

Wojciech Dobicki

**SKAŻENIE WYBRANYMI METALAMI CIĘŻKIMI
TKANEK RYB ŻYJĄCYCH W RZECIE OŁAWIE**

W ciągu ostatnich lat pojawiło się szereg doniesień o stale pogarszającym się stanie wód zasilających tereny wodonośne Wrocławia [11, 13]. Jest to związane zarówno z emisją zanieczyszczeń z lokalnych źródeł, jak i z opadem pyłów pochodzących z tzw. „dalekiego transportu”. Badania prowadzone w Katedrze Limnologii i Rybactwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu od kilku lat koncentrują się nad obecnością metali ciężkich w środowisku wodnym, w kontekście zagrożeń dla gospodarki rybackiej. Kontrole jakości środowiska w okolicy terenów wodonośnych Wrocławia, prowadzone przez szereg instytucji, w większości wypadków sprowadzają się do analizy wody, która jest surowcem dla zakładu uzdatniania. Natomiast doniesienia o stopniu skażenia żywych organizmów z tego terenu są nieliczne, a jeśli chodzi o ryby, to do tej pory wyników takich nie publikowano.

Brak tych informacji skłonił do podjęcia próby zbadania tkanek ryb z rzeki Oławy. Analiza tkanek ryb daje pewien pogląd na stopień zanieczyszczenia środowiska, aczkolwiek akumulacja metali ciężkich w tkankach jest funkcją czasu oraz zawartości metali w pokarmie. Stopień obciążenia środowiska pierwiastkami ciężkimi pierwotnie zależał od układu geologicznego w danej okolicy. Obecnie głównym ich źródłem jest działalność człowieka. Niestety w chwili obecnej brak jest już terenów, które prezentowałyby całkowicie pierwotny stan. Można jedynie mówić o terenach mniej lub bardziej skażonych [1, 3, 4, 6, 9]. O ile istnieją normy dotyczące dopuszczalnych ilości metali ciężkich w poszczególnych klasach czystości wód, to dotychczas brak jest w naszym kraju norm dotyczących skażenia tymi pierwiastkami organizmów żywych. Ocenę stopnia skażenia tkanek ryb przeprowadzić można na podstawie porównania ryb z terenów o różnym stopniu zanieczyszczenia. Istniejące pozycje literatury naukowej z tej dziedziny dysponują stosunkowo niewielką ilością danych z badań prowadzonych dopiero od kilku lat.

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości metali ciężkich w tkankach różnych gatunków ryb z rzeki Oławy, na obszarze terenów wodonośnych Wrocławia oraz porównanie uzyskanych wyników z podobnymi analizami, pochodzącymi z terenów o różnym stopniu zanieczyszczenia.

Materiał i metodyka badań

Materiał do badań stanowiły cztery gatunki ryb pochodzących z rzeki Oławy: leszcz, krąp, płoć i okoń. Ryby odłowiono w lipcu 1985 r. z głównego nurtu rzeki, około 2 km przed ujęciem wody dla MPWiK. Próby tkanki mięśniowej każdorazowo pobierano na wysokości płetwy grzbietowej powyżej linii bocznej, natomiast skrzela i wątroby pobierano w całości. Wiek ryb określono przy pomocy analizy łuskowej. Oznaczenia Cd, Cu, Zn, Pb dokonano metodą spektroskopii absorpcji atomowej (aparatury AAS-1N), po spaleniu prób w kwasie azotowym. Wszystkie wartości podano w ppm biomasy próby. Analizie poddano 64 ryby 4 gatunków. Ogółem wykonano 768 oznaczeń metali. Materiał porównawczy stanowiły wyniki wcześniejszych analiz karpia krocza: z trzech gospodarstw DKR Milicz (Wierzchowice, Mała Rasowa, Stawno) i jednej analizy ryb z kanału zrzutowego elektrociepłowni Dolna Odra [2, 7, 10] oraz wyniki badań okoni z nieznacznie skażonych szwajcarskich jezior Bielersee i Walensee [5]. Statystyczne opracowanie danych dokonano przy użyciu komputera IBM-CS 88PC, stosując program służący do estymacji parametrów wielowymiarowego modelu ekonometrycznego (metodą najmniejszych kwadratów).

Wyniki badań

Wartości średnich arytmetycznych stężeń metali i ich standardowego odchylenia w poszczególnych tkankach ryb przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
ŚREDNIE ARYTMETYCZNE I ODCHYLENIA STANDARDOWE
ZAWARTOŚCI BADANYCH METALI W TKANKACH RYB (ppm)

Gatunek		Pb		Zn		Cu		Cd	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Leszcz	M	4,26	2,13	9,59	4,58	3,60	2,32	0,43	0,34
	S	11,14	11,05	40,15	15,11	5,92	6,09	2,55	2,16
	W	14,30	26,99	41,47	14,57	6,27	5,53	3,51	3,98
Krap	M	2,26	1,89	0,09	2,38	0,43	0,47	0,42	0,39
	S	18,56	17,53	49,94	38,09	2,59	2,47	2,42	2,01
	W	20,43	17,29	43,53	22,61	6,32	4,46	2,92	2,21
Płoć	M	2,34	2,04	9,67	4,97	0,88	0,95	0,38	0,22
	S	7,03	6,69	133,87	75,18	1,33	1,85	1,81	1,40
	W	7,17	5,48	67,42	44,67	9,30	10,29	1,90	1,35
Okoń	M	2,71	2,82	8,16	2,42	0,43	0,39	0,44	0,39
	S	15,84	12,33	32,45	7,34	3,76	3,75	2,10	2,24
	W	15,90	12,58	36,71	8,11	3,28	2,87	1,60	0,47

M — mięśnie; S — skrzela; W — wątroba

Najmniejsze stężenia metali stwierdzono u wszystkich gatunków ryb w tkance mięśniowej. Poziom stężenia cynku u krapia i płoci był większy w skrzelach niż w wątrobie. Podobnie, średnie stężenie miedzi było tylko u okonia nieco większe w skrzelach niż w wątrobie. We wszystkich pozostałych przypadkach największe średnie stężenia badanych metali stwierdzono w wątrobie.

Zaobserwowano duże wahania stężeń metali u poszczególnych osobników wszystkich badanych gatunków ryb. Świadczą o tym stosunkowo duże wartości odchylenia standardowego (s). Zestawienie wyników analiz zawartości metali ciężkich w tkankach ryb z terenów o różnym stopniu zanieczyszczenia przedstawiono w tabeli 2.

W badanym materiale najwyższą średnią zawartość ołowiu w tkance mięśniowej stwierdzono u leszcza (4,26 ppm). Jest to około dwukrotnie więcej niż u innych badanych gatunków. Stężenia ołowiu w tkankach badanych ryb są znacznie wyższe od stwierdzonych u karpia hodowlanych w Dolnośląskim Kombinacie Rybackim w Miliczu [2, 7, 10], jak również w szwajcarskich jeziorach Bielersee i Walensee [5]. Natomiast norma o dopuszczalnych zanieczyszczeniach technicznych w środkach spożywczych, którą przyjmują stacje sanitarno-epidemiologiczne w badaniach przetworów rybnych mówi, że maksymalne stężenie ołowiu nie może przekroczyć 1 ppm [14]. Zatem norma ta przekroczona była około 2,5-krotnie u krapia, płoci i okonia, a u leszcza ponad 4-krotnie. Tym samym mięso tych ryb powinno być zdyskwalifikowane pod względem konsumpcyjnym.

Zawartość ołowiu w częściach niejadalnych krapia (wątroba i skrzela) wynosiła odpowied-

nio 18,56 i 20,43 ppm. W pojedynczych ekstremalnych przypadkach obciążenie wątroby ołowiem u leszcza i krapia dochodziło do około 80 ppm. Tak wielkie stężenie ołowiu w tkankach ryb świadczy o znacznym stopniu skażenia terenów wodonośnych i stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia człowieka. Stąd też wprowadzanie ołowiu do środowiska powinno być objęte ścisłą kontrolą.

Zawartość cynku w mięśniach, wątrobie i skrzelach była zbliżona do tych, jakie stwierdzono u karpia z Dolnośląskiego Kombinatu Rybackiego w Miliczu [2, 7, 10]. Natomiast w stosunku do ryb z kanału zrzutowego Dolnej Odry stwierdzone stężenia cynku były kilkakrotnie niższe. W porównaniu do mało zanieczyszczonych jezior szwajcarskich, obciążenie tkanek badanych ryb cynkiem było około dwukrotnie większe [5].

Porównując uzyskane wyniki z badaniami innych autorów [2, 5, 7, 10] można stwierdzić, że obciążenia tkanek badanych ryb miedzią nie wykazują specjalnego zagrożenia ze strony tego pierwiastka, mimo istniejących źródeł emisji. Dopuszczalne stężenie Cu w środkach spożywczych nie powinno przekraczać dla konserw rybnych 10 ppm [14].

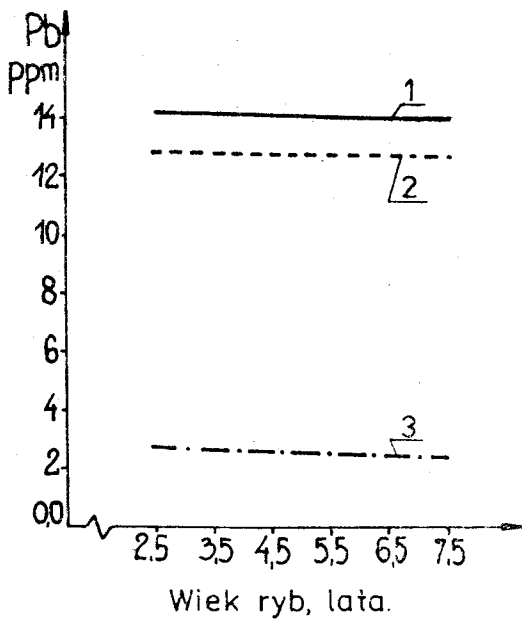
Stężenia kadmu w tkankach ryb były wielokrotnie większe od podawanych przez innych autorów [2, 5, 7, 10]. Według norm dopuszczalnych zanieczyszczeń technicznych w środkach spożywczych [14], zawartość kadmu w mięśniach badanych ryb przekroczyła tę normę 7÷8 razy, co dyskwalifikuje przydatność konsumpcyjną ryb łowionych w Oławie. WHO jako wartości graniczne kadmu w dawce pokarmowej dla ludzi przyjmuje dawki od 0,42 do 0,5 mg Cd na tydzień, względnie 0,065 mg Cd na dzień dla osoby o wadze 70 kg. Jednocześnie stwierdza się, że dawka 0,98 mg Cd na tydzień może już powodować pierwsze objawy choroby Itai-Itai (toksykoza związana z zaburzeniami czynności nerek na tle zatrucia kadmem) [4].

Wartości średnich stężeń metali ciężkich w tkankach badanych ryb w zależności od ich wieku, przedstawiono na rysunkach 1-4. Jak wynika z prostych regresji w funkcji czasu, dla wieku ryb od 2,5÷7,5 lat, dla większości metali ciężkich w tkankach ryb, współczynniki regresji są ujemne. Jedynie proste regresji dla zawartości ołowiu i miedzi w skrzelach posiadają niewielkie, jednak dodatnie współczynniki regresji (odpowiednio $b_{Pb}=0,005$ i $b_{Cu}=0,012$). Badania wpływu wieku ryb na zawartość metali w ich tkankach wykazały, że większość analizowanych metali ciężkich utrzymuje się w badanym przedziale wiekowym ryb (2,5÷7,5 roku) na podobnym poziomie, z tendencją do obniżania w miarę starzenia się ryb. Na podstawie tych wyników badań można sądzić o niewielkiej zmianie stężenia Pb, Cu, i Zn w wątrobie, skrze-

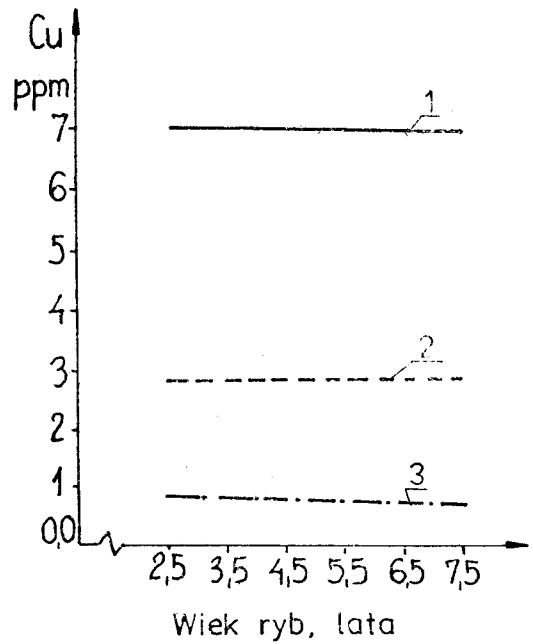
Tabela 2
ŚREDNIE STĘŻENIA METALI W TKANKACH RYB
Z RÓŻNYCH ŚRODOWISK (ppm)

		Pb	Zn	Cu	Cd
Dolna Odra	M	2,1	22,5	3,5	0,2
	S	0,1	420,9	15,4	0,3
	W	1,8	157,3	14,3	0,5
Wierzchowice	M	0,8	61,8	1,9	0,2
	S	0,95	89,6	2,65	0,3
	W	0,5	68,6	19,6	0,1
Mała Rasowa	M	0,3	9,4	1,3	0,1
	S	4,0	89,2	4,2	0,3
	W	0,5	42,1	7,1	0,4
Stawno	M	1,4	7,95	0,3	0,05
	S	3,65	89,5	0,35	0,15
	W	1,45	60,5	0,31	0,2
Jeziora szwajcarskie	M	0,04	5,65	0,18	0,004
	S	—	—	—	—
	W	0,05	24,0	7,0	0,09
Oława	M	2,9	9,12	1,3	0,42
	S	13,1	65,2	3,4	2,22
	W	14,5	47,3	6,3	2,48

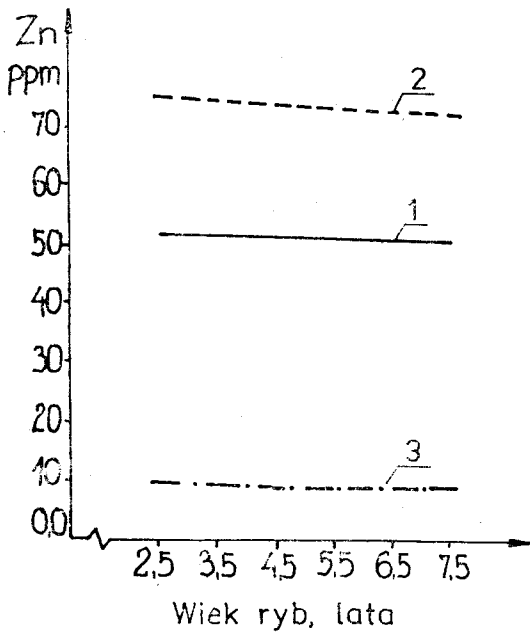
M — mięśnie, S — skrzela, W — wątroba



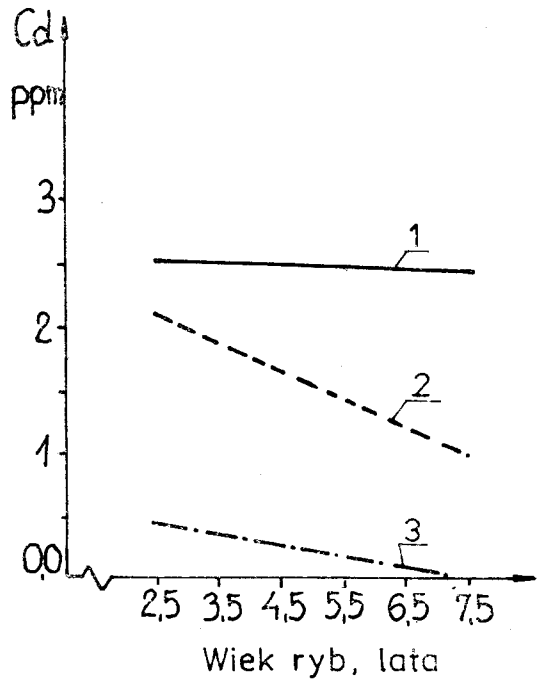
Rys. 1. Zawartość ołowiu w tkankach ryb w zależności od ich wieku (1 — wątroba, 2 — skrzela, 3 — mięśnie)



Rys. 3. Zawartość miedzi w tkankach ryb w zależności od ich wieku (oznaczenia jak na rys. 1)



Rys. 2. Zawartość cynku w tkankach ryb w zależności od ich wieku (oznaczenia jak na rys. 1)



Rys. 4. Zawartość kadmu w tkankach ryb w zależności od ich wieku (oznaczenia jak na rys. 1)

lach i mięśniach ryb w wieku od 2,5 do 7,5 lat. Wyniki tych badań wykazały, że nie występowało zjawisko kumulacji badanych metali ciężkich w tkankach ryb w kolejnych latach ich życia. Hipotezę tę należałoby jednak sprawdzić w badaniach wieloletnich. Prawdopodobnie uzyskane wyniki są związane ze specyfiką doświadczeń połowych. Odłowione z jednego miejsca ryby mogą pochodzić z różnych rejonów, co związane jest z ich naturalną migracją. Ponadto przedział wiekowy obejmował okres kilkuletni, a najwięcej osobników było w wieku 4,5÷5,5 lat. Wahania stężenia metali zależą od płci, wieku, rozmiaru, okresu połowu ryb; trudno zatem porównywać uzyskane rezultaty. Część autorów stwierdza fakt

zmniejszania kumulacji wraz z wiekiem lub rozmiarami ryb [12] lub sugeruje występowanie takiej tendencji [8]; inni zaś nie stwierdzają żadnej prawidłowości [12].

Wnioski

1. Stwierdzono wysoki stopień skażenia metalami ciężkimi tkanek ryb pochodzących z rzeki Oławy, przy czym zmienność zawartości metali ciężkich w tkankach ryb była znaczna.
2. Największe zagrożenie dla zdrowia, ze względu na zawartości metali ciężkich w tkankach ryb, występuje w przypadku kadmu i ołowiu.

LITERATURA

1. D. ALBIŃSKA-KAPER: Biologiczne skutki skażenia środowiska przyrodniczego związkami ołowiu. Kosmos, 1984, nr 2, s. 25-28.
2. H. BIAŁOWAŚ: Zawartość metali ciężkich w rybach pochodzących z wód o różnym stopniu zanieczyszczenia. 1985 (maszynopis).
3. H. FRIGE, U. KOST, F. CLAUS: Die Tükkische Hypothek Chemiepolitik für Schwermetalle. Verlag C. F. Müller GmbH, Karlsruhe 1985.
4. H. FRIEGE: Tükkische Hypothek für generationen. Natur und Umwelt, 1985, 3 Quartal H. 3, s. 65-69.
5. H. R. HEGI, W. GEIGER: Schwermetalle (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn) in Lebern und Muskulatur des Flussbarsches (*Perca Fluviatilis*) aus Bielersee und Walensee. 2. Hydrol. 41/1, 1979.
6. A. KABATA-PENDLAS, H. PENDIAS: Pierwiastki śladowe w środowisku przyrodniczym. PWRiL, Warszawa 1978.
7. M. KLIMCZAK: Zawartość metali ciężkich w wybranych tkankach ryb stawowych. Wrocław 1986 (maszynopis).
8. R. J. LOVETT et. al: A survey of the total cadmium content of 406 fish from 49 New York State fresh waters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 1972, Vol. 29, No. 9, p. 1283-1290.
9. J. MAREK, E. WOJACZEK, R. POLECHONSKI: Metale ciężkie w środowisku stawowym. Mat. konf.: „Stan i perspektywy gospodarki stawowej”. 1984.
10. J. MAREK, E. WOJACZEK, R. POLECHONSKI: Rola stawu w zatrzymywaniu metali ciężkich. Gospodarka Rybna, nr 1, 1986, s. 16-22.
11. Metale ciężkie w zlewni rzeki Oławy. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska we Wrocławiu. Wrocław 1984 (maszynopis).
12. N. P. MOROZOW, S. A. PJETUCHOW: Mikroeljementy w promysłowej ichtiofaunie mirowo okjana. Agropromizdat, Moskwa 1986.
13. Określenie wpływu emisji zanieczyszczeń Huty „Siechnice” i elektrociepłowni „Czechnica”. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska we Wrocławiu, Wrocław 1978 (maszynopis).
14. Dopuszczalne zanieczyszczenia techniczne w środkach spożywczych i użytkach. Monitor Polski nr 39 z dnia XII 1985, poz. 259, załącznik 3.1.

FISH TISSUE CONTAMINATION FROM HEAVY METALS CARRIED BY THE OŁAWA RIVER

The Oława is a major source of drinking water supply for the city of Wrocław. Three fish species living in the river were analyzed for Pb, Zn, Cu and

Cd content in muscles, branchia and liver. The data obtained show that the heavy metal concentrations measured in the fish tissues considerably exceed the admissible values for foodstuffs. Cd and Pb, which are found to occur at very high concentrations in liver and branchia, create the greatest health hazards.