Zawartość pierwiastków toksycznych w tkankach zwierząt łownych na podstawie wyników badań z lat 2003-2017

MARIUSZ RUDY, JAGODA ŻUREK*, RENATA STANISŁAWCZYK, MARIAN GIL, PAULINA DUMA-KOCAN

Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Żelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów

*Rzeszowskie Zakłady Drobiarskie RES-DROB Sp. z o. o., ul. Marii Konopnickiej 18, 35-211 Rzeszów

Otrzymano 08.03.2018

Zaakceptowano 25.10.2018

Rudy M., Żurek J., Stanisławczyk R., Gil M., Duma-Kocan P.

Content of toxic elements in tissues of hunted animals on the basis of research results of 2003–2017

Summary

The aim of the study was to synthesize the latest literature data on the content of toxic elements in tissues of hunted animals and to determine whether there is a health risk associated with consumption of these products in the light of current legal regulations. The data show the increased mean lead contents in kidneys of wild boar (1.1900 mg/kg) and roe deer (0.9060 mg/kg) and in the muscle tissue of wild boar, roe deer and deer; the contents are even up to 0.1240 mg/kg, 0.1760 mg/kg and 0.2200 mg/kg, respectively. In addition, the increased mean cadmium content indicates the possibility of the deposition of this element in muscle tissue of wild boars (0.0519 mg/kg) and deer (0.1000 mg/kg), as well as in the liver of wild boars (5.5730 mg/kg) and roe deer (6.4350 mg/kg) and in kidneys of game species, sometimes far above the applicable maximum levels. The highest mean cadmium contents in kidneys of wild boar, roe deer and deer are 49.5000 mg/kg, 80.2600 mg/kg and 4.9740 mg/kg, respectively. The mean values of the amount of arsenic do not usually exceed the legally established maximum levels of this element. Only the borderline value of arsenic in muscle tissue of roe deer is slightly exceeded and amounts to 0.2700 mg/kg. There is the possibility of the accumulation of larger amounts of mercury mainly in kidneys of deer and roe deer. The highest mean content of this element of 0.1001 mg/kg is demonstrated in the kidneys of deer. The research on the content of toxic elements in meat of hunted animals indicates the need to regularly monitor the quality of the obtained raw material as well as to exclude selected tissues of wild animals from consumption.

Keywords: hunting animals, muscle tissue, kidneys, liver, toxic elements

W ostatnich dziesięcioleciach człowiek swoją działalnością dokonał wielu istotnych zmian w środowisku naturalnym. W wyniku gwałtownego rozwoju rolnictwa, przemysłu i przyrostu ludności nastąpiły nieodwracalne zmiany w składzie chemicznym gleby, wody i powietrza atmosferycznego. Ekologiczna wartość środowiska nie jest zawsze tożsama z oczekiwaniami i potrzebami ludzi. Rosnące szkody dla środowiska stanowią wysoki czynnik ryzyka nie tylko dla człowieka, ale także wszystkich organizmów żywych, które ekspozowane są na liczne zanieczyszczenia, takie jak PCB, metale ciężkie, WWA i inne (1, 25, 29, 37).

Mięso dziko żyjących ssaków od lat budzi zainteresowanie konsumentów z racji swych zalet smakowych, jednakże pojawiają się wątpliwości, czy pozyskany surowiec nie jest skażony zanieczyszczeniami środo-

wiskowymi, gdyż zwierzęta te bytują w naturalnym środowisku, a nie w hodowli o znanych i kontrolowanych warunkach (13, 23). Jak wskazują badania, mięso dużych zwierząt łownych może zawierać substancje szkodliwe w ilościach większych aniżeli w przypadku zwierząt hodowlanych (37, 40). Najpoważniejszy problem, związany z konsumpcją dziczyzny stanowi potencjalna obecność pierwiastków toksycznych, które trafiając do organizmu ludzkiego, mogą niekorzystnie wpływać na funkcjonowanie poszczególnych układów, m.in. z tego powodu spożywanie mięsa ssaków bytujących w stanie naturalnym budzi wiele kontrowersji wśród konsumentów na całym świecie (17, 22).

Pośród zanieczyszczeń środowiskowych pierwiastki toksyczne stanowią niebezpieczeństwo szczególne, ze względu na bezpośrednie przemieszczanie się

Tab. 1. Zawartość ołowiu [mg/kg św. m.] w tkankach i narządach zwierząt łownych na podstawie wyników badań z lat 2005-2017

Gatunek	Kraj/Region	Tkanka	Liczba próbek	Średnia $\pm$ SD	Min.	Max.	UP* [%]	Źródło
Dzik	Chorwacja/Osijek	nerki	39	0,0728 $\pm$ 0,0187	0,0120	0,7920	14,6	(9)
	Chorwacja/Vukovar	nerki	43	0,0533 $\pm$ 0,0178	0,0010	0,6450	10,7	(9)
	Polska/Górny Śląsk	nerki	52	1,1900 $\pm$ 1,234	0,1140	6,9300	238,0	(7)
	Polska/Poljezerze Mazurskie	nerki	60	0,0880 $\pm$ 0,045	0,0320	0,2550	17,6	(7)
	Włochy/Viterbo	nerki	61	0,2980 $\pm$ 0,095	0,0890	0,4400	59,6	(2)
	Polska/Górny Śląsk	tkanka mięśniowa	34	0,0460 $\pm$ 0,025	< 0,0020	0,0920	46,0	(7)
	Polska/Poljezerze Mazurskie	tkanka mięśniowa	42	0,0270 $\pm$ 0,025	< 0,0020	0,1300	27,0	(7)
	Włochy/Viterbo	tkanka mięśniowa	–	0,1240 $\pm$ 0,028	0,0800	0,2260	124,0	(6)
	Chorwacja	wątroba	159	0,1740	–	–	34,8	(19)
	Włochy/Viterbo	wątroba	–	0,3290 $\pm$ 0,072	0,1790	0,5640	65,8	(6)
Sarna	Polska/Bogatynia	nerki	–	0,1180 $\pm$ 0,026	–	–	23,6	(34)
	Polska/Górny Śląsk	nerki	25	0,9060 $\pm$ 0,524	0,2150	2,1500	181,2	(7)
	Polska/Turoszów – Zagłębie Węglowe	nerki	51	0,0990 $\pm$ 0,090	0,0230	0,4540	19,8	(7)
	Polska/Warmia i Mazury	nerki	–	0,0590 $\pm$ 0,011	–	–	11,8	(34)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	31	0,1760	–	–	176,0	(19)
	Polska/Górny Śląsk	tkanka mięśniowa	25	0,0570 $\pm$ 0,038	0,0090	0,1540	57,0	(7)
	Polska/Poljezerze Mazurskie	tkanka mięśniowa	22	0,0120 $\pm$ 0,010	< 0,0010	0,0390	12,0	(7)
	Chorwacja	wątroba	31	0,0870	–	–	17,4	(19)
	Polska/Górny Śląsk	wątroba	25	0,3030 $\pm$ 0,311	0,1010	1,6160	60,6	(7)
	Polska/Poljezerze Mazurskie	wątroba	31	0,0580 $\pm$ 0,076	0,0110	0,3840	11,6	(7)
Jeleń	Polska/Warmia i Mazury	nerki	–	0,2600	–	–	52,0	(8)
	Polska/Warmia i Mazury	nerki	14	0,0620 $\pm$ 0,024	0,0340	0,1090	12,4	(10)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	123	0,1710	–	–	171,0	(19)
	Polska południowo- zachodnia	tkanka mięśniowa	23	0,1200 $\pm$ 0,10	0,0400	0,4700	120,0	(30)
	Polska północno-wschodnia	tkanka mięśniowa	27	0,1000 $\pm$ 0,09	0,0400	0,4800	100,0	(30)
	Polska/Warmia i Mazury	tkanka mięśniowa	–	0,2200	–	–	220,0	(8)
	Chorwacja	wątroba	127	0,0800	–	–	16,0	(19)
	Polska/Warmia i Mazury	wątroba	–	0,3100	–	–	62,0	(8)

Objaśnienie: *UP – udział procentowy średnich wartości w stosunku do najwyższych dopuszczalnych poziomów

w łańcuchu troficznym: gleba–roślina–zwierzę–człowiek, a przede wszystkim możliwość kumulacji. Występowanie i obieg pierwiastków toksycznych w środowisku związane są z procesami naturalnymi, takimi jak: erupcja wulkanów, procesy glebotwórcze, wietrzenie skał (12, 31). Ponadto istotne antropogeniczne źródła tych zanieczyszczeń stanowią: przemysł metalurgiczny i chemiczny, górnictwo i hutnictwo metali nieżelaznych, stosowanie wysokich dawek zanieczyszczonych nawozów mineralnych, składowanie odpadów, spływy powierzchniowe z dróg o dużym natężeniu ruchu oraz stosowanie środków ochrony roślin (5, 21, 38).

Problem potencjalnego skażenia dziczyzny pierwiastkami toksycznymi nabiera szczególnego znaczenia w Polsce. Z danych Polskiego Związku Łowieckiego oraz danych GUS wynika, że w sezonie łowieckim 2014/2015 w wyniku odstrzału pozyskano 83 tys. jeleni, 195 tys. saren i 291 tys. dzików. Mimo zwiększonego poziomu pozyskania tusz, wielkość

populacji zwierząt dziko żyjących utrzymuje się na względnie stałym poziomie. Znaczna część mięsa oraz przetworów z dziczyzny eksportowana jest na rynki zachodnioeuropejskie. Roczne spożycie mięsa zwierząt łownych w Polsce kształtuje się na dość niskim poziomie wynoszącym ok. 0,08 kg/osobę. Sytuacja ta wynika m.in. z powodu braku ciągłości dostaw, wysokiej ceny, a także niskiej świadomości konsumentów na temat walorów żywieniowych dziczyzny (11, 41).

Obecność pierwiastków toksycznych w mięsie zwierząt łownych ma wymiar nie tylko toksykologiczny, dzikie ssaki stanowią bowiem dogodne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska tymi pierwiastkami ze względu na długą żywotność i ich kumulację (41).

Celem niniejszej pracy była synteza najnowszych danych literaturowych, dotyczących zawartości pierwiastków toksycznych w tkankach zwierząt łownych oraz określenie, czy istnieje ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem tych produktów w świetle aktualnych przepisów prawnych.

Tab. 2. Zawartość kadmu [mg/kg św. m.] w tkankach i narządach zwierząt łownych na podstawie wyników badań z lat 2005-2017

Gatunek	Kraj/Region	Tkanka	Liczba próbek	Średnia $\pm$ SD	Min.	Max.	UP* [%]	Źródło
Dzik	Chorwacja	nerki	169	2,8400 $\pm$ 0,216	0,0030	13,6700	284,0	(3)
	Polska/Górny Śląsk	nerki	52	49,5000 $\pm$ 45,75	10,0000	245,5000	4950,0	(7)
	Polska/Poljezienie Mazurskie	nerki	60	2,1130 $\pm$ 1,239	0,4220	8,1550	211,3	(7)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	327	0,0519	–	–	103,8	(19)
	Polska/Górny Śląsk	tkanka mięśniowa	51	0,0400 $\pm$ 0,031	0,0080	0,1400	80,0	(7)
	Polska/Poljezienie Mazurskie	tkanka mięśniowa	61	0,0040 $\pm$ 0,004	< 0,0010	0,0220	80,0	(7)
	Polska południowo-wschodnia	tkanka mięśniowa	20	0,0140	0,0080	0,0200	28,0	(28)
	Polska/Turoszów – Zagłębie Węglowe	tkanka mięśniowa	56	0,0040 $\pm$ 0,003	< 0,0010	0,0160	80,0	(7)
	Chorwacja	wątroba	327	0,3930	–	–	78,6	(19)
	Polska/Górny Śląsk	wątroba	52	5,5730 $\pm$ 6,031	0,7680	39,6000	1114,6	(7)
	Polska/Poljezienie Mazurskie	wątroba	60	0,1890 $\pm$ 0,167	0,0290	0,9450	37,8	(7)
	Polska południowo-wschodnia	wątroba	20	0,2920	0,0890	0,4420	58,4	(28)
Sarna	Polska/Belchatów	nerki	–	0,7980 $\pm$ 0,173	–	–	79,8	(34)
	Polska/Górny Śląsk	nerki	–	80,2600 $\pm$ 9,620	–	–	8026,0	(34)
	Polska/Górny Śląsk	nerki	25	39,6000 $\pm$ 24,54	1,8510	89,8800	3960,0	(7)
	Polska/Poljezienie Mazurskie	nerki	31	1,5820 $\pm$ 1,907	0,2330	9,0260	158,2	(7)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	51	0,0107	–	–	21,4	(19)
	Polska/Górny Śląsk	tkanka mięśniowa	26	0,0430 $\pm$ 0,040	0,0030	0,1510	86,0	(7)
	Polska/Poljezienie Mazurskie	tkanka mięśniowa	31	0,0070 $\pm$ 0,009	PLW** < 0,0010	0,0400	14,0	(7)
	Chorwacja	wątroba	49	0,5110	–	–	102,2	(19)
	Polska/Górny Śląsk	wątroba	25	6,4350 $\pm$ 6,096	0,9380	20,6100	1287,0	(7)
Jeleń	Polska/Poljezienie Mazurskie	wątroba	31	0,1150 $\pm$ 0,130	0,0150	0,5140	23,0	(7)
	Polska/Warmia, Mazury	nerki	14	4,9740 $\pm$ 1,90	1,3110	6,9250	497,4	(10)
	Polska/Warmia i Mazury	nerki	–	2,2000	–	–	220,0	(8)
	Słowacja	nerki	22	2,3900 $\pm$ 0,91	0,3200	5,7600	239,0	(16)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	124	0,0584	–	–	116,8	(19)
	Polska/Warmia i Mazury	tkanka mięśniowa	–	0,1000	–	–	200,0	(8)
	Włochy północne	tkanka mięśniowa	210	0,0060	–	–	12,0	(4)
	Chorwacja	wątroba	372	0,1520	–	–	30,4	(19)
	Polska/Warmia i Mazury	wątroba	–	0,1900	–	–	38,0	(8)
	Słowacja	wątroba	22	0,2600 $\pm$ 0,10	0,0700	0,8700	52,0	(16)

Objaśnienia: *UP – jak w tab. 1; **PLW – poniżej limitu wykrywania

Obecnie wśród konsumentów rośnie zainteresowanie mięsem zwierząt łownych, które charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą i specyficznymi właściwościami sensorycznymi. Odmienne warunki bytowania oraz różnice gatunkowe zwierząt hodowlanych i wolno żyjących wpływają na istotne różnice w składzie chemicznym tych mięs (15, 33, 39). Ogólnie twierdzi się, że pozyskany surowiec jest wolny od negatywnego wpływu zabiegów hodowlanych, gdyż dzikie zwierzęta żywią się w środowisku wolnym od takich dodatków, jak: antybiotyki, hormony czy leki (14, 36).

W tabeli 1 zamieszczono wyniki badań zawartości ołowiu w tkankach i narządach zwierząt łownych. W tkance mięśniowej jelenia stwierdzono najwyższą średnią zawartość ołowiu wynoszącą 0,2200 mg/kg,

zaś najniższą w tkance mięśniowej sarny – 0,0120 mg/kg. W wątrobie dzika wykazano z kolei najwyższą średnią zawartość tego pierwiastka, kształtującą się na poziomie 0,3290 mg/kg, zaś najniższą w wątrobie sarny – 0,0580 mg/kg. Nerki dzika charakteryzowały się najwyższą oraz najniższą średnią zawartością ołowiu wynoszącą – odpowiednio: 1,1900 mg/kg i 0,0533 mg/kg.

W tabeli 2 podano wyniki badań zawartości kadmu w tkankach i narządach zwierząt wolno żyjących. Najwyższą średnią zawartość kadmu w tkance mięśniowej stwierdzono u jelenia – 0,1000 mg/kg, zaś najniższą u dzika 0,0040 mg/kg. Wątroba i nerki sarny charakteryzowały się najwyższymi średnimi zawartościami kadmu wynoszącymi – odpowiednio: 6,4350 mg/kg i 80,2600 mg/kg. Najniższe wartości tej cechy

Tab. 3. Zawartość arsenu [mg/kg św. m.] w tkankach i narządach zwierząt łownych na podstawie wyników badań z lat 2003-2017

Gatunek	Kraj/Region	Tkanka	Liczba próbek	Średnia ± SD	Min.	Max.	UP* [%]	Źródło
Dzik	Chorwacja/Osijek	nerki	39	0,0171 ± 0,0009	0,0004	0,0230	3,4	(9)
	Chorwacja/Virovitica	nerki	44	0,0135 ± 0,0011	0,0020	0,0350	2,7	(9)
	Słowacja/Zemplin	nerki	15	0,1700 ± 0,22	0,0100	0,8200	34,0	(24)
	Chorwacja/Osijek	tkanka mięśniowa	39	0,0130 ± 0,0012	0,0002	0,0230	6,5	(9)
	Chorwacja/Virovitica	tkanka mięśniowa	44	0,0158 ± 0,0010	0,0010	0,0200	7,9	(9)
	Słowacja/Zemplin	tkanka mięśniowa	15	0,0700 ± 0,1	0,0100	0,3100	35,0	(24)
	Chorwacja/Osijek	wątroba	39	0,0190 ± 0,0005	0,0030	0,0200	3,8	(9)
	Chorwacja/Virovitica	wątroba	44	0,0130 ± 0,0011	0,0001	0,0210	2,6	(9)
	Słowacja/Zemplin	wątroba	15	0,2100 ± 0,36	0,0100	0,9000	42,0	(24)
Sarna	Polska/Bogatynia	nerki	12	0,0130 ± 0,0030	–	–	6,5	(18)
	Polska/Grębocice	nerki	12	0,0393 ± 0,0239	–	–	7,9	(18)
	Polska/Grębocice	tkanka mięśniowa	12	0,0914 ± 0,0720	–	–	45,7	(18)
	Polska/Piaseczno	tkanka mięśniowa	12	0,0131 ± 0,0020	–	–	6,55	(18)
	Węgry/Eger	tkanka mięśniowa	20	0,2700 ± 0,20	0,0300	0,5100	135,0	(20)
	Polska/Bogatynia	wątroba	12	0,0125 ± 0,0015	–	–	2,5	(18)
	Polska/Wrocław	wątroba	12	0,0594 ± 0,0270	–	–	11,9	(18)
Jeleń	Polska/Warmia i Mazury	nerki	14	0,0030 ± 0,002	0,0020	0,0070	0,6	(10)
	Hiszpania	tkanka mięśniowa	–	0,00596 ± 0,00508	–	–	3,0	(32)
	Polska/Warmia i Mazury	tkanka mięśniowa	14	0,0020 ± 0,002	0,0020	0,0070	1,0	(10)
	Polska/Warmia i Mazury	wątroba	14	0,0020 ± 0,001	0,0020	0,0050	0,4	(10)

Objaśnienie: *UP – jak w tab. 1

Tab. 4. Zawartość rtęci [mg/kg św. m.] w tkankach i narządach zwierząt łownych na podstawie wyników badań z lat 2011-2017

Gatunek	Kraj/Region	Tkanka	Liczba próbek	Średnia ± SD	Min.	Max.	UP* [%]	Źródło
Dzik	Polska/Górny Śląsk	nerki	52	0,0890 ± 0,080	0,0050	0,3640	89,0	(7)
	Polska/Pojezierze Mazurskie	nerki	60	0,0460 ± 0,035	0,0060	0,2020	46,0	(7)
	Polska/województwo łódzkie	nerki	3	0,0451 ± 0,0153	0,0342	0,0559	45,1	(1)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	233	0,00887	–	–	22,2	(19)
	Chorwacja/Virovitica	tkanka mięśniowa	44	0,0041 ± 0,0005	0,0010	0,0130	10,3	(9)
	Chorwacja/Vukova	tkanka mięśniowa	43	0,0097 ± 0,0031	0,0010	0,1250	24,3	(9)
	Polska/województwo łódzkie	tkanka mięśniowa	3	0,0023 ± 0,0015	0,0006	0,0032	5,8	(1)
	Chorwacja	wątroba	65	0,0534	–	–	53,4	(19)
	Polska/województwo łódzkie	wątroba	3	0,0161 ± 0,0007	0,0155	0,0171	16,1	(1)
Sarna	Polska/Górny Śląsk	nerki	–	0,0510 ± 0,013	–	–	127,5	(34)
	Polska/Warmia i Mazury	nerki	–	0,0300 ± 0,010	–	–	75,0	(34)
	Polska/województwo łódzkie	nerki	3	0,0523 ± 0,0534	0,0214	0,1140	130,8	(1)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	31	0,00148	–	–	3,7	(19)
	Polska/województwo łódzkie	tkanka mięśniowa	10	0,0070 ± 0,0056	0,0002	0,0172	17,5	(1)
	Chorwacja	wątroba	31	0,00882	–	–	22,1	(19)
	Polska/województwo łódzkie	wątroba	10	0,0188 ± 0,015	0,0024	0,0450	47,0	(1)
Jeleń	Polska/Warmia i Mazury	nerki	14	0,0480 ± 0,102	0,0020	0,3380	120,0	(10)
	Polska/województwo łódzkie	nerki	4	0,1001 ± 0,0206	0,0802	0,1285	250,3	(1)
	Chorwacja	tkanka mięśniowa	77	0,00371	–	–	9,3	(19)
	Polska/województwo łódzkie	tkanka mięśniowa	5	0,0011 ± 0,0007	0,0	0,0016	2,8	(1)
	Chorwacja	wątroba	82	0,00742	–	–	18,6	(19)
	Polska/województwo łódzkie	wątroba	4	0,0067 ± 0,0033	0,0026	0,0106	16,8	(1)

Objaśnienie: *UP – jak w tab. 1

stwierdzono w wątrobie i nerkach sarny na poziomie – odpowiednio: 0,1150 mg/kg i 0,7980 mg/kg.

Tabela 3 zawiera wyniki badań zawartości arsenu w tkankach i narządach zwierząt łownych. Najwyższą, jak i najniższą średnią zawartością arsenu wynoszącą – odpowiednio: 0,2700 mg/kg i 0,0020 mg/kg charakteryzowała się tkanka mięśniowa sarny i jelenia. Natomiast w nerkach i wątrobie dzika wykazano najwyższą średnią zawartość tego pierwiastka wynoszącą – odpowiednio: 0,1700 mg/kg i 0,2100 mg/kg, a najniższą wynoszącą 0,0030 mg/kg i 0,0020 mg/kg w nerkach i w wątrobie jelenia.

Wyniki badań nad zawartością rtęci w tkankach i narządach wolno żyjących ssaków podano w tabeli 4. W tkance mięśniowej dzika stwierdzono najwyższą średnią zawartość rtęci, zaś najniższą wartość tej cechy odnotowano w tkance mięśniowej jelenia. Wartości kształtowały się na poziomie – odpowiednio: 0,0097 mg/kg i 0,0011 mg/kg. Również w wątrobie dzika wykazano najwyższą średnią zawartość tego pierwiastka wynoszącą 0,0534 mg/kg, zaś najniższą zawartość rtęci stwierdzono u jelenia – 0,0067 mg/kg. Nerki jelenia charakteryzowały się z kolei najwyższą średnią zawartością Hg wynoszącą 0,1001 mg/kg, a najniższą wartość tej cechy odnotowano w nerkach sarny – 0,0300 mg/kg.

Unormowania prawne dotyczące zawartości analizowanych pierwiastków toksycznych w tkankach

Na podstawie ustanowionych na poziomie europejskim norm można stwierdzić, czy mięso nadaje się do spożycia przez ludzi, ze względu na poziom pierwiastków toksycznych. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 informuje, że dla mięsa wołowego, wieprzowego oraz drobiowego najwyższa dopuszczalna zawartość ołowiu i kadmu wynosi, odpowiednio: 0,1 mg/kg i 0,05 mg/kg, natomiast najwyższy dopuszczalny poziom ołowiu w podrobach wołowych, wieprzowych i drobiowych stanowi 0,5 mg/kg. Normatywna zawartość kadmu w wątrobie i nerkach wołowych, wieprzowych oraz drobiowych wynosi, odpowiednio: 0,50 mg/kg i 1,0 mg/kg (27).

Interpretację wyników na poziomie Unii Europejskiej, dotyczących dopuszczalnego poziomu arsenu w żywności utrudnia brak unormowań prawnych (27), jednakże wysoka toksyczność tego pierwiastka skłoniła wiele krajów członkowskich do wprowadzenia tzw. krajowych poziomów działania dla arsenu w poszczególnych produktach żywnościowych. W Polsce Główny Lekarz Weterynarii zdecydował, aby do czasu wydania stosownych uregulowań prawnych, przy interpretacji wyników badań kontrolnych pozostałości chemicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego stosować poziomy działania zamieszczone w krajowym programie badań kontrolnych obecności substancji niedozwolonych oraz pozostałości biologicznych, chemicznych i leków u zwierząt i w żywności pocho-

dzenia zwierzęcego, który corocznie jest zatwierdzany przez Głównego Lekarza Weterynarii oraz Komisję Europejską w formie Decyzji Komisji. Zgodnie z Decyzją Komisji, najwyższy dopuszczalny poziom arsenu w mięsie ssaków i drobiu wynosi 0,2 mg/kg, natomiast w wątrobie i nerkach 0,5 mg/kg (35).

Obowiązujące w Unii Europejskiej akty prawne określają najwyższy dopuszczalny poziom rtęci w mięsie i podrobach dzikich zwierząt lądowych wynoszący 0,04 mg/kg, z wyjątkiem podrobów dzika, gdzie poziom ten wynosi 0,1 mg/kg. Polska jako państwo członkowskie Unii Europejskiej zobowiązana jest do monitorowania rtęci w produktach pochodzenia zwierzęcego, w tym gatunków łownych (26).

Obowiązujące lub stosowane akty prawne dotyczą limitów zawartości pierwiastków toksycznych w tkankach zwierząt rzeźnych i ryb, więc gdyby przyjąć ustalone poziomy również dla tkanek dzikich ssaków, można stwierdzić na tej podstawie oraz przedstawionych powyżej wyników, że tkanka mięśniowa i narządy wybranych gatunków łownych nie zawsze mieszczą się w granicach ustanowionych norm, gdyż zawartości ołowiu, kadmu, arsenu lub rtęci mogą niekiedy przekraczać maksymalne dopuszczalne poziomy.

Z danych zestawionych w tab. 1 wynika możliwość odkładania się ołowiu w tkance mięśniowej i nerkach wybranych wolno żyjących ssaków. Zgodnie z obowiązującym prawem, najwyższy dopuszczalny poziom tego pierwiastka w tkance mięśniowej zwierząt rzeźnych wynosi 0,1 mg/kg, natomiast w wątrobie i nerkach 0,5 mg/kg. Tymczasem stwierdzono znacznie wyższą zawartość ołowiu w nerkach dzika (1,1900 mg/kg) i sarny (0,9060 mg/kg) oraz tkance mięśniowej dzika, sarny i jelenia, wynoszących nawet do, odpowiednio: 0,1240 mg/kg, 0,1760 mg/kg i 0,2200 mg/kg (tab. 1), co znacznie odbiega od ustanowionych norm.

Najwyższy dopuszczalny poziom kadmu w tkance mięśniowej zwierząt rzeźnych wynosi 0,05 mg/kg, w nerkach 1,0 mg/kg, natomiast w wątrobie 0,5 mg/kg. Z danych zamieszczonych w tab. 2 wynika niekiedy znacznie wyższa kumulacja tego pierwiastka w tkance mięśniowej dzika (0,0519 mg/kg) i jelenia (0,1000 mg/kg), a także w wątrobie dzika (5,5730 mg/kg) i sarny (6,4350 mg/kg) oraz nerkach gatunków łownych. Średnie najwyższe zawartości kadmu w nerkach dzika, sarny i jelenia wynosiły, odpowiednio: 49,5000 mg/kg, 80,2600 mg/kg i 4,9740 mg/kg.

Najwyższy dopuszczalny poziom arsenu w mięśniach i podrobach zwierząt rzeźnych wynosi, odpowiednio, 0,2 mg/kg i 0,5 mg/kg. Średnia zawartość arsenu (tab. 3) nie przekraczała zazwyczaj prawnie ustanowionych maksymalnych poziomów tego pierwiastka. Jedynie wartość graniczna arsenu w tkance mięśniowej sarny została przekroczona nieznacznie i wynosiła 0,2700 mg/kg.

Poziom granicznych wartości rtęci w mięsie i narządach wolno żyjących ssaków nie powinien przekraczać 0,04 mg/kg, z wyjątkiem podrobów dzika (0,1 mg/kg).

Wyniki zamieszczone w tabeli 4 wskazują na możliwość kumulacji większych ilości rtęci w nerkach sarny i jelenia. Najwyższą średnią zawartość tego pierwiastka wynoszącą 0,1001 mg/kg wykazano w nerkach jelenia.

Wyniki badań wskazują, że mięso i narządy wewnętrzne zwierząt łownych mogą charakteryzować się podwyższoną zawartością pierwiastków toksycznych. Dane te są niepokojące, gdyż pierwiastki toksyczne trafiające do organizmu ludzkiego mogą prowadzić do niebezpiecznych zatruc, ostrych i przewlekłych. Należy jednak podkreślić, że przekroczenia te dotyczą wybranych pierwiastków, nie zaś ich wszystkich, jak również ponadnormatywne ilości tych zanieczyszczeń stwierdzane są w wybranych narządach zwierząt łownych. Szczególnie narażone na oddziaływanie pierwiastków toksycznych i ich kumulację są nerki i wątroba wolno żyjących ssaków, co potwierdzają przytoczone powyżej niektóre wyniki badań.

Konieczne zatem staje się regularne monitorowanie jakości pozyskanego surowca oraz selekcja przeznaczonych do spożycia narządów zwierząt wolno żyjących.

Piśmiennictwo

- Albińska J., Góralski J., Szynkowska M. I., Leśniewska E., Paryczak T.: Rtęć w tuszach zwierząt łownych pochodzących z terenu województwa łódzkiego. *Rocz. Ochr. Śr.* 2011, 13, 525-538.
- Amici A., Danieli P. P., Russo C., Primi R., Ronchi B.: Concentrations of some toxic and trace elements in wild boar (*Sus scrofa*) organs and tissues in different areas of the Province of Viterbo, Central Italy. *Ital. J. Anim. Sci.* 2012, 11, 354-362.
- Bilandžić N., Sedak M., Dokić M., Simić B.: Wild Boar Tissue Levels of Cadmium, Lead and Mercury in Seven Regions of Continental Croatia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2010, 84, 738-743.
- Chiari M. F., Cortinovis C., Bertoletti M., Alborali L., Zanoni M., Ferretti, Caloni F.: Lead, cadmium and organochlorine pesticide residues in hunted red deer and wild boar from northern Italy. *Food Addit. Contam. A.* 2015, 32, 1867-1874.
- Cyranik E., Draszawka-Bolzan B.: Heavy metals in circulation biogeochemical. *World Scientific News* 2014, 6, 30-36.
- Danieli P. P., Serrani F., Primi R., Ponzetta M. P., Ronchi B., Amici A.: Cadmium, Lead, and Chromium in Large Game: A Local-Scale Exposure Assessment for Hunters Consuming Meat and Liver of Wild Boar. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2012, 63, 612-627.
- Durkalec M., Szkoda J., Kolacz R., Opalinski S., Nawrocka A., Żmudzki J.: Bioaccumulation of Lead, Cadmium and Mercury in Roe Deer and Wild Boars from Areas with Different Levels of Toxic Metal Pollution. *Int. J. Environ. Res.* 2015, 9, 205-212.
- Falandysz J., Szymczyk-Kobrzyńska K., Brzostowski A., Zalewski K., Zasadowski A.: Concentrations of heavy metals in the tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from the region of Warmia and Mazury, Poland. *Food Add. Contam.* 2005, 22, 141-149.
- Florijančić T., Ozimec J., Jelkić D., Vukšić N., Bilandžić N., Gross Bošković A., Bošković I.: Assessment of heavy metal content in wild boar (*Sus scrofa* L.) hunted in eastern Croatia. *J. Environ. Prot. Ecol.* 2015, 16, 630-636.
- Giżewska A., Szkoda J., Nawrocka A., Żmudzki J., Giżewski Z.: Can red deer antlers be used as an indicator of environmental and edible tissues' trace element contamination? *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2017, 24, 11630-11638.
- Górecka J., Szymański T.: Walory żywieniowe dziczyzny. *Mag. Przem. Mięsnego* 2010, 1-2, 20-22.
- He Z. L., Yang X. E., Stoffella P. J.: Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2005, 19, 125-140.
- Hoffman L. C., Wiklund E.: Game and venison- meat for the modern consumer. *Meat Sci.* 2006, 74, 197-208.
- Jarzyńska G., Falandysz J.: Selenium and 17 other largely essential and toxic metals in muscle and organ meats of red deer (*Cervus elaphus*) – consequences to human health. *Environ. Int.* 2011, 37, 882-888.
- Korzeniowski W., Bojarska U., Cierach M.: Wartość odżywcza mięsa dzików. *Med. Weter.* 1991, 47, 279-281.
- Kramárová M., Massányi P., Jancová A., Toman R., Slamečka J., Tataruch F., Kováčik J., Gašparík J., Nad P., Skalická M., Koréneková B., Jurčík R., Cuboň J., Haščík P.: Concentration of cadmium in the liver and kidneys of some wild and farm animals. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 2005, 49, 465-469.
- Kramárová M., Massányi P., Slamečka J., Tataruch F., Jancová A., Gašparík J., Fabis M., Kováčik J., Toman R., Galová J., Jurčík R.: Distribution of cadmium and lead in liver and kidney of some wild animals in Slovakia. *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* 2005, 40, 593-600.
- Kucharczak E., Moryl A., Szyposzyński K., Jopek Z.: Wpływ środowiska na zawartość arsenu w tkankach saren i dzików. *Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria* 2005, 4, 141-151.
- Lazarus M., Prevendar Crnić A., Bilandžić N., Kusak J., Reljić S.: Cadmium, lead, and mercury exposure assessment among Croatian consumers of free-living game. *Arh. Hig. Rada. Toksikol.* 2014, 65, 281-292.
- Lehel J., Laczay P., Gyurcsó A., Jánoska F., Majoros S., Lányi K., Marosán M.: Toxic heavy metals in the muscle of roe deer (*Capreolus capreolus*) – food toxicological significance. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2016, 23, 4465-4472.
- Marković M., Čupać S., Durović R., Milinović J., Kijajić P.: Assessment of heavy metal and pesticide levels in soil and plant products from agricultural area of Belgrade, Serbia. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2010, 58, 341-351.
- Meltzer H. M., Dahl H., Brantsæter A. L., Birgisdottir B. E., Knutsen H. K., Bernhoft A., Ofteidal B., Lande U. S., Alexander J., Haugen M., Ydersbond T. A.: Consumption of lead-shot cervid meat and blood lead concentrations in a group of adult Norwegians. *Environ. Res.* 2013, 127, 29-39.
- Pelczyńska E.: Zwierzęta łowne w Polsce i ich ocena sanitarno-weterynaryjna. *Med. Weter.* 1995, 51, 23-26.
- Piskorová L., Vasilková Z., Krupicer I.: Heavy metal residues in tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in the Central Zemplin region of the Slovak Republic. *Czech J. Anim. Sci.* 2003, 48, 134-138.
- Ravindra K., Sokhi R., Van Grieken R.: Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation. *Atmos. Environ.* 2008, 42, 2895-2921.
- Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 2018/73 z dnia 16 stycznia 2018 r. zmieniające załączniki II i III do rozporządzenia (WE) nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości związków rtęci w określonych produktach oraz na ich powierzchni.
- Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- Rudy M.: Chemical composition of wild boar meat and relationship between age and bioaccumulation of heavy metals in muscle and liver tissue. *Food Addit. Contam. A.* 2010, 27, 464-472.
- Saipan P., Tengjarenkul B., Prahkarnkao K.: Accumulation of Arsenic and Cadmium in Foods of Animal Origin Collected from the Local Markets in Northeastern Region Thailand. *Int. J. Anim. Vet. Adv.* 2014, 6, 130-134.
- Skibniewski M., Skibniewska E. M., Kośla T.: The content of selected metals in muscles of the red deer (*Cervus elaphus*) from Poland. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2015, 22, 8425-8431.
- Skipin L., Gaevaya E., Zaharova E., Petukhova V., Sidorova K.: Biogeochemistry of Heavy Metals in Trophic Chain in Terms of the South of Tumen Region. *Procedia Eng.* 2016, 165, 860-868.
- Soler F., Martinez Morcillo S., Chaves J., Perez Lopez M., Miguez M., Oropesa A., Sosa L.: Lead, cadmium, mercury and arsenic in muscle of hunted red deer and wild boar from west Spain. *Toxicol. Lett.* 2016, 258, 165.
- Soriano A., Cruz B., Gomez L., Mariscal C., Ruiz A. G.: Proteolysis, physico-chemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (*Cervus elaphus*) or wild boar (*Sus scrofa*) meat: A preliminary study. *Food Chem.* 2006, 96, 173-184.
- Szkoda J., Durkalec M., Kolacz R., Opaliński S., Żmudzki J.: Zawartość ołowiu, kadmu i rtęci w tkankach zwierzęziny łownej. *Med. Weter.* 2012, 68, 689-692.
- Szkoda J., Żmudzki J., Nawrocka A., Kmiecik M.: Arsen w żywności zwierzęcego pochodzenia – Ocena narażenia. *Ochr. Śr. Zasobów Nat.* 2009, 41, 128-134.
- Szymański T., Górecka J., Korzeniowska M., Malicki A., Eremenko E.: Comparison of chosen quality parameters of meat from wild boar and domestic pigs. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2007, 57, 523-528.
- Taggart M. A., Reglero M. M., Camarero P. R., Mateo R.: Should legislation regarding maximum Pb and Cd levels in human food also cover large game meat? *Environ. Int.* 2011, 37, 18-25.
- Vásquez-Murrieta M. S., Migules-Garduno I., Franco-Hernández O., Govaerts B., Dendooven L.: C and N mineralization and microbial biomass in heavy-metal contaminated soil. *Eur. J. Soil Biol.* 2006, 42, 89-98.
- Vergara H., Gallego L., García A., Landete-Castillejos T.: Conservation of Cervus elaphus meat in modified atmospheres. *Meat Sci.* 2003, 65, 779-783.
- Włostowski T., Bonda E., Krasowska A.: Free-ranging European bison accumulate more cadmium in the liver and kidneys than domestic cattle in north-eastern Poland. *Sci. Total Environ.* 2006, 364, 295-300.
- Wren C.: Mammals as biomonitors of environmental metal levels. *Environ. Monit. Assess.* 1986, 6, 124-144.

Adres autora: dr hab. inż. Mariusz Rudy, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów; e-mail: mrudy@ur.edu.pl