

ZAWARTOŚCI OGÓLNEGO PCB I KONGENERÓW WSKAŹNIKOWYCH W KORZE SOSNY (*PINUS SYLVESTRIS* L.) ORAZ W GLEBIE NA OBSZARZE LEŚNICTWA MORACZ

Władysław Ciereszko, Agata Witczak, Agnieszka Tomza,
Janusz Borowicz

Akademia Rolnicza w Szczecinie

Streszczenie. Badaniom dotyczącym zawartości ogólnego PCB oraz 7 kongenerów wskaźnikowych poddano korę sosen (*Pinus sylvestris* L.) (w wieku od 17 do 45 lat) oraz glebę pobraną w sąsiedztwie tych drzew z kilku oddziałów Leśnictwa Moracz. Stwierdzono różne zawartości ogólnego PCB oraz analizowanych kongenerów wskaźnikowych. Zawartości ogólnego PCB w korze były największe na byłych gruntach uprawnych KPGR Przybiernów – 20,3 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. oraz w okolicach wsi Moracz (oddział 619) i wyniosły średnio 20,1 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Najwyższy poziom ogólnego PCB w glebie (16,6 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m) stwierdzono również w oddziale 619 koło Przybiernowa.

Słowa kluczowe: kongenery PCB, kora sosny, gleba

WSTĘP

Polichlorowane bifenyle należą do grupy związków chlorowcopochodnych znanych od końca XIX wieku. Stanowią one mieszaninę wielu kongenerów zbudowanych z połączonych ze sobą dwóch pierścieni fenylowych podstawionych różną ilością atomów chloru, od mono do dekachlorobifenyli. Charakteryzują się dobrą rozpuszczalnością w niepolarnych rozpuszczalnikach organicznych i tłuszczach, niską prężnością par, łatwą kdestylacją z parą wodną, dobrym przewodnictwem cieplnym oraz bardzo niskim przewodnictwem elektrycznym. PCB zalicza się do najtrwalszych związków syntetycznych, opornych nawet na działanie stężonych kwasów nieorganicznych i zasad, a także długostrawie ogrzewanie w temperaturze do 150°C. Ze względu na właściwości fizykochemiczne znalazły szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, głównie jako dielektryki w elektrotechnice, płyny chłodzące, smary, plastyfikatory, komponenty

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. Władysław Ciereszko, Katedra Toksykologii Akademii Rolniczej w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, e-mail: agaw@tz.ar.szczecin.pl

farb i lakierów, impregnaty tkanin i inne [Harvey i in. 1974, Falandysz 1999, Struciński i in. 1995, 2000].

Produkowano je pod różnymi nazwami handlowymi w zależności od kraju pochodzenia (np. Aroclor – USA i Anglia, Clophen – Niemcy, Kanechlor – Japonia, Sovol – ZSRR, Flix – Francja czy Chlorofen i Tarnol – Polska). Dzięki wieloletniej produkcji oraz powszechnemu stosowaniu związki te łatwo przenikały do środowiska i ulegały kumulacji w różnych jego elementach. Za główne źródła skażenia środowiska tymi związkami uważa się ścieki przemysłowe i komunalne, odprowadzane do zbiorników i cieków wodnych oraz stałe odpady poprodukcyjne gromadzone na składowiskach, z których PCB łatwo przenikają do gleby i wód powierzchniowych, a w kodestylacji z parą wodną ulatniają się do atmosfery i mogą wędrować z prądami powietrznymi na duże odległości. Związki te trudno ulegają biodegradacji i dlatego ich naturalna detoksykacja jest mało skuteczna. Chlorowcopochodne, o których mowa, nie ulegają spalaniu w piecach konwencjonalnych i wymagają oddzielnych instalacji do spalania w wysokich temperaturach rzędu 1000-1600°C z powodu wytwarzających się silnie toksycznych dibenzodiosksyn i dibenzofuranów [Södergren i Gelin 1983].

Do 1980 roku globalną produkcję oblicza się na około 2 000 000 ton [Polychlorinated... 1979]. Przez długie lata nie dostrzegano problemu obecności PCB w środowisku i ich zagrożenia ekologicznego. Szerzej zaczęto interesować się tym tematem po odkryciu i identyfikacji tych związków w rybach Bałtyku [Jensen 1966], następnie w roślinach, powietrzu, wodzie, glebie, paszy, żywności oraz w tkankach ludzi i zwierząt [Jensen 1966, Jensen i Sundestöm 1974, Holden 1975, Marchand i Vas 1976, Marchand 1977, Smoczyński i in. 1984].

Polichlorowane bifenyle, jako związki lipofilne, szybko włączają się w obieg troficzny i charakteryzują się wysokimi współczynnikami biokumulacji w organizmach na różnych poziomach łańcucha troficznego [Harvey i in. 1974, Kryteria... 1985, Dexter i Field 1989, Looser i Ballschmiter 1998].

W latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia rozmieszczenie polichlorowanych bifenyli w różnych elementach środowiska kształtowało się następująco: około 31% globalnej produkcji przeniknęło do środowiska przyrodniczego, łącznie z wodami powierzchniowymi, morskimi i oceanicznymi, do osadów dennych, powietrza, gleb oraz organizmów żywych, 4% uległo degradacji, a 65% pozostało na lądzie jako odpady poprodukcyjne lub preparaty użytkowe zawarte jeszcze w różnych urządzeniach [Tanabe 1988].

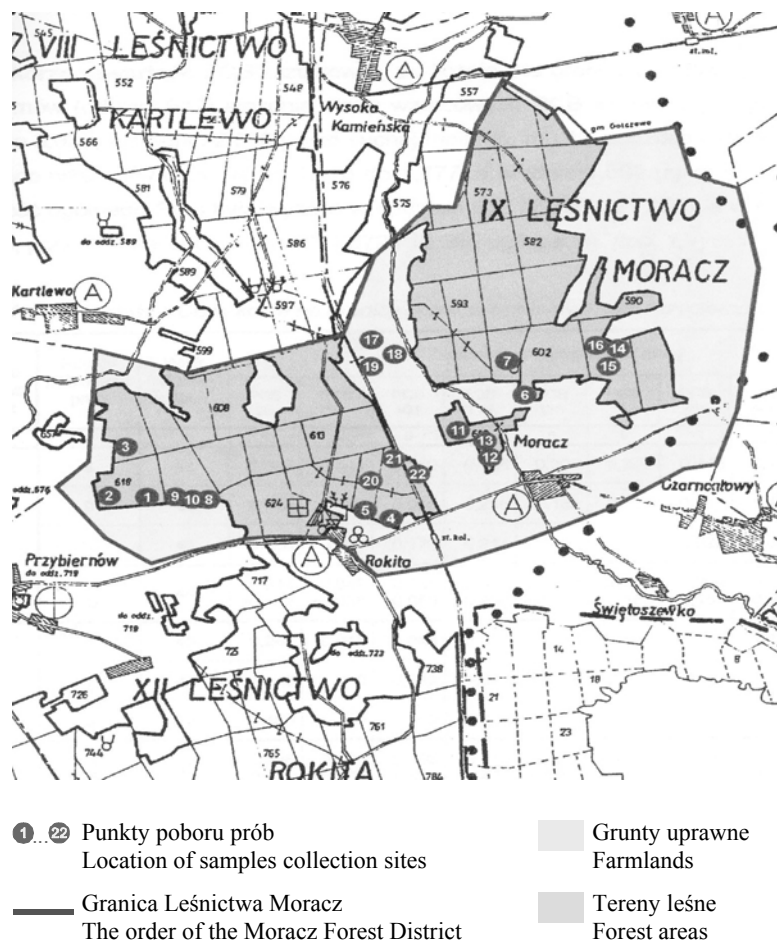
Główną drogą skażenia gleb rolniczych i obszarów leśnych przez PCB są prądy atmosferyczne przenoszące kodestylat tych związków nawet na bardzo duże odległości od źródeł ich stosowania lub składowania [Wania i Mackay 1993, 1996, Wania i Daly 2002].

Liczne badania dowodzą, że związki te, jako trwałe i toksyczne, o działaniu kumulatywnym, mogą stanowić niebezpieczeństwo dla zdrowia człowieka i zwierząt [Wolff i in. 1993, Birnbaum 1994, Struciński i in. 1995, 2000, Bigsby i in. 1999].

Dotychczas niewiele prac poświęcono obecności PCB w środowisku leśnym [Sinkkonen i in. 1996]. Dlatego celem niniejszej pracy było określenie poziomów zawartości sumy PCB oraz poszczególnych kongenerów wskaźnikowych (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) w korze drzew sosnowych i w glebie w ich sąsiedztwie.

MATERIAŁY I METODY

Materiał do badań stanowiła kora sosen w wieku od 17 do 45 lat oraz gleba z 10-centymetrowej warstwy w sąsiedztwie tych drzew, pobrana w czerwcu 2000 roku w Leśnictwie Moracz.



Rys. 1. Usytuowanie punktów poboru próbek na obszarze Leśnictwa Moracz
Fig. 1. Location of samples collection sites within the Moracz Forest District

Próbki kory (ok. 100 g) pobierano z pni drzew na wysokości 150 cm ścinając nożem warstwę kory właściwej do łyka. Glebę po usunięciu ściółki pobierano w bezpośrednim sąsiedztwie badanych drzew. Korę i glebę suszono w temperaturze 20-23°C. Próbki kory cięto na odcinki około 0,3-0,5 cm i mielono w młynku laboratoryjnym. Do analizy na zawartość PCB do kolb stożkowych o pojemności 250 cm³ pobierano 25-gramowe naważki kory i gleby, a do analizy zawartości suchej masy po 5 g. Ekstrahowano anali-

zowane związki mieszaniną acetonu z n-heksanem (1:2,5) i powtórnie heksanem z eterem etylowym (9:1). Następnie próbkę zatężano w rotacyjnej wyparce próżniowej do objętości około 2 cm³, po czym zagęszczony ekstrakt przenoszono ilościowo n-heksanem do probówek szklanych z korkiem na szlif o pojemności 10 cm³ i ponownie zagęszczano do objętości 1,5 cm³ w atmosferze azotu. 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 probówki i przemywano ją trzykrotnie wodą dejonizowaną celem usunięcia reszty kwasu oraz osuszano przesączając przez warstwę bezwodnego siarczanu sodu. Następnie próbkę zagęszczono w strumieniu azotu do objętości 0,5 cm³. Tak oczyszczony ekstrakt poddano analizie chromatograficznej metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas z wykorzystaniem aparatu GC MSD HP 6890/5973 z kolumną HP – 35 (30 m × 320 μm × 0,15 μm) i gazem nośnym – helem o przepływie przez kolumnę 1,3 cm³·min⁻¹ oraz programem temperaturowym pieca kolumny – temp. początkowa 140°C (0,5 min), wzrost do 200°C (5°C·min⁻¹), 200°C – 5 min, wzrost do 285°C (10°C·min⁻¹), 285°C – 10 min. Identyfikację badanych kongenerów PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180) i ich oznaczenie ilościowe wykonano porównując widma masowe związków uzyskanych z roztworów wzorcowych (Promochem GmbH, Nr D – 46485 WESEL, NE 0899) i analizowanych próbek. Analizy wykonywano w trzech powtórzeniach.

Zawartość ogólnego PCB (Σ PCB) obliczono w stosunku do mieszaniny wzorców Arochlorów 1254, 1242 i 1260 (1:1:1).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość sumy PCB oraz poszczególnych kongenerów w korze badanych drzew i w 10-centymetrowej powierzchniowych warstwach gleby zestawiono w tabelach 1 i 2.

W korze sosny stwierdzono istotne ($p < 0,05$) różnice w zawartościach ogólnego PCB (Σ PCB) w poszczególnych oddziałach badanego lasu. Jego najwyższą koncentrację ($21,471 \pm 7,588 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) oznaczono w okolicach wsi Moracz (oddział nr 619) oraz w sąsiedztwie pól leżących na terenie byłego KPGR Przybiernów – $20,057 \pm 7,654 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) (rys. 1). Natomiast najniższe poziomy zawartości ogólnego PCB wykryto w okolicach stacji kolejowej Rokita w oddziale nr 621 ($9,670 \pm 0,272 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.).

Zawartości w glebie kształtowały się na nieco niższym poziomie niż w korze drzew sosny i wahały się w granicach od $7,203 \pm 3,255 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w okolicy stacji kolejowej Rokita (oddział nr 620) do $12,677 \pm 5,523 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w sąsiedztwie wsi Moracz (oddział nr 603).

Na terenie oddziałów nr 617 i 618 położonych w okolicy Przybiernowa, zawartości wskaźnikowych kongenerów w korze kształtowały się różnie. Najniższy poziom koncentracji kongeneru PCB 52 ($0,005 \pm 0,008 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), a najwyższy PCB 118 ($0,719 \pm 0,437 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) oznaczono w oddziale nr 618. Zawartości kongenerów wskaźnikowych PCB w glebie na tym samym terenie kształtowały się na podobnym poziomie jak w korze. Natomiast w oddziale nr 617 nie stwierdzono obecności PCB 28, w minimalnych koncentracjach wykryto PCB 52 – $0,056 \pm 0,035 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., a w maksymalnej PCB 118 – $0,283 \pm 0,082 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Tabela 1. Zawartość sumy PCB oraz kongenerów wskaźnikowych w korze sosny
 Table 1. The contents of total PCB and indicator congeners in pine bark

Rejon pobrania prób The site of samples collection	Nr oddziału The section number	Wiek drzew The tree age	Zawartość, µg/kg suchej masy Contents, µg/kg dry matter										Σ PCB total PCB
			PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180				
Przybiernów (okolice wsi)	617	44	0,314 ± 0,162	0,049 ± 0,038	0,131 ± 0,059	0,518 ± 0,280	0,297 ± 0,111	0,387 ± 0,168	0,394 ± 0,157	0,387 ± 0,168	0,394 ± 0,157	14,672 ± 6,772	
	618	43	0,236 ± 0,232	0,005 ± 0,008	0,102 ± 0,112	0,719 ± 0,437	0,312 ± 0,167	0,069 ± 0,119	0,064 ± 0,111	0,069 ± 0,119	0,064 ± 0,111	10,556 ± 2,430	
		\bar{x}_{gr-PCB}	0,275 ± 0,197	0,027 ± 0,023	0,117 ± 0,086	0,619 ± 0,359	0,305 ± 0,139	0,228 ± 0,144	0,229 ± 0,134	0,228 ± 0,144	0,229 ± 0,134	12,614 ± 4,601	
Rokita (okolice stacji kolejowej)	620	17	0,388 ± 0,096	0,088 ± 0,015	0,017 ± 0,013	0,424 ± 0,417	0,247 ± 0,063	0,170 ± 0,295	0,200 ± 0,174	0,170 ± 0,295	0,200 ± 0,174	10,637 ± 6,013	
	621	17	0,310 ± 0,010	0,027 ± 0,038	0,017 ± 0,024	0,428 ± 0,149	0,170 ± 0,008	0,120 ± 0,170	0,308 ± 0,103	0,120 ± 0,170	0,308 ± 0,103	9,670 ± 0,272	
		\bar{x}_{gr-PCB}	0,349 ± 0,053	0,058 ± 0,027	0,017 ± 0,015	0,426 ± 0,283	0,209 ± 0,035	0,145 ± 0,233	0,254 ± 0,139	0,145 ± 0,233	0,254 ± 0,139	10,154 ± 3,143	
Przybiernów (KPGR)		30	0,690 ± 0,104	0,069 ± 0,048	0,172 ± 0,077	0,742 ± 0,255	0,421 ± 0,188	0,348 ± 0,340	0,421 ± 0,223	0,348 ± 0,340	0,421 ± 0,223	20,057 ± 7,654	
Moracz (okolice wsi)	619	44	0,533 ± 0,105	0,069 ± 0,073	0,043 ± 0,068	0,815 ± 0,190	0,437 ± 0,145	0,454 ± 0,441	0,715 ± 0,299	0,454 ± 0,441	0,715 ± 0,299	21,471 ± 7,588	
	603	36	0,342 ± 0,018	0,003 ± 0,002	0,172 ± 0,015	0,641 ± 0,128	0,328 ± 0,165	0,432 ± 0,178	0,477 ± 0,166	0,432 ± 0,178	0,477 ± 0,166	16,751 ± 3,450	
		\bar{x}_{gr-PCB}	0,438 ± 0,061	0,036 ± 0,037	0,108 ± 0,042	0,728 ± 0,159	0,383 ± 0,155	0,443 ± 0,309	0,596 ± 0,232	0,443 ± 0,309	0,596 ± 0,232	19,111 ± 5,519	
Leszczno (okolice wsi)	601	34	0,238 ± 0,211	0,020 ± 0,028	0,121 ± 0,105	0,399 ± 0,208	0,238 ± 0,206	0,285 ± 0,247	0,381 ± 0,199	0,285 ± 0,247	0,381 ± 0,199	11,792 ± 8,129	

Tabela 2. Zawartości sumy PCB oraz kongenerów wskaźnikowych PCB w glebie w sąsiedztwie badanych drzew
 Table 2. The contents of total PCB and indicator congeners in the soil in the surroundings of the studied trees

Rejon pobrania prób The site of samples collection	Numer oddziału The section number	Wiek drzew The tree age	Zawartość, µg/kg suchej masy Contents, µg/kg dry matter											Σ PCB total PCB		
			PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB 180	PCB 153	PCB 138	PCB 118			
Przybiernów (okolice wsi)	617	44	nw. nd.	0,120 ± 0,009	0,047 ± 0,008	0,482 ± 0,014	0,279 ± 0,016	0,380 ± 0,078	0,373 ± 0,098	0,373 ± 0,098	0,373 ± 0,098	0,373 ± 0,098	0,373 ± 0,098	0,373 ± 0,098	0,373 ± 0,098	11,767 ± 2,977
	618	43	0,138 ± 0,084	0,056 ± 0,035	0,059 ± 0,026	0,283 ± 0,082	0,174 ± 0,007	0,227 ± 0,043	0,257 ± 0,068	0,257 ± 0,068	0,257 ± 0,068	0,257 ± 0,068	0,257 ± 0,068	0,257 ± 0,068	0,257 ± 0,068	8,374 ± 2,092
Rokita (okolice stacji kolejowej)	620	17	\bar{x}_{Sr-PCB} 0,159 ± 0,079	0,039 ± 0,036	0,049 ± 0,038	0,264 ± 0,107	0,132 ± 0,037	0,181 ± 0,071	0,202 ± 0,102	0,202 ± 0,102	0,202 ± 0,102	0,202 ± 0,102	0,202 ± 0,102	0,202 ± 0,102	0,202 ± 0,102	7,203 ± 3,255
	621	17	0,133 ± 0,188	0,071 ± 0,004	0,132 ± 0,006	0,474 ± 0,067	0,350 ± 0,079	0,218 ± 0,308	0,275 ± 0,195	0,275 ± 0,195	0,275 ± 0,195	0,275 ± 0,195	0,275 ± 0,195	0,275 ± 0,195	0,275 ± 0,195	11,581 ± 2,361
Przybiernów (KPGR)	30	30	0,146 ± 0,133	0,055 ± 0,020	0,091 ± 0,022	0,369 ± 0,087	0,241 ± 0,058	0,199 ± 0,190	0,239 ± 0,149	0,239 ± 0,149	0,239 ± 0,149	0,239 ± 0,149	0,239 ± 0,149	0,239 ± 0,149	0,239 ± 0,149	9,392 ± 2,808
			0,136 ± 0,016	nw. nd.	0,107 ± 0,011	0,321 ± 0,008	0,244 ± 0,017	0,302 ± 0,036	0,246 ± 0,019	0,246 ± 0,019	0,246 ± 0,019	0,246 ± 0,019	0,246 ± 0,019	0,246 ± 0,019	0,246 ± 0,019	9,492 ± 3,628
Moracz (okolice wsi)	619	44	0,063 ± 0,110	0,081 ± 0,093	0,081 ± 0,046	0,333 ± 0,328	0,245 ± 0,094	0,224 ± 0,255	0,247 ± 0,225	0,247 ± 0,225	0,247 ± 0,225	0,247 ± 0,225	0,247 ± 0,225	0,247 ± 0,225	0,247 ± 0,225	9,279 ± 6,496
	603	36	0,280 ± 0,016	0,075 ± 0,070	0,116 ± 0,048	0,416 ± 0,188	0,298 ± 0,196	0,340 ± 0,195	0,284 ± 0,105	0,284 ± 0,105	0,284 ± 0,105	0,284 ± 0,105	0,284 ± 0,105	0,284 ± 0,105	0,284 ± 0,105	12,677 ± 5,523
Leszczno (okolice wsi)	601	34	0,172 ± 0,063	0,078 ± 0,082	0,099 ± 0,047	0,375 ± 0,258	0,272 ± 0,145	0,282 ± 0,225	0,266 ± 0,165	0,266 ± 0,165	0,266 ± 0,165	0,266 ± 0,165	0,266 ± 0,165	0,266 ± 0,165	0,266 ± 0,165	10,978 ± 6,010
			nw. nd.	0,094 ± 0,012	0,094 ± 0,012	0,830 ± 0,017	0,323 ± 0,061	0,344 ± 0,011	0,352 ± 0,071	0,352 ± 0,071	0,352 ± 0,071	0,352 ± 0,071	0,352 ± 0,071	0,352 ± 0,071	0,352 ± 0,071	10,472 ± 0,172

nw. – nie wykryto.
 nd. – no detected.

W sąsiedztwie stacji kolejowej Rokita (oddział nr 620) w korze nie wykryto zawartości PCB 101, natomiast w oddziale 621 poziom tego kongeneru wyniósł $0,017 \pm 0,024 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Najwyższą koncentrację PCB 118 ($0,426 \pm 0,283 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w korze stwierdzono w całym obszarze badań, a w glebie przy stacji kolejowej Rokita (nr 621) ($0,474 \pm 0,067 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najniższy poziom zawartości PCB 52 ($0,039 \pm 0,036 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) notowano w oddziale nr 620, a podobne ilości w okolicy Przybiernowa, Moracza i Leszczna.

Również w wypadku wyżej wymienionych rejonów (Przybiernów, Moracz, Leszczno), najmniejsze zawartości w korze drzew sosnowych notowano dla kongeneru PCB 52 i wyniosły one odpowiednio: $0,069 \pm 0,048$; $0,003$; $0,020 \pm 0,028 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. W okolicy wyżej wymienionych miejscowości największe poziomy koncentracji stwierdzono dla PCB 118 ($0,742 \pm 0,255$; $0,815 \pm 0,190$; $0,399 \pm 0,208 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.).

Na obszarze całego leśnictwa Moracz we wszystkich badanych punktach nie stwierdzono istotnych współzależności pomiędzy wiekiem badanych drzew a poziomem zawartości ogólnego PCB w korze ($r = 0,32$) oraz zawartością kongenerów wskaźnikowych ($r = -0,06 \div 0,28$).

W glebie z okolic Przybiernowa, Moracza i Leszczna najwyższy poziom koncentracji stwierdzono dla PCB 118 ($0,321$; $0,416 \pm 0,188$; $0,830 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), zaś najniższy dla PCB 28 w oddziale 619 w okolicy Moracza, który wynosił $0,063 \pm 0,110 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Badania Falandysza [1999] dotyczące gleb rolniczych i leśnych w regionie środkowo- i zachodniopomorskim również wykazały znaczne zróżnicowanie poziomów zawartości związków PCB i wahały się w granicach $2,3-38,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy. Natomiast znacznie wyższe koncentracje obserwowano na terenie Gdańska ($4,0-530,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), a niepokojąco wysokie zawartości ogólnego PCB w glebie zanotowano na terenie byłej bazy radzieckiej pod Świnoujściem ($890,0 \pm 1200,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), na co miało wpływ wieloletnie użytkowanie i składowanie tam sprzętu wojskowego. Tereny te stanowią obecnie poważny problem ekologiczny związany z ich dalszym zagospodarowaniem. Przeznaczenie ich na uprawy rolnicze stwarza niebezpieczeństwo przenikania PCB z gleby do roślin uprawnych i tym samym wraz z paszą lub żywnością do organizmów zwierząt hodowlanych i człowieka, co może stanowić zagrożenie dla zdrowia [Cogliano 1998, Carpenter 2000].

WNIOSKI

1. W większości próbek gleby i we wszystkich próbkach kory sosny stwierdzono obecność wszystkich analizowanych kongenerów polichlorowanych bifenyli.
2. Poziomy zawartości kongenerów PCB w korze i glebie kształtowały się różnie w poszczególnych oddziałach Leśnictwa Moracz.
3. Największe koncentracje Σ PCB stwierdzono w korze sosny w rejonie Przybiernowa i wsi Moracz.
4. Nie stwierdzono istotnych korelacji pomiędzy poziomami zawartości analizowanych kongenerów i ogólnego PCB a wiekiem drzew.

PIŚMIENNICTWO

- 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.
- Carpenter D.O., 2000. Human health effects of polychlorinated biphenyls. *Centr. Eur. J. Public Health* 8, Suppl., 23-24.
- Ciereszko W., 2001. Accumulation dynamics of PCBs in selected organs and tissues of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Ichthyol. Piscat.* 31 (2), 105-117.
- Cogliano V.J., 1998. Assessing the cancer risk from environmental PCBs. *Environ. Health Perspect.* 106, 6, 317-323.
- 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., 1999. PCBs w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego Gdańsk.
- 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 live. *Publ. Statens. Naturvardsverk.* 4, 23-33.
- Jensen S., 1966. Report of a new chemical hazard. *New Sci.* 32 (525), 612-649.
- Jensen S., Sundeström G., 1974. Structures and levels of most chlorobiphenyls in two technical PCB products and human adipose tissue. *AMBIO* 3, 70-76.
- Kryteria zdrowotne środowiska. 1985. Polichlorowane bifenyle i terfenyle. T. 2. PZWL Warszawa.
- Looser R., Ballschmiter K. (1998) Biomagnification of polychlorinated biphenyls (PCBs) in freshwater fish. *Fresenius J. Anal. Chem.* 360, 816-819.
- Marchand M., 1977. Residue de et de poychlorobiphenyles (PCB). Identification en le plancton de la cote Nordvest Mediterranecne. *Bull. Union Oceanograf. France* 6, 24-29.
- Marchand M., Vas D., 1976. Levels of PCB and DDT in mussels from the N.W. Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.* 7 (4), 65-69.
- Polychlorinated Biphenyls. 1979. U.S. National Academy of Science (NAS) Washington.
- Sinkkonen S., Welling L., Vattulainen A., Lahti L., Lahtipera M., Paasivirta J., 1996. Short chain aliphatic halocarbons and polychlorinated biphenyls in pine needles: effects of metal scrap plant emissions. *Chemosphere* 32 (10), 1971-1982.
- 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. *Rocz. PZH* 35, 209-216.
- Struciński P., Góralczyk K., Ludwicki J.K., 1995. Abiotyczne i biotyczne przemiany persystentnych związków chloroorganicznych w środowisku. *Rocz. PZH* 46, 279-292.
- Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., 2000. Wybrane aspekty działania ksenoestrogenów z grupy persystentnych związków chloroorganicznych. *Rocz. 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.
- Wania F., Mackay D., 1993. Global fractionation and cold condensation of low volatility organochlorine compounds in polar regions. *Ambio* 22, 10-18.
- Wania F., Mackay D., 1996. Tracking the distribution of persistent organic pollutants. *Environ. Sci. Technol.* 30, 390A-396A.

- Wania F., Daly G.L., 2002. Estimating the contribution of degradation in air and deposition to the deep sea to the global loss of PCBs. *Atmos. Environ.* 36, 5581-5593.
- Wolff M.S., Tonido P.G., Lee E.W., Rivera M., Dubin N., 1993. Blood levels of oranochlorine residues and risk of breast cancer. *J. Natl. Cancer Inst.* 85, 648-652.

**CONTENTS OF TOTAL PCB AND INDICATORY CONGENERS
IN PINE BARK (*PINUS SYLVESTRIS* L.) AND IN SOIL
WITHIN THE MORACZ FOREST DISTRICT**

Abstract. The contents of total PCB and 7 indicator congeners in pine bark (*Pinus sylvestris* L.) (at age of 17-45 years old) as well as in the soil from several forest sections of the Moracz Forest District were investigated. There were stated different contents of total PCB and analysed indicator congeners. The highest values of total PCB in pine bark were observed in former farmlands of KPGR Przybiernów – 20.3 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m. and in the surroundings of Moracz village (section 619) with mean value 20.1 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m. The highest level of total PCB in soil (16.6 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.) was also stated in section 619 near KPGR Przybiernów.

Key words: PCB congeners, pine bark, soil

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 11.10.2004 r.