

Ocena skażeń pierwiastkami toksycznymi zwierząt łownych w Polsce w latach 2001-2012

JÓZEF SZKODA, JAN ŻMUDZKI, AGNIESZKA NAWROCKA, MIROSŁAWA KMIĘCIK

Zakład Farmakologii i Toksykologii, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Szkoda J., Żmudzki J., Nawrocka A., Kmiecik M.

Assessment of toxic elements contamination of game animals in Poland in 2001-2012

Summary

The aim of this study was to assess the degree of contamination of boar, roe deer and red deer (muscle, liver) tissue with toxic elements in the last 12 years and to determine the causes of risks for game meat consumers. The tissues collected from wild game, including 571 wild boars, 305 roe deer and 420 red deer were examined for lead, cadmium, mercury and arsenic content. Determining the content of lead, cadmium, mercury and arsenic was conducted using several techniques of atomic absorption spectrometry. The procedures used in metal determinations were elaborated and validated, and are regularly checked in intralaboratory and interlaboratory comparisons. It was stated that lead constitutes the most serious toxicological problem within the group of analyzed metals. The average concentration of this element over 12 years in the muscles of boar, roe deer and red deer was respectively: 0.280 mg/kg, 0.224 mg/kg and 0.152 mg/kg. The average values for liver reached a much lower level and were as follows: 0.107 mg/kg, 0.111 mg/kg and 0.136 mg/kg. Such a reversal of the relationship between the size of the concentration in the muscles and organs indicates that the source of lead contamination in game animals is primarily a secondary pollution from gunshot wounds rather than an environmental one. The percentage of muscle samples tested in 2001-2012 with values above a tolerable limit of lead was about 10%, and the highest number of samples was found in 2001 and 2002. A significant proportion of samples with high levels of lead pose a particular threat to human health even in low consumption of game animal meat. The observed concentration levels of cadmium, mercury and arsenic in the examined tissues of wild game indicate that they are mainly associated with environmental pollution.

Keywords: toxic elements, monitoring study, tissues of game animals

Mięso zwierząt łownych to istotna część żywności pochodzenia zwierzęcego. Według najnowszych danych Polskiego Związku Łowieckiego, każdego roku odstrzeliwuje się w Polsce ponad 400 tysięcy zwierząt (bez ptactwa łownego), przy czym zdecydowaną część tej liczby stanowią dziki, sarny i jelenie. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, o przydatności spożywczej dziczyzny decyduje w głównej mierze poubojowe badanie sanitarno-weterynaryjne (11, 12). Szkucik i współpracownicy z Katedry Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia, Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Lublinie przeprowadzili analizę wyników badania poubojowego zwierząt łownych w latach 2000-2011. W swoich badaniach podkreślają, że dla konsumenta najważniejsze jest bezpieczeństwo i przydatność spożywcza żywności, na którą składają się stany chorobowe i odchylenia jakościowe stwierdzane podczas badania sanitarno-weterynaryjnego. Biorąc również pod uwagę tryb życia i żywienie zwierząt łownych, istotnym uzupełnieniem wymienionych badań

będzie ocena chemicznych zanieczyszczeń środowiska bytowania tych zwierząt, które w dużej mierze spowodowane są przez człowieka (4, 5, 17). W grupie związków toksycznych zanieczyszczających środowisko pierwszoplanowe miejsce zajmują takie pierwiastki, jak: ołów, kadm, rtęć czy arsen. Wieloletnie badania zawartości tych metali w tkankach zwierząt łownych wykazały, że niektóre pierwiastki, a szczególnie ołów i kadm, mogą występować w stężeniach wyższych niż stwierdzane u świń czy bydła (13, 18). Często też pojawiają się przekroczenia najwyższych dopuszczalnych poziomów, które są wynikiem zanieczyszczeń wtórnych mięsa związanych z odstrzałem i mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumenta (1, 3, 13, 17, 18).

Badanie zawartości pierwiastków toksycznych w żywności zwierzęcego pochodzenia jest niezwykle ważnym elementem w aspekcie ochrony zdrowia człowieka (19). W krajach członkowskich Unii Europejskiej obowiązują jednolite zasady organizowania i pro-

wadzenia badań kontrolnych pozostałości chemicznych w tkankach zwierząt, żywności pochodzenia zwierzęcego i paszach. W Polsce za realizację programu badań pozostałości odpowiedzialne jest Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Inspekcja Weterynaryjna. Zgodnie z obowiązującymi przepisami (10), kompleksowym programem badań kontrolnych pozostałości chemicznych i biologicznych, w tym pierwiastków toksycznych, objęte są wszystkie gatunki zwierząt rzeźnych oraz zwierzęta łowne. Badania te realizowane są w Zakładzie Farmakologii i Toksykologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIWet-PIB) w Puławach oraz w Zakładach Higieny Weterynaryjnej (ZHW) w Białymstoku, Poznaniu, Gdańsku, Katowicach, Warszawie i Wrocławiu. PIWet-PIB w Puławach pełni jednocześnie rolę Krajowego Laboratorium Referencyjnego (9). Zgodnie z Krajowym Programem Badań Kontrolnych, każdego roku w kierunku zawartości pierwiastków toksycznych (ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu) badane są tkanki pobierane od około 100 zwierząt łownych (dziki, sarny, jelenie).

Celem badań była ocena stopnia skażenia tkanek dzików, saren i jeleni (mięśnie, wątroba) pierwiastkami toksycznymi w okresie ostatnich 12 lat i określenie jego przyczyn oraz zagrożenia dla konsumentów dzicyzny.

Materiał i metody

Oceną objęto wyniki badań zwierząt łownych w zakresie zanieczyszczeń pierwiastkami toksycznymi (ołów, kadmu, rtęci i arsenu) w latach 2001-2012. Tkanki (mięśnie, wątroba) pobierane były od dzików, saren i jeleni z terenu całej Polski przez wyznaczonych lekarzy Inspekcji Weterynaryjnej, zgodnie z obowiązującą każdego roku instrukcją Głównego Lekarza Weterynarii.

Oznaczenia ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu przeprowadzono zwalidowanymi i akredytowanymi metodami absorpcyjnej spektrometrii atomowej (14-16). Wiarygodność uzyskanych wyników badań jest zapewniona poprzez wdrożenie i realizowanie w laboratorium programów sterowania jakością badań, na które składają się: analiza próbek kontrolnych, certyfikowanych materiałów referencyjnych, a także regularny udział w porównaniach międzylaboratoryjnych krajowych i międzynarodowych.

Krajowe Laboratorium Referencyjne Zakładu Farmakologii i Toksykologii (ZFT), mieszczące się w PIWet-PIB w Puławach, w zakresie analityki pierwiastków toksycznych w żywności i paszach (Pb, Cd, Hg, As), powołane przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (9), od kilku lat uczestniczy w badaniach biegłości organizowanych przez laboratoria referencyjne Unii Europejskiej ds. pasz i żywności: European Union Reference Laboratory for Chemical Elements in Food of Animal Origin (EURL-CEFAO), Rzym, Włochy

Tab. 1. Liczba próbek z przekroczeniami najwyższych dopuszczalnych poziomów i wartości maksymalne badanych pierwiastków w tkankach zwierząt łownych

Rok	Rodzaj tkanki	Pierwiastek	Liczba próbek > NDP**	Wartość maks. (mg/kg)
2001	mięśnie (101)*	ołów (Pb)	42	9,970
		kadm (Cd)	2	0,103
		rtęć (Hg)	1	0,024
		arsen (As)	2	0,500
	wątroba (98)*	ołów (Pb)	6	2,210
		kadm (Cd)	5	1,630
		rtęć (Hg)	1	0,052
2002	mięśnie (104)*	ołów (Pb)	26	7,070
		kadm (Cd)	1	0,150
	wątroba (102)*	ołów (Pb)	4	2,350
		rtęć (Hg)	1	0,075
2003	mięśnie (115)*	ołów (Pb)	7	0,540
		kadm (Cd)	3	1,770
	wątroba (106)*	rtęć (Hg)	1	0,100
		ołów (Pb)	4	25,94
2004	mięśnie (98)*	ołów (Pb)	4	25,94
		ołów (Pb)	2	7,500
		kadm (Cd)	6	0,960
	wątroba (101)*	rtęć (Hg)	2	0,660
		kadm (Cd)	7	2,580
		rtęć (Hg)	1	0,065
2005	mięśnie (114)*	ołów (Pb)	3	12,59
		kadm (Cd)	2	0,180
	wątroba (113)*	ołów (Pb)	1	11,37
		kadm (Cd)	7	4,820
		rtęć (Hg)	1	0,053
		ołów (Pb)	6	40,07
2006	mięśnie (113)*	kadm (Cd)	2	0,150
		ołów (Pb)	9	2,370
	wątroba (103)*	kadm (Cd)	9	2,370
		ołów (Pb)	5	0,220
2007	mięśnie (116)*	kadm (Cd)	1	0,220
		rtęć (Hg)	1	0,032
		ołów (Pb)	3	0,840
	wątroba (85)*	ołów (Pb)	9	49,08
		kadm (Cd)	1	0,720
		rtęć (Hg)	1	0,030
2008	mięśnie (104)*	rtęć (Hg)	1	0,030
		ołów (Pb)	9	49,08
	wątroba (94)*	kadm (Cd)	1	0,560
		ołów (Pb)	15	19,58
2009	mięśnie (112)*	kadm (Cd)	1	0,051
		rtęć (Hg)	2	0,038
		ołów (Pb)	6	0,980
	wątroba (84)*	kadm (Cd)	1	0,067
		rtęć (Hg)	1	0,067
		ołów (Pb)	5	62,53
2010	mięśnie (112)*	rtęć (Hg)	1	0,215
		ołów (Pb)	5	62,53
	wątroba (95)*	kadm (Cd)	5	0,680
		ołów (Pb)	6	0,630
2011	mięśnie	rtęć (Hg)	1	0,055
		ołów (Pb)	6	0,630
	wątroba	kadm (Cd)	5	2,370
		ołów (Pb)	6	0,630
2012	mięśnie	rtęć (Hg)	1	0,055
		ołów (Pb)	6	0,630
	wątroba	kadm (Cd)	5	2,370
		ołów (Pb)	6	0,630

Objaśnienia: * – liczba badanych zwierząt; ** Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z 19 grudnia 2006 (Dz. U. L 364/5 z 20.12.2006 z późniejszymi zmianami); NDP – najwyższy dopuszczalny poziom w mg/kg – mięśnie: Pb – 0,10, Cd – 0,05, Hg – 0,02, As – 0,20; wątroba: Pb – 0,50, Cd – 0,50, Hg – 0,05, As – 0,50

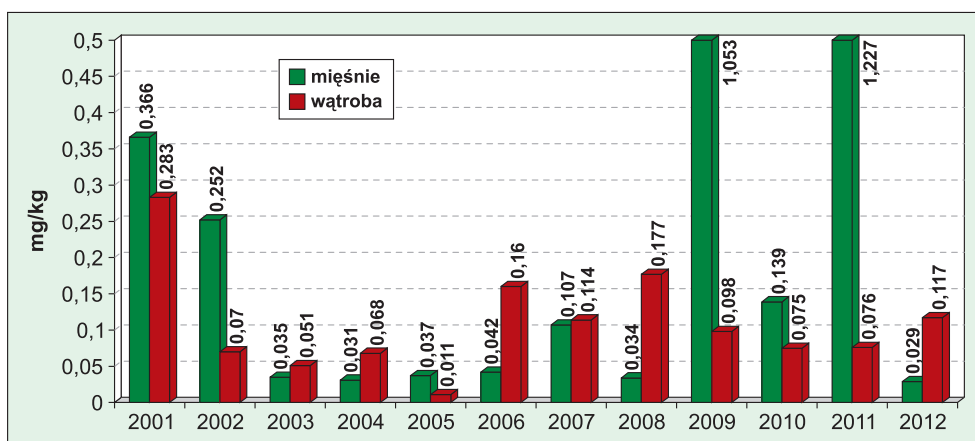
oraz European Union Reference Laboratory for Heavy Metals in Feed and Food (EURL), Geel, Belgia. Każdego roku laboratorium ZFT uczestniczy w kilku badaniach organizowanych przez laboratoria referencyjne UE, prowadząc oznaczenia ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu w różnorodnych matrycach (mleko, tkanki zwierzęce mrożone, liofilizowane, konserwy, pasze i dodatki paszowe). W podobnym zakresie badania biegłości organizuje Krajowe Laboratorium Referencyjne w Puławach dla laboratoriów ZHW uczestniczących w badaniach kontrolnych pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego.

Wyniki i omówienie

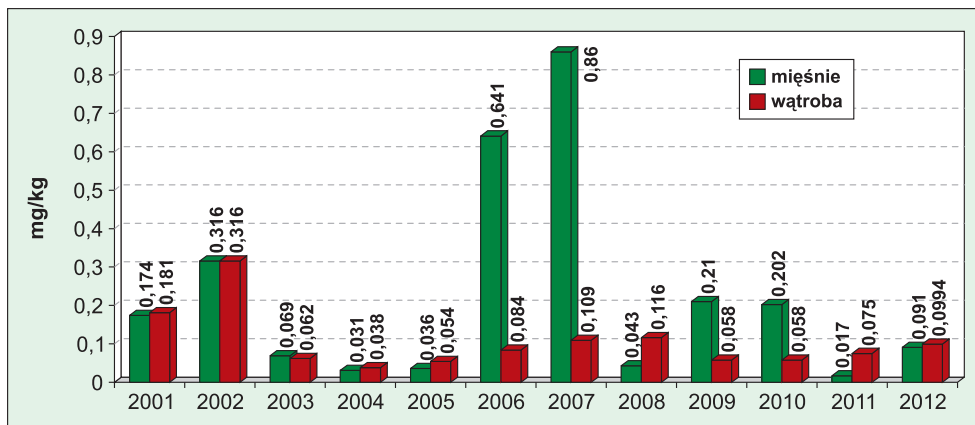
W latach 2001-2012 badaniom w kierunku zawartości metali toksycznych (Pb, Cd, Hg, As) poddano tkanki pobrane od 1296 zwierząt łownych, w tym od 571 dzików, 305 saren i 420 jeleni. Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tab. 1 i na ryc. 1-3.

Ocena wyników zawartości ołowiu, kadmu i rtęci w żywności oparta jest na Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. wraz z późniejszymi zmianami, ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Z rozporządzenia tego wynika, że obecnie w krajach Unii Europejskiej limitowaniem maksymalnych zawartości ołowiu, kadmu i rtęci objęte są tylko wybrane produkty spożywcze (6-8). Uwzględniając wysoką toksyczność ołowiu, kadmu i rtęci, a także brak limitów dla arsenu wiele krajów członkowskich Unii Europejskiej ustaliło tzw. krajowe poziomy działania dla tych pierwiastków w wielu produktach spożywczych, które nie są objęte wymienionym rozporządzeniem. Również w Polsce Główny Lekarz Weterynarii podjął decyzję, by przy interpretacji wyników badań kontrolnych pozostałości chemicznych w żywności zwierzęcego pochodzenia stosować poziomy działania zamieszczone w „Krajowym programie badań kontrolnych obecności

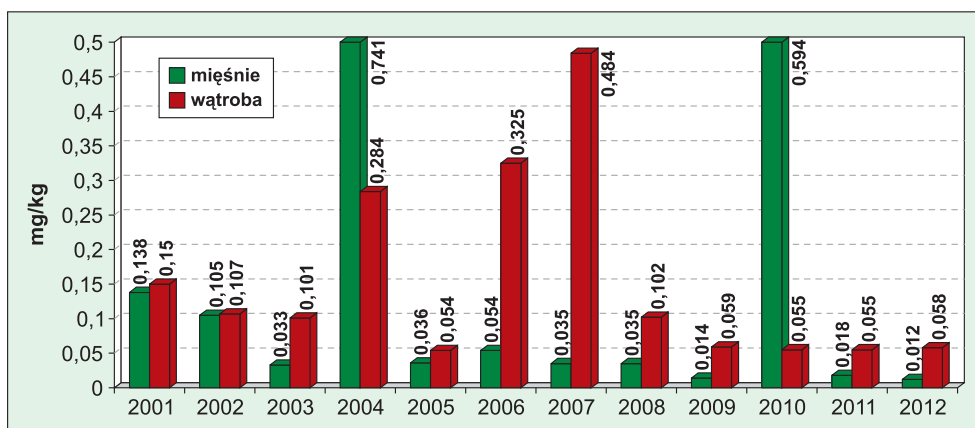
substancji niedozwolonych oraz pozostałości chemicznych, biologicznych i produktów leczniczych u zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego”, który corocznie jest zatwierdzany przez Głównego Lekarza Weterynarii i Komisję Europejską, stając się obowiązującym prawem. W urzędowych badaniach kontrolnych w Polsce dla zanieczyszczeń pierwiastkami toksycznymi żywności pochodzenia zwierzęcego (mięso, wątroba) przyjęto następujące poziomy działania (mg/kg świeżej masy) – mięso: ołów – 0,10, kadm – 0,05, rtęć – 0,02, arsen – 0,20; wątroba: ołów – 0,50, kadm – 0,50, rtęć – 0,05, arsen – 0,50.



Ryc. 1. Średnie stężenia ołowiu w mięśniach i wątrobach dzików (2001-2012)



Ryc. 2. Średnie stężenia ołowiu w mięśniach i wątrobach saren (2001-2012)



Ryc. 3. Średnie stężenia ołowiu w mięśniach i wątrobach jeleni (2001-2012)

Z wieloletnich badań nad skażeniem tkanek zwierząt łownych wynika, że w grupie metali toksycznych (ołów, kadm, rtęć i arsen) kluczowe miejsce zajmował ołów. Średnie stężenie tego pierwiastka na przestrzeni 12 lat w mięśniach dzików, saren i jeleni kształtowało się, odpowiednio: 0,280 mg/kg, 0,224 mg/kg i 0,152 mg/kg. Podobnie układały się wartości średnie dla wątroby, ale na znacznie niższym poziomie: 0,107 mg/kg, 0,111 mg/kg i 0,136 mg/kg. To odwrócenie zależności między wielkością stężenia w mięśniach i w narządach jest charakterystyczne i świadczy, że źródłem skażeń ołowiem u zwierząt łownych są przede wszystkim zanieczyszczenia wtórne z ran postrzałowych, a nie zanieczyszczenia środowiskowe. Stwierdzona zawartość ołowiu w tych tkankach u świń i bydła wskazuje natomiast, że średnie stężenie tego pierwiastka w mięśniach jest około 5-krotnie niższe niż w wątrobie (13, 18). Wymienione odwrócone różnice w rozkładzie stężeń ołowiu w mięśniach i wątrobie zwierząt łownych są jeszcze wyraźniejsze w poszczególnych latach (ryc. 1, 2, 3). O skali zagrożenia świadczy również odsetek próbek jednostkowych przekraczających dopuszczalny limit, jaki obowiązuje dla mięsa zwierząt rzeźnych, tj. 0,10 mg/kg. Odsetek próbek mięśni badanych w latach 2001-2012 z przekroczeniami dopuszczalnego limitu ołowiu kształtował się na poziomie około 10%, zaś najwyższą liczbę próbek z przekroczeniami stwierdzono w latach 2001 i 2002 (tab. 1).

W wątrobie badanych zwierząt średnie stężenie ołowiu było znacznie niższe od obowiązującego limitu, tj. 0,50 mg/kg (ryc. 1, 2, 3). Odsetek próbek z zawartością przekraczającą dopuszczalny poziom był również znacznie niższy niż to stwierdzono dla mięśni i wynosił 1,5% (tab. 1).

Wysokie stężenia ołowiu w próbkach mięśni, sięgające kilkudziesięciu mg/kg, przy małej zawartości tego pierwiastka w wątrobie, świadczą o zanieczyszczeniu mięśni ołowiem z kul używanych do odstrzału. Z wcześniejszych badań własnych (17) oraz innych autorów (1, 3) wynika, że wysokie stężenie tego pierwiastka występuje nie tylko w okolicach rany postrzałowej, ale i w miejscach od niej odległych. Wieloletnie badania prowadzone w ramach urzędowych badań kontrolnych w Polsce wskazują, że ołów w mięśniach zwierząt łownych na tak wysokim poziomie utrzymywał się przez wiele kolejnych lat. Znaczny odsetek próbek z dużym stężeniem ołowiu stwarza szczególne zagrożenie dla zdrowia człowieka, nawet przy niewielkim spożyciu mięsa zwierząt łownych.

Panel Naukowy ds. Zanieczyszczeń w Łańcuchu Żywnościowym Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) na wniosek Komisji Europejskiej uwzględniając wyniki badań toksykologicznych z ostatnich lat oraz nowe dane dotyczące zanieczyszczenia żywności ołowiem uznał, że obowiązująca wartość tolerowanego tygodniowego pobrania ołowiu (PTWI) wynosząca 25 µg/kg m.c., tj. 3,57

µg Pb/kg m.c./dzień powinna być zastąpiona niższymi dawkami wyznaczającymi BMDL (Benchmark Dose Lower Confidence Limit). Ustalono wartość BMDL₀₁ dla dzieci (działanie neurotoksyczne) – dopuszczalne pobranie ołowiu 0,50 µg/kg m.c./dzień; dla dorosłych: wartość BMDL₁₀ (działanie nefrotoksyczne) – dopuszczalne pobranie ołowiu 0,63 µg/kg m.c./dzień; wartość BMDL₀₁ (zaburzenia sercowo-naczyniowe) – 1,50 µg/kg m.c./dzień (2).

Średnie krajowe spożycie dziczyzny jest dość niskie i wynosi zaledwie 0,08 mg/kg. W praktyce jednak znacznie więcej tego mięsa spożywają osoby związane z łowiectwem i koneserzy dziczyzny. Dla przykładu: w badanej próbce mięsa w 2011 r. stwierdzono ołów w stężeniu 63 mg/kg (tab. 1). Uznając wycofaną przez komitet Ekspertów FAO/WHO obowiązującą do tychczas dawkę (PTWI) wynoszącą 25 µg Pb/kg m.c./tydzień, osoba dorosła spożywając jednorazowo 100 g porcję tak skażonego mięsa, dostarczy do organizmu 90 µg Pb/kg m.c.; jest to 25-krotne przekroczenie tolerowanej dziennej dawki. Stan taki wskazuje na konieczność stałej kontroli dziczyzny dla zabezpieczenia zdrowia konsumenta.

Stężenie kadmu w mięśniach zwierząt łownych w badanym okresie kształtowało się na poziomie tysięcznych części mg/kg i tylko w pojedynczych próbkach stwierdzano przekroczenia dopuszczalnego limitu określonego na poziomie 0,05 mg/kg (tab. 1).

W wątrobie badanych zwierząt łownych średnie stężenie kadmu było wyższe niż stwierdzone w mięśniach i kształtowało się na poziomie dziesiątych części mg/kg. W 5,5% badanych próbek przekroczony został limit, jaki obowiązuje dla tej tkanki, tj. 0,50 mg/kg. Stwierdzone stężenie kadmu w badanych tkankach wskazuje, że pierwiastek ten znacznie skaża środowisko, szczególnie w rejonach przemysłowych. Potwierdzają to również badania prowadzone przez innych autorów (4, 5, 17).

Rtęć w badanych mięśniach zwierząt łownych występowała na poziomie tysięcznych części mg/kg. W mięśniach dzików stężenie tego pierwiastka (0,005 mg/kg) było wielokrotnie wyższe niż stwierdzane u saren i jeleni. Średnie stężenie rtęci w wątrobie dzików (0,016 mg/kg) było czterokrotnie wyższe w porównaniu z pozostałymi badanymi gatunkami zwierząt. W 7 próbkach mięśni dzików przekroczony został dopuszczalny poziom tego pierwiastka, tj. 0,02 mg/kg (tab. 1). W wątrobie dzików, saren i jeleni dopuszczalny poziom tego pierwiastka (0,05 mg/kg) został przekroczony w 8 próbkach wątrób (0,7%). Stwierdzone stężenia rtęci w tkankach zwierząt wskazują, że pierwiastek ten jest obecny w różnych elementach środowiska i wykazuje zdolność do bioakumulacji w łańcuchu troficznym.

Stężenie arsenu w tkankach zwierząt łownych kształtowało się na poziomie tysięcznych części mg/kg i nie różniło się w istotny sposób od zawartości tego pierwiastka w tkankach zwierząt hodowlanych (13, 18, 19).

Przeprowadzone w ostatnim dziesięcioleciu badania dotyczące zanieczyszczeń żywności pochodzenia zwierzęcego pierwiastkami toksycznymi wykazały, że w tej grupie zanieczyszczeń największy problem stwarza ołów, a głównym źródłem tego pierwiastka są zanieczyszczenia wtórne z ran postrzałowych. Sprawia to, że kontrolowanie zawartości tego pierwiastka w tkankach zwierząt łownych jest niezwykle ważne w aspekcie oceny narażenia konsumenta. Liczba indywidualnych próbek tkanek dziczyzny (mięśnie, wątroba), w których przekroczony został obowiązujący limit dla pozostałych badanych pierwiastków, w tym kadmu i rtęci, była stosunkowo niewielka, a podwyższone stężenia związane są głównie z zanieczyszczeniami środowiskowymi.

Piśmiennictwo

1. Dobrowolska A., Melosik M.: Bullet-derived lead in tissues of the wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*). *Eur. J. Wild. Res.* 2008, 54, 231-235.
2. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal* 2010, 8, 1570.
3. García M. H. D. M., Moreno D. H., Rodríguez F. S., Beceiro A. L., Álvarez L. E. F., López M. P.: Sex- and age-dependent accumulation of heavy metals (Cd, Pb and Zn) in liver, kidney and muscle of roe deer (*Capreolus capreolus*) from NW Spain. *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard Subst. Environ. Eng.* 2011, 46, 109-116.
4. Pacyna E. G., Pacyna J. M., Fudala J., Strzelecka-Jastrząb E., Hlawiczka S., Panasiuk D., Nitter S., Pregger T., Pfeiffer H., Friedrich R.: Current and future emissions of selected heavy metals to the atmosphere from anthropogenic sources in Europe. *Atmos. Environ.* 2007, 41, 8557-8566.
5. Reglero M. M., Monsalve-González L., Taggart M. A., Mateo R.: Transfer of metals to plants and red deer in an old lead mining area in Spain. *Sci. Total Environ.* 2008, 406, 287-297.
6. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz. U. UE, L 111 z 30.4.2011).
7. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz. U. UE, L 364/5 z 20.12.2006).
8. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. (Dz. U. UE, L 173/6 z 3.7.2008).
9. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 grudnia 2010 r. w sprawie krajowych laboratoriów referencyjnych (Dz. U. RP Nr 112, poz. 744, 2010).
10. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 lipca 2006 r. w sprawie sposobu postępowania z substancjami niedozwolonymi, pozostałościami chemicznymi, biologicznymi, produktami leczniczymi i skażeniami promieniotwórczymi u zwierząt i w produktach pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. RP Nr 1147, poz. 1067, 2006).
11. Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady nr 853/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. WE, L 139 z 30.04.2004).
12. Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady nr 854/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 ustanawiające szczególne przepisy dotyczące organizacji urzędowych kontroli w odniesieniu do produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi (Dz. U. WE, L 139 z 30.04.2004).
13. Szkoda J., Nawrocka A., Kmiecik M., Żmudzki J.: Badania kontrolne pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Ochrona Środ. Zasobów Natur.* 2011, 48, 475-484.
14. Szkoda J., Żmudzki J.: Determination of arsenic in biological material by hydride generation atomic absorption spectrometry method. *Bull. Vet. Inst. Puławy* 2006, 50, 269-272.
15. Szkoda J., Żmudzki J.: Determination of lead and cadmium in biological material by graphite furnace atomic absorption spectrometry method. *Bull. Vet. Inst. Puławy* 2005, 49, 89-92.
16. Szkoda J., Żmudzki J.: Determination of total mercury in biological material by atomic absorption spectrometry method. *Bull. Vet. Inst. Puławy* 2006, 50, 363-366.
17. Szkoda J., Żmudzki J.: Pierwiastki toksyczne w tkankach zwierząt łownych – ocena zagrożeń środowiskowych. *Obieg pierwiastków w przyrodzie. Monografia*, tom II, IOŚ Warszawa 2003, 366-371.
18. Szkoda J., Żmudzki J., Nawrocka A., Kmiecik M.: Ocena zawartości pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Pam. Puławski* 2010, 151, 355-362.
19. Żmudzki J.: Kontrola pozostałości chemicznych w tkankach zwierząt i żywności – ważny element w ochronie zdrowia publicznego. *Post. Nauk Roln. Zesz. Nauk. PAN* 2008, 333, 49-59.

Adres autora: dr hab. Józef Szkoda prof. nadzw., Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: szkoda@piwet.pulawy.pl