

Józef Szkoda*, Agnieszka Nawrocka*, Mirosława Kmiecik*,
Jan Żmudzki*

**BADANIA KONTROLNE PIERWIASTKÓW TOKSYCZNYCH
W ŻYWNOSCI POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO**

**MONITORING STUDY OF TOXIC ELEMENTS IN FOOD OF ANIMAL
ORIGIN**

Słowa kluczowe: pierwiastki toksyczne, badania urzędowe, żywność zwierzęcego pochodzenia.

Key words: toxic elements, monitoring study, food of animal origin.

The determination of toxic elements in food of animal origin is very significant element of food safety strategy and of public health. The residue control programme for toxic elements as a part of the National Residue Control Plan covers all food producing animals, milk, eggs, and honey. The range of the monitoring studies is annually considered to food safety standards, requirements of international organizations and food importers. Determination of lead, cadmium, mercury and arsenic was carried out using several techniques of atomic absorption spectrometry. The procedures used in the metal determinations were elaborated and validated and are regularly checked in intralaboratory and interlaboratory comparisons.

In 2010 year about 3250 samples of food of animal origin were analyzed for toxic elements and indicated, that mean value of lead, cadmium, mercury and arsenic were low. Only 33 samples (1.0%) were noncompliant, particularly lead and cadmium. The low percentage of noncompliant samples indicated that food of animal origin is safe for consumers. Additionally provisional tolerable intake (PTWI) for examined elements (Pb, Cd, Hg, As) in the level of few percentage support above statement.

* *Dr hab. Józef Szkoda, prof. nadzw., mgr inż. Agnieszka Nawrocka, mgr inż. Mirosława Kmiecik, prof. dr hab. Jan Żmudzki – Zakład Farmakologii i Toksykologii, Państwowy Instytut Weterynaryjny - Państwowy Instytut Badawczy, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; tel.: 81 889 31 46; e-mail: szkoda@piwet.pulawy.pl*

1. WPROWADZENIE

W grupie pierwiastków toksycznych zanieczyszczających środowisko czołowe miejsce zajmują takie pierwiastki jak: ołów, kadm, rtęć czy arsen. Zanieczyszczenie żywności związkami tych metali jest związane w dużej mierze z działalnością gospodarczą człowieka, zastosowaniem w wielu gałęziach przemysłu, co jednocześnie związane jest z emisją i nagromadzeniem się pierwiastków toksycznych w środowisku [Farmer i Farmer 2000, Koréneková i in. 2002, Ng i in. 2003].

Aktualnie głównym źródłem narażenia ludzi i zwierząt na pierwiastki toksyczne jest spożywanie zanieczyszczonej żywności i pasz [Alonso i in. 2000, Innis i in. 2006, Sedki i in. 2003, Swarup i in. 2005]. Badanie zawartości pierwiastków toksycznych w żywności zwierzęcego pochodzenia jest niezwykle ważnym elementem w aspekcie ochrony zdrowia człowieka. Zgodnie z obowiązującymi przepisami (Rozporządzenie (WE) Nr 882/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. oraz Dyrektywa Rady 96/23/WE z dnia 28 kwietnia 1996 r., a także Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia z dnia 28 lipca 2006 r.) kompleksowym programem badań kontrolnych pozostałości chemicznych i biologicznych w tym pierwiastków toksycznych, są objęte wszystkie gatunki zwierząt rzeźnych oraz mleko, jaja i miód. Zakres tych badań każdego roku dostosowywany jest do aktualnych standardów bezpieczeństwa żywnościowego konsumenta oraz wymagań organizacji międzynarodowych i importerów najszej żywności [Żmudzki 2008].

2. MATERIAŁ I METODY

Badaniami w zakresie zanieczyszczeń pierwiastkami toksycznymi (ołów, kadm, rtęć i arsen) w Polsce w 2010 roku, objęto tkanki (mięśnie, wątroba) wszystkich gatunków zwierząt rzeźnych oraz mleko, jaja i miód. Badano tkanki pobrane od 271 sztuk bydła, 510 świń, 150 koni (mięśnie), 122 zwierząt łownych, 367 sztuk drobiu (kurczęta, indyki, gęsi i kaczki), 30 królików, 92 ryb (karp, pstrąg – mięśnie).

Pierwiastki toksyczne oznaczono także w 150 próbkach mleka surowego przeznaczonego do skupu, 100 próbkach jaj kurzych (1 próbka stanowi 12 jaj) oraz 40 próbkach miodu.

Materiał do badań pobierali wyznaczeni lekarze Inspekcji Weterynaryjnej zgodnie z obowiązującą instrukcją Głównego Lekarza Weterynarii. Badania realizowane były 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.

Ołów i kadm oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją w piecu grafitowym po mineralizacji próbek na sucho w piecu elektrycznym w temp. 450°C [Szkoda, Żmudzki 2005]. Arsen oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej

z wykorzystaniem techniki generacji wodorków, po mineralizacji próbek z azotanem magnezu w piecu elektrycznym w temp. 550°C [Szkoda, Żmudzki 2006]. Analizę rtęci wykonywano metodą bezpłomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej w analizatorze rtęci AMA 254 [Szkoda i in. 2006].

Wiarygodność uzyskanych wyników badań jest zapewniana przez wdrożenie i realizowanie w laboratorium programów sterowania jakością badań, na które składają się:

- 1) analiza próbek kontrolnych,
 - 2) analiza certyfikowanych materiałów referencyjnych,
- a także
- 3) 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 Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi [Rozporządzenie... 2010], od kilku lat uczestniczy w badaniach biegłości organizowanych przez laboratoria referencyjne Unii Europejskiej (UE) ds. pasz i żywności: European Union Reference Laboratory for Chemical Elements in Food of Animal Origin (EURL-CEFAO), Rzym, Włochy oraz European Union Reference Laboratory for Heavy Metals in Feed and Food (EURL), Geel, Belgia. Każdego roku laboratorium ZFT uczestniczy w 4–6 badaniach, prowadząc oznaczanie Pb, Cd, Hg, As, Cu i Zn, w różnorodnych matrycach (mleko, tkanki zwierzęce mrożone, liofilizowane, konserwy, pasze i dodatki paszowe) organizowanych przez laboratoria referencyjne Unii Europejskiej.

W podobnym zakresie badania biegłości organizuje Krajowe Laboratorium Referencyjne w Puławach dla laboratoriów ZHW uczestniczących w badaniach kontrolnych pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego.

3. WYNIKI BADAŃ I OMÓWIENIE

Badania przeprowadzone w 2010 roku w 3250 próbkach wykazały, że stężenia pierwiastków toksycznych w tkankach zwierząt, mleku, jajach i miodzie układały się na niskim poziomie i nie budziły zastrzeżeń higieniczno-toksykologicznych (tab. 1 i 2).

Analiza uzyskanych wyników badań wykazała, że średnie zawartości pierwiastków, a zwłaszcza ołowiu i kadmu w mięśniach i wątrobach bydła, świń i drobiu pochodzących z terenu południowo-wschodniej Polski są znacznie wyższe w porównaniu z zawartością tych pierwiastków w pozostałych regionach kraju (rys. 1–4). Nie przekraczają one jednak limitów obowiązujących w krajach Unii Europejskiej.

Tabela 1. Zawartość ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu w tkankach zwierząt w mg/kg św.m.

Table 1. Content of lead, cadmium, mercury, and arsenic in food of animal origin in mg/kg wet weight

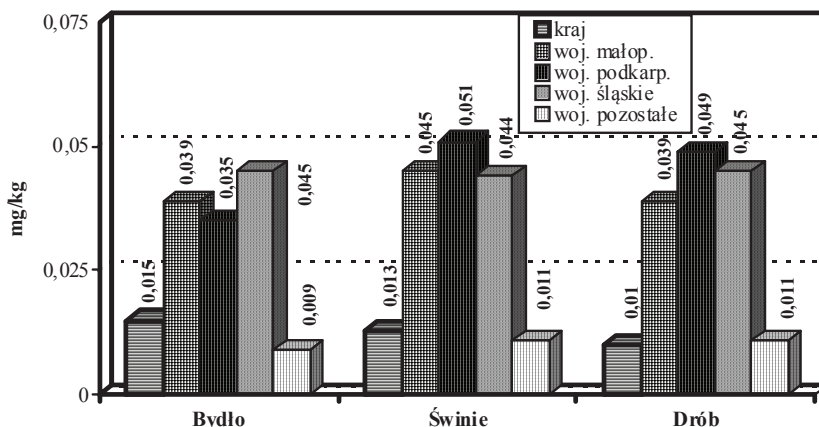
Badane parametry		Badane tkanki zwierząt											
		bydło		świnie		zwierzęta łowne		drób		owce		króliki	
		M*	W**	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W
Pb	n	271	262	510	497	122	87	367	364	18	18	30	30
	\bar{X}	0,015	0,084	0,013	0,053	0,273	0,067	0,010	0,032	0,033	0,190	0,033	0,174
	SD	0,023	0,098	0,028	0,092	1,821	0,067	0,020	0,069	0,027	0,129	0,030	0,144
	maks.	0,090	0,423	0,458	0,557	19,578	0,512	0,095	0,465	0,084	0,439	0,081	0,406
Cd	n	271	262	510	498	122	87	367	364	18	18	30	30
	\bar{X}	0,002	0,110	0,001	0,045	0,002	0,170	0,001	0,047	0,004	0,202	0,002	0,044
	SD	0,005	0,085	0,005	0,107	0,006	0,181	0,003	0,062	0,004	0,147	0,003	0,032
	maks.	0,041	0,480	0,070	2,040	0,051	0,980	0,034	0,354	0,011	0,623	0,012	0,145
Hg	n	271	262	510	497	122	87	367	364	18	18	30	30
	\bar{X}	<0,001	0,002	0,001	0,001	0,004	0,010	<0,001	0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,001
	SD	0,001	0,004	0,002	0,005	0,005	0,012	0,001	0,002	0,003	0,0003	0,0003	0,002
	maks.	0,019	0,044	0,015	0,080	0,051	0,067	0,018	0,019	0,001	0,009	0,001	0,006
As	n	271	262	510	497	122	87	367	364	18	18	30	30
	\bar{X}	0,005	0,015	0,003	0,007	0,005	0,006	0,004	0,010	<0,002	0,002	<0,002	<0,002
	SD	0,019	0,032	0,017	0,023	0,011	0,008	0,017	0,032	0,001	0,002	0,001	0,002
	maks.	0,019	0,200	0,160	0,170	0,099	0,038	0,140	0,280	0,002	0,006	0,003	0,005

Objaśnienia: *M – mięśnie; **W – wątroba.

Tabela 2. Zawartość ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu w mięśniach koni, ryb oraz jajach, mleku i miodzie w mg/kg św.m.

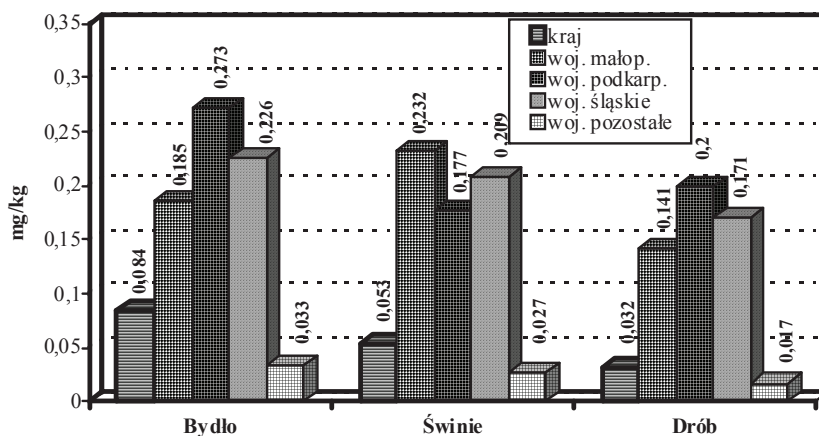
Table 2. Content of lead, cadmium, mercury and arsenic in horses muscle, fish and eggs, milk, honey in mg/kg wet weight

Badane parametry		Badany materiał				
		konie	ryby	jaja	mleko	miód
Pb	n	151	92	100	147	41
	\bar{X}	0,028	0,016	0,014	0,003	0,021
	SD	0,027	0,028	0,030	0,016	0,022
	maks.	0,153	0,190	0,146	0,190	0,121
Cd	n	151	92	100	147	41
	\bar{X}	0,059	0,001	0,001	<0,001	0,003
	SD	0,091	0,002	0,002	0,001	0,006
	maks.	0,498	0,012	0,010	0,004	0,024
Hg	n	151	92	100	147	41
	\bar{X}	<0,001	0,036	<0,001	<0,001	<0,001
	SD	0,002	0,052	0,001	0,0002	0,001
	maks.	0,017	0,361	0,006	0,002	0,003
As	n	151	92	100	147	41
	\bar{X}	0,001	0,121	0,002	<0,002	0,003
	SD	0,002	0,258	0,009	0,001	0,003
	maks.	0,009	1,542	0,070	0,008	0,015



Rys. 1. Stężenia ołowiu w mięśniach zwierząt

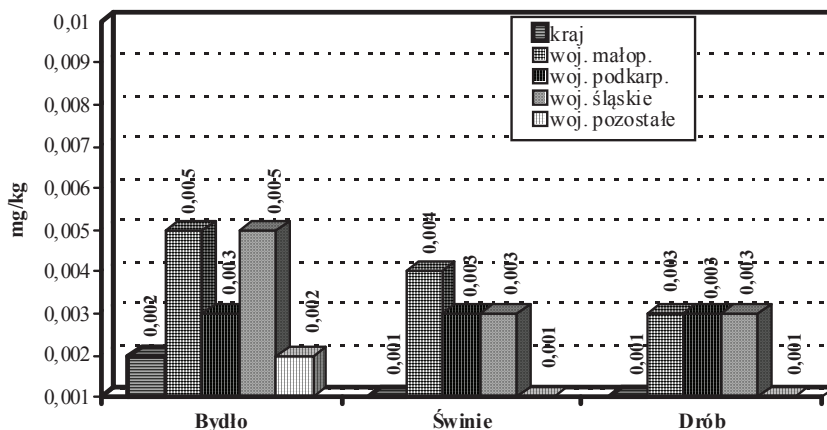
Fig. 1. Concentrations of lead in muscle animals



Rys. 2. Stężenia ołowiu w wątrobach zwierząt

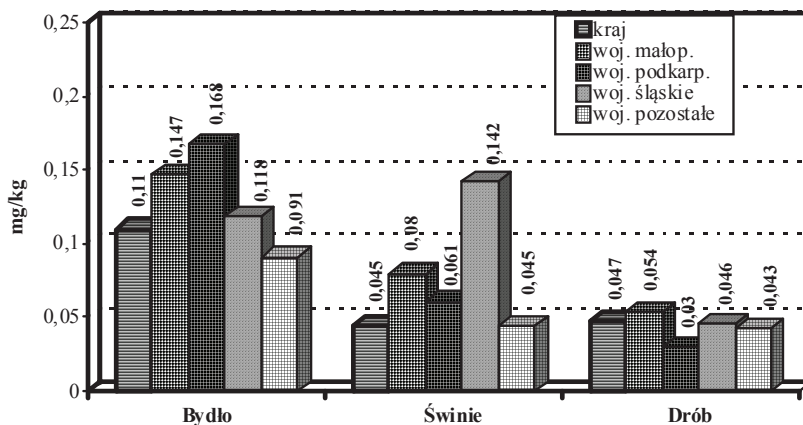
Fig. 2. Concentrations of lead in liver animals

Oceny wyników zawartości ołowiu, kadmu i rtęci w żywności dokonuje się zgodnie z rozporządzeniem 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 żywnościowe [Rozporządzenie... 2006, 2008, 2011].



Rys. 3. Stężenia kadmu w mięśniach zwierząt

Fig. 3. Concentrations of cadmium in muscle animals



Rys. 4. Stężenia kadmu w wątrobach zwierząt

Fig. 4. Concentrations of cadmium in liver animals

Uwzględniając wysoką toksyczność ołowiu, kadmu i rtęci, a także brak limitów w odniesieniu do arsenu wiele państw członkowskich Unii Europejskiej ustaliło tzw. krajowe poziomy działania dla tych pierwiastków w wielu produktach żywnościowych, które nie są objęte wyżej wspomnianym 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 Krajo-

wym programie badań kontrolnych obecności substancji niedozwolonych oraz pozostałości chemicznych, biologicznych i produktów leczniczych u zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego (tab. 3), który corocznie jest zatwierdzany przez Głównego Lekarza Weterynarii i Komisję Europejską, stając się obowiązującym prawem.

Tabela 3. Poziomy działania dla zanieczyszczeń pierwiastkami toksycznymi żywności pochodzenia zwierzęcego (mg/kg św. m.), przyjęte dla urzędowych badań kontrolnych

Table 3. Maximum levels for certain contaminants of toxic elements in food of animal origin (mg/kg wet weight) establishment for national residue control plan

Produkt	Ołów	Kadm	Rtęć	Arsen
Mięso	0,10	0,05*	0,02	0,20
Wątroba	0,50	0,50	0,05	0,50
Nerki	0,50	1,00	0,05	0,50
Ryby	0,30	0,05	0,50	4,00
Mleko	0,02	0,01	0,01	0,10
Jaja	0,30	0,05	0,02	0,20
Miód	0,30	0,03	0,01	0,20

Objaśnienia: *Mięso koni – 0,20 mg/kg.

W badaniach prowadzonych w roku 2010 (tab. 4), w 33 próbkach (1,0 % badanych próbek) stwierdzono przekroczenia najwyższych dopuszczalnych zawartości oznaczanych pierwiastków, a szczególnie ołowiu i kadmu, które dotyczyły zarówno mięśni, jak i wątrob pobranych od ubijanych zwierząt, a głównie świń, koni i zwierząt łownych.

Tabela 4. Liczba próbek z przekroczeniami najwyższych dopuszczalnych poziomów i wartości maksymalne

Table 4. Number of samples above maximum levels and maximum value

Gatunek	Rodzaj tkanki	Pierwiastek	Liczba próbek > NDP***	Wartość maks., mg/kg
Bydło	mleko (147)**	ołów (Pb)	1	0,19
Świnie (510)*	mięśnie	ołów (Pb)	1	0,46
	wątroba	ołów (Pb)	1	0,56
	wątroba	kadm (Cd)	2	0,50
Konie (151)*	mięśnie	kadm (Cd)	9	0,50
Zwierzęta łowne (122)*	mięśnie	ołów (Pb)	12	19,58
	wątroba	ołów (Pb)	1	0,51
	wątroba	kadm (Cd)	3	0,98
	mięśnie	rtęć (Hg)	2	0,04

Objaśnienia:

* Liczba badanych zwierząt.

** Liczba badanych próbek.

*** Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z 19 grudnia 2006 r. (Dz.U L 364/5 z 20.12.2006 r. z późniejszymi zmianami).

W wieloletnich badaniach nad skażeniem żywności pochodzenia zwierzęcego wykazywano, że w grupie metali toksycznych (ołów, kadm, rtęć i arsen) kluczowe miejsce zajmował ołów i kadm, zarówno pod względem liczby przekroczeń dopuszczalnych zawartości jak i skali zagrożenia [Szkoda, Żmudzki 2006].

W aktualnych unormowaniach prawnych [Rozporządzenie... 2006, 2008, 2011] dopuszczalna zawartość ołowiu w mięsie zwierząt rzeźnych określona została na poziomie 0,10 mg/kg, a zawartość kadmu (z wyjątkiem koniny) na poziomie 0,05 mg/kg. Zawartości maksymalne obydwu tych pierwiastków w wątrobie określono na poziomie 0,50 mg/kg.

Korzystna pod względem zawartości badanych pierwiastków w wątrobie ocena mięsa (pojedyncze przekroczenia dopuszczalnych limitów) oraz mleka (brak próbek z wartościami powyżej dopuszczalnego limitu) wskazuje, że produkty te nie stanowią zagrożenia dla zdrowia konsumenta. Opinię taką potwierdzają autorzy również na podstawie swoich wcześniejszych badań [Szkoda 2009; Żmudzki i in. 2001]. Obserwowane na przestrzeni ostatnich lat w Ameryce Północnej i w Europie obniżające się stężenia kadmu w żywności dały podstawę Komitetowi Naukowemu Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (European Food Safety Authority, EFSA) do obniżenia dopuszczalnego tygodniowego pobrania (PTWI) kadmu do wartości 2,5 µg/kg masy ciała [EFSA... 2009]. Dopuszczalna wartość PTWI dla ołowiu (25 µg/kg masy ciała) pozostaje w dalszym ciągu na niezmiennym poziomie.

Zgodnie z zaleceniami Komitetu Ekspertów FAO/WHO tymczasowe tolerowane tygodniowe pobranie (PTWI) arsenu przez dorosłego człowieka nie powinno przekraczać 15 µg/kg masy ciała. Wartość PTWI dotycząca rtęci całkowitej określona została na poziomie 5 µg/kg masy ciała, a rtęci organicznej (metylortęci) – 1,6 µg/kg masy ciała [EFSA... 2004].

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość badanych pierwiastków, tj. ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu, w żywności pochodzenia zwierzęcego stanowi zaledwie kilka procent tolerowanego tygodniowego pobrania.

4. WNIOSKI

1. W badaniach prowadzonych w 2010 roku w 33 próbkach (1,0% badanych) stwierdzono przekroczenia najwyższych dopuszczalnych zawartości oznaczanych pierwiastków, a szczególnie ołowiu i kadmu.
2. Wyższe stężenia ołowiu i kadmu stwierdzono w próbkach pobranych od świń, bydła i drobiu pochodzących z terenu południowo-wschodniej Polski.
3. Wieloletnie badania zawartości pierwiastków toksycznych (Pb, Cd, Hg, As) w żywności pochodzenia zwierzęcego, pozwalają ocenić ją jako bezpieczną dla konsumenta.
4. Pobranie ołowiu, kadmu, rtęci i arsenu z żywnością stanowi zaledwie kilka procent wartości dopuszczalnego tygodniowego pobrania (PTWI).

Badania zostały wykonane przy współudziale: mgr Marka Kossakowskiego – ZHW Białystok, mgr Agnieszki Jelińskiej – ZHW Gdańsk, mgr Aliny Żak-Sobotowskiej – ZHW Katowice, mgr Beaty Derlatki – ZHW Poznań, mgr Katarzyny Just – ZHW Warszawa, mgr Anny Pietrzak-Kawy – ZHW Wrocław.

PIŚMIENNICTWO

- ALONSO M.L., BENEDITO J.L., MIRANDA M., CASTILLO C., HERNANDEZ J., SHORE R.F. 2000. Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. *Sci. Total Environ.* 246: 237–248.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2004. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food. *The EFSA Journal* 34: 1–14.**
- EFSA (European Food Safety Authority). 2009. Cadmium in food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal* 980: 1–139.**
- FARMER A.A., FARMER A.M. 2000. Concentrations of cadmium, lead and zinc in livestock feed and organs around a metal production centre in eastern Kazakhstan. *Sci. Total Environ.* 257: 53–60.
- INNIS S.M., PALATY J., VAGHRI Z., LOCKITH G. 2006. Increased levels of mercury associated with high fish intake among children from Vancouver, Canada. *J. Pediatr.* 148: 759–763.
- KORÉNEKOWÁ B., SKALICKÁ M., NAD P. 2002. Concentration of some heavy metals in cattle reared in the vicinity of metallurgic industry. *Veterinarski Arhiv.* 72: 259–267.
- NG J.C., WANG J., SHRAIM A. 2003. A global health problem caused by arsenic from natural sources. *Chemosphere* 52: 1353–1359.
- Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz. U. UE, L 364/5 z 20.12.2006).**
- 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).**
- Rozporządzenie Komisji (WE) NR 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz. U. UE, L 173/6 z 3.07.2008 r.).**
- 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 r.).**

- 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 30.04.2011 r.).**
- SEDKI A., LEKOUCH N., GAMON S., PINEAU A. 2003. Toxic and essential trace metals in muscle, liver and kidney of bovines from a polluted area Morocco. *Sci. Total Environ.* 317: 201–205.
- SWARUP D., PATRA R.C., NARESH R., KUMAR P., SHEKHAR P. 2005. Blood lead in lactating cows reared around polluted localities; transfer of lead into milk. *Sci. Total Environ.* 347: 106–110.
- SZKODA J., ŻMUDZKI J. 2001. Pierwiastki toksyczne w tkankach zwierząt łownych. *Medycyna Wet.* 57: 883–886.
- SZKODA J., ŻMUDZKI J. 2005. Determination of lead and cadmium in biological material by graphite furnace atomic absorption spectrometry method. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 49: 89–92.
- SZKODA J., ŻMUDZKI J. 2006. Determination of arsenic in biological material by hydride generation atomic absorption spectrometry method. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 4: 89–92.
- SZKODA J., ŻMUDZKI J., GRZEBALSKA A. 2006. Determination of total mercury in biological material by atomic absorption spectrometry method. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 50: 363–366.
- SZKODA J., ŻMUDZKI J. 2006. Distribution of lead and cadmium concentrations in pigs and bovine tissues in the last 30 years. *Polish J. Environ. Stud.* 15: 185–188.
- SZKODA J. 2009. Pierwiastki toksyczne w żywności pochodzenia zwierzęcego i paszach. *Magazyn Weterynaryjny* 18: 108–110.
- ŻMUDZKI J., NIEWIADOWSKA A., SZKODA J., SEMENIUK S. 2001. Toksyczne zanieczyszczenia żywności pochodzenia zwierzęcego w Polsce. *Med. Pr.* 52; Supl. 14: 35–40.
- ŻMUDZKI J. 2008. Kontrola pozostałości chemicznych w tkankach zwierząt i żywności – ważny element w ochronie zdrowia publicznego, *Postępy Nauk Rolniczych, Zeszyty Naukowe PAN* 2; 333: 49–59.