

## **PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI WYBRANYCH PESTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH W KORZE SOSNY (*PINUS SYLVESTRIS* L.) ORAZ W GLEBIE NA TERENIE LEŚNICTWA MORACZ**

Agata Witczak, Agnieszka Tomza, Władysław Ciereszko,  
Janusz Borowicz

Akademia Rolnicza w Szczecinie

**Streszczenie.** Przedmiotem badań była kora sosny (*Pinus sylvestris* L.) i gleba pobrana w kilku oddziałach Leśnictwa Moracz, w województwie zachodniopomorskim. Zarówno w korze drzew, jak i w glebie stwierdzono różne zawartości analizowanych pestycydów chloroorganicznych. We wszystkich punktach poboru próbek największą zawartością wśród izomerów HCH wyróżniał się  $\gamma$ -HCH (lindan). Jego maksymalną ilość zanotowano w korze w okolicach wsi Przybiernów –  $60,1 \pm 80,6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. (oddział 617), a w glebie na obszarze byłego KPGR Przybiernów  $8,2 \pm 4,9 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Najwięcej pozostałości  $\Sigma\text{HCH}$  stwierdzono w korze sosen rosnących na granicy gruntów uprawnych wsi Przybiernów –  $156,8 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., natomiast w glebie koło wsi Moracz wykryto  $9,6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. a w sąsiedztwie stacji kolejowej Rokita –  $10,4 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Najwięcej pozostałości  $\Sigma\text{DDT}$  było w rejonie wsi Moracz, gdzie ich maksymalna zawartość w glebie wyniosła  $150,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., a w korze sosen –  $252,2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Na całym badanym obszarze zarówno w korze, jak i glebie największy udział wśród występujących izomerów i metabolitów DDT miał  $p,p'$ -DDT (ponad 60%).

**Słowa kluczowe:** pestycydy chloroorganiczne, HCH, DDT, kora sosny, gleba

### **WSTĘP**

Zjawisko wpływu toksycznych syntetycznych związków chemicznych na różnorodność formy życia jest powszechnie obserwowane od połowy ubiegłego stulecia. Obecnie prawie w każdym miejscu na świecie nie tylko rośliny, zwierzęta i ludzie, ale całe ekosystemy są zagrożone szkodliwym wpływem wielu substancji chemicznych. Wśród nich poważny udział mają pestycydy chloroorganiczne, które w latach 1950-1960 były szeroko stosowane w rolnictwie, medycynie i weterynarii.

---

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

Zróznicowana budowa chemiczna tych związków i preparatów, produkowanych z wykorzystaniem polichlorowanych węglowodorów, wpływa na dużą różnorodność ich właściwości fizykochemicznych i toksykodynamicznych. Związki te odznaczają się niską prężnością par, ale łatwo kodestylują z parą wodną, co sprzyja ich wędrowce na znaczne odległości od miejsc stosowania. Poza tym duża trwałość chemiczna polichlorowanych węglowodorów oraz odporność na działanie czynników atmosferycznych umożliwia kumulację i skażenie różnych elementów środowiska: wody, osadów dennych, gleby, organizmów roślinnych i zwierzęcych [NIES 2002].

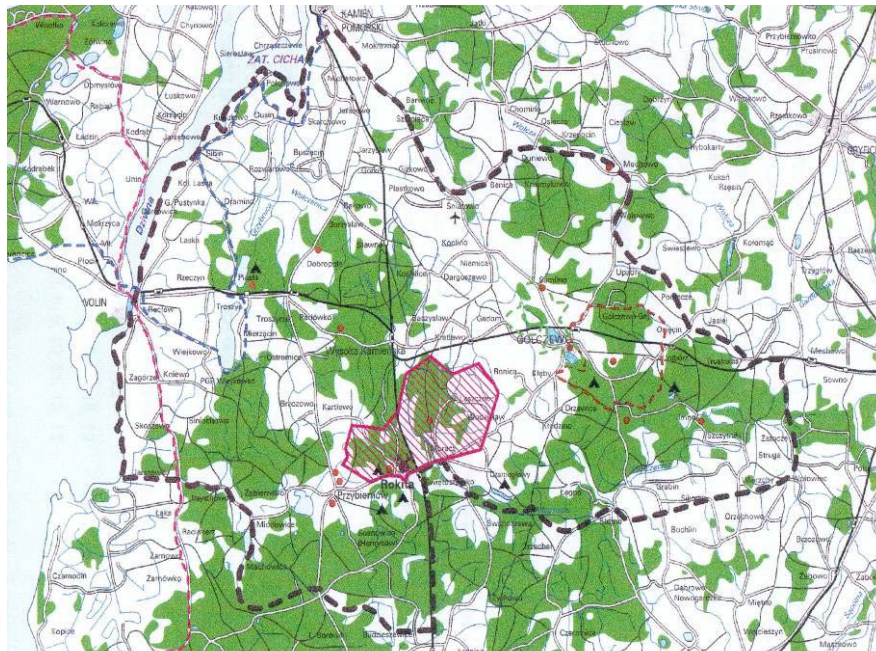
Źródłem pestycydów w środowisku mogą być również emisje i ścieki przemysłowe z zakładów produkujących pestycydy oraz stare rozhermetyzowane mogilniki [Pestycydy... 2001]. Od końca lat 80. do chwili obecnej, na obszarze kraju pozostaje od 300 do 343 mogilników, których zawartość szacuje się na około 400 ton DDT, 100 ton lindanu ( $\gamma$ -HCH), 40 ton aldriny i dieldriny. Według Raportu OTZO [2001] pestycydy chloroorganiczne stanowią ponad 27% zawartości mogilników. Poza tym, w dawnych składach oraz na terenie gospodarstw rolnych znajduje się około 50 tys. ton przeterminowanych środków ochrony roślin. W Polsce (od 1976 roku) i w większości krajów Europy oraz w USA obowiązuje zakaz produkcji i stosowania DDT.



Najczęściej stosowanym i najtrwalszym (rozpad w 95% trwa 4-30 lat) był pestycyd kontaktowy zawierający DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis[4-chlorofenylo]-etan) [White-Stevens 1977]. Spośród polichlorowanych węglowodorów, jako pestycydy, były powszechnie stosowane również preparaty owadobójcze zawierające HCH, których główny składnik stanowił izomer  $\gamma$ -HCH (lindan) (heksachlorocykloheksan) (ponad 99%). Oddziałuje on na owady w postaci trucizny kontaktowej, żołądkowej oraz jako fumigant.

W wyniku ponad czterdziestoletniego stosowania pestycydów, wiele gatunków szkodników upraw polowych i lasów uodporniło się na nie. Poza tym badania wykazały, że związki te, trafiając do środowiska, ulegają kumulacji w tkankach roślin oraz zwierząt, przyczyniając się do biodegradacji środowiska [Kryteria zdrowotne... 1984, Juskiewicz i Niewiadowska 1984, Connell 1988, Wolff i in. 1993, Birnbaum 1994, Bigsby i in. 1999, Struciński i in. 2000].

Obecność środków owadobójczych w środowisku leśnym jest skutkiem ich wieloletniego stosowania na okoliczne pola i łąki oraz bezpośrednio na obszary leśne, dlatego celem niniejszych badań było wykrycie obecności oraz wyznaczenie poziomów pozostałości DDT, jego metabolitów i izomerów oraz  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ -HCH w korze drzew sosnowych i glebie wokół tych drzew na terenie Leśnictwa Moracz, stanowiącego wycinek Nadleśnictwa Rokita (rys. 1). Nadleśnictwo to obejmuje 23 176 ha, w tym powierzchnia leśna stanowi 21 675 ha. Obszar ten położony jest na Nizinie Szczecińskiej, w Polsce Północno-Zachodniej. Do kompleksów leśnych przylega kilka jezior oraz północno-wschodni brzeg Zalewu Szczecińskiego. Występują tu też liczne bagna (345 ha), a w związku z zasobnością siedlisk i korzystnym klimatem są spotykane unikalne gatunki fauny i flory, często objęte ochroną [OZLP Szczecin... 1990].

W pracy szukano również zależności pomiędzy wiekiem drzew a poziomami zawartości analizowanych związków w korze sosen.



 granice Leśnictwa Moracz – the border of Moracz Forest District  
 granice Nadleśnictwa Rokita – the border of Rokita Forest Inspectorate

Rys. 1. Położenie Leśnictwa Moracz w Nadleśnictwie Rokita [OZLP... 1990]

Fig. 1. Location of the Moracz Forest District within the Rokita Forest Inspectorate [OZLP... 1990]

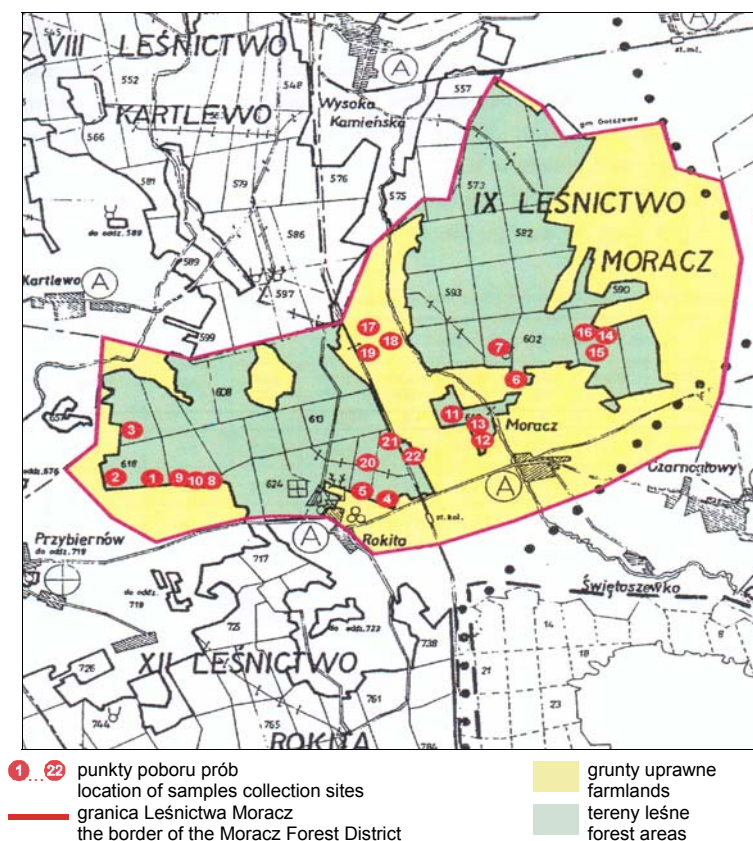
## MATERIAŁY I METODY

Materiał do badań stanowiły:

- kora drzew sosnowych w wieku 17-45 lat,
- gleba z 10-centymetrowej powierzchniowej warstwy w sąsiedztwie tych drzew.

Próby pobierano w czerwcu 2000 roku w wybranych punktach oddziałów Leśnictwa Moracz (rys. 2), w sąsiedztwie pól uprawnych, na których była lub jest w dalszym ciągu prowadzona uprawa roli. Część gruntów w latach ubiegłych zarządzana była przez KPGR Przybiernów, a obecnie należy do mieszkańców okolicznych miejscowości bądź została przejęta pod zalesienie przez Nadleśnictwo Rokita.

Do analizy pobierano próbki kory (ok. 100 g) 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-centymetrowe i mielono w młynku laboratoryjnym. Następnie do kolb stożkowych o pojemności 250 cm<sup>3</sup> pobierano 25-gramowe naważki kory i gleby, a do analizy zawartości suchej masy po 5 g. Ekstrakcję prowadzono dwustopniowo, najpierw mieszaniną acetonu z n-heksanem (1:2,5) i powtórnie



Rys. 2. Usytuowanie punktów poboru prób na terenie Leśnictwa Moracz [Ciereszko i in. 2004]

Fig. 2. Location of samples collection sites within the Moracz Forest District [Ciereszko et al. 2004]

heksanem z eterem etylowym (9:1). Następnie próbkę zateżano w rotacyjnej wyparce próżniowej do objętości około  $2 \text{ cm}^3$ , po czym zagęszczony ekstrakt przenoszono ilościowo n-heksanem do probówek szklanych z korkiem na szlif o pojemności  $10 \text{ cm}^3$  i ponownie zagęszczano do objętości  $1,5 \text{ cm}^3$  w atmosferze azotu. Oczyszczanie próbki wykonywano dodając  $7 \text{ cm}^3$  7-procentowego  $\text{SO}_3$  w stężonym  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Po wymieszaniu i rozdzieleniu się warstw, górną warstwę n-heksanową przenoszono do czystej probówki, a następnie przemywano ją trzykrotnie wodą dejonizowaną oraz osuszano w kolumnach szklanych LiChrolut o pojemności  $8 \text{ cm}^3$ , na złożu bezwodnego  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Następnie próbkę zagęszczono w strumieniu azotu do objętości  $0,5 \text{ cm}^3$ . Tak oczyszczony ekstrakt poddano analizie chromatograficznej w aparacie GC HP 6890 z detektorem masowym typu 5973. Zastosowano kolumnę HP – 35 ( $30 \text{ m} \times 320 \mu\text{m} \times 0,15 \mu\text{m}$ ), gaz nośny – hel o przepływie przez kolumnę  $1,3 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  oraz program temperaturowy pieca kolumny – temp. początkowa  $140^\circ\text{C}$  (0,5 min), wzrost do  $200^\circ\text{C}$  ( $5^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ ),  $200^\circ\text{C}$  (5 min), wzrost do  $285^\circ\text{C}$  ( $10^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ ),  $285^\circ\text{C}$  (10 min).

Analizowane pestycydy ( $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, pp'-DDE, op'-DDD, pp'-DDD, op'-DDT, pp'-DDT) identyfikowano i oznaczano ilościowo, porównując widma masowe związków uzyskanych z roztworów wzorcowych (Promochem GmbH, Chlorinated Pesticides Mix 4-9151) z widmami uzyskanymi z analizowanych próbek. Granica oznaczalności wyniosła średnio dla badanych związków  $0,12 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. Badania wykonano w trzech powtórzeniach, między ich wynikami nie wystąpiły istotne różnice ( $p < 0,05$ ).

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Średnie zawartości sumy HCH ( $\Sigma$ HCH) oraz poszczególnych izomerów  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , a także pochodnych związków DDT i sumy DDT ( $\Sigma$ DDT) w korze badanych drzew i w 10-centymetrowej powierzchniowej warstwie gleby zestawiono w tabelach 1 i 2.

W korze sosny stwierdzono istotne ( $p < 0,05$ ) różnice w zawartościach  $\Sigma$ DDT w poszczególnych oddziałach badanego lasu. Zawartości sumy DDT w korze we wszystkich badanych oddziałach Leśnictwa Moracz były nieco wyższe niż w glebie, oprócz oddziału 617 (okolice wsi Przybiernów), gdzie średnie zawartości  $\Sigma$ DDT w glebie i korze były zbliżone i wyniosły odpowiednio:  $120,20 \pm 52,06$  i  $114,94 \pm 60,36 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono procentowe udziały badanych metabolitów i izomerów DDT w korze sosen i w sąsiadującej glebie na terenie Leśnictwa Moracz. We wszystkich badanych oddziałach lasu zarówno w korze, jak i glebie największy udział procentowy w  $\Sigma$ DDT miał pp'-DDT, 40,3-49,0%. Największy, prawie 50-procentowy udział tego związku stwierdzono w korze i glebie w okolicy stacji kolejowej Rokita. Nie stwierdzono istotnych różnic ( $p < 0,05$ ) pomiędzy udziałami procentowymi badanych związków w glebie i korze drzew sosnowych. Najmniejszym udziałem procentowym w analizowanych oddziałach Leśnictwa Moracz odznaczał się metabolit pp'-DDE (4,76-6,44%) (ryc. 3 a i b).

Najwyższe poziomy zawartości izomeru pp'-DDT w korze sosny notowano w okolicach wsi Moracz (oddział nr 619) –  $82,85 \pm 16,68 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. (tab. 1) oraz na terenie byłego gospodarstwa KPGR Przybiernów –  $67,87 \pm 21,52 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Również poziom  $\Sigma$ DDT kształtował się podobnie i osiągnął największą wartość w oddziale 619 w okolicach wsi Moracz –  $169,42 \pm 72,68 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. oraz na obszarze KPGR Przybiernów –  $150,30 \pm 54,74 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Najniższymi zawartościami pp'-DDT w korze sosen charakteryzował się oddział 620 obok stacji kolejowej Rokita oraz okolice wsi Leszczno (tab. 1).

W glebie najwyższe koncentracje zarówno pp'-DDT, jak i  $\Sigma$ DDT odnotowano w oddziale 617 w sąsiedztwie wsi Przybiernów. Kształtowały się odpowiednio:  $48,49 \pm 12,06$  i  $120,20 \pm 52,06 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Duże zawartości, w porównaniu z innymi sektorami Leśnictwa Moracz, stwierdzono również w oddziale 619 w okolicy wsi Moracz: pp'-DDT było średnio  $40,89 \pm 17,34 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., a  $\Sigma$ DDT –  $93,28 \pm 50,01 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. (tab. 2).

Spośród analizowanych związków HCH ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) największy udział w ich sumie miał tak w korze (rys. 4 a), jak i w glebie (rys. 4 b) izomer  $\gamma$ -HCH (ponad 90%), który znaleziono we wszystkich badanych próbkach. Na obszarze Leśnictwa Moracz we wszystkich badanych oddziałach stwierdzono obecność badanych związków HCH w korze. Jedynie w oddziale 620 (obok stacji kolejowej Rokita) nie wykryto obecności izomeru  $\alpha$ -HCH, a w oddziale 621 – izomeru  $\beta$ -HCH (tab. 1). W próbkach gleby natomiast nieobecność izomerów  $\alpha$  i/lub  $\beta$  stwierdzono w większości oddziałów (tab. 2).

Tabela 1. Zawartość analizowanych pestycydów chloroorganicznych w korze sosny

Table 1. The contents of organochlorine pesticides 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									
			α-HCH	β-HCH	γ-HCH	Σ HCH	pp'-DDE	op'-DDD	pp'-DDD	op'-DDT	pp'-DDT	Σ DDT
Okolice wsi Przybiernów Surroundings of the Przybiernów village	617	44	0,10±0,11	1,77±1,77	60,05±80,61	61,94±82,05	7,24±3,37	11,66±6,18	16,05±8,42	33,36±18,17	46,62±24,27	114,94±60,36
	618	43	0,02±0,04	0,75±1,30	7,20±0,72	7,98±1,70	8,21±3,45	17,57±9,79	23,99±13,26	6,86±11,88	68,63±38,20	125,26±53,83
	$x_{\text{sr}}$		0,06±0,08	1,26±1,54	33,63±40,67	34,96±41,88	7,73±3,41	14,62±7,99	20,02±10,84	20,11±15,03	57,63±31,24	120,10±57,10
Okolice stacji kolejowej Rokita Surroundings of the Rokita railway station	620	17	nw – nd	3,27±3,07	6,48±1,19	9,75±3,85	7,28±2,69	13,96±3,70	19,00±5,36	17,89±30,99	55,17±15,68	113,32±58,41
	621	17	0,25±0,35	nw – nd	2,97±1,85	3,22±1,50	4,82±0,64	10,01±2,63	13,64±3,32	11,89±16,82	39,61±8,72	80,04±21,69
	$x_{\text{sr}}$		0,13±0,18	1,64±1,54	4,73±1,52	6,49±2,68	6,05±1,67	11,99±3,17	16,32±4,34	14,89±23,91	47,39±12,20	96,68±40,050
KPGR Przybiernów State farm of Przybiernów		30	0,09±0,07	3,20±2,97	14,13±3,43	17,42±5,24	9,32±2,46	17,28±5,34	23,66±7,44	32,15±31,95	67,87±21,52	150,30±54,74
Okolice wsi Moracz Surroundings of the Moracz village	619	44	0,13±0,19	2,85±4,94	11,70±9,83	14,69±14,90	11,45±4,84	21,25±4,04	29,43±6,34	24,43±42,31	82,85±16,68	169,42±72,68
	603	36	0,06±0,02	4,77±2,16	23,97±10,96	28,79±4,38	7,58±4,74	13,92±6,32	19,02±6,99	40,77±15,08	54,93±7,49	136,22±38,13
	$x_{\text{sr}}$		0,10±0,11	3,81±3,55	17,84±10,40	21,74±9,64	9,52±4,79	17,59±5,18	24,23±6,67	32,60±28,70	68,89±12,09	152,82±55,41
Okolice wsi Leszczno Surroundings of the Leszczno village	601	34	0,33±0,29	2,62±2,30	9,24±8,04	12,19±10,61	5,22±4,55	10,20±4,09	11,63±10,28	24,00±21,27	40,11±16,40	91,16±56,40

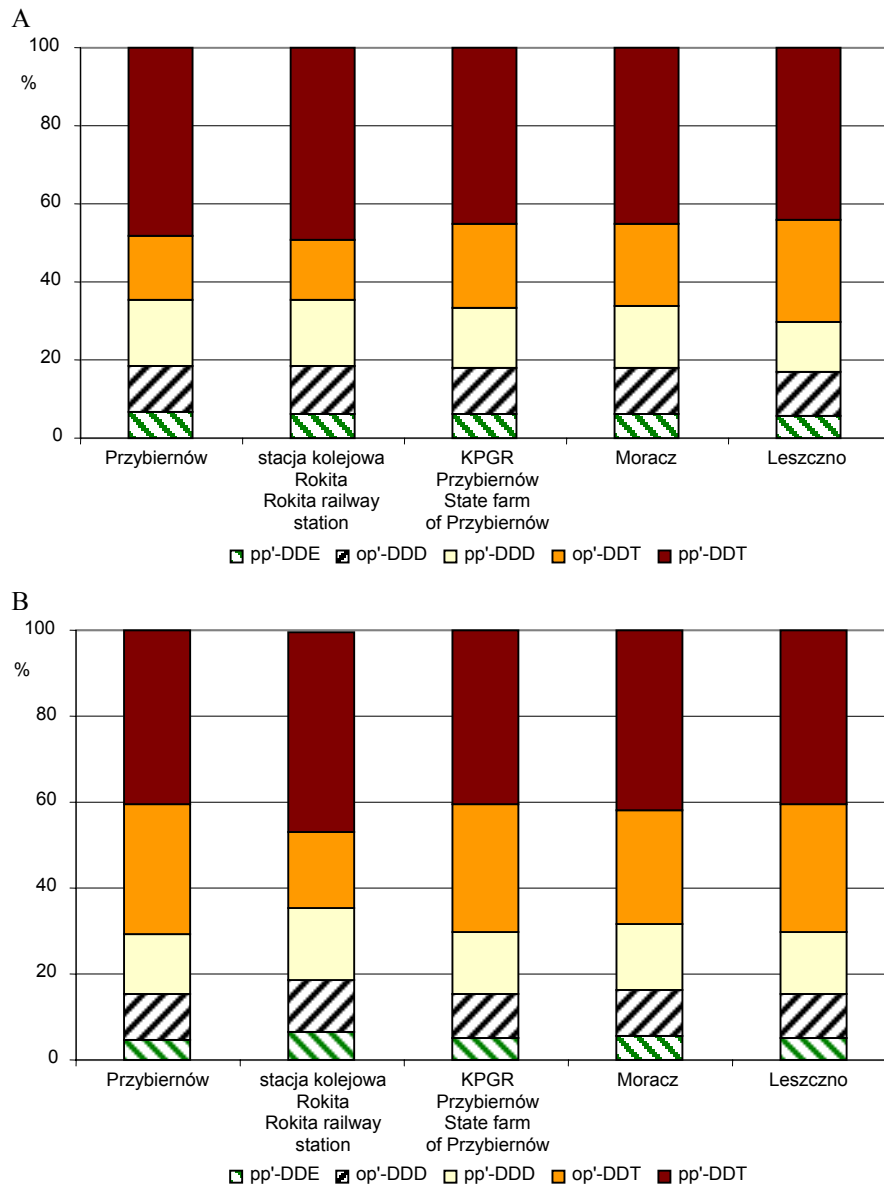
nw – nie wykryto.

nd – not detected.

Tabela 2. Zawartości pestycydów chloroorganicznych w glebie w sąsiedztwie badanych drzew  
 Table 2. The contents of organochlorine pesticides in the soil in the surroundings of the studied trees

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									
			α-HCH	β-HCH	γ-HCH	Σ HCH	pp'-DDE	op'-DDD	pp'-DDD	op'-DDT	pp'-DDT	Σ DDT
Okolice wsi Przybiernów Surroundings of the Przybiernów village	617	44	nw – nd	nw – nd	2,22±1,19	2,22±1,19	5,57±1,69	12,48±6,31	17,29±4,85	36,37±23,18	48,49±12,06	120,20±52,06
	618	43	nw – nd	0,63±0,89	3,86±2,00	4,49±2,89	2,97±1,02	6,09±2,92	8,50±3,92	17,70±8,56	23,75±11,09	59,03±27,52
		$\bar{x}$	nw – nd	0,32±0,45	3,04±1,60	3,36±1,93	4,27±1,36	9,29±4,62	12,90±4,39	27,04±15,87	36,12±11,58	89,62±39,79
Okolice stacji kolejowej Rokita Surroundings of the Rokita railway station	620	17	0,08±0,13	1,07±1,09	5,40±4,15	6,55±3,53	2,80±1,17	5,86±2,21	8,19±3,16	10,25±10,56	23,09±8,89	50,20±20,16
	621	17	nw – nd	nw – nd	6,95±3,32	6,95±3,32	5,72±1,21	10,29±1,14	14,72±0,45	13,25±18,74	39,80±4,87	83,78±13,48
		$\bar{x}$	0,04±0,06	0,54±0,55	6,18±3,74	6,75±3,43	4,26±1,19	8,08±1,68	11,46±1,81	11,75±14,65	31,09±6,88	66,99±16,82
KPGR Przybiernów State farm of Przybiernów		30	nw – nd	nw – nd	8,23±4,94	8,23±4,94	3,62±1,99	7,07±2,65	10,08±6,37	20,54±16,32	28,07±12,64	69,38±45,27
Okolice wsi Moracz Surroundings of the Moracz village	619	44	nw – nd	nw – nd	4,00±1,25	4,00±1,25	4,99±2,04	10,56±4,37	15,02±6,08	21,81±22,51	40,89±17,34	93,28±50,01
	603	36	0,01±0,02	1,17±1,65	6,62±0,94	7,78±2,57	4,98±1,11	9,28±3,37	13,27±5,24	26,88±9,58	36,67±13,16	91,08±32,49
		$\bar{x}$	0,01±0,01	0,59±0,83	5,31±1,10	5,89±1,91	4,98±1,58	9,92±3,87	14,15±5,66	24,35±16,05	38,78±15,25	92,18±41,25
Okolice wsi Leszczno Surroundings of the Leszczno village	601	34	nw – nd	nw – nd	7,33±2,19	7,33±2,19	4,21±2,37	8,46±3,96	11,95±5,31	24,58±18,82	33,4±12,37	82,68±45,08

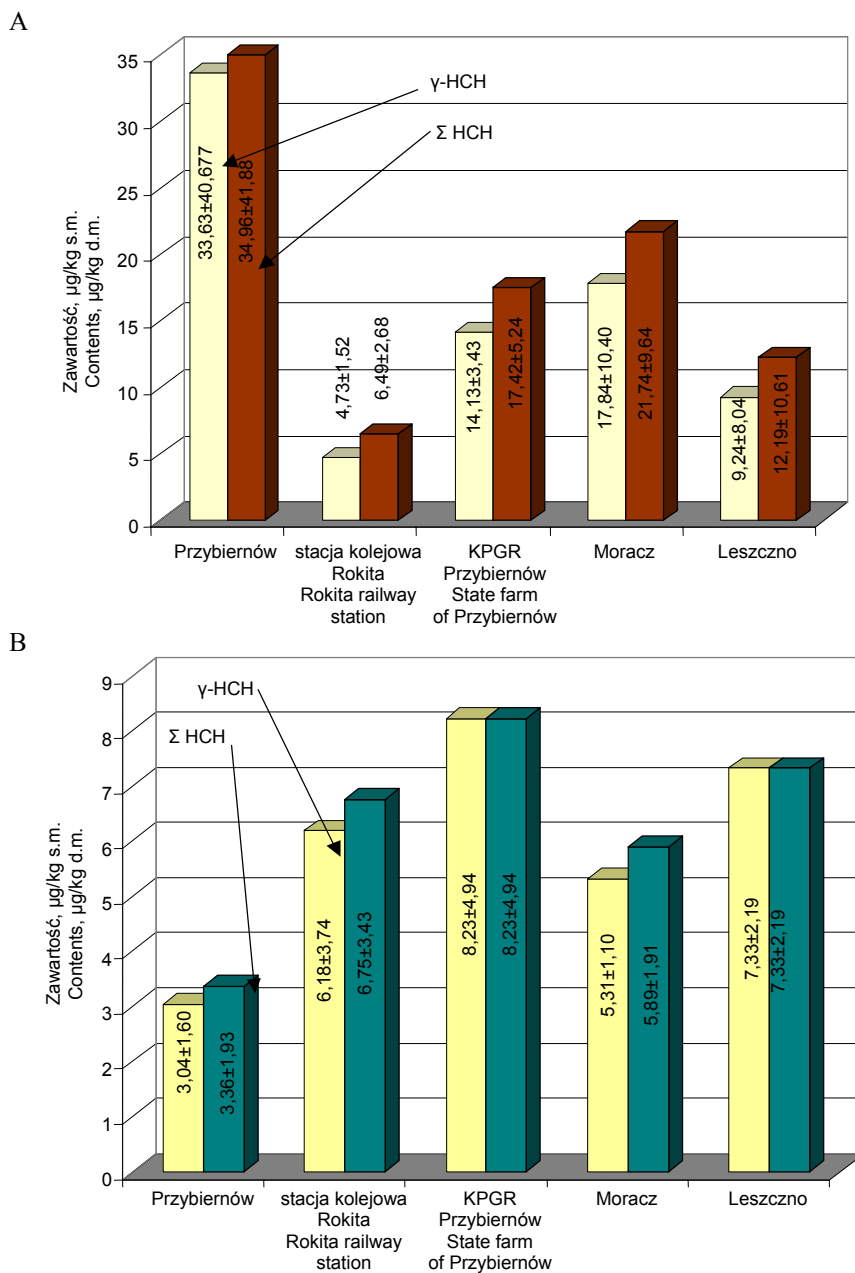
nw – nie wykryto. nd – not detected.



Rys. 3. Udziały procentowe pochodnych DDT na obszarze Leśnictwa Moracz. A – w korze sosen, B – w glebie

Fig. 3. The percentage share of DDT compounds in pine bark (A) and in soil (B) within the Moracz Forest District





Ryc. 4. Porównanie zawartości  $\gamma$ -HCH i  $\Sigma$  HCH na obszarze leśnictwa Moracz. A – w korze sosen, B – w glebie

Fig. 4. The comparison of contents of  $\gamma$ -HCH and  $\Sigma$ HCH in pine bark (A) and in soil (B) within the Moracz Forest District

Badania wykazały, że w korze sosen najwyższy poziom izomeru  $\gamma$ -HCH ( $60,05 \pm 80,61 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) zanotowano w oddziale 617 koło wsi Przybiernów, co potwierdziła też maksymalna zawartość sumy HCH w tym rejonie –  $61,94 \pm 82,05 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Natomiast największą zawartością  $\gamma$ -HCH oraz  $\Sigma$ HCH w glebie odznaczały się tereny po byłym gospodarstwie KPGR koło Przybiernowa (tab. 2, rys. 4 b).

W badanych oddziałach Leśnictwa Moracz, we wszystkich badanych punktach, nie stwierdzono istotnych współzależności pomiędzy wiekiem badanych drzew a poziomami zawartości badanych pestycydów ( $r = 0,19 \div 0,28$ ). Sumy HCH i sumy DDT pod względem zawartości badanych zanieczyszczeń wskazują, iż najniższe poziomy notowano jedynie w korze najmłodszych drzew, w wieku 17 lat (tab. 1). Należy sądzić, że powodem większych zawartości badanych związków w niektórych próbach może być źródło pobrania próby w terenie, a nie wiek drzewa.

Porównując uzyskane wyniki (DZ.U., 2002, Nr 165, poz. 1359) należy zauważyć, że stężenia dopuszczalne (SD) w glebie zarówno pp'-DDT (SD –  $0,025 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.), jak i  $\gamma$ -HCH (SD –  $0,0005 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) zostały w wielu punktach pomiarowych przekroczone. Wynika to z pewnością z intensywnego stosowania preparatów owadobójczych na tym obszarze w latach 1950-1970. Badaniem poziomów zawartości pestycydów chloroorganicznych w glebie rolniczej i leśnej zajmowali się Kawano i in. [2000]. Ich badania potwierdziły, że jednym z najbardziej skażonych związkami DDT i HCH terenów Polski jest obszar leżący wokół Zalewu Szczecińskiego.

Zwiększone stężenie pestycydów w korze sąsiadujących z polami uprawnymi drzew sosnowych może wynikać z tego, że w czasie opryskiwania pól pewna ich część docierała również do sąsiadujących z nimi lasów. Z pól poddanych tym zabiegom, jeszcze po kilku miesiącach związki te dość intensywnie ulatniają się. Większość stosowanych preparatów zatrzymuje się w okolicy stosowania zabiegu w stężeniu, którego wartość spada niemal prostoliniowo w stosunku do odległości od źródła. Jednak badania dowiodły, że DDT znajdujące się wszędzie, ponieważ unoszone z pyłami w powietrzu jest wykrywane w odległości 1000 i więcej kilometrów, docierając i kumulując się nawet na obszarach arktycznych [Wania i Mackay 1993, 1996]. Udowodniono, że poziom zawartości DDT w glebie pastwisk i innych pól, gdzie nie stosowano insektycydu, był niewiele niższy niż w glebach, gdzie ponad 10 lat stosowane były opryski preparatami zawierającymi DDT [Kryteria zdrowotne... 1984].

Ze względu na doskonałe właściwości adsorpcyjne kory sosen, czego dowodzą między innymi prace wdrożeniowe nad zastąpieniem węgla aktywnego w procesie oczyszczania ścieków tym naturalnym i tańszym materiałem [Ratola i in. 2003 a, b], zawartość pestycydów chloroorganicznych w korze sosen może być bioindykatorem skażenia środowiska na danym terenie.

## WNIOSKI

1. We wszystkich badanych oddziałach Leśnictwa Moracz zarówno w korze, jak i w glebie największy, ponad 40-procentowy, udział w  $\Sigma$ DDT miał najtrwalszy izomer pp'-DDT.
2. We wszystkich próbkach gleby i kory sosny stwierdzono obecność izomeru  $\gamma$ -HCH, który stanowił ponad 90% sumy HCH.

3. Najwyższe poziomy zawartości izomeru pp'-DDT oraz  $\Sigma$ DDT w korze sosny notowano w okolicach wsi Moracz (oddział nr 619) oraz na terenie byłego gospodarstwa KPGR Przybiernów, natomiast w glebie – również w sąsiedztwie wsi Moracz oraz wsi Przybiernów.

4. W korze sosen najwięcej  $\gamma$ -HCH znaleziono w oddziale 617 koło wsi Przybiernów, co potwierdziła też maksymalna zawartość  $\Sigma$ HCH w tym rejonie. W glebie natomiast najwyższym poziomem zawartości  $\gamma$ -HCH oraz  $\Sigma$ HCH odznaczały się tereny po byłym gospodarstwie KPGR Przybiernów.

5. Nie stwierdzono istotnych korelacji pomiędzy poziomami badanych pestycydów chloroorganicznych a wiekiem drzew, jedynie w korze 17-letnich, najmłodszych drzew, zawartość  $\Sigma$ DDT i  $\Sigma$ HCH była najmniejsza.

## PIŚMIENNICTWO

- Bigby 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 xenobiotics: Implication for policy and future research. *Environ. Health Perspect.* 107, Suppl. 4, 613-618.
- Ciereszko W., Witczak A., Tomza A., Borowicz J., 2004. Zawartości ogólnego PCB i kongenerów wskaźnikowych w korze sosny (*Pinus sylvestris* L.) oraz w glebie na obszarze Leśnictwa Moracz. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 3 (2), 23-31.
- Connell D.W., 1988. Bioaccumulation behaviour of persistent organic chemicals with aquatic organisms. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 101, 117-154.
- Juszkiewicz T., Niewiadomska A., 1984. Pozostałości pestycydów i polichlorowanych dwufenyli w tkankach zwierząt, mleku, jajach i środowisku w świetle 15-letnich badań własnych. *Med. Wet.* 40, 323-327.
- Kawano M., Brudnowska B., Falandysz J., Wakimoto T., 2000. Polichlorowane bifenyle i pestycydy chloroorganiczne w glebach w Polsce. *Roczn. PZH* 51 (1), 15-28.
- Kryteria Zdrowotne Środowiska. 1984. DDT i jego pochodne. T. 9. PZWL Warszawa.
- Marchand M., Vas D., 1976. Levels of PCB and DDT in mussels from the N.W. Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.* 7 (4), 65-69.
- NIES (National Institute For Environmental Studies). 2002. [www.nies.go.jp](http://www.nies.go.jp)
- OZLP Szczecin, Nadleśnictwo Rokita. Elaborat 1990-1999. 1990. Plan urządzania gospodarstwa leśnego na okres 1.01.1990-31.12.1999, opracowany przez Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej Oddział w Gorzowie Wlkp.
- Pestycydy. Występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie. 2001. Praca zbiorowa. WNT Warszawa.
- Raport OTZO. Trwale zanieczyszczenia organiczne w Polsce. Ogólnopolskie Towarzystwo Zagospodarowania Odpadów „3R” Kraków 2001.
- Ratola N., Botelho C., Alves A., 2003 a. The use of pine bark as a natural adsorbent for persistent organic pollutants – study of lindane and heptachlor adsorption. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 78 (2-3), 347-351.
- Ratola N., Botelho C., Alves A., 2003 b. Influence of metals on lindane adsorption onto pine bark. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 3 (3), 181-188.
- Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., 2000. Wybrane aspekty działania ksenoestrogenów z grupy persistencyjnych związków chloroorganicznych. *Roczn. PZH* 51, 3.

- 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.
- White-Stevens R., 1997. *Pestycydy w środowisku*. PWRiL Warszawa.
- 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.

### THE COMPARISON OF CONTENTS OF ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN PINE BARK (*PINUS SYLVESTRIS* L.) AND IN SOIL WITHIN THE MORACZ FOREST DISTRICT

**Abstract.** The subject of research was pine bark (*Pinus silvestris* L.) (at age 17-45 years) and soil from several forest sections of the Moracz Forest District. Both in bark and in soil different contents of organochlorine pesticides were found. Among HCH isomers,  $\gamma$ -HCH (lindan) was distinguished by the highest contents in all samples collection sites. Its maximum level in bark ( $60.1 \pm 80.6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m.) was observed in the surroundings of Przybiernów village (section 617), while in soil –  $8.2 \pm 4.9 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m., in former Przybiernów state-owned farmlands. In the bark of pines growing on the border of farmlands of Przybiernów village the most of  $\Sigma\text{HCH}$  residues was stated ( $156.8 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m.), instead in the soil near Moracz village –  $9.6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m. and in the surroundings of the Rokita railway station –  $10.4 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m. The most of  $\Sigma\text{DDT}$  residues were found in the surroundings of the Moracz village, where the maximum contents in the soil –  $159.5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m. and in the pine bark –  $252.2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m. were stated. Within the whole examined area, both in bark and in soil, the greatest percentage participation among isomers and DDT metabolites obtained pp'-DDT (over 40%).

**Key words:** organochlorine pesticides, HCH, DDT, pine bark, soil

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 25.07.2005 r.

Do cytowania – For citation: Witzak A., Tomza A., Cierieszko W., Borowicz J., 2005. Porównanie zawartości wybranych pestycydów chloroorganicznych w korze sosny (*Pinus sylvestris* L.) oraz w glebie na terenie Leśnictwa Moracz. *Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 4(2), 135-146.