



Analiza stopnia inwazyjności gatunków obcych w Polsce wraz ze wskazaniem gatunków istotnie zagrażających rodzimej florze i faunie oraz propozycją działań strategicznych w zakresie możliwości ich zwalczania

oraz

Analiza dróg niezamierzonego wprowadzania lub rozprzestrzeniania się inwazyjnych gatunków obcych wraz z opracowaniem planów działań dla dróg priorytetowych

KARTA INFORMACYJNA GATUNKU

1. Informacje podstawowe

- 1) nazwa polska: Rak Luizjański
- 2) nazwa łacińska: ***Procambarus clarkii*** Girard, 1852
- 3) nazwa angielska: Red swamp crayfish
- 4) synonimy nazw (o ile są używane, maksymalnie dwie najczęściej stosowane)
- a) synonimy nazwy polskiej: –
 - b) synonimy nazwy łacińskiej: *Cambarus clarkii*
Scapulicambarus clarkii
 - c) synonimy nazwy angielskiej: Red swamp crawfish
- 5) rodzaj organizmu: skorupiaki
- 6) rodzina: Cambaridae
- 7) pochodzenie (region):
Meksyk i Południowo-Środkowe Stany Zjednoczone
- 8) występowanie w Polsce (tak/nie): **TAK**
- Jeśli TAK to: w środowisku przyrodniczym w uprawie i hodowli



9) charakterystyka gatunku

Rak ten podobnie jak inne dziesięcionogi (Decapoda) charakteryzuje się typową dla tej grupy skorupiaków sylwetką. Jego ciało składa się z dwóch wyraźnie wyodrębnionych części: głowotułowia i odwłoka. Na tułowiu znajduje się pięć par odnóży kroczych, z których pierwsza przekształcona jest w duże szczypce. Długość całego ciała rzadko przekracza 11 cm. W ubarwieniu wyraźnie zaznacza się kolor czerwony, przy czym dominują odcienie bordowe i brązowe. Spód szczypiec jest wyraźnie czerwony, na zewnętrznej stronie szczypiec znajdują się wyraźne guzki, często odcinające się kolorystycznie od ciemniejszego tła. Ze względu na ubarwienie i względnie duże szczypce istnieje możliwość pomylenia tego gatunku z rodzimym rakiem szlachetnym *Astacus astacus*. Od niego, podobnie jak od innego rodzimego raka błotnego *Astacus leptodactylus*, wyraźnie odróżnia go brak grzebienia na rostrum (przednia, ostro zakończona część karapaksu) i na ogół znacznie bardziej kontrastowe ubarwienie. Od raka błotnego i pręgowatego *Orconectes limosus* jednoznacznie odróżnia go czerwony spód szczypiec, natomiast od raka sygnałowego *Pacifastacus leniusculus* wyraźne guzki na szczypcach. W hodowlach akwariowych występują różne formy barwne, m. in. białe, niebieskie. Gatunek wszystkożerny, może spożywać zarówno pokarm pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego – od roślinożerności po drapieżnictwo z kanibalizmem włącznie. Gatunek rozmnaża się pćiowo. Szczyt okresu rozrodczego przypada na miesiące letnie. Termin rozrodu zależy w dużej mierze od siedliska, w jakim gatunek występuje, oraz od regionu występowania. Samice mogą składać do ok. 300-400 jaj. Jaja po złożeniu inkubowane są pod odwłokiem. Po wykluciu, młode usamodzielniają się w ciągu kilku dni. Co ważne, do rozrodu mogą przystępować już osobniki o masie 10 g, przy czym osiągnięcie masy ok. 50 g zajmuje od 3 do 5 miesięcy. Gatunek o aktywności głównie nocnej. Charakteryzuje się szerokim zakresem tolerancji względem czynników środowiskowych takich jak np: natlenienie (reakcja stresowa dopiero poniżej 3 mg⁻¹ koncentracji tlenu) czy zasolenie. Zdecydowanie ciepłolubny, lecz przeżywa niskie temperatury – w Hiszpanii spotykany jest w wodach położonych do 1200 m n.p.m. Rak luizjański może dożywać do kilku lat. G

10) siedliska, które zasiedla gatunek w regionie pochodzenia

Na ogół zasiedla płytkie wody stojące, spotykany w rowach melioracyjnych, stawach, jeziorach, rzekach, zbiornikach zaporowych, polach ryżowych, itp. Może tworzyć trwałe populacje w zbiornikach okresowo wysychających w obszarze naturalnego występowania. Preferuje wody szybko nagrzewające się, o wysokiej trofii (żyźne). Występuje również w zbiornikach okresowych. Duża plastyczność ekologiczna pozwala mu adaptować się do szerokiej gamy siedlisk wodnych z obszarami przyujściowymi rzek włącznie (zasolenie). Wykorzystuje jako schronienie różne kryjówki dostępne w wodzie, jednak głównie kopie nory (do ponad 2 m długości), a nawet systemy nor, które pełnią rolę schronień.

11) zastosowanie gospodarcze

W Polsce, podobnie jak w innych krajach europejskich, gatunek ten jest przedmiotem handlu jako zwierzę akwariowe. Jego rozprzestrzenianie na świecie wiąże się jednak z komercyjną wartością gatunku. Gatunek raka o największym znaczeniu komercyjnym na świecie – roczna produkcja pochodząca z hodowli to prawie 750 tysięcy ton (główni producenci: USA, Chiny, Kenia, Portugalia, Hiszpania). Jego pierwsze wsiedlenia w Europie wynikały z chęci zastąpienia ginących raków rodzimych gatunków. Rak ten był przedmiotem handlu i można było go kupić na cele spożywcze (np. osobniki mrożone) również w Polsce. Obecne przepisy powinny jednak zapobiec próbom wprowadzania gatunku do hodowli zwierząt konsumpcyjnych. Nie są jednak znane dane pozwalające ocenić skuteczność regulacji prawnych w powstrzymaniu rozprzestrzeniania gatunku w krajach europejskich oraz obecnej skali wykorzystania tego gatunku na cele gospodarcze i hobbystyczne.

2. Inwazyjność

1) rok pierwszej obserwacji w Polsce (w środowisku przyrodniczym) (rok/nie stwierdzono): 2014

2) historia i sposób wprowadzenia do środowiska przyrodniczego w Polsce/Europie

Trudno określić dokładną datę wprowadzenia gatunku do wód europejskich. W Portugalii i Hiszpanii rak luizjański został introdukowany do środowiska przyrodniczego w latach 70. XX wieku. Jego sprowadzenie do Europy motywowane było korzyściami gospodarczymi. Brak informacji, co przyczyniło się do dalszej ekspansji gatunku w Europie, niemniej stosunkowo szybko skolonizował on Europę południowo-zachodnią, włącznie z niektórymi archipelagami (np. Azorami). Co ciekawe, część zajętego obszaru wynika najpewniej nie tylko z ekspansji wsiedlonych w Portugalii i Hiszpanii osobników, ale z dalszych przemieszczeń m. in. z Afryki. Nie wiadomo kiedy dokładnie pojawił się w handlu w Polsce, obecnie jednak jest stosunkowo łatwo dostępny jako

zwierzę akwariowe. Jedyny znany przypadek stwierdzenia tego gatunku w naturze dotyczy rzeki Samicy w Wielkopolsce, gdzie w 2014 r. odłowiono jednego osobnika tego gatunku. Nie ma jednak przesłanek, aby odbywał tam rozród, a autor obserwacji przypisuje ją raczej jednorazowemu wypuszczeniu z akwarium (w tym samym czasie odłowił tam australijski gatunek raka *Cherax quadricarinatus*). Nie są obecnie dostępne inne dane na temat występowania tego gatunku w Polsce, choć nie można wykluczyć dalszych przypadków stwierdzenia raka luizjańskiego w środowisku przyrodniczym, z uwagi na wypuszczanie raków z hodowli akwariowych. Skala handlu gatunkiem w Polsce, zarówno jako zwierzęciem ozdobnym, jak i spożywczym, nie jest znana.

3) rozmnażanie w przyrodzie Polski

tak nie nie dotyczy

4) sposób rozmnażania się

–

5) drogi wprowadzania i rozprzestrzeniania się

- drogi wprowadzania zamierzonego: celowe introdukcje (wprowadzanie do wód na cele spożywcze, pozbywanie się przez akwarystów nadmiaru osobników z hodowli – ze względu na koncentrację tego typu działalności w dużych skupiskach ludzkich szczególnie zagrożone introdukcją są zbiorniki usytuowane w granicach dużych miast);
- drogi wprowadzania niezamierzonego: wprowadzanie osobników (szczególnie młodych) ze sprzętem użytym w wodach otwartych (sprzęt rybacki, siatki wędkarskie, sprzęt rekreacyjny, itp.);
- drogi rozprzestrzeniania naturalnego (po wcześniejszej introdukcji, bez udziału człowieka): naturalna dyspersja gatunku (głównie w środowisku wodnym);
- drogi rozprzestrzeniania antropogenicznego (przy udziale człowieka): celowe przemieszczanie przy okazji wykorzystania na cele spożywcze, celowe przemieszczanie przez akwarystów, przypadkowe przemieszczanie ze sprzętem użytym w wodach otwartych (sprzęt rybacki, siatki wędkarskie, sprzęt rekreacyjny, itp.)

6) stopień rozprzestrzenienia

populacja(e) izolowana(e) – **kategoria 2**

Gatunek stwierdzono tylko raz w Polsce, w 2014 r., w rzece Samica w Wielkopolsce. Zaobserwowany osobnik pochodził najprawdopodobniej z hodowli akwariowej, a jego obecność w wodzie mogła wynikać z jednorazowego wypuszczenia raków z akwarium (w tym samym miejscu odłowiono inny, australijski gatunek raka). Brak obecnie przesłanek, że gatunek w Polsce tworzy populacje. Jednak niewątpliwie występuje on w wodach Polski częściej niż zostało to dotychczas udokumentowane.

7) dynamika gatunku

kategoria: brak danych

stopień pewności: duży

opis: –

8) siedliska, które zasiedla gatunek w kolonizowanych miejscach

Gatunek na obszarach kolonizacji występuje w niemal wszystkich typach wód śródlądowych. Zasiedla głównie płytkie, dobrze nagrzewające się zbiorniki wodne jak stawy, rowy melioracyjne. Zamieszkuje również zbiorniki o dużych wahaniami poziomu wody, w tym okresowo wysychające. Spotykany jest jednak również w górskich strumieniach. Korzysta z różnych naturalnych kryjówek, takich jak korzenie, kamienie, itp. Kopie nory, niekiedy nawet tworzy rozbudowane systemy nor, co uniezależnia go od dostępności naturalnych kryjówek.

9) stopień inwazyjności (negatywny wpływ)

wynik oceny: 0,83

kategoria: bardzo inwazyjny gatunek obcy

10) wpływ przewidywanych zmian klimatu na inwazyjność gatunku

wynik oceny: 0,72

kategoria: umiarkowanie wzrośnie

opis:

Gatunek pochodzi z ciepłych regionów Ameryki Północnej. Jest zatem gatunkiem ciepłolubnym, co obecnie może być główną przyczyną braku ekspansji w znacznej części Europy Środkowej. Gatunek obecnie prawdopodobnie jest w stanie utrzymać się w Polsce głównie w ogrzanych wodach przy elektrowniach ciepłych. Ocieplenie klimatu może jednak spowodować poprawę warunków klimatycznych, co w interakcji z dużą plastycznością ekologiczną może umożliwić ekspansję gatunku przynajmniej w najcieplejszych regionach kraju. Ocieplenie klimatu najpewniej spowoduje wzrost jego oddziaływania na środowisko przyrodnicze, hodowlę zwierząt, ludzi i infrastrukturę.

3. Oddziaływanie gatunku obcego

1) wpływ na środowisko przyrodnicze

wynik oceny: 0,83

kategoria: bardzo duży

opis:

Rak luizjański jest gatunkiem bardzo inwazyjnym, może bardzo silnie oddziaływać na rodzimego raka szlachetnego poprzez przenoszenie na ogół śmiertelnej dla tego drugiego gatunku dzumy raczej. Ponadto, gatunek ten może z rodzimym rakiem konkurować o siedliska (podobnie jak rak szlachetny wymaga odpowiednich kryjówek lub tego samego rodzaju podłoża do kopania nor). Ze względu na stwierdzone próby parzenia się samców raków amerykańskich z samicami raka szlachetnego, istnieje pewne prawdopodobieństwo wystąpienia dużego wpływu na jego sukces rozrodczy również ze strony raka luizjańskiego. Z tych samych przyczyn może również wpływać negatywnie na inny objęty w Polsce ochroną gatunek raka – raka błotnego. Ponadto, na obszarach kolonizacji wykazano szereg negatywnych oddziaływań na wodne bezkręgowce, płazy, ptaki oraz roślinność. Poprzez kopanie nor (dużo bardziej intensywne niż w przypadku innych raków występujących w Europie), może w znaczny sposób przekształcać brzeg i dno cieków oraz zbiorników wody stojącej, zmieniając warunki abiotyczne. Intensywne kopanie nor może powodować również nadmierne i długotrwałe zmętnienie wody.

2) siedliska przyrodnicze, dla których stanowi zagrożenie (nie dotyczy gatunków zwierząt)

–

3) gatunki, dla których stanowi zagrożenie

Rak luizjański może wpływać negatywnie prawdopodobnie na wszystkie gatunki wodne, m. in. na następujące:

- rak szlachetny *Astacus astacus* – gatunek narażony na wyginięcie VU, objęty ochroną częściową,
- rak błotny *Astacus leptodactylus* – gatunek najmniejszej troski LC, objęty ochroną częściową,
- skójką gruboskorupowa *Unio crassus* – gatunek zagrożony wyginięciem EN, objęty ochroną ścisłą,
- szczeżuja wielka *Anodonta cygnea* – gatunek najmniejszej troski LC, objęty ochroną częściową,
- różanka *Rhodeus sericeus* – gatunek niższego ryzyka LC, objęta ochroną częściową,
- piskorz *Misgurnus fossilis* – gatunek niższego ryzyka LC, objęta ochroną częściową,
- strzebla błotna *Eupallasea percnurus* – gatunek niższego ryzyka LC, objęta ochroną ścisłą,
- traszka grzebieniasta *Triturus cristatus* – gatunek niższego ryzyka LC, objęta ochroną ścisłą,
- krakwa *Mareca strepera* – gatunek niższego ryzyka LC, objęta ochroną ścisłą,
- cyranka *Spatula querquedula* – gatunek niższego ryzyka LC, objęta ochroną ścisłą,
- kotewka orzech wodny *Trapa natans* – gatunek narażony na wyginięcie VU, objęty ochroną ścisłą

4) wpływ na gospodarkę

wynik oceny: 0,75

kategoria: duży

opis:

Gatunek w przypadku przedostania się do hodowli rodzimych raków może w szybkim czasie spowodować utratę całego pogłowia na skutek transferu dzumy raczej. Choć hodowle raków są w Polsce stosunkowo rzadkie, dla tej gałęzi akwakultury obecność raka luizjańskiego w kraju może mieć znaczenie kluczowe ze względu na potencjalnie bardzo duże straty. Gatunek szczególnie agresywny, o aktywności nocnej, przez co może potencjalnie powodować straty i zranienia u ryb odpoczywających na dnie. Szczególnie niebezpieczny w przypadku współwystępowania z karpem *Cyprinus carpio*, z którym to gatunkiem ma zbliżone wymagania

temperaturowe i siedliskowe. Może także wpływać negatywnie na ten gatunek poprzez drapieżnictwo. Jako gatunek kopiący bardzo głębokie nory, rak luizjański może stanowić zagrożenie dla budowli wodnych typu groble, zapory, umocnienia, co poza wpływem na same konstrukcje może mieć negatywny wpływ np. na stawowe hodowle ryb.

5) wpływ na zdrowie człowieka

wynik oceny: 0,50

kategoria: średni

opis:

U raka luizjańskiego stwierdzono zainfekowanie bakterią *Vibrio mimicus*, która może powodować niezżyt żołądka i jelit u człowieka, w przypadku zjedzenia niedogotowanego mięsa raka. Gatunek ten jest żywicielem pośrednim przywr z rodzaju *Paragonimus*, dla których człowiek jest żywicielem ostatecznym. Przywry tego rodzaju osadzają się w płucach, powodując ciężką chorobę zwaną paragonimiasis. Choroby te są niebezpieczne, lecz uleczalne, jednak mogą powodować trwałe uszkodzenia, np. płuc (w przypadku przywr). Podobnie jak w przypadku innych raków, może dochodzić do okaleczeń w przypadku chwytania osobników. Okaleczenia na ogół nie są groźne, jednak nie można wykluczyć zakażenia ran niespecyficznymi patogenami. To oddziaływanie może dotyczyć głównie rybaków i wędkarzy, którzy częściej niż inni mogą mieć kontakt z gatunkiem w przypadku jego rozprzestrzenienia w kraju.

6) wpływ na usługi ekosystemowe

wynik oceny: 0,17

kategoria: bardzo negatywny

opis:

Gatunek poprzez drapieżnictwo i ranienie ryb może powodować straty w stawach karpiowych. Trudny do usunięcia nawet poprzez osuszanie stawów. Negatywny wpływ może się przejawiać również w stosunku do dziko żyjących ryb pozyskiwanych rybacko lub wędkarsko. Silnie narusza jakościową i ilościową strukturę ekosystemów wodnych. Ma bardzo duży wpływ na biomasę roślin wodnych oraz inne organizmy wodne, może więc poważnie zaburzać funkcjonowanie ekosystemu poprzez eliminacje lub przekształcanie roli kluczowych jego elementów. Gatunek inwazyjny, wypierający gatunki rodzime, bardzo się od nich różniący ze względu na dużą plastyczność ekologiczną. Zaburza to pewne pojęciowe powiązania kulturowe, ukształtowane historycznie na podstawie cech gatunków rodzimych (np. popularne schematyczne kojarzenie z zasadą: "gdzie rak tam czysta woda", co w przypadku raka luizjańskiego nie jest prawdą).

4. Dotychczasowe działania służące eliminacji, kontroli lub izolacji analizowanego gatunku

Podobnie jak w przypadku innych raków, ze względu na osiągnięte duże zagęszczenia, gatunek ten jest trudny do całkowitej eliminacji. W szczególności trudne do odławiania są młode, najmniejsze osobniki. Rak luizjański może ukrywać się w głębokich norach, co dodatkowo utrudnia chwytanie. Dotychczasowe próby usuwania gatunku włączające m. in. osuszanie stawów (Czechy) nie powiodły się. Prawdopodobnie skuteczne mogłyby okazać się pestycydy, jednak i ta metoda – według badań przeprowadzonych we Włoszech wymaga dużych nakładów pracy, aby była skuteczna, a jej stosowanie jest kontrowersyjne – ma negatywny wpływ na inne organizmy. Badania prowadzone w górskich strumieniach Hiszpanii wykazały, że ekspansję gatunku hamują poprzeczne piętrzenia, jednak nie ma dowodów na skuteczność takich rozwiązań w dłuższej perspektywie (gatunek może się przemieszczać na lądzie). Formą kontroli jest ujęcie tego gatunku w przepisach prawnych – rozporządzeniu wykonawczym Komisji (UE) 2016/1141 z dnia 13 lipca 2016 r. przyjmującym wykaz inwazyjnych gatunków obcych uznanych za stwarzające zagrożenie dla Unii zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1143/2014 oraz rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym. Nie jest jednak obecnie znana skuteczność tych aktów prawnych. Z dużym prawdopodobieństwem przyczyni się one przede wszystkim do powstrzymania dalszego wykorzystania komercyjnego gatunku.

5. Ocena sposobu postępowania z gatunkiem

kategoria: **W2** – gatunek wysokiego ryzyka, występujący w środowisku przyrodniczym, populacja/e izolowana/e (czarna lista)

6. Źródła danych

Opublikowane wyniki badań

- Anastácio AM, Correia JP, Menino L, da Silva M. 2005. Are rice seedlings affected by changes in water quality caused by crayfish? *International Journal of Limnology* 41 (1): 1-6
- Aquiloni L, Martin MP, Gherardi F, Diéguez-Urbeondo J. 2011. The North American crayfish *Procambarus clarkii* is the carrier of the oomycete *Aphanomyces astaci* in Italy. *Biological Invasions* 13 (2): 359-367
- Barbaresi S, Gherardi F. 2000. The invasion of the alien crayfish *Procambarus clarkii* in Europe, with particular reference to Italy. *Biological Invasions* 2 (3): 259-264
- Barbaresi S, Santini G, Tricarico E, Gherardi F. 2004. Ranging behaviour of the invasive crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard). *Journal of Natural History* 38 (22): 2821–2832
- Baumgartner WA, Hawke JP, Bowles K, Varner PW, Hasson KW. 2009. Primary diagnosis and surveillance of white spot syndrome virus in wild and farmed crawfish (*Procambarus clarkii*, *P. zonangulus*) in Louisiana, USA. *Inter-Research. Diseases of Aquatic Organisms* 85 (1): 15-22
- Capinha C, Anastácio P, Tenedório JA. 2012. Predicting the impact of climate change on the invasive decapods of the Iberian inland waters: an assessment of reliability. *Biological Invasions* 14 (8): 1737–1751
- Carral J, Fureder L, Gherardi F, Machino Y, Madec J, Pockl M, Śmietana P, Taugbol T, Vineux E. 2006. File species. W: Souty-Grosset C, Holdich DM, Noel PY, Reynolds JD, Haffner P. 2006. Atlas of crayfish in Europe Muséum national d'Histoire naturelle, Paris: 1-187
- Chang P, Chen H, Wang Y. 1998. Detection of whitespot syndrome associated baculovirus in experimentally infected wild shrimp, crab and lobsters by in situ hybridization. *Aquaculture* 164 (1-4): 233-242
- Correia AM. 1995. Population dynamics of *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in Portugal: 276-290. 8th International Symposium on Astacology, Louisiana State University Printing Office, Baton Rouge, La (USA)
- Correia AM, Ferreira O. 1995. Burrowing Behavior of the Introduced Red Swamp Crayfish *Procambarus Clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Portugal. *Journal of Crustacean Biology* 15 (2): 248-257
- Dana ED, García-de-Lomas J, González R, Ortega F. 2011. Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering* 37 (11): 1607-1613
- Del Ramo J, Diaz-Mayans J, Torreblanca A, and Nunez A. 1987. Effects of temperature on the acute toxicity of heavy metals (Cr, Cd, Hg) to the freshwater crayfish, *Procambarus clarkii*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 36 (5): 912-917
- Fishar MR. 2006. Red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in River Nile, Egypt. Biodiversity Monitoring and Assessment Project (BioMap). Case study Report 3-32 Nature Conservation Sector Egyptian Environmental Affairs Agency, Ministry of State for Environmental Affairs
- Gherardi F. 2006. Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 39 (3): 175-191
- Gherardi F, Acquistapace P. 2007. Invasive crayfish in Europe: The impact of *Procambarus clarkii* on the littoral community of a Mediterranean lake. *Freshwater Biology* 52 (7): 1249-1259
- Gherardi F, Cioni A. 2004. Agonism and interference competition in freshwater decapods. *Behaviour* 141 (10): 1297-1324
- Gherardi F, Lazzara L. 2006. Effects of the density of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) on pelagic and surface microalgae in a Mediterranean wetland. *Archiv fur Hydrobiologie* 165 (3): 401-414
- Gutiérrez-Yurrita PJ, Sancho G, Bravo MÁ, Baltanás Á, Montes C. 1998. Diet of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in natural ecosystems of the Donana National Park temporary fresh-water marsh. *Journal of Crustacean Society* 18 (1): 120-127
- Gutzmer MP, Tomasso JR. 1985. Nitrite toxicity to the crayfish *Procambarus clarkii*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 34 (3): 369–376

- Hobbs H. 1981. The crayfishes of Georgia. *Smithsonian Contributions to Zoology*: 318: 1-549
- Holdich DM (red.). 2002. *Biology of Freshwater Crayfish*. Oxford and Malden (Massachusetts): Blackwell Science. Blackwell Science Ltd. Editorial Offices: Osney Mead, Oxford: 1-702
- Huner JV. 1988. *Procambarus* in North America and elsewhere: 239-261. W: Holdich DM, Lowery RS. (red.) *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Springer, 1-440
- Jimenez S, Faulkes Z. 2011. Can parthenogenetic marbled crayfish *Marmorkrebs* compete with over crayfish species in fights? *Journal of Ethology* 29 (1): 115-120
- Kouba A, Buřič A, Petrusek A. 2015. Crayfish species in Europe: 107-112. W: Kozák P, Ďuriš Z, Petrusek A, Buric M, Horká I, Kouba A., Kozubíková E, Policar T. *Crayfish Biology and Culture*. University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Fisheries and Protection of Waters, Vodňany, Czech Republic
- 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 (05)
- Kozubíková-Balcarová E, Koukolb O, Martínc MP, Svoboda J, Petrusek A, Diéguez-Uribeondo J. 2013. The diversity of oomycetes on crayfish: Morphological vs. molecular identification of cultures obtained while isolating the crayfish plague pathogen. *Fungal Biology* 117 (10): 682-691
- Krzywos T, Śmietana P. 2004. *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758): 37-39. W: Głowaciński Z, Nowacki J. (red.). *Polska czerwona księga zwierząt. Bezkręgowce*. Instytut Ochrony Przyrody PAN w Krakowie i Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Kraków
- Lane MA, Barsanti MC, Santos CA, Yeung M, Lubner SJ, Weil GJ. 2009. Human paragonimiasis in North America following ingestion of raw crayfish. *Clinical Infectious Diseases* 49 (6): 55-
- Matsuzaki SS, Usio N, Takamura N, Washitani I. 2009. Contrasting impacts of invasive engineers on freshwater ecosystems: an experiment and meta-analysis. *Oecologia* 158 (4): 673-86
- McMahon BR. 2002. Physiological adaptation to environment: 327-376. W Holdich DM (red.). *Biology of freshwater crayfish*. Blackwell Science Ltd. Editorial Offices: Osney Mead, Oxford: 1-702
- McMahon BR, Stuart SA. 1999. Haemolymph gas exchange and ionic and acid-based regulation during long-term air exposure and aquatic recovery in *Procambarus clarkii*. *Freshwater Crayfish* 12: 134-153
- Patoka J, Kalous L, Kopecký O. 2014. Risk assessment of the crayfish pet trade based on data from the Czech Republic. *Biological Invasions* 16 (12): 2489-2494
- Piscia R, Volta P, Boggero A, Manca M. 2011. The invasion of Lake Orta (Italy) by the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852): a new threat to an unstable environment. *Aquatic Invasions* 6 (Suppl 1): S45-S48
- Pockl M, Holdich DM, Pennerstorfer J. 2006. Identifying native and alien crayfish species in Europe: 30-31. *European Project Craynet*, Université de Poitiers
- Reynolds JD. 2011. A review of ecological interactions between crayfish and fish, indigenous and introduced. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401 (10)
- Rodríguez CF, Bécares E, Fernández-Aláez M. 2003. Shift from clear to turbid phase in Lake Chozas (NW Spain) due to the introduction of American red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Hydrobiologia* 506 (1-3): 421-426
- Rodríguez CF, Bécares E, Fernández-Aláez M, Fernández-Aláez C. 2007. Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological Invasions* 7: 75-85
- Strużyński W. 2007. *Raki*. Wydawnictwo Klubu Przyrodników. Świebodzin: 1-123
- Thune R. 1994. Diseases of Louisiana Crayfish: 117-156. W: Huner V. (red.) *Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe, and Australia*. Food Products Press, New York: 1-336
- Thune RL, Hawke JP, Siebeling RJ. 1991. Vibriosis in the Red Swamp Crawfish. *Journal of Aquatic Animal Health* 3 (3): 188-191
- Tricarico E, Vilizzi L, Gherardi F, Copp GH. 2010. Calibration of FI-ISK, an invasiveness screening tool for nonnative freshwater invertebrates. *Risk Analysis* 30 (2): 285-292. (DOI: 10.1111/j.1539-6924.2009.01255.x.) Data dostępu: 2009-07-30
- Twardochleb LA, Olden JD, Larson ER. 2013. A global meta-analysis of the ecological impacts of nonnative crayfish. *Freshwater Science* 32 (4): 1367-1382

Inne

Phillips G. 2016. Presence of Paragonimus species within the secondary crustacean hosts in Bogotá, Colombia. MSc Thesis, Georgia State University: 1-44

Pochodzące z własnych badań / obserwacji

Bonk M, Solarz W. 2017. Raki luizjańskie w handu w Polsce

Śmietana P. 2008. Obserwacje behawioralne *P. clarkii* w warunkach akwaryjnych. Niepublikowane

Urbaniak M. 2014. Obserwacja raka luizjańskiego w Wielkopolsce

Autorzy karty:

Przemysław Śmietana¹, Maciej Bonk², Wojciech Solarz³

¹ Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Biologii, Uniwersytet Szczeciński

² Centrum Natura 2000, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

³ Zakład Ochrony Ekosystemów, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

Data opracowania: marzec 2018