

# Ocena zawartości kadmu w nerkach i wątrobie żubrów z Puszczy Białowieskiej

TADEUSZ KOŚLA, EWA M. SKIBNIEWSKA, MICHAŁ SKIBNIEWSKI\*

Katedra Biologii Środowiska Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

\*Katedra Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej SGGW, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Kośla T., Skibniewska E. M., Skibniewski M.

## Evaluation of cadmium content in the kidneys and liver of European bison from the Białowieża forest

### Summary

The aim of the performed investigations was to evaluate the cadmium content in the kidneys and liver of free-living European bison in the Białowieża forest. The cadmium content was determined in the kidneys and livers of 20 animals (14 females, 6 males; 15 calves of up to one year of age and 5 animals older than 2 years).

Cadmium was analysed by the ICP-OES method in an accredited laboratory; after homogenisation, samples were mineralised in a microwave apparatus in Teflon® containers, under pressure in nitric acid. The obtained results are presented in Tables 1-3. The mean value of cadmium in the kidneys amounted to 1.82 and in the liver to 0.83 mg/kg of fresh tissue. No significant sex-dependant differences were observed. However, significant differences were noted depending on the animal's age, older animals cumulating more cadmium both in the kidneys and liver.

**Keywords:** cadmium, European bison, kidney, liver

Kadm jest emitowany do atmosfery przez hutnictwo metali kolorowych. Jako domieszka rud cynku o niższej temperaturze wrzenia skaża gleby, przenoszony wraz z wiatrem (3, 11, 14). Znaczne ilości kadmu są także wprowadzane do gleby wraz z odpadami komunalnymi i nawozami fosforowymi (6, 10). Kadm przy niskim pH gleby jest pierwiastkiem mobilnym, łatwo włączanym do łańcucha pokarmowego. Pobierany jest przez rośliny, osiada także jako pył na roślinach i z paszą dostaje się do organizmu zwierząt (6, 9, 14). Stanowi zagrożenie dla zdrowia zwierząt i ludzi, gdyż działa toksycznie, a pobierany jest także z pyłem drogą aerogenną (14). Kadm wyróżnia się bardzo długim biologicznym półokresem usuwania, trwającym w warstwie korowej nerek 30 lat (6, 9, 10, 14, 15). Działanie toksyczne kadmu wywołuje: zaburzenie czynności nerek, chorobę nadciśnieniową, zmiany nowotworowe, zaburzenia metabolizmu wapnia i innych biopierwiastków, zaburzenie funkcji rozrodczych (6, 7, 9, 11, 14-17, 19). W organizmie kadm tworzy kompleksy z białkiem, tzw. metalotioneinę, z którą jest łatwo transportowany i magazynowany w nerkach i wątrobie (11, 12, 14). Pierwiastek ten zaliczany jest do substancji silnie toksycznych, o działaniu embriotoksycznym, teratogennym, mutagennym i karcinogennym (7, 16, 17). Decyzją Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem kadm zaliczono do substancji ra-

kotwórczych pierwszej kategorii (20). Istnieją doniesienia o przypadkach przekroczenia dopuszczalnych poziomów kadmu w paszy dla zwierząt (18).

Jednocześnie trzeba nadmienić, że wieloletnie badania z paszą semisyntetyczną na kozach wykazały gorsze rezultaty reprodukcji i wskaźników zdrowia u potomstwa kóz żywionych paszą o ekstremalnie niskiej zawartości kadmu (< 15 µg/kg suchej masy paszy; normalna zawartość kadmu w paszy wynosi 300 µg/kg s.m.) (1, 2).

Celem przeprowadzonych badań była ocena zawartości kadmu w nerkach i wątrobie żubrów z terenu Puszczy Białowieskiej.

### Materiał i metody

Próbki tkanek żubra zostały pobrane zimą 2002 r. w czasie odstrzałów sanitarnych zwierząt wolno żyjących w Puszczy Białowieskiej. Zawartość kadmu oceniono w nerkach i wątrobie 20 sztuk zwierząt. Zwierzęta podzielono na grupy w zależności od płci (samice 14 sztuk, samce 6 sztuk) oraz wieku (cielęta do 1 roku – 15 sztuk, zwierzęta ponad 2 lata – 5 sztuk).

Zawartość kadmu oznaczono metodą ICP-OES (plazmy wzbudzonej indukcyjnie – spektrometria emisyjna), aparatem Jobin Yvon/France, typ J-Y 70+. Próbki roztwarzano (mineralizowano) w aparacie mikrofalowym, biorąc 0,5 g homogenizowanego materiału nerki lub wątroby, 40 ml stę-

żonego HNO<sub>3</sub>, w pojemnikach teflonowych, pod ciśnieniem. Oznaczenia wykonano w laboratorium z akredytacją. Wyniki analizowano statystycznie przy pomocy programu Statistica™ 5.0, moduł anova, istotność różnic między grupami porównywano testem Tukeya.

### Wyniki i omówienie

Zawartość kadmu w nerce i wątrobie badanych żubrów zestawiono w tab. 1. Oceniając zawartość kadmu w nerce żubra przyjęto, że jest to wielkość prawidłowa dla zwierząt dziko żyjących o bazie żerowej z terenów gleb kwaśnych, właściwych dla rejonu Puszczy Białowieskiej (13). Anke i wsp. (6) stwierdzili następujące zawartości kadmu w nerkach pobranych od zwierząt pochodzących z terenów nieskażonych i skażonych: koń 111 i 982, jałówki 0,60 i 3,5, buhajki 0,91 i 4,9, krowy 3,0 i 10, sarny 14 i 39, jelenie 3,2 i 8,2, owce 5,1 i 9,3, wszędzie mg/kg suchej masy narządu. Nerki koni, kumulujące gatunkowo specyficznie duże ilości kadmu (5, 11), należy wyłączyć z porównania. Zakładając, że świeża nerka zawiera około 80% wody, można porównać zawartość kadmu u badanych żubrów, jest ona podobna jak u krów z terenów skażonych, ale także jak u wolno żyjących saren z terenów nieskażonych. Uzyskane wyniki w stosunku do danych dla nerek saren z rejonu północno-wschodniej Polski (21) są niższe (w nerkach żubra 1,82, a sarny 2,29 mg/kg). Anke i wsp. (4) w próbkach nerki stwierdzili następujące wartości kadmu: jelen 9,20, daniel 11,00, sarna 17,00, muflon 3,70, a u zwierząt gospodarskich – owce 2,60, krowy 5,50 (wszędzie mg/kg s.m.). Porównując uzyskane w badaniach własnych wyniki z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 13.01.2003 (8) stwierdzono, że zaledwie czwarta część nerek nadawała się do spożycia, gdyż dopuszczalna zawartość kadmu w nerce wynosi 1,00 mg/kg tkanki, a kwartył 25% wynosił 1,05 mg/kg świeżej tkanki (tab. 1).

Oceniając zawartość kadmu w wątrobie żubrów, można także przyjąć te wielkości jako właściwe dla zwierząt dziko żyjących na terenach o dobrej przyswajalności kadmu z gleby (10, 13). Anke i wsp. (6) stwierdzili w wątrobach bydła żywionego paszą bez skażeń kadmem 0,29 mg/kg s.m., a przy dodatku skażającym 3 mg Cd na kg paszy, w wątrobie kumulowało się 1,00 mg Cd/kg s.m. tkanki. Wynik z badań własnych 0,83 mg/kg świeżej tkanki należy traktować jako wysoki w stosunku do wyników cytowanego doświadczenia. Porównując uzyskane wyniki z danymi dla wątroby saren z rejonu północno-wschodniej Polski (21) uzyskano wyższe zawartości w wątrobie żubra (0,83 mg/kg, a u sarny 0,37 mg/kg). Oceniając przydatność wątroby do spożycia (dopuszczalne stężenia kadmu 0,50 mg/kg wątroby (8)), uznano ponad połowę wątrób za przydatną do spożycia (mediana wynosiła 0,40, kwartył 75% wynosił 0,60 mg/kg świeżej tkanki (tab. 1)).

Zawartość kadmu w organach zwierząt wolno żyjących jest z reguły wyższa niż u zwierząt gospodarskich, co wykazały m.in. badania Anke i wsp. (4) w próbach

**Tab. 1. Kadm w organach żubrów wolno żyjących w Puszczy Białowieskiej (mg/kg świeżej tkanki)**

Parametry statystyczne	Nerka	Wątroba
n	20	20
Średnia	1,82	0,83
SD	1,99	1,58
Q <sub>25</sub>	1,05	0,30
Mediana	1,25	0,40
Q <sub>75</sub>	1,75	0,60
Min./max.	0,20/8,90	0,10/7,40

**Tab. 2. Wpływ płci na zawartość kadmu w organach żubrów wolno żyjących w Puszczy Białowieskiej (mg/kg świeżej tkanki)**

Parametry statystyczne	Nerka		Wątroba	
	♀	♂	♀	♂
n	14	6	14	6
Średnia	2,20	0,93	1,06	0,30
SD	2,29	0,48	1,85	0,20
Q <sub>25</sub>	1,10	0,40	0,40	0,10
Mediana	1,40	1,05	0,50	0,30
Q <sub>75</sub>	2,00	1,30	0,60	0,40
Min./max.	0,20/8,90	0,30/1,30	0,30/7,40	0,10/0,60

**Tab. 3. Wpływ wieku na zawartość kadmu w organach żubrów wolno żyjących w Puszczy Białowieskiej (mg/kg świeżej tkanki)**

Parametry statystyczne	Nerka		Wątroba	
	Cielęta do 1 roku	Zwierzęta starsze niż 2 lata	Cielęta do 1 roku	Zwierzęta starsze niż 2 lata
n	15	5	15	5
Średnia	1,26*	3,50*	0,38*	2,18*
SD	0,51	3,66	0,17	2,94
Q <sub>25</sub>	1,00	1,10	0,30	0,60
Mediana	1,20	1,70	0,40	1,20
Q <sub>75</sub>	1,50	5,60	0,50	1,30
Min./max.	0,30/2,20	0,20/8,90	0,10/0,60	0,40/7,40

Objaśnienia: \* – różnice istotne statystycznie przy  $p \leq 0,05$

wątroby: jelen 0,58; daniel 1,20; sarna 1,30; muflon 0,59, a u zwierząt gospodarskich: owce 0,54; krowy 0,78 (wszędzie mg/kg s.m.).

Anke i wsp. (4, 5), podobnie jak Zasadowski i Wyszynska (21), wykazali istotny wpływ miejsca bytowania zwierząt na zawartość kadmu w organizmie. Wpływ płci (tab. 2) na zawartość kadmu w badanych narządach żubra nie był istotny, mimo że niektórzy autorzy (5, 12) stwierdzili wyższy poziom kadmu u samców. W badaniach własnych nieistotnie wyższą statystycznie zawartość kadmu odnotowano u samic.

Prawdopodobnie zaważyła tu mała liczebność grupy samców.

Wpływ wieku na zawartość kadmu w narządach żubra, zgodnie z oczekiwaniem, okazał się istotny statystycznie (tab. 3). Powszechnie znanym faktem jest, że wraz z latami życia w nerkach i wątrobie zwierząt i ludzi kumuluje się kadm. W sposób ekstremalny (< 1 g/kg nerki) stwierdzono to u starszych koni (5, 12, 19).

### Wniosek

Żubry wolno żyjące na terenie Puszczy Białowieskiej mają wyższą zawartość kadmu w nerkach i wątrobie w porównaniu do bydła z terenów nieskażonych, natomiast podobną do innych zwierząt dziko żyjących.

### Piśmiennictwo

1. *Anke M.*: Cadmium – An essential element for man and animals. Trace Elements, Newsletter of Trace Element – Institute for UNESCO, Autumn 2007, 13, 3-5.
2. *Anke M., Dorn W., Müller M., Seifert M.*: Recent progress in exploring the essentiality of the ultratrace element cadmium to the nutrition of animals and man. Biomed. Res. Trace Elements, Japan 2005, 16, 198-202.
3. *Anke M., Gleit M., Müller M., Seifert M., Anke S., Gustheimer G.*: Environmental cadmium pollution and its health effects in Germany. Advances in the Prevention of Environmental Cadmium Pollution and Countermeasures, Chiba University, Japan 1999, 68-72.
4. *Anke M., Grün M., Partschefeld M., Groppel B.*: Die Mangan-, Zink-, Kupfer-, und Kadmiumversorgung bzw. -belastung des Rotwildes (*Cervus elaphus L.*), Damwildes (*Cervus dama L.*), Rehwildes (*Capreolus capreolus L.*) und Muffelwildes (*Ovis ammon musimon P. 1811*) in der DDR. Beiträge Jagd- Wildforschung 1980, 11, 47-74.
5. *Anke M., Kośla T., Groppel B.*: The cadmium status of horses from Central Europe depending on breed, sex, age and living area. Arch. Anim. Nutr., Berlin 1989, 39, 675-683.
6. *Anke M., Masaoka T., Müller M., Gleit M., Krämer K.*: Die Auswirkung der Belastung von Tier und Mensch mit Schwefel, Molybdän und Cadmium, [w:] Dörner K. (red.): Akute und chronische Toxizität von Spurenelementen. Wiss. Verlagsgesell. MbH, Stuttgart 1993, 11-29.
7. *Dobrzański Z., Kolacz R., Bodak E.*: Metale ciężkie w środowisku zwierząt. Medycyna Wet. 1996, 52, 570-574.
8. Dz. Ustaw Nr 37 z 2003 r., poz. 326. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 13.01.2003 w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych.
9. *Hać E., Krzyżanowski M., Krechniak J.*: Cadmium content in human kidney and hair in the Gdańsk region. Sci. Total Environ. 1998, 224, 81-85.
10. *Kabata-Pendias A.*: Biogeochemia kadmu, [w:] Kabata-Pendias A., Szeke B. (red.): Kadm w środowisku. Problemy ekologiczne i metodyczne. PAN, Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i środowisko”, Zeszyty Nauk. 2000, 26, 17-24.
11. *Kośla T.*: Mengen- und Spurenelementstatus, -bedarf und -versorgung des Pferdes. Praca hab., Vet. Med. Fakultät, Univ. Leipzig 1988.
12. *Kośla T.*: Ocena skażenia środowiska kadmem na podstawie analizy tkanek koni. Szkodliwość zanieczyszczeń chemicznych dla człowieka i zwierząt. PAN, Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i środowisko”, Ossolineum, Zeszyty Nauk. 1990, 2, 97-107.
13. *Kośla T.*: The contents of macro- and microelements in the fodder, blood serum and hair of European bison. Part II. Iron, copper and zinc. Ann. Warsaw Agricult. Univ.- SGGW, Vet. Med. 1992, 17, 87-91.
14. *Martelli A., Rousselet E., Dycke C., Bouron A., Moulis J.-M.*: Cadmium toxicity in animal cells by interference with essential metals. Biochimie 2006, 88, 1807-1814.
15. *Martin P., Fareh M., Poggi M. Ch., Bouloukos K. E., Pognonec P.*: Manganese is highly effective in protecting cells from cadmium intoxication. BBRC 2006, 351, 294-299.
16. *Prankel S. H., Nixon R. M., Phillips C. J. C.*: Implications for the human food chain of models of cadmium accumulation in sheep. Environ. Res. 2005, 97, 348-358.
17. *Sitarek K., Szadkowska-Stańczyk I., Szymczak W.*: Kadm i jego związki, [w:] Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Wyd. IMP, Łódź 1996, 67-106.
18. *Telford J. N., Babish J. G., Dunham P. B., Hogue D. E., Miller K. W., Stoew-sand G. S., Magee B. H., Stouffer J. R., Bache C. A., Lisk D. J.*: Toxicologic studies with lambs fed sugar beets grown on municipal sludge-amended soil: lowered relative hemoglobin in red cells and mutagens in blood and excreta. Am. J. Vet. Res. 1984, 45, 2490-2494.
19. *Torra M., To-Figueras J., Rodamilans M., Brunet M., Corbella J.*: Cadmium and zinc relationships in the liver and kidney of humans exposed to environmental cadmium. Sci. Total Environ. 1995, 170, 53-57.
20. WHO/FAO. Joint FAO/WHO food standards programme. Codex committee on food additives and contaminants. Thirty-first Session. Discussion Paper on Cadmium. Codex alimentarius commission (CX/FAC 99/21), 1998.
21. *Zasadowski A., Wyszyńska A.*: Ocena poziomu niektórych pierwiastków śladowych w wątrobie i nerkach saren w Polsce północno-wschodniej, [w:] Gworek B., Mocek A. (red.): Obieg pierwiastków w przyrodzie, t. I. Dział Wyd. IOŚ Warszawa 2001, 164-172.

Adres autora: prof. dr hab. Tadeusz Kośla, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa; e-mail: tadeusz\_kosla@sggw.pl