

TERESA SZPRENGIER-JUSZKIEWICZ

artykuł przeglądowy

Skażenie rtęcią żywności pochodzenia zwierzęcego w Polsce*)

Zakład Farmakologii i Toksykologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Stan badań dotychczasowych

W nauce światowej okresem szczególnego zainteresowania problematyką rtęci były lata siedemdziesiąte a stało się to za przyczyną opisywanych szeroko, endemicznych zatruc rtęcią w Japonii i Iraku. W konsekwencji, na skutek nasilenia badań nastąpił szybki rozwój czułych metod analitycznych oraz opracowanie systemów kontroli skażeń rtęcią żywności i środowiska, zapewniających rzetelne informacje dla administracji rządowych, które mogły dzięki temu podejmować właściwe decyzje ograniczające skażenia rtęcią i zapobiegające ich skutkom.

Sposób organizacji badań był różny. Najczęściej były to zorganizowane, kompleksowe badania poziomów rtęci w żywności, zakończone opracowaniem raportów końcowych (W. Brytania, Finlandia), lub systematyczne badania monitorowe (USA, Kanada, RFN).

W niektórych krajach a po części i w Polsce, badania prowadzone były przez jednostki naukowe lub kontrolne a wyniki publikowane w czasopismach naukowych. Prace te przez długi czas nie podlegały jednak koordynacji ogólnokrajowej i nie miały charakteru jednolitego systemu badania skażeń chemicznych środowiska i żywności. W latach siedemdziesiątych zdarzało się też często, że wyniki badań traktowano jako poufne i opatrzone taką klauzulą nie były publikowane.

Największa liczba publikacji krajowych dotyczących skażeń rtęcią przypada na lata 1975-1985 (11). Duża różnorodność stosowanych metod analitycznych oraz rozproszenie wyników w czasopismach o niewielkim zasięgu spowodowały, że ogólna wiedza na temat skażenia rtęcią żywności i środowiska była mierna. Świadczyć mogą o tym wygłaszane nierzadko opinie w środkach masowego przekazu a nawet w opracowaniach naukowych, które nie miały potwierdzenia w konkretnych badaniach, bądź były oparte na nie sprawdzonych informacjach, często będących rezultatem niewłaściwego interpretowania wyników. Skutkiem takiego stanu rzeczy ukształtowała się w kraju, a co gorzej i na świecie, opinia

o niezwykle wysokim chemicznym skażeniu środowiska (również rtęcią) w Polsce. Niezaprzeczalną trudność w wykorzystaniu istniejących materiałów stanowiło duże rozproszenie wyników w różnych czasopismach oraz brak opracowań zbiorczych, podsumowujących stan skażenia różnych rodzajów żywności. W przedstawionej sytuacji koniecznością stało się zebranie i opracowanie dostępnych wyników oznaczeń rtęci w żywności pochodzenia zwierzęcego oraz wyciągnięcie możliwie prawidłowych wniosków na temat wynikającego z tego ryzyka toksykologicznego.

Sposób gromadzenia i opracowywania danych

Danych dotyczących zawartości rtęci w tkankach zwierząt i produktach żywnościowych uzyskiwanych od zwierząt dostarczyły prace własne i innych autorów, opublikowane w piśmiennictwie w latach 1970-1992. W tym celu wykorzystano 24 369 wyników analiz dostępnych w 138 pozycjach piśmiennictwa (11).

Jako zasadę przyjęto zbieranie i wykorzystywanie wyników analizy otrzymanych metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej zimnych par (ASA) z nielicznymi wyjątkami, kiedy nie dysponowano wynikami uzyskanymi tą metodą. Zakładano, że w ten sposób ograniczy się wątpliwości i rozbieżności, mogące wynikać ze stosowania różnych metod.

Wyniki badań własnych oraz prac cytowanych zestawiano uwzględniając w miarę możliwości średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe i rozstęp wyników. Niestety nie zawsze i nie wszystkie te dane były dostępne. W niektórych pracach wyniki badań przedstawione były w sposób skrócony. Utrudniało to dokonanie dalszych porównań i przeprowadzenie analizy statystycznej.

W celu uzyskania w miarę porównywalnych wartości przedstawiających przeciętnie występujące stężenia rtęci w poszczególnych rodzajach próbek, obliczano średnią ważoną ze średnich arytmetycznych, przyjmując jako wagę liczebność próbek w poszczególnych badaniach. Otrzymane w ten sposób średnie ważne stężenia rtęci w poszczególnych rodzajach tkanek różnych gatunków zwierząt przedstawia tabela zbiorcza (tab. 1).

*) Opracowano na podstawie danych zawartych w rozprawie habilitacyjnej pt. Ocena stopnia skażenia rtęcią żywności i ludzi w Polsce. Praca finansowana przez KBN w ramach projektu badawczego Nr 5 5837 91 02.

Tab. 1. Stężenia rtęci w produktach spożywczych zwierzęcego pochodzenia obliczone na podstawie wyników oznaczeń z lat 1970-1990 (mg/kg)

Rodzaj próbek	Liczba próbek	Średnia ważona	Zakres stężeń	
Ryby bałtyckie	1759	0,046	0,000-0,782	
Ryby słodkowodne	1930	0,162	0,000-1,581	
Mięśnie	wołowe	2495	< 0,001-0,010	
	wieprzowe	3780	< 0,001-0,100	
	końskie	369	0,004	0,005-0,062
	drobiowe	286	0,003	< 0,001-0,013
	królików	155	0,004	0,001-0,019
	dziczyzny	1036	0,004	< 0,001-0,035
Wątroba	wołowa	1096	< 0,001-0,068	
	wieprzowa	1972	0,007	0,001-0,051
	końska	418	0,013	0,003-0,250
	drobiowa	754	0,009	0,002-0,048
	królików	92	0,008	< 0,001-0,048
	dziczyzny	283	0,017	0,006-0,176
Nerki	wołowe	2355	0,016	0,001-0,597
	wieprzowe	4084	0,023	0,001-0,148
	końskie	537	0,089	0,021-1,159
	drobiowe	40	0,027	0,007-0,087
	królików	9	0,008	0,005-0,011
	dziczyzny	276	0,045	0,003-0,320
Mleko krowie	343	0,0014	< 0,001-0,006	
Jaja kurze	300	0,0144	0,000-0,063	

Ocena stężeń rtęci w żywności pochodzenia zwierzęcego

Analiza zebranych wyników oznaczeń rtęci pozwalała na wyciągnięcie ogólnego wniosku, że przeciętne stężenia rtęci w żywności pochodzenia zwierzęcego nie są wysokie, nie przekraczają aktualnie obowiązujących w Polsce dopuszczalnych stężeń rtęci w środkach spożywczych (8) i są porównywalne ze stężeniami stwierdzanymi w innych krajach świata (3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14).

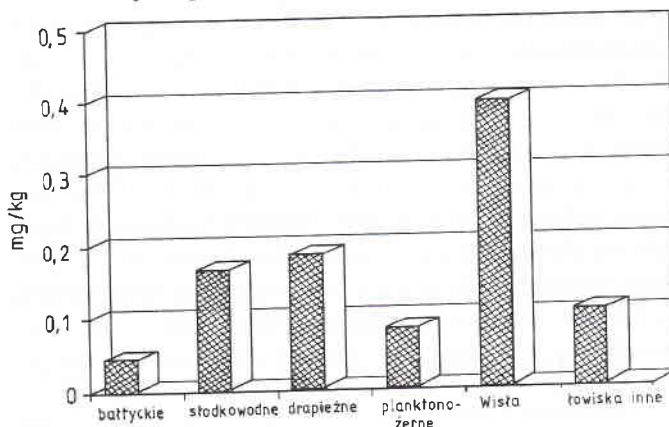
Najwyższe stężenia rtęci spośród wszystkich przebadanych próbek żywności zaobserwowano w tkankach ryb. Średnie stężenie w rybach słodkowodnych wynosiło 0,162 mg/kg, zaś w rybach morskich (bałtyckich) 0,044 mg/kg. Cytowane w tej pracy stężenia rtęci oznaczone w rybach bałtyckich okazały się nieco niższe od wyników podanych przez Schreiber, które zostały stwierdzone przez różnych autorów w rybach morskich pochodzących z innych rejonów geograficznych (10). W jednym tylko przypadku (dorsz), oznaczone stężenie rtęci przekroczyło wartość 0,5 mg/kg, która jest proponowanym przez FAO maksymalnym stężeniem rtęci w rybach. Charak-

teryistyczny jest dość duży rozrzut wyników (od 0,0 do 0,78 mg/kg). Podobne zjawisko obserwował Faalandysz (2), podając jednocześnie, że wysokość stężeń rtęci w tkankach ryb jednego gatunku w Morzu Bałtyckim zależy od miejsca połowu. Wyższe stężenia jego zdaniem, występują w rybach złowionych w cieśninach (Skagerrak, Kattegatt i Sund) oraz w strefie przybrzeżnej Szwecji.

Stężenia rtęci w rybach słodkowodnych były wyższe od stężeń w rybach bałtyckich, wynosiły średnio 0,162 mg/kg i okazały się zależne od miejsca żerowania ryb. Porównanie stężeń rtęci w rybach tych samych gatunków pochodzących z Wisły i innych łowisk wskazuje, że wyższe stężenia występowały zawsze w rybach z Wisły. Najwyższe stężenia, niezależnie od miejsca połowu stwierdzano w tkankach ryb gatunków drapieżnych (kleń, okoń, szczupak), stężenia te wynosiły średnio 0,183 mg/kg i w niektórych przypadkach przekraczały 0,5 mg/kg. Obliczone średnie stężenie w tkankach ryb planktonożernych wynosiło 0,080 mg/kg (ryc. 1).

Spośród badanych gatunków zwierząt najwyższe stężenia rtęci w nerkach stwierdzono u koni, najniższe u królików (tab. 1). W wątrobach najwyższe stężenia występowały u zwierząt dzikich i koni, najniższe u świń, natomiast w mięśniach najwyższe stężenia obserwowano u bydła, najniższe u drobiu. Najmniej skażone rtęcią okazały się tkanki drobiu i królików. Stężenia rtęci w mięśniach zwierząt hodowlanych wyniosły średnio 0,006 mg/kg. Natomiast średnie stężenie w podrobach, obliczone na podstawie stężeń w wątrobach i nerkach wyniosło 0,021 mg/kg.

Stężenia rtęci w tkankach dziczyzny nie odbiegały w znaczący sposób od stężeń stwierdzanych u zwierząt hodowlanych (tab. 2). Uwagę zwracają jedynie stężenia rtęci oznaczone w tkankach dzikich kaczek (w mięśniach od 0,09 do 1,2 mg/kg, w wątrobie od 0,3 do 2,8 mg/kg, w nerkach od 0,22 do 1,3 mg/kg). Wysokie stężenia jakie stwierdzono, można prawdopodobnie uzasadnić tym, że pokarmem dzikich kaczek są głównie ryby i plankton. Ta obserwacja skłania do dalszych badań nad zawartością rtęci w tkankach tych ptaków i w przypadku potwierdzenia



Ryc. 1. Porównanie stężeń rtęci w rybach

Tab. 2. Stężenia rtęci w tkankach zwierząt dzikich (mg/kg)

Rodzaj próbek	Liczba próbek	Średnia ważona	Zakres stężeń	
Mięśnie	dzików	373	0,005	0,0008–0,035
	jeleni	387	0,002	0,0004–0,024
	saren	188	0,003	0,0006–0,018
	bażantów	45	0,009	0,0058–0,018
	kuropatw	10	0,008	0,0071–0,009
	dzikich kaczek	33	0,356	0,092–1,200
	Razem	1036	0,004*	0,0004–1,200
Wątroba	dzików	86	0,017	0,005–0,044
	jeleni	62	0,009	0,0048–0,042
	saren	45	0,010	0,0017–0,065
	bażantów	45	0,036	0,0035–0,178
	kuropatw	10	0,065	0,059–0,071
	zajęcy	2	0,088	0,075–0,092
	dzikich kaczek	33	1,146	0,300–2,800
	Razem	283	0,017*	0,006–0,176
Nerki	dzików	57	0,055	0,010–0,320
	jeleni	33	0,027	0,005–0,092
	saren	45	0,045	0,0029–0,230
	zajęcy	108	0,100	–
	dzikich kaczek	33	0,790	0,220–1,300
	Razem	276	0,045*	0,003–0,320

Objaśnienie: * – do obliczeń średniej nie włączono wyników dzikich kaczek.

powyższej obserwacji, do postulowania nawet wniosku o nie przeznaczaniu do konsumpcji tusz dzikiego ptactwa wodnego.

Próbkami, w których zdarzały się częściej stężenia wysokie, zbliżone do ustalonych maksymalnych dopuszczalnych stężeń są nerki i wątroby zwierząt hodowlanych i dzikich. Biorąc pod uwagę, że te same narządy są również źródłem nierzadko wysokich stężeń innych pierwiastków toksycznych (zwłaszcza ołowiu i kadmu), warte byłoby rozważenie propozycji ograniczenia częstotliwości spożywania narządów zwierzęcych. Tego rodzaju ograniczenie istnieje już w Szwecji w odniesieniu do wątrób i nerek zwierząt hodowlanych i reniferów (4).

Zmiany na przestrzeni dwudziestolecia

Zaobserwowano, że występowanie przypadków wysokich stężeń rtęci w tkankach zwierząt zmieniało się na przestrzeni omawianego dwudziestolecia i dotyczyło to zarówno częstotliwości występowania, jak również wysokości stwierdzanych maksymalnych stężeń rtęci.

Porównanie średnich stężeń rtęci w Polsce, w kolejnych dziesięcioleciach 1970-1980 i 1981-1990 w tych rodzajach produktów żywnościowych, roślinnego i zwierzęcego pochodzenia, gdzie ze względu na liczebność próbek, takie obliczenia były możliwe, przedstawia tab. 3. Wynika z niej, że średnie ważne stężenia rtęci we wszystkich przypadkach, za wyjątkiem warzyw, w latach 1981-90 były istotnie niższe (test znaków, $p < 0,01$), w porównaniu z dziesięcioleciem wcześniejszym. Znacznie niższe były

Tab. 3. Porównanie stężeń rtęci w żywności w latach 1971–1980 i 1981–1990

Rodzaj próbek	Lata 1971–1980			Lata 1981–1990			
	Liczba próbek	Średnia ważona	Zakres stężeń	Liczba próbek	Średnia ważona	Zakres stężeń	
Jęczmień	378	0,009	0,002–0,082	221	0,006	0,001–0,022	
Owies	64	0,013	0,003–0,042	210	0,007	0,001–0,016	
Pszenica	736	0,005	0,001–0,045	923	0,004	0,001–0,006	
Zyto	667	0,006	0,001–0,047	843	0,005	< 0,001–0,008	
Kukurydza	109	0,006	0,001–0,050	10	0,004	0,001–0,007	
Ryż	7	0,004	0,002–0,092	894	0,003	0,003–0,005	
Ziemiaki	24	0,008	0,005–0,011	49	0,001	0,000–0,005	
Warzywa	148	0,007	< 0,001–0,017	363	0,008	0,000–0,079	
Owoce	73	0,004	0,000–0,066	87	0,002	0,000–0,018	
Mięśnie	wołowe	832	0,010	0,001–0,098	943	0,007	< 0,001–0,033
	wieprzowe	924	0,009	0,001–0,100	1881	0,005	< 0,001–0,026
	końskie	29	0,026	0,005–0,062	340	0,003	< 0,001–0,036
Wątroba wołowa	10	0,040	–	366	0,007	< 0,001–0,068	
Nerki	wołowe	820	0,018	0,006–0,597	815	0,015	0,001–0,080
	wieprzowe	1810	0,032	0,004–0,148	1789	0,015	0,001–0,131
	końskie	117	0,096	0,005–12,50	420	0,088	–1,159

także, w latach 1981-90 maksymalne wartości zakresów stężeń, w porównaniu z latami 1971-80.

Analiza jednostkowych wyników oznaczeń rtęci w nerkach zwierzęcych wykazała poza tym mniejszą częstotliwość stwierdzania w latach 1981-1990 stężeń wysokich, przekraczających stężenie średnie $+2$ odchylenia standardowe (tab. 4). Obserwacje te wskazują, że coraz rzadziej dochodzi do incydentalnych skażeń zwierząt rtęcią.

Tab. 4. Częstotliwość (w %) występowania wyników przekraczających średnią arytmetyczną $+2$ odchylenia standardowe (w nawiasach liczby wyników próbek analizowanych)

Próbki	Częstotliwość wyników $>$ średnia $+2$ odch. std., %	
	1970-1980	1981-1990
Konie - nerki	8,2 (219)	1,6 (240)
Świnie - nerki	2,0 (1810)	0,8 (590)
Bydło - nerki	1,3 (919)	0,8 (475)

Wyniki oznaczeń rtęci w tkankach zwierząt z innych krajów również świadczą o pojawianiu się tendencji do obniżania się stężeń rtęci w rybach (10) oraz tkankach świń i bydła (12, 13, 14).

Podsumowanie

Analiza zgromadzonych wyników oznaczeń rtęci pozwala na sformułowanie wniosku o braku widocznej tendencji do wzrostu stężeń rtęci w żywności. Obserwowane są natomiast, dość duże indywidualne różnice w oznaczanych poziomach rtęci. Różnice te mogą świadczyć o występowaniu lokalnych, podwyższonych stężeń w poszczególnych produktach, związanych bądź ze skażeniami przemysłowymi, bądź ze skażeniami o innej, nieznannej etiologii. Nie można również nie brać pod uwagę nasuwającej się obawy, że na skutek braku w analizowanym okresie krajowej koordynacji badań w zakresie skażeń śro-

dowiska rtęcią oraz kontroli poprawności analitycznej, część opublikowanych wyników badań jest obciążona błędem. Trzeba jednak zaznaczyć, że na podstawie poczynionych zestawień wyników można wyciągnąć dyskusyjny na obecnym etapie badań wniosek o tendencji do obniżania się stężeń rtęci w żywności. Wymaga to jednak potwierdzenia w dalszych badaniach nad skażeniem rtęcią żywności w Polsce.

Szukając uzasadnienia dla powyższego procesu należy przede wszystkim wymienić ważną na skalę kraju decyzję, jaką było wycofanie w 1977 r. z produkcji a następnie ze stosowania rtęciowych zapraw nasiennych. Nie bez znaczenia były również decyzje o zamykaniu zakładów przemysłowych, które na skutek przestarzałych technologii emitowały duże ilości rtęci do środowiska. Trzeba także dostrzec rolę zwiększonej świadomości społecznej, dzięki której coraz rzadziej dochodzi do przypadkowych skażeń i zatruc rtęcią.

Piśmiennictwo

1. Falandysz J., Szajek L.: Bromat. 24, 111, 1991.
2. Falandysz J.: Biul. Mors. Inst. Ryb. 18, 23, 1987.
3. Hugel P.: Environ. Monit. Asses. 7, 257, 1986.
4. Jorhem L., Mattsson P., Sloruh S.: Var Föda 36, suppl. 3, 1984.
5. Käferstein F. K.: Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B, 171, 352, 1980.
6. Koivistoinen P.: Acta Agr. Scand. suppl., 22, 1980.
7. MAFF: Survey of Mercury in Food. Second Supplementary Report, London 1987.
8. Monitor Polski. Dz. Urz. RP Nr 22 z dnia 11 maja 1993 r.
9. Salibury C. D. C., Chan W., Saschenbrecker P. W.: J. Am. Off. Anal. Chem. 74, 587, 1991.
10. Schreiber W.: Sci. Total Environ. 31, 283, 1983.
11. Szprengier-Juszkiewicz T.: Ocena stopnia skażenia rtęcią żywności i ludzi w Polsce. Praca hab., AM Warszawa, 1995.
12. Vaessen H. A. M. G., Ellen G.: Netherlands J. Nutr. 46, 286, 1985.
13. Vos G., Teeuwen J. J. M. H., van Delft W. V.: Z. Lebensm. Unters. Forsch. 183, 397, 1986.
14. Vos G., Hovens J. P. C., van Delft W. V.: Food Additives 4, 73, 1987.

Adres autora: dr Teresa Szprengier-Juszkiewicz ul. Kaniowczyków 6 m. 3, 24-100 Puławy

DRUMMER H. E., REYNOLDS A., STUDDERT M. J., MC PHERSONE C. M., CRABB B. S.: Wykorzystanie typowo specyficznego dla herpeswirusa koni 1 (EHV1) odczynu ELISA w postępowaniu w ogniskach ronienia klaczy na tle zakażenia EHV1. (Application of an equine herpesvirus 1 (EHV1) type-specific ELISA to the management of an outbreak of EHV1 abortion). Vet. Rec. 136, 579-581, 1995 (23)

Surowice od 33 klaczy czystej krwi w stadninie gdzie występowały ronienia przebadano metodą ELISA na obecność przeciwciał dla EHV1. W odczynie zastosowano antygen rekombinanta EHV1 zawierający glikoproteinę 9 (gp 9). Dzięki temu, można było odróżnić przeciwciała powstające na skutek zakażenia antygenowo pokrewnymi, szeroko rozpowszechnionymi wirusami EHV1. Klacze seropozytywne przenoszono do odrębnego pomieszczenia po pierwszym ronieniu. Surowice klaczy roniących oraz klaczy, której źrebię padło po urodzeniu wykazywały wzrost miana swoistych przeciwciał, co wskazywało na świeże zakażenie wirusem EHV1. U 10 klaczy seronegatywnych 13 dnia wystąpiła serokonwersja 67 dnia. Pomimo zakażenia, klacze te urodziły zdrowe źrebięta.

DREW M. L., FOWLER M. E.: Porównanie metod oznaczania poziomu immunoglobulin surowicznych u nowo narodzonych lam. (Comparison of methods for measuring serum immunoglobulin concentrations in neonatal llamas). J. Am. vet. med. Ass. 206, 1376-1380, 1995 (9)

Poziom surowicznych immunoglobulin w surowicy lam w wieku od 24 do 120 godzin oznaczono stosując następujące testy: immunodyfuzji radialnej, białka całkowitego surowicy, składników stałych surowicy, albumin i globulin, test z użyciem siarczanu sodu, koagulacji z użyciem aldehydu glutarowego i test ELISA. Test immunodyfuzji radialnej nadaje się do oznaczania biernego przekazywania immunoglobulin z siarą. Ten sam cel osiąga się oznaczając poziom immunoglobulin z siarą. Pozostałe testy wykazały zaburzenia w transferze immunoglobulin z siarą. Pozostałe testy wykazały zaburzenia w transferze immunoglobulin z siarą. Pozostałe testy wykazały zaburzenia w transferze immunoglobulin z siarą. Pozostałe testy wykazały zaburzenia w transferze immunoglobulin z siarą. Pozostałe testy wykazały zaburzenia w transferze immunoglobulin z siarą.