

HIGIENA ŻYWNOSCI

JAN ŻMUDZKI, TEODOR JUSZKIEWICZ, JÓZEF SZKODA

Kadm w tkankach koni w Polsce

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

Summary

Cadmium in horse tissues in Poland

The cadmium content in kidneys, livers and muscles of 340 horses was examined in the years of 1980, 1982 and 1989. Samples for analysis were taken from 10 slaughterhouses located in different regions of Poland. The cadmium concentrations in horse tissues were about 25—50 times higher than those in other food producing animals. Mean Cd concentration in muscles was 0,62 mg/kg. Significant regional differences were found between agricultural and industrial areas. The cadmium level was significantly higher ($p < 0,001$) in horse kidneys and livers from the Southern parts of Poland, than in the same organs from the North. No correlation was found between Cd concentration in analyzed tissues and age of the horses.

W ostatnim ćwierćwieczu skażenia żywności i środowiska pestycydami, metalami ciężkimi i innymi związkami chemicznymi stały się ważnym problemem wymagającym systematycznych badań i bieżącej oceny toksykologicznej. Szczególne zainteresowanie toksykologiczne budzą pierwiastki zaliczane często do grupy metali ciężkich, a szczególnie kadm, ołów, rtęć, cynk, miedź i żelazo, które mogą nagromadzać się w środowisku i drogą łańcucha pokarmowego przedostawać się do organizmów zwierząt i ludzi.

W dostępnym piśmiennictwie zagranicznym jest niewiele wyczerpujących opracowań na temat zawartości potencjalnie toksycznych pierwiastków w tkankach koni. Brak ten odczuwa się szczególnie w publikacjach krajowych, gdyż obraz stanu skażeń środowiskowych tworzyć można jedynie w oparciu o wyniki analiz lokalnych. Mimo, iż spożycie koniny w Polsce jest małe w porównaniu z wieprzowiną lub wołowiną, mięso końskie na rynku wewnętrznym posiada określone znaczenie ekonomiczne, a konie i ich mięso są przedmiotem tradycyjnego eksportu.

W latach 1980, 1982 i 1989 przy organizacyjnej pomocy Departamentu Weterynarii Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej przeprowadzono badania zmierzające do określenia stężeń kadmu, ołowiu, rtęci, cynku, miedzi i żelaza w mięśniach, wątrobach i ner-

kach końskich. W pierwszej części opracowania omówiono zawartość kadmu w tkankach koni.

Materiał i metody

Próbki do badań pobierane były przez weterynaryjnych inspektorów sanitarnych w rzeźniach posiadających uprawnień uboju koni w latach 1980, 1982 i 1989. Rzeźnie te zlokalizowane były na terenie całego kraju w następujących miejscowościach: Andrychów, Jasło, Lwówek Śląski, Olecko, Parczew, Rawicz, Skawina, Słomniki, Strzelin, Wysokie Mazowieckie. W 1980 r. w każdej rzeźni pobrano próbki mięśni, wątrób i nerek od 10 koni. W 1982 r. w każdej rzeźni (z wyjątkiem Lwówka Śl.) pobrano próbki tych samych tkanek od 15 koni, zaś w 1989 roku od takiej samej liczby koni w 7 rzeźniach (nie otrzymano próbek z rzeźni w Jasle, Strzelinie i Wysokim Maz.). Łącznie pobrano próbki tkanek od 340 koni.

Jak wynika z protokołów pobrania próbek, około 50% dostarczonego materiału pochodziło od klaczy, a pozostałe 50% od wałachów. Wiek koni wahał się od 1 do 25 lat, a masa od 230 do 830 kg.

Stężenia kadmu analizowano w badanym materiale stosując mineralizację suchą w piecu elektrycznym w temp. 450°C a oznaczenia ilościowe metodą płomieniową z zastosowaniem spektrofotometru absorpcji atomowej (16). W tkance mięśniowej oznaczenia kadmu wykonano po wcześniejszej ekstrakcji do fazy organicznej pirolidyno-dwutio-karbaminianem amonowym i kationem izo-butyloowo-metylowym (APDC/MIBK), zaś w nerkach i wątrobach bezpośrednio w rozcieńczonych mineralizatach, ze względu na bardzo wysokie stężenia Cd. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem testu t-Studenta, a dla oszacowania przynależności do populacji wyników odległych posłużono się kryterium T i Q (2).

Wyniki i omówienie

Wyniki oznaczeń kadmu w próbkach mięśni, wątrób i nerek wykonanych w latach 1980, 1982 i 1989 zestawiono w tab. 1. W tabeli podano wartości średnie po odrzuceniu wyników odległych (outliers), co poprawniej charakteryzuje środowiskowy charakter wpływów na stężenie Cd w tkankach koni, natomiast w nawiasach zamieszczono obliczenia obejmujące wszystkie otrzymane wyniki analiz, co może być przydatne przy toksykologicznej ocenie ryzyka.

W porównaniu z innymi gatunkami zwierząt rzeźnych tkanki koni zawierają około 25—50 razy wyższe stęże-

Tab. 1. Stężenia kadmu w tkankach koni w mg/kg świeżej tkanki

Tkanki	Rok	n	Śred. arytm.		Odchyl. stand.		Wartości odrzucone *	
							n	wynik. maks.
Mięśnie	1980	100	0,64	(1,21)	0,62	(2,38)	6	14,99
	1982	135	0,61	(0,84)	0,63	(1,19)	8	8,92
	1989	105	0,61	(0,67)	0,38	(0,46)	5	2,10
Nerka	1980	100	62,37	(75,21)	44,33	(63,13)	7	276,00
	1982	135	60,37	(68,72)	33,62	(49,89)	7	321,90
	1989	105	63,78	(72,31)	34,24	(48,26)	6	266,00
Wątroba	1980	100	10,42	(14,98)	11,31	(21,13)	4	132,80
	1982	135	12,60	(15,20)	10,51	(18,63)	4	140,00
	1989	104	11,89	(15,02)	10,76	(16,14)	7	81,60

Objaśnienia: w nawiasach podano wartości obliczone ze wszystkich otrzymanych wyników, * — wartości odległe, odrzucone na podstawie kryteriów T i Q (2).

nia kadmu (3, 4, 5, 8, 9, 15). Należałoby przypomnieć, że w Polsce w 1984 r. tymczasowe limity pozostałości chemicznych w mięsie przeznaczonym do eksportu dopuszczają w mięsie końskim jeszcze 1 mg Cd/kg, zaś w mięsie wołowym i wieprzowym najwyższej 0,1 mg Cd/kg (14). Wpływa na to zarówno bardzo małe spożycie koniny w codziennej diecie Polaka, jak też względnie wysokie stężenie tego pierwiastka w tkankach koni, spowodowane szczególnymi właściwościami procesów biochemicznych u tego gatunku zwierząt.

W analizowanych próbkach mięśni stwierdzono znaczny rozrzut wyników jednostkowych. Przy czym zdecydowanie najwyższe wartości znajdowano w rzeźniach w Słomnikach, Andrychowie i Skawinie (konie z woj. krakowskiego, katowickiego, kieleckiego i bielskiego). W 1980 r. bardzo wysokie stężenia kadmu stwierdzono w mięśniach koni ubijanych w rzeźniach w Słomnikach, gdzie średnie stężenie wynosiło 6,93 mg/kg, w zakresie wyników jednostkowych od 1,62 do 14,99 mg/kg. Podobnie w 1982 r. najwyższe stężenia Cd w mięśniach koni stwierdzono u zwierząt ubijanych w rzeźni w Andrychowie i Słomnikach. Wyniki badań z tych lat wskazują na wyraźną zależność stężenia Cd od miejsca pochodzenia próbki (tab. 3). W 1989 r. stwierdzono w Parczewie niezwykle wysokie średnie stężenie kadmu 1,04 mg/kg w mięśniach koni. Jak wskazywały świadectwa pochodzenia zwierząt z tej rzeźni 12 koni było z woj. białsko-podlaskiego i 3 konie z woj. siedleckiego, a więc regionów o charakterze rolniczym.

Tab. 2. Rozkłady stężeń kadmu w tkankach koni

Tkanki	Zakres mg/kg	Rok 1980		Rok 1982		Rok 1989	
		n	%	n	%	n	%
Mięśnie	0,05—0,25	28	28	49	36,3	17	16,2
	0,26—0,45	21	21	37	27,4	26	24,8
	0,46—0,65	12	12	16	11,9	18	17,1
	0,66—1,00	14	14	7	5,2	22	20,9
	1,01—2,00	16	16	11	8,1	21	20,0
	2,01—4,00	3	3	11	8,1	1	1,0
	> 4,01	6	6	4	3,0	0	0
Nerka	1—15	10	10	2	1,5	6	5,7
	16—30	14	14	21	15,6	10	9,5
	31—60	30	30	53	39,2	37	35,3
	61—100	17	17	34	25,2	29	27,6
	101—150	15	15	18	13,3	16	15,2
	151—250	12	12	5	3,7	6	5,7
	> 251	2	2	2	1,5	1	1,0
Wątroba	< 5,00	33	33	27	20,0	31	29,8
	6—10	26	26	48	35,5	31	29,8
	11—20	17	17	31	23,0	17	16,3
	21—30	12	12	17	12,6	10	9,6
	31—40	5	5	2	1,5	3	2,9
	41—100	3	3	8	5,9	12	11,5
	> 101	4	4	2	1,5	0	0

Tab. 3. Porównanie zawartości kadmu w tkankach koni pochodzących z regionów przemysłowych i rolniczych ($p < 0,001$, mg/kg)

Tkanki		1980		1982		1989	
		przemysłowe n = 60	rolnicze n = 45	przemysłowe n = 75	rolnicze n = 60	przemysłowe n = 60	rolnicze n = 45
Mięśnie	\bar{x}	1,66	0,75	1,24	0,34	0,63 *	0,74
	s	3,01	0,73	1,48	0,16	0,46	0,45
Nerka	\bar{x}	100,96	36,43	87,65	45,07	91,90	45,29
	s	67,43	24,94	56,60	24,67	53,20	23,36
Wątroba	\bar{x}	20,87	6,16	21,42	7,39	21,60	6,39
	s	25,23	5,34	22,93	4,33	18,79	4,06

Objaśnienie: * — brak istotnej różnicy między regionami przemysłowymi i rolniczymi ($p > 0,05$).

Znacznie mniejszemu zróżnicowaniu podlegały średnie stężenia kadmu w nerkach i wątrobach koni w poszczególnych latach. Rozkład częstości stężeń kadmu w nerkach (tab. 2) wskazuje, że liczba wyników bardzo wysokich, powyżej 100 mg/kg, jest znaczna i wynosi około 24%.

Zależność występowania wysokich stężeń Cd od miejsca pochodzenia konia potwierdza się również na podstawie analizy nerek (tab. 3). Konie pochodzące z regionów przemysłowych południa Polski (rzeźnia w Andrychowie, Jaśle, Lwówku Śl., Skawinie, Słomnikach i Strzelinie) zawierały w nerkach średnio 101, 88 i 92 mg/kg w kolejnych latach, podczas gdy w nerkach koni z terenów rolniczych (rzeźnie w Olecku, Parczewie, Rawiczu i Wysokim Maz.) stwierdzono średnio 36, 45 i 45 mg/kg. Różnice stężeń między regionami przemysłowymi i rolniczymi okazały się istotne $p < 0,001$.

Średnie stężenia kadmu w wątrobach były przeszło 4-krotnie niższe jak w nerkach (tab. 1). Podobnie jak w nerkach zaobserwowano wyraźnie wyższe stężenia Cd w próbkach pochodzących od koni z terenów o znacznej koncentracji przemysłu w porównaniu do regionów rolniczych ($p < 0,001$, tab. 3).

Wysokie stężenia kadmu w mięśniach, nerkach i wątrobie koni znajdują potwierdzenie w wynikach badań innych autorów, a zwłaszcza niemieckich i skandynawskich (1, 6, 7, 10, 11, 12). Również w naszych pracach wcześniejszych z lat siedemdziesiątych, a nie ujętych w tej pracy, wykazano w analizowanych wówczas tkankach 250 koni bardzo wyraźną zależność występowania wysokich stężeń Cd od miejsca pochodzenia konia (15).

Duża rozpiętość wiekowa koni (1—25 lat) pozwalała na rozpatrzenie możliwości nagromadzenia się kadmu w miarę starzenia się zwierzęcia. W analizowanym materiale nie wykazano jednak istotnej korelacji między wiekiem koni a stężeniem Cd w tkankach, chociaż u koni starszych — powyżej 10 lat — najczęściej stwierdzono występowanie wysokich stężeń kadmu.

Żywność jest głównym źródłem Cd u ludzi nie narażonych zawodowo na skażenia kadmem. Zgodnie z zaleceniami Komisji Ekspertów FAO/WHO łączna dawka Cd przyjmowana przez człowieka nie może przekraczać tygodniowo 400—500 μg (13). W świetle powyższych danych należałoby przyjąć, że mięso końskie powinno być dopuszczane do celów spożywczych dla ludzi jedynie po wcześniejszych badaniach na zawartość kadmu. Badania tego typu powinny być prowadzone z większą częstotliwością szczególnie w regionach, w których konina stanowi znaczną część diety dziennej lub tygodniowej. Natomiast nerki i wątroby należałoby oceniać zdecydowanie jako nieprzydatne do spożycia dla ludzi, a nawet zwierząt.

Wnioski

1. Średnie stężenie kadmu w próbkach mięśni wynosiło w latach 1980—1989 0,62 mg/kg, a w nerkach i wątrobach odpowiednio 62 i 11,8 mg/kg.

2. Wysokie średnie stężenia kadmu w nerkach i wątrobach koni wskazują na potrzebę eliminowania tych narządów ze spożycia dla ludzi i zwierząt. Przy kontroli laboratoryjnej zawartości ksenobiotyków w mięsie końskim należałoby zwrócić szczególną uwagę na zawartość kadmu.

3. Wykazano występowanie wyraźnie wyższych stężeń kadmu w tkankach koni pochodzących z regionów przemysłowych południa Polski.

Piśmiennictwo

1. Bjorland J., Norheim G.: Nord. Vet. Med. 33, 530, 1981.
2. Eckschlager K.: Błędy w analizie chemicznej. PWN, Warszawa 1981, s. 189.

3. Falandysz J., Lorenc-Biała H.: Bromat. Chem. Toksykol. 22, 19, 1989.
4. Frank R., Suda P., Luyken H.: Bull. Environ. Contam. Toxicol. 43, 737, 1989.
5. Hecht H.: Fleischwirtsch. 67, 1511, 1987.
6. Holm J.: Fleischwirtsch. 59, 737, 1979.
7. Junnila M., Korkeala H., Rahko T., Salmi A.: Acta Vet. Scand. 28, 201, 1987.
8. Juskiewicz T.: Residue of xenobiotics in animals, milk and environment in the light of a 13 year surveillance. Veterinary Pharmacology and Toxicology, red. Y. Ruckebush, P. L. Tontain, G. D. Koritz, MTP Press Ltd, Lancaster 1983.
9. Kreuzer W., Rosopulo A., Sell D., Frangenberg J., Koberstein S.: Fleischwirtsch. 68, 101, 1988.
10. Nordberg M., Elinder C. G., Rahnster B.: Environ. Res. 20, 341, 1979.
11. Salmi A., Hirn J.: Fleischwirtsch. 61, 1, 1981.
12. Teilmann A. M., Hansen J. C.: Nord. Vet. Med. 36, 49, 1984.
13. WHO. Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead, and cadmium. Technical Rep. Series. No. 505, Geneva 1972.
14. Wytyczne Min. Roln. i Gosp. Zyw., Dept. Wet. z dnia 17. lipca 1984.
15. Zmudzki J.: Zawartość ołowiu, kadmu, cynku, miedzi i żelaza w tkankach zwierząt domowych ze szczególnym uwzględnieniem regionów typowo rolniczych i przemysłowych. Praca dokt., Instytutu Wet. 1978.
16. Zmudzki J.: Bromat. Chem. Toksykol. 13, 77, 1980.

Adres autora: doc. dr hab. Jan Zmudzki, ul. Reymonta 20a, 24-100 Puławy

TADEUSZ P. ŻARSKI, MIROSLAV SAMEK **, ANDRZEJ KRYŃSKI,
ELŻBIETA ŁACIC-SZOZDA, BOGDAN DEBSKI *

Badania nad skażeniem rtęcią tkanek królika domowego (*Oryctolagus cuniculus f. domestica*) w wybranych rejonach Polski

Katedra Zoohigieny Wydziału Zootechnicznego i * Katedra Biochemii Zwierząt Wydziału Weterynaryjnego SGGW-AR, ul. Nowoursynowska 166, 02-766 Warszawa
** Katedra Veterinarnich Disciplin, Vysoka Skola Zemedelska, Praha 6, Suchbát, Czechosłowacja

Summary

Studies on mercury pollution of tissues of domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus f. domestica*) in chosen regions of Poland

Thirty samples were chosen from domestic rabbits from three regions of Poland: typical agricultural, agricultural with a small manufacturing industry and typical industrial. The content of mercury was determined in tissues of slaughtered animals by the method of AAS using an automatic analyzer of mercury traces TMA-245. The content of mercury ($\text{nmol} \cdot \text{kg}^{-1}$) in a fresh mixture of cortical part of kidney was 29.0—43.5, in medullar part of kidney 11.0—29.0, in the liver 10.5—19.5 and in muscles 5.5—9.5. The level of mercury increased in tissues of rabbits along with a level of industrialization.

podaje Nikonorow (5) — jaszczce w 1982 r. stwierdzano je w wielu gospodarstwach.

Głównym miejscem kumulacji rtęci są nerki, następnie wątroba, śledziona, krew i mózg (4). We wcześniejszych badaniach własnych wykazano, że stężenie Hg w części korowej nerek jest 1,5–2 razy większe niż w części rdzennej (6, 8).

Utrzymane tradycyjnym, przydomowym sposobem, króliki są narażone na chemiczne zanieczyszczenie środowiska, spowodowane zarówno przez przemysł, jak i produkcję rolniczą. Ponieważ stanowią one poważne źródło białka zwierzęcego dla ludzi, skażenie ich mięsa rtęcią mogłoby stanowić problem toksykologiczny.

Celem podjętych badań było określenie stopnia skażenia tkanek królika domowego rtęcią w zróżnicowanych pod względem uprzemysłowienia i formy gospodarki rolnej rejonach Polski.

Materiał i metody

Badania wykonano w trzech województwach; siedleckim, poznańskim i legnickim. Województwo siedleckie (gminy Mokobrody i Suchożebry), to rejon typowo rolny, charakteryzujący się drobnotowarową gospodarką rolną, praktycznie bez udziału przemysłu. Województwo poznańskie (obszar Kombinatu Rolnego Czempin), to rejon rolniczy, z dominacją dużych kompleksów uprawowych, gdzie od wielu lat stosuje się intensywne nawożenia mineralne i środki ochrony roślin. W rejonie tym znajdują się również niewielkie zakłady przetwórstwa rolnego. Województwo legnickie (rejon Huty Głogów), to teren typowo przemysłowy o dużej koncentracji przemysłu górniczo-hutniczego. Badania wykonano w promieniu 20 km od Huty Głogów.

W każdym z badanych rejonów wybrano po 10 królików nierasowych, obu płci, w wieku do 1 roku, pochodzących z chowu przydomowego. System utrzymania był tradycyjny — klatki drewniane, a sposób żywienia odpowiadał charakterowi upraw danego rejonu. Po uboju i dokonaniu sekcji

Wielokierunkowe wykorzystywanie rtęci w działalności ludzkiej powoduje, że jej zużycie w ostatnich dziesięcioleciach poważnie wzrosło. Roczna światowa produkcja Hg wynosi około 10 000 t. Podczas wydobywania, wykorzystywania i transportu uwalnia się do środowiska blisko połowa produkowanej ilości tego pierwiastka (3, 7). Ważnym źródłem skażenia środowiska rtęcią jest jej uwalnianie w wyniku spalania węgla i ropy naftowej. Średnie stężenie rtęci w węglu wynosi $1,2 \mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ (5). Związki rtęci stosowane są również jako zaprawa nasienne. Wskutek zaprawiania nasion do gleby może się przedostać do 10 g Hg na hektar (2). Wszystkie te czynniki zwiększają biokoncentrację rtęci w łańcuchu pokarmowym — gleba-rośliny-zwierzęta-człowiek. W związku z przypadkami zatruc wśród ludzi i zwierząt, w 1978 r. zaprzestano w Polsce produkcji rtęciowych zapraw nasiennych, tym niemniej jednak — jak