

ZMIANY W ZAWARTOŚCIACH WYBRANYCH KONGENERÓW PCB W MIĘSIE KARPIA W WYNIKU OBRÓBKİ CIEPLNEJ

Władysław Ciereszko, Agata Witczak

Streszczenie. Badano zmiany zawartości wybranych planarnych kongenerów PCB w mięsie karpia w wyniku obróbki cieplnej. Po wszystkich zabiegach kulinarnych stwierdzono ubytki w zawartościach tych związków. Największe odnotowano po smażeniu filetów w głębokim tłuszczu, a najmniejsze po pieczeniu w kuchni mikrofalowej. Straty w zawartościach tych związków w produktach finalnych nastąpiły w wyniku ich ubytków wraz z lipidami podczas gotowania na rzecz wywaru oraz kdestylacji z parą wodną, a po smażeniu na skutek ekstrakcji do oleju smaźalniczego.

Słowa kluczowe: kongenery PCB, obróbka cieplna, karp

WSTĘP

Polichlorowane bifenyly (PCBs) należą do grupy syntetycznych związków aromatycznych, o dwóch połączonych pierścieniach fenylowych wysyconych różną ilością chloru [Mullin i in. 1984]. Są to jedne z najtrwalszych związków syntetycznych opornych na działanie nawet stężonych kwasów nieorganicznych i silnych zasad. Charakteryzują się ponadto niską prężnością par, wysoką temperaturą zapłonu, niskim przewodnictwem elektrycznym i trwałością przy spalaniu w piecach konwencjonalnych [Södergren i Gelin 1983]. Produkcję na skalę przemysłową podjęto w USA w 1929 roku i produkowano mieszaniny użytkowe pod nazwą Aroclor o różnej konsystencji, od przezroczystych małopiękłych cieczy poprzez gęste oleje do twardych żywic, zgodnie z zapotrzebowaniem przemysłu. Polichlorowane bifenyly znalazły szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w elektrotechnice jako płyny dielektryczne (oleje transformatorowe), płynne wymienniki ciepła, ciecze chłodząco-smarujące, komponenty mas uszczelniających i plastycznych oraz farb drukarskich i olejnych, lakierów, impregnatów tkanin i płyt ogniotrwałych oraz opakowań [Waish 1972, Cundel 1974, Harvey i in. 1974].

Tak szerokie zastosowanie sprzyjało rozprzestrzenianiu i przenikaniu tych związków do różnych elementów środowiska. Do 1980 roku globalną produkcję oblicza się

na około 2 000 000 ton [Polychlorinated... 1979]. Już w latach 30. ubiegłego wieku u robotników zatrudnionych przy produkcji kondensatorów i transformatorów obserwowano trudne do leczenia choroby skóry, a po długiej inhalacji nawet przypadki śmiertelne [Popov 1983]. W 1968 roku w Japonii, w wyniku spożycia skażonego PCB oleju ryżowego, odnotowano zatrucie 1291 osób [Kuratsune i in. 1976, Popov 1983]. Przez długie lata nie dostrzegano problemu obecności polichlorowanych bifenyli w środowisku i ich zagrożenia ekologicznego. Zainteresowanie datuje się od 1966 roku, kiedy Jensen [1966] dokonał identyfikacji PCB w rybach Bałtyku, a następnie stwierdzono ich obecność w tkankach ludzi, zwierząt, w roślinach, powietrzu, wodzie, glebie oraz paszy i żywności [Jensen i in. 1969, 1974, Holden 1975, Marchand i Vas 1976, Marchand 1977, Smoczyński i in. 1984]. Za główne źródło skażenia środowiska tymi związkami uważa się ścieki przemysłowe i komunalne, odprowadzane do zbiorników i cieków wodnych oraz stałe odpady poprodukcyjne i komunalne gromadzone na składowiskach, z których łatwo przenikają do gleby i wód powierzchniowych oraz ulatniają się do atmosfery.

Według Tanabe [1988] 60% dotychczasowej globalnej produkcji tych związków przedostało się do mórz i oceanów. W zbiornikach wodnych PCB, jako związki lipofilne, a praktycznie nierozpuszczalne w wodzie, szybko włączają się w obieg troficzny i charakteryzują się wysokimi współczynnikami biokumulacji [Tutsukava 1973, Cundel 1974, Harvey i in. 1974, Dexter i Field 1989].

Toksykodynamiczne właściwości poszczególnych kongenerów są różne i ściśle związane ze strukturą cząsteczki PCB, w której określone atomy wodoru zostały podstawione atomami chloru w różnych pozycjach. Non-orto oraz mono- i di-orto podstawione kongenery planarne PCBs są analogami przestrzennymi wyjątkowo trującej dioksyny 2,3,7,8-TCDD i wykazują zbliżoną do niej aktywność biologiczną i toksyczną [Ahlborg i in. 1994]. Biorąc pod uwagę współczynniki toksyczności TEFs (toxic equivalence factors), do najbardziej trujących dla człowieka i niektórych ssaków zalicza się: PCB 126 (0,1), PCB 169 (0,01), PCB 77 (0,0001), PCB 114, PCB 156, PCB 157 (0,0005).

Powszechnie uważa się, że ryby są głównym źródłem skażenia organizmu ludzkiego tymi związkami [Falandysz 1987, 1988]. Obecność pozostałości tych trwałych związków chloroorganicznych w organizmie człowieka może prowadzić do dysfunkcji układu hormonalnego, ze skutkami zdrowotnymi w postaci wzrostu liczby przypadków nowotworów sutka i jąder, prostaty, zaburzeń w rozrodzie i innych [Wolff i in. 1993, Birnbaum 1994, Bradlow i in. 1995, Struciński i in. 1995, 2000, Bigsby i in. 1999].

Ryby, ze względu na zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, witamin i pełnowartościowego białka, stanowią wartościowy i zalecany przez żywieniowców składnik diety człowieka. Spożywane są głównie w postaci produktów obróbki technologicznej i kulinarnej. Smith i in. [1973] stwierdzili w wyniku pieczenia i gotowania mięsa łososia ubytek ogólnego PCB w granicach 2-16%, a Zabik i in. [1982] obserwowali w mięsie karpia pieczonych na ruszcie, smażonych i przyrządzanych w kuchni mikrofalowej ubytek polichlorowanych bifenyli w zakresie 10-20%. Natomiast w wyniku opiekania troci tłustej z bardzo zanieczyszczonego jeziora Superior, ubytki PCB kształtowały się w granicach od 26% w czasie obróbki w kuchni mikrofalowej do 53% po opiekanii.

Dalsze badania dotyczyły różnych gatunków ryb morskich, słodkowodnych i wędrownych. We wszystkich przypadkach stwierdzono zróżnicowane ubytki ogólnego PCB [Zabik i in. 1994, 1995, Moya i in. 1998, Salama i in. 1998].

Ocena zmian zawartości sumarycznego PCB nie określa w sposób dostateczny zmian toksyczności w produktach finalnych. Dlatego celem niniejszych badań jest określenie zmian w poziomach zawartości najbardziej toksycznych kongenerów: PCB 77(3,3',4,4'-T₄CB), PCB 114 (2,3,3',4,4'-P₅CB), PCB 126 (3,3',4,4',5'-P₅CB), PCB 156 (2,3,3',4,4',5-H₆CB), PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-H₆CB), PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-H₆CB) w surowcach i produktach finalnych w wyniku powszechnie stosowanych metod obróbki kulinarnej w mięsie karpia hodowlanych.

MATERIAŁ I METODY

Surowiec do badań stanowiły filety ze skórą z karpia hodowlanego (*Cyprinus carpio* L.) i olej sojowy użyty do smażenia. Badania obejmowały takie rodzaje obróbki kulinarnej jak gotowanie, duszenie, smażenie na patelni, smażenie w głębokim tłuszczu i obróbka cieplna w kuchni mikrofalowej:

- gotowanie filetów wykonano w kolbach stożkowych z korkiem na szlif o pojemności 300 cm³ w 100 ml wody redestylowanej, z odprowadzeniem kodestylatu analizowanych związków poprzez chłodnicę bezpośrednio do rozpuszczalnika organicznego (20 ml n-heksanu); doświadczenie prowadzono przez 20 min od momentu wrzenia,

- duszenie przeprowadzano w naczyniach szklanych pod przykryciem, w suszarce w temperaturze 160°C, w ciągu 20 min,

- smażenie na patelni wykonano używając każdorazowo 5 ml oleju sojowego, do momentu uzyskania złotego koloru,

- smażenie w głębokim tłuszczu przeprowadzono zanurzając filety karpia w 100 ml oleju sojowego w krystalizatorze o poj. 500 cm³ i smażyło aż do uzyskania złotego koloru (10 min),

- obróbkę cieplną w kuchni mikrofalowej prowadzono w naczyniach żaroodpornych bez użycia wody, w ciągu 3 min, w kuchni mikrofalowej FH-ALASKA Typ M8100 o mocy 800 W.

Do badań analitycznych pobierano po dwa filety z każdej ryby. Jeden traktowano jako surowiec wyjściowy, a drugi poddano obróbce kulinarnej. Następnie filety rozdrabniano i homogenizowano. Do analizy na zawartość polichlorowanych bifenyli pobierano 10 g naważki i ucierano z bezwodnym siarczanem sodu do uzyskania jednorodnej suchej masy, a do oznaczania suchej masy 5 gramów. Próbkę przygotowywano metodą według Jensena i in. [1983]. Część próbek, wybranych losowo, fortyfikowano znaną ilością każdego z sześciu toksycznych badanych kongenerów PCB w celu dokładnej identyfikacji badanych związków. Do analizy użyto roztworu wzorcowego 6 badanych planarnych kongenerów rozpuszczonych w izooktanie firmy Promochem GmbH (D-46485 WESEL, NE 0899). Do ekstrakcji badanych związków wraz z lipidami użyto 50 cm³ mieszaniny acetonu z n-heksanem (2,5:1) i ponownie 50 cm³ n-heksanu z eterem etylowym (9:1). Po przesączeniu do kolby stożkowej o pojemności 250 cm³ z korkiem na szlif, ekstrakty zagęszczano w rotacyjnej wyparce próżniowej do objętości około 2 cm³. Zagęszczony ekstrakt przenoszono ilościowo n-heksanem do czystych, suchych, ważonych, stożkowych probówek szklanych z korkiem na szlif o pojemności

10 cm³ i w prądzie ciepłego powietrza (50°C) odparowywano rozpuszczalnik, a pozostałość suszono w temperaturze 80°C do stałej masy, w celu określenia procentowej zawartości lipidów. W celu określenia zawartości analizowanych związków pobrano naważkę około 0,5 g tłuszczu i rozpuszczono ją w 2 cm³ n-heksanu. Następnie próbkę oczyszczano dodając 7 cm³ 7-procentowego SO₃ w stężonym H₂SO₄. Po wymieszaniu i rozdzieleniu się warstw, górną warstwę n-heksanową przenoszono do czystej próbówki i przemywano ją trzykrotnie wodą dejonizowaną oraz osuszano przesączając przez warstwę bezwodnego siarczanu sodu. Następnie zagęszczono na rotacyjnej wyparce próżniowej do objętości 0,5 cm³, po czym ponownie rozcieńczono n-heksanem do objętości 1 cm³. Tak przygotowaną próbkę poddawano rozdzielni chromatograficznej w układzie gaz-ciecz metodą kapilarnej chromatografii gazowej, w aparacie GC MSD (HP 6890/5973) z kolumną HP-35 (30 m × 320 μm × 0,15 μm) i gazem nośnym – helem (przepływ przez kolumnę 1,3 ml·min⁻¹). Identyfikację badanych związków oraz ich oznaczenie ilościowe wykonano porównując widma masowe wzorców i prób. Analizy wykonywano w trzech powtórzeniach.

Na podstawie współczynników toksyczności TEF (*toxic equivalency factor*) w stosunku do dioksyny 2,3,7,8-TCDD obliczono wartości równoważnika toksyczności TEQs (*toxic equivalents*) według następującego wzoru:

$$\sum [c_i \cdot \text{TEF}_i]_n = \text{TEQ}_{\text{mieszaniny}}$$

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Otrzymane wyniki badań zestawiono w tabelach 1-3. W surowych filetach badanych karpia zawartość lipidów wynosiła 10,1-12,86%, a suchej masy 29,01-33,3%. W surowych próbkach filetów karpia stwierdzono obecność wszystkich analizowanych kongenerów PCB. W mokrej masie najczęściej było kongeneru PCB 77, mniej PCB 114 i PCB 126 a najmniej PCB 156, PCB 157 oraz PCB 169 (tab. 1). W wyniku różnych rodzajów obróbki cieplnej w produktach finalnych w mokrej masie obserwowano spadek zawartości wszystkich analizowanych związków PCB. Kształtowały się różnie, w zależności od rodzaju obróbki (tab. 1). Największe ubytki (57,58±2,08%) stwierdzono po smażeniu filetów w głębokim tłuszczu, a najmniejsze (12,89±3,03%) w wyniku obróbki cieplnej w kuchni mikrofalowej. Natomiast podczas gotowania, duszenia i smażenia na patelni średnie ubytki analizowanych kongenerów wynosiły odpowiednio: 28,68±1,67, 16,57±7,17, 33,88±2,99%.

W przeliczeniu na lipidy, jedynie podczas gotowania obserwowano wzrost zawartości czterech kongenerów (PCB 77, PCB 114, PCB 126 i PCB 169) i spadek dwóch (PCB 156 i PCB 157) (tab. 2). Natomiast po duszeniu, smażeniu na patelni i smażeniu w głębokim tłuszczu oraz obróbce kulinarnej filetów w kuchni mikrofalowej odnotowano, w przeliczeniu na lipidy, średnie spadki zawartości wszystkich analizowanych związków PCB odpowiednio: 4,77± 4,52; 64,78±1,72; 82,46±3,75; 18,27±2,82%.

Zmiany w poziomach zawartości badanych związków w produktach finalnych podczas gotowania, duszenia i pieczenia w kuchni mikrofalowej należy tłumaczyć ich ucieczką wraz z lipidami do wywaru i wycieku oraz ulatnianiem się w kodestylacji z parą wodną (tab. 3). Podczas smażenia na patelni i w głębokim tłuszczu straty badanych

Tabela 1. Zawartość analizowanych kongenerów PCB w surowcu i w produktach finalnych po obróbce cieplnej
 Table 1. Contents of analysed PCB congeners in raw material and in final products after cooking

Obróbka cieplna Cooking		Zawartość, % Contents, %		Zawartość, ng·kg ⁻¹ mokrej masy Contents, ng·kg ⁻¹ wet weight									
		sucha masa drying weight	lipidy lipids	PCB 77	PCB 114	PCB 126	PCB 156	PCB 157	PCB 169	TEQs			
Gotowanie Boiling	przed obróbką before cooking	29,01	11,02	17,68	3,45	3,86	1,33	1,95	1,99	0,4110			
	po obróbce after cooking	36,61	7,74	12,83	2,52	2,81	0,92	1,35	1,40	0,2987			
	zmiany, % – changes, %	+26,20	-29,07	-27,44	-26,96	-27,21	-30,10	-30,77	-29,65	-27,33			
Duszenie Stewing	przed obróbką before cooking	30,02	11,31	20,55	3,91	4,56	1,24	2,29	1,61	0,4781			
	po obróbce after cooking	32,06	10,11	16,23	3,40	4,01	1,10	2,00	1,30	0,4189			
	zmiany, % – changes, %	+6,80	-10,10	-21,00	-13,00	-12,10	-11,30	-12,70	-29,30	-12,39			
Smażenie na patelni Pan frying	przed obróbką before cooking	30,96	12,13	23,97	5,59	7,53	2,99	3,10	1,65	0,7777			
	po obróbce after cooking	40,67	22,65	17,01	3,52	5,12	1,90	2,05	1,04	0,5278			
	zmiany, % – changes, %	+31,14	+86,70	-29,00	-37,00	-32,00	-36,40	-33,90	-35,00	-32,13			
Smażenie w głębokim tłuszczu Deep fat frying	przed obróbką before cooking	29,51	11,89	18,08	3,96	5,16	2,27	2,34	3,41	0,8631			
	po obróbce after cooking	44,33	26,81	7,38	1,70	2,22	0,95	0,96	1,57	0,2402			
	zmiany, % – changes, %	+50,22	+125,50	-60,00	-57,00	-57,00	-58,20	-59,00	-54,00	-72,17			
Obróbka cieplna w kuchni mikrofalowej Cooking in microwave	przed obróbką before cooking	33,30	12,86	21,43	5,17	3,16	1,90	3,20	1,83	0,3416			
	po obróbce after cooking	36,68	13,71	19,22	4,29	2,75	1,73	2,70	1,60	0,2973			
	zmiany, % – changes, %	+10,15	+10,66	-10,30	-17,03	-13,00	-9,00	-15,50	-12,50	-12,97			
TEFs				0,0001	0,0005	0,1	0,0005	0,0005	0,01				

Tabela 2. Zawartość analizowanych kongenerów PCB w lipidach surowca i w produktach finalnych po obróbce cieplnej
 Table2. Contents of analysed PCB congeners in lipids of raw material and in final products after cooking

Obróbka cieplna Cooking		Zawartość, % Contents, %		Zawartość, ng·kg ⁻¹ lipidów Contents, ng·kg ⁻¹ lipids						
		sucha masa drying weight	lipidy lipids	PCB 77	PCB 114	PCB 126	PCB 156	PCB 157	PCB 169	
Gotowanie Boiling	przed obróbką before cooking	29,01	11,02	160,50	31,30	35,00	12,10	17,70	18,06	
	po obróbce after cooking	36,61	7,74	165,80	32,60	36,30	11,90	17,40	18,08	
	zmiany, % – changes, %	+26,20	-29,07	+3,30	+4,15	+3,71	-1,65	-1,70	+0,11	
Duszenie Stewing	przed obróbką before cooking	30,02	11,31	181,80	34,60	40,30	11,00	20,30	14,20	
	po obróbce after cooking	32,06	10,11	160,50	33,60	39,70	10,90	19,80	12,90	
	zmiany, % – changes, %	+6,80	-10,10	-11,72	-2,89	-1,49	-0,91	-2,46	-9,16	
Smażenie na patelni Pan frying	przed obróbką before cooking	30,96	12,13	197,60	46,10	62,10	24,60	25,60	13,60	
	po obróbce after cooking	40,67	22,65	75,10	15,50	22,60	8,40	9,05	4,60	
	zmiany, % – changes, %	+31,14	+86,70	-61,99	-66,38	-63,61	-65,85	-64,65	-66,18	
Smażenie w głębokim tłuszczu Deep fat frying	przed obróbką before cooking	29,51	11,89	152,06	33,30	43,40	19,10	19,70	28,70	
	po obróbce after cooking	44,33	26,81	27,50	6,30	8,30	3,50	3,60	5,90	
	zmiany, % – changes, %	+50,22	+125,50	-81,92	-81,08	-80,88	-81,68	-81,73	-79,44	
Obróbka cieplna w kuchni mikrofalowej Cooking in microwave	przed obróbką before cooking	33,30	12,86	166,60	40,20	24,60	14,80	24,90	14,20	
	po obróbce after cooking	36,68	13,71	140,20	31,30	20,10	12,60	19,70	11,70	
	zmiany, % – changes, %	+10,15	+10,66	-15,85	-22,14	-18,29	-14,86	-20,88	-17,61	
TEFs				0,0001	0,0005	0,1	0,0005	0,0005	0,01	

Tabela 3. Zawartość analizowanych kongenerów PCB w lipidach wyługowanych podczas gotowania i duszenia oraz w oleju sojowym przed i po smażeniu
 Table 3. Contents of analysed PCB congeners in lipids digested during boiling and stewing and in soya oil before and after frying

Nazwa próbki Sample name	Zawartość, ng·kg ⁻¹ lipidów Contents, ng·kg ⁻¹ lipids					
	PCB 77	PCB 114	PCB 126	PCB 156	PCB 157	PCB 169
Tłuszcz do smażenia (olej sojowy) Fat applied to frying (soya oil) (a)	0,20	0,10	0,10	0,40	0,20	0,60
Tłuszcz po głębokim smażeniu Fat after deep fat frying (b)	23,40	4,81	8,12	3,22	2,81	4,40
Zmiany zawartości* Changes of contents* (b-a)	+23,20	+4,71	+8,02	+2,82	+2,61	+3,80
Tłuszcz po smażeniu na patelni Fat after pan frying (c)	40,67	8,16	12,83	18,01	4,81	2,80
Zmiany zawartości* Changes* (c-a)	+40,47	+8,06	+12,73	+17,61	+4,61	+2,20
Tłuszcz w wywarze po gotowaniu Fat in decoction after boiling	34,31	5,44	7,90	13,21	2,87	6,80
Kodestylat po gotowaniu** Codestillat after cooking**	16,09	3,07	5,46	3,82	2,57	n.w.
Wyciek po duszeniu Spill after stewing	165,59	34,28	35,89	15,83	19,84	8,40

*Zmiany zawartości = zawartość w tłuszczu po smażeniu na patelni (lub po głębokim smażeniu) – zawartość w tłuszczu użytym do smażenia.

**Ubytek w kodestylacji z parą wodną, ng.

*Changes = contents in lipids after pan frying (or after deep fat frying) – contents in fat employed to frying.

**Losses in codestillation with water vapour, ng.

kongenerów w mokrej masie są wynikiem ich ekstrakcji do oleju smaźalniczego, o czym świadczy spadek ich zawartości w produkcie finalnym w przeliczeniu na lipidy (tab. 2) oraz wzrost ich zawartości w tłuszczu po smaźeniu (tab. 3). Otrzymane wyniki badań korespondują z wcześniejszymi badaniami Smitha i in. [1973], Cichego i in. [1979] oraz Zabika i in. [1982, 1994, 1995]. Autorzy badali zmiany w zawartościach ogólnego PCBs. Odnotowali również różne ubytki PCB, w zależności od rodzaju obróbki cieplnej, przy czym największe zaobserwowano w wyniku głębokiego smaźenia.

Obliczone równowaźniki toksyczności (TEQ) w stosunku do dioksyny 2,3,7,8-TCDD w produktach finalnych kształtowały się w granicach 0,2402-0,5278 ng·kg⁻¹ i nie przekraczały wartości TDI (*tolerable daily intake*), określonej przez WHO/FAO na 1-4 pg TEQ/kg masy ciała (WHO FAO 1999).

WNIOSKI

1. Obróbka cieplna wpłynęła znacząco na spadek poziomów zawartości analizowanych związków PCB w produktach finalnych.
2. Największe ubytki obserwowano w wyniku smaźenia filetów karpia w tłuszczu głębokim, a najmniejsze podczas gotowania, duszenia i pieczenia w kuchni mikrofalowej.
3. Głównym czynnikiem zmniejszenia koncentracji kongenerów PCB w produktach finalnych była ich ucieczka, wraz z lipidami, podczas gotowania do wywaru, kodystylacja z parą wodną oraz ekstrakcja do oleju smaźalniczego, a także wyciek podczas duszenia i pieczenia w kuchni mikrofalowej.

PIŚMIENNICTWO

- Ahlborg U.G., Becking G.C., Birnbaum L.S., Brouwer A., Derks H.J.G.M., Feeley M., Golor G., Hanberg A., Larsen J.C., Liem A.K.D., 1994. Toxic equivalency factors for dioxin-like PCBs. Report on a WHO-ECEH and IPCS consultation. *Chemosphere* 28, 1049-1067.
- Bigsby R., Chapin R.E., Daston G.P., Davis B.J., Gorski J., Grey E.L., Howdeshell K.L., Zoller R.T., von Saal E.L., 1999. Evaluating the effects of endocrine disruptors on endocrine function during development. *Environ. Health Perspect.* 107, Suppl. 4, 613-618.
- Birnbaum L.S., 1994. Endocrine effects of prenatal exposure to PCBs, dioxins and other enobiotics: Implication for policy and future research. *Environ. Health Perspect.* 107, Suppl. 4, 613-618.
- Bradlow H.L., Davis D.L., Lin G., Sepcovic D., Tiwari R., 1995. Effects of pesticides on the ratio of 16a/2-hydroxyesterone: A biologic marker of breast cancer risk. *Environ. Health. Perspect.* 103, Suppl. 7, 147-150.
- Cichy R.F., Zabik M.E., Weaver C.M., 1979. Polychlorinated biphenyl reduction in lake trout by irradiation and broiling. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 22, 807-812.
- Cundel A.M., 1974. Plastics in the marine environment. *Environ. Conserv.* 1 (1), 63-68.
- Dexter R., Field J., 1989. A discussion of sediment PCB target levels for protection of aquatic organisms. OCEAN 18021 Sept. 1989, Int. Adress. Meth. Underst. Global Ocean, Seattle, Wash. 2, 452-456.
- Falandysz J., 1987. Badanie występowania pozostałości polichlorowanych dwufenyli (PCB) w żywności pochodzenia morskiego oraz próba oszacowania dziennego spożycia tych związków w Polsce w latach 1970-1982. *Stud. Mat. MIR Ser. D*, 16.

- Falandysz J., 1988. Oszacowanie spożycia polichlorowanych dwufenyli w rybach w Polsce. Roczn. PZH 39, 450-453.
- Harvey G., Micklas H., Bowen V., 1974. Observations on the distribution of chlorinated hydrocarbons in Atlantic Ocean organisms. J. Mar. Res. 32 (2), 103-118.
- Holden A.V., 1975. Monitoring PCB in water and wild life. Publ. Statens. Naturvardsverk 4, 23-33.
- Jensen S., 1966. Report of a new chemical hazard. New Sci. 32 (525), 612-649.
- Jensen S., Johnels A., Olsson M., 1969. DDT and PCB in marine animals from Swedish waters. Nature 224, 5216, 896-902.
- Jensen S., Sundeström G., 1974. Structures and levels of most chlorobiphenyls in two technical PCB products and human adipose tissue. AMBIO 3, 70-76.
- Jensen S., Reutergårdh L., Jansson B., 1983. Analytical methods for measuring organochlorines and methyl mercury by gas chromatography. FAO Fish.Tech.Pap., 212, FAO UN, Rome.
- Kuratsune M., Masuda Y., Nagayama J., 1976. Some of the recent findings concerning yusho. National Conf. On Pated Biphenyls, 19-21.11.1975, Chicago, Illinois, Washington, 14-30.
- Marchand M., Vas D., 1976. Levels of PCB and DDT in mussels from the N.W. Mediterranean. Mar. Pollut. Bull. 7 (4), 65-69.
- Marchand M., 1977. Residue de et de polychlorobiphenyles (PCB). Identification en le plancton de la cote Nordvest Mediterranecne. Bull. Union Oceanograf. France 6, 24-29.
- Moya J., Garrahan K.G., Poston T.M., Durell G.S., 1998. Effects of cooking on levels of PCBs in the fillets of Winter Flounder. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 60, 845-851.
- Mullin M.D., Pochini C.M., McCrinle S., Romkes M., Safe S.H., Safe L.M., 1984. High resolution PCB analysis; Synthesis and chromatographic properties of all 209 PCB congeners. Environ. Sci. Technol. 18, 468-476.
- Polychlorinated Biphenyls. 1979. U.S.National Academy of Science (NAS), Washington.
- Popov V.A., 1983. O zagraznienii okružajuščej sredy polichlorirovannymi bifenilami. Gig. Sanit. 6, 85-88.
- Salama A.A., Mohamed M.A.M., Duval B., Potter T.L., Levin R.E., 1998. Polychlorinated biphenyls concentration in raw and cooked North Atlantic Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) fillets. J. Agric. Food Chem. 46, 1359-1362.
- Smith W.E., Funk K., Zabik M.E., 1973. Effect of cooking on concentrations of PCB and DDT compounds in chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and coho (o. kisutch) salmon from Lake Michigan. J. Fish Res. Bol. Canada 30, 702.
- Smoczyński S., Amarowicz R., Kraśnicki K., 1984. Chemiczne skażenie całodziennych posiłków oraz wybranych grup ludności. I. Wstępne badanie zawartości rtęci, ołowiu i kadmu oraz polichlorowanych dwufenyli (PCB) w całodziennych racjach pokarmowych z wybranej stołówki akademickiej. Roczn. PZH 35, 209-216.
- Struciński P., Góralczyk K., Ludwicki J.K., 1995. Abiotyczne i biotyczne przemiany persystentnych związków chloroorganicznych w środowisku. Roczn. PZH 46, 279-292.
- Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., 2000. Wybrane aspekty działania ksenoestrogenów z grupy persystentnych związków chloroorganicznych. Roczn. PZH 51, 3.
- Södergren A., Gelin C., 1983. Effect of PCBs on the rate of carbon-14 uptake in phytoplankton isolates from oligotrophic and eutrophic lakes. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 30 (2), 191-198.
- Tanabe S., 1988. PCB problems in the future: Foresight from current knowledge. Environ. Pollut. 50, 5-28.
- Tatsukawa R., 1973. Dangerous effects of PCB for the environment and living organisms. Jap. J. Ecol. 23 (2), 74-80.
- Waish G.E., 1972. Insecticides. Herbicides and polychlorinated biphenyls in estuaries. J. Wash. Acad. Sci. 2, 62-70.
- WHO FAO, 1999. Codex Committee on Food Additives and Contaminants. Codex alimentarius commission (FAO WHO), CX/FAC 99/23.
- Wolff M.S., Tonido P.G., Lee E.W., Rivera M., Dubin N., 1993. Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer. J. Natl. Cancer Inst. 85, 648-652.

- Zabik M.E., Merrill C., Zabik M.J., 1982. PCBs and other xenobiotics in raw and cooked Carp. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 28, 710-715.
- Zabik M.E., Zabik M.J., Booren A. M., Nettles M., Song J.-H., Welch R., Humphrey H., 1994. Pesticides and total polychlorinated biphenyls in Chinook Salmon and Carp harvested from the Great Lakes: Effects of skin-on and skin-off processing and selected cooking methods. J. Agric. Food Chem. 43, 993-1001.
- Zabik M.E., Zabik M.J., Booren A.M., Daubenmire S., Pascall M.A., Welch R., Humphrey H., 1995. Pesticides and total polychlorinated biphenyls residues in raw and cooked Walleye and White Bass harvested from the Great Lakes. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 54, 396-402.

CHANGES OF CONTENTS OF SELECTED CONGENERS PCB IN CARP MEAT AS A RESULT OF COOKING

Abstract. Changes of contents of selected congeners PCB in carp meat as a result of cooking processing were examined. After all cooking treatments losses in contents of these compounds were stated. The biggest ones were noticed after frying fillets in deep oil and the smallest ones after roasting them in a microwave-oven. Losses in contents of these compounds in final products occurred as a result of their decreases with lipids during the boiling for the benefit of decoction and codestillation with water steam but after frying in consequence of extraction to the frying oil.

Key words: PCB congeners, cooking, carp

W. Ciereszko, A. Witczak, Katedra Toksykologii, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, tel. 091 4 250 403