

JERZY FALANDYSZ, MONIKA PIOTROWSKA

**RTEĆ W TKANCE MIĘŚNIOWEJ STORNI *PLATYCHTHIS FLESUS*  
Z DWÓCH REJONÓW W ZATOCE GDAŃSKIEJ\***

**MERCURY IN THE MUSCLE TISSUE OF FLOUNDER *PLATYCHTHIS FLESUS*  
FROM THE SITES IN THE GULF OF GDAŃSK**

Z Zespołu Naukowego Chemii Środowiska i Ekotoksykologii  
Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego  
Kierownik: prof. dr hab. J. Falandysz

*Metodą zimnych par bezplamieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (CV-AAS) oznaczono stężenie rtęci ogółem w tkance mięśniowej stornii (śląder) złowionych pod Gdynią i pod Stegną w latach 1992 i 1993. Wykazano różny stopień skażenia rtęcią stornii z obu zbadanych miejsc w Zatoce Gdańskiej.*

Rteć i jej związki z uwagi na dużą toksyczność, istniejące antropogeniczne i naturalne źródła skażenia środowiska tym metalem, a także wymywanie z gleby depozytów rtęci związanej z humusem i następnie jej przenikanie kolejno do powierzchniowych wód gruntowych, jezior, rzek i mórz, pozostaje już od wielu lat przedmiotem szczególnego zainteresowania przedstawicieli różnych specjalności i dyscyplin z dziedziny nauk przyrodniczych [6–8, 13–15, 19, 21–24, 30].

Badania podjęto w celu wyjaśnienia czy stężenie rtęci w rybach z Zatoki Gdańskiej, a szczególnie w tkance mięśniowej gatunków jadalnych ryb, może być przestrzennie zróżnicowane – co mogłoby mieć miejsce w przypadku istnienia ważnych, punktowych źródeł nanoszenia tego metalu do zatoki. W celu sprawdzenia przyjętej hipotezy, w pierwszej fazie projektu spośród gatunków ryb żyjących w Zatoce Gdańskiej do badań wybrano stornię *Platichthis flesus*. Stornia jest gatunkiem dobrze rozprzestrzenionym w Zatoce Gdańskiej i poławanym w celach komercyjnych niemal przez cały rok.

**MATERIAŁ I METODYKA**

Stornie (*Platichthis flesus* L.) złowiono w sieci zastawione przez zawodowych rybaków przybrzeżnych pod Gdynią i Stegną na jesieni 1992 i 1993 roku (ryc. 1). Ryby do czasu analizy przechowywano w stanie głębokiego zamrożenia (–20°C). Po rozmrożeniu ryb wykonywano pomiar masy i długości ich ciała, a z części grzbietowej pobierano próbkę tkanki mięśniowej. Próbkę tkanki

\* Praca wykonana w ramach projektu badawczego Nr 6 PO4G 07908 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych



Ryc. 1. Miejsca połowu storni w Zatoce Gdańskiej  
Sampling sites of flounder in the Gulf of Gdansk

mięśniowej odważano do kolbek okrągłodennych poj. 50 m<sup>3</sup>, roztworzano na zimno w roztworze stężonego kwasu azotowego przez 24 godz., a następnie na gorąco w zestawie szklanym składającym się z podłączonego do kolby deflegmatora i chłodnicy zwrotnej. Stężenie rtęci w mineralizacie oznaczano metodą zimnych par bezplomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (CV-AAS) w zautomatyzowanym zestawie analitycznym (Mercury monitor 3200, Thermo Separation Products, USA). Jako czynnik redukcyjny stosowano 2% roztwór chlorku cynawego w roztworze kwasu siarkowego z dodatkiem chlorowodoru hydroksylaminy i chlorku sodowego.

Z wieloletnich już badań wielkości odzysku rtęci celowo wzmocnionych tym metalem, analiz biologicznych materiałów odniesienia oraz uczestnictwa w badaniach interkalibracyjnych można stwierdzić, że zastosowaną metodę oznaczania śladów tego pierwiastka cechuje duża dokładność, a uzyskiwane wyniki są wiarygodne [3, 5].

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Stornie złowione pod Gdynią zawierały przeciętnie dwukrotnie większe stężenie rtęci w tkance mięśniowej w porównaniu ze storniami złowionymi pod Stegną (tab. I, ryc. 2–5). Wykazana różnica uwidacznia się zarówno przy porównywaniu średnich arytmetycznych stężenia rtęci w tkance mięśniowej losowo wybranej partii storni o różnej długości i masie ciała ( $p < 0,001$ ) (tab. I), jak i równań i krzywych regresji oraz współczynników korelacyjnych współzależności pomiędzy długością/masą ciała a stężeniem rtęci w mięśniach (ryc. 2–5). Długość i masa ciała u ryb są parametrami biometrycznymi, które korelują z wiekiem poszczególnych okazów. Przy czym długość ciała jest tym parametrem, który lepiej opisuje wiek ryb. W przypadku badanych storni wykazano silną korelację pomiędzy długością i masą ciała, a najlepiej

Tabela 1. Stężenie rtęci w tkance mięśniowej storni *Platichthys flesus* z Zatoki Gdańskiej ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  masy mokrej;  $\bar{x} \pm s$  i rozstęp).

Total mercury concentration in muscle tissue of flounder *Platichthys flesus* from the Gulf of Gdańsk ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight;  $\bar{x} \pm \text{S.D.}$  and range).

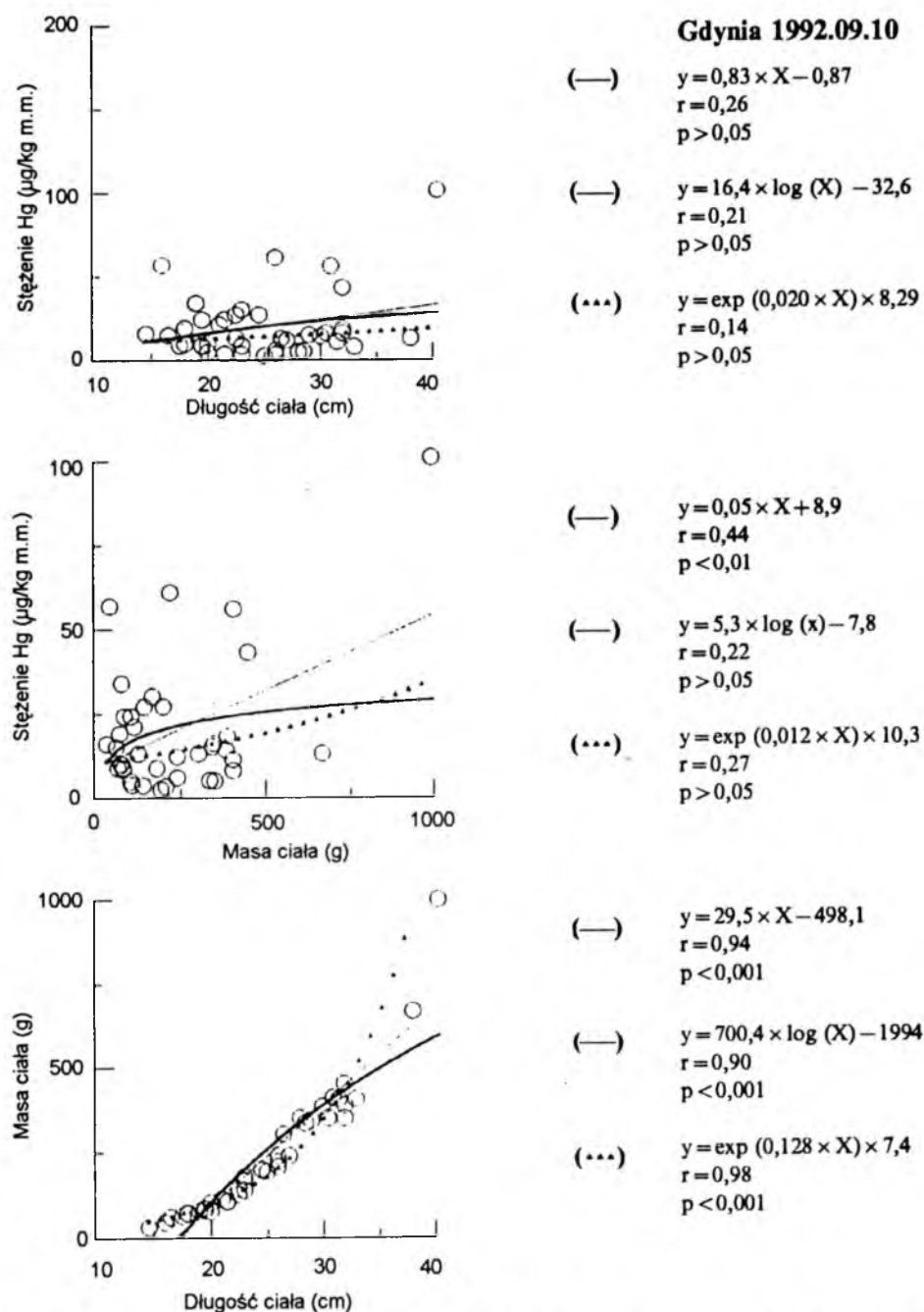
Rok, miesiąc i dzień	Miejsce	n	Dane biometryczne ryb masa ciała (g)		Długość ciała (cm)		Stężenie Hg	
			$\bar{x} \pm s$	Rozstęp	$\bar{x} \pm s$	Rozstęp	$\bar{x} \pm s$	Rozstęp
1992-09-10	Gdynia	42	237 $\pm$ 188	(32 - 999)	25 $\pm$ 6	(15 - 41)	25 $\pm$ 33	(2,4 - 200)
1993-10-12	Gdynia	35	214 $\pm$ 185	(56 - 906)	25 $\pm$ 5	(17 - 40)	26 $\pm$ 18	(7,3 - 95)
1992-10-28	Stegna	29	293 $\pm$ 171	(124 - 919)	27 $\pm$ 4	(22 - 36)	46 $\pm$ 24	(12 - 99)
1993-10-08	Stegna	40	249 $\pm$ 219	(54 - 852)	25 $\pm$ 6	(17 - 41)	57 $\pm$ 47	(7,9 - 230)

powiększanie się masy ciała z powiększaniem się długości ciała tych ryb opisuje eksponentalne równanie regresji – współczynniki korelacyjne ( $r$ ) we wszystkich przypadkach wyniosły 0,98 ( $p < 0,001$ ) (ryc. 2–5).

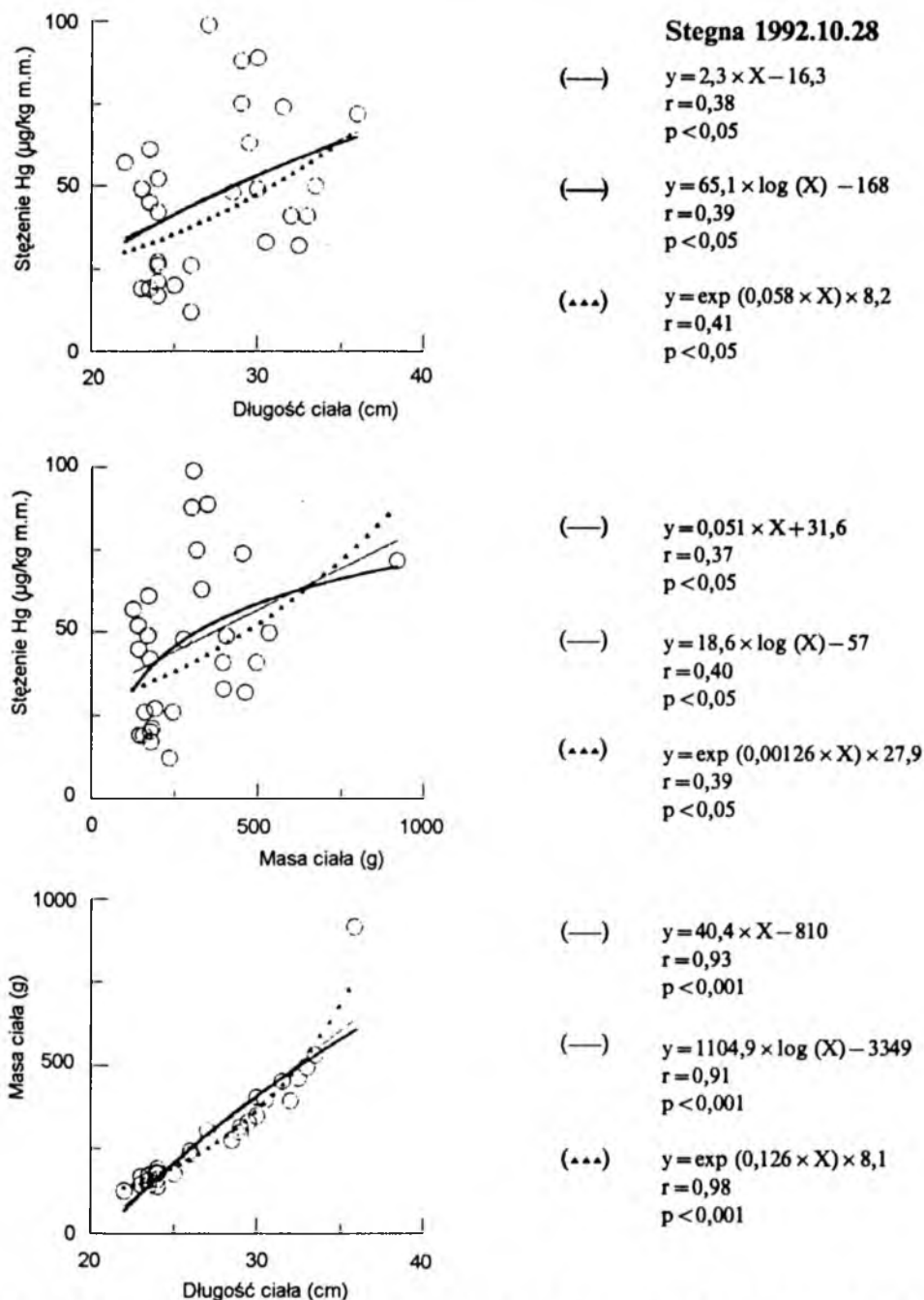
U storni złowionych pod Gdynią w 1992 i 1993 r. stężenie rtęci w tkance mięśniowej na ogół nie korelowało z powiększaniem się długości i masa ciała ryb ( $p > 0,05$ ) (ryc. 2 i 4) – jedynie statystycznie istotna jest korelacja liniowa zależności stężenia rtęci od masy ciała ( $p < 0,01$ ) storni z 1992 r. (ryc. 2). Z drugiej strony wykazano korelację ( $p < 0,05$ ) dla storni złowionych pod Stegną w 1992 r. i bardzo silną w 1993 r. (ryc. 3 i 5). Stornie złowione pod Stegną w 1993 r. (ryc. 5) zawierały większe stężenia rtęci w tkance mięśniowej i cechowały je lepsze współczynniki korelacyjne niż okazy złowione w 1992 r. (ryc. 3).

Dla ryb głównym źródłem pobrania rtęci jest pożywienie [26], a w mniejszej części jest nim woda, z której pobierają ten metal bezpośrednio przez skrzelę [15]. Zatem zaobserwowane różnice w stopniu zakażenia rtęcią storni z obu zbadanych rejonów w Zatoce Gdańskiej należy tłumaczyć odpowiednio mniejszym (Gdynia) i większym (Stegna) stężeniem tego metalu w pokarmie tych ryb. W innych badaniach wykazano, że mięczaki składające się na treść żołądkową u storni, złowionych w rejonie na wschód od ujścia Wisły w 1993 r., pozostawały silniej skażone rtęcią aniżeli u okazów złowionych pod Gdynią, tj. w części zachodniej Zatoki Gdańskiej [12]. Mięczaki jak omulek (*Mytilus edulis*), rogowiec bałtycki (*Macoma baltica*) i młagiew piskołaz (*Mya arenaria*) dominowały w treści żołądkowej zbadanych storni, a w małej części składały się na nią także różne gatunki skorupiaków [12]. Jakkolwiek dokładnie nie jest wiadomo jeszcze ile rtęci (%) wnoszą poszczególne gatunki organizmów morskich, składające się na pokarm storni, do dawki rtęci pobieranej przez te ryby w Zatoce Gdańskiej, ile pobierają te ryby bezpośrednio z wody, a ile ewentualnie z detrytusem (szczątki obumarłych roślin i zwierząt).

Uzyskane wyniki wydają się potwierdzać hipotezę, że zanieczyszczone wody Wisły są potencjalnie ważnym źródłem nanoszenia rtęci do Zatoki Gdańskiej, a jej strefa przybrzeżna na wschód od ujścia tej rzeki pozostaje, zgodnie z kierunkiem przemieszczania się masy spływającej wody i kierunkiem prądów morskich, silniej skażona tym metalem niż rejon na zachód od ujścia. Zatem stornie, zasiedlające względnie oddalony od Gdyni i pozornie mniej zanieczyszczony rejon pod Stegną, pozostają silniej skażone rtęcią. Niemniej, współcześnie obszary zurbanizowane i uprzemysłowione

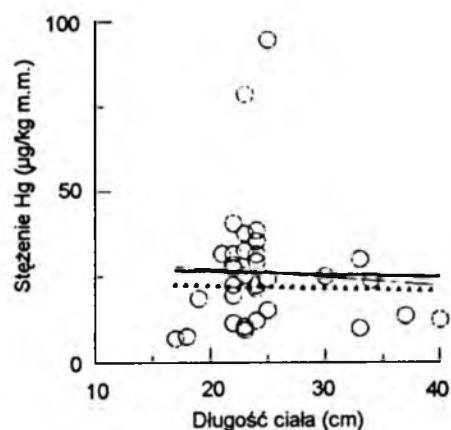


Ryc. 2. Współzależności pomiędzy masą i długością ciała oraz stężeniem rtęci w tkance mięśniowej a długością i masą ciała storni złowionych pod Gdynią w 1992 r.,  
Correlations between body weight and length, and between concentration of mercury in muscle tissue and body length and weight of flounder caught under Gdynia in 1992



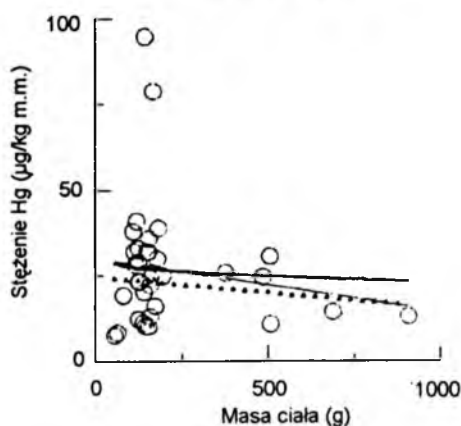
Ryc. 3. Współzależności pomiędzy masą i długością ciała oraz stężeniem rtęci w tkance mięśniowej a długością i masą ciała storni złowionych pod Stegną w 1992 r.

Correlations between body weight and length, and between concentration of mercury in muscle tissue and body length and weight of flounder caught under Stegna in 1992

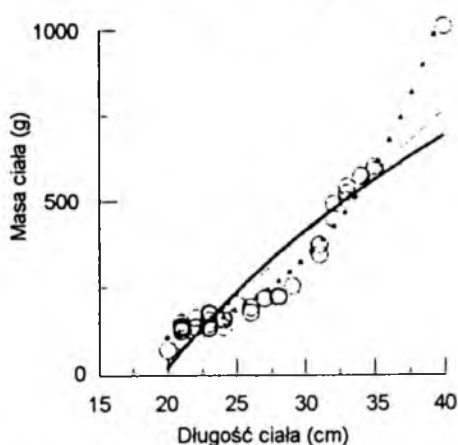


Gdynia 1993.10.12

- (—)  $y = -0,19 \times X + 31,5$   
 $r = 0,6$   
 $p > 0,05$
- (—)  $y = -0,975 \times \log(X) + 29,8$   
 $r = 0,01$   
 $p > 0,05$
- (\*\*\* )  $y = \exp(-0,001 \times X) \times 23,1$   
 $r = 0,01$   
 $p > 0,05$



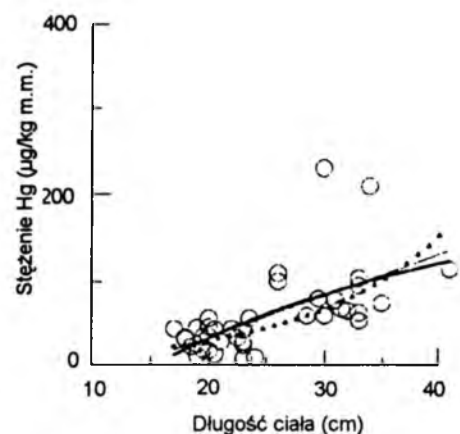
- (—)  $y = -0,0144 \times X + 29,8$   
 $r = 0,15$   
 $p > 0,05$
- (—)  $y = -1,46 \times \log(X) + 34,2$   
 $r = 0,05$   
 $p > 0,05$
- (\*\*\* )  $y = \exp(-0,0004 \times X) \times 24,5$   
 $r = 0,12$   
 $p > 0,05$



- (—)  $y = 35,5 \times X - 662,6$   
 $r = 0,97$   
 $p < 0,001$
- (—)  $y = 932,3 \times \log(X) - 2758,4$   
 $r = 0,93$   
 $p < 0,001$
- (\*\*\* )  $y = \exp(0,12 \times X) \times 8,92$   
 $r = 0,98$   
 $p < 0,001$

Ryc. 4. Współzależności pomiędzy masą i długością ciała oraz stężeniem rtęci w tkance mięśniowej a długością i masą ciała storni złowionych pod Gdynią w 1993 r.,

Correlationships between body weight and lenght, and between concentration of mercury in muscle tissue and body lenght and weight of flounder caught under Gdynia in 1993

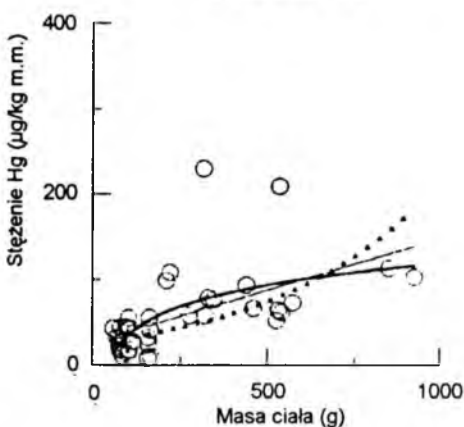


Stegna 1993.10.08

$$\begin{aligned} (\text{---}) \quad & y = -4,8 \times X - 64,2 \\ & r = 0,63 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{---}) \quad & y = 125 \times \log(X) - 342,7 \\ & r = 0,63 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$

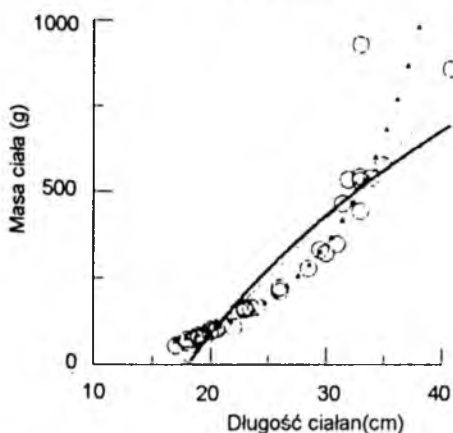
$$\begin{aligned} (\dots) \quad & y = \exp(0,083 \times X) \times 5,4 \\ & r = 0,66 \\ & p < 0,05 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} (\text{---}) \quad & y = 0,12 \times X + 26,7 \\ & r = 0,56 \\ & p < 0,01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{---}) \quad & y = 35,5 \times \log(X) + 127,7 \\ & r = 0,60 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\dots) \quad & y = \exp(0,002 \times X) \times 25,2 \\ & r = 0,61 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} (\text{---}) \quad & y = 33,2 \times X - 579,7 \\ & r = 0,93 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{---}) \quad & y = 841,3 \times \log(X) - 2435 \\ & r = 0,91 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\dots) \quad & y = \exp(0,128 \times X) \times 7,4 \\ & r = 0,98 \\ & p < 0,001 \end{aligned}$$

Ryc. 5. Współzależności pomiędzy masą i długością ciała oraz stężeniem rtęci w tkance mięśniowej a długością i masą ciała storni złowionych pod Stegną w 1993 r.

Correlations between body weight and length, and between concentration of mercury in muscle tissue and body length and weight of flounder caught under Stegna in 1993

znad Zatoki Gdańskiej, same w sobie, są źródłem skażenia środowiska rtęcią, o czym m. in. może świadczyć zwiększone stężenie rtęci w warstwie powierzchniowej osadów dennych rzeki Motławy na obszarze Gdańska i Tczewa [11].

Tabela II. Historia stężeń rtęci w tkance mięśniowej storni (*Platichthys flesus*) z Morza Bałtyckiego i akwenów mu przyległych ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  masy mokrej).

History of mercury concentrations in muscle tissue of flounder (*Platichthys flesus*) from the Baltic Sea and the adjacent waters ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight).

Rok i miejsce	n	Hg	( $\bar{x}$ i rozstęp)	Pozycja piśmien.
<i>Skagerrak</i>				
1966–1974	70+	97	(20 – 290)	2
<i>Część zachodnia Bałtyku</i>				
<i>Kattegat</i>				
1970–71	10	120	(16 – 360)	18
1972	1	51		
1969–1976	317+	270	(13 – 2300)	2
<i>Belt</i>				
1968	25	580	(80 – 1700)	18
1970	19	80	(18 – 170)	
1971	2	66		
1972	10	53		
<i>Sound</i>				
1968	5	430	(98 – 890)	18
1970	12	310	(130 – 560)	
1971	1	320		
1973–75	11	380	(200 – 500)	17
1966–1984	291+	280	(14 – 3100)	2
1984–85	20	330	(70 – 920)	
<i>Część zachodnia – inne rejony</i>				
1968–1975	455+	310	(30 – 1700)	2
1979–82 ( <i>Bornholm</i> )	6	78	(44 – 120)	1
<i>Część środkowa i płn.-wsch. morza</i>				
1966–1983	664+	100	(4 – 420)	2
<i>Część południowa morza</i>				
1971–73	24	10 – 110		25
1973	13	–	(80 – 410)	20
1974–75	BD	30 – 150	(18 – 220)	16
p. 1976	25	48	(20 – 90)	29
1974–76	193	68	(10 – 370)	27
1979 ( <i>Łowisko Władysławowskie</i> )	–	150	(27 – 330)	28
1979	–	23 – 120	(11 – 370)	28
1987–88 ( <i>Zatoka Gdańska</i> )	57	46	(23 – 140)	4
1992 ( <i>Zatoka Gdańska</i> )	70	31	(2,4 – 100)	*
1993 ( <i>Zatoka Gdańska</i> )	40	77	(13 – 160)	9
1993 ( <i>Zatoka Gdańska</i> )	75	43	(7,3 – 230)	*

BD, brak danych

p., rok publikacji

\* niniejsza praca

+ poza stornią także takie plastugi jak gładzica (*Pleuronectes platessa*) i zimnica (*Limanda limanda*)



W tab. II zestawiono średnie arytmetyczne, średnie arytmetyczne ważone i rozstęp stężeń rtęci zanotowane w tkance mięśniowej storni z Morza Bałtyckiego i akwenów mu przyległych w latach 1970–1993. Z zestawienia tego wynika, że zdecydowanie duże stężenia rtęci wykrywano w tkance mięśniowej storni w rejonie Sundu – co można tłumaczyć względnie silnym skażeniem tego akwenu związkami rtęci co najmniej w latach 1968–1985 [17]. Duże stężenia rtęci okresowo wykrywano także w storni w rejonie Kattegatu, Beltu i w niektórych innych rejonach w części zachodniej Bałtyku (tab. II). U storni poławianych w strefie wybrzeża Polski jak dotąd nie zanotowano aby stężenie rtęci w tkance mięśniowej przekroczyło  $500 \mu\text{g}/\text{kg}$  masy mokrej (świeżej tkanki), tj. wartość tolerancji dla tego metalu w częściach jadalnych ryb (tab. II).

J. Falandysz, M. Piotrowska

### MERCURY IN MUSCLE TISSUE OF FLOUNDER *PLATYCHTHIS FLESUS* FROM TWO SITES IN THE GULF OF GDAŃSK

#### Summary

Total mercury concentration was determined in the muscle tissue of flounder collected under Stegna (ca. 1 mile east of the Vistula River outlet) and under Gdynia (ca. 12 miles northwest of the Vistula River Outlet) sampling sites in the Gulf of Gdańsk in 1992 and 1993. The method of measurement was cold-vapour atomic absorption spectrometry (CV-AAS) after wet digestion of the samples with concentrated nitric acid. The arithmetic means of mercury concentration in muscle tissue of flounder collected under Stegna were  $46 \pm 24$  in 1992 and  $57 \pm 47$  in 1993, while for those under Gdynia  $20 \pm 19$  and  $26 \pm 18$ ,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  on a wet weight basis, respectively. Mercury concentrations in muscle tissue of flounder collected under Stegna were positively correlated with the body length and body weight of fish ( $0,05 < p < 0,001$ ), while in the case of specimens collected under Gdynia no such relationships were found. These observations seem to imply that Vistula River is an important source and pathway of mercury entrance into the Gulf of Gdańsk.

#### PIŚMIENICTWO

1. Andersen A.: Danish coastal water fish: contents of cadmium, lead, copper, zinc, mercury, arsenic and selenium. Publikation nr. 127., Miljøministeriet, Juni 1986.
2. Falandysz J.: Występowanie oraz oszacowanie spożycia rtęci w rybach bałtyckich w Polsce. Biul. Mor. Inst. Ryb., 1987, 18 (103–104), 23.
3. Falandysz J.: Mercury content of squid *Loligo opalescens*. Food Chem., 1990, 38, 171.
4. Falandysz J.: Zawartość rtęci w mięśniach i w wątrobie storni (*Platycthis flesus*) złowionych w części zachodniej Zatoki Gdańskiej. Stud. Mat. Oceanolog. KBM PAN, 1992, 62, 13.
5. Falandysz J.: Some toxic and trace metals in big game hunted in the northern part of Poland in 1987–1991. Sci. Total Environ., 1994, 141, 59.
6. Falandysz J.: Mercury concentration in plants and invertebrates inhabiting the Gulf of Gdańsk and the adjacent waters. Sci. Total Environ., 1994, 141, 45.
7. Falandysz J.: The use of pesticides and their levels in food in Eastern Europe: The example of Poland. W Contaminants in the environment., A. Renzoni, N. Mattei, L. Lori, M.C. Fossi (red.), Lewis Publ., 1994, 247.
8. Falandysz J., Kowalewska M.: Mercury concentrations of stickleback *Gasterosteus aculeatus* from the Gulf of Gdańsk. Bull. Environm. Contam. Toxicol., 1993, 51, 710.
9. Falandysz J., Piotrowska M., Włodarczyk J., Chwir A., Marcinowicz A.: Total mercury content in

fish from the Gulf of Gdańsk. Stud. Mat. Oceanolog. KBM PAN., 1995, w druku. – 10. *Falandysz J., Rosikowski J., Trawicka K.*: Zawartość rtęci ogółem w mięśniach niektórych gatunków ryb z południowego Bałtyku, 1982–1983. Roczn. PZH, 1985, 36, 119.

11. *Falandysz J., Stepnowski P.*: Mercury in sediments of the Mołtawa River: A preliminary assessment. Proc. 19th Conf. Baltic Oceanograph., 1995, w druku. – 12. *Falandysz J., Włodarczyk J., Kawano M., Piotrowska J.*: Mercury in the stomach contents of flounder *Platyichthis flesus* L. caught in the Gulf of Gdańsk. Proc. 19th Conf. Baltic Oceanograph., 1995, w druku. – 13. *Falandysz J., Włodarczyk J., Piotrowska M., Wróbel R.*: Mercury in a trophic chain in the Gulf of Gdańsk. Proc. 19th Conf. Baltic Oceanograph., 1995, w druku. – 14. *Ferrara R., Maserti B.E., De Liso A., Cioni R., Raco B., Taddeucci G., Ender H., Ragnarson P., Svanberg S., Wallinder E.*: Atmospheric mercury emission of Solfatara volcano (Pozzuoli, Phalegraeian fields – Italy). Chemosphere, 1994, 29, 1421. – 15. *Fujiki M.*: The pollution of Minamata Bay by mercury and Minamata disease. W Contamination and sediments. Vol. II. R.A. Baker (red.), Ann Arbor Science, Michigan, 1980, 493. – 16. *Gajewska K., Nabrzyski M.*: Zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w rybach morskich i słodkowodnych. Roczn. PZH, 1977, 28, 215. – 17. *Hansen J., Andersen A.*: Kviksolv i fisk fra øresund 1983–1984. Miljøministeriet Statens Lvnedsmiddelinstitut, 1984, Publikation, 96. – 18. Danish marine monitoring. Methods and data, Part V. Mercury in fish 1972–75. Danish Isotope Centre, December 1978. – 19. *Jernelöv A., Ramel C.*: Mercury in the environment. Ambio, 1994, 23, 166. – 20. *Kuźma W., Tapor J., Nakonieczny J.*: Zagrożenia solonawatych morej. Zbiór Ref. Symp. Krajów RWPG dot. probl. 1.7., Wyd. MIR, Gdynia, 1976, 218.

21. *Ludwicki J.K.*: Skażenie środowiska rtęcią – problemy zdrowotne. Cz. I. Źródła i przemiany rtęci w środowisku. Roczn. PZH, 1984, 35, 489. – 22. *Ludwicki J.K.*: Skażenie środowiska rtęcią – problemy zdrowotne. Cz. II. Toksyczne działanie rtęci i jej związków. Roczn. PZH, 1985, 36, 1. – 23. *Mercury in the environment. Problems and remedial measures in Sweden.* Swedish Environmental Protection Agency, Inform, 1991. – 24. *Mercury in soil – distribution, speciation and biological effects.* Nord 1992:3, Nordic Council of Ministers. – 25. *Nabrzyski M., Gajewska R.*: Badania nad poziomem skażenia rtęcią niektórych ryb Morza Bałtyckiego dostarczanych przez rybołówstwo krajowe. Bromat. Chem. Toksykol., 1975, 8, 321. – 26. *Philips G.R., Lenhart T.E., Gregory R.W.*: Relation between trophic position and mercury accumulation among fishes from the Tongue River Reservoir, Montana. Environ. Res., 1980, 11, 73. – 27. *Protasowicki M.*: Zawartość rtęci w rybach przemysłowych poławianych przez rybołówstwo polskie w latach 1974–1976. Zeszyt. Nauk. AR, Szczecin, 1980, 82, 183. – 28. *Protasowicki M.*: The long-term observations on heavy metals content of fish in the Southern Baltic, i.e. mercury. Baltic Sea monitoring symposium, Tallin, USSR, 10–15 March, 1986. Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki Commission, Baltic Sea Environment Proceedings, 19. – 29. *Protasowicki M., Ociepa A., Chodyniecki A.*: Badania porównawcze nad zawartością rtęci w wybranych gatunkach ryb drapieżnych i planktonożernych Bałtyku. Zesz. Nauk. AR, Szczecin, 1976, 54, 70. – 30. *Wierzchowski J., Nabrzyski M.*: Badania nad oznaczaniem śladowych ilości rtęci w produktach spożywczych. Bromat. Chem. Toksykol., 1971, 4, 299.

Dn. 1994.12.18

80-952 Gdańsk, ul. J. Sobieskiego 18