

JAN KRUPA, BARBARA KOGUT

## ZAWARTOŚĆ KADMU I OŁOWIU W MIĘŚNIACH, WĄTROBIE I NERKACH KÓZ I OWIEC Z OKOLIC RZESZOWA

### Streszczenie

Oceniono stopień akumulacji kadmu i ołowiu w mięśniu najdłuższym grzbietu, mięśniu dwugłowym uda, wątrobie i nerce 15 kóz i 12 owiec, pochodzących z okolic Rzeszowa. Mięso ocenianych zwierząt uznano za produkt przydatny do spożycia. Wątroba i nerki charakteryzowały się wysokim poziomem obu metali i w świetle norm obowiązujących w Polsce ich przydatność spożywczą uznano za ograniczoną. Zawartość kadmu w wątrobie i nerkach owiec była wyższa, niż w obu tych narządach kóz. Nie stwierdzono istotnej różnicy w zawartości ołowiu między ocenianymi tkankami kóz i owiec.

### Wstęp

Zanieczyszczenie środowiska naturalnego powoduje obniżenie jakości zdrowotnej żywności, która stanowi jedno z głównych źródeł narażenia człowieka na przedostawanie się do organizmu szkodliwych pierwiastków śladowych [3, 11].

Owce i kozy, ze względu na system pastwiskowego żywienia w okresie letnim i skarmiania siana w okresie zimowym, są najbardziej narażone na pobieranie metali toksycznych i ich akumulację w mięśniach i narządach wewnętrznych [7, 12, 17].

Akumulacja metali toksycznych, m.in. kadmu i ołowiu, w wątrobie jest kilkakrotnie, a w nerkach nawet kilkudziesięciokrotnie większa niż w mięśniach [6, 8, 15]. Jej poziom zależy, m.in. od gatunku i wieku zwierząt [10, 14] oraz stopnia degradacji środowiska [13, 17].

Z punktu widzenia konsumenta problemy wynikające z degradacji środowiska naturalnego w Polsce, w tym również rejonu południowo-wschodniego, wskazują celowość określania poziomu zanieczyszczenia metalami ciężkimi, zwłaszcza kadmem i ołowiem, mięśni i narządów wewnętrznych małych przeżuwaczy. Piśmiennictwo krajowe, a także obcojęzyczne przynosi niewiele informacji na ten temat [8, 9, 14].

## Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiło 15 koźląt (kastraty) i 12 młodych owiec (skopy) pochodzących z gospodarstw indywidualnych położonych w odległości 5-15 km od Rzeszowa z miejscowości: Iwierzyce, Krasne, Przybyszówka i Trzebownisko.

Zwierzęta żywione były na pastwisku i dokarmiane wyłącznie paszami z własnego gospodarstwa – śrutowanym owsem (200-300 g/sztukę dziennie), otrębami pszennymi (200 g/sztukę dziennie), marchwią, i do woli sianem z lucerny. Pastwiska, z których korzystały kozy i owce znajdowały się w dużej odległości od szlaków komunikacyjnych. Koźlęta pochodziły z wykotów zimowych, a żywienie przez okres pierwszych 4 miesięcy przebiegało w systemie alkierzowym, a od maja do października na pastwisku.

Uboju zwierząt dokonywano bezpośrednio w gospodarstwie producenta, zgodnie z metodyką przewidzianą w przypadku uboju owiec. Koźlęta rasy białej polskiej uszlachetnionej ubijano w wieku około 8–10 miesięcy, przy masie ciała od 25 do 34 kg, natomiast owce rasy polskiej długowłnistej w wieku około 18–22 miesięcy, przy masie od 38 do 53 kg. Uboju zwierząt dokonywano na przełomie listopada i grudnia.

Materiał badawczy stanowiły próbki z dwóch mięśni: najdłuższego mięśnia grzbietu (*m. longissimus dorsi*) i mięśnia dwugłowego uda (*m. biceps femoris*) oraz próbki wątroby i nerki. W próbkach tkanek oznaczano zawartość kadmu i ołowiu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej [18, 19].

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, w której weryfikowano hipotezę zerową o nieistotności różnic pomiędzy czterema badanymi tkankami określonego gatunku zwierząt przy zastosowaniu analizy wariancji (grupowanie średnich wykonano testem Tukey'a), a hipotezę zerową o nieistotności różnic pomiędzy tkankami kastratów kóz i owiec – testem t-Studenta [12]. Obie hipotezy weryfikowano na poziomie  $p \leq 0,05$ .

W tabelach przedstawiono wartości średnie arytmetyczne ( $\bar{x}$ ) oraz odchylenia standardowe ( $s_x$ ).

## Wyniki i dyskusja

Analizując wyniki oznaczeń kadmu w tkankach kóz (tab. 1) stwierdzono istotnie większą niż w mięśniach koncentrację tego pierwiastka w narządach wewnętrznych. Średnia zawartość kadmu w mięśniach: najdłuższym grzbietu (LD) i dwugłowym uda (BF) była identyczna i wynosiła 0,005 mg/kg. Wartość ta jest 10-krotnie mniejsza od obowiązującego w Polsce dopuszczalnego limitu pozostałości Cd w środkach spożywczych (do 0,05 mg/kg) [16]. Najwyższy poziom akumulacji kadmu stwierdzono w nerkach (0,056 mg/kg), niewiele mniejszy w wątrobie (0,034 mg/kg). Należy zatem stwierdzić, że produkt przydatny do spożycia mogą stanowić mięśnie i wątroba, nato-

miast poziom zanieczyszczenia nerek kadmem nieznacznie przewyższał limit tolerancji tego metalu w żywności. Również wynik maksymalny oznaczeń tego metalu niewiele przekraczał dopuszczalny poziom, gdyż wynosił –  $x_{\max} = 0,061$  mg/kg.

W badaniach przeprowadzonych w 1993 roku [9], a dotyczących oceny zanieczyszczenia kadmem tkanek koźląt opasanych w Bieszczadach, stwierdzono większe niż przedstawione w niniejszej pracy poziomy tego pierwiastka, wynoszące odpowiednio: w mięśniach 0,032–0,043 mg/kg, wątrobie 0,214 mg/kg, a w nerkach 0,364 mg/kg, co może świadczyć o dość dużym zanieczyszczeniu kadmem tego rejonu, a w następstwie surowców (mięsa i podrobów) uzyskiwanych od ocenianych zwierząt.

Tabela 1

Zawartość kadmu w tkankach kóz i owiec (mg/kg świeżej masy).

Cadmium content of goat and sheep tissues (mg/kg fresh mass).

Tkanka Tissue	Miara Statystyczna Statistical measure	Zwierzę / Animal	
		koza goat	owca sheep
Mięsień najdłuższy grzbietu Musculus longissimus dorsi	x	0,005 <sup>A</sup>	0,027 <sup>A</sup>
	zakres/range	0,002-0,011	0,010-0,061
	$s_x$	0,001	0,004
Mięsień dwugłowy uda Musculus biceps femoris	x	0,005 <sup>A*</sup>	0,082 <sup>A*</sup>
	zakres/range	0,002-0,010	0,019-0,256
	$s_x$	0,001	0,029
Wątroba Liver	x	0,034 <sup>B*</sup>	0,470 <sup>B*</sup>
	zakres/range	0,024-0,040	0,280-0,970
	$s_x$	0,001	0,086
Nerka Kidney	x	0,056 <sup>B*</sup>	0,645 <sup>B*</sup>
	zakres/range	0,046-0,061	0,526-0,767
	$s_x$	0,001	0,028

A, B - wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie przy  $p \leq 0.05$  (na podstawie testu Tukeya).

Symbol \* - oznacza istotną różnicę pomiędzy średnimi w rzędach stwierdzoną testem t-Studenta.

A, B - means marked with different superscripts in columns differ significantly at  $p \leq 0.05$  (Tukey's test).

Symbol \* - means a significant difference in rows defined by Student's test.

Analizując wyniki oceny zawartości kadmu w mięśniach owiec (tab. 1) stwierdzono trzykrotnie wyższy poziom tego pierwiastka w mięśniu dwugłowym uda (0,082 mg/kg), w porównaniu z mięśniem najdłuższym grzbietu (0,027 mg/kg), przy czym różnica była statystycznie nieistotna. Należy jednak zaznaczyć, że stopień akumulacji kadmu w mięśniu udźca przekroczył dopuszczalny limit pozostałości tego pierwiastka w żywności pochodzenia zwierzęcego (do 0,05 mg/kg), określonego w Zarządzeniu

MZiOS [16], a wynik maksymalny oznaczeń kadmu w tym mięśniu osiągnął wysoki poziom 0,256 mg/kg.

Najwyższą średnią zawartość kadmu stwierdzono w próbkach nerek (0,645 mg/kg) i była ona ponad 1,5-krotnie większa niż w wątrobie (0,470 mg/kg). Należy jednak nadmienić, że nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy w poziomie akumulacji kadmu pomiędzy wątrobą a nerkami, natomiast stężenie tego metalu w narządach wewnętrznych było istotnie wyższe niż w mięśniach (tab. 1).

Na uwagę zasługuje również fakt, że najwyższe jednostkowe oznaczenia kadmu stwierdzono w ocenie próbek wątroby, a wynik maksymalny osiągnął poziom 0,970 mg/kg.

W badaniach przeprowadzonych przez Enne i wsp. [1] stwierdzono ścisłą zależność koncentracji kadmu w tkankach owiec w zależności od stopnia uprzemysłowienia i degradacji środowiska chowu zwierząt. Największe stężenie kadmu oznaczono w nerkach, istotnie mniejsze w wątrobie, natomiast najmniejsze w mięśniach, co jest zgodne z wynikami badań własnych. W innych badaniach [4, 5] wskazano na dużą zależność zwiększonej koncentracji kadmu w tkankach owiec, o obniżonym poziomie miedzi w ich organizmie, co wywołuje zahamowanie porostu wełny, a często śmiertelność zwierząt.

W niniejszych badaniach (tab. 1) stwierdzono, że poziom akumulacji kadmu w narządach wewnętrznych (wątroba i nerki) oraz w mięśniu dwugłowym uda (BF) owiec był statystycznie istotnie wyższy niż zawartość tego metalu w analogicznych tkankach kóz. W mięśniu najdłuższym grzbietu u owiec również oznaczono wyższy poziom tego pierwiastka niż u kóz, jednak różnica była statystycznie nieistotna.

Biorąc pod uwagę dopuszczalne limity pozostałości kadmu w środkach spożywczych w Polsce (do 0,05 mg/kg) [16] oraz zawartość tego metalu w ocenianych tkankach należy stwierdzić, że nerki uzyskiwane od kóz i owiec z okolic Rzeszowa nie nadają się do celów spożywczych.

Wyniki oznaczeń zawartości ołowiu w mięśniach i narządach wewnętrznych kóz i owiec zestawiono w tab. 2.

Ogólna średnia zawartość ołowiu kształtowała się na niskim poziomie u kóz (0,120 mg/kg). Zarówno wartości średnie wyliczone z oznaczeń tego pierwiastka w poszczególnych tkankach, jak i większość wyników jednostkowych były mniejsze od poziomu dopuszczalności ołowiu w żywności w Polsce, tj. 0,3 mg/kg [16], zatem stan produktów poubojowych z rejonu Rzeszowa nie budzi pod tym względem poważniejszych zastrzeżeń higieniczno-toksykologicznych.

Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnią zawartością ołowiu w mięśniu najdłuższym grzbietu, a poziomem tego metalu w mięśniu dwugłowym uda, zarówno kóz, jak i owiec (tab. 2). Nie stwierdzono również statystycznie istotnej różnicy w poziomie akumulacji ołowiu w mięśniach (setne części mg/kg) między kozami i

owcami. Z kolei w narządach wewnętrznych kóz i owiec oznaczono statystycznie istotnie wyższe zawartości tego metalu (dziesiątne części mg/kg), niż w mięśniach – jednak poniżej dopuszczalnego limitu obecności ołowiu w żywności.

Tabela 2

Zawartość ołowiu w tkankach kóz i owiec (mg/kg świeżej masy).  
Lead content of goat and sheep tissues (mg/kg fresh mass).

Tkanka Tissue	Miara Statystyczna Statistical measure	Zwierzę / Animal	
		koza goat	owca sheep
Mięsień najdłuższy grzbietu Musculus longissimus dorsi	x	0,055 <sup>A</sup>	0,055 <sup>A</sup>
	zakres/range	<0,002-0,101	0,020-0,104
	s <sub>x</sub>	0,008	0,008
Mięsień dwugłowy uda Musculus biceps femoris	x	0,036 <sup>A</sup>	0,077 <sup>A</sup>
	zakres/range	<0,002-0,070	0,020-0,207
	s <sub>x</sub>	0,006	0,019
Wątroba Liver	x	0,118 <sup>B</sup>	0,236 <sup>B</sup>
	zakres/range	0,091-0,145	0,023-0,305
	s <sub>x</sub>	0,005	0,028
Nerki Kidney	x	0,141 <sup>B</sup>	0,136 <sup>B</sup>
	zakres/range	0,080-0,190	0,020-0,244
	s <sub>x</sub>	0,012	0,022

A, B - wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie przy  $p \leq 0.05$  (na podstawie testu Tukeya).

Symbol \* - oznacza istotną różnicę pomiędzy średnimi w rzędach stwierdzoną testem t-Studenta.

A, B - means marked with different superscripts in columns differ significantly at  $p \leq 0.05$  (Tukey's test).

Symbol \* - means a significant difference in rows defined by Student's test.

Nieistotne były różnice w poziomie akumulacji tego pierwiastka między wątrobą a nerkami, tak w grupie kóz, jak i u owiec, przy czym u zwierząt drugiej grupy poziom zanieczyszczenia wątroby (0,236 mg/kg) był dużo wyższy niż nerek (0,136 mg/kg). Wyższy poziom akumulacji Pb w wątrobie zwierząt przeżuwiających, pochodzących z rejonów o zwiększonym zanieczyszczeniu środowiska, został potwierdzony również w innych doniesieniach [1, 2, 20].

Na różnicowanie poziomu ołowiu w tkankach owiec w zależności od stopnia zanieczyszczenia środowiska zwraca uwagę Krełowska-Kułas [6], stwierdzając u zwierząt z obszaru woj. krakowskiego w mięśniach średnio 0,089 mg/kg, w wątrobie 0,318 mg/kg, a w nerkach 0,460 mg/kg ołowiu, natomiast u zwierząt z terenów rolniczych 10 razy mniej tego pierwiastka w mięśniach i wątrobie, a 20 razy mniej w nerkach, odpowiednio: 0,007; 0,030 i 0,020 mg/kg świeżej tkanki.

Oceniając poziom koncentracji metali ciężkich, m.in. ołowiu w tkankach jagniąt ubijanych w wieku do 3 dni życia, 2- do 4-tygodniowych oraz owiec dorosłych Studdziński i wsp. [14], stwierdzili większą zawartość Pb w wątrobie jagniąt najmłodszych (0,72 mg/kg), mniejszą u jagniąt starszych (0,58 mg/kg) i najmniejszą u owiec dorosłych (0,40 mg/kg).

Podsumowując należy stwierdzić, że wpływ biochemicznego działania metali ciężkich, m.in. kadmu i ołowiu na zwierzęta jest zagadnieniem złożonym i zależy od koncentracji, czasu oddziaływania oraz ilościowych współzależności między metalami.

## Wnioski

1. Poziom akumulacji kadmu i ołowiu w mięśniach i narządach wewnętrznych kóz, pochodzących z okolic Rzeszowa był niski. W tkankach owiec oznaczona zawartość ołowiu była niska, natomiast zawartość kadmu w mięśniach, a zwłaszcza w narządach wewnętrznych owiec była wysoka i przekraczała dopuszczalny limit pozostałości tego metalu w żywności.
2. Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomie koncentracji ołowiu między tkankami kóz i owiec, co może świadczyć o podobnym stopniu narażenia na ten pierwiastek organizmu tych zwierząt oraz o zbliżonej zdolności tych zwierząt do akumulowania ołowiu.
3. Nie stwierdzono istotnej różnicy w poziomie akumulacji kadmu i ołowiu między wątrobą a nerkami u kóz i owiec, przy czym z uwagi na dość wysoki poziom ołowiu, a zwłaszcza kadmu w narządach wewnętrznych ocenianych zwierząt surowce te posiadają ograniczoną przydatność do celów kulinarnych i przerobu technologicznego.
4. Na podstawie uzyskanych wyników z oceny tkanek kóz i owiec można wnosić, że poziom zanieczyszczenia kadmem i ołowiem środowiska naturalnego z okolic Rzeszowa jest relatywnie niski i na ogół bezpieczny dla ludzi i zwierząt.

## LITERATURA

- [1] Enne G., Leita L., Giardini I., Sequi P.: Badania nad zależnością pomiędzy stopniem skażenia środowiska metalami ciężkimi a ich akumulacją w organizmie owiec. *Med. Weter.*, **45**, 9-10, 1989, 565-568.
- [2] Jarosz W.: Zanieczyszczenie metalami ciężkimi traw rosnących na obrzeżu dróg. *Med. Wet.*, **50**, 1, 1994, 23-26.
- [3] Kabata-Pendias A., Pendias H.: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa 1993.
- [4] Kaszubkiewicz Cz., Madej J.A., Sobiech A.: Zachowanie się wybranych wskaźników biochemicznych i metali ciężkich (Zn, Cd i Pb) w stanach hipokupremii u jagniąt. *Med. Weter.*, **40**, 3, 1984, 144-146.

- [5] Kołacz R., Dobrzański Z., Nowakowska A.: Stężenie Cu, Zn, Pb, Cd we krwi oraz kształtowanie się wybranych parametrów hematologiczno-biochemicznych u bydła i owiec z rejonu oddziaływania przemysłu miedziowego. Mater. Międzyn. Sesji Nauk., nt. „Higienizacja wsi”, Lublin 19-20.09.1995, 65-68.
- [6] Krelowska-Kułas M.: Badania zawartości niektórych metali ciężkich w wybranych narządach wewnętrznych i mięsie zwierząt rzeźnych. Filia AR w Rzeszowie, Mat. Sesji Nauk. nt. „Uwarunkowania jakości surowców i produktów spożywczych”, Rzeszów 17-18.09.1992, 190-196.
- [7] Krupa J.: Badania bioakumulacji toksycznych metali ciężkich w mięśniach i narządach wewnętrznych zwierząt gospodarskich z południowo-wschodniego makroregionu Polski. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy nr 220, Kraków 1997.
- [8] Krupa J.: Zawartość metali toksycznych w mięsie i narządach wewnętrznych koźląt z Polski południowo-wschodniej. Probl. Zagospod. Ziem Górskich, 39, 1995, 77-86.
- [9] Krupa J., Szmulik A.: Zawartość metali ciężkich (As, Cd, Pb i Hg) w tkankach koźląt. Prace Towarzystwa Naukowego w Rzeszowie, ser. Towaroznawstwo i Przetwórstwo, 3, 1995, 77-85.
- [10] Krupa J., Zin M., Szmulik A.: Ocena zawartości niektórych metali ciężkich w tkankach bydła i koni z rejonu południowo-wschodniej Polski. Prace Towarzystwa Naukowego w Rzeszowie, ser. Towaroznawstwo i Przetwórstwo, 2, 1994, 35-43.
- [11] Praca zbiorowa pod redakcją Bodak E. i Dobrzańskiego Z.: Ekotoksykologiczne problemy chowu zwierząt w rejonach skażeń metalami ciężkimi. Centrum Badawczo-Projektowe Miedzi „Cuprum”, Wrocław-Rudna 1997.
- [12] Ruszczyk Z.: Metodyka doświadczeń zootechnicznych. PWRiL, Warszawa 1978.
- [13] Sikora T.: Jakość i stopień chemicznego skażenia mięsa i organów wewnętrznych testowych zwierząt rzeźnych z krakowskiej strefy ekologicznie zagrożonej. Zesz. Nauk AE w Krakowie. Monografia, nr 117, Kraków 1993,.
- [14] Studziński T., Wałkuska G., Saddour A.: Stężenie ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w wątrobie, nerkach, mięśniach szkieletowych i mózgowiu jagniąt i owiec dorosłych. Bromat. Chem. Toksykol., 25, 4, 1992, 355-360.
- [15] Tavonen R., Kumpulainen J.: Lead and cadmium contents in pork, beef and chicken, and in pig and cow liver in Finland during 1991. Food Additiv. Contamin., 11, 4, 1994, 415-426.
- [16] Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 31 marca 1993 r. w sprawie wykazu substancji dodatkowych dozwolonych i zanieczyszczeń technicznych w środkach spożywczych i użytkach. M.P., nr 22, poz. 233.
- [17] Żebrowska-Rasz H.: Zanieczyszczenia chemiczne w tkankach zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego. Przegl. Hod., 10, 1992, 1-5.
- [18] Żmudzki J.: Oznaczanie zawartości ołowiu w materiale biologicznym metodą spektrofotometrii atomowo-absorpcyjnej. Med. Wet., 33, 3, 1977, 179-181.
- [19] Żmudzki J.: Oznaczanie zawartości kadmu w materiale biologicznym metodą absorpcji spektrometrii atomowej. Bromat. Chem. Toksykol., 13, 1, 1980, 77-81.
- [20] Żmudzki J., Juskiewicz T., Szkoda J., Szprengier-Juskiewicz T.: Ołów, rtęć, cynk, miedź i żelazo w tkankach koni w Polsce. Med. Wet., 47, 5, 1991, 217-219.

## CADMIUM AND LEAD LEVELS IN MUSCLES, LIVER AND KIDNEY OF GOATS AND SHEEP FROM RZESZÓW REGION

### S u m m a r y

Accumulation level of cadmium and lead was determined in *m. longissimus dorsi*, *m. biceps femoris*, liver and kidney of 15 young castrated goat males and 12 young wethers from Rzeszów region. On the basis of Polish regulations the meat of animals of both species was considered as fully acceptable for consumption. Livers and kidneys of animals of both species were found to contain relatively high levels of cadmium, and lead, and thus were considered of a limited nutritive value. Cadmium level in liver and kidney of sheep was higher ( $p \leq 0.05$ ) than in respective organs of goats. While the levels of lead did not differ between the liver and kidney, or between goats and sheep. ❖