

Rozdział VI

CZEBACZEK AMURSKI – INWAZYJNY KOŃ TROJAŃSKI?

Is Pseudorasbora parva an invasive Trojan Horse?

Antoni Amirowicz

Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk
Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha,
al. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków;
e-mail: amirowicz@iop.krakow.pl

Rozdział:

1. Zaczęło się od dwóch eksperymentów
2. Tajemniczy agent
3. My name is ... Sferotekum
4. Ważne też co w środku
5. Jak walczyć z wektorem doskonałym?
6. Jeszcze jedno badanie i odrobina nadziei

Literatura

Streszczenie / Summary

Zaczęło się od dwóch eksperymentów

Przemysłane wsiedlenie obcego gatunku może mieć nieoczekiwane złe skutki – takim zdaniem zaczyna się krótkie doniesienie opublikowane przed trzema laty w „Nature” (Gozlan i in. 2005). Było godne umieszczenia w prestiżowym czasopiśmie, ponieważ przedstawiało zaskakującą naturę czebaczka amurskiego, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) – niewielkiej, osiągającej około 10 cm długości ryby z rodziny karpiovatych, pochodzącej z wschodniej Azji, obecnie rozpowszechnionej w wodach słodkich Europy. Artykuł prezentuje wyniki dwóch eksperymentów, których obiektami, obok czebaczek były słonecznice *Leucaspis delineatus*. Ryby pochodziły z jezior i stawów w południowej Anglii; oba gatunki są obce dla Wielkiej Brytanii (Farr-Cox i in. 1996; Gozlan i in. 2002).

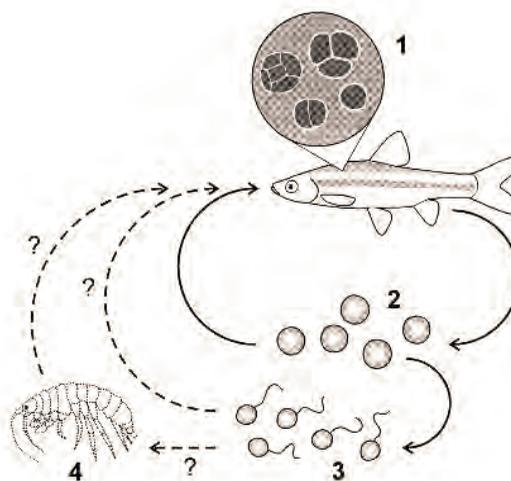
W jednym eksperymencie przez 4 lata hodowano słonecznice w miniaturowym stawie o powierzchni 10 m². W kwietniu 2001 roku wpuszczono do stawu 1200 słonecznic, a w jesieni stwierdzono, że było w nim ich około 1360. W kwietniu kolejnego roku pozostawiono w stawie 600 słonecznic i wpuszczono tam 600 czebaczek. W ten sposób uzyskano zagęszczenie ryb takie, jak przed rokiem. Kiedy policzono ryby jesienią, okazało się, że tym razem liczba słonecznic zmniejszyła się do 1/4 obsady wiosennej, a po upływie dwu kolejnych lat trwania eksperymentu spadek ich liczby osiągnął aż 96% (Gozlan i in. 2005).

Drugi eksperyment został przeprowadzony w laboratorium. Tym razem oba gatunki nie kontaktowały się ze sobą bezpośrednio, jednak akwaria zestawiono w taki sposób, żeby woda ze zbiorników, w których trzymano czebaczki przepływała do akwariów ze słonecznicami. Kontrolę stanowiły identyczne zestawy akwariów, w których znajdowały się wyłącznie słonecznice. W ciągu 8 miesięcy noto-

wano liczbę złożonych jaj, a na końcu eksperymentu liczbę i masę ciała ryb pozostałych przy życiu. Okazało się, że w obecności czebaczek słonecznice nie rozmnażały się w ogóle (w kontroli samice złożyły średnio po 1600 ziaren ikry), a ponadto wykazywały spadek kondycji i zwiększoną śmiertelność sięgającą 69% obsady (wobec 16% w kontroli). Martwe okazy zbadano dokładnie i stwierdzono u nich rozległą infekcję organów wewnętrznych spowodowaną przez wewnątrzkomórkowego pasożyta, którego następnie zidentyfikowano na podstawie analizy DNA jako *Sphaerothecum destruens* (Gozlan i in. 2005).

Tajemniczy agent

Pasożytniczy mikroorganizm, który okazał się tak niebezpieczny dla słonecznic został odkryty w latach 1983–1984 na północno-zachodnim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych w hodowli sadzowej czawyczy *Oncorhynchus tshawytscha* (rodzina łososiowatych *Salmonidae*) gdzie był przyczyną poważnych strat przekraczających 80% obsady (Elston i in. 1986; Harrell i in. 1986). Czynnikiem chorobotwórczym był obligatoryjny pasożyt tworzący skupienia kulistych komórek o wielkości 3–7 μm wewnątrz komórek narządów wewnętrznych gospodarza. Poza ustaleniem, że jest to organizm eukariotyczny przypuszczalnie spokrewniony



Rycina 1. Cykl życiowy sferotekum: 1 – spory namnażające się w tkankach ryby, 2 – spory uwolnione do wody, 3 – zoospory, 4 – bezkręgowy żywiciel pośredni (nieznany).

Figure 1. Life cycle of *Sphaerothecum destruens*: 1 – spores dividing in tissue of a fish, 2 – spores released into water, 3 – zoospores, 4 – possible intermediate host (not known).

z grzybami lub glonami, nie udało się określić bliżej jego pozycji taksonomicznej. Z tego powodu nadano mu tymczasową nazwę „rosette agent”. Nazwa nawiązywała do charakterystycznego, przypominającego rozetki, wyglądu skupień komórek widocznych w preparatach zaatakowanych narządów czawyczy.

Późniejsze badania sekwencji nukleotydów odcinka genu kodującego podjednostkę rybosomalnego RNA wykazały, że rosette agent jest blisko spokrewniony z wiciowcami kołnierzykowymi (*Choanomonada*), a więc pośrednio ze zwierzętami (Kerk i in. 1995). Szybko uzupełniły obraz kolejne wyniki badań tego genu, które zostały rozszerzone na trzy inne enigmatyczne rodzaje pasożytniczych mikroorganizmów – *Dermocystidium*, *Ichthyophonus* i *Pso-rospermium*. Okazało się, że wszystkie one są bliskie rosette agent i razem stanowią oddzielną gałąź filogenetyczną wywodzącą się z najwcześniejszego etapu różnicowania się królestwa zwierząt (kiedy to od wspólnego przodka odgałęziły się między innymi wiciowce kołnierzykowe) lub nawet z poprzedzającego go okresu, kiedy miało miejsce rozdzielenie królestw grzybów i zwierząt (Ragan i in. 1996; Spanggaard i in. 1996), odległego od chwili obecnej o co najmniej 900 mln lat (Dawkins 2004). Ponieważ nie można było powiedzieć o tej gałęzi nic więcej ponad to, że jest grupą siostrzaną grzybów i zwierząt, nazwano ją prowizorycznie akronimem „DRIPs” ułożonym z pierwszych liter nazw owych czterech organizmów (Ragan i in. 1996). Nie znano wówczas pełnych cykli życiowych żadnego z nich i za wcześniej było na próbę choćby ogólnej charakterystyki tej grupy.

Ponieważ wszystkie znane DRIP-y były pasożytami ryb, Cavalier-Smith (1998) zaproponował dla nich nazwę *Ichthyosporea*. Kiedy do DRIP-ów dołączyły inne mikroorganizmy, nie związane z rybami: *Anurofeca richardsi* – przypuszczalny patogen płazów (Baker i in. 1999), *Rhinosporeidium seeberi* – wywołujący rhinosporidiozę u ludzi, innych ssaków i ptaków (Herr i in. 1999), *Amoebidium parasiticum* – symbiont wodnych stawonogów (Benny i O'Donnell 2000, Ustinova i in. 2000), *Pseudoperkinsus tapetis* – występujący w morskich małżach (Figueras i in. 2000) i *Sphaerosoma arcticum* – przypuszczalny morski saprobiont (Jøstensen i in. 2002), zostały wysunięte sugestie zmiany nazwy tej grupy na *Mesomycetozoa* (Herr i in. 1999) lub *Mesomycetozoea* (Ajello i Mendoza 2000; cyt. za Mendoza i in. 2001) (proponowana nazwa w obu wariantach oznacza organizmy ulokowane pomiędzy grzybami i zwierzętami). Te propozycje nie odbierają jednak priorytetu nazwie *Ichthyosporea*.

Krótkiego objaśnienia wymaga jeszcze pozycja systematyczna *Ichthyosporea*. Według nowej klasyfikacji zaproponowanej przez Adla i in. (2005), organizmy eukariotyczne dzielą się na 6 nadgrup (super-groups; stosowany dotąd podział eukariontów na „królestwa”, na przykład taki jak w znanym 5-królestwowym systemie Whittakera (1969) już nie przystaje do wyników dostarczanych przez genetykę molekularną i badania ultrastruktury komórek). Jedną z tych nowych nadgrup są *Opisthokonta*, do których włączone zostały: grzyby, *Choanomonada* (wiciowce kołnierzykowe), monotypowy rodzaj *Trichoplax*, *Metazoa* (obejmujące gąbki, *Mesozoa* i inne zwierzęta) oraz *Mesomycetozoa* (rozumiane tu zgodnie ze statusem nadanym przez Mendozę i in. 2002). *Ichthyospo-*

rea należą do *Mesomycetozoa*, które ponadto obejmują inne mało znane organizmy: klasę *Aphelidea* (wewnątrzkomórkowe pasożyty glonów), dwa monotypowe rodzaje: *Corallochytrium* (morski saprotrof) i *Capsaspora* (symbiont ślimaków płucodysznych), morski rodzaj *Ministeria* oraz rząd *Nucleariida* ze słodkowodnym rodzajem *Nuclearia* (Adl i in. 2005). Należy również zwrócić uwagę na to, że z obowiązującą nazwą *Mesomycetozoa* może być łatwo mylona nazwa *Mesomycetozoea* (synonim nazwy *Ichthyosporea* wprowadzony przez Mendozę i in. 2001, 2002). Obie, łądząco podobne nazwy dotyczą różnych taksonów, i to takich, z których jeden jest podgrupą drugiego – nieuważnie stosowane mogą być źródłem nieporozumień, dlatego Dawkins (2004) wręcz namawia do bojkotu takich nazw.

My name is ... Sferotekum

Podczas gdy gromadzono wiedzę na temat pozycji systematycznej rosette agent, przybywało również informacji o nim samym. Najpierw Hedrick i in. (1989), identyfikując badany patogen jako „gatunek zbliżony do *Dermocystidium*”, a później Arkush i in. (1998) opisali dokładniej objawy choroby wywoływanej przez rosette agent oraz jego ultrastrukturę. W obu przypadkach u naturalnie zarażonych hodowanych w Kalifornii czawyczy i łososi atlantyckich *Salmo salar* obserwowano obecność rozproszonych komórek pasożyta lub wieloogniskowe ziarniste koncentracje w nerce, wątrobie, śledzionie, sercu, skrzelach, mózgu, gonadach i tylnym odcinku przewodu pokarmowego. W zaatakowanych narządach były wyraźnie widoczne stany zapalne i zmiany martwicze. Zbadano również zdolność infekcji przez rosette agent kilku gatunków ryb łososiowatych (Arkush i in. 1998). Po wyizolowaniu pasożyta i namnożeniu w kulturach tkankowych eksperymentalnie zostały zakażone czawycze, kizuczce *Oncorhynchus kisutch*, pstrągi tęczowe *O. mykiss*, pstrągi potokowe *Salmo trutta* i pstrągi źródlane *Salvelinus fontinalis*. Najwrażliwsze okazały się czawycze i kizuczce, dla których rosette agent stanowił poważne zagrożenie, natomiast stosunkowo odporne były pstrągi źródlane, u których po 3–6 miesiącach znaleziono tylko pojedyncze skupienia komórek pasożyta.

Dalsze badania rosette agent z zarażonych czawyczy i łososi (utrzymywanego w kulturach tkankowych; wszystkie izolaty pochodziły z pacyficznego wybrzeża USA) przyniosły poznanie części cyklu życiowego pasożyta (ryc. 1) i pozwoliły na formalne opisanie go pod nazwą *Sphaerothecum destruens* (Arkush i in. 2003). Stwierdzono, że wewnątrz cytoplazmatyczne kuliste spory *S. destruens* w komórkach gospodarza mają średnicę 2–6 µm i dzielą się dając 2-kilkukomórkowe skupienia komórek potomnych. Po uwolnieniu do wody morskiej spory nie dzielą się, natomiast w wodzie destylowanej następuje tworzenie z każdej z nich co najmniej pięciu małych (ok. 2 µm) ruchliwych zoospor zaopatrzonych w pojedynczą wić o długości 10 µm. Potwierdzono zarażenie zdrowych ryb, przypuszczalnie przez kontakt skrzeli, skóry lub jelita ze sporami uwolnionymi z komórek opuszczających organizm chorych ryb z moczem, żółcią, nabłonkiem jelita i płynem z gonad. Nie udało się natomiast wykazać możliwości zarażenia przez zoospory i nie odkryto żadnego żywiciela pośredniego pasożyta. Ten sam materiał posłużył również do opracowania molekularnej

metody precyzyjnej identyfikacji *S. destruens* (Mendonca i Arkush 2004).

Wiadomo już, że w nazwie gatunkowej „*destruens*” (= niszczący) nie ma przesady. Wyniki eksperymentów przeprowadzonych na południu Anglii na czebaczki i słonecznicach (Gozlan i in. 2005) pokazały również i to, że ta właściwość odnosi się nie tylko do ryb łososiowatych (czebaczki i słonecznice są rybami karpiovatymi, jak większość gatunków ichtiofauny wód śródlądowych Europy). Ale wyniki te pokazały też, że reguła ma wyjątek, i to właśnie było szczególnie godne uwagi. Czebaczki użyte w eksperymentach Gozlan i in. (2005) zostały starannie zbadane: nie wykazywały żadnych objawów przenoszonej choroby, a zatem intensywność zarażenia ich *sferotekum* była bardzo niska. W takim przypadku zidentyfikowanie nosicielstwa jest praktycznie niemożliwe. Jedynym testem dającym wynik pozytywny było wystawienie słonecznic na działanie wody, w której trzymano czebaczki. Ten wynik został potwierdzony również po zastąpieniu słonecznic przez północnoamerykański gatunek z rodziny karpiovatych – *Pimephales promelas* (Gozlan i in. 2005).

Ważne też co w środku

Czyżby na naszych oczach powtarzała się bardzo stara historia? Pamiętamy, jak relacjonując wydarzenia rozgrywające się na początku XII w. p.n.e. wokół współczesnej miejscowości Hisarlik na anatolijskim wybrzeżu Morza Egejskiego, Homer (1990, zob. też: Wergiliusz 2004) opowiada o tym, jak Trojańczycy triumfalnie wprowadzili do swego miasta osobliwego drewnianego konia, mniemając że posiadli cenną zdobycz. Okazało się jednak, że sprowadzili na siebie klęskę – i to nie za sprawą konia, ale wojowniczych Greków, którzy kryli się w jego wnętrzu. Przestroga, która tkwi w tej starożytnej opowieści może być odczytywana na różne sposoby. Na przykład tak: *Introdukcje ryb bywają w istocie introdukcjami pasożytów ryb.*

Nie są to wcale przypadki odosobnione. Helmintofauna Polski wzbogaciła się w ten sposób o co najmniej 3 azjatyckie gatunki: bruzdogłowca chińskiego *Khawia sinensis* i bruzdogłowca gowkonijskiego *Bothriocephalus acheilognathus*^{*} oraz angwilikolę *Anguillicola crassus*^{**}. Należy podkreślić, że zarówno amur biały, jak i węgorz japoński nie są zdolne do aklimatyzacji na terenach, dokąd je sprowadzano, natomiast przyniesione przez nie pasożyty skolonizowały europejskie wody tak pomyślnie, że obecnie są tu przyczyną wymiernych strat gospodarczych.

Czy nieświadomie przenosząc czebaczka na początku lat 60. XX w. z Dalekiego Wschodu do Europy (z materiałem zarybieniowym amura białego i tołpyg, białej

Hypophthalmichthys molitrix, i pstrej *Aristichthys nobilis*) sprowadzono tu kolejnego pasożyta ryb ze zlewiska Pacyfiku – *sferotekum*? Jeśli tak, to trzeba pamiętać, że sytuację pogarsza to, że czebaczek różni się od amura białego i węgorza japońskiego – sam rozprzestrzenia się w wodach Europy, a epitet „inwazyjny” bynajmniej nie jest nadany temu gatunkowi na wyrost^{***}.

Zatem, czy w Polsce, gdzie już od dwudziestu lat czebaczek podróży „na gapę” z transferami narybku (Witkowski 1991) i jednocześnie sam aktywnie rozszerza swój zasięg, nie tylko kolejne stada hodowane w gospodarstwach stawowych, ale i populacje rodzimych gatunków ryb stoją w obliczu realnej zagłady?

Być może w tych pytaniach wcale nie ma przesady. Doniesienie Gozlan i in. (2005) było bardzo niepokojącym prorocstwem: skoro *sferotekum* okazało się być pasożytem niespecyficznym, a czebaczek jest jednym z najbardziej inwazyjnych gatunków, to należy liczyć się z tym, że w Europie poważnie zagrożona jest nie tylko hodowla ryb, ale i bioróżnorodność ichtiofauny. Szczególnie niepokojąco zwraca uwagę zbieżność chronologiczna początku postępującego w Europie zaniku słonecznicy ze pojawieniem się tu czebaczka (Gozlan i in. 2005, 2006; słonecznica, niegdyś pospolita, w 1979 r. znalazła się w Załączniku III Konwencji Berneńskiej, obejmującym chronione gatunki zwierząt).

Jak walczyć z wektorem doskonałym?

Kiedy odkryto możliwość przenoszenia przez czebaczka pasożyta zabójczego dla ryb łososiowatych i karpiovatych, w Anglii i Walii istniało już 25 populacji tego gatunku, z których 10 miało otwartą drogę dalszej ekspansji poprzez sieć rzeczną (Pinder i in. 2005). Czy w takiej sytuacji zagrożenie rodzimych gatunków ryb jest tam duże? Realistyczną ocenę zagrożenia utrudnia to, że w populacjach czebaczka zarówno intensywność, jak i ekstensywność zarażenia *sferotekum* mogą być tak niskie, że wykrycie nosicielstwa wymaga prowadzenia długotrwałych hodowli i stosunkowo kosztownych testów. Poza tym, ryzyko związane z przenoszonymi patogenami to tylko jeden z elementów zagrożenia powodowanego przez obce gatunki ryb (Copp i in. 2005). Jednocześnie należy uwzględnić, że do wyjątków trzeba zaliczać środowiska „odporne” na inwazję czebaczka i na jej następstwa, w tym liczebnościową dominację w zespole ryb i konkurencyjną przewagę nad miejscowymi gatunkami (Britton i in. 2007).

Czy można przeciwdziałać ekspansji czebaczka?

Trwała eliminacja populacji tego przedsiębiorczego gatunku jest możliwa tylko w środowiskach zamkniętych, nie

* Tasiemce pasożytujące na karpkach hodowanych w stawach i na rodzimych rybach karpiovatych, zawleczone do Polski w latach 70-tych XX w., przypuszczalnie wraz z narybkiem amura białego *Ctenopharyngodon idella*; S. Knutelski – www.iop.krakow.pl/ias/gatunek.asp?2, www.iop.krakow.pl/ias/gatunek.asp?3

** Nicień pasożytujący w pęcherzu pławnym węgorza *Anguilla anguilla*, zawleczony do Europy na początku lat 80-tych XX w. z obsadowym węgorzem japońskim *A. japonica*; S. Knutelski – www.iop.krakow.pl/ias/gatunek.asp?5.

*** Źródło: A. Witkowski – www.iop.krakow.pl/gatunkiobce/default.asp?nazwa=opis&id=97&je=pl

mających stałego kontaktu z innymi wodami. Jest znany przykład udanego usunięcia czebaczka z niewielkiego (powierzchnia 2 ha, głębokość 3,5 m) jeziora Ratherheath Tarn w północno-zachodniej Anglii (Britton i Brazier 2006), ale sukces został tam osiągnięty za cenę likwidacji całej ichtiofauny przy pomocy rotenonu. Zastosowanie rotenonu lub osuszenie jeziora okazało się skuteczne również w dwu innych przypadkach (Britton i in. 2008).

Czy można polecać takie rozwiązywanie problemu? Nawet pomijając brutalność tak radykalnej ingerencji w funkcjonowanie ekosystemu jeziora i w strukturę jego biocenozy, nie sposób pominąć kosztu zabiegu, obejmującego nie tylko cenę użytej trucizny (2 funty/m²), ale również częściowego lub całkowitego osuszenia i ponownego napełnienia jeziora. Chyba warto bardziej polecać rozważę przy decydowaniu się na „poprawianie” przyrody poprzez „wzbogacanie” miejscowych zespołów ryb obcymi gatunkami.

Jeszcze jedne badania i odrobina nadziei

I co dalej? Czy w całej Europie jesteśmy skazani na trudną i kosztowną walkę z czebaczką? Być może nie w każdym przypadku, bo wiadomo już coś więcej o czebaczku i słonecznicy. Dwa lata po ogłoszeniu alarmu przez Gozłana i in. (2005) opublikowano wyniki badań mogących potwierdzić zjawisko zanikania populacji słonecznicy przy obecności w jej siedlisku czebaczka (Carpentier i in. 2007). Badania zostały przeprowadzone w jeziorze Grand Lieu w zachodniej Francji. Przez 7 lat (1999–2006) dokumentowano tam skład zespołu ryb zasiedlających strefę roślinności zanurzonej (optymalne siedlisko obu gatunków). Materiał stanowiły wyniki punktowych elektropołówów (36–367 rocznie), prowadzonych w tym samym sezonie (w lipcu).

Początkowo czebaczek nie występował w jeziorze, bo pojawił się tam dopiero w 2003 r. wskutek naturalnej ekspansji z Loary, i (jak to zwykle obserwowano na opanowywanych przez niego obszarach) szybko powiększał swój udział w liczebności, osiągając w 2006 r. blisko 17% zespołu (Carpentier i in. 2007). Niespodzianką było to, że udział słonecznicy pozostał praktycznie taki sam, jak przed pojawieniem się czebaczka (średnio 59–65%). Ponadto, nie udało się wykazać żadnego istotnego związku pomiędzy występowaniem czebaczka i słonecznicy, a dodatkowo w połowie punktów, gdzie odnotowano obecność obu gatunków, stwierdzono również narybek słonecznicy. Zatem wydaje się, że w Grand Lieu na razie nie miało miejsca ani zwiększenie śmiertelności, ani zahamowanie rozrodu słonecznicy. Te wyniki stawiają w nieco innym świetle poglądy na temat roli czebaczka w procesie zanikania słonecznicy na obszarze jej naturalnego zasięgu – być może poza zagrożeniem *sferotekum* istotny wpływ mają tu również inne czynniki, jak na przykład antropogeniczne pogarszanie jakości siedlisk (Carpentier i in. 2007).

Czy można odetchnąć z ulgą? Nie wiadomo, bo badania referowane przez Carpentiera i in. (2007) trwały zbyt krótko, by mogły rozwiać wszystkie wątpliwości i dlatego planowana jest ich kontynuacja. Za to wiadomo już na pewno, że wprowadzanie drewnianych koni do miast, i wpuszczanie egzotycznych ryb do wód otwartych może mieć skutki odwrotne do zamierzonych.

Literatura

- Adl S.M., Simpson A.G.B., Farmer M.A., Andersen R.A., Anderson O.R., Barta J.R., Bowser S.S., Brugerolle G., Fensome R.A., Fredericq S., James T.Y., Karpov S., Kugrens P., Krug J., Lane C.E., Lewis L.A., Lodge J., Lynn D.H., Mann D.G., McCourt R.M., Mendoza L., Moestrup Ø., Mozley-Standridge S.E., Nerad T.A., Shearer C.A., Smirnov A.V., Spiegel F.W., Taylor M.F.J.R. 2005. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *J. Eukaryot. Microbiol.* 52 (5): 399–451.
- Ajello L., Mendoza L. 2000. The phylogeny of *Rhinosporidium seeberi*. 14th Meeting of the International Society for Human and Animal Mycology, Buenos Aires, Argentina: 78.
- Andreou D., Gozlan R.E., Paley R. 2009. Temperature influence on production and longevity of *Sphaerothecum destruens* zoospores. *Journal of Parasitology* 95 (6): 1539–1541.
- Arkush K.D., Frasca S. Jr., Hedrick R.P. 1998. Pathology associated with the rosette agent, a systemic protist infecting salmonid fishes. *Journal of Aquatic Animal Health* 10 (1): 1–11.
- Arkush K.D., Mendoza L., Adkison M.A., Hedrick R.P. 2003. Observations on the life stages of *Sphaerothecum destruens* n. g., n. sp., a mesomycetozoean fish pathogen formerly referred to as the rosette agent. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 50 (6): 430–438 [Erratum do tego artykułu: *J. Eukaryotic Microbiol.* 51 (2): 259].
- Baker G.C., Beebee T.J.C., Ragan M.A. 1999. *Prototheca richardsi*, a pathogen of anuran larvae, is related to a clade of protistan parasites near the animal-fungal divergence. *Microbiology* 145: 1777–1784.
- Benny G.L., O'Donnell K. 2000. *Amoebidium parasiticum* is a protozoan, not a trichomycete (*Zygomycota*). *Mycologia* 92: 1133–1137.
- Britton J.R., Brazier M. 2006. Eradicating the invasive topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva*, from a recreational fishery in northern England. *Fisheries Management and Ecology* 13 (5): 329–335.
- Britton J.R., Davies G.D., Brazier M., Pinder A.C. 2007. A case study on the population ecology of a topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) population in the UK and the implications for native fish communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17 (7): 749–759.
- Britton J. R., Brazier M., Davies G. D., Chare S. I. 2008. Case studies on eradicating the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* from fishing lakes in England to prevent their riverine dispersal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18 (6): 867–876.
- Britton J.R., Davies G.D., Brazier M. 2010a. Towards the successful control of the invasive *Pseudorasbora parva* in the UK. *Biol. Invasions* 12: 125–131.
- Britton J.R., Davies G.D., Harrod C. 2010b. Trophic interactions and consequent impacts of the invasive fish *Pseudorasbora parva* in a native aquatic foodweb: a field

- investigation in the UK. *Biol. Invasions* 12: 1533–1542.
- Carpentier A., Gozlan R.E., Cucherousset J., Paillisson J.M., Marion L. 2007. Is topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* responsible for the decline in sunbleak *Leucaspis delineatus* populations? *Journal of Fish Biology* 71 (Suppl. D): 274–278.
- Cavalier-Smith T. 1998. Neomonada and the origin of animals and fungi. In: Coombs G.H., Vickerman K., Sleigh M.A., Warren A. (eds.) *Evolutionary relationships among Protozoa*. London, Chapman & Hall: 375–407.
- Copp G.H., Garthwaite R., Gozlan R.E. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. *Sci. Ser. Tech Rep.* (Cefas, Lowestoft): 129: 132.
- Dawkins R. 2004. *The Ancestor's Tale: a pilgrimage to the dawn of evolution*. Mariner Books: 1–673.
- Elston R.A., Harrell L., Wilkinson M.T. 1986. Isolation and *in vitro* characteristics of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) rosette agent. *Aquaculture* 56 (1): 1–21.
- Farr-Cox F., Leonard S., Wheeler A. 1996. The status of the recently introduced fish *Leucaspis delineatus* (Cyprinidae) in Great Britain. *Fish. Manag.* 3: 193–199.
- Figueras A., Lorenzo G., Ordas M.C., Gouy M., Novoa B. 2000. Sequence of the small subunit ribosomal RNA gene of *Perkinsus atlanticus*-like isolated from carpet shell clam in Galicia, Spain. *Mar. Biotechnol.* 2: 419–428.
- Gozlan R.E., Pinder A.C., Shelley J. 2002. Occurrence of the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* in England. *J. Fish Biol.* 61: 298–300.
- Gozlan R.E., St-Hilaire S., Feist S.W., Martin P., Kent M.L. 2005. Disease threat on European fish. *Nature* 435 (7045): 1045.
- Gozlan R.E., St-Hilaire S., Feist S.W., Longshaw M., Peeler E.J. 2006. The effect of microbial pathogens on the diversity of aquatic populations, notably in Europe. *Microbes and Infection* 8: 1358–1364.
- Gozlan R.E., Whipps C.M., Andreou D., Arkush K.D. 2009. Identification of a rosette-like agent as *Sphaerothecum destruens*, a multi-host fish pathogen. *International Journal for Parasitology* 39 (10): 1055–1058.
- Harrell L.W., Elston R.A., Scott T.M., Wilkinson M.T. 1986. A significant new systemic disease of net-pen reared Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) brood stock. *Aquaculture* 55 (4): 249–262.
- Hedrick R.P., Friedman C.S., Modin J. 1989. Systemic infection in Atlantic salmon *Salmo salar* with a *Dermocystidium*-like species. *Diseases of Aquatic Organisms* 7: 171–177.
- Herr A.R., Ajello L., Taylor J.W., Arseculeratne S.N., Mendoza L. 1999. Phylogenetic analysis of *Rhinosporidium seeberi*'s 18S small-subunit ribosomal DNA groups this pathogen among members of the protocystan *Mesomycetozoa* clade. *J. Clin. Microbiol.* 37: 2750–2754.
- Homer 1990. *Odyseja*. PIW. Warszawa: 1–589.
- Jøstensen J.-P., Sperstad S., Johansen S., Landfald B. 2002. Molecular-phylogenetic, structural and biochemical features of a cold-adapted, marine ichthyosporean near the animal-fungal divergence, described from *in vitro* cultures. *European Journal of Protistology* 38 (2): 93–104.
- Kerk D., Gee A., Standish M., Wainwright P.O., Drum A.S., Elston R.A., Sogin M.L. 1995. The rosette agent of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) is closely related to choanoflagellates, as determined by the phylogenetic analysis of its small ribosomal subunit RNA. *Marine Biology* 122 (2): 187–192.
- Mendonca H.L., Arkush K.D. 2004. Development of PCR-based methods for detection of *Sphaerothecum destruens* in fish tissues. *Diseases of Aquatic Organisms* 61: 187–197.
- Mendoza L., Ajello L., Taylor J.W. 2001. The taxonomic status of *Lacazia loboi* and *Rhinosporidium seeberi* has been finally resolved with the use of molecular tools. *Rev. Iberoam. Micol.* 18: 95–98.
- Mendoza L., Taylor J.W., Ajello L. 2002. The class *Mesomycetozoa*: A heterogeneous group of microorganisms at the animal-fungal boundary. *Annual Review of Microbiology* 56: 315–344.
- Pinder A.C., Gozlan R.E., Britton J.R. 2005. Dispersal of the invasive topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva* in the UK: a vector for an emergent infectious disease. *Fisheries Management and Ecology* 12: 411–414.
- Ragan M.A., Goggin C.L., Cawthorn R.J., Cerenius L., Jamieson A.V.C., Plourde S.M., Rand T.G., Söderhäll K., Gutell R.R. 1996. A novel clade of protistan parasites near the animal-fungal divergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 93: 11907–11912.
- Ustinova I., Kienitz L., Huss V.A.R. 2000. *Hyaloraphidium curvatum* is not a green alga, but a lower fungus; *Amoebidium parasiticum* is not a fungus, but a member of the DRIPs. *Protist* 151: 253–262.
- Wergiliusz. 2004. *Eneida*. Ossolineum, De Agostini, Wrocław – Warszawa: cxxii+1–400.
- Whittaker R.H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science* 163: 150–160.
- Witkowski A. 1991. *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842) (Cyprinidae, Gobioninae) nowy gatunek w polskiej ichtiofaunie. *Przegląd Zoologiczny* 35: 323–331.

Summary

Topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) originating from Far East is highly invasive fish species spreading in inland waters of Europe following accidental introduction in 1960s. Since that time the establishing populations of this species impact native fish communities, mainly by interspecific competition. Recently, Gozlan and co-authors (2005) reported increased mortality and totally inhibited spawning in an endangered European fish, the sunbleak, *Leucaspis delineatus* in the presence of topmouth gudgeon. Observed by them rapid decline of a population of sunbleak was caused by a deadly intracellular parasite *Sphaerothecum destruens* Arkush et al., 2003 carried by the topmouth gudgeon, formerly known as the „rosette agent“ (Harrell et al. 1986). This eukaryotic microorganism belongs to the class Ichthyosporea (Cavalier-Smith 1998) within the group Mesomycetozoa (Mendoza et al. 2002) of the Opisthokonta

super-group (Adl et al. 2005).

The life cycle of *S. destruens* still remains only partially known (Arkush et al. 2003) (Fig. 1). Spherical spores (2–6 µm in diam.) locate and divide in tissues of visceral organs forming multifocal granulomas in the kidney, liver, spleen, heart, gills, brain, gonads, and intestine. Infected fish shed spores with bile, urine, gut epithelium or gonadal fluids. Infection is initiated by contact of gills, skin or gut with spores. In laboratory, also the zoosporulation was observed, however, the infection of a new host by the motile uniflagellated zoospores has not been demonstrated. *S. destruens* causes a serious infectious disease in the salmonid fish aquaculture along the Pacific Northwest of North America. The mortality exceeds 80% of stocks in some cases.

According to the results of Gozlan et al. (2005) *S. destruens* is a non-specific pathogen. Therefore, the topmouth gudgeon as its healthy host may pose serious threat to the conservation of European fish diversity, inland fishery and aquaculture. Unfortunately, the identification of carrier populations of topmouth gudgeon with conventional diagnostic methods is

very difficult because of low concentration of parasite in infected individuals and/or low prevalence in populations. Successful eradication of a suspected population of topmouth gudgeon might be possible in some cases, but it need expensive operations such de-watering of a water body and piscicide application (Britton and Brazier 2006, Britton et al. 2008).

However, such actions may not be necessary in every cases of established populations of topmouth gudgeon across Europe. Recently Carpentier et al. (2007) presented preliminary results obtained in Lake Grand-Lieu in western France where sunbleak and topmouth gudgeon were cohabiting in the same area of vegetated littoral for four years with no observed neither increased mortality nor suppressed spawning of the former. Maybe sunbleak declines in Europe following topmouth gudgeon invasions (Gozlan et al. 2005, 2006) were purely accidental in some or most cases? It is too early to answer this question. Waiting for conclusive evidence we should remember that both taking the wooden horses into the cities and releasing exotic fishes into natural waters may bring results very far from what one can expect.



Starorzecze - potencjalne siedlisko czebaczka *Pseudorasbora parva*, fot. Antani Amirowicz