

# Pozostałości pestycydów w żywności pochodzenia zwierzęcego w latach 1997-2006 w Polsce

ALICJA NIEWIADOWSKA, STANISŁAW SEMENIUK, JAN ŻMUDZKI

Zakład Farmakologii i Toksykologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego,  
Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Niewiadowska A., Semeniuk S., Żmudzki J.

## Pesticide residues in food of animal origin in 1997-2006 in Poland

### Summary

The paper presents the results of monitoring pesticide residues in food of animal origin for the 10-year-period of 1997-2006. The control plan included the analysis of organochlorine pesticides, organophosphorous compounds, pyrethroids, and carbamates in a variety of food samples: fat, muscle and liver from different animal species, milk, eggs and honey.

The residue program exists in accordance with Council Directive 96/23/EC and legislation of the Ministry of Agriculture and Rural Development. The residue examinations are performed by the National Veterinary Research Institute in Puławy (National Reference Laboratory) and Regional Veterinary Inspection Laboratories (ZHW) located in Białystok, Gdańsk, Katowice, Poznań, Warsaw and Wrocław. Over the period of 10 years more than 24 500 samples were tested for pesticide residues in all food commodities and only a few samples were non-compliant.

The occurrence of organochlorine pesticides was recorded quite frequently, although their concentrations were comparatively low, even several times lower in comparison to the permitted maximum residue levels (MRL). The residues of other groups of pesticides were detected in none of the tested samples.

Regular testing within the national residue control program indicates that Polish food of animal origin contains low levels of these contaminants and is safe for consumers.

**Keywords:** pesticides, residue monitoring in food, food safety

Jednym z podstawowych działań zapewniających bezpieczeństwo żywności jest stała kontrola obecności substancji szkodliwych. Badania takie to nie tylko zabezpieczenie zdrowia konsumentów, ale spełnienie wymagań dotyczących jakości produkowanej żywności dla potrzeb rynku wewnętrznego oraz w międzynarodowym handlu żywnością. Wymagania te są bardzo wysokie i dotyczą zarówno różnorodności badanych związków, jak i metod analitycznych stosowanych do ich wykrywania.

Badania nad oceną skażeń żywności pestycydami rozpoczęto w latach 60. lub na początku lat 70. w wielu uprzemysłowionych krajach. Wyniki tych badań były podstawą do wprowadzenia ograniczeń, a następnie zakazu stosowania i produkcji pestycydów chloroorganicznych. Zakaz stosowania DDT wprowadzono w USA już w 1972 r. W Polsce preparaty zawierające DDT były sukcesywnie wycofywane z użycia od 1972 r. Proces ten został zakończony w 1975 r. W krajach UE stosowanie HCH jako pestycydu zawierającego poniżej 99%  $\gamma$ -HCH zakazano od 1981 r., a całkowity zakaz stosowania  $\gamma$ -HCH jako substancji czynnej – od 2002 r. W Polsce zakaz stosowania lindanu wprowadzono w latach 1988-1990. Badania pozostałości związków chloroorganicznych są nadal podstawowym elementem każdego programu monitorującego skażenia żywności i pasz (8, 9, 12, 13, 15, 16, 18, 19).

W Polsce regularne badania nad kształtowaniem się pozostałości pestycydów w tkankach zwierząt, w mleku i w jajach rozpoczęto już w 1969 r. w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym w Puławach (14). Prace te prowadzone były corocznie na zlecenie i przy współpracy resortu rolnictwa. Weterynaryjny system badań pozostałości, który pierwotnie dotyczył pestycydów chloroorganicznych, został później poszerzony o inne związki chemiczne, takie jak: polichlorowane bifenyle, toksyczne pierwiastki, miktotoksyny, a także wybrane grupy leków weterynaryjnych.

W świetle nowej strategii Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa żywności, badania kontrolne pozostałości chemicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego muszą być zdecydowanie ukierunkowane na wykrywanie zagrożeń dla zdrowia człowieka. Nowe zasady organizowania i prowadzenia badań pozostałości chemicznych w tkankach zwierząt, żywności pochodzenia zwierzęcego, wodzie i paszach obowiązują od 1 lipca 1997 r. (1-3, 6, 7, 10, 21). Wszystkie analizowane substancje zgodnie z obowiązującymi unormowaniami (2, 10) podzielone są na grupę A i grupę B. Do grupy A zalicza się substancje wykazujące działanie anaboliczne oraz związki chemiczne, których stosowanie u zwierząt jest niedozwolone. Natomiast grupa B obejmuje produkty lecznicze,

zanieczyszczenia chemiczne oraz inne zanieczyszczenia. Do tej grupy zalicza się badane różne grupy pestycydów.

W 2004 r. weterynaryjny krajowy program badań kontrolnych pozostałości w tkankach zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego został uznany za zgodny z Dyrektywą Rady 96/23/EC i zatwierdzony przez Unię Europejską Decyzją Komisji 2004/449/EC (4). Dostosowanie programu kontroli pozostałości do standardów Unii Europejskiej, to ogromny sukces wszystkich środowisk weterynaryjnych zaangażowanych w organizację i wykonawstwo badań. Za realizację programu badań pozostałości odpowiedzialne jest Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Inspekcja Weterynaryjna. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że od samego początku prowadzenia tego rodzaju badań w Polsce, to jest od ponad 35 lat, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy (PIWet-PIB) w Puławach pełni rolę koordynatora (14, 17, 20, 21), a od 5 lat również Krajowego Laboratorium Referencyjnego. Założenia programu badań pozostałości, jego plan, opracowywane są w PIWet-PIB, zatwierdzane do realizacji przez Głównego Lekarza Weterynarii, a następnie akceptowane przez Komisję Europejską.

W Polsce aktualną podstawą prawną do prowadzenia kontroli pozostałości w żywności pochodzenia zwierzęcego zgodnie z Dyrektywą Rady 96/23/EC jest Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 lipca 2006 r. (10).

### Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły próbki tkanki tłuszczowej, mięśni i wątrób różnych gatunków zwierząt oraz mleko krowie, jaja kurze i miód. Próbki do badań pobierali lekarze Inspekcji Weterynaryjnej zgodnie z uaktualnianą każdego roku instrukcją Głównego Lekarza Weterynarii i dostarczali je wraz ze świadectwem pochodzenia. Próbki pobierane były w różnych miejscach wytwarzania żywności: w rzeźniach, w zlewniach mleka, fermach i obiektach hodowlanych.

System pobierania próbek ujęty jest w unormowaniach prawnych (1, 2, 7, 10). Określone są w nim gatunki badanych zwierząt i rodzaj próbek, a minimalne liczby pobieranych próbek produktów pochodzenia zwierzęcego oraz minimalne liczby zwierząt, od których pobiera się próbki, oblicza się na podstawie danych o ubojach i produkcji żywności z poprzedniego roku.

Próbki badano w kierunku obecności pozostałości pestycydów chloroorganicznych i fosforoorganicznych, a od 2003 r. rozszerzono zakres badań o pyretroidy i karbaminiiny. Badane pestycydy chloroorganiczne to: DDT i jego metabolity,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, HCB, aldryna, dieldryna, endryna, cis-chlordan, trans-chlordan, oksychlordan, heptachlor, epoksyd heptachloru i metoksychlor. Wśród badanych pestycydów fosforoorganicznych należy wymienić: chlorfenwinfos, chloropiryfos, chloropiryfos metylowy, diazynon, dichlorfos, dimetoat, fenchlorfos, fenitroton, fention, kumafos, paration, paration metylowy i trichlorfon. W zakresie badanych pyretroidów są: bifentryna, cyflutryna, cyhalotryna, cypermetryna, fenwalerat, deltametryna i permetyryna, a karbaminiinów – karbaryl i propoksur. Wykrywanie oraz ilościowe oznaczanie badanych związków wykonywano metodami kapilarnej chromatografii gazowej z selektywną detekcją (ECD, FPD) i chromatografii cieczowej.

W realizacji badań, oprócz Zakładu Farmakologii i Toksykologii PIWet-PIB w Puławach (wszystkie kierunki badań),

uczestniczyły laboratoria Zakładów Higieny Weterynaryjnej (ZHW) w Białymstoku, Gdańsku, Katowicach, Poznaniu, Warszawie i Wrocławiu (pestycydy chloroorganiczne i fosforoorganiczne). Laboratoria stosowały zwalidowane procedury analityczne i posiadają certyfikaty akredytacji na zgodność z normą PN/EN ISO/IEC 17025 wydane przez Polskie Centrum Akredytacji.

Ważnym elementem prowadzonych badań jest zapewnienie jakości i wiarygodności stosowanych procedur analitycznych w laboratoriach. Stworzony został aktywny program zapewnienia jakości badań, który obejmuje, między innymi, regularne uczestnictwo w badaniach biegłości oraz szkoleniach analitycznych. Dla potrzeb programu kontroli pozostałości PIWet-PIB organizuje cztery razy w roku badania biegłości, w których obowiązkowo uczestniczą wszystkie laboratoria realizujące program. Instytut jako Laboratorium Referencyjne od wielu lat regularnie uczestniczy w międzynarodowych badaniach biegłości organizowanych przez Ministerstwo Rolnictwa, Rybołówstwa i Żywności w Anglii w ramach programu FAPAS (Food Analysis Performance Assessment Schemes) oraz programach badań organizowanych przez wspólnotowe laboratoria referencyjne (CRL Freiburg, Niemcy). W badaniach tych uzyskiwano bardzo dobre wyniki. Wartości Z-score były znacznie niższe niż kryterium gwarantujące, że laboratorium dostarcza wiarygodnych wyników (tzn. wartości „Z-score” między -2 a +2). Rezultaty wszystkich badań biegłości potwierdzają, że zarówno Instytut, jak i laboratoria ZHW biorące udział w badaniach pozostałości dostarczają wiarygodnych wyników, a stosowane przez te laboratoria metody charakteryzują się zadowalającymi parametrami walidacji.

### Wyniki i omówienie

W latach 1997-2006 przebadano łącznie 24 517 próbek tkanek i produktów zwierzęcych, w tym 17 289 próbek zbadano pod kątem zawartości pestycydów chloroorganicznych, 6135 próbek badano na obecność insektycydów fosforoorganicznych i około 1 tysiąca stanowiły próbki badane na obecność insektycydów pyretroidowych i karbaminianowych.

W badaniach kontrolnych w każdym roku wykonuje się ponad 2000 oznaczeń zawartości pestycydów. Rodzaj i liczby badanych próbek w kierunku oznaczeń zawartości poszczególnych grup pestycydów zestawiono w tab. 1-4.

Wyniki wieloletnich i systematycznie prowadzonych badań w PIWet-PIB wskazują na znaczne obniżenie się poziomów pestycydów chloroorganicznych w żywności zwierzęcego pochodzenia (14, 17, 20). Wyniki przeprowadzonych badań kontrolnych w latach 1997-2006 wskazują, że w ponad 65% badanych próbek tkanki tłuszczowej zwierząt, mleka i jaj stwierdzano niskie poziomy pozostałości pestycydów chloroorganicznych. Nadal wykrywa się niskie stężenia DDT i jego metabolitów, izomerów  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\gamma$ -HCH oraz HCB. Ich stężenia były najczęściej na poziomie setnych i tysięcznych części mg/kg, co stanowi zaledwie kilka procent wartości limitowanych dla tych związków. Nie stwierdza się obecności aldryny, dieldryny, endryny, heptachloru, epoksydu heptachloru, chlordanu i metoksychloru. W badaniach w 2006 r. nadal stwierdzono powszechność występowania niskich stężeń pestycydów chloroorganicznych. Najwięcej próbek bez pozostałości dotyczyło tkanek świń, kureząt i jaj. Obecność DDT i jego metabolitów wykryto w 68,5% badanych próbek tkanek zwierząt, mleka i jaj. HCB wykryto w 19% próbek, a izomery HCH w 27% próbek (tab. 2).

Tab. 1. Badania zawartości pestycydów chloroorganicznych w tkankach zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego

Rok badań	Liczba próbek badanych	Liczba próbek, n (%)		
		bez pozostałości	z pozostałościami	z wynikami > NDP
1997	2076	398 (19,2)	1678 (80,8)	13 (0,6) 2 – świnie 4 – kurczęta 4 – zwierzęta łowne 3 – mleko krowie
1998	2237	328 (14,7)	1909 (85,3)	13 (0,6) 12 – zwierzęta łowne 1 – jaja kurze
1999	2043	330 (16,1)	1713 (83,8)	6 (0,3) 1 – gęsi 3 – zwierzęta łowne 2 – jaja kurze
2000	1937	330 (17,0)	1607 (83,0)	4 (0,2) 1 – świnie 3 – zwierzęta łowne
2001	2012	605 (30,1)	1407 (69,9)	5 (0,25) 1 – świnie 1 – bydło 2 – zwierzęta łowne 1 – ryby
2002	1704	547 (32,1)	1157 (67,9)	0
2003	1518	394 (26,0)	1124 (74,0)	1 (0,06) 1 – zwierzęta łowne
2004	1284	334 (26,0)	950 (74,0)	0
2005	1267	435 (34,3)	832 (65,7)	0
2006	1211	381 (31,5)	830 (68,5)	1 (0,08) 1 – jaja kurze

Tab. 3. Badania pozostałości pestycydów fosforoorganicznych, pyretroidów i karbaminianów

Rok badań	Liczba próbek badanych			Liczba próbek z wynikami > NDP
	pestycydy fosforoorganiczne	pyretroidy	karbaminiany	
1997	869			0
1998	643			0
1999	630			0
2000	601			0
2001	832			0
2002	753			0
2003	694	191	94	0
2004	400	177	80	0
2005	352	197	89	0
2006	361	184	85	0

W badanych próbkach żywności pochodzenia zwierzęcego tylko w nielicznych przypadkach stwierdzano przekroczenia najwyższych dopuszczalnych pozostałości pestycydów (NDP) podanych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 18 maja 2007 r. (5, 11). Przekroczenia

Tab. 2. Zawartość pestycydów chloroorganicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego w 2006 roku

Rodzaj próbek	Liczba próbek badanych	Liczba próbek, n (%)		
		bez pozostałości	z pozostałościami	z wynikami > NDP
Bydło, tłuszcz	151	18 (11,9)	133 (88,1)	0
Świnie, tłuszcz	261	100 (38,3)	161 (61,7)	0
Owce/kozy, tłuszcz	20	3 (15,0)	17 (85,0)	0
Konie, tłuszcz	30	5 (16,7)	25 (83,3)	0
Kurczęta rzeźne, tłuszcz	154	57 (37,0)	97 (63,0)	0
Indyki, tłuszcz	40	6 (15,0)	34 (85,0)	0
Gęsi, tłuszcz	37	7 (18,9)	30 (81,1)	0
Kaczki, tłuszcz	24	7 (29,2)	17 (70,8)	0
Ryby (karp, pstrąg)	66	14 (21,2)	52 (78,8)	0
Mleko krowie	120	34 (28,3)	86 (71,7)	0
Jaja kurze	102	51 (50,0)	51 (50,0)	1
Króliki, tłuszcz	19	1 (5,3)	18 (94,7)	0
Zwierzęta łowne, tłuszcz (dziki, sarny, jelenie)	83	16 (19,3)	67 (80,7)	0
Miód	18	18 (100)		0
Ryby morskie – import	86	44 (51,2)	42 (48,8)	0
Razem	1211	381 (31,5)	830 (68,5)	1 (0,1)

Tab. 4. Badania pozostałości pestycydów fosforoorganicznych, pyretroidów i karbaminianów w 2006 roku

Rodzaj próbek		Liczba próbek badanych		
		pestycydy fosforoorganiczne	pyretroidy	karbaminiany
Bydło	mięśnie		12	5
	wątroby	88		
Świnie	mięśnie		63	25
	wątroby	144		
Owce/kozy	mięśnie		2	2
	wątroby	10		
Konie	mięśnie		2	2
	wątroby	17		
Kurczęta rzeźne	mięśnie		52	32
Indyki	mięśnie		15	5
Gęsi	mięśnie		8	5
Kaczki	mięśnie		8	5
Króliki	mięśnie		3	2
Zwierzęta łowne fermowe	mięśnie		2	2
Mleko krowie		86		
Miód		16	17	
Razem		361	184	85

dotyczyły tylko pestycydów chloroorganicznych. Najczęściej wynikami niezgodnymi (non-compliant) z obowiązującymi przepisami były stężenia sumy DDT w tkance

tłuszczowej dzików przekraczające wartość 1 mg/kg. Liczba wyników niezgodnych w ciągu kolejnych lat badań zmniejszała się z 13 w 1997 r. do tylko jednego wyniku w 2006 r. (tab. 1).

W badanych tłuszczach zwierzęcych najwyższe stężenia DDT i jego metabolitów występowały w tłuszczu zwierząt łownych (u dzików wyższe niż u saren) i ryb hodowlanych (karp, pstrąg). W tkankach świń, bydła, kurcząt i innych gatunków zwierząt oraz w jajach i w mleku zawartość tych związków nie przekraczała poziomu 0,1 mg/kg (ryc. 1).

W próbkach wątrób zwierzęcych, mleka i miodu nie wykryto pozostałości insektycydów fosforoorganicznych. W mięśniach świń, bydła, owiec, koni, królików i drobiu oraz miodzie również nie wykryto pozostałości innych grup insektycydów: pyretroidów i karbaminianów.

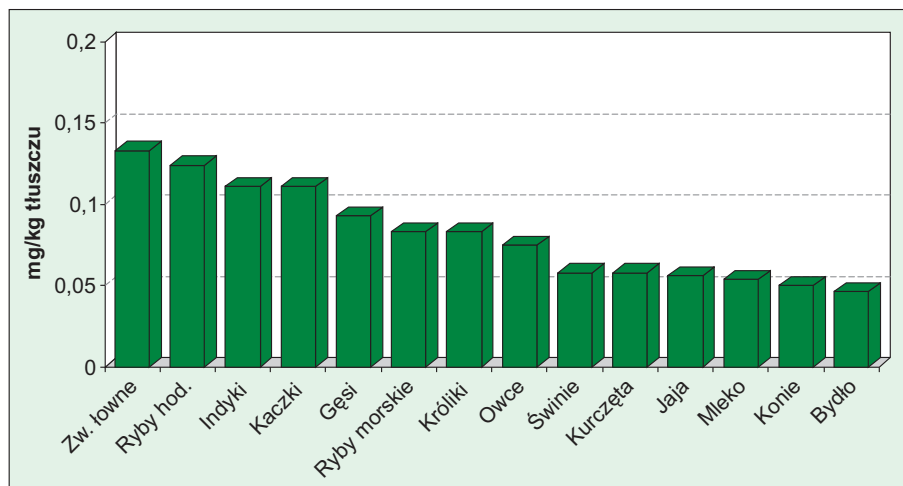
Ogólna pozytywna ocena wyników badań pozostałości zyskuje w pełni potwierdzenie w raporcie Komisji Europejskiej, który dotyczy podobnych programów badań przeprowadzonych w 25 krajach Unii Europejskiej w 2005 r. (9), a także po porównaniu z innymi wynikami badań monitoringowych (8, 12, 13, 15, 18, 19).

Prowadzone regularne badania pozostałości chemicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego pozwalają ocenić ją jako bezpieczną dla konsumenta. Opracowany weterynaryjny krajowy program badań kontrolnych pozostałości w tkankach zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego jest dostosowany do standardów Unii Europejskiej i gwarantuje Polsce pełny dostęp do światowych rynków żywności.

Należy ocenić, że zagrożenie konsumentów w Polsce ze strony pozostałości różnych grup pestycydów w żywności pochodzenia zwierzęcego nie stwarza powodu do niepokoju. Wykrywane stężenia pestycydów chloroorganicznych są niskie, dużo niższe od dopuszczalnych limitów. Badania pozostałości insektycydów fosforoorganicznych i karbaminianowych oraz pyretroidów w tkankach i produktach zwierzęcych wskazują na brak ich występowania i potwierdzają opinię, że te grupy pestycydów nie mają, jak dotychczas, większego znaczenia jako zanieczyszczenia żywności pochodzenia zwierzęcego.

## Piśmiennictwo

1. Anon.: Commission Decision 97/747/EC of 27 October 1997 fixing the levels and frequencies of sampling provided for by Council Directive 96/23/EC for the monitoring of certain substances and residues thereof in certain animal products. O. J. 1997, L 303, 12-15.
2. Anon.: Commission Decision 98/179/EC of 23 February 1998 laying down detailed rules on officials sampling for the monitoring certain substances residue thereof in live animals and animal products. O. J. 1998, L 65, 31-34.
3. Anon.: Commission Decision 2002/657/EC of 12 August 2002 implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results. O. J. 2002, L 221, 8-36.
4. Anon.: Commission Decision 2004/449/EC of 29 April 2004 approving the residues monitoring plans submitted by the Czech Republic, Estonia, Cyprus, Latvia, Hungary, Malta, Poland, Slovenia and Slovakia in accordance with Council Directive 96/23/EC. O. J. 2004, L 155, 86-89.
5. Anon.: Council Directive 86/363/EEC of 24 July 1986 on the fixing of maximum levels for pesticide residues in and on food stuffs of animal origin. O. J. 1986, L 221, 43-47.



Ryc. 1. Zawartość Σ-DDT w tkankach i produktach zwierzęcych w 2006 roku

6. Anon.: Council Directive 96/22/EC of 29 April 1996 concerning the prohibition on the use in stockfarming of certain substances having hormonal or thyrostatic action and beta-antagonist, repealing Directives 81/602/EEC, 88/146/EEC and 88/299/EEC. O. J. 1996, L 125, 3-9.
7. Anon.: Council Directive 96/23/EC of 29 April 1996 on measures to monitor certain substances and residues thereof in live animals and animal products and repealing Directives 85/358/EEC, 86/469/EEC and Decision 89/187/EEC and 91/664/EEC. O. J. 1996, L 125, 10-31.
8. Anon.: DVFA (2005) Danish Veterinary and Food Administration, Food monitoring, 1998-2003. Part 1. Chemical contaminants. Publication No. 2005:01.
9. Anon.: Report for 2005 on the results of residue monitoring in food of animal origin in the Member States, European Commission, SANCO/3635/2006.
10. Anon.: 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. nr 147, poz. 1067, 7631-7638.
11. Anon.: Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 maja 2007 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni. Dz. U. nr 119, poz. 817, 8065-8234.
12. Glynn A., Wernroth L., Atuma S., Linder C., Aune M., Nilsson I., Darnerud P.: PCB and chlorinated pesticide concentrations in swine and bovine adipose tissue in Sweden 1991-1997: spatial and temporal trends. Sci. Total Environ. 2000, 246, 195-206.
13. Juhler R. K., Lauridsen M. G., Christensen M. R., Hilbert G.: Pesticide residues in selected food commodities: Results from the Danish National Pesticide Monitoring Program 1995-1996. J. AOAC Int. 1999, 82, 337-358.
14. Juszkievicz T., Niewiadowska A.: Pozostałości pestycydów i polichlorowanych dwufenyli w tkankach zwierząt, mleku, jajach i środowisku w świetle 15-letnich badań własnych. Medycyna Wet. 1984, 40, 323-327.
15. Nakata H., Kawazoe M., Arizono K., Abe S., Kitano T., Shimada H., Li W., Ding X.: Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyl residues in foodstuffs and human tissues from China: Status of contamination, historical trend, and human dietary exposure. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2002, 43, 473-480.
16. Nasreddine L., Parent-Massin D.: Food contamination by metals and pesticides in the European Union. Should we worry? Toxicol. Letters 2002, 127, 29-41.
17. Niewiadowska A., Żmudzki J.: Chlorowane węglowodory aromatyczne w żywności zwierzęcego pochodzenia. Roczniki PZH 1996, 47, 59-64.
18. Vaz R.: Average Swedish dietary intakes of organochlorine contaminants via foods of animal origin and their relation to levels in human milk, 1975-1990. Food Addit Contam 1995, 12, 543-558.
19. Wicklund-Glynn A., Wernroth L., Atuma S., Linder C., Aune M., Nilsson I., Darnerud P.: PCB and chlorinated pesticide concentrations in swine and bovine adipose tissue in Sweden 1991-1997: spatial and temporal trends. Sci. Total Environ. 2000, 246, 195-206.
20. Żmudzki J., Niewiadowska A., Szkoła J., Semeniuk S.: Toksyczne zanieczyszczenia żywności pochodzenia zwierzęcego w Polsce. Medycyna Pracy 2001, 52, supl. 14, 35-40.
21. Żmudzki J., Niewiadowska A., Wojtoń B.: Weterynaryjny krajowy program badań kontrolnych pozostałości w tkankach zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego. Medycyna Wet. 2005, 61, 649-653.

Adres autora: dr hab. Alicja Niewiadowska, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: niewiado@piwet.pulawy.pl