

Czy ryby to samo zdrowie?

Agata Nowak

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
agata.nowak1511@wp.pl*

Tutor: dr hab. Anita Lewandowska, profesor Uniwersytetu Gdańskiego

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,
Zakład Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego*

Słowa kluczowe – ryby, toksyczność, rtęć, metylortęć, Morze Bałtyckie

Rtęć (Hg) jest neurotoksycznym metalem, który w środowisku występuje w postaci elementarnej, jak również nieorganicznych i organicznych połączeń, charakteryzujących się wysoką toksycznością. Ważnym procesem prowadzącym do powstania organicznej formy rtęci, metylortęci, jest metylacja zachodząca w warunkach beztlenowych w wodach słonych i słodkich (Barska, 2003). Spośród rozpoznanych związków rtęci, metylortęć charakteryzuje się najbardziej negatywnym wpływem na organizmy żywe. Związek ten jest dla nich nie tylko toksyczny, ale też biodostępny (Driscoll i in., 2007).

Szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenie rtęcią są organizmy żyjące w środowisku wodnym. Wynika to z faktu, że na kolejnych poziomach piramidy troficznej rtęć ulega bioakumulacji oraz biomagnifikacji. W związku z tym jej stężenie w tkankach ryb, ssaków i ptaków wodnych może być nawet 10 000 razy wyższe niż w otaczającej wodzie lub w pokarmie, który spożywają (Boeing, 2000; Schurz, 2000). Zważywszy, że człowiek znajduje się na najwyższym poziomie piramidy troficznej jest on także narażony na wysokie stężenia rtęci. Do ludzkiego organizmu związek ten może przeniknąć w procesie oddychania, przez skórę oraz z pożywieniem. Wchłanianie rtęci z przewodu pokarmowego, a także jej biotransformacja, retencja i wydalanie zależą od formy chemicznej tego związku i determinują jego toksyczne działanie. Związki alkilortęciowe, w tym metylortęć, wchłaniane są głównie przez układ pokarmowy (nawet do 95%), a następnie poprzez krew transportowane do tkanek. Dla porównania, nieorganiczne związki rtęci wchłaniane są zaledwie w 7%. Ponadto metylortęć łatwo przenika przez barierę krew-mózg oraz krew-łożysko. Przechodzi także do mleka matki, przyczyniając się do narażenia niemowląt, które mogą kumulować rtęć w krwinkach i mózgu (Barska i Skrzyński 2003).

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), oszacowała, że 99% najbardziej niebezpiecznej dla zdrowia człowieka formy rtęci, czyli metylortęci, pochodzi z żywności (WHO, 2008). Czy zatem słuszne jest spożywanie ryb i jej

przetworów przez człowieka? Czy można jeść dowolny gatunek ryb, w nieograniczonych ilościach i formach? W ostatnich dwóch dekadach dietetycy zalecali przecież spożywanie ryb ze względu na ich wartości odżywcze. Ryby są źródłem białka łatwo przyswajalnego w organizmie człowieka. Ich spożywanie, zdaniem naukowców, poprawia zdolności intelektualne i działa antydepresyjnie. Prowadzi także do obniżenia ryzyka wystąpienia chorób nowotworowych i wpływa pozytywnie na odporność. Ponadto ma dobroczynny wpływ na pracę układu krwionośnego, redukuje ryzyko ataków serca, a także przyczynia się do wzrostu odporności organizmu na stres (Akwatech, 2015).

W spożywaniu ryb najważniejsza jest równowaga. Ryby bałtyckie, takie jak śledź czy szprot, mają wysoką zawartość kwasów tłuszczowych Omega-3 i witaminy D3, korzystnie wpływających na zdrowie człowieka. Mięso ryb zawiera też znaczne ilości składników mineralnych. Przeciętnie w 100 g jest to:

- od 370 do 1110 mg fosforu,
- od 100 do 300 mg siarki,
- od 20 do 500 mg chloru,
- od 25 do 710 mg potasu,
- od 25 do 620 mg sodu,
- od 10 do 230 mg magnezu,
- od 5 do 750 mg wapnia,
- od 0,01 do 50 mg żelaza.

Ponadto mięso ryb bogate jest niezbędnych człowiekowi mikroelementy, m.in. cynk, miedź, mangan i jod. Warto podkreślić, że ryby pod względem zawartości niektórych składników mineralnych znacznie przewyższają inne rodzaje pokarmu. Na przykład średnia zawartość wapnia w tuszy ryb jest prawie 10-krotnie wyższa niż w wołowinie (Akwatech, 2015).

W Polsce do najczęściej spożywanych ryb od zawsze należał śledź. Należał, gdyż jego konsumpcja w ostatnich latach systematycznie spada. Do roku 2000 przeciętny Polak zjadał średnio 3 kg śledzi w ciągu roku. W roku 2013 spożył tej ryby w Polsce wynosiło już niespełna 2 kg na osobę.

Ogólnie obserwuje się malejącą tendencję w konsumpcji ryb i owoców morza w naszym kraju. W 2016 roku była ona na poziomie 13,1 kg na osobę, podczas gdy w 2017 roku wyniosła 12,5 kg. Jednak zdaniem Jerzego Safadera, prezesa Polskiego Stowarzyszenia Przetwórców Ryb (PSPR), konsumpcja ryb w Polsce pozostaje na niezmiennym poziomie, wynoszącym średnio od 12 do 15 kg na osobę rocznie. Natomiast Polacy faktycznie coraz mniej chętnie sięgają po śledzia. Wynika to ze zmiany nawyków konsumpcyjnych naszych rodaków oraz rosnącej ceny tej ryby (PSPR Koszalin). Za śledzia solonego w roku 2010 trzeba było średnio zapłacić 13,60 zł/kg, w kolejnym roku już 16,30 zł/kg, a w roku 2017 cena tej ryby wzrosła do 17,40 zł/kg (Mały Rocznik Statystyczny Polski, 2018). Według ekspertów Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (IERiGŻ) w roku 2018 płaciliśmy za ryby o 10–15% więcej niż w roku 2017. W roku 2018 nastąpił kolejny wzrost cen. Jak ocenia IERiGŻ, tylko w okresie styczeń–październik 2018 roku, w porównaniu do stycznia–października 2017 roku, za ryby płacono średnio o ponad 7% więcej. I ponownie, najbardziej podrożały śledzie, których cena w imporcie wzrosła o około 50%. Na wzrost ceny tej ryby wpłynęło przede wszystkim obniżenie kwot połowowych, a także zmniejszająca się populacja gatunku. Obecnie, faworytem Polaków stał się mintaj. Śledzie są drugą najchętniej kupowaną rybą przez naszych rodaków, obok lososia. Te trzy gatunki stanowią połowę konsumowanych ryb w Polsce. Dietetyk powie, że to dobry wybór. Ekolog, że niekoniecznie. Ten pierwszy zwróci uwagę na fakt, że śledzie i lososie to gatunki słonowodne, a więc tłuste i bogate w kwasy Omega-3. Ekolog wyjaśni, że populacje wszystkich trzech gatunków są zagrożone wyginieciem i trzeba dać im się odrodzić.

W Polsce coraz chętniej spożywane są także dania gotowe oraz przetwory rybne. Przetwórcy dążą do dywersyfikacji, dzięki czemu oferta produktowa staje się szersza i bardziej atrakcyjna dla konsumentów. W 2017 roku produkcja ryb, przetworów rybnych i owoców morza w dużych zakładach przemysłu rybnego, o zatrudnieniu powyżej 49 osób, wyniosła 443 tys. ton i była o ponad 1% mniejsza niż w roku poprzednim. Zmniejszono przede wszystkim produkcję ryb wędzonych (o 16,0%, do 74,5 tys. ton), w tym wędzonego lososia (o 10,0% do 54,4 tys. ton). Z kolei produkcja wyrobów wysoko przetworzonych (konserw, marynat, wyrobów garmażeryjnych i pozostałych przetworów) w roku 2017 zwiększyła się o 2,0 % (do 228,5 tys. ton). Największy udział miały marynaty (35,6%). Podstawowym gatunkiem ryb, wykorzystywanym w przetwórstwie pogłębionym, były tradycyjnie śledzie (108,2 tys. ton), choć i tu odnotowano nieznaczny spadek (o 0,4%) względem lat 2014–2017 (IERiGŻ, 2018).

Mimo zmieniających się nawyków żywieniowych, ryby i ich produkty stanowią ważną część spożywanego przez Polaków pożywienia. Za jego pośrednictwem do organizmu człowieka może przenikać rtęć. Z tego względu istotnym wydaje się rozpoznanie, w której z ryb konsumowanych przez naszych rodaków stężenie tego związku, zwłaszcza w jego organicznych formach, jest najwyższe. Dopuszczalne

dziennie spożycie rtęci dla dorosłego człowieka został oszacowany przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności na 5,0 µg na kilogram masy ciała, w tym 1,6 µg rtęci metylowej. Według WHO stężenie rtęci w rybach komercyjnych nie powinno przekraczać 0,5 µg·g⁻¹ m.m. Średnie stężenie Hg w tkance mięśniowej ryb złowionych zimą w polskiej strefie przybrzeżnej wyniosło 0,05 µg·g⁻¹ m.m. Wśród małych ryb najwyższe stężenie metalu w tym sezonie stwierdzono w mięśniach śledzi (od 0,062 µg·g⁻¹ m.m. do 0,096 µg·g⁻¹ m.m), okoni (od 0,050 µg·g⁻¹ m.m. do 0,082 µg·g⁻¹ m.m) i siei (od 0,060 µg·g⁻¹ m.m do 0,081 µg·g⁻¹ m.m) (Tab. 1).

Poziom stężenia Hg w mięśniach dużych drapieżników - dorszy (od 0,0003 µg·g⁻¹ m.m do 0,051 µg·g⁻¹ m.m) był niższy w porównaniu z koncentracją Hg w mniejszych rybach, okoniach czy śledziach. Wysokie stężenia rtęci w mięśniach śledzi może być związane z miejscem żerowania. Ryba ta bytuje w płytkich rejonach morza, w pobliżu strefy brzegowej, ujść rzek, gdzie stężenia zanieczyszczeń są znacznie wyższe niż w głębszych rejonach akwenu. Najwyższy poziom stężenia rtęci pomierzono w śledziach w Ujściu Wisły (średnio 0,086 µg·g⁻¹ m.m) i w Zatoce Puckiej (średnio od 0,078 µg·g⁻¹ m.m do 0,081 µg·g⁻¹ m.m) (Tab. 1).

Wyniki badań środowiskowych, prowadzonych w roku 2007 w rejonie Zatoki Puckiej oraz w wodach otwartego morza (zewnątrza część Półwyspu Helskiego) pozwoliły ustalić, że w wodzie, zawiesinie i w osadach wyższe stężenia rtęci występują w Zatoce niż w obszarach oddalonych od strefy brzegowej (Beldowska i Beldowski, 2004). W badaniach podjęto także próbę wyznaczenia stężenia rtęci w poszczególnych narządach dorsza, śledzia i storni. Pod uwagę wzięto mięśnie, skrzela, gonady i serce. Uzyskane wyniki wskazały na zróżnicowanie stężenia rtęci w obrębie narządów wewnętrznych ryb oraz na zmienność sezonową tego związku w organizmie. W sezonie zimowym, u takich ryb, jak stornia czy śledź, najwyższe stężenie zmierzono w tkance mięśniowej (0,025 µg·g⁻¹ m.m i 0,087 µg·g⁻¹ m.m, odpowiednio. W sezonie zimowym, wysokie stężenia rtęci w porównaniu ze skrzelami czy gonadami, pomierzono w tkance mięśniowej ryb, gdzie wyniosło ono 0,025 µg·g⁻¹ m.m. w storni i 0,087 µg·g⁻¹ m.m. w śledziu. Dużo wyższe niż w innych tkankach było natomiast stężenie rtęci w sercach okoni i siei. Czas rezydencji rtęci we krwi jest rzędu kilku dni, dlatego należy przypuszczać, że w tym okresie badane ryby kumulowały Hg głównie z pokarmu. Poziom zanieczyszczeń w gonadach zwykle zmienia się w skali roku i jest to związane z detoksyfikacją organizmów i wydalaniem związków toksycznych poprzez ikrę (Pazdro, 2007). W narządach rozrodczych śledzia z Zatoki Puckiej stwierdzono najwyższe stężenia rtęci w porównaniu z gonadami siei, okonia czy storni. Wynika to prawdopodobnie z przenoszenia metalu wraz z tłuszczem do tkanki rozrodczej. Powyższe wyniki sugerują, że w badanych rybach Hg była nierównomiernie akumulowana, zarówno w poszczególnych gatunkach, jak i w narządach czy samych tkankach.

Falkowska i in. (2011) w badaniach nad rybami odławianymi w rejonie południowego Bałtyku skupili się na dystrybucji narządowej rtęci i jej kumulacji i detoksykacji.

Tab.1 Średnie stężenie Hg_{TOT} (min–max) w tkance mięśniowej dorsza, storni i śledzia z Bałtyku oraz wybranych akwenów wodnych (Beldowska i in., 2007)

Gatunek ryby	Rejon badań	Okres badawczy	Średnie stężenie Hg _{TOT} (min. - max.) [ng/g] m. m	Źródło literaturowe
Dorsz	Pd.-Wsch. Bałtyk	1971-1979 1997-1998 2002-2003 2007	(95–160) 23–230 14–209 24 (19–29)	Gajewska i in., 2000 Barska i Skrzyński, 2003 Usydus i in., 2004 Bełdowska i in., 2007
Stornia	Pd.-Wsch. Bałtyk	1998 2000 2007 2008	47 (26–130) 46 35 (0,2–39) 84 (25–299)	Barska i Skrzyński, 2003 Polak-Juszczak, 2003 Bełdowska i in., 2007 Lamborg, 2008
Śledź	Pd.-Wsch. Bałtyk	1970-1979 1996-1997 2002-2003 2007 2008	(0–90) 18–71 5–66 78(62–96) 27(9–73)	Brzezińska i Trzosińska, 1984 Barska i Skrzyński, 2003 Usydus i in., 2004 Bełdowska i in., 2007 Polak-Juszczak, 2008

W pracy zostały zbadane następujące gatunki ryb: gładzica (*Pleuronectes platessa*), stornia (*Platichthys flesus*), śledź (*Clupea harengus*), okoń (*Perca fluviatilis*), dorsz (*Gadus morhua*), skarp (*Psetta Maxima*), sieja (*Coregonus lavaretus*). We wszystkich próbkach tkanek i narządów ryb z rejonu południowego Bałtyku stwierdzono obecność rtęci. Na wielkość stężenia miały wpływ czynniki biotyczne i abiotyczne środowiska. Do szczególnie istotnych zaliczono: poziom troficzny, miejsce żerowania, długość ryby, jej płeć, wiek oraz tempo wzrostu. Ustalono, że stężenie rtęci organicznej w mięśniach ryb rośnie wraz ze wzrostem udziału pokarmu zwierzęcego w diecie (Kasper i in., 2009). Stąd ryby z niższych poziomów troficznych, takie jak śledzie, w odróżnieniu od pozostałych badanych gatunków charakteryzują się niższym o około 80% udziałem rtęci organicznej w mięśniach.

Śledzie w południowym Bałtyku najchętniej żywią się skorupiakami planktonowymi (*Pseudocalanus elongatus*) (Falkowska i in., 2010), a w płytkich wodach przybrzeżnych narybkiem babki byczej (Wyszyński, 1997). Nie bez znaczenia pozostaje miejsce żerowania. Okazało się, że stężenie rtęci organicznej jest niższe w rybach pelagicznych niż w rybach bentosowych (Serrano i in., 1992.; Falkowska i in., 2010). W zbiornikach wodnych osady stanowią główne miejsce magazynowania i metylacji rtęci. Stąd żerujące w tym środowisku ryby przydenne osiągają wyższe stężenie rtęci nieorganicznej, ale też organicznej w tym najbardziej toksycznej metylortęci (Zhou i Wong, 2000).

Wszystkie badania prowadzone w rejonie południowego Bałtyku wskazują, że stężenie rtęci organicznej w tkance mięśniowej ryb jest wielokrotnie niższe niż wartości referencyjne określające dopuszczalne stężenie tego związku. Aby zostały przekroczone dopuszczalne stężenia referencyjne konsument spożywający ryby musiałby miesięcznie zjadać: około 30 kg śledzia lub 26 kg dorsza lub 18 kg

storni, bądź też 16 kg okonia/skarpa. Ilości te oszacowano po uwzględnieniu biodostępności rtęci organicznej. W związku z powyższym można uznać, że komercyjnie istotnie gatunki ryb odławiane w polskiej strefie ekonomicznej Bałtyku są bezpiecznym pożywieniem, gdy są konsumowane w rozsądnych ilościach. Nie należy zatem rezygnować z tego źródła cennych składników odżywczych.

Literatura

- Barska I., Skrzyński I., 2003. Contents of methylmercury and total mercury in Baltic Sea fish and fish products, *Bulletin of The Sea Fisheries Institute*, 3 (160), 3–15.
- Beldowska M., Zawalich K., Kwaśniak J., Falkowska L., 2007. Mercury in Fish a Polish Coastal Zone on the Baltic Sea, *Environmental Protection and Natural Resource*, 31, 394–403.
- Boeing, D.W., 2000. Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere* 40, 1335–1351.
- Boszke L., Siepak J., Falandysz J., 2003. Total Mercury Contamination of Selected Organisms in Puck Bay, Baltic Sea, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 12(3), 275–85.
- Brzezińska A., Trzosińska A., 1984. Trace metals in some organisms from the Southern Baltic, *Oceanologia*, 18, 79.
- Driscoll C., Han, Y.J., Y. Chen, C., Evers, D., Lambert, K., Holsen, T., K. Munson, R. 2007. Mercury Contamination in Forest and Freshwater Ecosystems in the Northeastern United States. *BioScience* (57), 17–28.
- Falandysz J., Boszke L., 1999. Rtęć ogółem w tkance mięśniowej jadalnych gatunków ryb z Zatoki Puckiej, *Bromatol. Chem. Toksyk.*, 32, 75–80.
- Falandysz J., Chwir A., Wyrzykowska B., 2000. Total Mercury Contamination of Some Fish Species in the Firth of Vistula and Lower Vistula River, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 9 (4), 335–339.
- Falkowska L., Kwaśniak J., Beldowska M., 2010. The influence of the trophic level on changes in the mercury concentrations in fish from the coastal zone of the southern Baltic, *Oceanological and Hydrobiological Studies* 39, 5–22.
- Gonzalez P., Dominique Y., Massabau J.C., Boudou A., Bourdineaud J.P., 2005. Comparative effects of dietary methylmer-

- cury on gene expression in liver, skeletal muscle, and brain of the zebra fish (*Danio rerio*), *Envir. Sci.Tech.*, 39. 3972–80.
- Kwaśniak J., 2012. *Dystrybucja narządowa, kumulacja i detoksykacja rtęci w rybach poławianych w południowym Bałtyku*. Praca doktorska, Uniwersytet Gdański.
- Pazdro K., 2007. Oszacowanie narażenia organizmów w morskich ekosystemach przybrzeżnych na ksenobiotyki z grupy trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO). *Rozprawy i Monografie* 20/2007.
- Piotrowska M., 1997. *Badania nad rozmieszczeniem przestrzennym i tendencjami czasowymi zmian zawartości rtęci w rybach z Zatoki Gdańskiej*. Praca doktorska. Uniwersytet Gdański.
- Rand G., 1995. *Fundamentals of aquatic toxicology*. Taylor and Francis, Washington.
- Wyszyński M., 1997. Charakterystyka biologiczno-technologiczna śledzi południowego Bałtyku. *Study and material. Sea Fish.Inst Gdynia*, Ser. B, 69: 94–123.
- Zhou H.Y., Wong M.H., 2000. Mercury accumulation in freshwater fish with emphasis on the dietary influence, *Water Research* 34(17), 4234–4242.

Źródła internetowe

- National Geographic, 2013. Ryby: Jeść czy nie? <http://www.national-geographic.pl/ludzie/ryby-jesc-czy-nie> [Dostęp 8.03.2019].
- Portal spożywczy, 2018. IERiGŻ: W 2017 roku spadło spożycie ryb w Polsce, <http://www.portalspozywczy.pl/mieso/wiadomosci/ierigz-w-2017-roku-spadlo-spozycie-ryb-w-polsce,156698.html> [Dostęp 10.03.2019].

Notatka o Autorze

*Studentka drugiego roku studiów magisterskich na kierunku oceanografii na specjalizacji chemia morza i atmosfery. Realizuje pracę dyplomową z zakresu „Rtęć i metylortęć w śledziach bałtyckich (*Clupea harengus*, Linnaeus, 1761 r.) w 2018 r”.*