Czynniki bakteryjne i pasożytnicze diagnozowane u węgorza europejskiego w Polsce w latach 2010-2014 w warunkach podchowu kontrolowanego

ELŻBIETA TERECH-MAJEWSKA, ALICJA BERNAD*, STANISŁAW ROBAK**,
JOANNA PAJDAK, PATRYCJA SCHULZ***, ANDRZEJ KRZYSZTOF SIWICKI****,
WOJCIECH SZWEDA

Katedra Epizootologii, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
ul. Oczapowskiego 13, 10-718 Olsztyn

*Pracownia Diagnostyki Chorób Ryb i Raków, Zakład Higieny Weterynaryjnej w Olsztynie,
ul. Warszawska 109, 10-702 Olsztyn

**Zakład Ichtiologii, Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza, ul. Oczapowskiego 10, 10-719 Olsztyn

***Katedra Mikrobiologii i Immunologii Klinicznej, Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 13, 10-718 Olsztyn

****Zakład Patologii i Immunologii Ryb, Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie,
ul. Główna 48, Żabieniec, 05-500 Piaseczno

Otrzymano 22.03.2015

Zaakceptowano 14.07.2016

Terech-Majewska E., Bernad A., Robak S., Pajdak J., Schulz P., Siwicki A. K., Szweda W.
Bacterial and parasitic factors diagnosed in eel farmed in Poland in the years 2010-2014

Summary

European eel *Anguilla anguilla* L. is a fish species highly valued in European fisheries, currently reared under controlled conditions (Aquatic Recirculation System – RAS). In order to protect the health of fish, regular check-ups are carried out in specialized veterinary laboratories. Health hazards are recognized on the basis of clinical, pathological, microbiological, and parasitological surveys. The aim of the study was to analyze the results of health assessment of eels reared under controlled conditions, which was performed in the Diagnostics Laboratory of Fish and Crayfish Diseases, Department of Veterinary Hygiene, Voivodeship Veterinary Inspectorate in Olsztyn, in the period from 2010 to 2014. The results are presented according to the etiologic agents, divided into bacterial and parasitic diseases. In this period, 73 samples (100%) were examined, including 5 samples (6.85%) from glass eels and 68 (93.15%) from elvers. Microorganisms isolated from the collected material were mainly conditionally pathogenic, such as *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila*, *Shewanella putrefaciens*, *Aeromonas sobria*, *Flavobacterium* spp., and *Chryseobacterium indologenes*. The parasitological examination revealed infection with *Trichodina* spp., *Ichthyophthirius multiphiliis*, and *Pseudodactylogyrus* spp. The most frequently diagnosed were gill monogeneans, detected in 34 cases (75.55% of all positive parasitological test results). In 21 cases (61.8%) the infestation manifested itself as a disease. The remaining 13 cases were asymptomatic carriers (38.2%). The analysis shows that the main problem in the controlled rearing of eel are parasitic infestations, which may be endemic and pose a constant threat. Systematic monitoring and preventive measures are necessary throughout the rearing and fattening of fry to maintain a good health status of eels.

Keywords: European eel, control studies, bacterial and parasitic factors

Węgorz europejski – *Anguilla anguilla* L. należy do cenionych gatunków ryb w europejskiej gospodarce rybackiej. Początkowo produkcja węgorza oparta była na odłowach ryb prowadzonych w warunkach naturalnych, natomiast wraz z rozwojem nowoczesnych technologii podchowu i tuczu ryb została wprowadzona do warunków kontrolowanych. Systemy zamknięte typu RAS (Recirculation Aquatic System) stały się podstawową technologią chowu tego gatunku na skalę

przemysłową. W wyniku prowadzonego podchowu uzyskiwany jest materiał zarybieniowy oraz ryby towarowe (15, 16, 18). Jak potwierdzają badania Robaka i Przysławskiego (18), podchów kontrolowany węgorza stanowi ważny element ochrony tego gatunku, umożliwiając osiągnięcie wyższego wskaźnika przeżywalności ryb w okresie podchowu. Pomimo zapewnienia optymalnych warunków tuczu intensywna produkcja zwiększa zagrożenie występowania różnorodnych

jednostek chorobowych, w tym bakteryjnych i pasożytniczych.

Do najczęściej izolowanych czynników bakteryjnych u węgorza, uznanych za patogenne dla tego gatunku ryb, należą: *Pseudomonas anguilliseptica*, *Vibrio vulnificus*, *Plesiomonas shigelloides*, *Aeromonas hydrophila*. Rzadziej notowane są: *Aeromonas jandanei*, *Pseudomonas fluorescens*, *Shewanella putrefaciens*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas salmonicida* i *Flavobacterium* spp. Gatunki i szczepy tych bakterii różnią się patogennością, co ma wpływ na przebieg kliniczny zakażeń oraz zmiany patologiczne i śmiertelność (7, 8, 13, 14, 17). Drobnoustroje te występują w środowisku naturalnym, jak również w obiektach hodowlanych. Do flory towarzyszącej rybom w wodach słodkich zalicza się także inne bakterie z rodzaju *Pseudomonas* spp., *Moraxella* spp. i *Acinetobacter* spp. Od ryb zdrowych izolowano także: *Escherichia* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Citrobacter* spp. i *Streptococcus* spp. (17).

A. anguilla w wodach otwartych i w akwakulturze może ulegać zarażeniu wieloma gatunkami pasożytów. U zdrowych ryb dzikich zidentyfikowano dotąd około 55 gatunków pasożytów, m.in.: 4 gatunki przywr zewnętrznych i 16 wewnętrznych, 6 gatunków tasiemców oraz 21 gatunków nicieni (9). W wodach naturalnych liczba pasożytów izolowanych od węgorza zależy od miejsca i okresu pobierania prób. W warunkach hodowlanych najczęściej identyfikuje się pasożyty o prostym cyklu rozwojowym, tj. pierwotniaki i przywry monogeniczne. Szczególną uwagę podczas badań kontrolnych zwraca się na te pasożyty, które tworzą cysty lub składają jaja i mogą przetrwać w obiegach zamkniętych, także w okresie przerwy technologicznej. Najczęściej stwierdzane są: kulorzęsek – *Ichthyophthirius multifiliis* (*I. multifiliis*), trichodina (*Trichodina* spp.) oraz monogeniczne przywry skrzelowe (*Dactylogyrus* spp., *Pseudodactylogyrus* spp.) (2-6, 11, 13).

Szybko rozprzestrzeniającym się pasożytem zagrożającym w populacji węgorza europejskiego jest nicien, pasożyt pęcherza pławnego, należący do rodziny *Anguillidae*, rodzaju *Anguillicoloides*, o nazwie *Anguillicoloides crassus* (*A. crassus*, Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974) (15, 20, 21, 24, 27). Nicien został zawleczony do Europy z Azji w latach 80. ubiegłego wieku i w krótkim czasie rozprzestrzenił się w akwenach objętych zasięgiem występowania geograficznego *A. anguilla*, od Afryki Północnej do Skandynawii, z wyjątkiem Islandii. Przyczyną globalnej ekspansji *A. crassus* był i nadal jest handel żywym węgorzem oraz migracje żerowiskowo-siedliskowe (12). Ryby podchowywane do zarybień są zagrożone inwazją w środowisku naturalnym, gdyż pasożyt jest inwazyjny dla wszystkich stadiów rozwojowych węgorza. Popielarczyk i wsp. (15) stwierdzali pasożyty u 74,1% badanych ryb odławianych ze środowiska naturalnego (154 szt.), o średniej intensywności inwazji 7,5 w zakresie od 1 do 62. Monitorowanie ryb w tym kierunku

daje możliwość oceny stopnia zagrożenia, a dla ryb w hodowli także umożliwia przeprowadzenia terapii. Nicien wywołuje stres, wpływa negatywnie na funkcje motoryczne zarażonych ryb oraz funkcje obronne organizmu (24, 25, 27). Stosunkowo najrzadziej identyfikowane są u węgorza skorupiaki, tj.: splewka (*Argulus* spp.), raczek skrzelowy (*Ergasilus* spp.) i pasożyty z rodzaju *Lernae* (*Lernae* spp.).

Ocena zdrowia ryb w podchowach kontrolowanych jest kluczowym elementem kontroli chorób bakteryjnych i pasożytniczych. Obiegi zamknięte typu RAS stwarzają dobre warunki do obserwacji zachowania ryb, monitorowania problemów zdrowotnych i szybkiej interwencji. Z uwagi na ochronę mikroflory biofiltra wymagają stałej kontroli zagrożeń zdrowotnych, aby ograniczyć interwencje farmakologiczne i nie dopuścić do zaburzeń jego funkcjonowania.

Celem pracy było przedstawienie wyników badań bakteriologicznych i parazytologicznych wykonanych u węgorza europejskiego, pochodzącego z warunków podchowu kontrolowanego w Polsce w latach 2010-2014.

Materiał i metody

Analizie poddano wyniki badań kontrolnych u węgorza europejskiego przeprowadzonych w Pracowni Diagnostyki Chorób Ryb i Raków, Zakładu Higieny Weterynaryjnej Wojewódzkiego Inspektoratu Weterynarii w Olsztynie w latach 2010-2014. W pracy przedstawiono wyniki badań według czynnika etiologicznego, z podziałem na choroby bakteryjne i pasożytnicze (tab. 1 i tab. 2). Ryby pochodziły z obiektów hodowli węgorza zlokalizowanych w województwie warmińsko-mazurskim, opartych na technologii wykorzystującej obiegi zamknięte wody typu RAS (Recirculation aquatic system). W analizowanym okresie badano ryby w celu oceny zdrowotności (w ramach profilaktycznych badań okresowych i przed wydaniem do zarybień oraz w celu zdiagnozowania przyczyn problemów zdrowotnych (gdy występowały objawy chorobowe).

Procedura diagnostyczna obejmowała badania kliniczne, anatomopatologiczne, bakteriologiczne oraz parazytologiczne. Zakres metodyki badań ZHW w Olsztynie jest opracowany zgodnie z wymaganiami dla laboratoriów w strukturze Państwowej Inspekcji Weterynaryjnej, zgodnie z przyjętymi zasadami i wymaganiami systemu zarządzania jakością (1, 10, 11). W analizowanym okresie przebadano łącznie 73 próby ryb (pr, 100%). Za próbę ryb przyjmowano 10 sztuk ryb, w przypadku węgorza podchowanego lub 20 w przypadku węgorza szklatego. W sumie ocenie zdrowotnej poddano 691 szt. węgorzy. W 2010 r. – 115 szt. (11 pr), 2011 – 180 szt. (14 pr), 2012 – 116 szt. (14 pr), 2013 – 149 szt. (17 pr), 2014 – 131 szt. (18 pr).

Badania bakteriologiczne wykonywano z wykorzystaniem klasycznych metod hodowli, izolacji i identyfikacji bakterii, z użyciem podłoży odżywczo-namnażających – agar tryptozowo-sojowy z dodatkiem 5% krwi baraniej (Trypticase Soya Agar – TSA, Oxoid), agar tryptozowo-sojowy (TSA, Oxoid), podłoże wybiórcze MacConkey w modyfikacji Henriksena (ZHW, Biocorp), podłoże wybiórcze

do izolacji *Aeromonas* spp. w modyfikacji Ryan (ZHW, Biocorp), podłoże wybiórcze Kinga B do izolacji *Pseudomonas* spp. (ZHW, Biocorp) oraz *Cytophaga* agar (ZHW, Biocorp). Inkubacje przeprowadzano w temp. $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 48-72 h. Przy podejrzeniu zakażenia *Flavobacterium* spp. posiewy inkubowano także w temp. $17^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 4-5 dni. Identyfikację szczepów bakterii przeprowadzano przy zastosowaniu zestawów diagnostycznych API 20 E, API 20 NE, API 50 CH, O/F Medium, M Medium oraz testu na oksydazę cytochromową (Bio-Merieux).

Badania parazytologiczne obejmowały obserwacje makro- i mikroskopowe. Badania makroskopowe polegały na szczegółowych oględzinach zewnętrznych i wewnętrznych, podczas sekcji diagnostycznych, w celu odnotowania zmian anatomopatologicznych. Badania mikroskopowe przeprowadzano metodą obserwacji świeżych preparatów niebarwionych, wykonanych z zeszkobin ze skóry i skrzelii oraz wycinków narządów wewnętrznych. Próbkę zeszkobin ze skóry i skrzelii każdorazowo umieszczano pod szkiełkiem nakrywkowym o wymiarach 22 mm × 22 mm. W zależności od rodzaju materiału i gatunku pasożyta stosowano powiększenie 60 ×, 120 ×, 220 ×. Pasożyty liczono w całej powierzchni preparatu, a stopień inwazji opisywano według poniższego schematu: pojedyncze pasożyty – od 1 do 3 pasożytów w całym preparacie (+), dość liczne pasożyty – od 1 do 3 pasożytów w polu widzenia (++), liczne pasożyty – od 4 do 10 pasożytów w polu widzenia (+++), bardzo liczne pasożyty – powyżej 10 pasożytów w polu widzenia (niepoliczalne) (++++).

Za nosicielstwo uznawano stopień intensywności oceniany jako (+) i (++). Inwazję w stopniu (+++) oraz (++++), klasyfikowano jako chorobę, bez względu na to, czy występowały objawy kliniczne. Uzyskane wyniki wyrażano

w procentach (%), w odniesieniu do ogólnej liczby wykonanych badań oraz w odniesieniu do poszczególnych kategorii analizy.

Wyniki i omówienie

W latach 2010-2014 wykonano 13 badań bakteriologicznych z obu hodowli, co stanowiło 17,8% ogólnej liczby badań (73 pr, 100%), a uzyskane wyniki przedstawiono w tab. 1.

W analizowanym okresie dominowały zakażenia wywołane przez *Pseudomonas fluorescens*, które stanowiły 53,84% ogólnej liczby dodatnich wyników badań bakteriologicznych (13 przypadków). W 4 przypadkach były to zakażenia mieszane, z *Aeromonas hydrophila* – 3 przypadki i *Shewanella putrefaciens* – 3 przypadki (bakterie izolowano z narządów wewnętrznych), w 1 przypadku wykryto mieszane zakażenie z *Aeromonas sobria* (drobnoustroje izolowano ze skóry). Tylko jeden raz stwierdzono w posiewach ze skrzelii bakterie *Chryseobacterium indologenes*. U badanych ryb nie stwierdzano objawów klinicznych, nie obserwowano zmian anatomopatologicznych wskazujących na chorobę. Jedynie u ryb zakażonych *Flavobacterium* spp. (2 przypadki) widoczne były przekrwienia u podstawy płetwy piersiowej i drobne punkcikowate wybroczyny na boku ciała (1 przypadek) oraz wyraźne zmiany martwicowe w skrzelach (1 przypadek).

W tab. 2 przedstawiono wyniki badań parazytologicznych, które uporządkowano z uwzględnieniem gatunku pasożyta oraz charakteru inwazji. Dodatnie

Tab. 1. Wyniki badań bakteriologicznych węgorza europejskiego w latach 2010-2014

Rok	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Shewanella putrefaciens</i>	<i>Aeromonas sobria</i>	<i>Flavobacterium</i> spp.	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	Liczba wyników dodatnich
2010	1 (100%)*	1 (100%)*	0	0	0	0	1
2011	2 (50%)	1 (25%)	0	0	1 (25%)	0	4
2012	0	0	0	1 (50%)	1 (50%)	0	2
2013	0	0	0	0	0	0	0
2014	3 (50%)* 1 (16,7%)	2 (33,3%)* 1 (16,7%)	3 (50%)*	1 (16,7%)*	0	1 (16,7%)	6
Razem	7	5	3	2	2	1	13

Objaśnienia: * zakażenia mieszane dwóch lub trzech różnych gatunków bakterii, szczegółowo zostały wyjaśnione w tekście

Tab. 2. Inwazje pasożytnicze występujące u węgorza europejskiego w latach 2010-2014

Rok	<i>Pseudodactylogyrus</i> spp.		<i>I. multiphillis</i>		<i>Trichodina</i> spp.		<i>A. crassus</i>	Liczba inwazji pasożytniczych		
	ch	n	ch	n	ch	n		ch	n	Σ
2010	2 (50%)	2 (33,3%)*	0	2 (33,3%)	2 (50%)	2 (33,3%)*	0	4	6	10
2011	7 (100%)	3 (100%)	0	0	0	0	0	7	3	10
2012	4 (100%)	2 (50%)*	0	0	0	2 (50%)*	0	4	4	9
2013	5 (100%)	3 (75%)	0	0	0	1 (25%)	0	5	4	9
2014	3 (100%)	2 (50%) 1 (25%)*	0	1 (25%)*	0	0	0	3	4	7
Razem	21	13	0	3	2	5	0	23 (52,2%)	21 (47,8%)	44 (100%)

Objaśnienia: * inwazje mieszane dwóch gatunków pasożytów; ch – choroba, n – nosicielstwo

wyniki w badaniach parazytologicznych stanowiły 60,3% badanych prób (44 z 73 badanych prób).

W latach 2010-2014 najczęściej wykrywaną inwazją pasożytniczą u węgorza było zarażenie *Pseudodactylogyrus* spp. (ryc. 1, 2), 34 przypadki, co stanowiło 77,2% wszystkich dodatnich wyników w badaniu parazytologicznym (tab. 2). W 21 przypadkach (61,8% przypadków pseudodaktylogyrozy) zarażenie klasyfikowano jako chorobę, a w 13. (38,2%) jako nosicielstwo. U chorych ryb stwierdzano obrzęk i błądź skrzeli, rozrost komórek tkanki skrzelowej doprowadzający do zrostów blaszek i całych listków skrzelowych oraz rozległą martwicę tkanki skrzelowej. W 7 przypadkach stwierdzono zarażenie *Trichodina* spp. (15,9% wszystkich dodatnich wyników parazytologicznych). W 2 przypadkach orzęski tego rodzaju były obecne na skrzelach w dużym nasileniu. Powodowały one uszkodzenie nabłonka skrzeli oraz ścian naczyń krwionośnych. W badanym okresie orzęski *I. multiphillis* nie powodowały poważnych problemów w hodowli i występowały tylko w formie nosicielstwa (ryc. 3). Inwazje mieszane występowały u ryb również tylko jako nosicielstwo i dotyczyły przede wszystkim takich pasożytów, jak *Pseudodactylogyrus* spp. i *Trichodina* spp. – 4 przypadki oraz *Pseudodactylogyrus* spp. i *I. multiphillis* – 1 przypadek. W przeprowadzanych badaniach nie stwierdzono ani jednego przypadku obecności *A. crassus*.

Wyniki badań parazytologicznych potwierdziły, że *I. multiphillis* i *Trichodina* spp. to typowe pasożyty wczesnego stadium podchowu. Występują u wielu gatunków ryb bytujących w warunkach naturalnych i hodowlanych (1, 2, 11, 13). Ich inwazyjność zależy m.in. od wieku ryb i warunków środowiska, jak również od intensywności inwazji. Z przeprowadzonej analizy wyników badań wynika, że głównym zagrożeniem zdrowia w badanych obiektach podczas podchowu węgorza są ektopasożyty, tj. *Trichodina* spp., *I. multiphillis*, *Pseudodactylogyrus* spp. Problemy spowodowane inwazją pasożytniczą występowały zazwyczaj krótko po obsadzeniu ryb w nowych warunkach, we wczesnym etapie podchowu (obserwacje własne, dane niepublikowane). W hodowlach węgorza w Danii identyfikowano *Trichodina jadranica*, która u osobników charakteryzujących się słabszą kondycją wykazywała wyższy stopień intensywności inwazji (13). W badaniach monitoringowych Robaka i wsp. (19) u ryb przeznaczonych do zarybień w Polsce, nie stwierdzano pasożytów zewnętrznych, jednakże badania Rolbieckiego i wsp. (21) przeprowadzone na losowo pobranej próbie 50 osobników narybku węgorza przeznaczonego do zarybień Zalewu Wiślanego, wykazały 40% ogólną prevalencję (OP) stopnia zapasożyczenia *Pseudodactylogyrus* spp. oraz *A. crassus*. Wykazywano sezonowe zróżnicowanie rozprzestrzenienia tych pasożytów, OP *A. crassus* w sierpniu była wyższa i wynosiła 52,4%, a w październiku 31,0%. Prevalencja zakażenia *Pseudodactylogyrus* spp. była

Ryc. 1. Obraz skrzeli w przebiegu inwazji *Pseudodactylogyrus* spp. u węgorza europejskiego

Ryc. 2. *Pseudodactylogyrus* spp. na skrzelach u węgorza europejskiego

Ryc. 3. *Ichthyophthirius multiphillis* na skórze węgorza europejskiego

wyższa w sierpniu (54,2%) w porównaniu do października (17,2%). Przywry skrzelowe (*Dactylogyrus* spp, *Pseudodactylogyrus* spp.) uznaje się za ważny czynnik ryzyka, który w istotny sposób wpływa na

zachowanie dobrostanu ryb młodych (4, 6, 23), dlatego też szczególną uwagę należy zwracać na ochronę ich przed zarażeniem. Zaleca się także stosowanie mikrosit (o średnicy oczek 40 nm) na dopływach oraz w istotnych punktach instalacji w celu wyłapywania jaj pasożyta. Ta mechaniczna metoda jest uzasadniona szczególnie w gospodarstwach obciążonych inwazją endemiczną, gdyż pasożyt nabywa oporność na środki biobójcze, co utrudnia uwalnianie gospodarstw (6). W zależności od gatunku wykazują także zróżnicowaną oporność na zasolenie oraz temperaturę (3, 21), co dodatkowo może utrudniać zwalczanie.

Podsumowując należy podkreślić kluczowe znaczenie oceny zdrowotności ryb w zapewnieniu Dobrej Praktyki Produkcyjnej (DPP). Monitorowanie i ocena stanu zdrowia węgorza europejskiego to także jedno z zadań w wieloletnich projektach prowadzonych przez Instytut Rybactwa Śródlądowego (IRS) w Olsztynie (19). Zespoły badawcze Zakładu Patologii i Immunologii Ryb oraz Zakładu Ichtiologii IRS w Olsztynie opracowały system monitorowania stanu kondycyjnego i zdrowotnego węgorza występującego w warunkach naturalnych dorzecza Odry i Wisły oraz podchowyanego w warunkach kontrolowanych, przeznaczonego do zarybień (19, 22, 25). Program polega na wykonywaniu kompleksowej oceny stanu zdrowia ryb w oparciu o badania kliniczne, anatomo-patologiczne, mikrobiologiczne, parazytologiczne, hematologiczne, biochemiczne oraz immunologiczne. Równocześnie monitorowana jest efektywność zarybień.

W prezentowanych wynikach badań nie wykazano czynników, które uznaje się za zagrażające populacji ryb wolno żyjących. Diagnostowane w prezentowanych wynikach badań diagnostycznych drobnoustroje zaliczane są do czynników warunkowo-chorobotwórczych, towarzyszących w podchowach kontrolowanych. Identyfikowane u węgorza pasożyty z rodzaju *Pseudodactylogyrus* spp., *Trichodina* spp., *I. multiphillis* mogą być aktualnie traktowane jako inwazje endemiczne. W rutynowych badaniach diagnostycznych zwraca się uwagę na główne zagrożenia. Uzyskiwane wyniki należy odnosić do lokalnych uwarunkowań, związanych ze specyfiką danego typu hodowli, gospodarstwa, regionu czy kraju.

Piśmiennictwo

- Antychowicz J., Pekala A.: Pasożyty i komensale najczęściej stwierdzane w mikroskopowym badaniu skóry i skrzelu ryb śródlądowych – interpretacja badań parazytologicznych. *Życie Wet.* 2015, 90, 18-28.
- Bernad A.: Choroby infekcyjne i inwazyjne występujące na terenie województwa warmińsko-mazurskiego w latach 2010-2012, [w:] Kozińska A., Pekala A. (red.): Występowanie infekcyjnych i inwazyjnych chorób ryb w Polsce w świetle najnowszych badań. Wyd. PIWet-PIB 2013, s. 7-16.
- Buchmann K.: Epidemiology of pseudodactylogyrosis in an intensive eel-culture system. *Dis. Aquat. Org.* 1988, 5, 81-85.
- Buchmann K.: Relationship between host size of *Anguilla anguilla* and the infection level of the monogeneans *Pseudodactylogyrus* spp. *J. Fish Biol.* 1989, 35, 599-601.
- Buchmann K., Møllergaard S., Kole M.: *Pseudodactylogyrus* infections in eel: a review. *Dis. Aquat. Org.* 1987, 3, 51-57.
- EFSA: Scientific report of EFSA, Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed European eel. Annex to the EFSA Journal 2008, 808, 1-48.
- Esteve C., Biosca E. G., Amaro C.: Virulence of *Aeromonas hydrophila* and some other bacteria from European eels *Anguilla anguilla* reared in fresh water. *Dis. Aquat. Org.* 1993, 16, 15-20.
- Esteve C., Garay E.: Heterotrophic bacterial flora associated with European Eel *Anguilla anguilla* reared in freshwater. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 1991, 57, 1369-1375.
- Kennedy C. R.: The pathogenic helminth parasites of eels. *J. Fish Dis.* 2007, 30, 319-334.
- Kozińska A., Guz L., Pekala A.: Diagnostyka wybranych patogenów bakteryjnych w ichtiopatologii. Wyd. PIWet-PIB, Puławy 2002.
- Kozińska A., Pekala A., Paździor E.: Bakteryjne i pasożytnicze choroby ryb diagnostowane w Zakładzie Chorób Ryb PIWet-PIB w latach 2010-2012, [w:] Kozińska A., Pekala A. (red.): Występowanie infekcyjnych i inwazyjnych chorób ryb w Polsce w świetle najnowszych badań. Wyd. PIWet-PIB, Puławy 2013, s. 39-61.
- Lefebvre F., Wielgoss S., Nagasawa K., Moravec F.: On the origin of *Anguillicoloides crassus*, the invasive nematode of anguillid eels. *Aquatic Invasions.* 2012, 7, s. 443-453.
- Madsen H. C. K., Buchmann K., Møllergaard S.: *Trichodina* sp. (Ciliophora: Peritrichida) in eel *Anguilla anguilla* in recirculation systems in Denmark: host-parasite relations. *Dis. Aquat. Org.* 2000, 42, 149-152.
- Pedersen K., Garcia J. A., Larsen J. L.: *Aeromonas salmonicida* a potential pathogen in modern eel (*Anguilla anguilla*) farming? *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 1999, 127-129.
- Popielarczyk R., Robak S., Siwicki A. K.: Infection of European eel, *Anguilla anguilla* (L.), with the nematode *Anguillicoloides crassus* (Kuwara, Niimi et Itagaki, 1974) in Polish Waters. *Pol. J. Vet. Sci.* 2012, 15, 253-257.
- Robak S.: Próba zdefiniowania pojęcia materiału zarybieniowego węgorza europejskiego *Anguilla anguilla* (L.) oraz propozycja stworzenia zasad alternatywnego wykorzystania różnych jego form. *Komun. Ryb.* 2006, 3, 28-30.
- Robak S., Przystawik P.: Rola podchowu narybku węgorza w gospodarce rybackiej i ochronie gatunku, [w:] Wolnicki J., Zakęś Z., Kamiński R. (red.): Rozród, podchow, profilaktyka ryb jeziorowych i innych gatunków. Wyd. IRS 2007 b, s. 157-164.
- Robak S., Przystawik P., Siwicki A. K.: Ogólne zasady podchowu narybku węgorza w warunkach kontrolowanych, [w:] Wolnicki J., Zakęś Z., Kamiński R. (red.): Rozród, podchow, profilaktyka ryb jeziorowych i innych gatunków. Wyd. IRS 2007 a, s. 147-155.
- Robak S., Siwicki A. K., Kaziński B., Lepa A., Schulz P., Kaczorek E., Szczucińska E., Terech-Majewska E.: Monitorowanie i ocena stanu zdrowia węgorza europejskiego *Anguilla anguilla* (L) w Polsce. *Komun. Ryb.* 2014, 6, 7-14.
- Rolbiecki L.: Nowe dane na temat rozprzestrzenienia inwazyjnego nicienia *Anguillicola crassus* (Anguillicolidae) u węgorzy na terenie Polski. *Komun. Ryb.* 2011, 4, 9-13.
- Rolbiecki L., Bartel R., Rokicki J.: The nematode parasite, *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, and the monogenean gill parasite, *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston), in eel, *Anguilla anguilla* (L.), fry. *Arch. Pol. Fish.* 2008, 16, 221-226.
- Siwicki A. K., Robak S., Kaziński B., Kaziński B., Głabski E., Lepa A., Terech-Majewska E.: Choroby wirusowe powodujące największe straty w warunkach naturalnych oraz podchowach kontrolowanych węgorza. *Komun. Ryb.* 2009, 3, 25-27.
- Sobecka E., Pilecka-Rapacz M.: *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston, 1948) Gussev, 1965 and *P. bini* (Kikuchi, 1929) Gussev, 1965 (Monogenea: Pseudodactylogyridae) on gills of European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) ascending rivers of the Pomeranian coast, Poland. *Acta Ichthyol. Piscat.* 2003, 33, 137-143.
- Sures B., Knopf K., Kloas W.: Induction of stress by the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in European eels, *Anguilla anguilla*, after repeat experimental infection. *Parasitology* 2001, 123, 179-184.
- Terech-Majewska E., Schulz P., Siwicki A. K.: Influence of nematode *Anguillicoloides crassus* infestation on the cellular and humoral innate immunity in European eel (*Anguilla anguilla* L.). *Centr. Eur. J. Immunol.* 2015, 40, 127-131.
- Wilklund T., Dalsgaard I.: Occurrence and significance of atypical *Aeromonas salmonicida* in non-salmonid and salmonid fish species: a review. *Dis. Aquat. Org.* 1998, 32, 49-69.
- Własow T., Gomułka P., Dzika E., Trojanowska E., Atalap A.: *Anguillicola crassus* infection in European eel, *Anguilla anguilla* L., in closed lake in Poland. *Parassitologia* 1996, 32, 55.

Adres autora: dr Elżbieta Terech-Majewska, ul. Oczapowskiego 13/26, 10-718 Olsztyn; e-mail: etam@uwm.edu.pl