/ARTICLES/ILLEGAL-FISH-STILL-ON-SALE-IN-THE-UK](https://www.practicalfishkeeping.co.uk/blog/articles/illegal-fish-still-on-sale-in-the-uk). ACCESSED – 25.3.2019.
- PÁZCUARO, 2013.
<<http://www.patzcuaro.com/janitzio>>. – 29.3.2018
- RESEARCHGATE, 2008.
<https://www.researchgate.net/figure/Cambarellus-chihuahuae-Adults-and-juveniles-upper-left-defensive-posture-upper_fig1_282330395>. – 11.3.2018
- TROPICAL FISH MAGAZINE, 2017.
<<http://www.tfhmagazine.com/freshwater/feature-articles/the-orange-dwarf-crayfish-full-article.htm>>. – 28.10.2018
- WIRBELLOSE, 1998. KREBSE.
<<https://www.wirbellose.de/artendatenbank/krebse#page-1>>. – 3.3.2018
- WIRBELLOSENZENTRUM, 1998.
<<http://wirbellosenzentrum.de/index.php/mollusca/411.html>>. – 3.3.2018

6. Abstrakt

Původní druhy raků jsou v poslední době velmi ohrožovány raky nepůvodními. Tyto druhy raků jsou nezdědka adaptabilnější a tolerantnější, a v případě severoamerických druhů se pak jedná o chronické přenašeče tzv. račího moru, vůči němuž jsou raci nepocházející z tohoto kontinentu velice citliví. V této bakalářské práci nesoucí název "Rak mexický (*Cambarellus patzcuarensis*) - přehledová studie" je vypracován literární přehled obsahující shrnuté dostupné poznatky o raku mexickém, a definování hlavních, doposud neznámých biologických charakteristik tohoto druhu. Tento rak je v dnešní době jeden z nejvíce chovaných a nejvíce prodávaných raků v rámci akvaristického obchodu. Jeho introdukce do nových míst mohou vést k nechtěným změnám v nově osídlených ekosystémech. Předložený ucelený přehled dostupných informací o raku mexickém a vymezení doposud nedostatečně známých aspektů biologie tohoto druhu, mohou být hodnotným podkladem pro navazující studie.

Klíčová slova: introdukce, rak mexický, obchod, račí mor, nepůvodní raci

7. Abstract

Indigenous crayfish are increasingly threatened by their non-indigenous counterparts, which species are often more tolerant and adaptable. In case of North American species, they are also chronic carriers of crayfish plague, a disease mostly lethal to crayfish of non-North American origin. In this bachelor thesis entitled “Mexican dwarf crayfish (*Cambarellus patzcuarensis*) – an overview”, there is a summary containing available information about the Mexican dwarf crayfish, while main, so far unknown biological features of this species, are defined. Nowadays, this crayfish is one of the most bred and sold crayfish within the pet trade. However, its introductions can lead to unwanted alterations in newly occupied ecosystems. This overview of the available information on the Mexican dwarf crayfish and the definition of so far insufficiently known aspects of its biology can serve as a valuable basis for follow-up studies.

Keywords: introduction, Mexican dwarf crayfish, trade, crayfish plague, non-indigenous crayfish