

Nowo pojawiające się infekcje bakteryjne u ryb w Polsce

ALICJA KOZIŃSKA, AGNIESZKA PĘKALA, EDWARD GRAWIŃSKI*

Zakład Chorób Ryb, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

*Gabinet Weterynaryjny, ul. Śniadeckich 4, 84-230 Rumia

Otrzymano 10.03.2014

Zaakceptowano 04.04.2014

Kozińska A., Pękala A., Grawiński E.

New bacterial infections that have emerged in fish in Poland

Summary

The aim of the study was to present the reasons for the emergence and an overview of new bacterial infections in freshwater fish diagnosed in Poland over the last several years. One of the main reasons is ecological changes in freshwater ecosystems as a result of the degradation of these environments. The progressive degradation of these ecosystems is largely due to human activity associated with the development of civilization, which results in the production of greater amounts of sewage of different origin. Also some factors independent of human activity have a major influence of degradation and variability in freshwater environments; for example climate change, geographical conditions and the effects of natural disasters. In fish farming conditions, additional factors contributing to the emergence of new diseases/pathogens are the use of antibiotics and disinfectants. Moreover, the introduction of new fish species carries many risks. For several or even a dozen years, some new infections in freshwater fish cultured in Poland have been diagnosed. They are caused by bacteria which were not previously known as fish pathogens, or infections formerly diagnosed in many other countries, while in Poland they emerged relatively recently. The first group includes infections caused by *Acinetobacter lwoffii*, *A. johnsonii* and *Shewanella putrefaciens*. Both cyprinids as well as salmonids fish cultured in Poland are sensitive to these infections. Among these microorganisms, *S. putrefaciens* are most frequently diagnosed, causing losses of up to 20% of the infected population. The second group includes bacteria from the genera *Serratia* and *Streptococcus*. These microorganisms primarily affect salmonids. In the case of infections *Serratia* spp, losses may reach up to 35%. In populations of fish infected with *Streptococcus* spp. losses are between 5% and 15%. Data presented in this article suggest the need for a new approach by diagnosticians to identify fish diseases. Currently, laboratory diagnosis must take into account not only the presence of bacteria well known as pathogens of fish as potential etiological factors of disease, but also those less well-known in Poland or completely new ones.

Keywords: bacterial diseases of fish, bacterial fish pathogens, freshwater fish

Zgodnie z definicją OIE (27), nowo pojawiające się choroby są to nowo uznane infekcje powstające w wyniku ewolucji i zmiany już egzystującego czynnika patogenicznego, znane infekcje rozprzestrzeniające się na nowe obszary geograficzne lub populacje, albo też choroby/czynniki patogenne wcześniej nie rozpoznane i pojawiające się po raz pierwszy. Są to także choroby, które występowały wcześniej, ale szybko wzrasta liczba przypadków zachorowań lub też manifestujące się w nowy, odmienny sposób (28). Austin (3) uważa, że „nowy” patogen może odzwierciedlać postęp w dziedzinie taksonomii, ponieważ pewne organizmy były wcześniej błędnie identyfikowane.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat systematycznie wzrasta zainteresowanie naukowców tematem dotyczącym nowych chorób, które są poważnym problemem

w medycynie ludzkiej oraz weterynaryjnej. Opisano wiele bakteryjnych patogenów ryb, pojawiających się w różnych krajach w ostatnich latach. Należą do nich, między innymi: *Acinetobacter baumannii* (34, 39), *Bacillus mycoides* (11), *Echerichia vulneris* (4), *Francisella* sp. (38), *Shewanella* sp. i *Listonella* sp. (33), *Streptococcus dysgalactiae* (1), *S. difficilis* (8), *S. parauberis* (7). Poniżej przedstawiono przyczyny pojawiania się oraz przegląd nowych infekcji bakteryjnych u ryb słodkowodnych diagnozowanych w Polsce w ciągu ostatnich kilkunastu lat.

Przyczyny pojawiania się nowych chorób

Wielu badaczy podkreśla znaczenie zmian ekologicznych w środowiskach wód słodkich jako źródła powstawania nowych chorób (18, 22, 30). Spośród

różnych ekosystemów istniejących na ziemi, ekosystemy słodkowodne, ze względu na ich stosunkowo niewielką głębokość i objętość, są najbardziej narażone na degradację, a co za tym idzie – na dużą zmienność, zarówno w odniesieniu do czynników abiotycznych, jak też biotycznych. W dużej mierze przyczyną postępującej degradacji tych ekosystemów są działania antropogeniczne związane z rozwojem cywilizacji, co skutkuje produkcją coraz większych ilości ścieków komunalnych i przemysłowych dostających się do stosunkowo płytkich wód śródlądowych, w których nie mogą one być rozcieńczone w takim stopniu jak w dużych akwenach morskich (18). Ponadto, środowiska te narażone są na spływy z otaczających terenów lądowych, szczególnie z gospodarstw rolnych, zawierające różne preparaty stosowane w ochronie roślin. Na degradację i zmienność w środowiskach wód słodkich mają też duży wpływ czynniki niezależne od działalności człowieka, takie jak zmiany klimatyczne, warunki geograficzne oraz skutki klęsk żywiołowych (17, 22). Wymienione wyżej czynniki sprzyjają powstawaniu mutacji, w wyniku których pojawiają się nowe cechy zarazków, pozwalające im na adaptację do nowych środowisk lub/i żywicieli. Jednym z najpoważniejszych efektów tych zmian jest pojawianie się nowych chorób/patogenów.

Zakażenia pochodzące ze środowisk wód słodkich mogą dotyczyć ludzi i zwierząt lądowych, jednak znacznie częściej występują one u ryb. Ryby, jako organizmy wodne, są stale narażone na kontakt z różnymi bakteriami, które stanowią normalną saprofityczną mikroflorę środowisk wodnych albo też dostają się tam z gleby, ścieków czy powietrza. W środowisku wodnym bakterie mają bardzo dogodne warunki do przetrwania i rozwoju. Nie są one narażone na wysychanie, działanie promieni ultrafioletowych czy też wymarzenie, w przeciwieństwie do patogenów zwierząt stałocieplnych. (17). Wiele gatunków bakterii wodnych zasiedla skórę, skrzel i przewody pokarmowe ryb, żyjąc tam jako organizmy komensalne. Mogą one jednak rozwijać się także poza organizmem tych zwierząt jako bakterie saprofityczne. W związku z tym istnieje pogląd, że choroby zakaźne ryb, w przeciwieństwie do chorób zwierząt lądowych, są wywoływane przez drobnoustroje nieswoiste żyjące i rozmnażające się w wodzie (17). W określonych warunkach środowiskowych u niektórych bakterii, wcześniej nieszkodliwych dla ryb, pojawiają się cechy zjadliwości, czego efektem jest rozwój procesu chorobowego.

W warunkach hodowli ryb pojawianie się nowych chorób nabiera szczególnego znaczenia. Oprócz niekorzystnych dla ryb warunków środowiskowych, występowaniu chorób zakaźnych sprzyjają także inne czynniki stresogenne, takie jak: odłowy, przerzuty, transport, sortowanie itp. Stres w znacznym stopniu obniża odporność ryb i często przekracza ich możliwości adaptacyjne do nowo pojawiających się mikroorganizmów. Powoduje on również wzrost liczby przypadków chorób wcześniej rozpoznawanych. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym pojawianiu się nowych chorób/patogenów w wa-

runkach hodowli ryb jest stosowanie antybiotyków i środków dezynfekcyjnych, które mogą eliminować pewne gatunki bakterii, stwarzając możliwości dominacji innych, opornych na określone środki terapeutyczne. Ponadto, introdukcja nowych gatunków ryb, która w założeniu jest pozytywnym procesem zmierzającym do intensyfikacji produkcji sektora akwakultury, niesie ze sobą wiele zagrożeń. Wynikają one głównie z potencjalnych możliwości wprowadzenia nowych patogenów do danego gospodarstwa rybackiego, co powoduje ich rozprzestrzenianie się na nowe obszary geograficzne. Z drugiej strony, introdukcja ryb z innych części świata stwarza dla nich możliwość stykania się z nowymi czynnikami patogennymi, na które mogą wykazywać znacznie większą wrażliwość niż gatunki endemiczne.

Infekcje *Acinetobacter* spp.

Bakterie z rodzaju *Acinetobacter* są Gram-ujemnymi, bezwzględnie tlenowymi pałeczkami należącymi do rodziny *Moraxellaceae*. Bakterie te występują powszechnie w przyrodzie. Spotykane są w glebie, w wodach słodkich i morskich oraz u ryb morskich i słodkowodnych (5, 6, 10, 14), jak również zasiedlają wiele innych środowisk. Przez wiele lat bakterie te uznawane były jako mikroorganizmy saprofityczne. Obecnie są już dobrze udokumentowane jako oportunistyczne patogeny ludzkie, pojawiają się też dane o ich chorobotwórczości dla ryb.

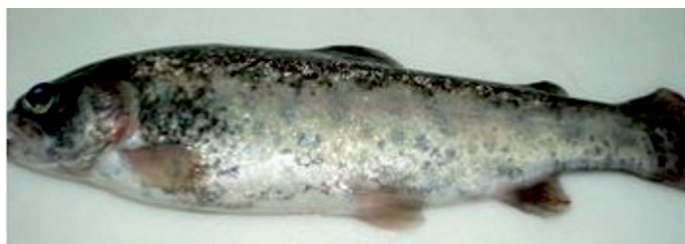
Pierwszy przypadek infekcji *Acinetobacter* sp. odnotowano w 1978 r. u tarlaków łososia atlantyckiego (*Salmo salar*) w Norwegii (35). W ciągu ostatnich kilku lat udokumentowano także związek *Acinetobacter baumannii* z różnymi stanami chorobowymi ryb w Indiach, Chinach i Turcji (34, 39, 40).

Pod koniec pierwszej dekady XXI w. pojawiły się przypadki infekcji *Acinetobacter* sp. u ryb w Polsce (31, 41). W kolejnych latach bakterie te były coraz częściej izolowane od ryb hodowanych w Polsce, głównie od pstrągów tęczowych (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) i karpia (*Cyprinus carpio* L.), u których występowały objawy chorobowe. W badaniach klinicznych pstrągów obserwowano najczęściej ubytki łusek, postrzępienie płetw, przekrwienie skrzel i wytrzeszcz gałek ocznych (ryc. 1). Najczęściej obserwowanymi objawami klinicznymi u karpia były wybroczyny na powłokach ciała oraz przekrwienie skrzel. W badaniu sekcyjnym u obu



Ryc. 1. Ubytki łusek i postrzępienie płetw u pstrąga naturalnie zakażonego *Acinetobacter johnsonii*

gatunków ryb stwierdzano zapalenie jelita. Objawom tym towarzyszyły śnięcia wynoszące od 5% do 20%, szczególnie w populacjach pstrągów tęczowych. Takie stany chorobowe były notowane w różnych porach roku, ale najczęściej w maju i wrześniu. Z materiału pobranego z uszkodzonej skóry, skrzel i przewodu pokarmowego przy użyciu zestawu API 20NE oraz metodą sekwencjonowania fragmentu genu 16S rDNA uzyskiwano obfity wzrost bakterii, wśród których dominowały mikroorganizmy identyfikowane jako *Acinetobacter lwoffii* lub *A. junii/johnsoniae* (19). Eksperymentalne zakażenie karpia i pstrągów wybranymi izolatami potwierdziły ich właściwości chorobotwórcze dla tych gatunków ryb (ryc. 2).



Ryc. 2. Ubytki łusek i wytrzeszcz oka u pstrąga eksperymentalnie zakażonego *Acinetobacter johnsonii*

U niektórych gatunków *Acinetobacter* obserwuje się szybki wzrost oporności na wiele chemioterapeutyków (2, 26, 29). W związku z tym przypuszcza się, że przypadki infekcji ryb mogą mieć związek ze wzrostem dominacji tych mikroorganizmów w środowisku wodnym i na powłokach ciała ryb w wyniku eliminacji drobnoustrojów wrażliwych na leki stosowane w akwakulturze.

Infekcje *Serratia* spp.

Bakterie z rodzaju *Serratia* są Gram-ujemnymi, względnie beztlenowymi pałeczkami należącymi do rodziny *Enterobacteriaceae*. Mikroorganizmy te stanowią element normalnej mikroflory gleby i środowiska wodnego oraz izolowane są z narządów i jelita ryb (15, 23). Na podstawie dotychczasowych danych z piśmiennictwa, spośród 10 obecnie znanych gatunków należących do rodzaju *Serratia*, *S. liquefaciens* i *S. plymuthica* wydają się odgrywać największą rolę w patologii ryb.

Pierwsze przypadki chorób ryb związanych z infekcją *Serratia* spp. pojawiły się w latach 80. ub. stulecia w Australii, Szkocji i Hiszpanii (21, 24, 25). W późniejszych latach infekcje tych bakterii były rozpoznawane także w innych krajach. Zakażenia występowały najczęściej u ryb łososiowatych i towarzyszyły im różne objawy chorobowe połączone ze zmienną liczbą strat w obsadach zakażonych ryb. Prawdopodobnie zależało to od przynależności izolowanych bakterii do określonego gatunku *Serratia* sp., zjadliwości poszczególnych szczepów w obrębie gatunku, jak też od warunków środowiskowych.

Pod koniec lat 90. ub. stulecia pojawiły się pierwsze udokumentowane przypadki infekcji *S. plymuthica* u ryb w Polsce. W ciągu 4 lat bakterie te były izolowane od chorych pstrągów tęczowych, łososi atlantyckich i troci wędrownej (*Salmo trutta* m. *trutta*) z 42 obiektów

hodowlanych. U chorych ryb obserwowano osłabienie, ubytki łusek oraz powiększenie nerki, śledziony i wątroby. Szczególnie często infekcje występowały u wylęgu i narybku pstrąga tęczowego w obiektach zasilanych wodą zanieczyszczoną związkami organicznymi. Właściwości chorobotwórcze *S. plymuthica* potwierdzono w badaniach eksperymentalnych (13).

W następnych latach od ryb łososiowatych w Polsce izolowane były także inne gatunki z rodzaju *Serratia*, które dominowały w posiewach bakteriologicznych ze zmienionych tkanek i/lub narządów ryb, a ich identyfikacja fenotypowa nie zawsze jest możliwa do poziomu gatunku. Przy zastosowaniu metody sekwencjonowania fragmentu genu 16S rDNA bakterie te zidentyfikowano jako *S. liquefaciens*, *S. proteamaculans/S. grimesii*, *S. fonticola* (badania własne nieopublikowane). Izolacja tych bakterii związana była najczęściej z obecnością zmian skórnych w postaci wybroczyn lub przekrwień, rozpułchnieniem i przekrwieniem narządów wewnętrznych, stanem zapalnym jelita, a niekiedy obecnością płynu surowiczego w jamie ciała. Zmianom tym towarzyszyły śnięcia ryb, dochodzące do 35% obsad. Pilotażowe eksperymentalne badania własne przeprowadzone przy użyciu 4 izolatów *Serratia* spp. wykazały różny stopień zjadliwości tych bakterii dla pstrągów tęczowych, w tym jeden z nich, zidentyfikowany jako *S. proteamaculans/grimesii* okazał się wysoce zjadliwy (100% śnięć w ciągu 18 godzin). U ryb obserwowano wybroczyny na powłokach ciała (ryc. 3), silne przekrwienie narządów wewnętrznych, upłynnienie nerki i zapalenie jelita (dalsze badania w trakcie realizacji).

S. liquefaciens izolowano nie tylko od hodowlanych ryb łososiowatych, ale także od troci i łososi wstępujących do pomorskich rzek na tarło (16). Ryby



Ryc. 3. Wybroczyny na skórze u pstrąga eksperymentalnie zakażonego *Serratia proteamaculans/grimesii*



Ryc. 4. Przekrwienia i wrzodziejące zmiany u tarlaka troci, od której izolowano m.in. *Serratia* spp.

te wykazywały objawy podobne do wrzodziejącej martwicy skóry (UDN) (ryc. 4). Dotychczas nie wyjaśniono jednoznacznie roli *Serratia* sp. jako czynnika chorobotwórczego tych ryb, ponieważ ze zmienionych tkanek i narządów izolowano także inne patogeny ryb, takie jak *Aeromonas* spp. i *Yersinia ruckeri*, a wykonanie badań eksperymentalnych na tych gatunkach ryb było dotychczas niemożliwe ze względu na trudności w ich pozyskaniu do tego celu.

Infekcje *Shewanella putrefaciens*

S. putrefaciens jest Gram-ujemną pałeczką należącą do rodziny *Alteromonadaceae*. Bakteria ta uważana była wcześniej za organizm halofilny, izolowany powszechnie z wód morskich i przybrzeżnych oraz z przewodów pokarmowych ryb morskich. Obecnie coraz częściej znajdowana jest także w wodach słodkich. Jako patogen ryb *S. putrefaciens* została opisana w 1987 r. Choroba wystąpiła u ryby morskiej *Siganus rivulatus*, hodowanej w sadzach Morza Czerwonego (36).

W Polsce, bakterię tę wyizolowano po raz pierwszy w 2002 r. od karpia (20). Począwszy od 2004 r. zaczęły pojawiać się terenowe przypadki zachorowań karpia i pstrągów powodowane przez *S. putrefaciens*. Infekcje stwierdzano w miesiącach zimowych i wczesnowiosennych (od stycznia do marca). Dotychczas wystąpiły one w 25 gospodarstwach karpioowych i 11 pstrągowych. Zanotowano także 4 przypadki zachorowań u ryb dziko żyjących, takich jak: sandacz pospolity (*Sander lucioperca* L.), sieja pospolita (*Coregonus lavaretus* L.), tołpyga biała (*Hypophthalmichthys molitrix*) i troć wędrowna (*Salmo trutta* m. *trutta* L.) (32, doi:10.1111/jfd.12231). W obrazie klinicznym obserwowano jedną lub więcej następujących zmian: osłabioną kondycję, pociemnienie skóry, przekrwienie skrzel, obecność martwiczych zmian na powłokach ciała (ryc. 5). W badaniu sekcyjnym obserwowano powiększenie śledziony, zwiększoną wilgotność i przekrwienie narządów wewnętrznych, stan zapalny jelita. Zmianom tym towarzyszyły śnięcia dochodzące w niektórych przypadkach do 20% obsad ryb. W posiewach bakteriologicznych ze zmienionych tkanek i/lub narządów mięsnych *S. putrefaciens* wzrastała w monokulturze lub też sta-

nowiła dominujący element mieszanej flory bakteryjnej. Poprawność fenotypowej identyfikacji tych bakterii przy użyciu komercyjnych zestawów diagnostycznych (API 20E i API 20NE) potwierdzona została w badaniach molekularnych metodą sekwencjonowania fragmentu genu 16S rDNA. Chorobotwórczość *S. putrefaciens* dla karpia i pstrągów potwierdzono w badaniach eksperymentalnych poprzez dootrzewnowe zakażenie ryb (20, 32, doi:10.1111/jfd.12231). Ryby wykazywały objawy podobne do tych, jakie obserwowano u ryb naturalnie zakażonych tą bakterią. Dotychczas poza Polską udokumentowano tylko jeden przypadek choroby spowodowanej *S. putrefaciens* u ryby słodkowodnej należącej do rodziny piskorzowatych (33).

Należy przypuszczać, że jedną z głównych przyczyn pojawienia się tej bakterii u ryb słodkowodnych jest jej duża zdolność adaptacyjna do nowych środowisk i żywicieli. Ponadto, może to być związane ze wzrastającym zanieczyszczeniem środowiska ściekami zawierającymi znaczne ilości substancji organicznych. *S. putrefaciens* odgrywa bowiem istotną rolę w procesach gnilnych żywności, szczególnie w warunkach chłodniczych.

Streptokokozy

Streptokokozy wywoływane są przez paciorkowce. Są to Gram-dodatnie bakterie należące do rodziny *Streptococcaceae*. Do paciorkowców mających największe znaczenie w patologii ryb należą *Lactococcus garviae* i *Streptococcus iniae* (37). Bakterie te występują w środowisku wód morskich i słodkich. Streptokokozy diagnozowane były od kilkudziesięciu lat w różnych regionach świata. Największą liczbę zachorowań stwierdza się w Japonii, Korei, Tajwanie, Australii, Izraelu, Turcji i w USA (9, 12).

Pierwsze przypadki streptokokozy w Polsce zostały zdiagnozowane w 2000 r. Od tego czasu choroba jest coraz częściej diagnozowana, szczególnie na terenie województwa pomorskiego (12). Najbardziej charakterystycznym objawem jest jedno- lub dwustronny wytrzeszcz gałek ocznych. Poza tym chore ryby wykazują pociemnienie skóry, stan zapalny wokół otworu gębowego, wybroczyny na pokrywach skrzelowych. W jamie ciała obserwuje się obecność płynu wysiękowego, wybroczyny w otrzewnej i pęcherzu pławnym, powiększenie nerki, wątroby i śledziony. Zakażeniom powodowanym przez paciorkowce towarzyszą śnięcia ryb wynoszące 5-15%. W badaniach bakteriologicznych stwierdzano obecność *L. garviae* w przypadkach, kiedy choroba występowała w okresie letnim przy temperaturze wody ok. 18°C. *S. iniae* atakuje ryby najczęściej w okresie zimowo-wiosennym, przy temperaturze wody poniżej 10°C. Pierwszym charakterystycznym objawem infekcji *S. iniae* są gwałtowne śrubowe ruchy ryb od dna stawu do powierzchni i w odwrotnym kierunku. Takie zachowanie ryb jest spowodowane zapaleniem mózgu. Innym gatunkiem paciorkowców diagnozowanym w ostatnich latach u pstrągów w hodowlach na środkowym i zachodnim Pomorzu jest *Vagococcus salmoninarum*. Przypadki zachorowań stwierdza się od



Ryc. 5. Martwicze zmiany na skórze karpia naturalnie zakażonego *Shewanella putrefaciens*

jesieni do wiosny u różnych grup wiekowych pstrąga tęczowego, nawet u tarlaków o wadze 1500-2500 g. Wzrost liczby infekcji powodowanych przez paciorkowce związany jest głównie z intensyfikacją produkcji ryb (12, 37). Bardziej szczegółowe dane o streptokokozach występujących u ryb w Polsce zamieszczone są w opracowaniu Grawińskiego (12).

Przedstawione w artykule dane sugerują potrzebę nowego podejścia diagnostów do rozpoznawania chorób ryb. Mając na uwadze fakt, że objawy kliniczne bakteryjnych chorób ryb są często mało specyficzne dla określonego patogenu, szczególny nacisk powinien być położony na diagnostykę laboratoryjną, która pozwala poprawnie rozpoznać czynnik etiologiczny poszczególnych infekcji. Obecnie w diagnostyce laboratoryjnej jako potencjalne czynniki etiologiczne choroby należy uwzględniać nie tylko obecność bakterii dobrze znanych jako patogeny ryb, ale także te mniej znane w Polsce lub zupełnie nowe. Wymaga to wysokiego poziomu wiedzy i doświadczenia diagnostów. Poprawne rozpoznanie czynnika etiologicznego jest niezwykle ważne ze względu na dobór odpowiedniego leku, który może skutecznie zwalczyć chorobę. Ponadto, służy poszerzeniu i rozpowszechnianiu wiedzy na temat nowo pojawiających się chorób ryb.

Piśmiennictwo

1. *Abdelsalam M., Asheg A., Eissa A. E.*: Streptococcus dysgalactiae: An emerging pathogen of fishes and mammals. *Int. J. Vet. Sci. Med.* 2013, 1, 1-6.
2. *Ahmadi H., Boroumand M. A., Anvari M. S., Karimi A., Moshtaghi N.*: Left-sided endocarditis associated with multi-drug resistance Acinetobacter Iwoffii. *J. The. Univ. Heart Cent.* 2009, 3, 189-192.
3. *Austin B.*: Emerging bacterial fish pathogens. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 1999, 19, 231-234.
4. *Aydın S., Celebi S., Akyurt I.*: Clinical, haematological and pathological investigations of Escherichia vulneris in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Fish Pathol.* 1997, 32, 29-34.
5. *Baumann P.*: Isolation of Acinetobacter from soil and water. *J. Bacteriol.* 1968, 96, 39-42.
6. *Čož-Rakovac R., Strunjak-Perović I., Popović N. T., Hacmanjek M., Šimpraga B., Teskeredžić E.*: Health status of wild and cultured sea bass in the northern Adriatic Sea. *Vet. Med. – Czech.* 2002, 47, 222-226.
7. *Doménech A., Fernández-Garayzábal J. F., Pascual C., Garcia J. A., Cutuli M. T., Moreno M. A., Collins M. D., Dominguez L.*: Streptococcosis in cultured turbot, Scophthalmus maximus (L.) associated with Streptococcus parauberis. *J. Fish Dis.* 1996, 19, 33-38.
8. *Eldar A., Bejerano Y., Bercovier H.*: Streptococcus shiloi and Streptococcus difficile: two new streptococcal species causing a meningoencephalitis in fish. *Curr. Microbiol.* 1994, 28, 139-143.
9. *Eldar A., Gorla M., Ghittino C., Zlotkin A., Bercovier H.*: Biodiversity of Lactococcus garviae strains isolated from fish in Europe, Asia and Australia. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 1999, 65, 1005-1008.
10. *González C. J., Santos J. A., García-López M. L., Otero A.*: Psychrobacters and related bacteria in freshwater fish. *J. Food Prot.* 2000, 63, 315-321.
11. *Goodwin A. E., Spencer R. Jr. J., Grizzle J. M., Goldsby Jr. M.*: Bacillus mycoides: a bacterial pathogen of channel catfish. *Dis. Aquat. Organ.* 1994, 18, 173-179.
12. *Grawiński E.*: Mało znane choroby ryb lososiowatych występujące na obszarze północnej Polski. *Życie Wet.* 2010, 85, 522-528.
13. *Grawiński E., Antychowicz J.*: Patogenność Serratia plymuthica dla ryb lososiowatych. *Med. Weter.* 2001, 57, 187-189.
14. *Grawiński E., Podolska M., Kozłowska A., Pękala A.*: Bakterie chorobotwórcze dla ryb i człowieka izolowane od dorszy bałtyckich. *Życie Wet.* 2009, 84, 409-416.
15. *Grimont F., Grimont P. A. D.*: The genus Serratia. *Procarvates* 2006, 6, 219-244.
16. *Grudniewska J., Bartel R., Bernaś R., Ciżmowski Ł., Jesiolkowski M., Kacperska B., Kaziuń B., Marczyński A., Sarabura T., Pender R.* i in.: Zmiany patologiczne w skórze u tarlaków lososia (Salmo salar) i troci (Salmo trutta m. trutta) z niektórych pomorskich rzek w 2009 roku. *Komun. Ryb.* 2011, nr 2, 7-12.
17. *Jara Z., Chodyniecki A.*: Ichtiopatologia. Wyd. AR, Wrocław 1999, s. 12-15.
18. *Johnson P. J., Paull S. H.*: The ecology and emergence of diseases in fresh waters. *Freshwater Biol.* 2011, 56, 638-657.
19. *Kozińska A., Paździor E., Pękala A., Niemczuk W.*: Acinetobacter johnsonii and Acinetobacter Iwoffii – the emerging fish pathogens. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* (w druku).
20. *Kozińska A., Pękala A.*: First isolation of Shewanella putrefaciens from freshwater fish – a potential new pathogen of fish. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 2004, 24, 189-193.
21. *Llewellyn N. S. W.*: A bacterium with similarities to the redmouth bacterium and Serratia liquefaciens (Grimes and Hennerty) causing mortalities in hatchery reared salmonids in Australia. *J. Fish Dis.* 1980, 3, 29-39.
22. *Marcos-López M., Gale P., Oidtmann B. C., Peeler J.*: Assessing the Impact of Climate Change on Disease Emergence in Freshwater Fish in the United Kingdom. *Transboundary and Emerg. Dis.* 2010, 1-12.
23. *Marcovic M., Radojčić M.*: Studies of digestive tract bacterial flora in crucian carp (Carassius carassius L.). *Veterinarski Glasnik* 1996, 50, 911-914.
24. *McIntosh D., Austin B.*: Recovery of an extremely proteolytic form of Serratia liquefaciens as a pathogen of Atlantic salmon, Salmo salar, in Scotland. *J. Fish Biol.* 1990, 36, 765-772.
25. *Nieto T. P., López L. R., Santos Y., Núñez S., Toranzo A. E.*: Isolation of Serratia plymuthica as an opportunistic pathogen in rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson. *J. Fish Dis.* 1990, 13, 175-177.
26. *Nowak J., Pacholczyk A., Petroniec V., Dziedzicka B., Zwolska Z.*: The results of molecular epidemiological investigations in patients infected with strains of the genus Acinetobacter. *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2010, 78, 386-391.
27. OIE – Aquatic animal health code 2012.
28. *Okamura B., Feist S. W.*: Emerging diseases in freshwater systems. *Freshwater Biol.* 2011, 56, 627-637.
29. *Park Y. K., Peck K. R., Cheong H. S., Chung D. R., Song J. H., Ko K. S.*: Extreme drug resistance in Acinetobacter baumannii infections in intensive care units, South Korea. *EID Journal* 2009, 15, 1325-1327.
30. *Peeler E. J., Feist S. W.*: Human intervention in freshwater ecosystems drives disease emergence. *Freshwater Biol.* 2011, 56, 705-716.
31. *Pękala A.*: Nowe zagrożenia infekcji bakteryjnych u karpia, [w:] *Żelazny J.* (red.): Ochrona zdrowia w gospodarce rybackiej. PIWet-PIB, Puławy 2007, s. 59-64.
32. *Pękala A., Kozłowska A., Paździor E., Glowacka H.*: Phenotypical and genotypical characterization of Shewanella putrefaciens strains isolated from diseased freshwater fish. *J. Fish Dis.* 2014.
33. *Qin L., Zhu M., Xu J.*: First report of Shewanella sp. and Listonella sp. infection in freshwater cultured loach, Misgurnus anguillicaudatus. *Aquaculture Res.* 2012, 1-7.
34. *Rauta P. R., Kumar K., Sahoo P. K.*: Emerging new multi-drug resistant bacterial pathogen, Acinetobacter baumannii associated with snakehead Channa striatus eye infection. *Curr. Sci.* 2011, 101, 548-553.
35. *Roald S. O., Hastein T.*: Infection with an acinetobacter-like bacterium in Atlantic salmon (Salmo salar) broodfish, [w:] *Ahne W.* (red.): Fish diseases, third COPRAQ-Session. Springer Verlag, Berlin 1980, ss. 154-156.
36. *Saeed M. O., Alamoudi M. M., Al-Harbi A. H.*: A Pseudomonas associated with disease in cultured rabbitfish Siganus rivulatus in the Red Sea. *Dis. Aquat. Org.* 1987, 3, 177-180.
37. *Salati F.*: Enterococcus seriolicida and Streptococcus spp. (S. iniae, S. agalactiae and S. dysgalactiae), [w:] *Woo P. T. K., Bruno D. W.* (red.): Fish Diseases and Disorders. T. 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections. CAB International, Wallingford, UK 2011, s. 375.
38. *Soto E., Hawke J. P., Fernandez D., Morales J. A.*: Francisella sp., an emerging pathogen of tilapia, Oreochromis niloticus (L.) in Costa Rica. *J. Fish Dis.* 2009, 32, 713-722.
39. *Xia, Xiong D., Gu Z., Xu Z., Chen C., Xie J., Xu P.*: Recovery of Acinetobacter baumannii from diseased channel catfish (Ictalurus punctatus) in China. *Aquaculture* 2008, 284, 285-288.
40. *Yonar M. E., Karahan M., Kan N., Yonar S., Sağlam N.*: Kahramanmaraş Bölgesindeki Bazı Gökkuşluğu (Oncorhynchus mykiss) İşletmelerinde Görülen Acinetobacter sp. Enfeksiyonunun Araştırılması. *J. Fisheries Sci.* 2010, 4, 287-293.
41. *Zacharow I., Snoch-Bajek J., Niemczuk W.*: Microbiological evaluation of farmer carp from particular ponds in province dolnośląskie. *Acta Sci. Pol. Med. Vet.* 2010, 9, 33-38.

Adres autora: dr hab. Alicja Kozłowska, prof. nadzw., ul. Partyzantów 27, 24-100 Puławy; e-mail: coala@piwet.pulawy.pl