

RENATA PIETRZAK-FIEĆKO¹, STEFAN S. SMOCZYŃSKI², ZBIGNIEW BOREJSZO³

POZIOM POLICHLOROWANYCH BIFENYLI W MLEKU KOBIECYM W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW

LEVELS OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN HUMAN MILK IN DEPENDENT ON SELECTED FACTORS

¹Katedra Fizyki i Biofizyki

²Instytut Towaroznawstwa i Kształtowania Jakości

³Katedra Analiz Instrumentalnych

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

10-719 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 4

Kierownik: dr hab. Z. Wieczorek

W pracy przedstawiono wyniki oznaczeń zawartości polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym. Podjęto próbę określenia zależności w poziomie PCB w mleku kobiecym od takich czynników jak: wiek i masa ciała kobiet, masa urodzeniowa niemowląt, palenie papierosów, okres karmienia piersią (3-5 doba, 2-4 tygodnie, 6-8 miesięcy) oraz pory roku.

WSTĘP

Badania mleka kobiecego wykazują, że nie jest ono wolne od obcych szkodliwych związków chemicznych zanieczyszczających środowisko naturalne człowieka. Od wielu lat w mleku kobiecym w różnych krajach stwierdza się występowanie polichlorowanych bifenyli (PCB) [2, 3, 6, 12, 15, 16, 18, 19, 21, 22].

PCB stanowią mieszaninę bifenyli o różnej zawartości chloru (40-60%). Związki te znalazły zastosowanie w przemyśle elektrycznym, gumowym, papierniczym jako ciecz dielektryczne do transformatorów i kondensatorów, płyny w pompach dyfuzyjnych i prasach hydraulicznych, w wymiennikach ciepła, do produkcji farb i lakierów oraz plastyfikatorów. Pomimo zakazu produkcji PCB, szerokie stosowanie tych związków w przeszłości spowodowało ich rozprzestrzenienie się we wszystkich elementach środowiska. Polichlorowane bifenyle dzięki właściwościom lipofilnym mają zdolność do kumulowania się w organizmach ludzi i zwierząt. U człowieka stanowiącego ostatnie ogniwo łańcucha pokarmowego stwierdza się najwyższe poziomy polichlorowanych bifenyli – jak podaje Góralczyk i Struciński stężenie PCB w tkankach człowieka wynosi 0,8559 mg/kg [11].

Polichlorowane bifenyle w organizmie człowieka ulegają biotransformacji do związków mono- i dihydroksylowych, które powoli wydalane są z organizmu wraz z kałem. PCB podczas pirolizy ulegają przekształceniu do polichlorowanych dibenzofuranów (PCDF) i polichlorowanych dibenzodioksyn (PCDD), charakteryzujących się wyjątkową toksycz-

nością nawet w śladowych ilościach i obok PCB występują również w mleku kobiecym [27].

Do organizmu człowieka PCB trafiają wraz z żywnością pochodzenia zwierzęcego, w której stwierdza się wysokie poziomy PCB [9, 10, 13, 17, 20, 28].

Polichlorowane bifenyle uznane zostały za trwale (persystentne) organiczne zanieczyszczenia środowiska – POPs (Persistent Organic Pollutants) [5, 26].

PCB należą do związków o działaniu rakotwórczym i estrogenym [23, 25, 29]. Wysokie poziomy PCB w tkance tłuszczowej kobiet oraz w tkankach gruczołu piersiowego łączone są z powstawaniem raka piersi [8]. Polichlorowane bifenyle zaburzają prawidłowe funkcjonowanie układu hormonalnego człowieka, co może być szczególnie niebezpieczne dla bezbronного organizmu noworodka, który nie posiada w pełni rozwiniętych mechanizmów regulujących działanie, syntezę i wydalanie hormonów [1, 25].

Biorąc pod uwagę to niekorzystne działanie polichlorowanych bifenyli na organizm człowieka niepokojącym jest fakt występowania PCB w mleku kobiecym, gdyż organizm małego dziecka jest szczególnie wrażliwy na szkodliwe działanie tych związków [7]. Mleko kobiece jest pokarmem fizjologicznym i najbardziej odpowiednim do karmienia niemowląt w początkowym okresie życia, dlatego istotne jest badanie poziomu niepożądanych związków chemicznych, między innymi PCB, oraz czynników wpływających na ich ilość w pokarmie kobiecym.

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości PCB w mleku kobiecym pobranym w latach 1999-2000 i zestawienie oznaczonych stężeń PCB w mleku w zależności od takich czynników jak: wiek i masa ciała kobiet, masa urodzeniowa niemowląt, palenie papierosów. Celem pracy było także porównanie poziomu PCB w mleku kobiecym pobranym w 3-5 dobie, 2-4 tygodniach i 6-8 miesiącach karmienia oraz w zależności od pory roku.

MATERIAŁ I METODYKA

Próbki mleka kobiecego pobierano w szpitalach w czterech regionach kraju (Gdańsk, Olsztyn, Białystok, Śląsk: Katowice, Zabrze, Tychy, Jaworzno) w okresie od stycznia 1999 roku do lutego 2000 roku. Próbki mleka pobrano od zdrowych kobiet w wieku od 17 do 43 lat (średnia 27 lat). Analizie poddano próbki mleka kobiecego pobrane w trzeciej, czwartej i piątej dobie po porodzie, po dwóch i czterech tygodniach oraz sześciu i ośmiu miesiącach karmienia.

W celu oznaczenia zawartości PCB z pobranych próbek mleka wyodrębniono tłuszcz metodą ekstrakcyjną. Poziom PCB w otrzymanym tłuszczu mlekowym oznaczono metodą opracowaną przez Państwowy Zakład Higieny w Warszawie [14].

Analizę chromatograficzną przeprowadzono z zastosowaniem aparatu PU 4600 Unicam z detektorem wychwytu elektronów, wyposażonego w kolumnę szklaną (2,1 m x 4 mm) wypełnioną 1,5% SP 2250 + 1,95% SP 2401 na Supelcoporcie 100/120 mesh. Gazem nośnym był argon o przepływie 60 cm³/min. Temperatury rozdzielania wynosiły: kolumna – 198°C, detektor – 250°C i odparowywacz – 225°C. Identyfikację pików oraz obliczenia ilościowe przeprowadzono stosując jako wzorzec Aroclor 1260 (Chem. Servis, West Chester). Zastosowaną procedurę wyodrębniania i oznaczania sumy PCB poddano walidacji poprzez sprawdzenie liniowości aparatu, ustalenia granicy oznaczalności (0,004 mg/kg) oraz określenia powtarzalności metody (współczynnik zmienności ok. 9%).

Otrzymane dane poddano analizie statystycznej. W tym celu wykorzystano metodę analizy wariancji (test F) dla doświadczeń jednoczynnikowych. Do porównania średnich zastosowano test *q-Studenta-Newmana-Keulsa* [24]. Wyniki zestawiono w tabelach podając parametry: minimum, maksimum, wartość średnią, błąd standardowy średniej SEM.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tabeli I zestawiono stężenie polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym w zależności od wieku badanych kobiet. Niższy poziom PCB oznaczono w próbkach mleka pobranego od kobiet młodszych (w wieku od 17 do 24 lat) – średnio 0,174 mg PCB na kg tłuszczu mlekowego. W drugiej grupie wiekowej (25-33 lata) otrzymano w mleku kobiecym wyższy poziom PCB – średnio 0,228 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. Najwyższe średnie stężenie polichlorowanych bifenyli zanotowano w mleku kobiet starszych (34-43 lata) – średnio 0,293 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. Stwierdzono istotne różnice statystyczne w stężeniu PCB oznaczonych w mleku kobiecym pobranym od kobiet młodszych (17-24 lata) i kobiet starszych (34-43 lata). Tendencję zwiększania się poziomu PCB w mleku kobiecym w zależności od wieku kobiet stwierdzono również w badaniach przeprowadzonych przez Czaja i wsp. [4]. Polichlorowane bifenyle kumulują się w organizmie człowieka przez całe jego życie, stąd w mleku kobiet starszych możliwe są wyższe poziomy tych związków.

Tabela I. Poziom Σ PCB w mleku kobiecym w zależności od wieku kobiet (mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego)

The level of Σ PCB in human milk in dependent on age of women (mg·kg⁻¹ milk fat)

Wiek matki Σ PCB	17-24 lata n = 60	25-33 lata n = 86	34-43 lata n = 28
Min	0,004	0,018	0,028
Max	0,852	0,844	0,854
Średnia	0,174	0,228	0,293
SEM	0,026	0,026	0,051
Test F 2,55	b	a b	a

Objaśnienia: a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,01$

Explanation: a, b – averages indicated by different letters differ significantly for $p \leq 0,01$

Tabela II przedstawia zależność poziomu PCB od masy ciała kobiet. Najmniejsze stężenie polichlorowanych bifenyli stwierdzono w mleku kobiet o masie ciała 71-98 kg średnio 0,131 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. Najwyższe stężenie badanych związków zanotowano w mleku kobiet o masie ciała 60-70 kg średnio 0,254 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. U kobiet o masie ciała 45-59 kg stwierdzono w mleku średnio – 0,225 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. Stwierdzono istotne różnice statystyczne w poziomie PCB oznaczonych w mleku pobranym od kobiet o masie ciała 60-70 kg oraz 71-98 kg.

Istotne różnice statystyczne stwierdzono również w przypadku poziomu polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym w odniesieniu do masy urodzeniowej niemowląt w trzech przedziałach wagowych: 1970-2970 g, 2980-3840 g, 3850-4980 g (Tabela III). W mleku kobiet, które urodziły dzieci o mniejszej masie ciała (1970-2970 g) stwierdzono niższy poziom badanych związków – średnio 0,132 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. Najwyższy poziom PCB, średnio – 0,256 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego, zanotowano w mleku kobiet, które

Tabela II. Poziom Σ PCB w mleku kobiecym w zależności od masy ciała kobiet ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego)
The level of Σ PCB in human milk in dependent on weight of women ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ milk fat)

Masa ciała kobiet Σ PCB	45-59 kg n = 58	60-70 kg n = 84	71-98 kg n = 32
Min	0,018	0,004	0,019
Max	0,852	0,854	0,419
Średnia	0,225	0,254	0,131
SEM	0,038	0,026	0,026
Test F 2,51	a b	a	b

Objaśnienia: a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $\leq 0,01$
Explanation: a, b – averages indicated by different letters differ significantly for $p \leq 0,01$

Tabela III. Poziom Σ PCB w mleku kobiecym w odniesieniu do masy urodzeniowej noworodka ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego)
The level of Σ PCB in human milk with reference to birthweight of the baby ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ milk fat)

Masa ciała niemowląt Σ PCB	1970-2970 g n = 32	2980-3840 g n = 107	3850-4980 g n = 35
Min	0,018	0,021	0,004
Max	0,625	0,852	0,601
Średnia	0,132	0,256	0,217
SEM	0,027	0,026	0,037
Test F 2,51	b	a	a b

Objaśnienia: a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,01$
Explanation: a, b – averages indicated by different letters differ significantly for $p \leq 0,01$

urodziły dzieci o masie ciała 2980-3840 g. W mleku kobiet, które urodziły dzieci o najwyższej masie ciała (3850-4980 g) oznaczono średnio $0,217 \text{ mg PCB}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego. Wydaje się, że waga urodzeniowa dziecka nie może bezpośrednio wiązać się z zawartością PCB w mleku matki pobieranym po urodzeniu, stąd wyjaśnienie tego zjawiska wymaga dalszych badań.

Próbki mleka kobiecego pobierano od kobiet karmiących przez okres ośmiu miesięcy. Możliwe było zatem prześledzenie poziomu polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym w poszczególnych okresach karmienia. Zaobserwowano stopniowe zmniejszanie się poziomu polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym. Tendencję tą stwierdzono już w trzeciej, czwartej i piątej dobie po porodzie (Tabela IV). Najwyższy poziom PCB oznaczono

Tabela IV. Poziom PCB w mleku kobiecym pobranym w 3, 4 i 5-tej dobie karmienia (mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego)
The level of Σ PCB in human milk collected in 3, 4 and 5 days of breast-feeding (mg·kg⁻¹ milk fat)

Doba karmienia Σ PCB	trzecia n = 99	czwarta n = 23	piąta n = 52
Min	0,004	0,011	0,008
Max	0,852	0,854	0,842
Średnia	0,238	0,228	0,197
SEM	0,025	0,048	0,031
Test F 0,51	a	a	a

Objaśnienia: a – brak istotnych różnic

Explanation: a – no significant differences

Tabela V. Poziom PCB w mleku kobiecym pobranym w 3-5-tej dobie karmienia oraz po 2 i 4 tygodniach karmienia (mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego)
The level of Σ PCB in human milk collected in 3-5 days and 2 and 4 weeks of breast-feeding (mg·kg⁻¹ milk fat)

Okres karmienia Σ PCB	3-5 doba n = 33	2 tygodnie n = 13	4 tygodnie n = 9
Min	0,004	0,030	0,046
Max	0,854	1,264	0,689
Średnia	0,223	0,208	0,195
SEM	0,018	0,099	0,074
Test F 0,07	a	a	a

Objaśnienia: a – brak istotnych różnic

Explanation: a – no significant differences

w trzeciej dobie karmienia – średnio 0,238 mg·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego. W czwartej dobie stwierdzono średnio – 0,228 mg PCB·kg⁻¹ tłuszczu mlekowego, natomiast w piątej – 0,197 mg·kg⁻¹ tłuszczu.

W tabeli V zestawiono stężenie PCB w mleku kobiecym pobranym w 3-5 dobie karmienia oraz po 2 i 4 tygodniach karmienia, natomiast Tabela VI przedstawia poziom PCB w mleku kobiecym pobranym w pierwszym, szóstym i ósmym miesiącu karmienia. Tylko w ósmym miesiącu karmienia stwierdzono nieznacznie wyższy średni poziom PCB od zanotowanego w szóstym miesiącu karmienia. Pomimo, iż oznaczone poziomy PCB w mleku kobiecym w poszczególnych okresach karmienia były odmienne nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic.

Tabela VI. Poziom Σ PCB w mleku kobiecym pobranym w 1, 6 i 8 miesiącu karmienia ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego)
The level of Σ PCB in human milk collected in 1, 6 and 8 month of breast-feeding ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ milk fat)

Okres karmienia Σ PCB	1 miesiąc n = 9	6 miesiąc n = 6	8 miesiąc n = 6
Min	0,046	0,079	0,096
Max	0,689	0,199	0,236
Średnia	0,195	0,137	0,145
SEM	0,074	0,022	0,020
Test F	0,32	a	a

Objaśnienia: a – brak istotnych różnic

Explanation: a – no significant differences

Tabela VII. Poziom Σ PCB w mleku kobiecym u kobiet palących i niepalących papierosy ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego)
The level of Σ PCB in human milk collected from women smoking and not smoking ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ milk fat)

Kobiety Σ PCB	Palące papierosy n = 19	Nie palące n = 155
Min	0,010	0,021
Max	0,601	0,852
Średnia	0,212	0,198
SEM	0,039	0,019
Test F	0,01	a

Objaśnienia: a – brak istotnych różnic

Explanation: a – no significant differences

Tabela VII przedstawia ilość PCB w mleku kobiet niepalących i palących papierosy. W mleku kobiet, które paliły papierosy oznaczono wyższy poziom polichlorowanych bifenyli – średnio $0,212 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego, natomiast w mleku kobiet niepalących zanotowano średnio – $0,198 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego. Różnice te potwierdzają konieczność prowadzenia badań celem ustalenia na ile dym tytoniowy wpływa na poziom PCB w mleku.

W przeprowadzonej analizie poziomu polichlorowanych bifenyli w mleku kobiecym podjęto próbę określenia różnic w stężeniu PCB w zależności od pory roku, w której pobierano próbki (Tabela VIII). Najwyższy poziom PCB stwierdzono w mleku kobiecym pobranym w okresie jesiennym – $0,283 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego. Nieco niższy poziom PCB

Tabela VIII. Poziom Σ PCB w mleku kobiecym w zależności od pory roku ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego)
 The level of Σ PCB in human milk in dependent on seasons of the year ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ milk fat)

Pora roku Σ PCB	Wiosna n = 40	Lato n = 53	Jesień n = 14	Zima n = 67
min	0,039	0,021	0,018	0,004
max	0,732	0,852	0,658	0,854
średnia	0,231	0,179	0,283	0,226
SEM	0,031	0,033	0,069	0,031
Test F 0,80	a	a	a	a

Objaśnienia: a – brak istotnych różnic

Explanation: a – no significant differences

stwierdzono w mleku pobranym w okresie wiosennym ($0,231 \text{ mg PCB}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego) i zimowym ($0,226 \text{ mg PCB}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego). Najniższe stężenie polichlorowanych bifenyli zanotowano w mleku kobiecym pobranym w okresie letnim – $0,179 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tłuszczu mlekowego. Polichlorowane bifenyle to związki głównie kumulujące się w tłuszczach zwierzęcych, natomiast w okresie letnim spożywa się więcej owoców i warzyw co mogłoby wiązać się ze stwierdzonym niższym poziomem PCB. Analiza statystyczna nie wykazała jednak istotnych różnic w poziomach PCB oznaczonych w mleku kobiecym w zależności od pory roku, co również wymaga wyjaśnienia.

WNIOSKI

1. We wszystkich próbkach mleka kobiecego stwierdzono występowanie polichlorowanych bifenyli co świadczy o powszechnym ich występowaniu w środowisku naturalnym człowieka.

2. Badania wykazały, że stężenie PCB w mleku kobiecym może być uwarunkowane wiekiem i masą ciała. Powiązać to można z gromadzeniem się PCB w tkankach organizmu wraz z wiekiem. Zwiększona masa ciała kobiet prowadzi również do większej ilości tłuszczu – miejsca gromadzenia się PCB. Badania wykazały, że palenie papierosów i odmienność żywieniowa w zależności od pory roku mogą być zaliczane do czynników mających wpływ na poziom PCB w mleku kobiecym.

3. Najwyższy poziom polichlorowanych bifenyli oznaczono w mleku kobiecym pobranym w 3-5 dobie po porodzie i zaobserwowano stopniowe obniżanie się tego poziomu z każdym następnym miesiącem karmienia. Obniżanie się poziomu PCB w mleku kobiecym w czasie laktacji świadczy o mechanizmie usuwania z organizmu obcych związków chemicznych w tym PCB poprzez mleko.

R. Pietrzak-Fiećko, S. Smoczyński, Z. Borejszo

LEVELS OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN HUMAN MILK IN DEPENDENT ON SELECTED FACTORS

Summary

The contents of polychlorinated biphenyls in human milk were determined. The PCB levels in human milk were determined in relation to factors such as: age and weight of women, birthweight of the baby, smoking, period of breast-feeding (3-5 days, 2-4 weeks, 6-8 month) and seasons of the year.

It was found that level of PCB in human milk have been decreasing during lactation. PCB levels in human milk decreases with increasing weight of women. The level of PCB in human milk increases together with age of women. The higher PCB levels were determined in human milk from women smoking cigarettes.

PIŚMIENNICTWO

1. *Birnbaum L.S.*: Endocrine effects of prenatal exposure to PCBs, dioxins, and other xenobiotics: Implication for policy and future research. *Environ. Health Perspect.* 1994, 102, 676-679.
2. *Czaja K., Ludwicki J.K.*: Związki chloroorganiczne w mleku ludzkim. *Pol. Tyg. Lek.* 1993, 48, 18-19, 417-419.
3. *Czaja K., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Struciński P.*: Organochlorine pesticides, HCB and PCBs in human milk in Poland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1997, 58, 769-775.
4. *Czaja K., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Struciński P.*: Effect of age and number of deliveries on mean concentration of organochlorine compounds in human breast milk in Poland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1997, 59, 407-413.
5. *Czaplicki E., Podgórska B., Stobiecki S.*: Substancje organiczne trwale skażające środowisko – POP's (Persistent Organic Pollutants). *Ochr. Rośl.* 1998, 42, 9, 3-5.
6. *Dekoning E.P., Karmaus W.*: PCB exposure *in utero* and *via breast* milk. A review. *J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol.* 2000, 10, 285-293.
7. *Feeley M., Brouwer A.*: Health risks to infants from exposure to PCBs, PCDDs and PCDFs. *Food Addit. Contam.* 2000, 17, 325-333.
8. *Falck J.F., Ricci J.A., Wolff M.S., Godbold J., Deckers P.*: Pesticides and polychlorinated biphenyl residues in human breast lipids and their relation to breast cancer. *Arch. Environ. Health* 1992, 47, 143-146.
9. *Góralczyk K., Czaja K., Ludwicki J.K.*: Monitoring biologiczny i środowiskowy narażenia na chlorowane węglowodory aromatyczne. *Roczn. PZH* 1996, 47, 25-32.
10. *Góralczyk K., Ludwicki J.K., Czaja K., Struciński P.*: Monitoring pozostałości pestycydów w żywności w Polsce. *Roczn. PZH* 1998, 49, 331-339.
11. *Góralczyk K., Struciński P.*: Kumulacja persystentnych związków chloroorganicznych na poszczególnych poziomach piramidy troficznej. *Ekol. Techn.* 1996, 4, 14-18.
12. *Johansen H.R., Becher G.*: Congener-specific determination of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in human milk from Norwegian mothers living in Oslo. *J. Toxicol. Environ. Health* 1994, 42, 157-171.
13. *Juszkiewicz T., Niewiadowska A.*: Pozostałości pestycydów i polichlorowanych dwufenyli w tkankach zwierząt, mleku, jajach i środowisku w świetle 15 letnich badań własnych. *Med. Wet.* 1984, 40, 323-327.

14. *Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., Struciński P.*: Oznaczanie pozostałości insektycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli w środkach spożywczych metodą chromatografii gazowej. Wyd. Metod. PZH, Warszawa 1996.
15. *Lulek J., Polańska A., Szyrwińska K., Szafran B.*: Levels of polychlorinated biphenyls in human milk from Wielkopolska region in Poland. *Fresenius Environ. Bull.* 2002, 11, 102-107.
16. *Lunden A., Noren K.*: Polychlorinated naphthalenes and other organochlorine contaminants in Swedish human milk, 1972-1992. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 1998, 34, 414-423.
17. *Niewiadowska A., Żmudzki J., Semeniuk S.*: Pozostałości chlorowanych węglowodorów aromatycznych w mleku. *Roczn. PZH* 1995, 46, 113-117.
18. *Noren K., Meironyte*: Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* 2000, 40, 1111-1123.
19. *Prachar V., Uhnak J., Veninerova M.*: Príspevok k hodnoteniu hladin chlorovaných organických zlučenin v materskom mlieku. *Hygiena* 1996, 41, 42-46.
20. *Sawhney B.L., Hankin L.*: Polychlorinated biphenyls in food: A review. *J. Food Prot.* 1985, 48, 442-448.
21. *Schade G., Heinzow B.*: Organachlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human milk of mothers living in northern Germany: Current extent of contamination, time trend from 1986 to 1997 and factors that influence the levels of contamination. *Sci. Total Environ.* 1998, 215, 31-39.
22. *Sitarska E., Górski T., Ludwicki J.K.*: Concentrations of DDT, PCBs, HCB and HCH isomers in the liver and adipose tissue of newborn mice receiving an extract of human milk. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1987, 39, 756-761.
23. *Starek A.*: Polichlorowane bifenyle – toksykologia – ryzyko zdrowotne. *Roczn. PZH* 2001, 52, 187-201.
24. *Stanisz A.*: Przystępny kurs statystyczny w oparciu o program Statistica PL na przykładach z medycyny. Stat Soft Polska sp. z o.o. Kraków, 1998.
25. *Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K.*: Wybrane aspekty działania ksenoestrogenów z grupy persystentnych związków chloroorganicznych. *Roczn. PZH* 2000, 51, 211-228.
26. *Vallack H.W., Bakker D.J., Brandt I., Broström-Lunden E., Brouwer A., Bull K.R., Gough C., Guardans R., Holoubek I., Jansson B., Koch R., Kuylenstierna J., Lecloux A., Mackay D., McCutcheon P., Mocarelli P., Taalman R.D.F.*: Controlling persistent organic pollutants – what next? *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 1998, 6, 143-175.
27. *Vartainen T., Saarikoski S., Jaakkola J.J., Tuomisto J.*: PCDD, PCDF, and PCB concentrations in human milk from two areas in Finland. *Chemosphere* 1997, 34, 2571-2583.
28. *Vaz R.*: Average Swedish dietary intakes of organochlorine contaminants via foods of animal origin and their relation to levels in human milk, 1975-90. *Food Addit. Contam.* 1995, 12, 543-558.
29. *Zakrzewski S.F.*: Podstawy toksykologii środowiska. WN PWN, Warszawa 2000.

Otrzymano: 2004.03.09