

Zawartość polichlorowanych bifenyli w żywności pochodzenia zwierzęcego

ALICJA NIEWIADOWSKA, JAN ŻMUDZKI, STANISŁAW SEMENIUK, TOMASZ KILJANEK

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

Niewiadowska A., Żmudzki J., Semeniuk S., Kiljanek T.
Residues of polychlorinated biphenyls in food of animal origin

Summary

The paper presents the results of monitoring of PCB residues in food of animal origin for the 12 year period of 1997-2008. The residue control plan included analysis of PCB congeners IUPAC No 28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180 in a variety of food samples.

The residue control 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 Veterinary Inspection Laboratories (ZHW) located in Białystok, Gdańsk, Katowice, Poznań, Warsaw and Wrocław. The determinations of PCB congeners were conducted using capillary gas chromatography with electron capture detection.

Over the period of 12 years residues of PCB congeners were determined in 19 767 samples. The examinations involved the adipose tissue of pigs, cattle, sheep, horses, game (wild boar, roe deer, and deer), chickens, geese, turkeys, ducks and rabbits, farmed fish muscles, cow milk, eggs, honey and import food (mainly marine fish).

More than 35% of the samples were found to contain low concentrations of PCBs. In swine and poultry tissues the lowest frequency of PCB residues has been noted. The following highly chlorinated congeners were most frequently detected: PCB 153, PCB 138 and PCB 180. The mean concentrations of indicator PCB congeners were higher in fish and game animals than in other animal species. Generally the levels of PCB congeners were several times lower in comparison to the permitted maximum residue limits in other countries.

The 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: PCB, residues, food safety

Produkcję polichlorowanych bifenyli (PCB) na skalę przemysłową rozpoczęto w 1929 r. Preparaty PCB znalazły szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Największym światowym producentem preparatów technicznych PCB (Aroclor) była firma Monsanto w USA. Produkowano je również w Niemczech (Clophen), Francji (Phenochlor, Pyralene), Japonii (Kanechlor), ZSRR (Sovol), Czechosłowacji (Delor), Hiszpanii (Fenochlor) i innych krajach. Ocenia się, że światowa produkcja PCB przekroczyła 1,5-2 mln ton, z czego połowę wykorzystano w produkcji transformatorów i kondensatorów. Od 1971 r. zaczęto wprowadzać ograniczenia, a następnie zakazy produkcji i stosowania PCB. W Polsce PCB nie były nigdy produkowane na skalę przemysłową. Wyprodukowano tylko niewielkie ilości (< 1000 ton) preparatu Chlorofen i Tarnol. Znaczny natomiast był import PCB stosowanych jako składnik olejów w urządzeniach i instalacjach. Importowano także urządzenia elektrotech-

niczne zawierające PCB. Podobnie jak w innych krajach, PCB były głównie stosowane w urządzeniach energetycznych.

PCB tworzą mieszaninę teoretycznie możliwych 209 kongenerów różniących się liczbą atomów chloru i ich pozycją w podstawieniu bifenyli, od monochlorobifenyli do dekachlorobifenyli. W preparatach technicznych zidentyfikowano 185 kongenerów. Miejsce podstawienia i liczba atomów chloru w cząsteczce chlorobifenyli decyduje o właściwościach chemicznych i fizycznych określonego kongeneru, jego zachowaniu się w środowisku i toksyczności. Ze względu na właściwości toksykologiczne i mechanizm działania toksycznego kongeneru PCB dzieli się na dwie grupy. Grupa 12 kongenerów, w tym non-orto i mono-orto PCB, wykazujących własności toksykologiczne podobne do dioksyn to dioksynopodobne PCB (dl-PCB). W tej grupie najbardziej toksycznymi kongenerami okazały się non-orto chloropodstawione PCB, tj.

IUPAC nr 77, 81, 126 i 169. Wymienione koplarnie PCB są analogami przestrzennymi dioksyny (2,3,7,8-TCDD). Poza czterema non-orto koplarnymi PCB strukturę zbliżoną do TCDD ma osiem mono-orto kongenerów (PCB nr 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 i 189). Badanie w kierunku wykrycia obecności dioksyn to oznaczanie zawartości 7 spośród 75 kongenerów polichlorowanych dibenzo-*p*-dioksyn (PCDD), 10 spośród 135 kongenerów polichlorowanych dibenzofuranów (PCDF) i 12 kongenerów dl-PCB. Pozostała grupa kongenerów PCB to niedioksynopodobne (ndl-PCB) charakteryzujące się innym profilem toksykologicznym. W różnych krajach wyniki badania występowania tej grupy PCB w żywności i w paszach prezentowane są w zróżnicowany sposób: jako suma 7 wskaźnikowych kongenerów PCB oznaczonych numerami IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180 (zalecenie UE), suma 6 kongenerów PCB (PCB 28, 52, 101, 138, 153 i 180 – zalecenie EFSA), suma 3 kongenerów PCB (PCB 138, 153 i 180), a nawet jako tylko PCB 153 lub suma 10 bądź 31 wybranych kongenerów (9). Ta sytuacja bardzo utrudnia porównywanie wyników.

W Polsce regularne badania nad oceną skażeń PCB zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego prowadzone są w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym w Puławach od ponad 30 lat (14, 18, 19, 22). Prace te prowadzone były corocznie na zlecenie i przy współpracy resortu rolnictwa. Badanie próbek polegało na oznaczaniu zawartości tzw. PCB całkowitych. Opierało się ono na wykorzystaniu jako wzorców handlowych mieszanin PCB, najczęściej Arochloru 1260 lub Arochloru 1254 i 1242. Wyniki oznaczeń podawano jako sumaryczną zawartość PCB w przeliczeniu na np. Arochlor 1260. Od 2000 roku, zgodnie z wymaganiami UE, zawartość PCB oznaczano jako kongenery PCB nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180.

Stała kontrola wykrywania obecności PCB to jedno z podstawowych działań zapewniających bezpieczeństwo żywności. Badania takie to nie tylko zabezpieczenie zdrowia konsumentów, ale spełnienie wymagań dotyczących jakości produkowanej żywności dla potrzeb rynku wewnętrznego oraz w międzynarodowym handlu żywnością.

W świetle strategii Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa żywności badania kontrolne pozostałości chemicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego muszą być zdecydowane ukierunkowane na wykrywanie zagrożeń dla zdrowia człowieka. Wszystkie analizowane substancje zgodnie z obowiązującymi unormowaniami (8, 20, 22) 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 badanie zawartości PCB (ndl-PCB). W 2004 r. weterynaryjny krajowy program ba-

dań 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.

W Polsce aktualną podstawą prawną do prowadzenia kontroli pozostałości chemicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego jest Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 lipca 2006 r. (20).

Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły próbki tkanki tłuszczowej różnych gatunków zwierząt oraz mleko krowie, jaja kurze i miód. Próbki do badań pobierali lekarze Inspekcji Weterynaryjnej zgodnie z uaktualnioną 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 (5, 6, 20). 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.

Badane PCB to wskaźnikowe kongenery PCB IUPAC nr 28 (2,4,4'-trichlorobifenyl), 52 (2,2',5,5'-tetrachlorobifenyl), 101 (2,2',4,5,5'-pentachlorobifenyl), 118 (2,3',4,4',5-pentachlorobifenyl, dioksynopodobny), 138 (2,2',3,4,4',5'-heksachlorobifenyl), 153 (2,2',4,4',5,5'-heksachlorobifenyl) i 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorobifenyl). Wymienione kongenery są głównymi lub wskaźnikowymi składnikami preparatów technicznych Arochlorów 1260, 1254 lub 1248. Suma tych kongenerów stanowi od 30% do 50% całkowitej zawartości PCB (jako Arochlory). Wykrywanie oraz ilościowe oznaczanie PCB wykonywano metodami kapilarnej chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów.

W realizacji badań, oprócz Zakładu Farmakologii i Toksykologii PIWet-PIB w Puławach, uczestniczyły laboratoria Zakładów Higieny Weterynaryjnej (ZHW) w Białymstoku, Gdańsku, Katowicach, Poznaniu, Warszawie i Wrocławiu. Laboratoria stosowały zwalidowane procedury analityczne (granice oznaczalności od 0,001 mg/kg do 0,005 mg/kg) 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 w laboratoriach procedur analitycznych. Stworzony został aktywny program, który obejmuje, między innymi, regularne uczestnictwo w badaniach biegłości oraz szkoleniach analitycznych. Dla potrzeb programu kontroli pozostałości PIWet-PIB jako Krajowe Laboratorium Referencyjne organizuje każdego roku badania biegłości, w których obowiązkowo uczestniczą wszystkie laboratoria realizujące program. Instytut od wielu lat regularnie uczestniczy w międzynarodowych badaniach biegłości organizowanych przez Ministerstwo Rolnictwa, Rybołówstwa i Żywności w Anglii w ra-

mach programu FAPAS oraz programach badań organizowanych przez wspólnotowe laboratoria referencyjne. W omawianym okresie Instytut zorganizował 38 badań biegłości dla laboratoriów ZHW i uczestniczył w ponad 10 badaniach międzynarodowych. 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 1997-2008 przebadano łącznie 19 767 próbek tkanek i produktów zwierzęcych, w tym po ponad 4200 próbek tkanki tłuszczowej świń i drobiu (kurczęta rzeźne, indyki, gęsi i kaczki), około 3000 próbek tkanki tłuszczowej bydła i 2500 próbek mleka krowiego, ponad 1000 próbek jaj kurzych, tkanki tłuszczowej zwierząt łownych (dziki, sarny i jelenie) oraz próbek tkanki mięśniowej ryb hodowlanych (karpie i pstrągi). Zakres badań obejmował również tkankę tłuszczową koni, królików, owiec oraz miód i żywność z importu, w tym głównie ryby morskie.

W pierwszych latach badań kontrolnych w każdym roku wykonywano około 2000 oznaczeń zawartości PCB, w ostatnich latach zmniejszono liczbę badanych próbek, ale nadal przekracza ona 1000. Rodzaj i liczbę badanych próbek w kierunku oznaczeń zawartości PCB zestawiono w tab. 1-2.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na obniżenie się częstości występowania PCB w żywności zwierzęcego pochodzenia. W 2008 r. tylko w 35% badanych próbek stwierdzano niskie poziomy pozostałości PCB. Najniższą częstość występowania PCB zanotowano w tkankach świń i drobiu, poniżej 30% próbek z pozostałościami. Najczęściej wykrywano wyżej chlorowane kongenery: PCB nr 153, 138 i 180. We wcześniejszych latach obecność PCB wykrywano w ponad 50% próbek.

W tkankach i produktach zwierzęcych wykrywano niskie stężenia kongenerów PCB, na poziomie setnych i tysięcznych części mg/kg. W badanych tłuszczach najwyższe stężenia sumy PCB występowały w tłuszczu ryb morskich (import) i hodowlanych (karp, pstrąg) oraz zwierząt łownych. W tkankach świń, bydła,

Tab. 1. Badania zawartości PCB w tkankach i produktach zwierzęcych

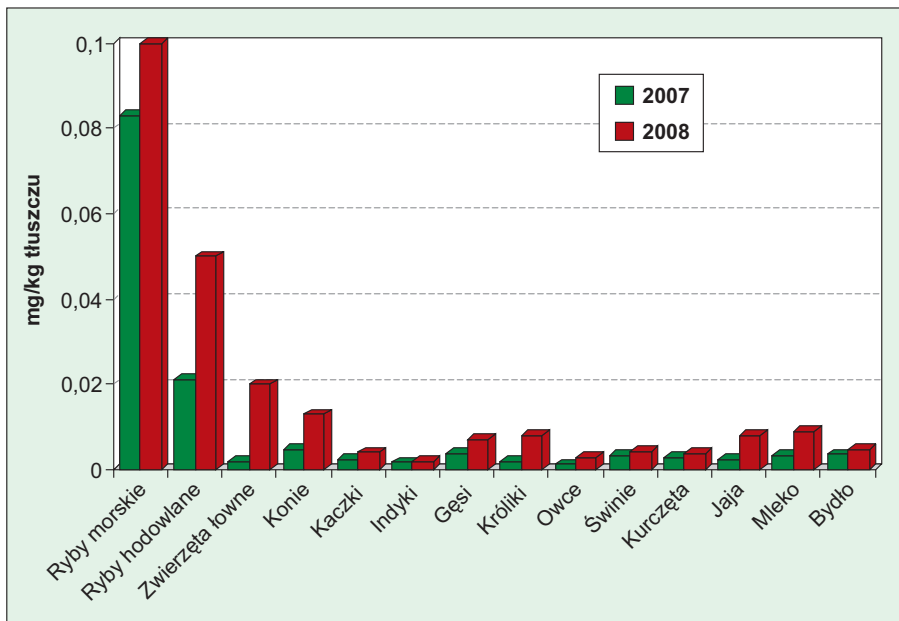
Rok badań	Liczba próbek badanych	Liczba próbek, n (%)	
		bez pozostałości	z pozostałościami
1997	2067	1017 (49,2)	1050 (50,8)
1998	2237	1107 (49,5)	1130 (50,5)
1999	1993	1064 (53,4)	929 (46,6)
2000	1936	1347 (69,6)	589 (30,4)
2001	1983	1392 (70,2)	591 (29,8)
2002	1713	736 (43,0)	977 (57,0)
2003	1471	711 (48,3)	760 (51,7)
2004	1284	830 (64,6)	454 (35,4)
2005	1267	820 (64,7)	447 (35,3)
2006	1216	840 (69,1)	376 (30,9)
2007	1274	1003 (78,7)	271 (21,3)
2008	1326	858 (64,7)	468 (35,3)

drobiu i innych gatunków zwierząt oraz w jajach i w mleku zawartość tych związków nie przekraczała poziomu 0,01 mg/kg tłuszczu (ryc. 1).

Badania wielu autorów wskazują, że najwyższe stężenia PCB i pestycydów chloroorganicznych wykrywa się w żywności pochodzenia morskiego, a więc w rybach, przetworach i olejach rybnych, skorupiakach i mięczakach, a także w rybach słodkowodnych. Ryby hodowlane narażone są na te związki poprzez pasze, zaś skażenia ryb wolno żyjących zależą przede wszystkim

Tab. 2. Badania zawartości PCB w tkankach i produktach zwierzęcych w 2008 r.

Rodzaj próbek	Liczba próbek badanych	Liczba próbek, n (%)		
		bez pozostałości	z pozostałościami	z wynikami > 0,1 mg/kg tłuszczu
Bydło, tłuszcz	167	108 (64,7)	59 (35,3)	0
Świnie, tłuszcz	289	216 (74,7)	73 (25,3)	0
Owce/kozy, tłuszcz	21	6 (28,6)	15 (71,4)	0
Konie, tłuszcz	34	4 (11,8)	30 (88,2)	3 (8,8)
Kurczęta rzeźne, tłuszcz	183	137 (74,9)	46 (25,1)	0
Indyki, tłuszcz	39	31 (79,5)	8 (20,5)	0
Gęsi, tłuszcz	36	16 (44,4)	20 (55,6)	0
Kaczki, tłuszcz	27	19 (70,4)	8 (29,6)	0
Ryby (karp, pstrąg)	59	26 (44,1)	33 (55,9)	4 (6,8)
Mleko krowie	131	87 (66,4)	44 (33,6)	0
Jaja kurze	133	98 (73,7)	35 (26,3)	0
Króliki, tłuszcz	21	6 (28,6)	15 (71,4)	0
Zwierzęta łowne, tłuszcz (dziki, sarny, jelenie)	89	50 (56,2)	39 (43,8)	7 (7,9)
Miód	16	16 (100)		0
Ryby morskie – import	81	38 (46,9)	43 (53,1)	23 (28,4)
Razem	1326	858 (64,7)	468 (35,3)	37 (2,8)



Ryc. 1. Zawartość PCB w tkankach i produktach zwierzęcych (mg/kg tłuszczu)

kim od poziomu zanieczyszczeń występujących w różnych obszarach morskich i akwenach śródlądowych. W badaniach krajowych ryb hodowlanych średnie stężenia PCB w tkankach pstrągów były około 10-krotnie wyższe niż w tkankach karpi. Zjawisko to tłumaczy sposób żywienia ryb. Pasze dla ryb wytwarzane są na bazie produktów rybnych, w tym tłuszczu rybnego i zawierają wyższe poziomy związków chloroorganicznych.

Interpretacja wyników oznaczeń PCB jest utrudniona, ponieważ zarówno w kraju, jak i na poziomie Unii Europejskiej lub Kodeksu Żywnościowego nie ma przepisów regulujących najwyższe dopuszczalne poziomy PCB w żywności. Dla zalecanych do oznaczeń wskaźnikowych kongenerów PCB w niektórych europejskich krajach (np. Niemcy, Holandia) ustalono najwyższe dopuszczalne poziomy w żywności zwierzęcego pochodzenia, które kształtują się na poziomie setnych i dziesiątych części mg/kg (9). Szwecja wprowadziła limity tylko dla kongeneru PCB 153 wynoszące od 0,001 do 0,1 mg/kg w zależności od rodzaju żywności i zawartości tłuszczu. Po kryzysie dioksynowym w Belgii w 1999 r., w krajach UE wprowadzono wymóg prowadzenia badań zawartości wskaźnikowych kongenerów PCB, jako wstępnego wskaźnika oceny skażeń dioksynami żywności i pasz. Te uregulowania wprowadzono również w Polsce jako Wytyczne Głównego Lekarza Weterynarii w 2000 r. Wyniki pozostałości PCB (suma kongenerów IUPAC nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180) nie powinny przekraczać poziomu w przeliczeniu na tłuszcz: 0,100 mg/kg w mleku i przetworach mlecznych, 0,200 mg/kg w mięsie i produktach mięsnych, jajach i ich przetworach, paszach oraz dodatkach do pasz pochodzenia zwierzęcego. Uregulowania te dotyczyły żywności i pasz w obrocie międzynarodowym. Przedstawione wartości utrwaliły się jako tymczasowe limity dla PCB

w kraju. Od 2007 r., w ramach Komitetu Ekspertów „Trwałe zanieczyszczenia organiczne w żywności”, trwają prace nad ustaleniem i uzgodnieniem dopuszczalnych limitów PCB w żywności i paszach w krajach UE.

Jak wynika z dostępnego piśmiennictwa, obecność pozostałości PCB w tkankach zwierząt rzeźnych, w mleku, w jajach i ich przetworach stwierdza się nadal w większości krajów. Wykrywane są niskie stężenia tych związków, a przekroczenia dopuszczalnych zawartości występują tylko w pojedynczych przypadkach (1, 3, 4, 11-13, 15, 16). W krajach, gdzie prowadzone są systematyczne programy monitoringu i urzędowej kontroli żywności, stwierdzono obniżanie się poziomów oraz wielkości pobieranych chlorowanych węglowodorów

aromatycznych, w tym i PCB, z żywnością (4, 7, 9, 12, 17, 18, 21). Badania prowadzone w kraju również wskazują na obniżenie się poziomów PCB w żywności zwierzęcego pochodzenia. Ogólna pozytywna ocena wyników badań zawartości PCB zyskuje w pełni potwierdzenie w raporcie Komisji Europejskiej, który dotyczy podobnych programów badań przeprowadzonych w 27 krajach Unii Europejskiej w 2007 r. (SANCO/1313/2008), a także po porównaniu z innymi wynikami badań monitoringowych (1, 7, 12, 13).

Regularna kontrola obecności substancji szkodliwych w żywności i w paszach pozwala na wykrycie przypadków skażeń, które w ostatnich latach nadal się zdarzają. W 2008 r. w Irlandii podczas urzędowych badań kontrolnych stwierdzono podwyższone stężenia PCB w próbkach wieprzowiny. Dalsze badania potwierdziły występowanie wysokich stężeń dioksyn i PCB w próbkach mięsa wieprzowego i jego przetworów oraz pasz, przekraczające kilkusetkrotnie dopuszczalną zawartość dioksyn (10). Źródłem tych związków okazała się skażona pasza, którą żywiono zwierzęta (świnie, bydło) i przy produkcji której zastosowano olej zanieczyszczony dioksynami i PCB. Podobna afera miała miejsce w Belgii w 1999 r., gdzie doszło do masowego skażenia zwierząt (najczęściej drobiu) i żywności – pasze dla zwierząt zawierały tłuszcz skażony dioksynami i PCB (2).

Prowadzone regularne badania pozostałości chemicznych w żywności pochodzenia zwierzęcego pozwalają ocenić ją jako bezpieczną dla konsumenta. Zagrożenie konsumentów w Polsce ze strony pozostałości PCB w żywności pochodzenia zwierzęcego nie stwarza powodu do niepokoju. Wykrywane stężenia są niskie, dużo niższe od dopuszczalnych limitów w innych krajach. Realizowany 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.

Piśmiennictwo

1. Baars A., Bakker M., Baumann R., Boon P., Freijer J., Hoogenboom L., Hoogerbrugge R., Van Klaveren J., Liem A., Traag W., Vries J.: Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in The Netherlands. *Toxicol. Lett.* 2005, 151, 51-61.
2. Bernard A., Broekaert F., De Poorter G., De Cock A., Hermans C., Saegerman C., Houins G.: The Belgian PCB/dioxin incident: Analysis of the food chain contamination and health risk evaluation. *Environ. Res.* 2002, 88, 1-18.
3. Costabeber I., Santos J., Xavier A., Weber J., Leaes F., Junior S., Emanuelli T.: Levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) in meat and meat products from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Chem. Toxicol.* 2006, 44, 1-7.
4. Darnerud P., Atuma S., Aune M., Bjerselius R., Glynn A., Grawe K., Becker W.: Dietary intake estimations of organohalogen contaminants (dioxins, PCB, PBDE and chlorinated pesticides, e.g. DDT) based on Swedish market basket data. *Food Chem. Toxicol.* 2006, 44, 1597-1606.
5. Decyzja 97/747/WE z dnia 27 października 1997 r. ustanawiająca ilości i częstotliwość pobierania próbek, przewidzianych przez Dyrektywę 96/23/WE, w sprawie kontroli niektórych substancji i ich pozostałości w niektórych produktach pochodzenia zwierzęcego. *Dz. Urz. WE* 1997, L 303, 12-15.
6. Decyzja 98/179/WE z dnia 23 lutego 1998 r. ustanawiająca szczegółowe zasady pobierania próbek do celów monitorowania niektórych substancji i ich pozostałości u żywych zwierząt i w produktach pochodzenia zwierzęcego. *Dz. Urz. WE* 1998, L 65, 31-34.
7. DVFA Danish Veterinary and Food Administration, Food monitoring, 1998-2003. Part 1. Chemical contaminants. Publication No. 2005:01.
8. Dyrektywa 96/23/WE z dnia 29 kwietnia 1996 r. w sprawie środków monitorowania niektórych substancji i ich pozostałości u żywych zwierząt i w produktach pochodzenia zwierzęcego. *Dz. Urz. WE* 1996, L 125, 10-31.
9. EFSA Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. *EFSA Journal* 2005, 284, 1-137.
10. EFSA Statement of EFSA on the risk for public health due to the presence of dioxins in pork from Ireland. *EFSA Journal* 2008, 911, 1-15.
11. Fattore E., Fanelli R., Dellate E., Turrini A., Domenico A.: Assessment of the dietary exposure to non-dioxin-like PCBs of the Italian general population. *Chemosphere* 2008, 73, 5278-5283.
12. Glynn A., Aune M., Nilsson I., Darnerud P., Ankarberg E., Bignert A., Nordlander I.: Declining levels of PCB, HCB and p,p'-DDE in adipose tissue from food producing bovines and swine in Sweden 1991-2004. *Chemosphere* 2009, 74, 1457-1462.
13. 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.
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. Kim M., Kim S., Yun S., Lee M., Cho B., Park J., Son S., Kim O.: Comparison of seven indicator PCBs and three coplanar PCBs in beef, pork, and chicken fat. *Chemosphere* 2004, 54, 1533-1538.
16. Lopez y Lopez-Leiton T., Alvarez Pineiro M., Lage Yusty M., Cortizo Davina J.: Levels of seven PCB used as markers of dioxin in commercial pork meat in Spain. *J. AOAC Int.* 2001, 84, 1799-1801.
17. 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.
18. Niewiadowska A.: Ocena narażenia na pestycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyly (PCB) pobierane z żywności pochodzenia zwierzęcego. *Rozprawa hab., PIWet-PIB, Puławy* 2007.
19. Niewiadowska A., Żmudzki J.: Chlorowane węglowodory aromatyczne w żywności zwierzęcego pochodzenia. *Roczniki PZH* 1996, 47, 59-64.
20. 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.*
21. 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.
22. 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