

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 208

OCHRONA ŚRODOWISKA 1

52
2424

BYDGOSZCZ - 1997

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 208

OCHRONA ŚRODOWISKA 1

W.
1997

BYDGOSZCZ - 1997

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

REDAKTORZY NAUKOWI
prof. dr hab. Sławomir Gonet
prof. dr hab. Stanisław Seniczak

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Joanna Ekstowicz-Mąka, Zbigniew Gackowski

Zeszyt Naukowy indeksowany przez bazę danych
POLISH SCIENTIFIC JOURNALS CONTENTS - AGRIC. & BIOL. SCI.
prezentowaną w sieci INTERNET pod adresem URL (Uniform Resource Locator):
<http://ciuw.warman.net.pl/alf/psjc/>

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

ISSN 1427-4604

WYDAWNICTWO UCZELNIANE
AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ W BYDGOSZCZY

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 6,15. Ark. druk. 8,75. Papier druk. kl. III.
Oddano do druku i druk ukończono w lipcu 1997 r.
Uczelniany Zakład Małej Poligrafii ATR Bydgoszcz, ul. Ks. A. Kordeckiego 20
Zamówienie nr 27/97

Spis treści

str.

1. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Jacek Długosz, Ludwik Lipnicki, Bogna Paczuska - Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów	5
2. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów	17
3. Grzegorz Gackowski, Stanisław Seniczak, Andrzej Klimek, Wojciech Zalewski - Roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów	27
4. Grzegorz Gackowski, Stanisław Seniczak, Andrzej Klimek - Mechowce (Acari, Oribatida) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów	37
5. Stanisław Seniczak, Grażyna Górniak - Wpływ symulowanych kwaśnych deszczów na roztocze glebowe (Acari) uprawy sosnowej ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida	47
6. Stanisław Seniczak, Sławomir Kaczmarek, Halina Ratyńska, Anna Seniczak - Roztocze (Acari) glebowe strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi	57
7. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Janusz Hermann, Ludwik Lipnicki- Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach	71
8. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach	83
9. Piotr Indykiewicz, Roman Kucharski - Awifauna gmin Chojnice, Osie i Cekcyn	91
10. Tadeusz Kolbuszewski, Eligiusz Rokicki, Michał Demczuk, Jarosław Pawluk, Bożena Szejniuk - Wpływ zabiegów sanitarno-higienicznych na zanieczyszczenia środowiska w dwóch gospodarstwach łowieckich	107
11. Janusz Hermann - Zanieczyszczenie środowiska glinem w okolicach siłowni energetycznej spalającej węgiel kamienny	111
12. Barbara Murawska, Ewa Spychaj-Fabisiak - Badania modelowe nad wymywaniem potasu z gleb	117
13. Janusz Hermann - Aluminium dissolution from soils mixed with silicate fly ash	127
14. Bożena Barczak, Zbigniew Malinowski - Próba określenia emisji zanieczyszczeń pyłowo gazowych województwa toruńskiego w latach 1988-1991	131

1. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Jacek Długosz, Ludwik Lipnicki, Bogna Paczuska - The arboreal mites (Acari) and epiphytes of young Scots pine forests, in the region polluted by the copper smelting works at Głogów.....	5
2. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - The arboreal oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests, in the region polluted by the copper smelting works at Głogów	17
3. Grzegorz Gackowski, Stanisław Seniczak, Andrzej Klimek, Wojciech Zalewski - Soil mites (Acari) of young Scots pine forests in the region polluted by a copper smelting works at Głogów	27
4. Grzegorz Gackowski, Stanisław Seniczak, Andrzej Klimek - Soil oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests in the region polluted by a copper smelting works at Głogów	37
5. Stanisław Seniczak, Grażyna Górniak - The influence of stimulated acid rains on soil mites (Acari) in Scots pine culture, with the specific analysis of Oribatida	47
6. Stanisław Seniczak, Sławomir Kaczmarek, Halina Ratyńska, Anna Seniczak - The soil mites (Acari) of the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew	57
7. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Janusz Hermann, Ludwik Lipnicki - The arboreal mites (Acari) and epiphytes of young Scots pine forests, in the region polluted by a cement and lime factory „Kujawy” at Bielawy	71
8. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - The arboreal oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests, in the region polluted by a cement and lime factory „Kujawy” at Bielawy	83
9. Piotr Indykiewicz, Roman Kucharski - The birds of Chojnice, Osie and Cekcyn districts, Poland	91
10. Tadeusz Kolbuszewski, Eligiusz Rokicki, Michał Demczuk, Jarosław Pawluk, Bożena Szejniuk - The effect of sanitary and hygienic procedures on reducing the degree of environmental contamination in two game farms	107
11. Janusz Hermann - Environment pollution with aluminium around a coalburning electric power plant	111
12. Barbara Murawska, Ewa Spychaj-Fabisiak - Studies on the potassium leaching from soils	117
13. Janusz Hermann - Aluminium dissolution from soils mixed with silicate fly ash	127
14. Bożena Barczak, Zbigniew Malinowski - An attempt to define the emission of dust-gaseous air pollution in Toruń province in 1988-1991	131

**ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE
I EPIFITY MŁODNIKÓW SOSNOWYCH
W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ
HUTY MIEDZI GŁOGÓW**

Janusz Dąbrowski¹, Stanisław Seniczak¹, Beata Dąbrowska²,
Jacek Długosz³, Ludwik Lipnicki⁴, Bogna Paczuska²

¹Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

²Katedra Botaniki i Ekologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. prof. S. Kaliskiego 7, 85-791 Bydgoszcz

³Katedra Gleboznawstwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

⁴Pracownia Biologii i Ochrony Środowiska
Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego
ul. Estkowskiego 13, 66-400 Gorzów Wielkopolski

Synopsis. W pracy analizowano rozmieszczenie roztoczy na strzałach sosny z uwzględnieniem epifitów, w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń w korze sosny i porastających ją epifitach zwiększała się zawartość metali ciężkich, głównie miedzi i ołowiu. Zanieczyszczenia spowodowały spadek zagęszczenia roztoczy, a najbardziej wrażliwe na nie były Oribatida. Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji strzał sosny i reprezentowane były głównie przez Oribatida oraz Actinedida.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, młodniki sosnowe, nadrzewne Acari

1. WSTĘP I CEL BADAŃ

Odkrycie w naszym kraju w 1957 roku bogatych złóż rud miedzionośnych zapoczątkowało budowę kopalń, a w dalszej kolejności hut. W 1971 roku uruchomiona została Huta Miedzi Głogów I, a w 6 lat później rozpoczęła produkcję Huta Miedzi Głogów II. Te dwie huty tworzą jedno duże źródło emisji zanieczyszczeń i w badaniach rozpatruje się je razem pod nazwą Huta Miedzi Głogów (HMG).

Huta Miedzi Głogów i jej okolice leżą w legnicko-głogowskim obszarze ekologicznego zagrożenia, który uznany został za rejon kłęski ekologicznej. W granicach tego obszaru już w 1982 roku powierzchnia uszkodzonych drzewostanów wynosiła około 14 tys. ha [11]. Bazując na morfologii koron drzew, ze szczególnym uwzględnieniem defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń HMG można wyróżnić 3 strefy uszkodzeń drzewostanów [18].

Celem tej pracy było poznanie liczebności i składu grupowego roztoczy nadrzewnych i epifitów w młodnikach sosnowych leżących w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów.

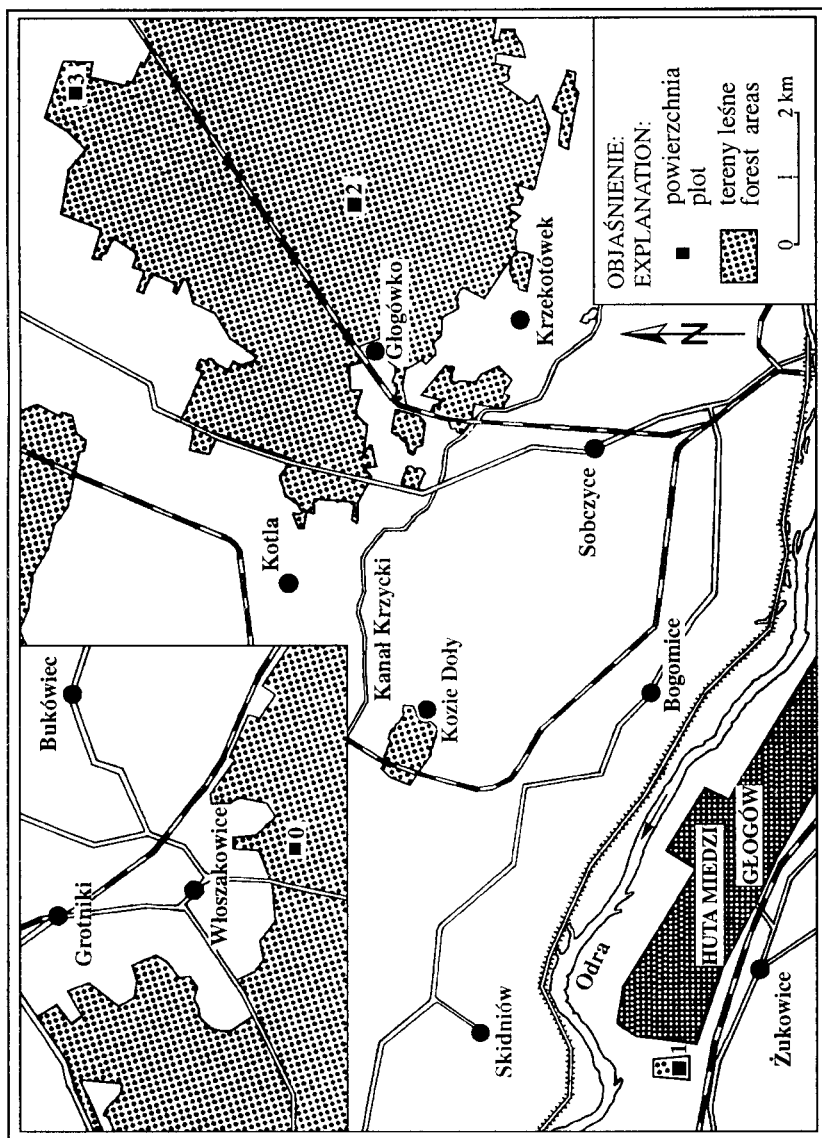
2. OPIS TERENU BADAŃ

Huta Miedzi Głogów zlokalizowana jest na północny zachód od centrum Głogowa i zajmuje wraz z obszarem chronionym około 3000 ha. Głogów leży w najcieplejszej strefie klimatycznej Polski. Okres wegetacyjny trwa tu 225 dni. Zimy są łagodne i trwają od 55 do 63 dni, lata są bardzo ciepłe i trwają od 90 do 96 dni [5]. Z danych stacji meteorologicznej w Lesznie wynika [9], że przeciętna roczna suma opadów za lata 1973-92 wynosiła 531 mm, a średnia roczna temperatura wynosiła 8,5°C. Wiatr wieje najczęściej z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego.

Powierzchnie badawcze zlokalizowano w około 20 letnich młodnikach sosnowych, znajdujących się w różnych strefach uszkodzeń drzewostanów, w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z HMG. Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanów i były odległe odpowiednio o 1 km, 11 km i 16 km od emitora zanieczyszczeń [18]. Powierzchnię kontrolną (0) zlokalizowano poza strefami wyraźnych uszkodzeń drzew [17] w odległości 37 km od emitora (rys.1).

Gleby badanych powierzchni zakwalifikowano do typu gleb rdzawych i podtypu gleb bielkowo-rdzawych. Porasta je młodnik sosnowy, na siedlisku boru świeżego, zakwalifikowany pod względem fitosocjologicznym, do zespołu *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 [14] (tab.1). Najwyższe piętro stanowi w nim zwarty drzewostan sosnowy (*Pinus sylvestris* L.) z domieszką brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Warstwa krzewów jest słabo wykształcona, złożona głównie z podrostu drzew tworzących drzewostan oraz maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.). W warstwie zielnej przeważają krzewinki: wrzos zwyczajny (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.), borówka czernica (*Vaccinium myrtillus* L.) i borówka brusznica (*V. vitis-idaea* L.), a z traw - śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.). Wśród gatunków towarzyszących pojawia się trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) oraz wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis* L.). Warstwa ziół wykazuje niewielkie zwarcie. Warstwę mszystą tworzą głównie mezofilne mchy, wśród których dominuje *Pleurozium schreberi* (Bridd.) Mitt. wraz z *Dicranum polysetum* Sw. Miejscami występuje *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. Powierzchnia 1 położona najbliżej emitora wykazuje najslabsze pokrycie warstwy mszystej (15%), co jest głównie spowodowane silnym opadem igliwia, utrudniającym rozwój runa. Na powierzchniach bardziej oddalonych od emitora pokrycie warstwy mszystej wzrasta od 30% na powierzchni 2, do 70% na powierzchni kontrolnej. Na uwagę zasługuje również fakt, że w miarę oddalania się od emitora zanieczyszczeń wzrasta liczba gatunków roślin zielnych i mszaków.

Wielkość emisji głównych zanieczyszczeń pochodzących z HMG przedstawiono w tabeli 2. Największy udział stanowiły gazy CO i SO₂, a w wyemitowanych pyłach znaczny udział miały metale ciężkie, takie jak miedź i ołów.



Rys. 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych
Fig. 1. Situation sketch of investigated plots

Tabela 2. Niektóre zanieczyszczenia emitowane przez Hutę Miedzi Głogów (Mg/rok) wykazane przez Dział Ochrony Środowiska HMG

Table 2. Some pollution (Mg/year) produced by a copper smelting works at Głogów, reported by the section of environmental protection of this factory

Zanieczyszczenia Pollution	Lata - Years				
	1988	1989	1990	1991	1992
Cu	122	128	131	104	75
Pb	150	114	102	103	71
Cd	<1	<1	<1	<1	<1
SO ₂	55148	37663	34122	26325	19600
CO	137863	86296	102654	27540	21242
NO _x	x	x	x	122	166
CS ₂	x	x	x	481	388

x - brak danych - no data available

3. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano w młodnikach sosnowych ze strzał sosny, na których wyznaczono 3 sekcje wysokościowe. Sekcję dolną zlokalizowano na wysokości 10 cm, począwszy od gleby, sekcję środkową - w środkowej części strzały i sekcję górną usytuowano na wysokości trzeciego okółka, licząc od wierzchołka drzewa. Próba w każdej sekcji obejmowała dookoła strzałę i wynosiła 100 cm². Do ilościowych badań epifitów w poszczególnych próbach używano siatek o oczkach 1 cm x 1 cm. Po jakościowej i ilościowej rejestracji, epifity zeskrobywano wraz z powierzchniową warstwą kory do worków foliowych. Ze wszystkich powierzchni materiał pobierano w dni słoneczne, w pierwszych dekadach maja i października 1991 i 1992 r., każdorazowo w dziesięciu powtórzeniach. Roztocze wyplaszano w aparatach Tullgrena, konserwowano i preparowano, a następnie oznaczano. Z ogólnej liczby 480 prób uzyskano 3732 roztoczy.

Do analiz chemicznych pobierano ze strzał sosny osobno korę, glony i porosty, w przedziale wysokości 110 cm - 150 cm, począwszy od powierzchni gleby. Do oznaczania metali ciężkich materiał mineralizowano w mieszaninie HNO₃ i HClO₄ w stosunku 4 do 1, a następnie oznaczano je metodą ASA, przy użyciu aparatu PU9100X firmy Philips. Siarkę ogólną oznaczano metodą nefelometryczną opierającą się na pomiarze zmętnienia roztworu, w którym siarkę wytrącana jest przy pomocy chlorku barowego [15]. Wartość pH oznaczano w H₂O metodą potencjometryczną [13].

Istotność różnic średniej liczebności ogólnej roztoczy i liczniej reprezentowanych grup pomiędzy powierzchniami badano testem d, na poziomach istotności p = 0,05, p = 0,01 i p = 0,001 [16].

Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych przyjęto według Flora Europaea [10], a mszaków według Mosses of Europaea and the Azores [2].

4. WYNIKI

4.1. Analiza epifitów

4.1.1. Analiza gatunkowa i ilościowa

Na strzałach sosny epifity reprezentowane były przez porosty i glony (tab. 3). Porosty reprezentowane były przez 2 gatunki: *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb., który dominował oraz *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vezda, który w badanych sekcjach osiągnął niewielki udział, a na powierzchni 1 w ogóle nie wystąpił. *Lecanora conizaeoides* na badanych drzewach była zainfekowana grzybami. Na powierzchni 2 stwierdzono dodatkowo wyraźne ślady degeneracji plech tych porostów i ich zamieranie, a na powierzchni 1 plechy były w większości martwe.

Tabela 3. Pokrycie strzał sosny przez epifity (w %) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów

Table 3. Epiphyte cover (in %) on Scots pine stems in the region of polluted by the copper smelting works at Głogów

Powierzchnia Plot	Epifity - Epiphytes	Sekcja - Section			Średnio - Mean
		dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Porosty - Lichens	28,1	19,1	4,9	17,4
	Glony - Algae	33,0	44,0	42,2	39,7
	Razem - Total	61,1	63,1	47,1	57,1
2	Porosty - Lichens	44,8	25,2	10,9	27,0
	Glony - Algae	24,1	40,8	32,2	32,3
	Razem - Total	68,9	66,0	43,1	59,3
3	Porosty - Lichens	40,8	20,8	13,0	24,9
	Glony - Algae	25,5	46,5	41,1	37,7
	Razem - Total	66,3	67,3	54,1	62,6
0	Porosty - Lichens	42,1	24,2	14,7	27,0
	Glony - Algae	25,9	41,0	36,5	34,5
	Razem - Total	68,0	65,2	51,2	61,5

Na badanych powierzchniach, z wyjątkiem powierzchni 1, porosty dominowały w sekcji dolnej strzał. Wraz ze wzrostem wysokości, udział porostów malał na korzyść glonu *Chlorella homosphaera* Skuja. Glon ten na powierzchni 1 był epifitem dominującym we wszystkich przedziałach wysokości drzew. Strzały sosny na powierzchniach 2, 3 i 0 były zdecydowanie obficiej zasiedlone przez porosty, w porównaniu z powierzchnią 1, leżącą najbliżej źródła zanieczyszczeń.

4.1.2. Analiza chemiczna epifitów i kory sosny

W epifitach i w korze sosny stwierdzono wyraźny wzrost zawartości miedzi i ołowiu wraz ze zbliżaniem się do źródła zanieczyszczeń (tab. 4). W porostach, glonach i kory na powierzchni 1 stwierdzono ponad 20-krotnie więcej miedzi i około 10-krotnie więcej ołowiu, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Zawartość cynku w epifitach i w kory na wszystkich powierzchniach była zbliżona, natomiast ilość kadmu, chromu i niklu w analizowanych substratach była niewielka.

Na powierzchni 1, leżącej najbliżej HMG, w korze i epifitach stwierdzono znacznie wyższą koncentrację siarki w porównaniu z pozostałymi powierzchniami, co świadczy o wysokim zanieczyszczeniu powietrza związkami siarki w najbliższej okolicy omawianej huty.

Epifity i kora sosny wykazały odczyn kwaśny (tab. 4), jednak stężenie jonów wodorowych w korze było większe niż w epifitach. Wartość pH w badanych substratach malała wraz ze zbliżaniem się do HMG.

4.2. Analiza występowania roztoczy

Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji drzew (tab. 5). W tej części drzewa dominowały zdecydowanie Oribatida, a obok nich licznie wystąpiły również Actinedida. W środkowej i górnej partii strzał, z wyjątkiem powierzchni 0, dominowały na ogół Actinedida, co uwidoczniło się szczególnie na najbardziej skażonej powierzchni 1. Pozostałe grupy roztoczy (Acaridida, Gamasida i Tarsonemida) były nieliczne.

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie roztoczy na sosnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów (osobn./100 cm²)

Table 5. Vertical distribution of mites on Scots pine trees in the region of polluted the copper smelting works at Głogów (indiv./100 cm²)

Powierzchnia Plot	Grupa roztoczy Group of mites	Sekcja - Section			Średnio Mean
		dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Actinedida	2,35	2,48	1,38	2,07
	Oribatida	4,39	0,76	0,51	1,89
	Acaridida	0,05	0,23	0,08	0,12
	Gamasida	0,23	0,33	0,33	0,30
	Razem - Total	7,02	3,80	2,30	4,38
2	Actinedida	2,10	2,15	1,40	1,88
	Tarsonemida	-	0,10	0,03	0,04
	Oribatida	8,27	2,54	1,25	4,02
	Acaridida	0,03	0,08	0,10	0,07
	Gamasida	0,18	0,48	0,48	0,38
Razem - Total	10,58	5,35	3,26	6,39	
3	Actinedida	3,05	3,93	3,70	3,56
	Tarsonemida	-	0,10	-	0,03
	Oribatida	12,00	2,94	2,52	5,82
	Acaridida	0,03	0,03	0,08	0,05
	Gamasida	0,55	0,63	0,75	0,64
Razem - Total	15,63	7,63	7,05	10,10	
0	Actinedida	5,70	2,33	1,28	3,10
	Tarsonemida	0,20	0,30	0,05	0,18
	Oribatida	12,77	2,42	3,59	6,26
	Acaridida	0,13	0,05	0,13	0,10
	Gamasida	0,68	0,35	0,73	0,59
Razem - Total	19,48	5,45	5,78	10,23	

Największe zagęszczenie roztoczy odnotowano na powierzchni kontrolnej. Na powierzchni 3 liczebność roztoczy była zbliżona do powierzchni kontrolnej, natomiast na

bardziej skażonych powierzchniach 1 i 2 liczebność tych pajęczaków była zdecydowanie mniejsza i wynosiła odpowiednio 42,8% i 62,5% stanu, jaki zanotowano na powierzchni kontrolnej. Taki obraz liczebności był wynikiem liczniejszego występowania na powierzchni kontrolnej roztoczy z grupy Oribatida, a obok nich Actinedida. Różnice w średniej liczebności ogólnej roztoczy, Oribatida i Actinedida pomiędzy powierzchnią kontrolną a powierzchniami 1 i 2 były statystycznie istotne (tab. 6).

Tabela 6. Wartość d obliczona dla liczebności ogólnej roztoczy i wybranych grup pomiędzy powierzchniami

Table 6. The d value calculated for group of mites in investigated plots

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnia - Plot		
	1 - 0	2 - 0	3 - 0
Acari	7,757***	4,911***	0,113
Oribatida	6,844***	3,245**	0,548
Actinedida	2,067*	2,727**	0,747

poziom istotności - significance:

* $p = 0,05$; ** $p = 0,01$; *** $p = 0,001$

5. DYSKUSJA

Istnieją troficzne powiązania roztoczy nadrzewnych z epifitami. Rozmieszczenie roztoczy na strzałach drzew zależy więc od jakościowego i ilościowego składu epifitów, a także od stopnia spękania kory oraz odległości od powierzchni gleby [3].

W rejonie Głogowa na strzałach sosny epifity były mało zróżnicowane. Wystąpił tylko jeden gatunek glonu i dwa gatunki porostów. Porosty wystąpiły najobficiej w dolnej sekcji strzał, natomiast w sekcjach środkowej i górnej dominowały glony. Podobne rozmieszczenie epifitów odnotowano wcześniej na pędach głównych krzewów w rejonie Włocławka [4].

Na powierzchni 1, położonej najbliżej HMG, strzały sosny były znacznie mniej pokryte porostami, w porównaniu z pozostałymi powierzchniami, co odzwierciedla duże skażenie tej powierzchni. Wystąpił tam tylko jeden gatunek porostu *Lecanora conizaeoides*, zaliczany do najbardziej odpornych na zanieczyszczenia powietrza [6, 7, 8, 12]. Plechy tego gatunku w większości były martwe, co również świadczy o bardzo silnym zanieczyszczeniu powietrza najbliższych okolic HMG.

Spośród zwierząt glebowych zasiedlających ściółkę leśną roztocze są uważane za jedne z bardziej wrażliwych na stężenie metali ciężkich, zwłaszcza na koncentrację miedzi [1]. Znalazło to potwierdzenie w wynikach badań w młodnikach sosnowych w okolicy Huty Miedzi Głogów. Zanieczyszczenia pochodzące z tej huty spowodowały ograniczenie liczebności roztoczy żyjących na sośnie. Na powierzchni kontrolnej roztocze wystąpiły znacznie liczniej niż na powierzchniach 1 i 2, leżących bliżej źródła zanieczyszczeń. Na taki obraz liczebności główny wpływ miały Oribatida, których liczebność na drzewach zdecydowanie malała wraz ze zbliżaniem się do HMG. Na najbardziej skażonej powierzchni 1 stwierdzono zaledwie 1/3 stanu liczebnego tej grupy, jaki stwierdzono na powierzchni kontrolnej.

Roztocze wystąpiły najobficiej w dolnej sekcji strzał. Dominowały wśród nich Oribatida, a stosunkowo liczne były Actinedida. Podobne rozmieszczenie roztoczy wykazano wcześniej na strzałach 15-letnich sosen w okolicach Kępna [19] i pędach głównych krzewów w rejonie Włocławka [4].

Na powierzchniach skażonych w środkowej i górnej sekcji drzew dominowały na ogół Actinedida, co szczególnie uwidoczniło się na najbardziej skażonej powierzchni 1. Świadczyć to może o większej tolerancji Actinedida, w porównaniu z Oribatida, w stosunku do emitowanych zanieczyszczeń HMG. Inne roztocze były mało reprezentowane, co pokrywa się z wcześniejszymi obserwacjami prowadzonymi na różnych gatunkach drzew i krzewów w okolicach Włocławka [3, 4].

Ogólnie można stwierdzić, że zanieczyszczenia emitowane przez HMG wpłynęły negatywnie na porosty i roztocze nadrzewne, co było szczególnie widoczne na najbardziej skażonej powierzchni 1.

6. WNIOSKI

1. Zawartość metali ciężkich, głównie miedzi i ołowiu, w korze sosny i porastających ją epifitach, zwiększała się wraz ze zbliżaniem się do Huty Miedzi Głogów.
2. Zanieczyszczenia emitowane przez HMG spowodowały spadek liczebności roztoczy, a najbardziej wrażliwe na nie były Oribatida.
3. Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji strzał sosny i reprezentowane były głównie przez Oribatida oraz Actinedida.

Podziękowania

Autorzy serdecznie dziękują Pani dr Annie Rusińskiej z Zakładu Geobotaniki UAM w Poznaniu za pomoc w oznaczaniu mszaków.

LITERATURA

- [1] Bengsson G., Tranvik L., 1989: Critical metal concentrations for forest soil invertebrates. *Water, Air, and Soil Pollution*, 47, 381-417.
- [2] Corley M.F.V., Crundewell A.C., Dull R., Hilland M.O., Smith A.J.E., 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal Bryologist* 11, 609-689.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", I. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 23, 147-163.
- [4] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, III. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 24, 99-110.
- [5] Dylikowa A., 1973: *Geografia Polski, krainy geograficzne*. PZWS, Warszawa.
- [6] Fałtynowicz W., Izydorek I., Budzbon E., 1991: The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monographiae Botanicae*, 73, 1-52.
- [7] Fałtynowicz W., 1994: Monitoring powietrza. Porosty jako bio wskaźniki zanieczyszczenia. *Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno*, 13-18.

- [8] Feige G.B., 1982: Niedere Pflanzen - speziell Flechen - als Bioindikatoren." Decheniana - Beihefte", 26, 23-30.
- [9] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. 1973-92: Miesięczne Przeglądy Agrometeorologiczne, Warszawa.
- [10] Jasiewicz A., 1984: Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory polskiej. Fragmenta Floristica et Geobotanica, 30, 3, 217-285.
- [11] Kassenberg A., Rolewicz Cz., 1985: Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce. Polska Akademia Nauk, PWE, Warszawa.
- [12] Lipnicki L., Wójciak H., 1995: Porosty. Klucz - atlas do oznaczania najpospolitszych gatunków. WSiP, Warszawa, 40-48.
- [13] Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E., 1976: Analiza chemiczna rolnicza. PWN, Warszawa.
- [14] Matuszkiewicz W., 1982: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- [15] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- [16] Parker R.E., 1978: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN, Warszawa.
- [17] Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych. 1988: Operat szacunkowy szkód przemysłowych. Poznań.
- [18] Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych. 1988: Operat szacunkowy szkód przemysłowych. Wrocław.
- [19] Seniczak S., 1973: Pionowe rozmieszczenie roztoczy na niektórych gatunkach drzew w różnych typach siedliskowych lasu. Pr. Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN Poznań, 36, 171-189.

THE ARBOREAL MITES (ACARI) AND EPIPHYTES
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS, IN THE REGION POLLUTED
BY THE COPPER SMELTING WORKS AT GŁOGÓW

Summary

The vertical distribution of mites and epiphytes on the stem of Scots pine trees in young Scots pine forests, in the region polluted by the copper smelting works at Głogów, were investigated. The content of heavy metals, mainly copper and lead, in the tree bark and epiphytes increased in the plots approaching the pollution source. Under the influence of these pollutants the density of mites decreased, especially the Oribatida. Most mites inhabited the lower section of trees, and the Oribatida and Actinedida were most abundant there.

Key words: heavy metals, young Scots pine forests, arboreal Acari

**MECHOWCE (ACARI, ORIBATIDA) NADRZEWNE
MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA
ZANIECZYSZCZEŃ HUTY MIEDZI GŁOGÓW**

Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Synopsis: W pracy przedstawiono rozmieszczenie gatunków Oribatida na strzałach sosny w młodnikach sosnowych w okolicy Huty Miedzi Głogów. Na powierzchniach skażonych stwierdzono mniejszą liczbę gatunków i niższe wskaźniki różnorodności, równomierności i bogactwa gatunkowego Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Najwięcej gatunków wystąpiło w dolnej sekcji strzał sosny i tam większość z nich uzyskała największe zagęszczenie. Wraz ze wzrostem stopnia skażenia młodników sosnowych metalami ciężkimi, głównie miedzią i ołowiem, stwierdzono wyraźny spadek liczebności *Carabodes labyrinthicus* i *Micrremus brevipes*, natomiast tolerowała te metale *Cultroribula juncta*.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, młodniki sosnowe, nadrzewne Oribatida

1. WSTĘP I CEL BADAŃ

W poprzedniej pracy zbadano rozmieszczenie roztoczy i epifitów na drzewach w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów [5]. Wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń, wzrosła zawartość metali ciężkich, głównie miedzi i ołowiu w korze sosny i porastających ją epifitach. Pod wpływem zanieczyszczeń liczebność roztoczy zmniejszyła się, a najbardziej wrażliwe na nie były Oribatida. Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji strzał sosny.

Celem niniejszej pracy było poznanie składu gatunkowego i zagęszczenia mechowców bytujących na strzałach sosny, na powierzchniach leżących w okolicy Huty Miedzi Głogów (HMG) oraz na powierzchni kontrolnej.

2. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano z 3 powierzchni doświadczalnych (1, 2 i 3), które tworzyły około 20 letnie młodniki sosnowe, leżące w różnych strefach uszkodzeń drzewostanu w okolicy Huty Miedzi Głogów oraz w strefie bez wyraźnych uszkodzeń drzewostanu (powierzchnia 0). Powierzchnie te były odległe od HMG odpowiednio o 1 km, 11 km, 16 km i 37 km. Charakterystykę terenu badań oraz metodę pobrania prób przedstawiono wcześniej [5].

Gatunki charakteryzowano za pomocą wskaźników: abundancji (A), dominacji (D) i stałości występowania (C), a dla zgrupowań roztoczy obliczono wskaźniki bogactwa gatunkowego (d), równomierności (e) i różnorodności gatunkowej Shannona (H) [6, 9].

Zastosowano klasy dominacji gatunków według Seniczaka [11]. Przedmiotem analizy było 2158 Oribatida.

3. WYNIKI

3.1. Skład gatunkowy Oribatida

W badanym materiale stwierdzono 35 taksonów Oribatida (tab.1).

Tabela 1. Lista gatunków Oribatida na sośnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów

Table 1. List of oribatid species on Scots pine trees in the region of polluted by the copper smelting works at Głogów

Nazwa gatunku Name of species	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L.Koch)		+		+
<i>Autogneta longilamellata</i> Michael		+		
<i>Brachychthonius</i> sp.		+		+
<i>Camisia biurus</i> (C.L.Koch)		+	+	+
<i>C. horrida</i> (Hermann)			+	
<i>C. segnis</i> (Hermann)		+	+	+
<i>Carabodes labyrinthicus</i> (Michael)		+	+	+
<i>C. subarcticus</i> Trägårdh		+	+	+
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)	+	+	+	+
<i>Cultroribula juncta</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Cymbaeremaeus cymba</i> (Nicolet)			+	+
<i>Diapterobates humeralis</i> (Hermann)			+	+
<i>Domotorina plantivaga</i> (Berlese)				+
<i>Eporibatula rauschenensis</i> (Sellnick)		+	+	+
<i>Eremaeus oblongus</i> C.L.Koch		+	+	+
<i>Galumna</i> sp.				+
<i>Hypochothoniella minutissima</i> (Berlese)		+		
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael)		+		+
<i>Metabelba pulverulenta</i> C.L.Koch			+	+
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)		+	+	+
<i>Odontocephus elongatus</i> (Michael)				+
<i>Oppiella neerlandica</i> (Oudemans)				+
<i>O. ornata</i> (Oudemans)			+	+
<i>Oribatella</i> sp.	+			
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)	+		+	
<i>Phauloppia lucorum</i> (C.L.Koch)	+	+	+	+
<i>Phthiracarus borealis</i> Trägårdh				+
<i>Punctoribates punctum</i> (C.L.Koch)				+
<i>Scheloribates laevigatus</i> (C.L.Koch)				+
<i>S. latipes</i> (C.L.Koch)			+	+
<i>Scutovertex</i> sp.			+	
<i>Suctobelba</i> sp.			+	+
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)		+	+	+
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)		+	+	+
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)	+	+	+	+
Razem -Total	6	18	23	29

W miarę zbliżania się do Huty Miedzi Głogów liczba gatunków wyraźnie malała: na powierzchni kontrolnej stwierdzono 29 taksonów, a na najbardziej skażonej powierzchni 1 było ich zaledwie 6. Najwięcej gatunków bytowało w sekcjach położonych najbliżej gleby (tab. 2-5).

Tabela 2. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni kontrolnej (0) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów (A - osobn./100 cm²)

Table 2. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in a control (0), in the region of polluted the copper smelting works at Głogów (A - indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower A	środkowa middle A	górną upper A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>	0,10	0,03		0,04	<1,0	4,2
<i>Brachychthonius</i> sp.	0,08			0,03	<1,0	1,7
<i>C. biurus</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	<1,0	5,0
<i>C. segnis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>	1,00	0,13	0,03	0,39	6,2	14,2
<i>C. subarcticus</i>	0,35			0,12	1,9	5,0
<i>C. schuetzi</i>	2,00	0,05		0,68	10,9	15,0
<i>C. juncta</i>	1,10	0,18	0,05	0,44	7,0	25,0
<i>C. cymba</i>	0,05	0,13	0,10	0,09	1,4	7,5
<i>D. humeralis</i>	0,03	0,13	0,28	0,15	2,4	8,3
<i>D. plantivaga</i>			0,08	0,03	<1,0	0,8
<i>E. rauschenensis</i>		0,48	0,33	0,27	4,3	17,5
<i>E. oblongus</i>	3,18	0,15		1,11	17,7	21,7
<i>Galumna</i> sp.	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>L. lichnophorus</i>	0,05			0,02	<1,0	0,8
<i>M. ruverulenic</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>M. brevipila</i>	0,10	0,33	2,50	0,98	15,7	32,5
<i>O. elongatus</i>	0,13	0,18		0,10	1,6	9,2
<i>O. neerlandica</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>O. ornata</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>P. lucorum</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>P. borealis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>P. punctum</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>S. laevigatus</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>S. latipes</i>	0,10		0,03	0,04	<1,0	4,2
<i>Suctobelba</i> sp.	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>T. velatus</i>	0,53	0,05		0,19	3,0	6,7
<i>T. trimaculatus</i>	1,20	0,35	0,03	0,53	8,5	21,7
<i>Z. exilis</i>	2,48	0,15	0,08	0,90	14,4	24,2
Razem - Total	12,77	2,42	3,59	6,26		

Tabela 3. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosnie na powierzchni 3 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów (A- osobn./100 cm²)Table 3. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 3, in the region of polluted by the copper smelting works at Głogów (A-indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>C. biurus</i>	0,03	0,15	0,03	0,07	1,2	5,8
<i>C. horrida</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. segnis</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>	0,58	0,03		0,20	3,4	10,8
<i>C. subarcticus</i>	0,30			0,10	1,7	7,5
<i>C. schuetzi</i>	0,28			0,09	1,5	2,5
<i>C. juncta</i>	1,48	0,10		0,53	9,1	18,3
<i>C. cymba</i>		0,13	0,15	0,09	1,5	7,5
<i>D. humeralis</i>	0,43	0,30	0,40	0,38	6,5	27,5
<i>E. rauschenensis</i>	0,20	1,63	0,65	0,83	14,3	35,0
<i>E. oblongus</i>	0,20			0,07	1,2	4,2
<i>L. licnophorus</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>M. pulverulenta</i>	0,05	0,03		0,03	<1,0	2,5
<i>M. brevipes</i>		0,03	1,00	0,34	5,8	15,0
<i>O. ornata</i>	0,55			0,18	3,1	6,7
<i>O. tibialis</i>	0,10			0,03	<1,0	1,7
<i>P. lucorum</i>	0,03	0,05	0,08	0,05	<1,0	4,2
<i>S. latipes</i>	0,78	0,08		0,29	5,0	7,5
<i>Scutovertex</i> sp.	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Suctobelba</i> sp.	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>T. velatus</i>	0,80	0,18		0,33	5,7	15,0
<i>T. trimaculatus</i>	0,03		0,10	0,04	<1,0	2,5
<i>Z. exilis</i>	6,00	0,23	0,08	2,10	36,1	30,0
Razem - Total	12,00	2,94	2,52	5,82		

Tabela 4. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosnie na powierzchni 2 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów (A - osobn./100 cm²)Table 4. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 2, in the region of polluted the copper smelting works at Głogów (A - indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total			
	dolna lower	środkowa middle	górna upper	A	D	C	
	A	A	A	A	D	C	
	1	2	3	4	5	6	7
<i>A. ovatus</i>		0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>A. longilamellata</i>		0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Brachychthonius</i> sp.		0,30			0,10	2,5	0,8
<i>C. biurus</i>		0,05		0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>C. segnis</i>				0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>		0,15		0,03	0,06	1,5	4,2
<i>C. subarcticus</i>		0,13			0,04	<1,0	2,5

cd. tabeli 4

1	2	3	4	5	6	7
<i>C. schuetzi</i>	1,30	0,35		0,55	13,7	9,2
<i>C. juncta</i>	1,03	0,65	0,15	0,61	15,2	32,5
<i>E. rauschenensis</i>		0,05	0,08	0,04	<1,0	3,3
<i>E. oblongus</i>	1,23			0,41	10,2	15,0
<i>H. minutissima</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>L. licnophorus</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>M. brevipes</i>	0,03	0,05	0,65	0,24	6,0	6,7
<i>P. lucorum</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>T. velatus</i>	0,13	0,03	0,03	0,06	1,5	4,2
<i>T. trimaculatus</i>	1,45	0,50		0,65	16,2	25,0
<i>Z. exilis</i>	2,33	0,88	0,25	1,15	28,7	30,0
Razem - Total	8,27	2,54	1,25	4,01		

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosnie na powierzchni 1 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów (A - osobn./100 cm²)Table 5. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 1 in the region polluted by the copper smelting works at Głogów (A - indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>C. schuetzi</i>	1,15			0,38	20,1	7,5
<i>C. juncta</i>	2,88	0,70	0,40	1,33	70,4	43,3
<i>Oribatella</i> sp.	0,18	0,03	0,03	0,08	4,2	3,3
<i>O. tibialis</i>	0,15			0,05	2,6	4,2
<i>P. lucorum</i>		0,03	0,03	0,02	1,1	1,7
<i>Z. exilis</i>	0,03		0,05	0,03	1,6	1,7
Razem - Total	4,39	0,76	0,51	1,89		

Wraz ze zbliżaniem się do Huty Miedzi Głogów malała wartość wskaźników bogactwa gatunkowego, różnorodności gatunkowej i równomierności (tab. 6).

Tabela 6. Wskaźniki d, H i e dla Oribatida na badanych sosnach w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów

Table 6. The d, H and e indices for Oribatida on Scots pine trees in the region of polluted by the copper smelting works at Głogów

Wskaźnik Index	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
d	0,92	2,75	3,36	4,23
H	0,91	2,07	2,25	2,57
e	0,51	0,72	0,72	0,76

W największym stopniu zmniejszyła się wartość bogactwa gatunkowego. Na powierzchni 1, położonej najbliższej źródła emisji zanieczyszczeń, wartość tego wskaźnika wynosiła około 1/5 wartości, którą odnotowano na powierzchni kontrolnej.

3.2. Wskaźniki abundancji, dominacji i stałości występowania gatunków Oribatida

Na powierzchni kontrolnej dysproporcje liczebności między gatunkami były najbardziej wyrównane (tab. 2, 7). Klasę dominantów reprezentowały *Eremaeus oblongus*, *Zygoribatula exilis* i *Chamobates schuetzi*, które najobficiej zasiedlały dolne sekcje strzał sosny oraz *Micreremus brevipes*, który najliczniej wystąpił w wierzchołkowych partiach drzew. Znaczny udział w zgrupowaniu mechowców miały *Trichoribates trimaculatus*, *Cultroribula juncta* i *Carabodes labyrinthicus*. Gatunki te wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji sosny.

Na powierzchniach skażonych struktura dominacji zgrupowań Oribatida była bardziej wyostrowana. Na stanowiskach 2 i 3 zdecydowanie dominowała *Zygoribatula exilis*, która utworzyła klasę eudominantów (tab. 3, 4, 7). Na powierzchni 2 wystąpiły również licznie *Trichoribates trimaculatus*, *Cultroribula juncta*, *Chamobates schuetzi* i *Eremaeus oblongus*, tworzące klasę dominantów, a na powierzchni 3 tę klasę reprezentowała *Eporibatula rauschenensis*, która zasiedlała najobficiej środkowe partie strzał. Na obu powierzchniach odnotowano znaczny udział gatunku *Micreremus brevipes*, który reprezentował klasę subdominantów i wystąpił obficie w wyższych partiach drzew. Na powierzchni 3 do tej klasy należały również gatunki, takie jak *Cultroribula juncta*, *Diapterobates humeralis*, *Tectocephus velatus* i *Scheloribates latipes*.

Tabela 7. Struktura dominacji Oribatida na sośnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów

Table 7. The dominance structure of Oribatida on Scots pine trees in the region polluted by the copper smelting works at Głogów

		Powierzchnia - Plot			
		1	2	3	0
Superdominanty					
<i>C. juncta</i>	70,4				
Eudominanty					
<i>C. schuetzi</i>	20,1	<i>Z. exilis</i>	28,7	<i>Z. exilis</i>	36,1
Dominanty					
		<i>T. trimaculatus</i>	16,2	<i>E. rauschenensis</i>	14,3
		<i>C. juncta</i>	15,2	<i>E. oblongus</i>	17,7
		<i>C. schuetzi</i>	13,7	<i>M. brevipes</i>	15,7
		<i>E. oblongus</i>	10,2	<i>Z. exilis</i>	14,4
				<i>C. schuetzi</i>	10,9
Subdominanty					
		<i>M. brevipes</i>	6,0	<i>C. juncta</i>	9,1
				<i>T. trimaculatus</i>	8,5
				<i>D. humeralis</i>	6,5
				<i>C. juncta</i>	7,0
				<i>M. brevipes</i>	5,8
				<i>C. labyrinthicus</i>	6,2
				<i>T. velatus</i>	5,7
				<i>S. latipes</i>	5,0
Recedenty					
4 gatunki - species		3 gatunki - species		7 gatunków - species	
				6 gatunków - species	
Subrecedenty					
		9 gatunków - species		9 gatunków - species	
				16 gatunków - species	

Zdecydowanie odmienną strukturę dominacji Oribatida stwierdzono na najbardziej skażonej powierzchni 1 (tab. 5, 7). Bardzo wysoki wskaźnik dominacji osiągnęła *Cul-*

troribula juncta, która wystąpiła najliczniej na wszystkich badanych odcinkach strzały sosny. Znaczny wskaźnik dominacji osiągnął tu *Chamobates schuetzi*, lecz obecny był on tylko w dolnej sekcji drzew. Pozostałe gatunki były nieliczne.

Na uwagę zasługuje fakt, że liczebność i stałość występowania gatunków *Carabodes labyrinthicus* i *Micreremus brevipes* wyraźnie malała wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń, a na powierzchni 1, położonej najbliżej tego źródła, nie stwierdzono tych mechowców w ogóle. Podobna tendencja spadku liczebności wystąpiła również u gatunków *Eremaeus oblongus* i *Zygoribatula exilis* (tab. 2-5). Wraz ze zbliżaniem się do HMG na strzałach sosny wzrastała natomiast liczebność taksonu *Cultroribula juncta*. Gatunek ten wystąpił najliczniej na najbardziej skażonej powierzchni 1, osiągając wskaźnik stałości występowania ponad 40 (tab. 5).

4. DYSKUSJA

Kora i porastające ją epifity pochłaniają znaczne ilości pyłów, w których duży udział mogą mieć metale ciężkie [8]. Roztocze żyjące na drzewach zjadają epifity i korę drzew [2, 10, 12] i wchłaniają te metale głównie przez przewód pokarmowy [8].

Zagadnienie wpływu metali ciężkich na roztocze jest dotąd mało poznane. Silnie ograniczający wpływ miedzi i cynku na liczebność i zróżnicowanie gatunkowe kilku grup bezkręgowców w ściółce i w glebie leśnej boru iglastego wykazano w najbliższej okolicy huty miedzi w Gusum w Szwecji [1]; najwrażliwsze na te metale były ślimaki, a stosunkowo odporne były Formicidae, Staphylinidae i Curculionidae. Natomiast w borze świerkowym w Norwegii [7], na zanieczyszczenia ołowiem najbardziej tolerancyjna wśród skoczogonków okazała się *Isotoma olivacea*, a wśród roztoczy *Nanorchestes* sp.

W okolicach Głogowa zawartość metali ciężkich, zwłaszcza miedzi i ołowiu, w kory sosny i epifitach wyraźnie wzrastała, wraz ze zbliżaniem się do Huty Miedzi Głogów, a pod ich wpływem liczebność roztoczy, w tym Oribatiada, uległa znacznemu ograniczeniu. Na skażonych strzałach sosny stwierdzono również mniejszą liczbę gatunków Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną.

Na najbardziej skażonej powierzchni 1 zanotowano zdecydowanie odmienny obraz struktury dominacji Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wśród kilku gatunków zdecydowanie dominowała *Cultroribula juncta*, co wskazuje na jej znaczną tolerancyjność do metali ciężkich. Na powierzchniach 2 i 3 wysoką pozycję w hierarchii dominacji uzyskała *Zygoribatula exilis*. Na powierzchni kontrolnej współdominowały wraz z ostatnim gatunkiem trzy inne gatunki Oribatida.

Prawie wszystkie gatunki Oribatida wystąpiły w sekcji położonej najbliżej gleby, co należy wiązać z obecnością wielu roztoczy glebowych, większą porowatością kory oraz większym udziałem porostów [5]. Jest to zgodne z obserwacjami uzyskanymi na drzewach i krzewach w okolicy Włocławka [3, 4]. Mechowce na badanych strzałach sosny uzyskiwały niewielkie zagęszczenie, co można wiązać z małą różnorodnością epifitów oraz z niewielkim spękaniem kory młodych drzew [3, 4]. Wraz ze zbliżaniem się do Huty Miedzi Głogów odnotowano spadek liczebności takich gatunków jak *Carabodes labyrinthicus* i *Micreremus brevipes*, co można tłumaczyć większym skażeniem środowiska nadrzewnego metalami ciężkimi [5]. Taksonów tych nie stwierdzono w ogóle na najbardziej skażonej powierzchni 1. Na tej powierzchni nie odnotowano również gatunków takich, jak *Eremaeus oblongus*, *Trichoribates trimaculatus*, a sporadycznie występowała tam *Zygoribatula exilis*. Natomiast na pozostałych powierzchniach, gatunki te

uzyskiwały na ogół znaczną liczebność. Na uwagę zasługuje *Cultroribula juncta*, która osiąga na ogół małą liczebność w ekosystemach leśnych, a dominowała na najbardziej skażonej powierzchni 1.

5. WNIOSKI

1. Na powierzchniach skażonych zanieczyszczeniami Huty Miedzi Głogów stwierdzono mniejsze bogactwo gatunkowe, w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
2. Zanieczyszczenia emitowane przez Hutę Miedzi Głogów spowodowały spadek liczebności *Carabodes labyrinthicus* i *Micreremus brevipes*, natomiast tolerowała je *Cultroribula juncta*.
3. Najwięcej gatunków wystąpiło w dolnej sekcji strzał sosny i tam większość z nich uzyskała największe zagęszczenie.

LITERATURA

- [1] Bengtsson G., Rundgren S., 1984: Ground-living invertebrates in metal-polluted forest soils. *Ambio*, 13, 29-33.
- [2] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, I. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 23, 147-163.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 24, 83-97.
- [4] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 24, 99-110.
- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Długosz J., Lipnicki L., Paczuska B., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Ochrona Środowiska* 1, 5-15.
- [6] Górny M., Grüm L., 1981: Metody stosowane w zoologii gleby. PWN Warszawa, 397-408.
- [7] Hagvar S., Abrahamsen G., 1990: Microarthropoda and Enchytraeidae (Oligochaeta) in naturally lead-contaminated soil: a gradient study. *Environ. Entomol.*, 19, 1263-1277.
- [8] Migula P., 1993: Kiedy metale ciężkie są szkodliwe. Fundacja Ekologiczna "Silesia", Katowice, 7.
- [9] Odum E.P. 1982: Podstawy ekologii. PWRiL Warszawa, 175-200.
- [10] Rajski A., 1966: Stosunki pokarmowe u mechowców (Acari Oribatei). Zesz. Probl. Post.Nauk Roln., 65, 237-248.
- [11] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. Rozprawy UMK, Toruń, 41-57.

- [12] Travé J., 1963: *Ecologie et biologie des Oribates (Acarines) saxicoles et arboricoles*. Vie et Milieu, Paris, Suppl., 14.

THE ARBOREAL ORIBATID MITES (ACARI, ORIBATIDA)
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS, IN THE REGION POLLUTED
BY THE COPPER SMELTING WORKS AT GŁOGÓW

Summary

The vertical distribution of oribatid species on the stem of Scots pine trees in young Scots pine forests, in the region polluted by the copper smelting works at Głogów, were investigated. In polluted plots the number of these species was lower, and the H, d and e indices for oribatid associations were also lower than in the control plot. Most oribatid species inhabited the lower section of Scots pine trees, and most of them achieved the highest density there. *Carabodes labyrinthicus* and *Micreremus brevipes* were sensitive to heavy metals (mainly copper and lead), and their density distinctly decreased in the plots approaching the pollution source. *Cultroribula juncta*, in contrast, tolerated these pollutants and was most abundant in the plot situated nearest to this source.

Key words: heavy metals, young Scots pine forests, arboreal Oribatida

ROZTOCZE (ACARI) GLEBOWE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ HUTY MIEDZI GŁOGÓW

Grzegorz Gackowski, Stanisław Seniczak
Andrzej Klimek, Wojciech Zalewski¹

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

¹Katedra Gleboznawstwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 5/8, 85-029 Bydgoszcz

Synopsis. Zbadano akarofaunę glebową w młodnikach sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Pyły metali ciężkich emitowane przez Hutę Miedzi Głogów, głównie miedzi i ołowiu, opadały w największej ilości na położonej blisko emitora powierzchni I, a ich stężenie w glebie wyraźnie zmniejszało się w miarę oddalania się od źródła emisji. Duże stężenie tych metali ograniczyło wyraźnie liczebność roztoczy glebowych, natomiast małe stężenia stymulowały tę liczebność. Na duże stężenie metali ciężkich były wrażliwe wszystkie rzędy roztoczy, z wyjątkiem Acaridida, które na powierzchni I były liczniejsze niż na powierzchni kontrolnej. Metale ciężkie ograniczyły w większym stopniu liczebność drapieżników niż saprofagów, co mogło być następstwem ich wzmożonego kumulowania się w końcowych ogniwach łańcucha troficznego.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, młodniki sosnowe, Acari, Oribatida, Gamasida

1. WSTĘP

Odkrycie w 1957 roku bogatych złóż rud miedzionośnych zapoczątkowało budowę kopalni, a następnie budowę hut. W roku 1971 powstała Huta Miedzi Głogów I, a w roku 1977 uruchomiono Hutę Miedzi Głogów II. Oba zakłady tworzą duże źródło zanieczyszczeń, rozpatrywane najczęściej pod nazwą Huta Miedzi Głogów (HMG). Wokół tych zakładów nastąpił znaczny wzrost zawartości metali ciężkich w glebie.

Charakterystyczną cechą metali ciężkich jest ich długotrwała obecność w ekosystemach i agresywne oddziaływanie na organizmy żywe. W kwaśnych roztworach metale te są łatwo dostępne i mogą przenikać do roślin i zakłócać ich metabolizm, w takim stanie ulegają również łatwo wypłukaniu w głębsze warstwy gleby. Pobrane przez rośliny metale wchodzi następnie w łańcuchy troficzne i ulegają kumulacji w kolejnych ich ogniwach, co prowadzi do zaburzeń w przepływie energii i obiegu pierwiastków w ekosystemach. Długotrwałe emisje metali ciężkich powodują ich nadmierne gromadzenie się w glebie i są przyczyną degradacji gleb. Jest to widoczne w obszarze Legnicko-Głogowskiego Zagłębia Miedziowego, gdzie powstały trudne do rekultywacji nieużytki rolne.

Jednym z ważniejszych elementów ekosystemu leśnego jest gleba. Jest ona miejscem złożonych procesów rozkładu i humifikacji materii organicznej i źródłem składników odżywczych niezbędnych dla wzrostu i rozwoju roślin. Gleba jest skomplikowanym układem wielofazowym, w którym zachodzą różnorodne procesy fizykochemiczne i biologiczne, umożliwiające obieg materii i przepływ energii w ekosystemach. Jest ona również miejscem, do którego trafiają różnorodne zanieczyszczenia emitowane przez przemysł i motoryzację, w tym także metale ciężkie. Są one włączane w kompleksowe związki chelatowe, w których tracą swe właściwości trujące [11]. Jest oczywiste, że zdolności buforowe gleb są ograniczone, zwłaszcza w przypadku ubogich gleb leśnych. Zdolności buforowe gleb zostały prawdopodobnie wyczerpane w najbliższym otoczeniu Huty Miedzi Głogów, gdzie akumulacja miedzi i ołowiu w glebach przekracza kilkunastokrotnie wartości średnie dla Polski [15]. Nadmiar metali ciężkich w glebie pogarsza warunki życia roślin i edafonu, w tym również roztoczy.

Celem pracy była analiza liczebności i składu grupowego akarofauny glebowej w młodnikach sosnowych, występujących na siedlisku boru świeżego, w różnym stopniu skażonym zanieczyszczeniami emitowanymi przez HMG oraz na powierzchni kontrolnej.

Opis powierzchni badawczych oraz poziom metali ciężkich w epifitach i korze przedstawiono wcześniej [5]. Gleby badanych powierzchni należą do typu gleb rdzawych i podtypu gleb biellicowo-rdzawych. Są to gleby całkowite, bowiem do głębokości 150 cm występuje ten sam materiał macierzysty - piasek aluwialny.

2. MATERIAŁ I METODY

Próby do badań pobrano z 3 powierzchni skażonych zanieczyszczeniami HMG oraz z powierzchni kontrolnej, w pierwszej dekadzie maja i ostatniej września 1991 i 1992 r. Powierzchnie te porastał około 20-letni młodnik sosnowy. Powierzchnia 1 była zlokalizowana zaledwie 1 km od emitora, powierzchnie 2 i 3 były położone odpowiednio o 11 km i 16 km, natomiast powierzchnia kontrolna była oddalona o 37 km od emitora. Materiał do badań pobrano na każdej powierzchni z czterech podpoziomów glebowych (O1, Of/h, AEes' i AEes"), każdorazowo w 10 powtórzeniach. Miąższość tych podpoziomów wynosiła odpowiednio 3 cm, 2 cm, 12 cm i 3 cm, z wyjątkiem powierzchni 1, gdzie podpoziom O1 miał większą miąższość (5 cm). Ogółem pobrano 640 prób.

Roztocze wyplaszano w zmodyfikowanych aparatach Tullgrena przez siedem dób. Uzyskany materiał konserwowano w 70% alkoholu etylowym, a następnie umieszczono w preparatach nietrwałych (metoda Grandjeana) lub trwałych (płyn Hoyera) w celu oznaczenia. Przedmiotem analizy było 57,8 tys. roztoczy.

Istotność różnic liczebności ogólnej roztoczy i liczniej reprezentowanych grup pomiędzy powierzchniami skażonymi a powierzchnią kontrolną weryfikowano testem "d" przy poziomach istotności $p = 0,05$, $p = 0,01$, $p = 0,001$ [13]. Zawartość metali ciężkich w podpoziomach glebowych określano metodą ASA.

3. WYNIKI

3.1. Zawartość metali ciężkich w glebie

Z badań chemicznych gleby wynika, że najwięcej metali ciężkich zawiera gleba na powierzchni 1, położonej najbliżej emitora zanieczyszczeń (tab. 1). Na tej powierzchni stężenie miedzi w podpoziomie O1 było 34-krotnie wyższe, a w podpoziomie Of/h było

57-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej. Stężenie ołowiu na powierzchni 1 było w tych podpoziomach odpowiednio blisko 8-krotnie i 13-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej. Na powierzchni 1 zanotowano również największą zawartość cynku, chromu, niklu i kadmu, choć stężenie tych metali było wyraźnie niższe niż miedzi i ołowiu.

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich (w ppm) i pH w poziomach i podpoziomach glebowych, na powierzchniach skażonych zanieczyszczeniami Huty Miedzi Głogów (1-3) i na powierzchni kontrolnej (0)

Table 1. The content of heavy metals (in ppm) and pH in soil horizons, in the plots polluted by the copper smelting works at Głogów (1-3), and the control plot (0)

Powierzchnia Plot	Poziom Horizon	Metale - Metals:						pH
		Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Cd	
1	Ol	793,6	449,6	170,1	7,3	6,4	2,5	4,26
	Of/h	2491,3	1561,6	152,0	12,3	12,5	8,2	4,16
	AEes'	144,6	131,0	25,0	42,0	11,2	4,0	4,41
	AEes''	63,7	88,0	25,0	30,0	10,2	4,9	4,24
2	Ol	313,1	195,3	122,1	3,3	3,5	2,0	4,05
	Of/h	935,6	537,3	119,1	8,2	8,9	6,8	3,82
	AEes'	115,1	121,7	23,1	38,6	10,1	3,1	3,57
	AEes''	35,3	82,0	23,8	21,0	12,0	4,4	4,14
3	Ol	84,6	88,8	118,0	2,4	1,7	1,6	4,07
	Of/h	280,4	207,5	102,7	5,7	7,9	6,0	3,93
	AEes'	50,8	118,3	22,5	23,7	10,9	3,3	3,68
	AEes''	12,1	40,1	23,0	16,0	11,3	3,4	3,85
0	Ol	23,1	57,7	102,5	1,6	1,1	1,3	4,15
	Of/h	43,7	122,5	90,8	5,2	2,8	5,8	4,01
	AEes'	14,6	113,0	20,0	13,5	10,3	3,2	4,07
	AEes''	15,5	30,0	23,0	30,5	11,0	3,3	4,35

W miarę oddalania się od emitora zanieczyszczeń, stężenie metali ciężkich w glebie malało. Na powierzchni 2 zawartość miedzi w podpoziomiu Ol była około 13-krotnie wyższa, a w podpoziomiu Of/h była około 21-krotnie wyższa niż na powierzchni kontrolnej. Stężenie ołowiu w obu podpoziomach było odpowiednio około 3- i 4-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej. Na dalej położonej powierzchni 3, stężenie metali ciężkich było wyraźnie mniejsze i stanowiło około 1/8, a na powierzchni kontrolnej mniej niż 1/20 stanu z powierzchni 1.

3.2. Analiza liczebności rzędów roztoczy

Badane młodniki sosnowe na powierzchni kontrolnej zasiedlała akarofauna wyraźnie mniej liczna niż w starodrzewiach sosnowych [14, 16]. Na powierzchni 1, położonej najbliżej emitora zanieczyszczeń, zagęszczenie roztoczy było małe i stanowiło około 1/3 stanu, jaki zanotowano na powierzchni kontrolnej (tab. 2). Na powierzchni 2 liczebność roztoczy była zbliżona, a na oddalonej od emitora powierzchni 3 była ona wyższa niż na powierzchni kontrolnej.

Okolo 70% roztoczy stanowiły saprofagiczne Oribatida i one rzutowały w głównym stopniu na stosunki liczebnościowe ogółu roztoczy na porównywanych powierz-

chniach. Wyraźne ograniczenie liczebności tych roztoczy zanotowano na położonej najbliższej źródła emisji powierzchni 1. Drugie pod względem liczebności były Actinedida. Były one wrażliwe na zanieczyszczenia emitowane przez HMG, gdyż na zanieczyszczonych powierzchniach 1 i 2 uzyskały o połowę niższe zagęszczenie niż na mniej skażonej powierzchni 3 i na powierzchni kontrolnej. Drapieżne Gamasida wystąpiły nielicznie na silnie skażonej powierzchni 1, natomiast na skażonych powierzchniach 2 i 3 były one liczniejsze niż na powierzchni kontrolnej.

Tabela 2. Liczebność roztoczy glebowych (w tys./ m²), średnia liczba gatunków (S) Oribatida i Gamasida oraz wskaźnik Shannona *H'* na powierzchniach skażonych zanieczyszczeniami Huty Miedzi Głogów (1-3) i na powierzchni kontrolnej (O)

Table 2. The abundance of soil mites (in thousand per m²), mean number of species (S) of Oribatida and Gamasida, and Shannon *H'* index in the plots polluted by the copper smelting works at Głogów (1-3), and the control plot (0)

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnie - Plots			
	1	2	3	0
Oribatida	49,22	148,76	258,81	152,80
Gamasida	1,76	9,88	10,66	8,22
Actinedida	14,28	16,61	28,31	30,33
Tarsonemida	0,81	2,30	2,62	2,35
Acaridida	2,56	2,14	1,73	0,71
Razem - Total Acari	68,63	179,69	302,13	194,41
<i>S</i> : Oribatida	6,50	18,25	17,85	17,23
Gamasida	1,38	4,08	3,98	3,48
<i>H</i> : Oribatida	1,08	2,29	2,00	2,39

Nieliczne w badanych młodnikach były Tarsonemida i Acaridida. Ich reakcja na zanieczyszczenia była inna, bowiem pierwsza grupa osiągnęła najniższe zagęszczenie na najbardziej skażonej powierzchni 1, natomiast druga grupa wystąpiła tam liczniej niż na powierzchni kontrolnej. Zaobserwowane różnice liczebności wymienionych grup roztoczy były istotne statystycznie (tab. 3).

Tabela 3. Wartość *d* obliczona dla przeciętnej liczebności roztoczy pomiędzy powierzchniami skażonymi a powierzchnią kontrolną w rejonie Głogowa

Table 3. The *d* value calculated between mean abundance of mites in polluted plots and the control in region of Głogów

Takson Taxon	Powierzchnie - Plots		
	1 - 0	2 - 0	3 - 0
Acari	6,933***	0,660	3,188**
Oribatida	6,031***	0,218	3,573***
Gamasida	5,482***	0,902	1,239
Actinedida	2,663**	2,287*	0,286
Tarsonemida	2,350*	0,060	0,334
Acaridida	2,110*	2,190*	2,052*

* *p* = 0,05; ** *p* = 0,01; *** *p* = 0,001

3.3. Pionowe rozmieszczenie roztoczy w glebie

Roztocze skupiały się w próchnicy nadkładowej, a w poziomie mineralnym ich zagęszczenie było małe (tab. 4). Na powierzchni kontrolnej i na mniej skażonych powierzchniach 2 i 3 zagęszczenie roztoczy w podpoziomie butwinowo-epihumusowym (Of/h) było około dwukrotnie wyższe niż w wyżej położonym podpoziomie surowinowym (Ol). Na najbardziej zanieczyszczonej powierzchni 1 podpoziom Ol był zasiedlony przez liczniejsze roztocze niż podpoziom Of/h, co można wiązać z wysoką zawartością metali ciężkich w podpoziomie Of/h.

Tabela 4. Pionowe rozmieszczenie roztoczy na powierzchniach badawczych w rejonie Huty Miedzi Głogów - zagęszczenie osobników w 100 cm³

Table 4. Vertical distribution of mites in investigated plots in region of Głogów - density of indiv./100 cm³

Grupa roztoczy Group of mites	Poziom Horizon	Powierzchnia - Plot			
		1	2	3	0
Acari	Ol	108,75	206,85	350,85	233,60
	Of/h	45,55	500,15	811,20	540,20
	AEes'	3,40	21,00	39,05	18,20
	AEes''	3,25	3,85	2,30	0,70
Oribatida	Ol	85,20	174,90	320,85	184,50
	Of/h	29,85	419,95	693,00	425,90
	AEes'	0,40	16,65	27,50	13,35
	AEes''	0,05	1,30	0,70	0,15
Gamasida	Ol	1,25	11,45	8,45	13,85
	Of/h	1,65	22,25	33,75	15,65
	AEes'	0,20	1,30	1,70	1,35
	AEes''	0,85	1,15	0,10	0,05
Actinedida	Ol	20,30	15,45	20,80	29,65
	Of/h	12,80	51,60	72,55	93,95
	AEes'	0,85	1,75	8,70	3,20
	AEes''	1,55	0,40	0,55	0,25
Tarsonemida	Ol	1,55	2,75	0,10	4,85
	Of/h	0,10	5,35	11,35	2,00
	AEes'		0,60	0,40	0,10
	AEes''				
Acaridida	Ol	0,45	2,30	0,65	0,75
	Of/h	1,15	1,00	0,55	0,70
	AEes'	1,95	0,70	0,75	0,20
	AEes''	0,80	1,00	0,95	0,25

Wśród roztoczy dominowały mechowce i one rzutowały na wyżej opisany obraz pionowego rozmieszczenia roztoczy w glebie. Podobne rozmieszczenie prezentowały wolno żyjące Actinedida, natomiast drapieżne Gamasida na wszystkich powierzchniach preferowały podpoziom Of/h.

Nie stwierdzono prawidłowości w pionowym rozmieszczeniu Tarsonemida w glebie. Na silnie skażonej powierzchni 1 oraz na powierzchni kontrolnej roztocze te koncentrowały się w podpoziomie Ol, natomiast na pozostałych powierzchniach skupiały

się w niżej położonym podpoziomie Of/h. Acaridida wystąpiły na badanych powierzchniach nielicznie.

4. DYSKUSJA

Metale ciężkie emitowane przez Hutę Miedzi Głogów wpływają niewątpliwie w złożony sposób na ekosystemy leśne. Według Andruszczak i in. [1] zawartość miedzi i ołowiu w glebie oraz w roślinach wzrasta w kierunku źródła emisji. Zależności takiej nie stwierdzono natomiast w odniesieniu do cynku, co może być związane z mniejszymi rozmiarami cząstek pyłów tego metalu [24] i ich dalekim przemieszczaniu z prądami powietrza. Pyły tych metali są w znacznej części zatrzymywane w koronach drzew, gdzie działają negatywnie na rośliny. Hamują one dopływ światła do aparatu asymilacyjnego, zatykają szparki oddechowe i utrudniają wymianę gazową, a w obecności wody mogą działać żrąco, powodując uszkodzenia tkanek i obniżenie wydajności fotosyntezy [3, 6, 7]. W ten sposób metale obniżają produkcję leśną, przyspieszają opad igieł i liści oraz pogarszają stan zdrowotny lasu. Na silnie skażonej powierzchni 1 stwierdzono na sosnach głównie szpilki jednoroczne i nieliczne dwuletnie, natomiast na pozostałych powierzchniach utrzymywały się na sosnach starsze szpilki. Pyły metali z czasem dostają się do gleby bądź to z opadem roślinnym lub z wodą opadową, gdzie w warunkach znacznego zakwaszenia próchnic leśnych są łatwo pobierane przez rośliny lub edafon [10]. W miarę obniżania się pH gleby stężenie metali w roztworze glebowym na ogół wzrasta [4, 13].

Gleby leśne gromadzą metale ciężkie, zwłaszcza w podpoziomach próchnicy nadkładowej zamieszkanych przez liczne roztocze. Na powierzchni 1, usytuowanej najbliżej Huty Miedzi Głogów, zawartość miedzi i ołowiu w podpoziomie Of/h była około 24-krotnie wyższa, a zawartość tych metali w podpoziomie O1 około 15-krotnie wyższa niż na powierzchni kontrolnej. W miarę oddalania się od emitora zawartość metali w glebie wyraźnie malała. Na powierzchniach 2 i 3, ich stężenie w podpoziomie Of/h było odpowiednio około 9- i 3-krotnie wyższe, a w podpoziomie O1 odpowiednio 6- i 2-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej.

Literatura dotycząca wpływu metali ciężkich na drobne stawonogi glebowe, w tym na roztocze, jest stosunkowo uboga. Bengtsson i Rundgren [2] badali wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez hutę miedzi w Gusum (Szwecja) na liczebność i skład gatunkowy ślimaków, kosarzy, pajaków oraz kilku grup owadów. Stwierdzili oni silnie ograniczający wpływ dużych stężeń tych zanieczyszczeń na liczebność i zróżnicowanie gatunkowe bezkręgowców w najbardziej skażonej glebie, w której stężenie miedzi i cynku w suchej masie ściółki wynosiło odpowiednio 2500 ppm i 3600 ppm. Na mniej skażonej powierzchni autorzy ci stwierdzili stymulujący wpływ zanieczyszczeń na liczebność niektórych bezkręgowców, zwłaszcza kosarzy, pajaków z rodziny Linyphiidae oraz larw chrząszczy z rodziny Staphylinidae.

Hågvar i Abrahamsen [8] określili wpływ ołowiu na roztocze i skoczogonki w transekcji gleb, zawierających różne ilości naturalnych minerałów ołowiowych, dochodzące do 15% suchej masy ściółki. Jest interesujące, że liczebność roztoczy w tym transekcji była zbliżona, gdyż na powierzchniach skażonych w miejsce gatunków wrażliwych na metale wchodziły gatunki na nie odporne.

Kratzmann i in. [8] badali zawartość metali ciężkich w ciele Oribatida. Stwierdzili oni, że roztocze te gromadzą metale głównie w oskórku, który jest zrzucany 4-krotnie,

zanim stadium młodociane przejdzie w postać dorosłą. Jest to więc prosty sposób pozbywania się przez te pajęczaki nadmiaru metali ciężkich.

W rejonie Głogowa duże stężenie metali ciężkich na powierzchni I spowodowało znaczne ograniczenie liczebności roztoczy, co jest zgodne z obserwacjami Bengtssona i Rundgreną [2] oraz Hågvara i Abrahamsena [8]. Na tej powierzchni zagęszczenie roztoczy zmniejszyło się do 1/3 stanu z powierzchni kontrolnej, mimo że miąższość podłożu surowinowego była tam większa niż na pozostałych powierzchniach.

Mniejsze stężenie metali ciężkich w glebie stymulowało liczebność roztoczy. Świadczy o tym zgrupowanie tych pajęczaków na powierzchni 3, która była o ponad 1/3 liczniejsza niż na powierzchni kontrolnej. Trudno jest bez dodatkowych badań sądzić, czy wzrost liczebności roztoczy na wspomnianej powierzchni jest następstwem przystosowań ekologicznych czy fizjologicznych populacji roztoczy do zanieczyszczeń. Takim stanowi rzeczy sprzyja niewątpliwie spadek udziału drapieżnych Gamasida w zgrupowaniu roztoczy na powierzchni 3. Na tej powierzchni Gamasida stanowiły 3,5%, natomiast na powierzchni kontrolnej 4,3% ogółu roztoczy.

Uzyskane wyniki badań ukazują dużą wrażliwość roztoczy jako grupy oraz ich poszczególnych rzędów na zanieczyszczenia emitowane przez HMG, w których znaczącą część stanowiły metale ciężkie. Dla przykładu saprofagiczne Oribatida i Actinedida były mniej wrażliwe na duże stężenie metali ciężkich niż drapieżne Gamasida. Małe stężenie tych metali stymulowało również w większym stopniu liczebność saprofagów niż drapieżników. Zmniejszenie udziału Gamasida w glebach skażonych metalami ciężkimi jest niekorzystne dla ekosystemu. Drapieżniki są ważnym regulatorem liczebności saprofagów, a uczestnicząc w przetwarzaniu materii organicznej, przyspieszają krążenie pierwiastków w ekosystemach. Większa wrażliwość Gamasida na metale ciężkie może wynikać ze wzmożonej kumulacji tych metali w ciele drapieżników, w porównaniu z saprofagami, co jest zgodne z ogólną zasadą kumulowania się niektórych toksyn i metali w końcowych ogniwach łańcucha troficznego [10, 11].

Reakcja roztoczy na zanieczyszczenia przemysłowe, obserwowana na przykładzie jednego transektu powierzchni, wykazuje dużą zgodność z danymi z literatury [2, 8, 17, 18, 19, 20, 23]. Duże stężenie zanieczyszczeń prowadzi generalnie do zubożenia ilościowego roztoczy, natomiast małe ich stężenia działają często na roztocze stymulująco. Przykładem mogą być zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Azotowe Włocławek [22, 23], które spowodowały wzrost liczebności i zróżnicowania gatunkowego roztoczy, podobnie jak mineralne nawożenie lasu [16]. Podobny efekt wywarły małe stężenia symulowanych kwaśnych deszczów [20] czy metali ciężkich [2].

5. WNIOSKI

1. Pyły metali ciężkich emitowane przez Hutę Miedzi Głogów, głównie miedzi i ołowiu, opadały w największej ilości na położonej blisko emitora powierzchni I, a ich stężenie w glebie zmniejszało się wyraźnie w miarę oddalania się od źródła emisji.
2. Duże stężenie metali ciężkich w glebie ograniczyło wyraźnie liczebność roztoczy, natomiast małe stężenia tych metali stymulowały tę liczebność.
3. Na duże stężenie metali ciężkich w glebie były wrażliwe wszystkie rzędy roztoczy, z wyjątkiem Acaridida, które na powierzchni I były liczniejsze niż na powierzchni kontrolnej.

4. Metale ciężkie ograniczały w większym stopniu liczebność drapieżników niż saprofitów, co mogło być związane z ich wzmożonym kumulowaniem się w końcowych ogniwach łańcucha troficznego.

LITERATURA

- [1] Andruszczak E., Strączyński S., Czerniawska W., Radwan B., 1986: Zawartość niektórych składników w glebach i roślinach uprawnych znajdujących się pod wpływem huty miedzi. *Roczn. Glebozn.*, 37, 47-66.
- [2] Bengtsson G., Rundgren S., 1984: Ground-living invertebrates in metal-polluted forest soils. *AMBIO*, Royal Swedish Academy of Sci., 29-33.
- [3] Białobok S., 1989: Wpływ kwaśnych opadów atmosferycznych na drzewa i lasy. [W] S. Białobok (ed.): *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, 169-193.
- [4] Chodak T., Szerszeń L., 1993: Wpływ przemysłu miedziowego na środowisko rolnicze. *Ekologia i Technika*, Bydgoszcz, 6, 16-22.
- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Długosz J., Lipnicki L., Paczuska B., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 1, 5-15.
- [6] Greszta J., 1987: Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia na lasy. SGGW-AR, Warszawa.
- [7] Greszta J., Panek E., 1989: Wpływ metali ciężkich na drzewa. [W] S. Białobok (ed.): *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, 195-222.
- [8] Hågvar S., Abrahamsen G., 1990: Microarthropods and Enchytraeidae (Oligochaeta) in naturally lead-contaminated soils: a gradient study. *Environmental Entomology* 19, 1263-1277.
- [9] Kratzmann M., Ludwig M., Błaszak C., Alberti G., 1993. Mikroarthropoden: Reaktionen auf Bodenversauerung, Kompensationskalkungen und Schwermetalle. *Inf. Natursch. Landschaftspfl.* 6, 94-110.
- [10] Miguła P., 1993: Kiedy metale ciężkie są szkodliwe. *Fund. Ekol. Silesia*.
- [11] Odum E.P., 1982: *Podstawy ekologii*. PWRiL, Warszawa.
- [12] Parker R.E., 1978: *Wprowadzenie do statystyki dla biologów*. PWN, Warszawa.
- [13] Prusinkiewicz Z., Pokojska U., 1989: Wpływ emisji przemysłowych na gleby. [W] S. Białobok (ed.): *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, 223-244.
- [14] Rajska A., 1961: Studia ekologiczno-faunistyczne nad mechowcami (Acari, Oribatei) w kilku zespołach roślinnych. I. *Ekologia*. Pr. Kom. Biol. PTPN, Poznań 25, 1-60.
- [15] Roszyk E., Szerszeń L., 1988: Nagromadzenie metali ciężkich w warstwie ornej gleb stref ochrony sanitarnej przy hutach miedzi. Cz.1 "Legnica", Cz.2 "Głogów". *Roczn. Gleb.* 39, 135-156.
- [16] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane mechowców (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. *Rozprawy*, UMK Toruń, 1-171.

- [17] Seniczak S., 1985: Wpływ nawożenia mineralnego na roztocze glebowe młodnika sosnowego ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Acari: Oribatei). Pr. Kom. Nauk. PTG 90, 191-197.
- [18] Seniczak S., Dąbrowski J., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna nadrzewna (Acari) dolnego piętra boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 18, 133-143.
- [19] Seniczak S., Dąbrowski J., Dąbrowska B., Gackowski G., 1993: Wpływ areozoli ścieków pochodzących z Zakładów Chemicznych "Organika-Zachem" w Bydgoszczy na akarofaunę łąkową ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida (Acari). Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 23, 121-132.
- [20] Seniczak S., Górniak G., 1997. Wpływ kwaśnych deszczów na roztocze glebowe (Acari) uprawy sosnowej ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 47-56.
- [21] Seniczak S., Górniak G., Kaczmarek S., 1985: Fauna roztoczy wybranych gleb słonych w rejonie oddziaływania Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 10, 101-112.
- [22] Seniczak S., Kaczmarek S., Klimek A., 1991: Akarofauna glebowa (Acari) wybranych zadrzewień śródpolnych okolic Turwi, I. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 19, 143-153.
- [23] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna glebowa (Acari) wybranych płatów boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 18, 117-131.
- [24] Szerszeń L., Karczewska A., Roszyk E., Chodak T., 1991: Rozmieszczenie Cu, Pb i Zn w profilach gleb przyległych do hut miedzi. Roczn. Glebozn. 52, 19-206.

SOIL MITES (ACARI) OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN THE REGION POLLUTED BY A COPPER SMELTING WORKS AT GŁOGÓW

Summary

The soil mites (Acari) in young Scots pine forests (plant association *Leucobryo-Pinetum*) polluted by a copper smelting works at Głogów and a control plot, were investigated. The concentration of heavy metals was highest in the plot situated nearest the pollution source, and decreased in the direction of the control plot. A high concentration of heavy metals highly reduced the abundance of mites and species diversity of Oribatida and Gamasida, whereas small concentrations stimulated the abundance of mites. Most mites were sensitive to a high concentration of heavy metals, except Actinedida which tolerated this pollution. In polluted plots, the density of saprophagous Oribatida were reduced more than predatory Gamasida, which was possibly caused by heavy metals which usually concentrated in terminal links of trophic chain.

Key words: heavy metals, young Scots pine forests, Acari, Oribatida, Gamasida

MECHOWCE (ACARI, ORIBATIDA) GLEBOWE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ HUTY MIEDZI GŁOGÓW

Grzegorz Gackowski, Stanisław Seniczak, Andrzej Klimek

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Synopsis: Analizowano skład gatunkowy saprofagicznych Oribatida, w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Duże stężenie metali ciężkich w glebie ograniczyło wyraźnie liczbę gatunków Oribatida, natomiast małe stężenia tych metali stymulowały zróżnicowanie gatunkowe tych roztoczy. Na powierzchniach skażonych zanotowano w zgrupowaniach Oribatida większy udział superdominantów lub eudominantów, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Pod względem reakcji na metale ciężkie, Oribatida podzielono na następujące grupy: (1) wrażliwe na metale ciężkie (*Carabodes subarcticus*, *Eremaeus oblongus*, *Eupelops torulosus*, *Microtritia minima* i *Scheloribates latipes*), (2) tolerujące te metale (*Chamobates schuetzi*, *Liochthonius* sp., *Oribatula tibialis*) i (3) wrażliwe na duże stężenie, lecz tolerujące małe stężenie tych metali (*Adoristes ovatus*, *Oppiella minus*, *O. nova*, *O. ornata* i *Tectocephus velatus*).

Słowa kluczowe: metale ciężkie, młodniki sosnowe, Oribatida

1. WSTĘP

W poprzedniej pracy [4] przedstawiono reakcję roztoczy glebowych i ich grup na zanieczyszczenia emitowane przez Hutę Miedzi Głogów, z przewagą metali ciężkich. Duże stężenie zanieczyszczeń ograniczało liczebność tych pajęczaków, natomiast małe stężenia stymulowały tę liczebność, w większym stopniu w odniesieniu do saprofagów niż drapieżników.

Saprofagiczne mechowce są dominującym składnikiem mezofauny gleb leśnych, a szczególnie licznie występują w próchnicy typu mor i moder. Ich liczebność wynosi zwykle kilkaset tys. osob./1 m², a nawet przekracza milion osobników/1 m² [12, 16, 19]. Występując w dużej liczbie, roztocze te odgrywają znaczącą rolę w procesach przetwarzania materii organicznej [11, 15]. Mechowce przyspieszają rozkład materii roślinnej przez jej mechaniczne rozdrabnianie i mieszanie z glebą mineralną oraz przewietrzanie gleby [28]. Proces trawienia pokarmu pobranego przez mechowce zachodzi przy współudziale mikroorganizmów bytujących w ich przewodzie pokarmowym [10, 27]. Dzięki symbiozie z mikroflorą bakteryjną mechowce posiadają zdolność rozkładu celulozy, ligniny i chityny.

Wykorzystanie pokarmu przez mechowce jest ogólnie słabe, co nie stanowi problemu dla ekosystemów leśnych. Dla zaspokojenia potrzeb metabolicznych roztocze te pobierają dużo pokarmu, rozdrabniając glebową materię organiczną. Wydalone przez roztocze ekskrementy są dalej rozkładane przez inne saprofagi, głównie koprofagi, tworzące długi łańcuch troficzny saprofagów rozkładających ściółkę leśną, przy współudziale drobnoustrojów. Duże zróżnicowanie gatunkowe organizmów glebowych niewątpliwie umacnia homeostazę ekosystemu leśnego.

Biologiczną aktywność gleb dobrze charakteryzuje stan liczebny i skład grupowy oraz gatunkowy edafonu [3, 5, 11], do którego należą roztocze glebowe. Ważnym wskaźnikiem tej aktywności są wolnożyjące mechowce [17]. Występują one w glebie licznie, są gatunkowo zróżnicowane, cechuje je mała ruchliwość, a wiele gatunków ma ściśle sprecyzowane wymagania ekologiczne. Dla siedliskoznawstwa leśnego roztocze te mogą być czułym bioindykatorem stopnia degradacji gleby [11].

Celem pracy była analiza występowania saprofagicznych Oribatida glebowych w młodnikach sosnowych w różnym stopniu skażonych emisjami HMG oraz na powierzchni kontrolnej.

2. MATERIAŁ I METODY

Powierzchnie badawcze porastał około 20-letni młodnik sosnowy. Powierzchnia 1 była zlokalizowana 1 km od emitora, powierzchnie 2 i 3 były położone odpowiednio 11 km i 16 km, natomiast powierzchnia kontrolna była oddalona o 37 km od emitora. Lokalizację i opis powierzchni badawczych, metodę badań roztoczy glebowych i stężenie metali ciężkich w epifitach, w korze drzew oraz w glebie podano wcześniej [2, 4].

Do gatunku lub rodzaju oznaczono wszystkie Oribatida, łącznie ze stadiami młodocianymi. Strukturę dominacji Oribatida sporządzono na podstawie klas dominacji zaproponowanych przez Seniczaka [14]. Przedmiotem analizy było 47,8 tys. roztoczy. Istotność różnic liczebności gatunków pomiędzy powierzchniami skażonymi i powierzchnią kontrolną weryfikowano testem d przy poziomach istotności $p = 0,05$, $p = 0,01$, $p = 0,001$ [9].

3. WYNIKI

3.1. Analiza gatunkowa Oribatida

Ogółem stwierdzono 55 taksonów Oribatida, z czego około 20% wystąpiło na wszystkich powierzchniach. Z powierzchni kontrolnej uzyskano 32 taksony, a z położonej najbliższej emitora zanieczyszczeń powierzchni 1 wykazano zaledwie 1/3 tych taksonów (tab. 1). Na powierzchniach 2 i 3 żyło więcej taksonów niż na powierzchni kontrolnej.

3.2. Struktura dominacji Oribatida

Na powierzchni kontrolnej superdominantów nie zanotowano, a klasę eudominantów reprezentował *Tectocephus velatus* (tab. 2). W klasie dominantów wystąpiła *Opiella ornata*, a w klasie subdominantów - *O. nova*, *Chamobates schuetzi*, *Carabodes subarcticus* i *Schelorbitates latipes*. W klasach recedentów i subrecedentów było odpowiednio 8 i 18 gatunków.

Tabela 1. Wskaźniki abundancji (A w tys. osobn./m²), dominacji (D) i stałości występowania (C) gatunków glebowych Oribatida na powierzchniach zanieczyszczonych emisjami Huty Miedzi Głogów (1 - 3) oraz na powierzchni kontrolnej (0)Table 1. The abundance (A in thousand per m²), dominance (D) and constancy (C) indices of some soil oribatid species in the plots polluted by the copper smelting works at Głogów (1-3), and the control plot

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnia - Plot														
	1			2			3			0					
	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C			
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L.Koch)	0,07	0,1	3	5,43	3,7	60	16,84	6,5	98	5,94	3,9	98			
<i>Autogneta longitamelata</i> Michael				0,02	<0,1	3				0,02	<0,1	5			
<i>Banksinoma lanceolata</i> (Michael)										0,12	0,1	13			
<i>Brachychthonius</i> spp.				0,87	0,6	38	0,26	0,1	18	0,25	0,2	23			
<i>Camisia hiurus</i> (C.L.Koch)				0,45	0,3	50	1,30	0,5	75	0,38	0,2	40			
<i>C. horrida</i> (Hermann)							0,03	<0,1	5	0,14	0,1	15			
<i>C. spinifer</i> (C.L.Koch)				0,01	<0,1	3	0,20	0,1	30						
<i>Carabodes coriaceus</i> C.L.Koch							0,02	<0,1	3						
<i>C. femoralis</i> (Nicolet)				0,01	<0,1	3	0,04	<0,1	8						
<i>C. forsslundi</i> Sellnick							0,10	<0,1	10	0,12	0,1	8			
<i>C. labyrinthicus</i> (Michael)							0,70	0,3	13						
<i>C. subarcticus</i> Trägårdh				1,34	0,9	58	3,79	1,5	85	10,95	7,2	100			
<i>Ceratoppia quadridentata</i> (Haller)				0,17	0,1	20	0,03	<0,1	5						
<i>Ceratozetes thienemanni</i> Willmann				0,15	0,1	5	0,03	<0,1	3						
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)	8,02	16,3	53	35,52	23,9	100	3,74	1,5	75	11,92	7,8	100			
<i>Cultroribula juncta</i> (Michael)	0,05	0,1	5	0,01	<0,1	3	0,06	<0,1	8						
<i>Damaeobelba</i> 1				0,07	<0,1	5									
<i>Damaeus</i> spp.	1,02	2,1	50	0,45	0,3	43	0,33	0,1	45	0,15	0,1	15			
<i>Diapterobates humeralis</i> (Hermann)							0,16	0,1	30						
<i>Entochthonius minutissimus</i> (Berlese)				0,02	<0,1	3									
<i>Eporibatula rauschenensis</i> (Sellnick)				0,04	<0,1	3									
<i>Eremaeus oblongus</i> C.L.Koch				3,17	2,1	76	6,71	2,6	78	5,36	3,5	48			
<i>Eulohmannia ribagai</i> Berlese				0,08	<0,1	3									
<i>Eupelops torulosus</i> (C.L.Koch)				1,85	1,2	88	2,17	0,8	88	5,10	3,3	83			
<i>Galumna</i> spp.	0,16	0,3	10	0,16	0,1	15	0,04	<0,1	8	0,01	<0,1	3			
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> (C.L.Koch)				0,13	0,1	15									

cd. tabeli 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Hemileius initialis</i> (Berlese)					1,07	0,7	28						
<i>Hemiothrus peltifer</i> (C.L.Koch)					0,56	0,4	20						
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael)					0,06	<0,1	8	0,02	<0,1	3			
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)					0,18	0,1	5						
<i>Liochthonius</i> spp.	5,30	10,8	73		8,39	5,7	70	12,92	5,0	90	2,36	1,5	53
<i>Metabelba puberosa</i> Strenke					0,54	0,4	40	0,05	<0,1	5	0,54	0,3	48
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)								0,10	<0,1	10	0,04	<0,1	8
<i>Microtritia minima</i> (Berlese)					2,84	1,9	45	0,12	<0,1	3	6,17	4,0	15
<i>Nothrus sihevstris</i> Nicolet					0,99	0,7	28	0,04	<0,1	8	0,14	0,1	5
<i>Odontocepheus elongatus</i> (Michael)											0,57	0,4	55
<i>Oppiella minus</i> (Paoli)					7,27	4,9	38	1,03	0,4	18	2,47	1,6	48
<i>O. neerlandica</i> (Oudemans)					2,00	1,3	23	0,03	<0,1	8	0,48	0,3	25
<i>O. nova</i> (Oudemans)	0,83	1,7	63		3,71	2,5	70	12,53	4,8	100	12,54	8,2	90
<i>O. ornata</i> (Oudemans)	0,05	0,1	10		3,05	2,0	30	66,86	25,8	100	27,75	18,2	98
<i>O. subpectinata</i> (Oudemans)					2,07	1,4	65	0,04	<0,1	3	0,02	<0,1	5
<i>O. translamellata</i> (Willmann)					2,50	1,7	28						
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)					5,37	3,6	98	10,32	4,0	98	6,18	4,0	55
<i>Palaeacarus hystericinus</i> Trägårdh					0,04	<0,1	3						
<i>Pergalumna nervosa</i> (Berlese)	32,71	66,5	100		0,02	<0,1	3	0,21	0,1	20	0,11	0,1	18
<i>Phthiracarus borealis</i> Trägårdh													
<i>Protoribaties</i> 1								0,08	<0,1	3			
<i>Quadropia quadricarinata</i> (Michael)					0,12	0,1	18						
<i>Rhysotritia duplicata</i> (Grandjean)					1,03	0,7	38						
<i>Scheloribatess laevigatus</i> (C.L.Koch)					0,65	0,4	23	1,55	0,6	8	0,34	0,2	25
<i>S. latipes</i> (C.L.Koch)	0,97	1,9	43		4,94	3,3	88	7,26	2,8	90	9,42	6,2	83
<i>Suctobelba</i> spp.	0,04	0,1	5		50,99	34,3	100	14,21	5,5	93	2,59	1,7	80
<i>Tectocephheus velatus</i> (Michael)					0,12	0,1	13	94,41	36,5	98	40,43	26,5	100
<i>Thyopochthonius ictorivum</i> (Berlese)					0,12	0,1	13	0,48	0,2	38	0,02	<0,1	3
<i>Trichoribatess trimaculatus</i> (C.L.Koch)					0,30	0,2	28				0,17	0,1	18

Zbliżony układ dominacji Oribatida zaobserwowano na skażonych powierzchniach 2 i 3, gdzie eudominantem był *Tectocepheus velatus*. Na powierzchni 2 do tej klasy dominacji należał *Chamobates schuetzi*, a na powierzchni 3 - *Oppiella ornata*. Na powierzchni 2 klasę subdominantów reprezentował *Liochthonius* spp., a na powierzchni 3 w tej klasie znalazły się *Adoristes ovatus* i *Suctobelba* spp. Na powierzchni 2 zanotowano 12 recedentów i 29 subrecedentów, natomiast na powierzchni 3 było 7 recedentów i 27 subrecedentów.

Odmianą strukturę dominacji gatunków Oribatida stwierdzono na silnie zanieczyszczonej powierzchni 1. Wystąpił tam jeden superdominant - *Oribatula tibialis*, z bardzo wysokim wskaźnikiem dominacji ($D = 66,5$). Klasę dominantów reprezentowały *Chamobates schuetzi* i *Liochthonius* spp., a do recedentów i subrecedentów należało odpowiednio 3 i 5 gatunków.

Tabela 2. Struktura dominacji gatunków Oribatida w glebie młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów, sporządzona na podstawie wskaźnika dominacji

Table 2. The dominance structure of soil oribatid species in young Scots pine forests, in the region of polluted by the copper smelting works at Głogów prepared on the base of dominance index

		Powierzchnia - Plot			
		1	2	3	0
		Superdominanty			
<i>O. tibialis</i>	66,5				
		Eudominanty			
		<i>T. velatus</i>	34,3	<i>T. velatus</i>	36,5
		<i>Ch. schuetzi</i>	23,9	<i>O. ornata</i>	25,8
		Dominanty			
<i>Ch. schuetzi</i>	16,3				<i>O. ornata</i>
<i>Liochthonius</i> spp.	10,8				18,2
		Subdominanty			
		<i>Liochthonius</i> sp.	5,7	<i>A. ovatus</i>	6,5
				<i>Suctobelba</i> spp.	5,5
				<i>O. nova</i>	8,2
				<i>Ch. schuetzi</i>	7,8
				<i>C. subarcticus</i>	7,2
				<i>S. latipes</i>	6,2
		Recedenty			
3 gatunki - species	12 gatunków - species	7 gatunków - species	8 gatunków - species		
		Subrecedenty			
5 gatunków - species	29 gatunków - species	27 gatunków - species	18 gatunków - species		

3.3. Porównanie zgrupowań Oribatida

Najwyższą wartość wskaźnika ogólnej różnorodności Shannona (H) zanotowano na powierzchni kontrolnej (tab.3), a najniższą jego wartość uzyskano na najbardziej skażonej powierzchni 1. Wskaźnik dominacji (c) osiągnął najwyższą wartość na powierzchni 1, a był on najniższy na powierzchni kontrolnej.

Tabela 3. Wartość wskaźnika Shannona H oraz wskaźnika równomierności e dla zgrupowań glebowych Oribatida w młodnikach sosnowych będących pod wpływem zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów (powierzchnie 1-3) i na powierzchni kontrolnej

Table 3. Values of Shannona H index and uniformity e index of oribatid associations in young Scots pine forests polluted by the copper smelting works at Głogów (plots 1-3) and the control plot

Wskaźnik Index	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
H	1,082	2,298	2,001	2,391
c	0,479	0,187	0,216	0,133
d	1,291	4,568	3,720	3,393
e	0,451	0,607	0,550	0,684

4. DYSKUSJA

Gleby leśne gromadzą metale ciężkie, zwłaszcza w podpoziomach próchnicy nadkładowej zamieszkiwanych przez liczne roztocze. Na powierzchni 1, usytuowanej najbliżej Huty Miedzi Głogów, zawartość miedzi i ołowiu w podpoziomie Of/h była około 24-krotnie wyższa, a zawartość tych metali w podpoziomie Ol była około 15-krotnie wyższa niż na powierzchni kontrolnej. W miarę oddalania się od emitora zawartość metali w glebie wyraźnie malała. Na powierzchniach 2 i 3 ich stężenie w podpoziomie Of/h było odpowiednio o około 9- i 3-krotnie wyższe, a w podpoziomie Ol było 6- i 2-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej.

Duże stężenie metali ciężkich na powierzchni 1 spowodowało znaczne ograniczenie liczebności i liczby gatunków Oribatida, co jest zgodne z obserwacjami Bengtssona i Rundgreną [1] oraz Hågvara i Abrahamsena [6]. Na tej powierzchni zagęszczenie i liczba gatunków Oribatida zostały zredukowane do 1/3 stanu z powierzchni kontrolnej, mimo że miąższość podpoziomu surowinowego była tam większa niż na pozostałych powierzchniach.

Na silnie skażonej powierzchni 1 zgrupowanie Oribatida odbiegało wyraźnie od pozostałych zgrupowań swoistą strukturą dominacji. Dominowała w nim *Oribatula tibialis*, która osiągnęła bardzo wysoki wskaźnik dominacji ($D = 66,5$), rzadko stwierdzany w glebie, a typowy dla środowisk prezentujących trudne dla roztoczy warunki życiowe, jak na przykład środowisko nadrzewne (Seniczak [13]) czy tundra mszysto-porostowa (Seniczak i Plichta [26]). Duże stężenie metali ciężkich w glebie tolerowały również *Chamobates schuetszi* i *Liochthonius* spp., natomiast inne gatunki cechowała na tej powierzchni mała liczebność. Mniejsze stężenie metali ciężkich w glebie stymulowało liczebność tych roztoczy, zwłaszcza na powierzchni 3.

Mniejsze stężenia zanieczyszczeń pochodzących z HMG spowodowały wzrost liczebności Oribatida oraz liczby gatunków tych roztoczy w analizowanych próbach, co jest prawdopodobnie wynikiem większego zagęszczenia mało licznych gatunków i ich większej wykrywalności w przyjętej metodzie badań. Obserwacja ta jest zgodna z wynikami badań Bengtssona i Rundgreną [1] nad wpływem mniejszych stężeń miedzi i cynku na zróżnicowanie gatunkowe wybranych grup bezkręgowców glebowych. Podobny efekt zaobserwowali Seniczak i in. [16] oraz Klimek i Seniczak [7] nad wpływem małych

stężeń zanieczyszczeń pochodzących z Zakładów Azotowych Włocławek na akarofaunę glebową boru świeżego.

Małe stężenie metali ciężkich w glebie na powierzchni 3 tolerowały przede wszystkim typowe gatunki leśne jak *Tectocepheus velatus* i *Oppiella ornata*. Na powierzchni kontrolnej roztocze te zajmowały wysoką pozycję w zgrupowaniu Oribatida, a na powierzchni 3 ich liczebność była ponad 2-krotnie wyższa. Spowodowało to wzrost udziału eudominantów w zgrupowaniu Oribatida na powierzchni 3 (62,3%), w porównaniu z powierzchnią kontrolną (26,5%). Pozytywną reakcję *Tectocepheus velatus* na mniejsze stężenia zanieczyszczeń w glebie stwierdzono również w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Azotowe Włocławek (Seniczak i in. [24], Klimek i Seniczak [7]).

Biorąc pod uwagę wrażliwość taksonów Oribatida na metale ciężkie, głównie na miedź i ołów, można je podzielić na następujące grupy:

- wrażliwe na metale ciężkie (*Carabodes subarcticus*, *Eremaeus oblongus*, *Eupelops torulosus*, *Microtritia minima* i *Scheloribates latipes*),
- tolerujące te metale (*Chamobates schuetzi*, *Oribatula tibialis* i *Liochthonius* spp.),
- wrażliwe na duże stężenie, lecz tolerujące małe stężenia tych metali (*Adoristes ovatus*, *Oppiella minus*, *O. nova*, *O. ornata* i *Tectocepheus velatus*),

Reakcja roztoczy na zanieczyszczenia przemysłowe, obserwowana na przykładzie jednego transektu, wykazuje dużą zgodność z danymi z literatury [1, 6, 18, 20, 21, 23, 25]. Duże stężenie zanieczyszczeń prowadzi generalnie do zubożenia ilościowego i gatunkowego roztoczy. Małe ich stężenie często działa na roztocze stymulująco i prowadzi do wzrostu ich liczebności i zróżnicowania gatunkowego. Przykładem mogą być zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Azotowe Włocławek [24, 25], które spowodowały wzrost liczebności i zróżnicowania gatunkowego roztoczy, podobnie jak małe dawki nawozów mineralnych [18], symulowanych kwaśnych deszczów [22] czy metali ciężkich [1].

5. WNIOSKI

1. Duże stężenie metali ciężkich w glebie ograniczyło wyraźnie liczbę gatunków Oribatida, natomiast małe ich stężenia zwiększyło zróżnicowanie gatunkowe tych roztoczy.
2. Na powierzchniach skażonych zanotowano w zgrupowaniach Oribatida większy udział superdominantów lub eudominantów, w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
3. Pod względem reakcji na metale ciężkie, Oribatida można podzielić na następujące grupy:
 - wrażliwe na metale ciężkie (*Carabodes subarcticus*, *Eremaeus oblongus*, *Eupelops torulosus*, *Microtritia minima* i *Scheloribates latipes*),
 - tolerujące te metale (*Chamobates schuetzi*, *Liochthonius* spp. i *Oribatula tibialis*),
 - wrażliwe na duże stężenie, lecz tolerujące małe stężenie tych metali (*Adoristes ovatus*, *Oppiella minus*, *O. nova*, *O. ornata* i *Tectocepheus velatus*).

LITERATURA

- [1] Bengtsson G., Rundgren S., 1984: Ground-living invertebrates in metal-polluted forest soils. *Ambio*, Royal Swedish Academy of Sci., 29-33

- [2] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Długosz J., Lipnicki L., Paczuska B., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 5-15.
- [3] Dunger W., 1970: Unbekanntes Leben im Boden. Urania-Verlag, Leipzig.
- [4] Gackowski G., Seniczak S., Klimek A., Zalewski W., 1994: Roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 27-35.
- [5] Górny M., 1975: Zooekologia gleb leśnych. PWRiL Warszawa.
- [6] Hågvar S., Abrahamsen G., 1990: Microarthropods and Enchytraeidae (Oligochaeta) in naturally lead-contaminated soils: a gradient study. Environmental Entomology 19, 1263-1277.
- [7] Klimek A., Seniczak S., 1994: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Część III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 25, 147-160.
- [8] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWRiL Warszawa.
- [9] Parker R.E., 1978: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN Warszawa.
- [10] Prusinkiewicz Z., Stefaniak O., Seniczak S., 1975. Wstępne badania nad rolą mikroflory przewodu pokarmowego wybranych gatunków mechowców (Oribatei, Acarina) w procesach humifikacji i mineralizacji ściółek leśnych. Pr. Kom. Nauk PTG 3, 107-126.
- [11] Puchalski T., Prusinkiewicz Z., 1975: Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL Warszawa.
- [12] Rajski A., 1961: Studia ekologiczno-faunistyczne nad mechowcami (Acari, Oribatei) w kilku zespołach roślinnych. I. Ekologia. Pr. Kom. Biol. PTPN, Poznań 25, 1-60.
- [13] Seniczak S., 1973: Pionowe rozmieszczenie roztoczy nadrzewnych na niektórych gatunkach drzew w różnych typach siedliskowych lasu. Pr. Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, Poznań 36, 171- 189.
- [14] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane mechowców (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. Rozprawy, UMK Toruń, 1-171.
- [15] Seniczak S., 1979: Wpływ mechowców (Acari, Oribatei) na procesy przetwarzania glebowej substancji organicznej. Pr. Kom. Nauk. PTG, 5, 123-131.
- [16] Seniczak S., 1979: Fauna roztoczy (Acari) podstawowych typów próchnic leśnych mull, moder i mor. Pr. Kom. Nauk. PTG V/37, 143-152.
- [17] Seniczak S., 1979: Fauna mechowców (Acari, Oribatei) jako indykator biologicznych właściwości próchnic leśnych. Pr. Kom. Nauk. PTG V/37, 157-166.
- [18] Seniczak S., 1985: Wpływ nawożenia mineralnego na roztocze glebowe młodnika sosnowego ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Acari, Oribatei). Pr. Kom. Nauk. PTG 90, 191-197.
- [19] Seniczak S., 1995: Zróżnicowanie akarofauny glebowej w borze suchym, ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Acari, Oribatida). Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 26, 101-110.

- [20] Seniczak S., Dąbrowski J., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna nadrzewna (Acari) dolnego piętra boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 18, 133-143.
- [21] Seniczak S., Dąbrowski J., Dąbrowska B., Gackowski G., 1993: Wpływ areozoli ścieków pochodzących z Zakładów Chemicznych "Organika-Zachem" w Bydgoszczy na akarofaunę łąkową ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida (Acari). Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 23, 121-132.
- [22] Seniczak S., Górniak G., 1997: Wpływ kwaśnych deszczów na roztocze glebowe (Acari) uprawy sosnowej ze szczególnym uwzględnieniem Oribatida. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 47-56.
- [23] Seniczak S., Górniak G., Kaczmarek S., 1985: Fauna roztoczy wybranych gleb słonych w rejonie oddziaływania Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 10, 101-112.
- [24] Seniczak S., Kaczmarek S., Klimek A., 1991: Wpływ zadarnienia na akarofaunę glebową (Acari) boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 19, 129-141.
- [25] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna glebowa (Acari) wybranych płatów boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 18, 117-131.
- [26] Seniczak S., Plichta W., 1978: Structural dependence of moss mites populations (Acari, Oribatei) in patchiness of vegetation in moss-lichen tundra at the north coast of Hornsund, West Spitsbergen. Pedobiologia Jena, 18, 145-152.
- [27] Stefaniak O., Seniczak S., 1985: Mikroflora przewodu pokarmowego mechowców (Acari, Oribatei) jako element biologicznych przemian glebowych substancji organicznych. Pr. Kom. Nauk. PTG 90, 197-203.
- [28] Terlikowski F., 1956: Próchnica a żyzność gleb. Nawozy organiczne. T.3. PWRiL Warszawa.

SOIL ORIBATID MITES (ACARI, ORIBATIDA) OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN THE REGION POLLUTED BY A COPPER SMELTING WORKS AT GŁOGÓW

Summary

Species composition of soil oribatid mites (Acari, Oribatida) was investigated in young Scots pine forests polluted by a copper smelting works at Głogów and a control plot. A high concentration of heavy metals highly reduced the species diversity of Oribatida, whereas small concentrations increased this diversity. In polluted plots, the proportion of superdominants and eudominants in oribatid mite associations was higher than in the control plot. Based on the distribution of mites among plots, the following categories were distinguished: (1) sensitive to calcium (*Carabodes subarcticus*, *Eremaeus oblongus*, *Eupelops torulosus*, *Microtrititia minima* and *Scheloribates latipes*), (2) tolerant of metals

(*Chamobates schuetzi*, *Liochthonius* spp., *Oribatula tibialis*), and (3) sensitive to a high metal concentration, but tolerant of medium and small concentrations (*Adoristes ovatus*, *Opiella minus*, *O. nova*, *O. ornata* and *Tectocephus velatus*).

Key words: heavy metals, young Scots pine forests, Oribatida

WPLYW SYMULOWANYCH KWAŚNYCH DESZCZÓW NA ROZTOCZE GLEBOWE (ACARI) UPRAWY SOSNOWEJ ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ORIBATIDA

Stanisław Seniczak, Grażyna Górniak

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Synopsis: W pracy przedstawiono wpływ roztworów kwasu siarkowego i azotowego na roztocze glebowe uprawy sosnowej na glebie rdzawej, glinie i murszu. W uprawie sosnowej wzrosła liczebność roztoczy i zróżnicowanie gatunkowe Oribatida w okresie badań, co jest typowe dla początkowego etapu sukcesji zbiorowisk leśnych. Na powierzchni kontrolnej roztocze wystąpiły najliczniej w rodzimej glebie rdzawej, lecz były one mało zróżnicowane pod względem gatunkowym, natomiast w murszu akarofauna była mniej liczna, lecz bogata w gatunki Oribatida. Mniejsze dawki kwaśnych roztworów stymulowały rozwój roztoczy w glebie rdzawej i glinie, co można traktować jako efekt nawozowy, natomiast ograniczyły ten rozwój w murszu, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wyższa dawka kwaśnych roztworów zahamowała zdecydowanie wzrost liczebności i zróżnicowania gatunkowego roztoczy we wszystkich glebach, a szczególnie w glinie, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Najbardziej wrażliwe na kwaśne roztwory były Actinedida, a stosunkowo odporne - Oribatida i Gamasida.

Słowa kluczowe: kwaśne deszcze, uprawy sosnowe, bioindykatory, Acari, Oribatida

1. WSTĘP

Rozwój przemysłu i wzrost emisji zanieczyszczeń atmosferycznych, głównie dwutlenku siarki i tlenków azotu, stworzył nowe zagrożenie dla ekosystemów. Zanieczyszczenia te utrzymują się w powietrzu przez długi czas i wraz z prądami powietrza są przemieszczane daleko od źródła emisji, stwarzając zagrożenie dla znacznych obszarów. W odpowiednich warunkach, przy udziale promieni ultrafioletowych i katalizatorów, niektóre zanieczyszczenia podlegają skomplikowanym przemianom, a po reakcjach z wilgocią atmosferyczną tworzą kwaśne roztwory, opadające w postaci tzw. kwaśnych deszczów. Kwaśne deszcze oddziałują na biocenozę i na glebę, zakłócając ich współdziałanie w ekosystemie.

Przedstawione w niniejszej pracy badania akarologiczne były przez autorów prowadzone w nawiązaniu do kompleksowych doświadczeń toruńskich naukowców nad wpływem symulowanych kwaśnych deszczów na różne podłoża (gleby) i sadzonki kilku gatunków drzew leśnych. Te kilkuletnie badania były szczegółowo zaplanowane, zorganizowane i wykonane przez zespół pracowników naukowych Zakładu Gleboznawstwa

Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu pod kierunkiem prof. dr hab. Z. Prusinkiewicza w ramach programu CPBP - 04.10.07. [5].

Celem badań akarologicznych było określenie wpływu różnych dawek kwaśnych roztworów na roztocze glebowe uprawy sosnowej, z udziałem brzozy i dębu, na 3 podłożach (glebach) określonych skrótowo jako piasek, glina marglista i mursz.

2. TEREN BADAŃ I METODY

Badania prowadzono na powierzchni doświadczalnej Zakładu Gleboznawstwa UMK w Toruniu, założonej w Leśnictwie Malachin (Nadleśnictwo Czersk) na terenie Borów Tucholskich, stosunkowo oddalonym od źródeł zanieczyszczeń przemysłowych. Akarofauna była analizowana w nawiązaniu do toruńskich gleboznawców na 3 podłożach (glebach), które skrótowo zostały określone jako piasek, glina marglista i mursz. Substraty te, obsadzone sosną zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.), dębem szypułkowym (*Quercus robur* L.) i brzozą brodawkowatą (*Betula pendula* Roth.), były okresowo zraszane roztworami kwasu siarkowego i azotowego w dwóch stężeniach: 100 kg S i 22 kg N (wariant 1) lub 500 kg S i 110 kg N (wariant 2), w przeliczeniu na 1 ha/rok [4]. Poletka zraszane równocześnie czystą wodą służyły jako kontrola.

Badania akarologiczne prowadzono wiosną i jesienią, od chwili założenia uprawy (wiosna 1987) do wiosny 1989 r. Próby glebowe o objętości 50 cm³ pobierano w pasach, gdzie rosły sadzonki, z dwóch sztucznie przyjętych poziomów (0-3 cm i 5-8 cm) i w 10 powtórzeniach. Roztocze wyplaszano w zmodyfikowanych aparatach Tullgrena, konserwowano, preparowano i oznaczano. Oribatida oznaczono do gatunku lub rodzaju, łącznie ze stadiami młodocianymi, natomiast pozostałe roztocze zakwalifikowano do rzędów. Dla zobrazowania zmian, które zaszły w akarofaunie glebowej pod wpływem kwaśnych roztworów, porównano wyniki badań uzyskane wiosną w 1987 r. z uśrednionymi wynikami z kolejnych sezonów (jesień i wiosna), traktowanych w akarologii za porównywalne. Między jesienią a wiosną akarofauna glebowa jest mało aktywna lub znajduje się w stanie anabiozy. Z łącznej liczby 2700 prób uzyskano 5037 roztoczy, w tym 2298 Oribatida.

3. WYNIKI

3.1. Analiza ilościowa

Liczebność roztoczy glebowych na badanych działkach kształtowała się na niskim poziomie i z biegiem czasu wzrastała (tab.1), co jest typowe dla początkowego etapu rozwoju upraw leśnych. Na powierzchni kontrolnej najliczniejsza akarofauna zamieszkiwała rodzimą glebę rdzawą, mniej liczną stwierdzono w materiale murszowym, a najmniej liczna żyła w materiale gliniastym. Wśród roztoczy dominowały w początkowym okresie badań Oribatida, a w ostatnim terminie Oribatida (glina marglista i mursz) lub Actinedida (piasek). Zagęszczenie wszystkich grup roztoczy wzrosło w okresie badań, z wyjątkiem drapieżnych Gamasida w piasku i w glinie marglistej, których liczebność nieznacznie się zmniejszyła.

Użycie niższego stężenia kwasów (wariant I) stymulowało wzrost ogólnej liczebności roztoczy, w porównaniu z działką kontrolną. Wyjątkiem był mursz, w którym liczebność tych pajączaków była niższa niż na działce kontrolnej. Pozytywnie na zakwaszenie środowiska zareagowały Oribatida, a ich liczebność wzrosła w glebie rodzimej

2,5-krotnie i w glinie 1,3-krotnie, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Reakcja pozostałych grup roztoczy na zakwaszenie była niewyraźna, z wyjątkiem Actinedida, które w piasku uległy ograniczeniu w porównaniu z powierzchnią kontrolną.

Tabela 1. Liczebność roztoczy w różnych okresach badań oraz w różnym materiale glebowym, w zależności od dawek kwaśnych roztworów, w uprawie sosnowej w Leśnictwie Malachin

Table 1. The abundances of mites in different seasons and different soils, depend on doses of acids in Scots pine cultivation in forest district of Malachin

Grupa roztoczy Group of mites		Wariant I - Variant I			Wariant II - Variant II			Kontrola - Control		
		R	G	M	R	G	M	R	G	M
Oribatida	a	1,0	0,5	0,6	0,4	0,2	0,4	1,0	1,1	0,3
	b	1,2	0,2	2,1	1,5	0,2	0,7	0,9	0,5	1,0
	c	3,5	1,7	1,6	1,6	0,5	1,0	1,4	1,3	1,6
Gamasida	a	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,7	
	b	0,4	0,2	0,7	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,5
	c	0,3	0,7	0,4	0,4	0,2	1,0	0,4	0,4	0,9
Acaridida	a	0,1	0,1	0,4			0,1	0,1	0,3	
	b	0,3	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
	c	1,0	0,6	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5
Actinedida	a			0,1	0,1		0,1	0,1		
	b	0,7	1,0	0,1	0,3	0,7	0,1	1,0	0,8	0,1
	c	0,6	1,3	0,5	0,8	0,5	0,7	2,2	1,1	0,8
Tarsonemida	a	0,1		0,1						
	b	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	
	c	0,1	0,1	0,2	0,1		0,1	0,2	0,1	0,2
Acari	a	1,4	0,7	1,3	0,6	0,3	0,7	2,2	2,1	0,3
	b	2,7	1,6	3,1	3,0	1,2	1,3	2,5	1,7	1,7
	c	5,5	4,4	3,0	3,2	1,6	3,1	4,9	3,2	4,0

Objaśnienia - explanation:

R - gleba rdzawa - sandy soil

G - glina - clay

M - mursz - boggy soil

a - wiosna 1987 - spring 1987

b - jesień 1987/wiosna 1988 - autumn 1987/spring 1987

c - jesień 1988/wiosna 1989 - autumn 1988/spring 1989

Wariant I (Variant I) - dawka (dose of) 100 kg S + 22 kg N na rok na ha (per ha per year)

Wariant II (Variant II) - dawka (dose of) 500 kg S + 110 kg N na rok na ha (per ha per year)

Zastosowanie wyższego stężenia kwasów (wariant II) spowodowało spowolnienie wzrostu liczebności roztoczy w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Największe zahamowanie wzrostu liczebności roztoczy stwierdzono w materiale gliniastym, mniejsze w piasku, a najmniejsze w murszu. Na wyższe stężenie kwasów wrażliwe były wszystkie grupy roztoczy, szczególnie Actinedida.

3.2. Skład gatunkowy Oribatida

Z badanych działek uzyskano 80 taksonów z tej grupy roztoczy, przy czym na każdej z działek ich liczba wzrastała w okresie badań (tab. 2).

Jest interesujące, że na początku doświadczenia najwięcej gatunków Oribatida występowało w piasku, natomiast w ostatnim okresie najwięcej ich stwierdzono w materiale murszowym, bogatym w materię organiczną.

Niższe stężenie kwasów spowodowało wzrost liczby gatunków w piasku i glinie marglistej oraz spadek liczby gatunków w murszu, w porównaniu z działką kontrolną. Wyższe stężenie kwasów spowodowało obniżenie liczby gatunków w każdym materiale glebowym, szczególnie w glinie marglistej, w porównaniu z powierzchnią kontrolną.

Na powierzchni kontrolnej wśród Oribatida dominował najczęściej *Tectocepheus velatus*, lecz jego zagęszczenie w glebie macierzystej i w materiale gliniastym zmniejszyło się w okresie badań (tab.3). W murszu stosunkowo liczna była *Oppiella nova*.

Tabela 3. Liczebność wybranych gatunków Oribatida w okresach: wiosna 1987 (a), jesień 1987/wiosna 1988 (b) i jesień 1988/wiosna 1989 (c) w różnym materiale glebowym, w zależności od dawek kwaśnych roztworów, w uprawie sosnowej Leśnictwie Malachin

Table 3. The abundance of some oribatid species in spring 1987 (a), autumn 1987/spring 1988 (b) and autumn 1988/spring 1989 (c) in different soils, depends on doses of acids in Scots pine cultivation in forest district Malachin

Nazwa gatunku Name of species	Wariant I - Variant I			Wariant II - Variant II			Kontrola - Control			
	R	G	M	R	G	M	R	G	M	
<i>Brachychthoniidae</i>	a			<0,1				0,1		
	b	0,4		<0,1	0,3		0,1		<0,1	
	c	0,8	0,1	0,3	0,1		<0,1	0,2	<0,1	0,1
<i>Ch. schuetzi</i>	a		0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
	b	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	c	0,1	0,1					0,1	0,1	0,2
<i>H. peltifer</i>	a	<0,1								
	b						<0,1	0,1		
	c				0,2	0,1	<0,1		0,1	
<i>O. minus</i>	a	0,2	<0,1	<0,1	0,1		<0,1	0,1	<0,1	
	b	0,3		<0,1	0,4	<0,1		0,3		0,1
	c	0,2	<0,1		0,5	<0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1
<i>O. nova</i>	a	<0,1	0,1	0,3	<0,1	<0,1		<0,1	0,1	0,1
	b	0,1		0,3	0,5	<0,1	0,2	<0,1		0,3
	c	0,3	0,1	0,1	0,2		0,1	<0,1	<0,1	0,2
<i>Suctobelba</i> spp.	a	<0,1		<0,1	<0,1			0,1		<0,1
	b	<0,1		1,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,1
	c	0,3	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		0,2
<i>T. velatus</i>	a	0,6	0,3	0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,6	0,8	0,1
	b	<0,1			0,3	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
	c	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2

Objaśnienia jak w tabeli 1 - explanation as in Table 1.

Niższe stężenie kwasów stymulowało rozwój gatunków z rodziny Brachychthoniidae w piasku, a wyższe stężenie sprzyjało rozwojowi *Oppiella minus* i *O. nova* w piasku oraz *Tectocepheus velatus* w murszu.

4. DYSKUSJA

Użyty do doświadczenia materiał glebowy przedstawiał dla roztoczy glebowych odmienne środowisko życia, co uwidocznilo się w liczebności i składzie gatunkowym tych pajęczaków na powierzchni kontrolnej. Najliczniejsza akarofauna wystąpiła w piasku, lecz liczba gatunków Oribatida była tam najmniejsza. Mursz był zamieszkały przez mniej liczne roztocze, lecz był bogatszy w gatunki Oribatida niż piasek. Najmniej liczna akarofauna żyła w glinie marglistej, a zróżnicowanie gatunkowe Oribatida było w niej podobne jak w piasku. Zaobserwowane zależności oceniane w świetle zasad Thienemanna [9] wskazują na większą żyzność murszu, w porównaniu z glebą macierzystą i gliną, co pokrywa się z zawartością próchnicy w porównywanych materiałach glebowych.

W miarę upływu czasu wzrastała liczebność roztoczy glebowych i zróżnicowanie gatunkowe Oribatida w badanej uprawie sosnowej, co jest typowe dla rozwijającej się biocenozy leśnej [3]. Przyrost liczebności roztoczy i ich zróżnicowania gatunkowego był w znacznym stopniu modyfikowany przez kwaśne roztwory. Mniejsze dawki tych roztworów stymulowały rozwój roztoczy w piasku i w glinie, co jest w literaturze znane [1, 2, 6] i tłumaczone efektem nawozowym. Dla przykładu, niewielkie dawki zanieczyszczeń azotowych w glebach leśnych w okolicach Włocławka spowodowały znaczny wzrost liczebności roztoczy i liczby gatunków Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną [8].

Małe dawki kwasów ograniczały rozwój akarofauny w murszu, gdzie zanotowano mniejszą liczebność i uboższy skład gatunkowy Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Być może, że absorbująca zanieczyszczenia próchnica, ograniczała jako pokarm rozwój roztoczy glebowych.

Wyższa dawka kwaśnych roztworów hamowała zdecydowanie wzrost liczebności i zróżnicowania gatunkowego roztoczy we wszystkich materiałach glebowych, a szczególnie w glinie marglistej, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Najbardziej wrażliwe na kwaśne roztwory okazały się Actinedida, a stosunkowo odporne Oribatida i Gamasida, które tworzą zwykle najważniejszy element zgrupowań roztoczy przetwarzających glebową materię organiczną. Jest interesujące, że już w pierwszym terminie badań uzyskano niską liczebność Gamasida na powierzchniach traktowanych kwaśnymi roztworami, a w miarę upływu czasu ich liczebność wzrastała. Być może, w tym czasie struktura gatunkowa tych ruchliwych drapieźników dopasowała się do systematycznego zakwaszania gleby. W silnie zanieczyszczonych glebach leśnych w okolicach Włocławka, liczebność saprofagicznych Oribatida była mała, lecz drapieżne Gamasida były stosunkowo liczne i różniły się zdecydowanie strukturą dominacji od powierzchni kontrolnej [8].

Podjęta dyskusja jedynie sygnalizuje złożoność problemu, który stwarzają kwaśne roztwory dopływające do gleby. Wiadomo, że saprofagiczne Oribatida tolerują gleby kwaśne i osiągają w nich dużą liczebność i znaczne zróżnicowanie gatunkowe [6, 7, 8]. Nadmiar zanieczyszczeń jest jednak dla nich zdecydowanie szkodliwy i prowadzi do spadku liczebności i zmian w zgrupowaniach roztoczy [8]. Nie sprzyja to sprawnemu przetwarzaniu glebowej materii organicznej i rzutuje na zaopatrzenie drzew w składniki odżywcze.

5. WNIOSKI

1. W uprawie sosnowej wzrosła liczebność roztoczy i zróżnicowanie gatunkowe Oribatida, co jest typowe dla początkowego etapu sukcesji zbiorowisk leśnych.
2. Na powierzchni kontrolnej najliczniejsza akarofauna występowała w glebie rdzawej, lecz najwięcej gatunków Oribatida stwierdzono w murszu.
3. Małe dawki kwaśnych roztworów stymulowały rozwój roztoczy w glebie rdzawej i glinie, co można traktować jako efekt nawozowy, natomiast ograniczały ten rozwój w murszu, w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
4. Wyższa dawka kwaśnych roztworów zahamowała wzrost liczebności i zróżnicowania gatunkowego roztoczy we wszystkich materiałach glebowych, a szczególnie w glinie marglistej, w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
5. Najbardziej wrażliwe na kwaśne roztwory były Actinedida, a stosunkowo odporne były Oribatida i Gamasida.

LITERATURA

- [1] Huhta V.E., Karppinen E., Nurminen M., Vaplas A., 1967: Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematods populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fennici* 4, 87-143.
- [2] Lohm U., Lundkvist H., Persson T., Wiren A., 1977: Effects of nitrogen fertilization on the abundance of enchytraeids and microarthropods in Scots pine forests. *Studia Forestalia Suecica* 140, 1-23.
- [3] Odum E.P., 1982. *Podstawy ekologii*. PWRiL, Warszawa.
- [4] Prusinkiewicz Z., Kwiatkowska A., Pokojska U., 1988: Wstępne wyniki badań nad warunkami rozwoju sadzonek sosny, dębu i brzozy na trzech różnych glebach poddanych działaniu symulowanych kwaśnych deszczów. Materiały seminarium naukowego pt. Wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza i innych polutantów na las. Wyd. SGGW-AR, Warszawa, 153-170.
- [5] Prusinkiewicz Z., Kwiatkowska A., Pokojska U., 1990: Wpływ kwaśnych deszczów i rodzaju podłoża na stężenie pierwiastków biofilnych w organach asymilacyjnych i korzeniach oraz na cechy biometryczne sadzonek kilku drzew leśnych. Materiały seminarium naukowego pt. Ekologiczne podstawy gospodarki leśnej i kształtowania zdolności lasu do pełnienia wielostronnych funkcji. Wyd. SGGW-AR, Warszawa: 31-51.
- [6] Rajska A., 1961: Studium ekologiczno-faunistyczne nad mechowcami (Acari, Oribatei) w kilku zespołach roślinnych. I. *Ekologia. Pr. Kom. Biol. PTPN, Poznań* 25, 1-160.
- [7] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane mechowców (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. *Rozprawy, UMK*, 1-171.
- [8] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna glebowa (Acari) wybranych płatów boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 18, 117-131.
- [9] Thienemann A., 1939: Grundzüge einer allgemeinen Oekologie. *Arch. Hydrobiol.* 35, 267-285.

THE INFLUENCE OF STIMULATED ACID RAINS ON SOIL MITES (ACARI)
IN SCOTS PINE CULTURE, WITH THE SPECIFIC ANALYSIS OF ORIBATIDA

Summary

The influence of different doses of sulfuric and nitric acid on soil mites (Acari) in Scots pine culturing on different soils (sandy, clay and boggy), were investigated during 3 years. In this time the abundance of mites and the specific diversity of Oribatida increased in all soils. In the control plot, most mites inhabited the sandy soil, and the fewest lived in boggy soil. However, in former soil the number of species of Oribatida was distinctly higher than in the latter. Small doses of sulfuric and nitric acids (variant I) stimulated the abundance of mites and species diversity in all soils, except in boggy soil where the abundance and species diversity decreased, compared to the control. Higher doses of these acids (variant II) decreased the abundance of mites and species diversity of Oribatida in all soils, especially in clay, compared to the control. Most sensitive to these acids were Actinedida, and less sensitive were Oribatida i Gamasida.

Key words: acid rains, Scots pine culturing, bioindicators, Acari, Oribatida

**ROZTOCZE (ACARI) GLEBOWE STREFY EKOTONOWEJ,
POMIĘDZY ZADRZEWIENIEM ŚRÓDPOLNYM
A UPRAWĄ LUCERNY, W KRAJOBRAZIE ROLNICZYM
OKOLIC TURWI**

Stanisław Seniczak, Sławomir Kaczmarek¹
Halina Ratyńska¹, Anna Seniczak

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

¹Katedra Biologii i Ochrony Środowiska WSP
ul. Chodkiewicza 51, 85-667 Bydgoszcz

Synopsis: Zbadano akarofaunę glebową w strefie ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym zdominowanym przez robinie akacjową (*Robinia pseudacacia* L.) a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zadrzewienie, okrajek i bruzdę usytuowaną pod okapem drzew, zasiedlała akarofauna wyraźnie liczniejsza i bogatsza w gatunki niż uprawę lucerny. W zadrzewieniu śródpolnym i w biotopach usytuowanych pod okapem drzew dominowały saprofagiczne Oribatida, natomiast w uprawie lucerny przeważały drapieżne Gamasida. Stwierdzono duży wpływ zespołów roślinnych na strukturę dominacji gatunków roztoczy; zadrzewienie śródpolne i okrajek opanowały licznie *Oppiella ornata* i *Liebstadia similis*, natomiast bruzda i uprawa lucerny były zdominowane przez *Tectocepheus velatus*. Niektóre biotopy w strefie ekotonowej stwarzały roztoczom korzystne warunki rozwoju. Dla przykładu, *Liebstadia similis* znalazła je w bruzdzie oddzielającej terofity od uprawy lucerny, a zwłaszcza na jej skłonie o wystawie zachodniej. W strefie ekotonowej liczba gatunków Oribatida i Gamasida była większa niż w zadrzewieniu śródpolnym i uprawie lucerny.

Słowa kluczowe: zadrzewienia, pola uprawne, ekoton, Acari

1. WSTĘP

W poprzednich pracach [7, 8] przedstawiono akarofaunę strefy ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym z dominującą robinie akacjową a uprawami jednorocznymi. Zadrzewienie i biotopy położone pod okapem drzew były zasiedlone przez liczniejszą akarofaunę niż pola uprawne. Liczebność roztoczy w partiach brzeżnych zadrzewienia była jednak wyższa, a sumaryczna liczba gatunków Oribatida i Gamasida była większa niż w części centralnej, co można uznać za efekt ekotonowy. Migracja akarofauny z zadrzewienia śródpolnego i biotopów leżących pod okapem drzew na pola uprawne była niewielka, przy czym większą ekspansję przejawiały drapieżne Gamasida niż saprofagiczne Oribatida.

W niniejszej pracy przedstawiona zostanie akarofauna glebowa strefy ekotonowej, pomiędzy tym samym zadrzewieniem śródpolnym a 3-letnią uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi.

2. TEREN BADAŃ

Zróżnicowanie florystyczne strefy ekotonowej ukazują zdjęcia fitosocjologiczne wykonane w pasie o szerokości 4 m i długości 35 m (tab.1), wykonane w linii prostopadłej do granicy między zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny.

Tabela 1. Charakterystyka florystyczna strefy ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 1. The floristic characterization of the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew

Nr zdjęcia - No. of relevé		1	2	3	4	5	6	7	8
Zwarcie warstwy drzew Density of trees	a%	50	50	30	10	10	5	-	-
Zwarcie warstwy krzewów Density of shrubs	b%	60	10	-	-	-	-	-	-
Pokrycie roślin zielnych Cover of herb layer	c%	80	40	80	95	80	90	98	100
Liczba gatunków Number of species		11	7	4	7	8	12	6	10
Zbiorowisko roślinne Plant association		<i>Chelidonio-Robinetum</i>		z <i>Bromus sterilis</i> with <i>Bromus sterilis</i>			uprawa lucerny alfalfa field		
		1	2	3	4	5	6	7	8
ch. <i>Artemisietea</i>									
<i>Robinia pseudoacacia</i>	a	3.1	3.4	3.2	2.1	2.1	1.1		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	b	+	1.1	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	c	.	.	.	.	.	.
<i>Chelidonium majus</i>		1.1	+	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>		+	+	+	.	.	.		
<i>Galeopsis tetrahit</i>		+	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>		+	.	.	.	.	.
<i>Ballota nigra</i>		.	.	.	.	+2	+		.
<i>Silene pratensis</i>		.	.	.	.	.	.		+
ch. <i>Stellarietea mediae</i>									
<i>Bromus sterilis</i>		4.5	3.3	4.4	5.5	3.2	+		.
<i>Veronica hederifolia</i>		2.2	2.1	2.2	.	+	+		+
<i>Fallopia convolvulus</i>		+	+	.	.	.	.		.
<i>Stellaria media</i>		.	.	.	1.1	+	+	1.1	.
<i>Lamium amplexicaule</i>		.	.	.	+	.	.		.
<i>Geranium pusillum</i>		.	.	.	+	.	.		.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		.	.	.	+	.	.	+	2.1
<i>Aethusa cynapium</i>		.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Chenopodium album</i>		.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Viola arvensis</i>		.	.	.	.	.	.	.	+
ch. <i>Rhamno-Prunetea</i>									
<i>Sambucus nigra</i>	b	4.3	1.1	.	.	.	.		.
<i>Sambucus nigra</i>	c	+	.	.	.	.	.		.
ch. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									
<i>Festuca rubra</i>		.	.	.	.	+	.		.
<i>Trifolium pratense</i>		.	.	.	.	r	1.1	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>		.	.	.	.	.	1.1	+	1.1
<i>Taraxacum officinale</i>		.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Lolium perenne</i>		.	.	.	.	.	+	+	+

cd tabeli 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
inne towarzyszące:									
other									
<i>Quercus robur</i>		c	+						
<i>Medicago sativa</i>					+	2.1	5.5	5.5	5.5
<i>Miaricaria discoidaea</i>									r
<i>Algae indet.</i>									+

Zadrzewienie śródpolne (zdjęcie 1 i 2) prezentuje zespół roślinny *Chelidonio-Robinetum*, w którym warstwę drzew stanowi robinia akacjowa (*Robinia pseudacacia* L.). Maksymalna pierśnica drzew wynosi 160 cm, a średnia pierśnica - 105 cm. Małe zwarcie drzew sprzyja rozwojowi krzewów, złożonych głównie z bzu czarnego (*Sambucus nigra* L.) oraz podrostu robinii. Przy dużym dostępie światła runo osiąga znaczny stopień pokrycia i jest złożone z gatunków o dużych wymaganiach troficznych, typowych dla wyróżnionego zespołu roślinnego. Większość z nich ma jednoroczny cykl rozwojowy (terofity), a pod względem zajmowanej powierzchni dominuje w nich stokłosa płonna (*Bromus sterilis* L.) i przetacznik bluszczykowy (*Veronica hederifolia* L.). Mimo znacznego wieku zadrzewienie jest stosunkowo ubogie pod względem florystycznym, co jest charakterystyczne dla nasadzeń złożonych z gatunków obcego pochodzenia [9]. Wśród 11 gatunków roślin naczyniowych nie zanotowano tu, poza siewką dębu, żadnego innego gatunku leśnego. W badanym transekcie nie wykształcił się jeszcze typowy oszyjek.

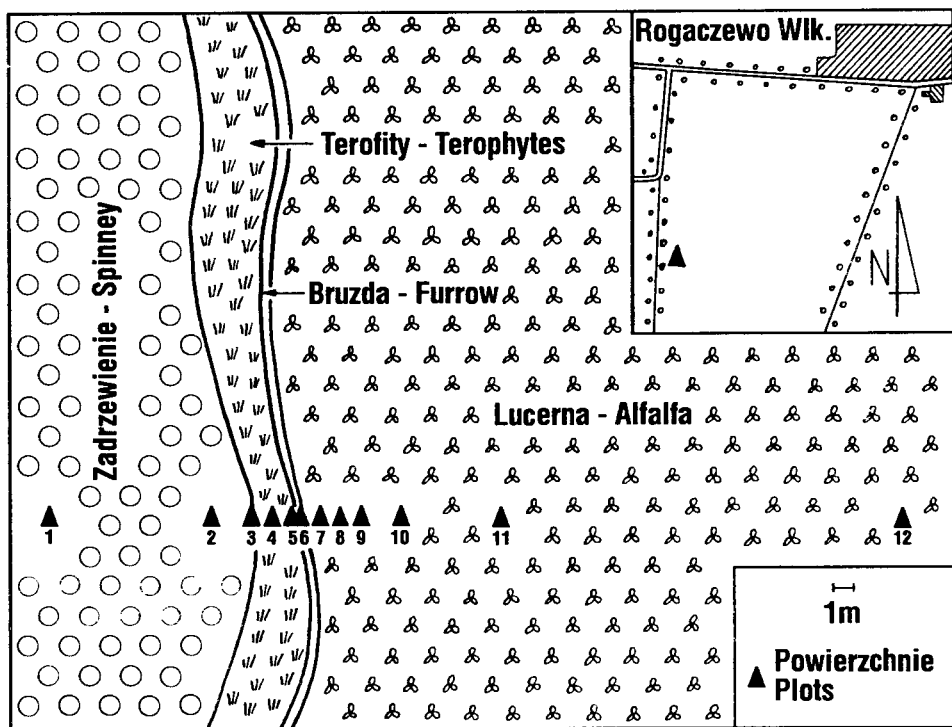
Strefę przejściową pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny stanowi trawiasty okrajek (zdjęcia 3-5), usytuowany pod okapem drzew. Spośród 12 gatunków roślin naczyniowych przeważają terofity z dominującą stokłosą płonną.

W uprawie lucerny (zdjęcia 6-9) panują rośliny wieloletnie. Przeważa w nich lucerna siewna (*Medicago sativa* L.), a stosunkowo liczne są gatunki łąkowe z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Łącznie stwierdzono tu 17 gatunków roślin naczyniowych.

3. MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano 12 powierzchni w transekcie usytuowanym w linii prostopadłej do granicy pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym z dominującą robinia akacjową a uprawą lucerny (rys.1). Kolejne powierzchnie były usytuowane następująco: środek zadrzewienia śródpolnego (powierzchnia 1), pas zadrzewienia oddalony 2 m od brzegu (powierzchnia 2), brzeg zadrzewienia (powierzchnia 3), okrajek (powierzchnia 4), skłon bruzdy oddzielającej strefę terofitów od uprawy lucerny o wystawie zachodniej (powierzchnia 5), skłon bruzdy o wystawie wschodniej (powierzchnia 6) oraz strefy uprawy lucerny oddalone o 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 10 m i 30 m od bruzdy (powierzchnie 7-12).

Próby do badań o objętości 100 cm³ pobrano wiosną i jesienią w 1993 r., każdorazowo w 10 powtórzeniach. W zadrzewieniu śródpolnym i w okrajku wyróżniono warstwę ściółki oraz dwa sztucznie przyjęte podpoziomy mineralne gleby (0-5 cm i 6-10 cm), natomiast na pozostałych powierzchniach próby pobrano tylko z mineralnych podpoziomów glebowych. Roztocze wyplaszano w aparatach Tullgrena. Do gatunku lub rodzaju oznaczono wszystkie Oribatida i Gamasida, natomiast pozostałe roztocze zakwalifikowano do rzędu. Udział taksonów w próbach scharakteryzowano wskaźnikami abundancji (A), dominacji (D) i stałości występowania (C). Przedmiotem analizy było ponad 11 tys. roztoczy, w tym 8,1 tys. Oribatida i 2,0 tys. Gamasida.



Rys.1. Szkic sytuacyjny badanych powierzchni w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym i uprawą lucerny w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Fig.1. The site sketch of studied plots in the ecotone between spinney and alfalfa field in the agricultural landscape near Turew

4. WYNIKI

4.1. Analiza liczebności roztoczy

Roztocze wystąpiły najliczniej w pasie zadrzewienia oddalonym 2 m od brzegu (tab.2), a mniej było ich na skłonie bruzdy o wystawie wschodniej, w środkowej części zadrzewienia i na jego brzegu. Jeszcze mniejszą liczebność pajęczaki te uzyskały na okrajkach oraz na zachodnim skłonie bruzdy, natomiast w uprawie lucerny ich zagęszczenie było małe.

W zadrzewieniu śródpolnym, na okrajkach oraz w bruzdzie wśród roztoczy dominowały saprofagiczne Oribatida, a drugie z kolei były drapieżne Gamasida. Liczniejsze zgrupowania Oribatida były penetrowane przez liczne Gamasida, co jest prawdopodobnie efektem powiązań troficznych między tymi roztocami.

W uprawie lucerny udział Oribatida znacznie się zmniejszył na korzyść Gamasida, które dominowały w zgrupowaniach roztoczy. Spadek liczebności Oribatida we wspomnianym agroekosystemie można wytłumaczyć mniejszym udziałem opadu roślinnego, którym żywią się te saprofagi. Inne grupy roztoczy były w rozpatrywanym transekcie mało liczne, z wyjątkiem Acaridida, które wystąpiły stosunkowo licznie na skłonie bruzdy o wystawie wschodniej.

Tabela 2. Liczebność roztoczy w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym i uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi
 Table 2. Density of mites in the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turw.

Powierzchnia - Plot	Oribatida	Gamasida	Acaridida	Inne - Other	Acari	Liczba gatunków Number of species	
						Oribatida	Gamasida
1	32,93	6,39	-	3,02	42,34	22	13
2	47,91	7,30	0,33	2,55	58,09	23	14
3	36,97	4,44	0,27	2,53	44,21	30	19
4	21,69	2,82	0,02	1,17	25,70	25	16
5	16,31	3,37	0,81	0,88	21,37	22	17
6	35,21	7,20	7,61	1,50	51,52	14	17
7	1,31	1,90	0,21	0,03	3,45	11	15
8	0,64	3,77	0,22	0,06	4,69	9	14
9	0,21	0,77	0,01	0,03	1,02	4	8
10	0,17	0,65	0,14	-	0,96	5	13
11	1,10	1,69	0,41	0,01	3,21	7	10
12	0,60	1,36	0,18	-	2,14	7	8

4.2. Skład gatunkowy i struktura dominacji Oribatida

Najwięcej taksonów Oribatida stwierdzono na brzegu zadrzewienia śródpolnego, stosunkowo dużo było ich w pozostałych biotopach zadrzewienia oraz na okrajku, natomiast w bruzdzie i w uprawie lucerny taksonów było zdecydowanie mniej (tab.2). Wyraźny spadek liczby gatunków Oribatida od brzegu zadrzewienia w kierunku uprawy lucerny jest niewątpliwie efektem strefy ekotonowej. Strefa wpływu zgrupowań roztoczy zadrzewienia śródpolnego na sąsiadujące biotopy jest, jak widać, niewielka i obejmuje głównie okrajek i bruzdę, leżące pod okapem drzew. Położona dalej uprawa lucerny była penetrowana przez mniej liczne roztocze, a w odległości 3 m od bruzdy liczba taksonów Oribatida gwałtownie zmniejszyła się, w stosunku do zadrzewienia śródpolnego, okrajka i bruzdy.

W zadrzewieniu śródpolnym wysoko współdominowały *Oppiella ornata* i *Liebstadia similis*, natomiast pozostałe taksony były wyraźnie mniej liczne (tab.3). Wymienione gatunki były również liczne na okrajku, jednak *Oppiella ornata* osiągnęła tam ponad dwukrotnie wyższy wskaźnik dominacji niż *Liebstadia similis* (tab.4).

Tabela 3. Wskaźniki abundancji (*A*) w tys. osobn./1m², dominacji (*D*) i stałości występowania (*C*) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 3. The abundance (*A*) in thousand indiv./1m², dominance (*D*) and constancy (*C*) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots									
	1			2			3			
	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Achipteria coleoprata</i> (L.)				0,37	0,8	10	0,08	0,2	5	
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L.Koch)							0,04	0,1	3	
<i>Brachychthonius</i> spp.							0,04	0,1	3	
<i>Camisia biurus</i> (C.L.Koch)							0,08	0,2	5	
<i>C. spinifer</i> (C.L.Koch)	0,04	0,1	3	0,12	0,3	8	0,04	0,1	3	
<i>Carabodes forsslundi</i> Sellnick	0,21	0,6	10	0,08	0,1	5	0,04	0,1	3	
<i>Chamobates cuspidatus</i> (Michael)				0,04	0,1	3				
<i>Ch. schuetzi</i> (Oudemans)							1,05	2,8	28	
<i>Ch. voigtsi</i> (Oudemans)							0,04	0,1	3	
<i>Cybaeremaeus cymba</i> (Nicolet)	0,03	0,1	3				0,03	0,1	3	
<i>Damaeus</i> spp.	1,21	3,7	43	0,86	1,8	30	0,78	2,1	28	
<i>Eupelops occultus</i> (C.L.Koch)	0,12	0,4	5							
<i>Galumna lanceata</i> Oudemans	0,61	1,9	18	0,94	2,0	30	0,94	2,6	38	
<i>Galumna</i> spp.				0,17	0,4	8	0,15	0,4	10	
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> (C.L.Koch)	0,37	1,1	10							
<i>Liacarus coracinus</i> (C.L.Koch)	0,57	1,7	20	0,72	1,5	33	1,02	2,8	30	
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael)	0,08	0,3	3				0,45	1,2	10	
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)	10,04	30,5	48	19,13	39,9	58	12,78	34,6	63	
<i>Liochthonius evansi</i> (Forsslund)	0,29	0,9	3	0,04	0,1	3				
<i>Metabelba pulverosa</i> Strenzke	0,45	1,4	13	0,12	0,3	5	0,20	0,6	13	
<i>Microzetorchestes</i> spp.	0,21	0,6	10	0,04	0,1	3	0,04	0,1	3	
<i>Oppiella neerlandica</i> (Oudemans)							0,12	0,3	3	
<i>O. nova</i> (Oudemans)							0,04	0,1	3	
<i>O. obsoleta</i> (Paoli)				0,08	0,1	3				
<i>O. ornata</i> (Oudemans)	15,48	47,0	43	18,59	38,8	50	12,95	35,0	58	

cd. tabeli 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Oribatella calcarata</i> (C.L.Koch)		0,04	0,1	3	0,08	0,1	5	0,08	0,2	3
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)								0,04	0,1	3
<i>Peloribates pilosus</i> Hammer		0,08	0,3	5	0,53	1,1	18	0,74	2,0	25
<i>Phthracarus borealis</i> Trägårdh					0,04	0,1	3			
<i>Punctoribates punctum</i> (C.L.Koch)		0,04	0,1	3	0,21	0,4	10	0,17	0,5	10
<i>Quadropia quadricarinata</i> (Michael)		0,04	0,1	3	0,74	1,5	15	0,16	0,5	8
<i>Suctobelba</i> spp.		1,88	5,7	25	1,23	2,6	15	0,74	2,0	28
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)		0,90	2,7	28	3,70	7,7	45	3,73	10,1	65
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)		0,20	0,6	8	0,04	0,1	3	0,16	0,4	8
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann)		0,04	0,1	3	0,04	0,1	3	0,08	0,2	5
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)								0,16	0,4	10
<i>Alliphis siculus</i> (Oudemans)		0,03	0,4	3	0,17	2,3	13	0,07	1,6	5
<i>Amblyseius marginatus</i> (Wainstein)								0,08	1,8	5
<i>A. obtusus</i> (C.L.Koch)		0,29	4,5	8	0,08	1,1	3	0,12	2,7	8
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowerby)								0,03	0,7	3
<i>Arctoseius cetratus</i> (Sellnick)								0,12	2,7	10
<i>Dendrolaelaps foveolatus</i> (Leitner)								0,03	0,7	3
<i>Holoparasitus calcaratus</i> (C.L.Koch)		0,08	1,3	5	0,49	6,7	25	0,20	4,5	13
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Canestrini)		0,12	1,9	10	0,34	4,7	20	0,07	1,6	5
<i>Leiosteius bicolor</i> (Berlese)		0,04	0,6	3	0,08	1,1	3	0,12	2,7	8
<i>Parasitus eta</i> Oud. Et Voigts								0,04	0,9	3
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)		0,12	1,9	8				0,12	2,7	5
<i>P. misellus</i> Berlese								0,17	3,8	5
<i>P. runciger</i> Berlese		0,53	8,3	18	0,29	4,0	10	0,32	7,2	13
<i>Rhodacarus coronatus</i> Berlese					0,04	0,5	3			
<i>Trachytes aegrota</i> (C.L.Koch)		0,04	0,6	3	0,29	4,0	13			
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch)		0,33	5,2	15	1,94	26,6	25	0,31	7,0	13
<i>Uropoda minima</i> Kramer		0,08	1,3	5	0,07	1,0	5	0,15	3,4	10
<i>U. orbicularis</i> (Muller)		0,04	0,6	3	0,04	0,5	3			
<i>Veigaiia cerva</i> (Kramer)					0,04	0,5	3	0,12	2,7	5
<i>V. exiqua</i> (Berlese)								0,04	0,9	3
<i>V. nemorensis</i> (C.L.Koch)		0,65	10,2	18	1,51	20,7	15	0,21	4,7	10
<i>Zercon peltatus</i> C.L.Koch		4,04	63,2	25	1,92	26,3	38	2,12	47,7	40

Tabela 4. Wskaźniki abundancji (A) w tys. osobn./1m², dominacji (D) i stałości występowania (C) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny w krajobrazie rolniczym okolic TurwiTable 4. The abundance (A) in thousand indiv./1m², dominance (D) and constancy (C) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots									
	4			5			6			
	A	D	C	A	D	C	A	D	C	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achipteria coleoprata</i> (L.)		0,02	0,1	3	0,02	0,2	3	0,02	0,1	3
<i>Brachychthonus</i> spp.		0,02	0,1	3						
<i>Camisia spinifer</i> (C.L.Koch)		0,03	0,1	5	0,02	0,2	3			
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)					0,05	0,3	5	0,02	0,1	3
<i>Cymbaeremaeus cymba</i> (Nicolet)		0,02	0,1	3	0,02	0,1	3			
<i>Damaeus</i> spp.		0,73	3,4	48	0,69	4,2	25	0,16	0,4	15
<i>Eupelops occultus</i> (C.L.Koch)					0,02	0,1	3			
<i>Galumna lanceata</i> Oudemans		0,20	0,9	18	0,09	0,6	10	0,03	0,1	5

cd. tabeli 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> (C.L.Koch)	0,08	0,4	10							
<i>Liaccarus coracinus</i> (C.L.Koch)	0,32	1,5	25	0,18	1,1	13	0,02	0,1	3	
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael)				0,02	0,1	3				
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)	5,79	26,7	63	5,17	31,7	63	4,45	12,6	70	
<i>Metabelba pulverosa</i> Strenzke	0,09	0,4	13	0,03	0,2	5				
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)	0,02	0,1	3							
<i>Microtritia minima</i> (Berlese)	0,02	0,1	3				0,03	0,1	3	
<i>Microzetorchestes</i> spp.	0,06	0,3	8							
<i>Neoliodes theleproctus</i> (Herm.)	0,03	0,1	3	0,02	0,1	3	0,02	0,1	3	
<i>Oppiella nova</i> (Oudemans)	0,03	0,1	3							
<i>O. ornata</i> (Oudemans)	12,65	58,3	50	3,22	19,7	43	0,47	1,3	33	
<i>Oribatida</i> spp.	0,02	0,1	3	0,02	0,1	3				
<i>Peloribates pilosus</i> Hammer	0,45	2,1	30	0,37	2,3	25	0,19	0,5	23	
<i>Phthiracarus borealis</i> Trägårdh	0,02	0,1	3							
<i>Punctoribates punctum</i> (C.L.Koch)	0,03	0,1	5	0,23	1,4	23	0,45	1,3	28	
<i>Punctoribates</i> 1				0,02	0,1	3				
<i>Quadropia quadricarinata</i> (Michael)	0,02	0,1	3	0,02	0,1	3				
<i>Suctobelba</i> spp.	0,61	2,8	30	0,22	1,3	23	0,12	0,3	15	
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	0,28	1,3	30	5,77	35,4	53	29,07	82,6	78	
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)	0,12	0,6	10	0,09	0,6	13	0,16	0,4	18	
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)	0,03	0,1	3	0,02	0,1	3				
<i>Allphis siculus</i> (Oudemans)	0,03	1,0	3	0,21	6,2	18	0,34	4,7	28	
<i>Amblyseius marginatus</i> (Wainstein)				0,11	3,3	13	0,29	4,0	18	
<i>A. obtusus</i> (C.L.Koch)	0,15	5,3	20	0,19	5,6	20	0,03	0,4	5	
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowerby)	0,09	3,2	15	1,38	40,9	28	5,04	70,0	48	
<i>Antenoseius</i> spp.				0,02	0,6	3				
<i>Arctoseius cetratus</i> (Sellnick)	0,02	0,7	3	0,23	6,8	20	0,73	10,1	33	
<i>Dendrolaelaps latior</i> (Leitner)				0,02	0,6	3	0,03	0,4	5	
<i>Holoparasitus calcaratus</i> (C.L.Koch)	0,09	3,2	13	0,12	3,6	13	0,03	0,4	3	
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Canestrini)	0,12	4,3	5	0,02	0,6	3	0,08	1,1	8	
<i>H. praesternalis</i> Willmann							0,04	0,6	5	
<i>Lasioseius youcefi</i> Athias-Henriot							0,02	0,3	3	
<i>Leiioseius bicolor</i> (Berlese)	0,05	1,8	5	0,11	3,3	8	0,02	0,3	3	
<i>Letnertia pugio</i> (Karg)							0,02	0,3	3	
<i>Pachylaelaps furcifer</i> Oudemans							0,03	0,4	3	
<i>Parasitus eta</i> Oud. et Voigts	0,05	1,8	8	0,09	2,7	8	0,42	5,8	33	
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)	0,09	3,2	8	0,28	8,3	18				
<i>P. misellus</i> Berlese	0,06	2,1	8	0,12	3,6	13	0,02	0,3	3	
<i>P. runciger</i> Berlese	0,34	12,1	18	0,09	2,7	8				
<i>Rhodacarellus silesiacus</i> Willmann							0,04	0,6	5	
<i>Trachytes aegrota</i> (C.L.Koch)	0,06	2,1	3							
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch)	0,20	7,1	15							
<i>Uropoda minima</i> Kramer	0,03	1,1	5	0,02	0,5	3				
<i>Veigaia nemorensis</i> (C.L.Koch)	0,08	2,8	10	0,04	1,2	5				
<i>Zercon peltatus</i> C.L.Koch	1,36	48,2	45	0,32	9,5	25	0,02	0,3	3	

Inną strukturę dominacji stwierdzono w bruzdzie oddzielającej okrajek od uprawy lucerny. Dominował tam *Tectocephus velatus*, a druga z kolei była *Liebstadia similis*. Na skłonie bruzdy o wystawie zachodniej wskaźnik dominacji wspomnianych gatunków był w miarę wyrównany, natomiast na wschodnim jej skłonie *Tectocephus velatus* był blisko 7-krotnie liczniejszy niż *Liebstadia similis*. Inne gatunki wystąpiły w bruzdzie mało licznie. *Tectocephus velatus* również zdominował, przy małej liczebności, uprawę lucerny (tab.5 i 6). Znaczny wskaźnik dominacji osiągnęły tam *Liebstadia similis*, *Oppiella*

ornata, *Achipteria coleoprata* i *Suctobelba* spp., natomiast pozostałe gatunki występowały sporadycznie. Gatunki występujące licznie cechowały również wysokie wartości wskaźnika stałości występowania.

Liebstadia similis znalazła korzystne warunki rozwoju w bruzdzie oddzielającej okrajek od pola lucerny, zwłaszcza na jej skłonie o wystawie wschodniej (tab.7).

Tabela 5. Wskaźniki abundancji (*A*) w tys. osobn./1m², dominacji (*D*) i stałości występowania (*C*) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 5. The abundance (*A*) in thousand indiv./1m², dominance (*D*) and constancy (*C*) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots								
	7			8			9		
	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)	0.03	2,3	2						
<i>Damaeus</i> spp	0.01	0.7	2						
<i>Galumna lanceata</i> Oudemans	0.01	0.8	2						
<i>Galumna</i> I				0,01	1,5	2			
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)	0.11	8,4	17	0,10	15,6	15	0,05	23,8	3
<i>Metabelba pulverosa</i> Strenzke	0.01	0.8	2	0.01	1,6	2	0,01	4,8	2
<i>Oppiella ornata</i> (Oudemans)	0.23	17,6	10	0,05	7,8	10	0,02	9,5	4
<i>Peloriobates pilosus</i> Hammer	0.03	2,3	4	0,03	4,7	2			
<i>Phthiracarus</i> spp.				0,01	1,6	2			
<i>Punctoribates punctum</i> (C.L.Koch)	0.02	1,5	7						
<i>Suctobelba</i> spp	0.03	2,3	3	0,01	1,6	4			
<i>Tectocepheus velatus</i> (Michael)	0.81	61,8	25	0.32	50,0	10	0,13	61,9	10
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)	0.02	1,5	7	0.10	15,6	5			
<i>Alliphis siculus</i> (Oudemans)	0.42	22,1	27	1.21	32,1	27	0,51	66,2	15
<i>Amblyseius marginatus</i> (Wainstein)	0.04	2,1	5	0.06	1,6	5			
<i>A. obtusus</i> (C.L.Koch)	0.01	0,5	4	0.01	0,3	2			
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowerby)	0.22	11,6	25	0.01	0,3	4	0,03	3,9	3
<i>Arctoseius cetratus</i> (Sellnick)	0.59	31,1	10	1.59	42,2	14	0,01	1,3	4
<i>Dendrolaelaps latior</i> (Leitner)	0.16	8,6	10	0.72	19,1	12	0,02	2,6	4
<i>D. zwolferi</i> Hirschmann				0.01	0,2	4	0,01	1,3	2
<i>Holoparasitus calcaratus</i> (C.L.Koch)				0.01	0,3	2			
<i>Hypoaspis praesternalis</i> Willmann							0,03	3,9	3
<i>Lasioseius youcefi</i> Athias-Henriot	0.01	0,5	2	0.01	0,3	4			
<i>Leiioseius bicolor</i> (Berlese)	0.02	1,1	5	0.01	0,3	2			
<i>Macrocheles glaber</i> (Muller)				0.02	0,5	2	0,01	1,3	4
<i>Nenteria brevinguiculata</i> (Willmann)	0.06	3,2	4						
<i>Parasitus eta</i> Oud. et Voigts	0.30	15,8	20	0.09	2,4	5	0,15	19,5	9
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)	0.01	0,5	4						
<i>P. runciger</i> Berlese				0.01	0,2	4			
<i>Prozercon traegardhi</i> (Halbert)				0.01	0,2	2			
<i>Trachytes aegrota</i> (C.L.Koch)	0.01	0,5	2						
<i>Uropoda orbicularis</i> (Muller)	0.03	1,6	2						
<i>Urosetius infirmus</i> (Berlese)	0.01	0,5	4						
<i>Zercon peltatus</i> C.L. Koch	0.01	0,5	2						

Tabela 6. Wskaźniki abundancji (*A*) w tys. osobn./1m², dominacji (*D*) i stałości występowania (*C*) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 6. The abundance (*A*) in thousand indiv./1m², dominance (*D*) and constancy (*C*) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots									
	10			11			12			
	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	
<i>Achipteria coleoptrata</i> (L.)	0,05	29,4	2							
<i>Camisia horrida</i> (Hermann)				0,03	2,8	2				
<i>Galumna lanceata</i> Oudemans							0,03	5,0	2	
<i>Heminothrus peltifer</i> (C.L.Koch)							0,03	5,0	2	
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)	0,01	6,0	2	0,03	2,7	2	0,08	13,3	4	
<i>Oppiella ornata</i> (Oudemans)	0,04	23,5	5	0,03	2,7	4	0,06	10,0	5	
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Michael)				0,01	0,9	2	0,01	1,7	2	
<i>Suctobelba</i> spp.	0,03	17,6	2	0,01	0,9	2	0,03	5,0	2	
<i>Tectocepheus velatus</i> (Michael)	0,04	23,5	7	0,96	87,3	22	0,36	60,0	9	
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)				0,03	2,7	2				
<i>Alliphis siculus</i> (Oudemans)	0,23	35,4	19	0,41	24,3	24	0,44	32,4	7	
<i>Amblyseius marginatus</i> (Wainstein)	0,01	1,5	2	0,03	1,8	4	0,03	2,2	2	
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowerby)	0,02	3,1	5	0,10	5,9	5	0,13	9,6	5	
<i>Arctoseius cetratus</i> (Sellnick)	0,06	9,2	5	0,31	18,3	12	0,31	22,8	10	
<i>Dendrolaelaps latior</i> (Leitner)	0,09	13,8	7	0,18	10,7	12	0,13	9,5	10	
<i>D. zweoelferi</i> Hirschmann	0,03	4,6	2							
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Canestrini)				0,21	12,4	4	0,03	2,2	2	
<i>H. cuneifer</i> (Michael)				0,01	0,6	2				
<i>H. praesternalis</i> Willmann	0,03	4,6	2	0,03	1,8	2	0,01	0,7	2	
<i>Lasioseius youcefi</i> Athias-Henriot	0,01	1,5	2							
<i>Leitneria pugio</i> (Karg)	0,03	4,6	2	0,02	1,1	4				
<i>Parasitus eta</i> Oud. et Voigts	0,11	16,9	4	0,39	23,1	10	0,28	20,6	13	
<i>Trachytes aegrota</i> (C.L.Koch)	0,01	1,6	2							
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch)	0,01	1,6	2							
<i>Veigaia cerva</i> (Kramer)	0,01	1,6	2							

Tabela 7. Struktura wiekowa *Liebstadia similis* i innych Oribatida, w transekcie stanowisk pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 7. The age structure of *Liebstadia similis* and other Oribatida in the ecotone between spinney and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew

Takson Taxon	Stadium Stage	Powierzchnie - Plots								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Liebstadia similis</i>	ad	8,08	16,15	5,80	3,63	1,15	1,83	0,05	0,15	0,05
	juv	1,47	2,20	0,16	0,18	1,53	3,60			
	ad + juv	9,55	18,35	5,96	3,81	2,68	5,43	0,05	0,15	0,05
Inne - Other Oribatida	ad	3,51	10,50	20,43	2,89	2,33	3,34	0,30	0,25	0,05
	juv	0,65	1,14	1,43	0,15	0,39	0,48		0,10	
	ad + juv	4,16	11,64	21,86	3,04	2,72	3,82	0,30	0,35	0,05

ad - okazy dorosłe - adults

juv - stadia młodociane - juvenile stages

Larwy i nimfy tego gatunku były tam aż 2-krotnie liczniejsze od okazów dorosłych, natomiast na skłonie bruzdy o wystawie zachodniej były one tylko niewiele liczniejsze od okazów dorosłych. Na pozostałych powierzchniach stadia młodociane *L. similis* były mało liczne lub nie były notowane. Interesujące jest to, że wschodni skłon bruzdy, z licznymi stadiami młodocianymi *L. similis*, był penetrowany przez liczne drapieżne Gamasida, podobnie jak pas zadrzewienia oddalony 2 m od brzegu, stosunkowo bogaty w stadia młodociane Oribatida. Świadczyłoby to o znacznym udziale młodocianych saprofagów w diecie drapieżnych Gamasida.

4.3. Skład gatunkowy i struktura dominacji zgrupowań Gamasida

Najwięcej gatunków z tej grupy stwierdzono, podobnie jak w grupie Oribatida, na brzegu zadrzewienia (tab.2). Niewiele mniej gatunków wystąpiło w pozostałych partiach zadrzewienia, na okrajku, w bruzdzie oddzielającej terofity od uprawy lucerny oraz w strefach uprawy odległych 2 m i 5 m od bruzdy. Pozostałe strefy tej uprawy były zamieszkałe przez mniejszą liczbę gatunków Gamasida.

W zadrzewieniu śródpolnym dominował *Zercon peltatus*, z wyjątkiem pasa zadrzewienia oddalonego 2 m od brzegu, w którym liczniej wystąpiła *Trichouropoda ovalis* (tab.3). Na okrajku najliczniej wystąpił *Zercon peltatus*, natomiast bruzdę oddzielającą okrajek od uprawy lucerny zdominował *Ameroseius corbicula*.

W miarę oddalania się od brzegu zadrzewienia śródpolnego udział *Zercon peltatus* zmniejszał się, na korzyść *Alliphis siculus*, który dominował w uprawie lucerny. Ten ostatni gatunek wydaje się być związany z uprawą lucerny, gdyż dominował również w zgrupowaniu glebowych Gamasida w uprawie lucerny w okolicach Turwi [4] oraz w Winnogórze koło Poznania [10].

5. DYSKUSJA

W rozpatrywanym transekcie powierzchni stwierdzono znaczną rozpiętość liczebności, składu gatunkowego i struktury dominacji Oribatida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym, z dominującą robinia akacjową, a uprawą lucerny. Akarofauna zadrzewienia była wyraźnie liczniejsza i bogatsza w gatunki Oribatida i Gamasida od tej, jaka zamieszkiwała uprawę lucerny, na co niewątpliwie wpływ wywarły zespoły roślinne. Roślinność kształtuje liczebność i skład gatunkowy Oribatida [3-8], natomiast saprofagi rzutują na stan liczebny i zróżnicowanie gatunkowe drapieżnych Gamasida.

Intensywność migracji roztoczy z zadrzewienia śródpolnego i okrajka na pole lucerny była stosunkowo mała, lecz lepiej widoczna w 3-letniej uprawie lucerny niż w uprawach jednorocznych [7, 8]. Dotyczyło to głównie drapieżnych Gamasida, które penetrowały pola w większym stopniu niż saprofagiczne Oribatida. Stosunkowo dużo gatunków Gamasida stwierdzono w strefach uprawy lucerny oddalonych o 1 m, 2 m, 5 m i 10 m od bruzdy, gdy większość gatunków Oribatida występowała tylko w pobliżu zadrzewienia. Uzyskane wyniki są zgodne z obserwacjami Trojanowskiego i Błaszaka [10], którzy stwierdzili w uprawie lucerny wyraźnie więcej gatunków Gamasida niż Oribatida. Wspomniane drapieżniki żywią się, poza Oribatida, innymi przedstawicielami edafonu, między innymi nicieniami [1], które są ważnymi składnikami agrocenoz.

Większa penetracja uprawy lucerny przez akarofaunę zadrzewienia i okrajka jest najprawdopodobniej spowodowana brakiem orki i innych zabiegów agrotechnicznych od

chwili posiania lucerny. Orka ogranicza migrację roślin i niektórych grup zwierząt z zadrzewień śródpolnych na uprawy jednoroczne [7, 8].

Niektóre rozpatrywane biotopy stwarzały roztoczom korzystne warunki rozwoju. *Liebstadia similis* znalazła je w bruzdzie oddzielającej okrajek od pola lucerny, zwłaszcza na jej skłonie o wystawie wschodniej, gdzie stadia młodociane przeważały licznie nad postaciami dorosłymi. Wymieniony gatunek dominował również w podobnej bruzdzie oddzielającej okrajek od uprawy jęczmienia [7].

6. WNIOSKI

1. Akarofauna zadrzewienia śródpolnego i położonych pod okapem drzew okrajka i bruzdy była wyraźnie liczniejsza i bogatsza w gatunki Oribatida i Gamasida niż w uprawie lucerny.
2. Akarofauna zadrzewienia śródpolnego i biotopów usytuowanych pod okapem drzew była zdominowana przez saprofagiczne Oribatida, natomiast w uprawie lucerny przeważały drapieżne Gamasida.
3. Zaobserwowano dużą zależność struktury dominacji Oribatida od zespołów roślinnych: zadrzewienie śródpolne i okrajek opanowały liczne *Oppiella ornata* i *Liebstadia similis*, natomiast bruzda i uprawa lucerny były zdominowane przez *Tectocephus velatus*.
4. *Liebstadia similis* znalazła w badanym transekcie powierzchni najkorzystniejsze warunki rozwoju w bruzdzie oddzielającej okrajek od pola lucerny, zwłaszcza na jej skłonie o wystawie zachodniej.
5. W strefie ekotonowej liczba gatunków Oribatida i Gamasida była większa niż w sąsiadujących ekosystemach.

LITERATURA

- [1] Karg W., 1971. Acari (Acarina), Milben Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes) die freilebenden Gamasina (Gamasides) Raubmilben. Fischer Verlag Jena, 59, 7-475.
- [2] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWN, Warszawa.
- [3] Rajski A., 1961: Studium ekologiczno-faunistyczne nad mechowcami (Acari, Oribatei) w kilku zespołach roślinnych. I. Ekologia. Pr. Kom. Biol. PTPN, Poznań, 25, 1-160.
- [4] Seniczak S., Górniak G., Kaczmarek S., 1987: Zróżnicowanie akarofauny glebowej (Acarida) w wybranych ekosystemach okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 15, 123-136.
- [5] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska-Nowak H., 1991: Wpływ krzewów i roślinności runa na akarofaunę glebową /Acari/ zadrzewień śródpolnych okolic Turwi, I. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 21, 125-140.
- [6] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska-Nowak H., Socha T.: 1991: Wpływ krzewów i roślinności runa na akarofaunę glebową /Acari/ zadrzewień śródpolnych okolic Turwi, II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 21, 141-155.
- [7] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Akarofauna (Acari) strefy ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą jęczmienia,

- w krajobrazie rolniczym rejonu Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 139-151.
- [8] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Akarofauna (Acari) strefy ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą rzepaku, w krajobrazie rolniczym rejonu Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 153-166.
- [9] Szwed W., Ratyńska H., 1991: Vegetation transition and boundaries based on afforestation in the agricultural landscape (Middle-West Poland). Phytocenosis 3 (N.S.), Suppl. Cartographiae Geobotanicae, 311-317.
- [10] Trojanowski H., Błaszczak C. 1981. Fauna drobnych bezkręgowców lucerny. I. Acari - roztocze. Prace Nauk. IOR, Poznań, 23, 207-229.

THE SOIL MITES (ACARI) OF THE ECOTONE
BETWEEN SPINNEY AND ALFALFA FIELD,
IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPE NEAR TUREW

Summary

The soil mites of the ecotone between spinney, in which false accacia (*Robinia pseudacacia* L.) predominated, and alfalfa field, in the agricultural landscape near Turew were investigated. The spinney and adjoining grass zone and furrow, which were situated under the canopy of trees, were occupied by distinctly more mites and more mite species than the alfalfa field. In the spinney and biotopes situated under the canopy of trees, the saprophagous oribatid mites were most abundant, whereas in the alfalfa field the predatory Gamasida predominated. A great influence of plant associations on the dominance structure of mites was observed; in the spinney and grass zone *Oppiella ornata* i *Liebstadia similis* were most abundant, while the adjoining furrow and alfalfa field was inhabited mainly by *Tectocepheus velatus*. Some biotopes in the ecotone provide good developmental conditions for mites. For example, *Liebstadia similis* found them in the furrow between grass zone and alfalfa field, especially in its west exposition. The ecotone was inhabited by more species of Oribatida and Gamasida than spinney and alfalfa field.

Key words: spinney, cultivated fields, ecotone, Acari

**ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE
I EPIFITY MŁODNIKÓW SOSNOWYCH
W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ
KOMBINATU CEMENTOWO-WAPIENNICZEGO „KUJAWY”
W BIELAWACH**

Janusz Dąbrowski¹, Stanisław Seniczak¹, Beata Dąbrowska²,
Janusz Hermann³, Ludwik Lipnicki⁴

¹Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

²Katedra Botaniki i Ekologii, Wydział Rolniczy ATR
ul. prof. S. Kaliskiego 7, 85-791 Bydgoszcz

³Katedra Chemicznych Podstaw Rolnictwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

⁴Pracownia Biologii i Ochrony Środowiska
Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego
ul. Estkowskiego 13, 66-400 Gorzów Wielkopolski

Synopsis: W pracy przedstawiono rozmieszczenie roztoczy oraz epifitów na strzałach sosny. w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń, zawartość wapnia w korze sosny i epifitach wzrastała i pH było wyższe, natomiast liczebność roztoczy malała. Bardzo duży opad pyłów spowodował zanik porostów epifitycznych. natomiast przy mniejszym opadzie pyłów na korze sosny pojawiły się gatunki wymagające podłoża o odczynie zasadowym lub zbliżonym do obojętnego.

Słowa kluczowe: alkaliczne pyły, młodniki sosnowe, nadrzewne Acari

1. WSTĘP I CEL PRACY

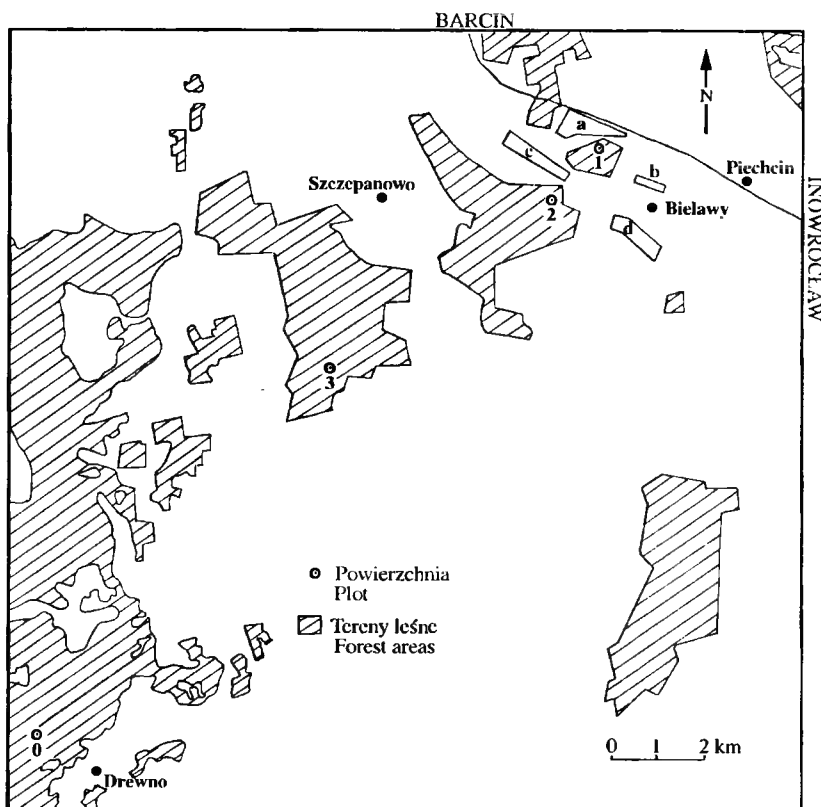
W drugiej połowie XIX wieku w miejscowości Bielawy odkryto bogate złoża kamienia wapiennego. Eksploatacją tych zasobów zajęły się zakłady wapiennicze, które z czasem były rozbudowywane. Obecny Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” obejmuje Cementownię „Kujawy”, Zakłady Wapiennicze Bielawy 1 i 2, Kopalnię Odkrywkową Bielawy i Wapienno oraz kilka zwałowisk. Obiekty te zajmują łącznie obszar około 570 ha [12]. W kombinacie produkowany jest kamień wapienny zbytowy, kruszywo wapienne, klinkier, cement, wapno nawozowe oraz wapno budowlane i przemysłowe. W procesie produkcji do atmosfery dostają się duże ilości pyłów, które opadają na pobliskie tereny, w tym również na okoliczne bory sosnowe. Drzewostany sosnowe produkują kwaśną ściółkę, która przyczynia się do zakwaszenia gleby. Jest to zjawisko ko-

rzystne dla ekosystemu borowego. Kwaśna gleba leśna sprzyja występowaniu grzybów saprofitycznych rozkładających substancję organiczną, jak również gatunków mikoryzowych współżyjących z korzeniami roślin. Ściółka leśna jest środowiskiem życia wielu stawonogów glebowych, w tym również roztoczy. Kora sosny, na której występują epifity i roztocze, ma również odczyn kwaśny. Podwyższenie pH środowiska borowego może więc prowadzić do zmian w składzie grupowym i gatunkowym roztoczy żyjących w glebie oraz na drzewach i w dalszym etapie do zakłóceń w funkcjonowaniu ekosystemu.

Celem pracy było poznanie liczebności i składu grupowego roztoczy nadrzewnych oraz epifitów w młodnikach sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (KC-W „Kujawy”).

2. OPIS TERENU BADAŃ

Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” leży około 25 km na południe od Bydgoszczy, przy trasie Barcin - Inowrocław (rys.1).



Rys.1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych i Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (a - Cementownia „Kujawy”, b - Zakłady Wapiennicze Bielawy 1 i 2, c - Kopalnia „Wapienno”, d - Kopalnia „Bielawy”)

Fig.1. Situation sketch of investigated plots and Cement and Lime Factory „Kujawy” (a - Cement Factory „Kujawy”, b - Lime Factory Bielawy 1 and 2, c - Mine „Wapienno”, d - Mine „Bielawy”)

W regionie tym przeciętny okres wegetacyjny trwa średnio 220 dni, a około 124 dni jest bez przymrozków [20]. Czas usłonecznienia wynosi średnio 1423 godziny rocznie, co stanowi 31,8 % usłonecznienia astronomicznego. Przeciętna suma opadów za lata 1973-92 wyniosła 528 mm, a średnia roczna temperatura wynosi 8,8°C. Wiatr wieje głównie z kierunku zachodniego (17,6%) i południowo-zachodniego (13,5%), a jego średnia prędkość wynosi 1,9 m/s.

Powierzchnie badawcze zlokalizowano na terenie około 20-letnich młodników sosnowych, w różnych strefach uszkodzeń drzewostanów spowodowanych przez KC-W „Kujawy”. Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanów, a powierzchnię kontrolną (0) zlokalizowano poza tymi strefami [19]. Odległość wymienionych powierzchni od największego źródła emisji zanieczyszczeń (Cementownia „Kujawy”) wynosiła odpowiednio 0,2 km, 1,7 km, 7,5 km i 17,5 km (rys.1).

Gleby powierzchni badawczych zakwalifikowano do typu gleb rdzawych i podtypu gleb bielcowo-rdzawych. Powierzchnie badawcze pokrywał około 20-letni młodnik sosnowy, pochodzący z nasadzeń na siedlisku lasu mieszanego [15]. O charakterze borowym zbiorowiska świadczy dobrze rozwinięta warstwa mszysta, utworzona w przeważającej części z mezofilnych gatunków borowych i drzewostan złożony głównie z sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z niewielkim udziałem brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) i osiki (*Populus tremula* L.) (tab.1). Nielicznie występują gatunki typowe dla lasów mieszanych jak dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb.), buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.) oraz jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.). Warstwę krzewów tworzy podrost wymienionych drzew oraz gatunki charakterystyczne dla lasów mieszanych i zarośli okrajkowych, takich jak leszczyna (*Corylus avellana* L.) i jeżyna popielica (*Rubus caesius* L.). Fazę sukcesyjną regeneracji lasu reprezentują: trzmielina zwyczajna (*Euonymus europaeus* L.), malina właściwa (*Rubus idaeus* L.) i głóg jednoszyjkowy (*Crataegus monogyna* L.). Bogatą warstwę zielną tworzą liczne gatunki borowe, takie jak borówka czernica (*Vaccinium myrtillus* L.), śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.) i orlica pospolita (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.). Towarzyszą im gatunki charakterystyczne dla lasów mieszanych: narecznica samcza (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), ciemiężyk białokwiatowy (*Vincetoxicum hirsutinaria* Medicus) i wiechlina gajowa (*Poa nemoralis* L.). Na wszystkich powierzchniach w warstwie runa dominuje mietlica pospolita (*Agrostis tenuis* L.). Na powierzchniach 1 i 2, leżących najbliżej źródła emisji, licznie występuje traganek szerokolistny (*Astragalus glycyphyllos* L.) i przetacznik ożankowy (*Veronica chamaedrys* L.), znamienne dla zbiorowisk inicjalnych i nitrofilnych oraz siedlisk ciepłolubnych i zasobnych w węglan wapnia. Warstwę mszystą tworzą charakterystyczne dla borów mezofilne mchy: *Pleurozium schreberi* (Bridd.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw., *Scleropodium purum* (Hedw.) Linpr, *Brachythecium curtum* (Lindb.), *Plagiomnium affine* (Bland.), a miejscami występują płaty *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. Na powierzchniach położonych bliżej emitora pojawiają się gatunki nitrofilne *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. i *Brachythecium glareosum* (Spruce). Pokrycie warstwy mszystej maleje wraz ze zbliżaniem się do źródła zanieczyszczeń. Związane jest to prawdopodobnie z dobrze rozwiniętą, bogatą warstwą zielną, pozytywnie reagującą na emitowane zanieczyszczenia. Na powierzchniach 1 i 2, położonych blisko emitora zanieczyszczeń, liczba gatunków roślin była wyższa niż na bardziej oddalonej powierzchni 3 i na powierzchni kontrolnej. Bogactwo gatunków roślin badanych młodników odzwierciedla więc zasobność gleby w składniki pokarmowe i jest w znacznej mierze efektem działania zanieczyszczeń pochodzących z KC-W „Kujawy”.

Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych przyjęto wg Flora Europaea [10], a mszaków wg Mosses of Europe and the Azores [4].

Tabela 1. Fitosocjologiczna charakterystyka badanych powierzchni w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 1. Fitosociological characteristic of the investigated plots in the region polluted by a Cement and Lime Factory „Kujawy”

Kolejny nr zdjęcia Successive no of relevé		1	2	3	4	5	6	7	8
Powierzchnia - Plot		1		2		3		0	
Data - Date		23.05 1991	14.09 1991	23.05 1991	14.09 1991	23.05 1991	14.09 1991	23.05 1991	14.09 1991
Powierzchnia zdjęcia w m ² Area of relevé in m ²		100	100	100	100	100	100	100	100
Pokrycie warstwy krzewów Cover of the shrub layer	b %	1	1	5	5	5	5	15	15
Pokrycie warstwy zielnej Cover of the herb layer	c %	30	65	10	40	25	40	10	20
Pokrycie warstwy mszystej Cover of the moss layer	d %	60	60	60	60	80	85	85	85
Liczba gatunków Number of species		35	42	33	43	29	37	32	34
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ch. <i>Dicrano-Pinon</i> ,									
<i>Vaccinio-Piceetalia</i> ,									
<i>Vaccinio-Piceetea</i> :									
<i>Pinus sylvestris</i>	a	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
" "	b	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Frangula alnus</i>	b	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Betula pendula</i>	a	.	.	+	+	+	1.1	+	+
" "	b	.	.	1.1	1.1	+	+	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	b	.	.	+	+	.	+	+	+
<i>Populus tremula</i>	a	.	.	+	+	.	.	.	.
" "	b	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Larix decidua</i>	a	.	.	+	+	+	+	.	.
<i>Picea abies</i>	b	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Agrostis tenuis</i>		2.3	2.2	1.2	2.2	1.2	1.2	1.1	1.1
<i>Pteridium aquilinum</i>		1.2	1.2	.	+	+	1.1	+	1.1
<i>Vaccinium myrtillus</i>		+	+	+2	1.2	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>		+	+	+2	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i>		.	.	1.1	+	1.2	1.2	.	.
<i>Convallaria majalis</i>		1.2	2.2	.	.	.	.	+	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>		.	+	+	+	.	.	.	.
<i>Majanthemum bifolium</i>		.	.	1.2	1.2	.	.	+	+
<i>Polygonatum odoratum</i>		.	.	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	1.2	2.2	1.3	1.3	3.3	3.3	3.4	3.4
<i>Dicranum polysetum</i>	d	1.1	1.1	1.1	1.1	2.3	2.2	2.2	2.2
Ch. <i>Quercus-Fagetea</i>									
<i>Fagetalia silvaticae</i> :									
<i>Quercus petraea</i>	a	+	+	1.1	1.1	1.1	1.1	+	+
" "	b	+	+	+	.	+	+	1.1	1.1
<i>Euonymus europaeus</i>	b	+	+	.	.	.	.	+	+
<i>Fagus sylvatica</i>	a	.	.	+	+	.	.	.	.
" "	b	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	a	.	.	+	+	.	.	+	+
" "	b	.	.	+	+	.	.	1.1	.

cd. tabeli 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Acer platanoides</i>	b	.	.	.	.	+	+	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i>	a	.	.	.	.	+	+	+	.
<i>Corylus aveilana</i>	b	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Vincetoxicum hirudinaria</i>	.	+	+	.	+	.	+	+	+
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	+2	+	.	+	.	1.1	.	.
<i>Viola reichenbachiana</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Primula veris</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Atrichum undulatum</i>	d	.	.	.	.	1.1	1.2	.	.
Ch. <i>Festuco-Brometea</i> :									
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	+	+	.	.	.	+	+	.
<i>Dipsacus fultonum</i>	.	.	+	.	+	.	+	.	.
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	.	.	+2	.	1.2	.	.	.	.
Ch. <i>Rhamno-Prunetea</i> :									
<i>Prunetalia spinosae</i> :									
<i>Rubus caesius</i>	b	+	+	1.2	1.2	+	+	+	1.2
<i>Crataegus monogyna</i>	b	+	+	.	.	+	1.1	.	+
<i>Cornus sanguinea</i>	b	+	+	.	+	.	.	.	.
Ch. <i>Sedo-Scleranthetea</i> :									
<i>Hypericum perforatum</i>	.	+	+	.	+	.	+	.	+
<i>Ceratodon purpureus</i>	d	2.2	2.2	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum maximae</i>	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium albicans</i>	d	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.
Ch. <i>Epilobietea angustifoli</i> :									
<i>Epilobietalia angustifoli</i> :									
<i>Torilis japonica</i>	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	b	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+
Gatunki pozostale:									
Others:									
<i>Brachythecium curtum</i>	d	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Plagiomnium affine</i>	d	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	+	+	+
<i>Pyrus communis</i>	a	+	.	+	+	+	+	+	+
" "	b	.	+	+	+	.	.	.	.
<i>Scleropodium purum</i>	d	2.3	2.3	2.3	2.3	.	.	2.3	2.3
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	+	2.1	1.1	2.1	1.1	+
<i>Elymus repens</i>	.	+	1.1	.	.	.	1.2	.	+
<i>Brachythecium rutabulum</i>	d	.	.	+	+	1.1	1.1	.	.
<i>A. tataricum</i>	b	.	.	+	+	.	.	+	+
<i>Pohlia nutans</i>	d	.	.	.	.	2.3	2.3	1.3	1.3
<i>Galium boreale</i>	.	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Humulus lupulus</i>	b	.	.	.	.	+	+	.	1.1
<i>Vinca minor</i>	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Calliargonella cuspidata</i>	d	.	.	2.1	2.2	.	.	.	.
<i>Hyprum jutlandicum</i>	d	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1

Gatunki sporadyczne - Sporadic species:

Achillea millefolium (2) +; *Agrimonia eupatoria* (1) +, (2) +; *Amblystegium serpens* d (3) +, (4) +; *Anthoxanthum odoratum* (7) +; *Brachythecium glareosum* d (1) +, (2) 1.1; *B. salebrosum* d (5) +, (8) +; *Carex hirta* (1) +, (2) 1.2, *Daucus carota* (2) +; *Dicranella heteromalla* d (6) +; *Galeopsis tetrahit* (6) +, (8) +; *Galium aparine* (4) +, (5) +; *Geranium robertianum* (4) 1.1, (6) +; *Moehringia trinervia* (5) +, (7) +; *Potentilla anserina* (3) +; *Rhynchosstegium megapolitanum* d (4) +, (3) +; *Taraxacum vulgare* (4) +, (3) +; *Trifolium aureum* (2) +, (3) +.

Wśród zanieczyszczeń emitowanych przez KC-W „Kujawy” dominują pyły (tab.2), pochodzące w 2/3 z cementowni [9]. Są to głównie węglan wapnia, pył cementowy i klinkierowy oraz w mniejszej ilości wapno (CaO) i krzemionka. Z zanieczyszczeń gazowych największy udział ma dwutlenek siarki, który w około 70% pochodzi z terenu cementowni. Z tego źródła pochodzi również około 90% tlenków azotu. Natomiast tlenek węgla emitowany jest głównie przez zakłady wapiennicze.

Tabela 2. Zanieczyszczenia emitowane przez Kombinat Cementowo-Wapienniczy "Kujawy" w (Mg/rok)

Table 2. The pollution (in Mg/year) produced by a Cement and Lime Factory "Kujawy"

Zanieczyszczenia Pollution	Lata - Years				
	1988	1989	1990	1991	1992
Pyły	7533	7613	5219	4000	2993
CO	2370	2189	1268	1109	567
SO ₂	1101	2530	1772	1036	1025
NO ₂	x	x	x	598	908

x - brak danych - no data available

3. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano w młodnikach sosnowych ze strzał sosny, na których wyznaczono 3 sekcje wysokościowe. Sekcję dolną zlokalizowano na wysokości 10 cm od podłoża, sekcję środkową - w środkowej części strzały i sekcję górną usytuowaną na wysokości trzeciego okółka, licząc od wierzchołka drzewa. Próba obejmowała powierzchnię 100 cm² strzały dookoła jej osi. Do ilościowej oceny epifitów w poszczególnych próbach używano siatek o wymiarach oczek 1 cm x 1 cm. Po jakościowej i ilościowej rejestracji, epifity zeszkrobywano wraz z wierzchnią warstwą kory do worków foliowych. Materiał pobierano w dni słoneczne, w pierwszych dekadach maja i października 1991 i 1992 r., każdorazowo w 10 powtórzeniach. Roztocze wyplaszano w aparatach Tullgrena, konserwowano i preparowano, a następnie oznaczano. Z ogólnej liczby 480 prób uzyskano 5670 roztoczy.

Istotność różnic średniej liczebności ogólnej roztoczy i liczniej reprezentowanych grup, pomiędzy powierzchnią kontrolną a pozostałymi powierzchniami, badano testem d. na poziomach istotności $p = 0,05$, $p = 0,01$ i $p = 0,001$ [18].

Do analiz chemicznych pobrano osobno korę, glony i porosty ze strzał sosny w przedziale wysokości 110 cm - 150 cm, począwszy od powierzchni gleby. Dla oznaczenia wapnia całkowitego materiał poddawano mineralizacji na mokro w obecności stężonego kwasu siarkowego i 30% roztworu wody utlenionej [17]. Wapń oznaczano metodą ASA przy użyciu aparatu PU9100X firmy Philips. Siarkę ogólną oznaczano metodą nefelometryczną opierającą się na pomiarze zmętnienia roztworu, w którym siarka wytrącana jest za pomocą chlorku barowego [17]. Wartość pH oznaczano w H₂O metodą potencjometryczną [14].

4. WYNIKI

4.1. Analiza epifitów

4.1.1. Analiza gatunkowa i ilościowa

Na drzewach wszystkich powierzchni dominowały zdecydowanie glony (tab.3). Na powierzchniach 2, 3 i 0 wystąpiły również porosty, pokrywające korę strzał sosny w stopniu malejącym wraz z wysokością drzew. Na powierzchni 1, położonej najbliższej źródła emisji zanieczyszczeń, porostów nie odnotowano.

Tabela 3. Pokrycie strzał sosny przez epifity (w %) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 3. Epiphyte cover (in %) on Scots pine stems in the region of polluted by a Cement and Lime Factory „Kujawy”

Powierzchnia Plot	Epifity - Epiphytes	Seksja - Section			Średnio - Mean
		dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Porosty - Lichens				
	Glony - Algae	38,3	41,8	27,5	35,9
	Razem - Total	38,3	41,8	27,5	35,9
2	Porosty - Lichens	10,4	7,1	5,5	7,7
	Glony - Algae	37,4	47,5	27,6	37,5
	Razem - Total	47,8	54,6	33,1	45,2
3	Porosty - Lichens	12,3	10,6	5,6	9,5
	Glony - Algae	42,0	55,0	35,6	44,2
	Razem - Total	54,3	65,6	41,2	53,7
0	Porosty - Lichens	13,2	8,9	6,4	9,5
	Glony - Algae	27,4	32,5	31,8	30,6
	Razem - Total	40,6	41,4	38,2	40,1

Ogólnie stwierdzono 9 gatunków porostów i 2 gatunki glonów. Najwięcej, bo aż 7 gatunków porostów, odnotowano na powierzchni 2. Dominowała wśród nich *Lecania cyrtella* (Ach.) Th.Fr., liczne były *Caloplaca holocarpa* (Hoff.) Wade i *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., natomiast rzadziej występowały *Physcia tenella* (Scop.) DC. in Lam. & DC., *Lecanora hageni* (Ach.) Ach., *Phaeophysica orbicularis* (Neck.) Moberg i *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vezda. Na powierzchni 3 i na powierzchni kontrolnej wystąpiły *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb., *Lecanora conizaea* (Ach.) Nyl. oraz *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vezda.

Glony reprezentowane były na powierzchni 1 i na powierzchni kontrolnej przez gatunek *Chlorella vulgaris* Beyer, a na powierzchni 2 i 3 przez *Pleurococcus vulgaris* Naeg.

4.1.2. Analiza chemiczna epifitów i kory sosny

Zawartość wapnia w korze sosny i w epifitach wzrastała wraz ze zbliżaniem do źródła emisji zanieczyszczeń (tab.4). Na powierzchni 1, leżącej najbliższej źródła emisji, stwierdzono koncentrację wapnia w korze sosny ponad 26-krotnie wyższą, a w glonach ponad 15-krotnie wyższą, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wysoką koncentrację tego pierwiastka w korze sosny i w epifitach odnotowano również na powierzchni 2. Na-

tomiast na powierzchni 3 zawartość wapnia w tych substratach była zbliżona do wartości, które odnotowano na powierzchni kontrolnej. W pobliżu źródła emisji na powierzchni 1 stwierdzono również najwyższą koncentrację siarki w korze i epifitach w porównaniu z pozostałymi powierzchniami. Na powierzchniach 1 i 2, wartość pH kory sosny i epifitów wahała się w granicach od 5,8 do 7,2, na co wpłynęły niewątpliwie alkaliczne pyły pochodzące z kombinatu.

Tabela 4. Zawartość wapnia i siarki w korze sosny i epifitach (w mg/100 g) oraz pH, w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 4. The calcium and sulphur content in the bark and epiphytes (in mg/100 g) and pH, in the region of polluted by a Cement and Lime Factory „Kujawy”

Powierzchnia Plot	Kora - Bark			Porosty - Lichens			Glony - Algae		
	Ca	S	pH	Ca	S	pH	Ca	S	pH
1	4953,5	314	6,5				3419,9	408	7,2
2	1465,4	211	5,8	1121,2	270	7,0	808,8	286	6,8
3	209,5	114	3,9	204,1	245	4,4	364,5	245	4,6
0	188,9	124	3,8	140,7	275	4,2	215,7	262	4,3

4.2. Analiza liczebności roztoczy

Roztocze reprezentowane były przez 5 grup, wśród których najobficiej wystąpiły saporfagiczne Oribatida i Actinedida (tab.5). Były one na ogół najliczniejsze w dolnych sekcjach strzał. Mniejsze zagęszczenie osiągnęły drapieżne Gamasida, natomiast pozostałe roztocze wystąpiły nielicznie.

Roztocze wystąpiły najobficiej na powierzchni kontrolnej. Liczebność tych pączęczaków malała w kierunku emitora zanieczyszczeń; na powierzchniach 3, 2 i 1 stanowiły one odpowiednio 75%, 74% i 38% stanu z powierzchni kontrolnej (tab.5). Różnice pomiędzy średnią liczebnością ogólną roztoczy na powierzchni kontrolnej a pozostałymi powierzchniami były istotne statystycznie (tab. 6). Największe różnice w strukturze grupowej roztoczy stwierdzono pomiędzy powierzchnią kontrolną a powierzchnią 1, położoną najbliżej źródła emisji. Na powierzchni kontrolnej zagęszczenie Oribatida i Actinedida było odpowiednio ponad 2- i 3-krotnie wyższe niż na powierzchni 1, a różnice były istotne statystycznie (tab.6). Na uwagę zasługuje fakt, że wraz ze zbliżaniem się do emitora zanieczyszczeń, zagęszczenie drapieżnych Gamasida znacznie malało (tab.5).

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie roztoczy na sośnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (osobn./100 cm²)Table 5. Vertical distribution of mites on Scots pine trees in the region of polluted by a Cement and Lime Factory „Kujawy” (indiv./100 cm²)

Powierzchnia Plot	Grupa roztoczy Group of mites	Seksja - Section			Średnio Mean
		dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Actinedida	2,40	1,73	1,15	1,76
	Tarsonemida	0,05			0,02
	Oribatida	4,83	4,60	3,75	4,39
	Acaridida		0,03	0,08	0,04
	Gamasida	0,13	0,05	0,10	0,09
	Razem - Total	7,41	6,41	5,08	6,30
2	Actinedida	3,55	2,80	3,30	3,22
	Tarsonemida		0,03	0,03	0,02
	Oribatida	6,88	9,80	9,08	8,59
	Acaridida	0,05	0,03	0,05	0,04
	Gamasida	0,33	0,23	0,28	0,28
	Razem - Total	10,81	12,89	12,74	12,15
3	Actinedida	8,48	4,45	3,00	5,31
	Tarsonemida		0,03	0,03	0,02
	Oribatida	13,23	2,65	3,43	6,44
	Acaridida	0,10	0,08	0,15	0,11
	Gamasida	0,28	0,73	0,45	0,48
	Razem - Total	22,09	7,94	7,06	12,36
0	Actinedida	5,65	3,45	7,28	5,46
	Tarsonemida	0,05	0,10		0,05
	Oribatida	14,50	7,38	7,73	9,87
	Acaridida	0,23	0,15	0,33	0,24
	Gamasida	0,40	1,18	0,88	0,82
	Razem - Total	20,83	12,26	16,22	16,44

Tabela 6. Wartość d obliczona dla liczebności ogólnej roztoczy i wybranych grup pomiędzy powierzchniami w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 6. The d value calculated for group of mites in investigated plots in the region of polluted by a Cement and Lime Factory „Kujawy”

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnia - Plot		
	1 - 0	2 - 0	3 - 0
Acari	8,840***	3,364***	2,839**
Oribatida	6,528***	1,461	4,150***
Actinedida	7,133***	4,167***	0,089

poziom istotności - significance:

* p = 0,05; ** p = 0,01; *** p = 0,001

5. DYSKUSJA

Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” emituje do atmosfery duże ilości pyłów zasadowców, które opadając głównie w najbliższej okolicy źródła emisji, wpływają na odczyn biotopów. Kora sosny w warunkach niezakłóconych [2, 5, 6, 8, 21] wykazuje wysoką kwasowość ($\text{pH} < 4$). Na powierzchniach 1 i 2, położonych w pobliżu źródła zanieczyszczeń, odczyn kory sosny był zbliżony do obojętnego (pH około 6). Podobną wartość pH kory sosny stwierdzono w okolicy zakładów cementowo-wapienniczych w Nowinach [2] i na obszarze Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych [3].

Wynikiem zmian chemicznych kory sosny i jej odczynu są daleko idące zmiany w zbiorowiskach porostów epifitycznych. Na powierzchni 1, gdzie opad pyłów był największy, porostów na korze sosny nie stwierdzono. Na powierzchni 2, gdzie opad pyłów był mniejszy, stwierdzono gatunki, takie jak *Lecania cyrtella*, *Xanthoria parietina*, *Caloplaca holocarpa*, *Physcia tenella*, *Lecanora hageni* i *Phaeophyscia orbicularis*. Obecność tych gatunków można wiązać ze stosunkowo wysokim pH kory sosny [7, 13], co zostało potwierdzone w okolicy innych zakładów cementowo-wapienniczych [2, 3]. Na pozostałych powierzchniach oraz w innych młodnikach sosnowych [5, 6], wymienione gatunki porostów nie występowały. Na badanych powierzchniach wystąpiły 2 gatunki glonów (*Pleurococcus vulgaris* i *Chlorella vulgaris*), które znane są z dużej tolerancji ekologicznej [11]. Jest interesujące, że w pobliżu źródła emisji epifity miały odczyn obojętny, natomiast na powierzchniach dalej położonych, miały one odczyn kwaśny.

Na powierzchni 1, najbardziej narażonej na pyły cementowo-wapienne, liczebność roztoczy na drzewach była wyraźnie niższa niż na powierzchni kontrolnej, co należy wiązać z zanieczyszczeniami i w pewnym stopniu z nieobecnością porostów, które są dla wielu roztoczy pokarmem, miejscem schronienia i rozrodu. Spadek liczebności dotyczył w mniejszym stopniu Oribatida, a w większym Actinedida i Gamasida. Na uwagę zasługuje stosunkowo duże zagęszczenie Oribatida na powierzchni 2, które mogło być wynikiem różnorodności gatunkowej porostów, jak również adaptacji niektórych gatunków do zanieczyszczeń.

Oddziaływanie pyłów cementowo-wapiennych na biocenozy leśne przejawia się głównie w zmianie odczynu środowiska, która prowadzi dalej do zmian składu gatunkowego roślin i zwierząt. Wapń jako pierwiastek jest organizmom potrzebny do życia i jedynie w większych stężeniach może powodować zakłócenia w biocenozach. W znacznych stężeniach wydaje się on jednak mniej szkodliwy dla zwierząt niż miedź czy ołów [1, 5]. Spośród związków wapnia emitowanych z terenu kombinatu szkodliwy jest tlenek wapnia. W połączeniu z wodą tworzy on silnie żrącą zasadę, która może ograniczać populację roztoczy nadrzewnych. Dlatego na drzewach młodników sosnowych, będących pod wpływem tego związku, stwierdzono znacznie mniej roztoczy w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Warto dodać, że obecność wapnia w środowisku ogranicza ruchliwość niektórych metali ciężkich w glebie, w przewodzie pokarmowym, czy w innych narządach [16] i w znacznym stopniu łagodzi ich negatywny wpływ na zgrupowania roztoczy oraz neutralizuje szereg zanieczyszczeń o charakterze kwaśnym.

6. WNIOSKI

1. Stężenie wapnia oraz pH w epifitach i w korze sosny wzrastało wraz ze zbliżaniem się do Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach.

2. Na sosnach usytuowanych najbliżej źródła zanieczyszczeń porosty nie wystąpiły, natomiast przy mniejszym opadzie pyłów alkalicznych pojawiły się liczne gatunki nietypowe dla sosny, wymagające podłoża o odczynie zasadowym lub zbliżonym do obojętnego.
3. Duże stężenie zanieczyszczeń ograniczyło liczebność roztocy na drzewach; liczebność ta wzrastała w kierunku powierzchni kontrolnej.

Podziękowania

Autorzy serdecznie dziękują Pani dr Bognie Paczuskiej, z Katedry Botaniki i Ekologii ATR w Bydgoszczy, za oznaczenie glonów oraz Pani dr Annie Rusińskiej, z Zakładu Geobotaniki UAM w Poznaniu, za pomoc w oznaczaniu mszaków.

LITERATURA

- [1] Bengsson G., Tranvik L., 1989: Critical metal concentrations for forest soil invertebrates. *Water, Air, and Soil Pollution*, 47, 381-417.
- [2] Cieśliński S., Jaworska E., 1986: Zmiany w florze porostów sosny (*Pinus sylvestris* L.) pod wpływem emisji zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego i wydobywczego. *Acta Mycol.* 22, 1, 3-14.
- [3] Cieśliński S., Toborowicz K., Sepski S., 1982: Wpływ emisji przemysłu cementowo-wapienniczego na florę porostów epifitycznych na obszarze Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. *Rocz. Świętokrzyski*, 10, 69-100.
- [4] Corley M.F.V., Crundewell A.C., Dull R., Hilland M.O., Smith A.J.E., 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal Bryologist* 11, 609-689.
- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Długosz J., Lipnicki L., Paczuska B., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 1, 5-15.
- [6] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Polchem”. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 27, 115-126.
- [7] Fabiszewski J., 1968: Porosty Śnieżnika Kłodzkiego i Gór Białskich. *Monogr. Bot.*, 26, 1-115.
- [8] Filipek Z., Drogosz S., 1977: Badania składu chemicznego kory martwicowej i lustrzanki młodych sosen (*Pinus silvestris* L.). *Sylvan*, 121, 15-25.
- [9] Główny Urząd Statystyczny, 1988-92: Sprawozdanie o emisji zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach.
- [10] Jasiewicz A., 1984: Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory polskiej. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 30, 3, 217-285.
- [11] Kawecka B., Eloranta P.V., 1994: Zarys ekologii glonów wód słodkowodnych i środowisk lądowych. PWN Warszawa, 174-176.
- [12] Kozłowski H., Idzik J., Stoliński S., 1985: Wydobywać skarby ziemi, chroniąc środowisko naturalne. *Cement Wapno Gips*, 7-8, 199-205.

- [13] Kuziel S., 1975: Wpływ SO_2 na zawartość chlorofilu i aktywność katalazy u wybranych gatunków porostów. *Acta Soc. Bot. Pol.* 63, 313-319.
- [14] Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E., 1976: Analiza chemiczno-rolnicza. PWN Warszawa.
- [15] Matuszkiewicz W., 1982: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN Warszawa.
- [16] Miguła P., 1993: Kiedy metale ciężkie są szkodliwe. Fundacja Ekologiczna "Silesia", Katowice, 7, 47-57.
- [17] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska.
- [18] Parker R.E., 1978: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN Warszawa.
- [19] Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych, 1983: Operat szacunkowy szkód przemysłowych. Toruń.
- [20] Roguski W., Kasperska W., Łabędzki L., 1994: Przebieg warunków klimatycznych w Bydgoszczy w latach 1969-1993. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Bydgoszczy.
- [21] Świeboda M., Kalembe A., 1979: The bark of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) as biological indicator of atmospheric air pollution. *Acta Soc. Bot. Pol.* 48, 539-549.

THE ARBOREAL MITES (ACARI) AND EPIPHYTES
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS, IN THE REGION POLLUTED
BY A CEMENT AND LIME FACTORY „KUJAWY” AT BIELAWY

Summary

The vertical distribution of arboreal oribatid mites and epiphytes on young Scots pine trees (plant association *Leucobryo-Pinetum*) in the region polluted by a Cement and Lime Factory „Kujawy” at Bielawy and on the control plot, were investigated. The content of calcium in tree bark and epiphytes increased in the direction of the pollution source, decreasing the abundance of mites. A large amount of cement and lime dust was harmful to lichens, but smaller doses of this alkaline dust simulated the growth of some epiphytes which need the neutral or alkaline ground.

Key words: alkaline dust, young Scots pine forests, arboreal Acari

**MECHOWCE (ACARI, ORIBATIDA) NADRZEWNE MŁODNIKÓW
SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ
KOMBINATU CEMENTOWO-WAPIENNICZEGO „KUJAWY”
W BIELAWACH**

Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Synopsis: W pracy przedstawiono rozmieszczenie gatunków Oribatida na strzałach sosny w okolicy Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zróżnicowanie gatunkowe tych roztoczy mało wraz ze zbliżaniem się do tego źródła zanieczyszczeń. Wrażliwe na zanieczyszczenia były *Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Diapterobates humeralis*, *Damaeus* spp. i *Micremuremus brevipipes*, natomiast tolerowały je *Trichoribates trimaculatus* i *Zygoribatula exilis*.

Słowa kluczowe: pyły alkaliczne, młodniki sosnowe, nadrzewne Oribatida

1. WSTĘP I CEL PRACY

We wcześniejszej pracy [5] przedstawiono rozmieszczenie roztoczy i epifitów na strzałach sosny w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach (KC-W „Kujawy”). W pobliżu kombinatu kora sosny i epifity zawierały dużą ilość wapnia, a jej odczyn był zbliżony do obojętnego. Na najbardziej skażonej powierzchni na korze sosny porosty nie występowały, pojawiły się one dalej od emitora i były reprezentowane przez gatunki wymagające podłoża o odczynie zasadowym lub zbliżonym do obojętnego. Na skażonych strzałach sosny liczebność roztoczy była mała i wyraźnie wzrastała w kierunku powierzchni kontrolnej.

Celem niniejszej pracy była analiza gatunkowa Oribatida bytujących na strzałach sosny, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych przez KC-W „Kujawy” oraz na powierzchni kontrolnej.

2. MATERIAL I METODY

Materiał do badań pobrano z 4 powierzchni zlokalizowanych w około 20 letnich młodnikach sosnowych, reprezentujących różne strefy uszkodzeń drzewostanu. Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanów i były oddalone od cementowni (główne źródło zanieczyszczeń) odpowiednio o 0,2 km, 1,7 km i 7,5 km. Natomiast powierzchnię kontrolną zlokalizowano w strefie bez wyraźnych uszkodzeń drzew, w odległości 17,5 km od tego emitora zanieczyszczeń. Opis terenu badań oraz metodę pobrania prób przedstawiono wcześniej [5].

Gatunki Oribatida analizowano za pomocą wskaźników: abundancji (A), dominacji (D) i stałości występowania (C) [6]. Dla zgrupowań tych roztoczy obliczono wskaźniki bogactwa gatunkowego (d), różnorodności gatunkowej Shannona (H) i równomierności (e) [7]. Klasy dominacji gatunków przyjęto według skali Seniczaka [9]. Przedmiotem analizy było 3515 roztoczy.

3. WYNIKI

3.1. Skład gatunkowy Oribatida

W badanym materiale stwierdzono 33 taksony Oribatida, które w większości występowały na dolnych odcinkach drzew (tab. 1-5). Na powierzchni kontrolnej odnotowano 27 taksonów, na powierzchniach 2 i 3 było ich 19, natomiast na powierzchni 1, położonej najbliżej źródła zanieczyszczeń, stwierdzono tylko 10 taksonów.

Tabela 1. Lista gatunków Oribatida na sośnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 1. List of oribatid species on Scots pine trees in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy”

Nazwa gatunku Name of species	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L.Koch)		+		+
<i>Autogmeta longilamellata</i> Michael		+		+
<i>A. willmanni</i> (Dyrdowska)				+
<i>Brachychthonius</i> spp.			+	+
<i>Camisia biurus</i> (C.L.Koch)	+			
<i>C. horrida</i> (Hermann)			+	+
<i>C. segnis</i> (Hermann)	+	+	+	+
<i>C. spinifer</i> (C.L.Koch)	+	+		+
<i>Carabodes labyrinthicus</i> (Michael)		+	+	+
<i>C. subarcticus</i> Trägårdh			+	
<i>Cepheus cepheiformis</i> (Nicolet)			+	+
<i>Ceratoppia bipilis</i> (Hermann)		+	+	+
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)			+	
<i>Cultroribula juncta</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Cymbaeremaeus cymba</i> (Nicolet)		+	+	+
<i>Damaeus</i> spp.		+	+	+
<i>Diapterobates humeralis</i> (Hermann)	+			+
<i>Domatorina plantivaga</i> (Berlese)		+	+	
<i>Eporibatula rauschenensis</i> (Sellnick)		+	+	+
<i>Eremaeus oblongus</i> C.L.Koch	+	+	+	+
<i>Eupelops acromios</i> (Hermann)		+		+
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> (C.L.Koch)				+
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael)			+	+
<i>Liodes theleproctus</i> (Hermann)				+
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Oribatella</i> spp.				+
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)		+		
<i>Phthiracarus borealis</i> Trägårdh				+
<i>Schelorbates latipes</i> (C.L.Koch)		+		+
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	+	+		+
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)	+	+	+	+
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann)			+	
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)	+	+	+	+
Liczba gatunków - Number of species	10	19	19	27

Tabela 2. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni kontrolnej (0) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (A - osobn./100 cm²)

Table 2. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in a control (0), in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy” (A - indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górną upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>	0,05	0,08		0,04	<1,0	3,3
<i>A. longilamellata</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>A. willmanni</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Brachychthonius</i> spp.	0,20			0,07	<1,0	2,5
<i>C. horrida</i>	0,15	0,03		0,06	<1,0	2,5
<i>C. segnis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. spinifer</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>	0,73	0,43	0,95	0,70	6,9	37,5
<i>C. cepheiformis</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>C. bipilis</i>	0,68	1,08	0,98	0,91	9,0	40,0
<i>C. juncta</i>	0,28	0,23		0,17	1,7	10,0
<i>C. cymba</i>	0,10	0,78	0,70	0,53	5,2	30,0
<i>Damaeus</i> spp.	3,98	1,45	0,45	1,96	19,4	50,0
<i>D. humeralis</i>	0,55	1,25	0,88	0,89	8,8	45,8
<i>E. rauschenensis</i>		0,18	0,38	0,19	1,9	9,2
<i>E. oblongus</i>	0,20	0,03		0,08	<1,0	4,2
<i>E. acromios</i>	0,05	0,15	0,15	0,12	1,2	7,5
<i>G. bicostatus</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>L. licnophorus</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>L. theleproctus</i>	0,85			0,28	2,8	7,5
<i>M. brevipes</i>	0,13	0,70	2,58	1,14	11,3	41,7
<i>Oribatella</i> spp.	0,05			0,02	<1,0	0,8
<i>P. borealis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>S. latipes</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>T. velatus</i>	0,03	0,03		0,02	<1,0	1,7
<i>T. trimaculatus</i>	0,08	0,20	0,30	0,19	1,9	10,8
<i>Z. exilis</i>	6,80	0,78	0,30	2,62	25,9	4,2
Razem - Total	15,12	7,43	7,76	10,10		

Tabela 3. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni 3 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (A - osobn./100 cm²)

Table 3. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 3, in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy” (A - indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górną upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
1	2	3	4	5	6	7
<i>Brachychthonius</i> spp.	1,00			0,33	5,1	2,5
<i>C. horrida</i>	0,05	0,03		0,03	<1,0	2,5

cd. tabeli 3

1	2	3	4	5	6	7
<i>C. segnis</i>	0,08		0,03	0,04	<1,0	3,3
<i>C. labyrinthicus</i>	0,03	0,03	0,05	0,04	<1,0	3,3
<i>C. subarcticus</i>	0,05			0,02	<1,0	0,8
<i>C. cepheiformis</i>	0,05			0,02	<1,0	0,8
<i>C. bipilis</i>	0,05	0,45	0,08	0,19	2,9	11,7
<i>C. schuetzi</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>C. juncta</i>	0,15	0,03		0,06	<1,0	5,8
<i>C. cymba</i>	0,05	0,13	0,48	0,22	3,4	11,7
<i>Damaeus spp.</i>	1,35	0,18	0,05	0,52	8,0	22,5
<i>D. plantivaga</i>		0,05	0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>E. rauschenensis</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>E. oblongus</i>	0,98	0,03		0,33	5,1	12,5
<i>L. licnophorus</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>M. brevipes</i>	0,10	0,38	2,43	0,97	15,0	31,7
<i>T. trimaculatus</i>	0,20	0,18		0,13	2,0	10,8
<i>X. tegeocranus</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Z. exilis</i>	9,03	1,18	0,28	3,49	53,9	45,8
Razem - Total	13,25	2,70	3,46	6,47		

Tabela 4. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosńie na powierzchni 2 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (Λ - osobn./100 cm²)Table 4. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 2, in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy” (Λ - indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górną upper	Λ	D	C
	A	Λ	Λ	Λ	D	C
<i>A. ovatus</i>		0,03	0,03	0,02	<1,0	1,7
<i>A. longilamellata</i>	0,10	0,03		0,04	<1,0	1,7
<i>C. segnis</i>	0,43	0,23	0,05	0,24	2,8	16,7
<i>C. spinifer</i>			0,05	0,02	<1,0	1,7
<i>C. labyrinthicus</i>		0,10		0,03	<1,0	2,5
<i>C. bipilis</i>	0,08	0,15	0,20	0,14	1,6	8,3
<i>C. juncta</i>	0,05	0,03		0,03	<1,0	2,5
<i>C. cymba</i>	0,10	0,30	0,43	0,28	3,3	20,0
<i>Damaeus spp.</i>	0,23	0,03		0,09	1,0	5,8
<i>D. plantivaga</i>		0,05	0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>E. rauschenensis</i>		0,08		0,03	<1,0	2,5
<i>E. oblongus</i>	0,43			0,14	1,6	7,5
<i>E. acromios</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>M. brevipes</i>	0,18	0,50	1,50	0,72	8,4	33,3
<i>O. tibialis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>S. latipes</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>T. velatus</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>T. trimaculatus</i>	3,45	6,77	6,62	5,61	65,2	70,0
<i>Z. exilis</i>	1,75	1,50	0,13	1,12	13,0	37,5
Razem - Total	6,91	9,83	9,10	8,61		

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni I w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” (A - osobn./100 cm²)
 Table 5. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 1, in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy” (A- indiv./100 cm²)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górną upper			
	A	A	A	A	D	C
<i>C. biurus</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>C. segnis</i>	0,63	0,35	0,30	0,43	9,8	25,8
<i>C. spinifer</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>C. juncta</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>D. humeralis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>E. oblongus</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>M. brevipes</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>T. velatus</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>T. trimaculatus</i>	0,98	1,70	2,10	1,59	36,1	53,3
<i>Z. exilis</i>	3,13	2,50	1,30	2,31	52,4	56,7
Razem - Total	4,85	4,61	3,76	4,41		

Najwyższe wskaźniki bogactwa gatunkowego, różnorodności i równomierności gatunkowej stwierdzono na powierzchni kontrolnej (tab. 6). Wartości tych wskaźników mały w kierunku źródła zanieczyszczeń.

Tabela 6. Wskaźniki d, H i e dla Oribatida na badanych sosnach w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 6. The d, H and e indices for Oribatida on Scots pine trees in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy”

Wskaźnik Index	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
d	0,435	0,591	0,682	0,776
H	1 041	1,327	1,663	2,277
e	0,452	0,451	0,565	0,691

3.2. Analiza występowania gatunków Oribatida

Na powierzchni kontrolnej dominowała *Zygoribatula exilis*, tworząca klasę eudominantów (tab.7). Gatunek ten osiągnął największe zagęszczenie w dolnej sekcji sosny (tab.2). Klasę dominantów reprezentowały *Micreremus brevipes* oraz roztocze z rodzaju *Damaeus*. Pierwszy takson zasiedlał obficie wyższe partie strzał, natomiast drugi wystąpił licznie w dolnych sekcjach drzew. Klasę subdominantów reprezentowały *Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Cymbaeremaeus cymba* i *Diapterobates humeralis*. Gatunki te występowały głównie w wyższych partiach drzew, osiągając tam znaczną stałość występowania. Około 2/3 taksonów wystąpiło w klasie recedentów i subrecedentów.

Na sosnach rosnących bliżej emitora, pojedyncze gatunki osiągały ponad połowę stanu liczebnego Oribatida (tab.7). Na powierzchniach 1 i 3 dominowała *Zygoribatula exilis*, a na powierzchni 2 najliczniejszy był *Trichoribates trimaculatus*. Ten ostatni gatunek osiągnął na powierzchni 2 zagęszczenie prawie 30-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej (tab.2, 4). Jego zagęszczenie i wskaźnik stałości występowania były także wysokie na powierzchni 1 (tab.5). *Trichoribates trimaculatus* preferował wyższe partie drzew, natomiast *Zygoribatula exilis* zasiedlała głównie dolne partie sosny. Z pozostałych mechowców na uwagę zasługują *Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Micreremus brevipes*, *Diapterobates humeralis* oraz roztocze z rodzaju *Damaeus*. Taksony te wystąpiły najobficiej i uzyskały najwyższą stałość występowania na powierzchni kontrolnej (tab.2-5). Na powierzchni 1, położonej najbliżej źródła emisji, z wymienionych roztoczy wystąpiły pojedynczo tylko *Micreremus brevipes* i *Diapterobates humeralis*. Liczebność niektórych taksonów, takich jak *Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Micreremus brevipes* i *Damaeus* spp. wyraźnie malała w kierunku źródła zanieczyszczeń.

Tabela 7. Struktura dominacji Oribatida na sosnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 7. The dominance structure of Oribatida on Scots pine trees, in the region of pollution of A Cement and Lime Factory „Kujawy”

		Powierzchnia - Plot			
		1	2	3	0
Superdominanty					
<i>Z. exilis</i>	52,4	<i>T. trimaculatus</i>	65,2	<i>Z. exilis</i>	53,9
Eudominanty					
<i>T. trimaculatus</i>	36,1			<i>Z. exilis</i>	25,9
Dominanty					
		<i>Z. exilis</i>	13,0	<i>M. brevipes</i>	15,0
				<i>Damaeus</i> spp.	19,4
				<i>M. brevipes</i>	11,3
Subdominanty					
<i>C. segnis</i>	9,8	<i>M. brevipes</i>	8,4	<i>Damaeus</i> spp.	8,0
				<i>Brachychthonius</i> spp.	5,1
				<i>E. oblongus</i>	5,1
				<i>C. bipilis</i>	9,0
				<i>D. humeralis</i>	8,8
				<i>C. labyrinthicus</i>	6,9
				<i>C. cymba</i>	5,2
Recedenty					
		4 gatunki - species		3 gatunki - species	
				5 gatunków - species	
Subrecedenty					
7 gatunków - species		12 gatunków - species		11 gatunków - species	
				15 gatunków - species	

4. DYSKUSJA

Duża ilość pyłów alkalicznych emitowana przez Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” na okoliczne młodniki sosnowe spowodowała znaczne zmiany w składzie roślin naczyniowych, mszaków i porostów epifitycznych [5]. Na sosnach nastąpił również spadek zagęszczenia Oribatida oraz zaistniały zmiany w składzie gatunkowym i strukturze dominacji Oribatida. Dużą ilość opadu pyłów tolerowały *Zygoribatula exilis* i *Trichoribates trimaculatus*, które dominowały wysoko w zgrupowaniach roztoczy na

drzewnych. Na sosnach w pobliżu Kombinatu populacje tych gatunków stanowiły aż 88,5% ogółu Oribatida. Znaczne zagęszczenie *Zygoribatula exilis* na sosnach w okolicy źródła emisji jest prawdopodobnie wynikiem jego preferencji do wyższego pH. Gatunek ten wystąpił bowiem bardzo licznie w mchach i porostach na skałach wapiennych [12], natomiast w kwaśnym środowisku [4] jego liczebność była wyraźnie mniejsza. Liczne występowanie *Trichoribates trimaculatus* w pobliżu Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” może świadczyć o jego dużej tolerancji, w stosunku do zanieczyszczeń przemysłowych. Gatunek ten dominował na drzewach i krzewach w okolicy zakładów azotowych [1, 2, 10] i zakładów przemysłu nieorganicznego [4]. Na uwagę zasługują również mechowce, które wystąpiły stosunkowo licznie na powierzchni kontrolnej i ich zagęszczenie oraz stałość występowania generalnie malały w kierunku emitora zanieczyszczeń. Były to: *Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Diapterobates humeralis*, *Micreremus brevipes* i roztocze z rodzaju *Damaeus*. Z wymienionych taksonów wrażliwy na zanieczyszczenia jest niewątpliwie *Carabodes labyrinthicus*. Reagował on negatywnie na zanieczyszczenia pochodzące z zakładów azotowych [1, 2, 10], huty miedzi [3], zakładów przemysłu nieorganicznego [4] oraz na zanieczyszczenia miejskie [11] i motoryzacyjne [8]. Typowy mieszkaniec wyższych odcinków drzew *Micreremus brevipes* nie tolerował zanieczyszczeń pochodzących z huty miedzi [3], natomiast *Diapterobates humeralis* był wrażliwy na zanieczyszczenia emitowane przez zakłady przemysłu nieorganicznego [4].

5. WNIOSKI

1. Zróżnicowanie gatunkowe Oribatida na strzałach sosny malało wraz ze zbliżaniem się do źródła zanieczyszczeń, którym był Kombinat Cementowo-Wapienniczny „Kujawy” w Bielawach.
2. Emitowane zanieczyszczenia spowodowały spadek liczebności *Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Diapterobates humeralis*, *Damaeus* spp. i *Micreremus brevipes*, natomiast były one tolerowane przez *Trichoribates trimaculatus* i *Zygoribatula exilis*.

LITERATURA

- [1] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 83-97.
- [2] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 99-110.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., 1997: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 17-25.
- [4] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego "Polchem". Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 115-126.

- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Hermann J., Lipnicki L., 1997: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1, 71-82.
- [6] Górny M., Grüm L., 1981: Metody stosowane w zoologii gleby. PWN Warszawa, 397-408.
- [7] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWRiL Warszawa, 175-200.
- [8] Porzner A., Weigmann G., 1992: Die Hornmilbenfauna (Acari, Oribatida) an Eichenstämmen in einem Gradienten von Autoabgas-Immissionen. Zool. Beitr. N.F. 34, 2, 249-260.
- [9] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. Rozprawy, UMK, Toruń, 41-57.
- [10] Seniczak S., Dąbrowski J., 1993: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). I. Zool. Beitr. N.F. 35, 1, 3-17.
- [11] Weigmann G., Jung E., 1992: Die Hornmilben (Acari, Oribatida) an Strabenbäumen in Stadtzonen unterschiedlicher Luftbelastung in Berlin. Zool. Beitr. N.F. 34, 2, 273-287.
- [12] Wood T.G., 1967: Acari and Collembola of morland soils from Yorkshire, England III. The micro-arthropod communities. Oikos, 18, 277-292.

THE ARBOREAL ORIBATID MITES (ACARI, ORIBATIDA)
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS, IN THE REGION POLLUTED
BY A CEMENT AND LIME FACTORY „KUJAWY” AT BIELAWY

Summary

The vertical distribution of arboreal oribatid mites on young Scots pine trees (plant association *Leucobryo-Pinetum*) in the region polluted by a cement and lime factory „Kujawy” at Bielawy and on a control plot, were investigated. The species diversity of oribatid mites decreased in the direction of pollution source. Some taxa (*Carabodes labyrinthicus*, *Ceratoppia bipilis*, *Diapterobates humeralis*, *Damaeus* spp. and *Micreremus brevipes*) were sensitive to the pollution, but some (*Trichoribates trimaculatus* and *Zygoribatula exilis*) tolerated it.

Key words: alkaline dust, young Scots pine forests, arboreal Oribatida

AWIFAUNA GMIN CHOJNICE, OSIE I CEKCYN

Piotr Indykiewicz, Roman Kucharski

Katedra Zoologii, Wydział Zootechniczny ATR
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Synopsis. Na terenie gminy Chojnice, Osie i Cekcyn stwierdzono występowanie 193 gatunków ptaków, w tym 113 gatunków lęgowych i 80 gatunków ptaków przelotnych i zimujących. W pracy przedstawiono najcenniejsze składniki awifauny badanego obszaru oraz wskazano kierunki i sposoby ich ochrony.

Słowa kluczowe: ptaki, Bory Tucholskie, ochrona ptaków

1. WSTĘP I CEL PRACY

Skład gatunkowy ptaków w poszczególnych biotopach na obszarze gmin Chojnice, Osie i Cekcyn jest wysoce zróżnicowany, a stopień poznania struktury liczebnej poszczególnych gatunków ptaków jest fragmentaryczny i dotyczy jedynie najrzadszych gatunków. Brak jest natomiast danych o liczebności gatunków średniolicznych i nielicznych.

Celem pracy jest określenie aktualnego stanu poznania składu gatunkowego awifauny lęgowej, przelotnej i zimującej gminy Chojnice, Osie i Cekcyn, określenie jej najcenniejszych składników, a także wskazanie kierunków i sposobów jej ochrony.

2. TEREN BADAŃ

Obserwacje prowadzono na terenie gmin Cekcyn, Chojnice i Osie, położonych w województwie bydgoskim i zajmujących powierzchnie, odpowiednio: 253 km², 479 km² i 210 km².

Gminy położone są na terenie rozległego kompleksu leśnego - Borów Tucholskich, pokrywającego pola sandrowe, stanowiące przedpole moreny czołowej zlodowacenia bałtyckiego [7]. W okolicach Cekkyna spotykane są fragmenty wysoczyzny morenowej w postaci wysp morenowych, natomiast w okolicach jezior Ostrowite i Charzykowskiego znajdują się największe skupienia sandrowych wydmy [3]. Liczne rynny polodowcowe wypełnione są wodą, tworząc jeziora, lub pozostają korytarzami dla rzek (np.: Brdy i Wdy - najważniejszych rzek odwadniających obszar Borów Tucholskich).

Florę naczyniową Borów Tucholskich uznano za średnio bogatą [2], w znacznej mierze będącą skutkiem działalności gospodarczej człowieka [9]. Dominujące w roślinności leśnej Borów Tucholskich są zbiorowiska borowe, szczególnie zaś bory świeże. Nieliczne są lasy łąkowe (np.: dębowo-grabowe), które spotyka się m.in.: w rezerwacie „Cisy Staropolskie”, „Krzywe Koło” oraz w dolinach Brdy i Wdy. Na tych obszarach można spotkać również lasy lęgowe (np.: lęg jesionowo-olchowy, lęg jesionowo-wią-

zowy). Stopień zalesienia poszczególnych gmin wynosi: ok. 68 % - gmina Cekcyn, 38 % - gmina Chojnice i 69 % - gmina Osie.

3. MATERIAŁ I METODA

Podstawowy materiał faktograficzny zgromadzono na podstawie własnych obserwacji terenowych, przeprowadzonych w latach 1992-1993 oraz w oparciu o dane literaturowe [1, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19]. Na użytek niniejszej pracy niepublikowane dotąd dane użyczyli Panowie D. Górecki i J. Zieliński - za co autorzy serdecznie dziękują.

Przy opracowywaniu zgromadzonego materiału, ocenę charakteru występowania i liczebności ptaków przyjęto za Tomiałojciem [18]. Status gatunku lęgowego (tj. gniazdowanie pewne, prawdopodobne i możliwe) oparto o kryteria zalecane w opracowaniu Polskiego Atlasu Ptaków [6].

4. WYNIKI

4.1. Gatunki rzadkie i zagrożone wymarciem

O walorach awifaunistycznych badanych gmin decydują głównie gatunki rzadkie i zagrożone wymarciem, tj. gatunki wpisane do rejestru Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt [5].

Na terenie gminy Chojnice rozległe kompleksy leśne z przewagą sosny są miejscem bytowania, m.in.: 1 pary puchacza *Bubo bubo*, 1-2 par bielika *Haliaeetus albicilla* i 20-30 par gągoła *Bucephala clangula* [13]. Na terenie gminy obserwowano również: kormorana *Phalacrocorax carbo*, świstuna *Anas penelope*, rożeńca *Anas acuta*, rybołowa *Pandion haliaetus* i mewę małą *Larus minutus*.

O walorach awifaunistycznych gminy Osie decydują gatunki lęgowe, takie jak: gągoł *Bucephala clangula* i kropiatka *Porzana porzana* oraz obserwowane: świstun *Anas penelope*, rożeniec *Anas acuta*, bielik *Haliaeetus albicilla*, kania ruda *Milvus milvus* i rybołów *Pandion haliaetus*.

Na terenie gminy Cekcyn nie stwierdzono w okresie lęgowym gatunków skrajnie nielicznych w skali kraju. Występują tu natomiast gatunki bardzo nieliczne, takie jak: nurogęś *Mergus merganser*, krogulec *Accipiter nisus*, siniak *Columba oenas* oraz gatunki nieliczne, tj.: samotnik *Tringa ochropus*, brodziec piskliwy *Actitis hypoleucis*, sowa uszata *Asio otus*, dudek *Upupa epops*, dzięciołek *Dendrocopos minor*, pleszka *Phoenicurus phoenicurus* i kruk *Corvus corax*.

W okresie pozalęgowym i zimowym z grupy gatunków skrajnie nielicznych odnotowano m.in.: świstuna *Anas penelope* i bielika *Haliaeetus albicilla*, a z grupy gatunków bardzo nielicznych: bociana czarnego *Ciconia nigra*, gęgawę *Anser anser*, nurogęś *Mergus merganser* i srokosza *Lanius excubitor*.

Istnieje uzasadnione podejrzenie, że gatunkami lęgowymi na terenie gminy Chojnice są również włochatka *Aegolius funereus* (inf. ustna E. Spierewka; dane własne) i kania ruda *Milvus milvus* [13].

Nad jeziorem Witoczno i na odcinku rzeki Brdy łączącym powyższy zbiornik z jeziorem Małoląckim obserwuje się od lat duże koncentracje zimowe łabędzia krzykliwego *Cygnus cygnus* (do 30 % populacji zimującej w Polsce i do 4 % populacji zimującej w Europie) [8, 13].

4.2. Gatunki dawniej stwierdzone, obecnie nie notowane i gatunki wyjątkowo zalatujące

Do gatunków wyjątkowo zalatujących na teren gminy Chojnice należą lodówka *Clangula hymealis* i uhła *Melanitta fusca*. Oba gatunki obserwowane były przez M. Dudę (odpowiednio: 11 XI 1990 - jezioro Długie; 7 V 1989 - jezioro Karsińskie).

Nie występuje już od ponad dwudziestu lat na terenie gminy głuszc *Tetrao urogallus* (w nadleśnictwie Klosnowo stosunkowo liczny jeszcze kilkadziesiąt lat temu), [13, 14, 16, dane własne].

W oparciu o dane Strawińskiego [15] i dane własne odnotowano ustąpienie z terenu gminy Cekcyn, na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat, gatunków, takich jak: pustułka *Falco tinunculus*; kania czarna *Milvus migrans*; podgorzałka *Aythya nyroca*; zausznik *Podiceps nigricollis*; perkoz rdzawoszyi *Podiceps griseigena*; błotniak łąkowy *Circus pygargus*; przepiórka *Coturnix coturnix* oraz dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*.

Podobnie w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat zanotowano ustąpienie w gminie Osie, jako gatunku lęgowego, następujących ptaków: rybołowa *Pandion haliaetus*; pustułki *Falco tinnunculus*; kraski *Coracias garrulus*; sokoła wędrownego *Falco peregrinus*; jarzątka *Tetrastes bonasia* i puchacza *Bubo bubo*,

Warto przypomnieć, że rybołów, pustułka, kraska i sokół wędrowny były stwierdzone na terenie gminy jeszcze w latach siedemdziesiątych [12]. Z kolei o stanowiskach jarzątka, znanych jeszcze w latach czterdziestych, donosił Marchlewski (1948) - za [12]. Natomiast o ostatnim ze znanych miejsc lęgowych puchacza na terenie gminy Osie (w latach 1901-1909) donosił Dobrick [4].

4.3. Stan poznania awifauny gmin

Awifauna badanych gmin reprezentowana jest przez 193 gatunki ptaków (należących do 16 rzędów i 42 rodzin), w tym 113 gatunków lęgowych i 80 gatunków przelotnych oraz zimujących.

Gatunki lęgowe reprezentują na obszarze poszczególnych gmin od 49 % do 52 % awifauny lęgowej Polski [18].

Awifaunie poszczególnych gmin brak szczególnych cech swoistych. Tworzą ją zespoły ptaków typowych dla borów sosnowych, v.ód (w tym głównie dla najczęstszego tu zespołu roślinności wodnej, tj. szuwaru trzcinowo-oczeretowego), środowisk synantropijnych (agrocenoza, łąki i pastwiska) i dla torfowisk.

Stanowiska najcenniejszych gatunków ptaków znajdują się na terenie parków krajobrazowych - Zaborskiego i Tucholskiego (planowane jest utworzenie dwóch rezerwatów przyrody) oraz na terenie rezerwatu „Jezioro Miedzno” i przepływającej przez nie rzeki Sobiny. Pewne znaczenie dla zimujących ptaków wodnych odgrywa również zbiornik zaporowy na Wdzie w okolicy Zuru oraz odcinek Brdy pomiędzy jeziorem Witocznym a jeziorem Małolańskim.

Tabela 1. Wykaz ptaków stwierdzonych na terenie gmin Chojnice (A), Osie (B) i Cekcyn (C).

Liczebność gatunku w Polsce: a - skrajnie nieliczny; b - bardzo nieliczny; c - nieliczny; d - średnio liczny; e - liczny; f - bardzo liczny; z - gatunek regularnie zimujący, p - gatunek przelotny

Table 1. The list of bird species recorded in Chojnice (A), Osie (B) and Cekcyn (C).

Species abundance in Polish according to the scale in described as follows: a - extremely scarce, b - very scarce, c - scarce, d - fairly scarce, e - numerous, f - extremely numerous, z - regularly wintering species, p - passage species

Gatunek* - Species*	Okres występowania i kategoria stwierdzenia - Period of occurrence and record category													Liczebność gatunku w skali kraju** Abundance of species according to the scale for Poland**			
	okres legowcy - breeding period			gniazdowanie pewne i prawdopodobne - sure or probable breeding			gniazdowanie możliwe - possible breeding			poza okresem lęgowym non breeding period							
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A		B	C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
<i>Tachybaptus ruficollis</i> - perkoz	+						+	+									d
<i>Pediceps cristatus</i> - perkoz dwuczuby	+					+	+	+	+								c/d
<i>Phalacrocorax carbo</i> - kormoran																	c/d
<i>Ardea cinerea</i> - czapla siwa								+	+						+		c/d
<i>Ciconia nigra</i> - bocian czarny								+	+								b
<i>Ciconia ciconia</i> - bocian biały				+													c/d
<i>Cygnus olor</i> - labędź niemy	+		+					+	+						+		c/d
<i>Cygnus columbianus</i> - labędź czarnodzioby															+		z
<i>Cygnus cygnus</i> - labędź krzykliwy															+		z
<i>Anser albifrons</i> - gęś białoczelna															+		p

cd. tabeli 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Haliaeetus albicilla</i> - bielik		+								+	+	+	+	a
<i>Circus aeruginosus</i> - błotniak stawowy		+	+	+										b/d
<i>Accipiter gentilis</i> - jastrząb		+	+	+				+		+				c/b
<i>Accipiter nisus</i> - krogulec		+	+	+				+		+				b/a
<i>Buteo buteo</i> - myszów		+	+	+				+	+	+	+	+	+	d/c
<i>Pandion haliaetus</i> - rybołów								+						a
<i>Falco subbuteo</i> - kobuz			+											b
<i>Perdix perdix</i> - kurapatwa		+	+	+				+	+	+	+	+	+	c/d
<i>Phasianus colchicus</i> - bażant		+	+	+				+	+	+	+	+	+	c/d
<i>Rallus aquaticus</i> - wodnik				+										c/d
<i>Crex crex</i> - derkacz							+							c/d
<i>Fulica atra</i> - lyska		+	+	+				+	+	+	+	+	c+	c/e
<i>Grus grus</i> - żuraw		+	+	+				+	+	+				c/b
<i>Charadrius dubius</i> - sieweczka rzeczna		+	+											c
<i>Vanellus vanellus</i> - czajka		+	+	+				+						d
<i>Calidris alpina</i> - biegus zmienny									+					b

cd. tabeli 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Columba oenas</i> - siniak				+		+								b
<i>Columba palumbus</i> - grzywacz				+	+	+		+						d
<i>Streptopelia decaocto</i> - sierpówka		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	d
<i>Streptopelia turtur</i> - turkawka				+	+	+								d/c
<i>Cuculus canorus</i> - kukulka					+	+	+							d
<i>Tyto alba</i> - płomykówka					+									c/b
<i>Bubo bubo</i> - puchacz		+						+			+			a
<i>Strix aluco</i> - puszczyk				+		+								d
<i>Astio otus</i> - uszatka						+	+							c
<i>Aegolius funereus</i> - włochatka					+			+						c
<i>Caprimulgus europaeus</i> - lelek		+	+	+										c/d
<i>Apus apus</i> - jerzyk		+	+	+										d/e
<i>Alcedo athis</i> - zimmerdek		+	+	+				+	+	+	+	+	+	c/d
<i>Upupa epops</i> - dudek		+	+	+										c
<i>Jynx torquilla</i> - krętogłów					+	+	+							c/d
<i>Picus viridis</i> - dzięcioł zielony		+	+	+				+	+	+	+	+	+	c/d

cd. tabeli 1

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Parus ater</i> - sosnówka	+	+	+				+	+	+	+	+	+	e (c)
<i>Parus caeruleus</i> - modraszka	+	+	+				+	+	+	+	+	+	e
<i>Parus major</i> - bogatka	+	+	+				+	+	+	+	+	+	e
<i>Sitta europea</i> - kowalik	+	+	+				+	+	+	+	+	+	d
<i>Corthia familiaris</i> - petzacz leśny	+				+	+	+	+	+	+	+	+	d
<i>Corthia brachyactyla</i> - petzacz ogrodowy	+	+	+				+	+	+	+	+	+	d/c
<i>Remiz pendulinus</i> - remiz	+	+	+										c/d
<i>Oriolus oriolus</i> - wilga	+	+	+										d
<i>Lanius collurio</i> - gąsiorek	+		+										d
<i>Lanius excubitor</i> - srokosz							+	+	+				b/c
<i>Garrulus glandarius</i> - sójka	+	+	+				+	+	+	+	+	+	d
<i>Pica pica</i> - sroka	+	+	+				+	+	+	+	+	+	d
<i>Corvus monedula</i> - kawka	+						+			+			d/e
<i>Corvus frugilegus</i> - gawron	+	+	+				+	+	+	+	+	+	d/e
<i>Corvus corone</i> - wrona	+	+	+				+	+	+	+	+	+	d
<i>Corvus corax</i> - kruk	+	+	+				+	+	+	+	+	+	c

cd. tabeli 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Sturnus vulgaris</i> - szpak	+	+	+	+				+	+	+				f
<i>Passer domesticus</i> - wróbel	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	f
<i>Passer montanus</i> - mazurek	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	f
<i>Fringilla coelebs</i> - zięba	+	+	+	+				+	+	+				f
<i>Fringilla montifringilla</i> - jer											+	+	+	p/z
<i>Serinus serinus</i> - kulezyk	+													d/c
<i>Carduelis chloris</i> - dzwonec	+				+	+	+	+	+	+				d/e
<i>Carduelis carduelis</i> - szczygieł	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	c/d
<i>Carduelis spinus</i> - czyż					+	+	+							d (e)
<i>Carduelis cannabina</i> - makolągwa	+				+	+	+	+	+	+				c/d
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> - gil					+	+	+	+	+	+	+			c/d
<i>Coccothraustes coccothraustes</i> - grubodziób	+				+	+	+	+	+	+				c/d
<i>Emberiza citrinella</i> - trznadel	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	e
<i>Emberiza schoeniclus</i> - potrzos	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	c/e (f)

* Gatunki przedstawiono wg układu systematycznego K. H. Voousa (1973, 1977), a nomenklaturę łacińską i polską za Kom. Faunistyczną SO PTZool. (1994). The systematic arrangement to fallow K. H. Voousa (1973, 1977) and scientific nomenclature to fallow Kom. Faunistyczna SO PTZool. (1994)

** Liczebność gatunku w skali kraju przedstawiono za L. Tomiałojciem (1990). The information on bird abundance has been arranged to the scale fallow L. Tomiałojć (1990)

5. WNIOSKI

W celu poznania pełnego składu gatunkowego i liczebności awifauny gmin Chojnice, Osie i Cekcyn oraz wypracowania skutecznej strategii ochrony ptaków tego obszaru wskazane jest m.in.:

- podjęcie badań monitoringowych lęgowisk gatunków rzadkich i zagrożonych wymarciem;
- skuteczną ochroną stanowisk bielika i puchacza (m.in. wyznaczenie stref ochronnych);
- rozwieszenie skrzynek lęgowych dla nurogęsi i gągołów oraz skrzynek lęgowych (typ D) jako potencjalnych miejsc gniazdowania siniaka i kraski;
- podjęcie badań jakościowych i ilościowych gatunków ptaków średniolicznie występujących na terenach poszczególnych gmin.

LITERATURA

- [1] Bednorz J., 1982: Awifauna lęgowa rezerwatu torfowiskowego "Bagno Stawek" koło Chojnic na Pomorzu. Badania Fizjologiczne nad Polską Zachodnią, T. 33, ser. C, Zoologia, 129-138.
- [2] Boiński M., 1992: Osobliwości szaty roślinnej Borów Tucholskich (przewodnik). Toruń.
- [3] Churska Z., 1958: Stosunek sandru Brdy do wysp moreny dennej. Zesz. Nauk. UMK Toruń, Geografia 4.
- [4] Dobrick L., 1912: Ornithologie der Tuchler Heide. Ber. Westpr. Bot.-Zool. Ver. Danzig 34, 7-173.
- [5] Głowaciński Z. (red.), 1992: Polska Czerwona Księga Zwierząt. PWRiL Warszawa.
- [6] Instrukcja zapisu obserwacji i wypełniania formularzy atlasowych, 1986. St. Orn., PAN Gdańsk.
- [7] Kondracki J., 1965: Geografia fizyczna Polski. Warszawa.
- [8] Kucharski R., 1993: Inwentaryzacja zimujących ptaków jezior i rzek Zaborskiego Parku Krajobrazowego (19 stycznia 1993 r.). Materiały do awifauny Zaborskiego Parku Krajobrazowego (maszynopis).
- [9] Miotk-Szpieganowicz G., 1988: Historia roślinności Borów Tucholskich. Ochrona Przyrody Borów Tucholskich, Toruń - Bydgoszcz.
- [10] Pająkowski J., 1993: Ptaki śródleśnych łąk i pastwisk. Echo Bor. Tuch., 2, 12.
- [11] Przybysz J., 1967: Tracznik nurogęś (Mergus merganser L.) i gągoł krzykliwy (Bucephala clangula L.) w Borach Tucholskich. Prz. Zool., 10, 68-70.
- [12] Przybysz J., 1983: Materiały do awifauny Borów Tucholskich. Acta Orn., 31 (2), 63-80.
- [13] Przybysz J., 1991: Ptaki Zaborskiego Parku Krajobrazowego (maszynopis).
- [14] Raszke E., 1959: Nieco słów o głuszcach i kilka słów prawdy o rezerwach głuszcowych. Łow. Pol., 8, 4-5.
- [15] Strawieński S., 1956: Fauna rezerwatu cisowego Wierchłlas. Zesz. Nauk. UMK Toruń, z. I, Biologia, II, 9-131.

- [16] Świętorzecki Z., 1962: Wnioski o inwentaryzacji z łowisk głuszców w 1961 r., Łow. Pol., 7, 7.
- [17] Tomiałojć L., 1963: Ptaki obserwowane w okolicy jez. Miedzno koło Osia pow. Świecie. Acta Orn., 7, 285-287.
- [18] Tomiałojć L., 1990: Ptaki Polski - rozmieszczenie i liczebność. PWN Warszawa.
- [19] Wegner R., 1991: Rezerwaty przyrody województwa bydgoskiego. Rezerwat Przyrody Miedzno. Echo Bor. Tuch., 9-10, 14-17.

THE BIRDS OF CHOJNICE, OSIE AND CEKCYN DISTRICTS, POLAND

Summary

According to the observations made from 1992 until 1993, it was concluded that the birds of Chojnice, Osie and Cekcyn districts consisted of a total of 193 species. These include 113 breeding species and 80 wintering species and species recorded on passages. In this article is also presented the list of rare species of birds connected with these areas and are presented some of the suggestions of preservation of these species.

Key words: birds, preservation, Bory Tucholskie

WPLYW ZABIEGÓW SANITARNO-HIGIENICZNYCH NA ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA W DWÓCH GOSPODARSTWACH ŁOWIECKICH

Tadeusz Kolbuszewski*, Eligiusz Rokicki*, Michał Demczuk**
Jarosław Pawluk*, Bożena Szejniuk***

*Katedra Higieny Zwierząt Wydziału Zootechnicznego SGGW w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166, 02-766 Warszawa

**Katedra Higieny Zwierząt Akademii Medycznej we Lwowie
ul. Piekarskaja 50, Lwów

***Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska Wiejskiego, Wydział Zootechniczny ATR
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Synopsis. Badania wykonano w dwóch gospodarstwach łowieckich, w których prowadzono chów bażantów. Postępowanie sanitarno-higieniczne polegało na wykonaniu deratyzacji, sanityzacji, dezynfekcji i dezinwazji. Uzyskane wyniki dowiodły, iż dezinwazja bażantarii, wybiegów i wolierów obniżyła liczbę mikroorganizmów w glebie oraz zniszczyła jaja robaków pasożytniczych i ich larwy.

Słowa kluczowe: gospodarstwa łowieckie, zabiegi sanitarno-higieniczne

1. WSTĘP

W gospodarstwach łowieckich prowadzi się często chów bażantów w pomieszczeniach, na wybiegach i wolierach. Na stosunkowo niewielkich powierzchniach utrzymuje się duże ilości ptaków o różnym pochodzeniu. Ponadto bażanty mają kontakt z przylatującym do paszy ptactwem wolnożyjącym. Stwarza to liczne zagrożenia epizootyczne oraz inwazyjne. Często dochodzi wśród bażantów do chorób zakaźnych i inwazyjnych [2]. Choroby te powodują niekiedy duże straty ekonomiczne. Środowisko hodowlane bażantów jest także zanieczyszczone gryzoniami, które przenoszą wiele chorób zakaźnych i inwazyjnych, niebezpiecznych zarówno dla zwierząt, jak i ludzi [3].

Kierując się tymi względami wykonano pracę, której celem była próba zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska bytowania bażantów w dwóch gospodarstwach łowieckich

2. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w okresie wiosennym w dwóch gospodarstwach łowieckich, w których prowadzono chów bażantów. Postępowanie sanitarno-higieniczne rozpoczęto od wykonania deratyzacji metodą chemiczną. W tym celu wyłożono w skrzynkach deratyzacyjnych po cztery trutki równolegle (Atrax, Toxan-Lanirat, Baraki i Quintox). Po zlikwidowaniu i usunięciu padłych gryzoni, przeprowadzono sanityzację bażan-

tarni, tj. mycie i czyszczenie wodą z dodatkiem detergentu (0,1 % Natusan) i ciśnieniu barometrycznemu 20 barów. Następnie wykonano dezynfekcję 1 % Virokonem w ilości 0,3 dm³ na 1 m² bażantarni.

Badania zanieczyszczenia mikrobiologicznego budynków przeprowadzono przed dezynfekcją i w 30 minut po odkażaniu metodą sedymentacji [6]. Dezinwazję pomieszczeń dla bażantów oraz wybiegów przeprowadzono preparatem OO-cide w stężeniu i ilościach podanych przez producenta, tj. firmę Naturan. Wybiegi i cyrki wokół bażantarni posypano wapnem palonym w ilości 1 kg/m² powierzchni gleby i zaorano. Badania mikrobiologiczne i parazytologiczne gleby wykonano według metod podanych przez Rokickiego [6] i Furmagę [1].

3. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tabeli 1 przedstawiono wielkość spożycia przez gryzonie zadawanych rodentycydów w dwóch gospodarstwach łowieckich.

Tabela 1. Wyniki deratyzacji w dwóch gospodarstwach łowieckich

Table 1. The effect of deratization in two game farms

Gospodarstwo The farm	Ilość gniazd deratyzacyjnych Number of nest deratized	Użyty rodentycyd i % jego spożycia Rodenticid applied and its % of consumption			
		Atrax	Toksan- Lanirat	Baraki	Qunitox
I	30	89,7	68,9	12,6	8,3
II	30	27,3	18,0	91,3	69,9

Z przedstawionych danych wynika, że w gospodarstwie pierwszym gryzonie najwięcej spożyły Atraxu i Toxanu-Laniratu (89,7 i 68,9 %), zaś Baraki i Quintox były zjadane niechętnie (12,6 i 8,3 %). Natomiast w drugim gospodarstwie łowieckim, sytuacja była odwrotna. Najwięcej spożyły gryzonie Baraki i Quintoxu (91,3 i 69,9 %), a Atrax i Toksan-Lanirat były mniej chętnie pobierane (27,3 i 18,0 %). Wykładanie więc jednej lub dwóch trutek na gryzonie może okazać się mało skuteczne i z tych też względów uważa się za celowe podawanie kilku różnych rodentycydów. Potwierdzają to wcześniejsze badania [2].

W tabeli 2 przedstawiono wpływ odkażania 1% Virkonem budynku bażantarni na jego stan zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza.

Tabela 2. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w bażantarni przed i po dezynfekcji Virkonem 1 % przy czasie ekspozycji 30 minut (w budynkach nie było bażantów)

Table 2. Microbiological contamination of the air in the pheasants buildings before and after disinfection with 1% solution of Vircon, for the time of exposition 30 minutes (here were not pheasants in the buildings)

Gospo- darstwo The farm	Ilość prób Number of samples	Ogólna liczba bakterii w 1 m ³ powietrza General number of bacteria in 1 m ³ of air					
		przed dezynwazją before disinvasion			po dezynwazji w 24 h after disinvasion in 24 h		
		średnio mean	Sx	V%	średnio mean	Sx	V%
I	3	2,26x10 ⁵	2,26x10 ⁴	10,00	2,13x10 ²	2,08x10 ¹	9,76
II	3	2,34x10 ⁵	2,00x10 ⁴	8,68	2,41x10 ²	1,81x10 ¹	7,51

Z przedstawionych danych wynika, że preparat ten zmniejsza zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w obu bażantarniach o trzy wielkości logarytmiczne, a więc jego skuteczność należy uznać za bardzo wysoką [5].

Ocena mikrobiologiczna gleby (tabela 3) wykazała, że miano Coli przed dezynwazją wynosiło w poszczególnych gospodarstwach od 0,015 do 0,009, zaś po wapnowaniu gleby od 1,1 do 1,3. Zabiegi dezynwazyjne należy uznać za zadowalające, gdyż jak podaje Szyfelbejn [7], czysta gleba powinna mieć miano co najmniej 1,0.

Tabela 3. Miano Coli w glebie na wybiegach i wolierach bażantarni przed i po dezynwazji

Table 3. Coli titre in soil on the pens and aviaries of pheasants buildings before and after disinvasion

Gospodarstwo The farm	Ilość prób Number of samples	Miano coli w glebie - Coli titre in soil					
		przed dezynwazją before disinvasion			po dezynwazji w 24 h after disinvasion in 24 h		
		średnio mean	Sx	V%	średnio mean	Sx	V%
I	25	0,015	0,0003	20,0	1,3	0,03	2,31
II	25	0,009	0,0001	11,1	1,1	0,04	3,54

4. WNIOSKI

1. Maksymalne obniżenie stopnia zanieczyszczenia środowiska w gospodarstwie łowieckim można osiągnąć przeprowadzając deratyzację, sanityzację, dezynfekcję i dezynwazję.
2. Deratyzacja wykonana przy użyciu co najmniej czterech trutek prowadzi do całkowitego zlikwidowania gryzoni w gospodarstwie.
3. Dezynwazja bażantarni, wybiegów i wolierów obniża ilość mikroorganizmów w glebie, a także niszczy jaja i larwy pasożytów.

LITERATURA

- [1] Furmaga S., 1985: Choroby pasożytnicze zwierząt domowych. PWRiL Warszawa.
- [2] Kolbuszewski T., Kryński A., Rokicki E., 1993: Wpływ poprawy stanu sanitarno-higienicznego pomieszczeń na zdrowotność bażantów. Prace Komisji Nauk Roln. i Biol. BTN, 40, 103-112.
- [3] Kryński A., Kolbuszewski T., Rokicki E., 1993: Wybrane problemy sanityzacji i dezynfekcji w środowisku wiejskim. Prace Komisji Nauk Roln. i Biol. BTN, 40, 69-73.
- [4] Krzywicka H., 1987: Dezynfekcja szpitalna. PZWL Warszawa.
- [5] Majcherczyk S., 1992: Możliwości zastosowania Virkonu w medycynie weterynaryjnej. Konferencja naukowa „Nowe aspekty dezynfekcji w medycynie i weterynarii”, 13, SGGW Warszawa.
- [6] Rokicki E., 1989: Materiały do ćwiczeń z zoohigieny. SGGW Warszawa.
- [7] Szyfelbejn E., 1972: Zoohigiena. PWN Warszawa.

THE EFFECT OF SANITARY AND HYGIENIC PROCEDURES
ON REDUCING THE DEGREE OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION
IN TWO GAME FARMS

Summary

Pheasants are often bred on game farms in buildings, on the runs or in the aviaries. Large numbers of birds of unknown origin gathered in one place on a limited area cause numerous epizootic dangers. At the same time large amounts of feed attract wild birds and rodents. Their presence not only increases the environmental pollution but also causes a number of infectious and invasive diseases in pheasants which result in serious economic losses. In view of the above it was decided to undertake the investigations aiming at decreasing the environmental pollution in two game farms. All the farm buildings, runs and aviaries were subjected to rat extermination, desinvasion and three times repeated disinfection done with the help of new generation preparations. What is more, the soil on the runs and in the aviaries was ploughed in with burnt lime in the amount 1 kg per 1 m². The performed sanitary and hygienic procedures resulted in the total extermination of rodents and parasite eggs and larvae both in the environment and soil of the runs and aviaries and also the decrease of the amounts of microflora in the air and soil. The performed sanitary and hygienic procedures not only decreased the degree of environmental pollution but also controlled the invasive and infectious diseases. Such procedures should be accepted as the model ones and introduced in other game farms.

Key words: game farms, sanitary and hygienic procedures

ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA GLINEM W OKOLICACH SIŁOWNI ENERGETYCZNEJ SPALAJĄCEJ WĘGIEL KAMIENNY

Janusz Hermann

Katedra Chemicznych Podstaw Rolnictwa, Wydział Rolniczy ATR
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

Synopsis. Badania prowadzono w okresie od listopada 1991 do listopada 1993 roku na obszarze otaczającym elektrociepłownię w promieniu 10 km w pięciu kierunkach (N, S, SE, E, W). Przedstawione w opracowaniu wyniki uświadamiają nas o zagrożeniach płynących z emisji pyłów elektrociepłowni. Na terenach zajmowanych przez te jednostki dochodzi do wielokrotnego przekroczenia średnich zawartości glinu dla gleb nie objętych przez tę działalność. Nie pozostaje to bez znaczenia dla roślin. W procesie przemieszczania zanieczyszczeń ogromną rolę odgrywa odległość i kierunek przeważających wiatrów. Dlatego też wysokie kominy nie rozwiązują problemu zanieczyszczeń w okolicy dużych ośrodków przemysłowych.

Słowa kluczowe: ochrona środowiska, siłownia energetyczna, emisje, zanieczyszczenia, zawartość glinu w glebach

1. WSTĘP

Na terenie Pomorza i Kujaw następuje stopniowe obniżenie wartości rolniczej użytków rolnych na skutek postępującej utraty potencjalnej i efektywnej produktywności środowiska. Jedną z przyczyn tego procesu jest zanieczyszczenie przemysłowe, a zwłaszcza pochodzące z siłowni energetycznych opalanych węglem. Rozkład tych zanieczyszczeń jest nierównomierny i rozproszony, w zależności od źródła emisji, wysokości emitora, kierunku przeważających wiatrów, typu i rodzaju gleby i sposobu jej użytkowania. Bardzo istotnym, a mało docenianym jest zanieczyszczenie środowiska glinem uwalnianym w procesie spalania węgla. Wraz z innymi pierwiastkami i związkami chemicznymi oddziałuje on niekorzystnie na glebę, rośliny i ludzi.

W procesie spalania węgla EC II Bydgoszcz emituje do atmosfery rocznie około 1200 ton tlenku glinowego [2]. Glin w popiołach zidentyfikowano w postaci siarczanów i tlenków. Wśród minerałów ulegających działaniu wody oznaczono makrokliny, meta-kaolinat i mulit, natomiast rozkładających się w środowisku kwaśnym: sylimanit, muskowitz, nefelin. Związki glinu w popiołach lotnych ze względu na znaczne rozdrobnienie i wysoki odczyn były w znacznej mierze rozpuszczalne w wodzie.

Podstawowym celem pracy było określenie stopnia zanieczyszczenia środowiska glinem w okolicach EC II Bydgoszcz, uwzględniając odległości od emitora, głębokość pobrania prób gleby, kierunki stron świata (przeważające wiatry) i terminy.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badanie zanieczyszczenia środowiska glinem w okolicach siłowni energetycznej EC II Bydgoszcz przeprowadzono w latach 1991-1993. Próby gleb i roślin pobrano z piętnastu punktów poboru próbek w odległości 1 km, 5 km i 10 km od emitora. Głębokość pobrania próbek: 0-20 i 20-40 cm. Materiał roślinny (trawy) zebrano w trzech terminach: XI 1991, X 1992 i XI 1993, a próbki gleb w pięciu terminach: XI 1991, VI i X 1992 oraz IV i XI 1993. Podstawowe właściwości próbek oznaczono powszechnie przyjętymi metodami. W okolicy siłowni przeważały gleby lekkie, o składzie piasków luźnych i piasków słabo gliniastych. Najsłabsze gleby stwierdzono na kierunku południowo-wschodnim i wschodnim (2-4 % części spławialnych), natomiast na kierunku północnym od emitora występowały gleby o wyższej zawartości części spławialnych (8-10 %). Odczyn gleb był od obojętnego do zasadowego, tylko w punkcie oddalonym o 1 km od elektrociepłowni w kierunku południowym stwierdzono odczyn kwaśny gleb. Węgiel ogółem oznaczono metodą Altena [1]. Gleby najzasobniejsze w próchnicę (2,1-2,7 % C) występowały na południe i południowy wschód od elektrociepłowni, najuboższe (1,0-1,2 % C) na wschód.

Roztwór podstawowy z próbek gleby uzyskano stosując do ekstrakcji glinu wyciąg uniwersalny Morgana. Glin oznaczono metodą absorpcji spektrometrii masowej (ASA) za pomocą aparatu Philips PU 9100X. Wyniki zestawiono w tabeli 1.

Materiał roślinny poddano mineralizacji na mokro w obecności nadtlenu wodoru i kwasu siarkowego. Wyniki zawartości glinu w roślinach przedstawiono w tabeli 2.

Rozkład miesięczny opadów atmosferycznych dla okolic Bydgoszczy kształtuje się nierównomiernie, średnia miesięczna z wielolecia dla miesiąca kwietnia wynosi 27,6 mm, października - 33,5 mm, listopada - 48,1 mm, przy średnim opadzie 525 mm.

Na podstawie rozkładu prędkości wiatru na poszczególnych kierunkach oraz ciszy dla Bydgoszczy i okolic (z wielolecia) przyjęto, że przeważały wiatry z kierunku zachodniego, następnie południowo-wschodniego. Średnia prędkość wiatru wynosiła 2,8 m/s.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Toksyczne oddziaływanie związków chemicznych w glebie ujawnia się wówczas, gdy opad zanieczyszczeń jest dostatecznie duży, a wśród nich występują składniki aktywne chemicznie. W zależności od rodzaju gleby oddziaływanie szkodliwe może wywołać w glebie skutki natychmiastowe lub rozciągnięte w czasie. Stan zagrożenia środowiska spowodowany emisją związków glinu w wyniku spalania węgla w siłowniach energetycznych należy uznać za niepokojący, tym bardziej, że docierają do nas strumienie zanieczyszczeń z państw sąsiednich.

Podczas spalania węgla w EC II Bydgoszcz uwalnia się do atmosfery rocznie około 1200 ton tlenku glinowego [2]. Nie pozostaje to bez znaczenia na jego zawartość w glebach bezpośrednio sąsiadujących z elektrociepłownią, jak i usytuowanych w dalszych odległościach. Ilościowe badania glinu w promieniu do 10 km od emitora wykazały znaczny wpływ analizowanych czynników na zróżnicowanie jego zawartości w glebie i roślinach.

Tabela 1. Zawartość form rozpuszczalnych glinu w glebach okolic EC II Bydgoszcz (me Al · 100 g⁻¹)
 Table 1. The content of aluminium soluble forms in soils around EPP Bydgoszcz II (me Al · 100 g⁻¹)

Termin pobrania prób (m-c, rok)	Poziom pobrania prób w cm	Odległość od emitora w km - Distance from emitter (km)																	
		1,0								5,0								10,0	
		Kierunki - Directions																	
Sampling date (month, year)	Sampling level (cm)	N	S	SE	E	W	N	S	SE	E	W	N	S	SE	E	W			
XI - 91	0 - 20	3,9	0,8	4,2	2,7	1,9	4,7	5,2	4,8	4,4	3,6	1,9	2,0	3,8	3,2	1,4	3,2		
	20 - 40	4,9	0,9	2,8	3,0	1,6	4,8	4,9	4,6	4,0	3,5	2,4	1,7	3,7	2,9	1,5	3,1		
IV - 92	0 - 20	4,4	1,3	4,3	3,0	2,2	4,6	4,9	4,7	4,5	4,0	2,6	2,4	4,0	3,5	1,7	3,5		
	20 - 40	4,9	1,0	2,9	3,1	1,7	4,9	5,0	4,5	3,9	3,8	2,6	1,9	3,9	2,9	1,6	3,2		
X - 92	0 - 20	3,6	1,0	3,7	2,8	1,5	4,4	4,1	4,4	4,0	3,3	2,2	2,0	4,0	3,2	1,5	3,0		
	20 - 40	4,8	1,2	3,3	3,0	1,9	4,8	5,0	4,4	3,8	3,9	2,4	2,0	4,0	3,3	1,9	3,3		
IV - 93	0 - 20	4,2	1,1	4,0	2,7	2,9	4,3	4,6	4,2	4,1	4,3	2,2	2,3	3,7	3,1	1,3	3,3		
	20 - 40	4,8	1,1	3,2	3,0	2,0	4,7	4,8	4,7	4,0	3,9	2,8	2,0	3,7	3,0	1,6	3,3		
XI - 93	0 - 20	3,1	1,1	2,6	1,5	1,8	2,7	3,8	3,6	3,4	3,0	1,5	1,3	3,2	2,1	1,1	3,6		
	20 - 40	4,4	1,8	3,4	3,0	1,9	3,9	4,4	4,3	4,0	3,7	2,1	2,1	3,3	2,6	1,8	3,1		
\bar{x}	0 - 20	3,8	1,1	3,8	2,5	2,1	4,1	4,5	4,3	4,1	3,6	2,1	2,0	3,7	3,0	1,6	3,3		
\bar{x}	20 - 40	4,8	1,2	3,1	3,0	1,8	4,6	4,8	4,5	4,0	3,8	2,4	2,0	3,7	2,9	1,7	3,2		
\bar{x}	0 - 40	4,3	1,1	3,5	2,7	2,0	4,3	4,7	4,4	4,0	3,7	2,3	2,0	3,7	3,0	1,6	3,2		

Tabela 2. Zawartość glinu w trawie z okolic EC II Bydgoszcz (w ug Al · g⁻¹ s.m.)Table 2. The content of aluminium in grasses around EPP Bydgoszcz II (in ug Al · g⁻¹ d.m.)

Termin pobrania prób (m-c, rok)	Odległość od emitora w km - Distance from emitter (in km)															\bar{x}
	1,0					5,0					10,0					
Sampling date (month, year)	Kierunki - Directions															
	N	S	SE	E	W	N	S	SE	E	W	N	S	SE	E	W	
XI - 91	95	142	131	112	97	108	90	114	128	122	126	133	97	121	151	118
X - 92	101	155	122	116	110	105	86	104	126	118	152	141	101	129	148	121
XI - 93	81	93	110	98	90	99	81	103	108	121	121	120	93	112	125	104
\bar{x}	92	130	121	109	99	104	86	107	121	120	133	131	97	121	141	114

Największy wpływ na zawartość w glebie wywierały odległości od emitora i kierunki przeważających wiatrów. Najwyższą zawartość glinu w glebie (4,1-4,5 ug Al · g⁻¹) stwierdzono z odległości 5 km od emitora na wszystkich badanych kierunkach z wyjątkiem zachodniego (3,6 ug Al · g⁻¹) (tab.1). Wysokie zawartości rozpuszczalnych form glinu w glebach w okolicy EC II Bydgoszcz spowodowały wyraźne zróżnicowanie jego zawartości w roślinach (tab.2). Można również zauważyć wyraźne obniżenie zawartości glinu w roślinach w ostatnim roku badań (1993).

Rozpatrując wpływ pobrania prób trawy pod względem stron świata (przeważających wiatrów) stwierdzono niewielkie różnice zawartości glinu w roślinach.

Uzyskane wyniki zawartości glinu w glebie świadczą o możliwości toksycznego oddziaływania tego pierwiastka na rośliny. Według Mac Lean [4] zawartość 0,5 me Al · 100 g⁻¹ może wpływać toksycznie na niektóre rośliny. Natomiast według badań Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach ilość glinu ruchomego w przedziale 2-4 ug Al₂O₃ · g⁻¹ gleby jest toksyczna dla większości roślin uprawnych.

O ilości glinu w glebach decydowały w największym stopniu odległość od emitora oraz kierunek wiatru. Największe stężenie glinu wykryto w obszarze oddalonym o 5 km od źródła emisji zanieczyszczeń. Wynosi ono 4,1 me Al · 100 g⁻¹ (średnio dla pięciu punktów położonych na różnych kierunkach), natomiast w odległości 1 km i 10 km - odpowiednio 2,7 i 2,5 me Al · 100 g⁻¹. Duży wpływ na zawartość glinu w glebie odgrywał kierunek wiatru. Dla pomiarów na pierwszym kilometrze najwięcej zanieczyszczeń występowało w kierunku północnym, południowo-wschodnim (3,8 me Al · 100 g⁻¹), a najmniej w kierunku południowym (1,1 me Al · 100 g⁻¹).

4. WNIOSKI

1. Badanie terenu przyległego do emitora w promieniu 10 km wykazało wielokrotne przekroczenie zawartości glinu ruchomego w glebie w stosunku do gleb nie narażonych na oddziaływanie przemysłu.
2. Największy wpływ na zawartość glinu ruchomego w glebie i roślinach wywierały odległość od emitora oraz kierunek przeważających wiatrów. Dla roślin czynniki przedstawione wyżej nie przyczyniły się do uzyskania większych zmian wśród badanego materiału.
3. Wystąpiło znaczne zmniejszenie zawartości glinu w roślinach w ostatnim roku prowadzenia badań (listopad 1993) w stosunku do listopada 1991 i października 1992 roku.

LITERATURA

- [1] Gonet S. (red.), 1990: Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Prace Komisji Naukowych PTG, Komisja Chemii Gleb, II/15, 8.
- [2] Hermann J., 1993: Raport końcowy realizacji projektu badawczego Nr 607969101 „Badanie zanieczyszczenia środowiska borem i glinem okolic elektrowni węglowych. ATR Bydgoszcz (praca niepublikowana).
- [3] Lityński T., Jurkowska M., Gorlach E., 1976: Analiza chemiczno-rolnicza. PWN, Warszawa
- [4] Mac Lean E.O., Shoemaker L., Mourigan W.R., 1960: Some effects of aluminium on lime requirement of soils. Trans-7th Internat. Congr. Soil, Madison, USA, 2, 2, 1992
- [5] Kac-Kacas M., 1967: Badania nad potencjalną kwasowością gleby. Pamiętnik Puławski, Suplement do zeszytu 24, IUNG, PWRiL.

ENVIRONMENT POLLUTION WITH ALUMINIUM
AROUND A COALBURNING ELECTRIC POWER PLANT

Summary

The experiments were carried out from November 1991 till November 1993 on the area surrounding an electric power plant within the circle of 20 km diameter and five geographical directions (N, S, SE, E, W). The results presented in this paper have indicated the threats caused by emissions of the power plant ashes and dusts. Mean aluminium content in soil has been multiply surpassed on the area studied. This must have as impact on fauna and flora. The distribution and intensity of pollution is determined first of all by the distance from the emitters and direction of prevailing winds. A part of aluminium contained in water soluble compounds can be distributed on large areas, what adds a lot to the threat to animals. That is why high chimneys do not solve the problem of pollution around big industrial plants.

Key words: environment, electric power plant, emissions, pollution, aluminium content in soil

BADANIA MODELOWE NAD WYMYWANIEM POTASU Z GLEB

Barbara Murawska, Ewa Spychaj-Fabisiak

Katedra Chemii Rolnej, Wydział Rolniczy ATR
ul. Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz

Synopsis. Doświadczenia modelowe prowadzono na trzech próbkach glebowych. Potas wymywano wodą destylowaną ($\text{pH} = 7$) lub kwaśnym roztworem wodnym ($\text{pH} = 5$). Ilość wymywanego potasu okazała się istotnie zależna od typu gleby. Stwierdzono również, że przemywanie gleb roztworem wodnym o $\text{pH} = 5$ powodowało istotnie wyższe wymycie potasu w porównaniu do obiektów przemywanych wodą destylowaną.

Słowa kluczowe: badania modelowo-laboratoryjne, symulowany kwaśny deszcz, typ gleby, wymywanie potasu

1. WSTĘP

Rozwiązanie problemu nierozsądnego korzystania z naturalnych zasobów środowiska wymaga od nauk rolniczych nastawienia głównej części badań na zachowawcze użytkowanie gleby, zgodnie z koncepcją rolnictwa zintegrowanego, określanego w zachodniej Europie terminem "sustainable agriculture". Termin ten tłumaczony jest na język polski jako rolnictwo "zachowawcze", "trwałe", "zrównoważone", "odtworzalne" lub "przyjazne dla środowiska" [2].

Produkcja rolnicza oraz położenie nacisku na jej wydajność, jak również rozwój przemysłu (kwaśne deszcze) przyspieszają degradację środowiska. Związane to jest z wieloma problemami, szczególnie z erozją gleb i zanieczyszczeniem wód gruntowych poprzez wymywanie składników pokarmowych i pestycydów.

Problem wymywania azotu azotanowego z gleby jest znany [3, 9], natomiast zagadnienia wymywania potasu nie są dokładnie zbadane. Nie wykorzystany przez rośliny potas z nawozów przeważnie ulega sorpcji wymiennej lub wymyciu, przy czym szybkość tego procesu zależy od ilości minerałów ilastych, pH gleby oraz od nawożenia. Roczne straty potasu mogą się wahać od 5 do 300 kg/ha.

W niniejszej pracy podjęto próbę określenia, w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych, w jakim stopniu rodzaj gleby i odczyn zastosowanego roztworu (pH roztworu) oraz nawożenie potasowe, azotowe oraz azotowo-potasowe łącznie wpływają na wymywanie potasu z badanych gleb.

2. METODYKA BADAŃ

Modelowe badania laboratoryjne przeprowadzono na próbkach trzech gleb, których właściwości fizyko-chemiczne przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Właściwości gleb użytych do badań
Table 1. The properties of soils taken for investigation

Parameter - Parameter		Typ gleby - Soil type		
		czarna ziemia black earth	gleba rdzawa brown earth	gleba bielicowa podsol
C		1530	750	618
N		155,7	62,2	75,6
N-NH ₄		2,8	4,8	3,0
N-NO ₃	mg/100 g gleby	0,5	1,2	0,1
Zawartość wg Egnera-Riehma DL:	mg/100 g soil			
Content after Egner-Riehm DL:				
P		10,6	7,4	6,3
K		31,0	18,0	19,5
pH	w KCl - in KCl	6,8	6,5	5,8
Kwasowość hydrolityczna	mmol(+)/kg	4,4	4,5	16,6
Hydrolytic acidity				
Skład granulometryczny	1 - 0,1 mm	51	85	65
	0,1 - 0,02 mm	26	5	21
	< 0,02 mm	23	10	14

Próbki gleb wysuszono i przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm, a następnie wypełniono nimi kolumny z PCV o długości 30 cm i wewnętrznej średnicy 4 cm z lejko-watym zwężeniem na dole i wkładką przepuszczalną dla wody. Następnie z wkraplacza wprowadzono wodę destylowaną (pH = 7) lub roztwór wodny zakwaszany kwasem siar-kowym do pH = 5, początkowo bardzo wolno aż do pełnego nawilżenia gleby, a później z szybkością około 2 cm³/min. Potas wprowadzono pipetą na głębokość ok. 5 cm w ilo-sci 5 cm³ roztworu KCl (50 mg K), azot w postaci roztworu NH₄NO₃ (50 mg N-NH₄ + + 50 mg N-NO₃). Odbierano 1 dm³ przesączu i oznaczano w nim zawartość potasu.

Doświadczenie założono według następującego schematu:

- A. Wymywanie wodą destylowaną o pH = 7.0
1. Gleba bez zmian (kontrola)
 2. Gleba z dodatkiem chlorku potasowego
 3. Gleba z dodatkiem azotanu amonowego
 4. Gleba z dodatkiem azotanu amonowego i chlorku potasowego.
- B. Wymywanie wodnym roztworem H₂SO₄ o pH = 5.0 (symulowany kwaśny deszcz)
1. Gleba bez zmian (kontrola)
 2. Gleba z dodatkiem chlorku potasowego
 3. Gleba z dodatkiem azotanu amonowego
 4. Gleba z dodatkiem azotanu amonowego i chlorku potasowego.

Ogółem doświadczenia objęły 8 x 3 = 24 warianty wykonane w dwóch powtórze-niach. Szczegóły metodyczne dotyczące prowadzonych badań zostały podane we wcze-sniejszych pracach [4, 10].

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I Dyskusja

Dokładne, ilościowe określenie strat potasu w glebie na drodze wymywania jest rzeczą dość trudną, bowiem jest to wypadkowa działania wielu czynników [8]. W ciągu 25 lat prawie ośmiokrotnie wzrosło średnie zużycie nawozów potasowych w Polsce (z 7,5 do 58 kg K/ha użytków rolnych). Zachodzi jednak potrzeba dalszego zwiększania dawek K, gdyż gospodarujemy z ujemnym saldem bilansowym tego składnika. Nie pobierany przez rośliny potas łatwo jest sorbowany przez kompleks sorpcyjny, a w niesprzyjających warunkach może być wymyty w głąb gleby, przyczyniając się do skażenia wód gruntowych i powierzchniowych, co w konsekwencji jest szkodliwe dla środowiska [15].

Wymywanie jest procesem ciągłym, a na jego intensywność wpływają między innymi rodzaj gleby i koloidów glebowych, kwasowość oraz forma stosowanego nawożenia [3, 7]. Przeprowadzone badania modelowo-laboratoryjne pozwalają określić poziom strat K w zależności od typu gleby, pH roztworu stosowanego do przemywania oraz dodatku soli (KCl, NH_4NO_3 bądź łącznie KCl + NH_4NO_3) (tabele 2, 3 i 4).

W przeprowadzonych badaniach nad stratami K, średnio najwięcej jonów potasowych wymyto z gleby bielkowej, nieco mniej z gleby rdzawej, a najmniej z czarnej ziemi niezależnie od pH stosowanego roztworu i dodatku soli (rys.1).

Stwierdzono, że z gleby bielkowej wymyto ponad 2-krotnie więcej potasu w porównaniu z czarną ziemią. Większe wymycie składników pokarmowych z gleb lekkich stwierdzili także Mazur [5], Teske [13], Łoginow, Spychaj-Fabisiak [4], Spychaj-Fabisiak i Andrzejewski [10]. Wysokie wymywanie składników pokarmowych z gleb piaszczystych zaobserwował również Vomel [14] w wieloletnich doświadczeniach lizymetrycznych. Ruszkowska i współpracownicy [8] stwierdzili również, że przy obecnym poziomie nawożenia potasem należy liczyć się z wymywaniem tego składnika do wód gruntowych, szczególnie na glebach lekkich.

Wyniki licznych badań wskazują, że na wielkość strat składników pokarmowych przez wymywanie wpływają kwaśne opady [1, 7, 11], a tym samym duże stężenie jonów wodorowych, które powodują niekorzystne zmiany w środowisku glebowym. Zmiany te przejawiają się między innymi zakwaszeniem gleby, co pociąga za sobą zwiększenie rozpuszczalności soli Ca, Mg i K [1].

Jak podają Nemeth i Grimme [6], na glebach o $\text{pH} < 5$ część ujemnych ładunków sorbujących kationy, w tym również potasu, jest blokowana przez Al^{3+} lub $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, przez co zmniejsza się zdolność sorbowania potasu, co w konsekwencji zwiększa jego wymywanie.

W przeprowadzonych badaniach modelowo-laboratoryjnych stwierdzono, że przemywanie gleb wodnym roztworem o $\text{pH} = 5$ (symulowany kwaśny deszcz) spowodowało prawie 3-krotnie większe wymycie potasu z gleb w porównaniu z obiektami przemywanymi wodą destylowaną ($\text{pH} = 7$), niezależnie od typu gleby i dodatku soli (rys.2). Można stwierdzić, że symulowany kwaśny deszcz wpływa istotnie na poziom wymywania jonów potasowych (tabele 2, 3, 4).

Zależność między ilością wymywanych jonów z gleby a działaniem kwaśnych deszczów stwierdzają w swoich pracach Białobok [1], Person [7] oraz Spychaj-Fabisiak [12]. Potwierdzają ją również prezentowane wyniki w niniejszej pracy.

Tabela 2. Wymywanie potasu z gleb po zastosowaniu chlorku potasowego (mg K/dm³)
 Table 2. Leaching of potassium from soils after potassium chloride application (mg K/dm³)

Odczyn roztworu wodnego Reaction	Typ gleby - Soil type											
	czarna ziemia - black soil		gleba rdzawa - brown earth		gleba bielocowa - podsol		średnia - mean		bez K		z K	
	bez K without K	K	bez K without K	K	bez K without K	K	bez K without K	K	bez K without K	K	bez K without K	K
pH = 5	6,6	10,9	8,7	15,1	19,2	17,1	22,7	28,7	25,7	14,7	19,6	17,2
pH = 7	30,9	35,6	33,2	46,0	55,4	50,7	63,9	83,6	73,8	46,9	58,2	58,6
średnia - mean	18,7	23,2	21,0	30,5	37,3	33,9	43,3	56,2	49,7	30,8	38,9	34,9

Czynnik - Factor	NIR		Współdziałanie Interaction		NIR	
	LSD	p = 0,05	LSD	p = 0,05	LSD	p = 0,05
(I) typ gleby - soil type			3,3		I x II	3,4
(II) odczyn roztworu wodnego - reaction			2,0		I x III	2,2
(III) dawka K - K dose			1,3		II x III	1,8
					I x II x III	3,1

Tabela 3. Wymywanie potasu z gleb po zastosowaniu saletry amonowej (mg K/dm³)
 Table 3. Leaching of potassium from soils after ammonium nitrate application (mg K/dm³)

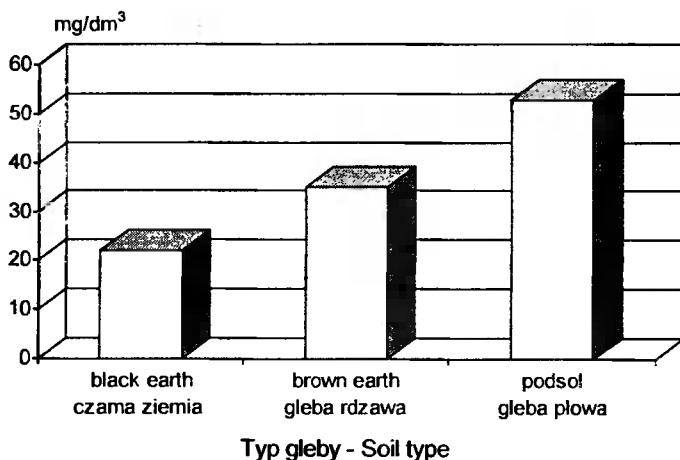
Odczyn roztworu wodnego Reaction	Typ gleby - Soil type											
	czarna ziemia - black soil		gleba rdzawa - brown earth		gleba biellicowa - podsol		średnia - mean					
	bez N without N	N	bez N without N	N	bez N without N	N	bez N without N	N	bez N without N	x		
pH = 5	6,4	12,7	9,8	15,1	24,9	20,0	22,7	38,4	25,7	14,7	25,3	20,0
pH = 7	30,9	40,8	35,8	46,0	49,7	47,8	63,9	83,5	73,8	46,9	58,0	52,5
średnia mean	18,7	26,7	22,7	30,5	37,3	33,9	43,3	61,0	49,7	30,8	41,7	36,3

Czynnik - Factor	NIR		Współdziałanie Interaction		NIR	
	p = 0,05 LSD	p = 0,05 LSD	p = 0,05 LSD	p = 0,05 LSD	p = 0,05 LSD	p = 0,05 LSD
(I) typ gleby - soil type						
		3,5	I x II			3,7
(II) odczyn roztworu wodnego - reaction		2,1	I x III			2,4
(III) dawka N - N dose		1,4	II x III			2,0
			I x II x III			3,4

Tabela 4. Wymywanie potasu z gleb po zastosowaniu chlorku potasowego i saletry amonowej (mg K/dm³)
 Table 4. Leaching of potassium from soils after potassium chloride and ammonium nitrate application (mg K/dm³)

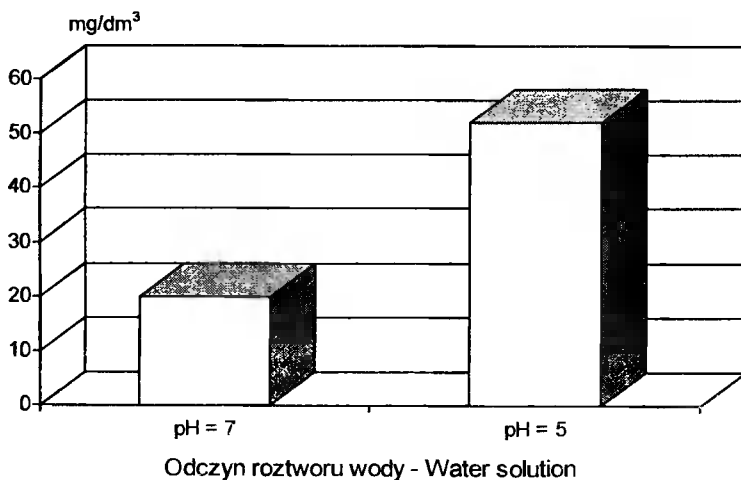
Odczyn roztworu wodnego Reaction	Typ gleby - Soil type											
	czarna ziemia - black soil		gleba rdzawa - brown earth		gleba biellicowa - podsol		średnia - mean					
	bez N K without N K	N K	bez N K without N K	N K	bez N K without N K	N K	bez N K without N K	N K	bez N K without N K	N K		
pH = 5	6,6	20,1	13,3	15,1	30,3	22,7	22,7	42,2	32,4	14,7	30,9	22,8
pH = 7	30,9	36,0	33,4	46,0	58,2	52,1	63,9	90,7	77,3	46,9	61,6	54,3
średnia mean	18,7	28,0	23,4	30,5	44,3	37,4	43,3	66,4	54,9	30,8	46,3	38,3

Czynnik - Factor	NIR LSD	p = 0,05	Współdziałanie Interaction		NIR LSD	p = 0,05
			I x II	I x III		
(I) typ gleby - soil type		3,0				3,2
(II) odczyn roztworu wodnego - reaction		1,8				3,1
(III) dawka NK - NK dose		1,2				1,7
						2,9



Rys.1. Średnie ilości potasu wymywanego z gleb (niezależnie od stosowanego nawozu i odczynu roztworu)

Fig.1. Average quantity of the potassium leached from soils (independently from fertilizer application and reaction of water solution)

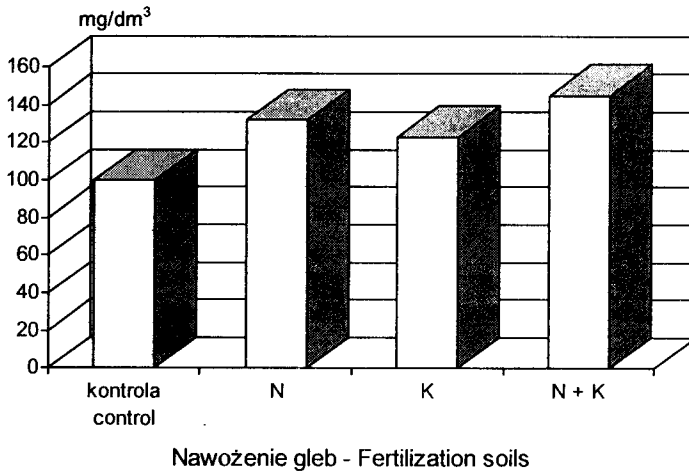


Rys.2. Średnie ilości potasu wymywanego z gleb (niezależnie od stosowanego nawozu i typu gleby)

Fig.2. Average quantity of the potassium leached from soils (independently from fertilizer application and of soil type)

Spychaj-Fabisiak i Murawska [11] w badaniach nad wymywaniem azotu amonowego z gleb stwierdziły, że przemywanie gleb symulowanym kwaśnym deszczem spowodowało średnio 1,5-krotnie większe wymycie $N-NH_4$ z gleb w porównaniu z obiektami przemywanymi wodą destylowaną (pH = 7).

W opracowaniu niniejszym podano także średnie wymywanie potasu, w zależności od dodatku soli (nawożenia), niezależnie od typu gleby i pH roztworu stosowanego do przemywania (rys.3). Ilość wymywanego K przedstawiono w liczbach względnych w stosunku do obiektu kontrolnego (przyjętego za 100).



Rys.3. Średnie ilości potasu wymywanego z gleb (niezależnie od typu gleby i odczynu roztworu)
Fig.3. Average quantity of the potassium leached from soils (independently from soil type and reaction of water solution)

Dodatek azotu w formie NH_4NO_3 , łączne stosowanie dodatku potasu i azotu ($\text{KCl} + \text{NH}_4\text{NO}_3$) zwiększa, średnio prawie 1,5-krotnie, wymywanie potasu w porównaniu z obiektem bez dodatku (kontrola). Z danych literaturowych wynika, że istnieje współzależność między rodzajem zastosowanego nawożenia a ilością wymytych składników pokarmowych z gleby [3, 8, 9, 12, 15]. Stwierdzono, że po 72 dniach od wprowadzenia nawozu, stężenie składników pokarmowych w wodach gruntowych było średnio wyższe po zastosowaniu saletry amonowej w porównaniu z moczniakiem i chlorkiem potasowym [3].

Spychaj-Fabisiak i Murawska [11] w przeprowadzonych badaniach modelowych stwierdziły również, że sumaryczne średnie wymywanie K, Ca i NH_4 istotnie zależało od stosowanego nawożenia. Najwięcej składników pokarmowych wymyło z gleb po zastosowaniu saletry amonowej (30%), natomiast istotnie mniej po zastosowaniu siarczanu amonowego (24% wprowadzonego N).

Badania wykazały, że straty potasu w istotny sposób zależą od typu badanej gleby, odczynu roztworu stosowanego do przemywania gleb oraz rodzaju dodatku soli (nawożenia). W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono także, że straty potasu na drodze wymywania z gleb można ocenić jako istotne. Mogą mieć one prawdopodobnie wpływ na stopień wykorzystania nawozów potasowych i azotowych przez rośliny. Należy to rozpatrywać z punktu widzenia postępującego procesu zanieczyszczenia wód gruntowych, powodowanych chemizacją rolnictwa.

4. WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań modelowo-laboratoryjnych można wyciągnąć następujące wnioski :

1. Straty potasu przez wymywanie są znaczne i zależą istotnie od typu gleby. Stwierdzono, że średnio z gleby biellicowej wymyciu uległo prawie 2-krotnie więcej potasu w porównaniu z czarną ziemią.
2. Spośród badanych czynników wpływających na wielkość wymywania potasu, najbardziej istotne w omawianych badaniach okazało się pH roztworu użytego do przemywania. Przemywanie gleb symulowanym kwaśnym deszczem (pH = 5) spowodowało średnio 3-krotnie większe wymywanie jonów K w porównaniu z obiektami przemywanymi wodą destylowaną (pH = 7).
3. Wymywanie potasu istotnie zależy od dodatku zastosowanej soli (nawożenia). Dodatek azotu w formie NH_4NO_3 oraz łączne stosowanie potasu i azotu ($\text{KCl} + \text{NH}_4\text{NO}_3$) zwiększyło średnio 1,5-krotnie wymywanie jonów potasowych w porównaniu z glebą bez dodatku (kontrola).

LITERATURA

- [1] Białobok S., 1986: Zjawisko kwaśnych deszczów. Kosmos 1/191, 25, 46-63.
- [2] Boroń K., Fotyma N., Pecio A., Rozbicki J., 1994: III Kongres European Society for Agronomy ESA. *Fragm. Agron.* XI, 4, 86-98.
- [3] Kopeć S., Nowak K., 1991: Straty składników nawozowych przez wymywanie w zależności od nawożenia i uprawianej rośliny. *Roczn. Gleb.* XLII, 3/4, 109-114.
- [4] Łoginow W., Spychaj-Fabisiak E., 1990: A model experiment with ammonium nitrate washing of different soils. *Polish J. Soil Sci.*, XXIII/1, 25-30.
- [5] Mazur T., 1977: Wymywanie składników pokarmowych z gleb nawożonych gnojowicą (doświadczenie modelowe). *Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Rolnictwo*, 22, 15-28.
- [6] Nemeth K., Grimme H., 1972: Effect of soil pH on the relationship between K concentration in the saturation extract and K saturation of soils. *Soil Sci.* 114, 349-354.
- [7] Person G., 1982: Acidification today and tomorrow. *Proc. Swed. Min. Agric. Environ. Com.*, Stockholm, 2, 8-16.
- [8] Pondel H., Ruzkowska M., 1991: Wymywanie składników nawozowych z gleb w świetle badań IUNG. *Roczn. Gleb.* XLII, 3/4, 77-107.
- [9] Ruzkowska M., 1979: Dynamika i bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym. *Roczn. Nauk. Roln.*, 173, 7-53.
- [10] Spychaj-Fabisiak E., Andrzejewski J., 1992: Badania modelowe nad wymywaniem jonów amonowych i azotanowych z różnych gleb mineralnych. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz*, 178, *Rolnictwo* 31, 22-34.
- [11] Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., 1994: Badania nad wymywaniem azotu amonowego z gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 414, 21-28.
- [12] Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., Cwojdzński W., 1994: The influence of the simulated rainfalls on mineral nitrogen leaching from the soils. *Polish J. of Soil Sci.*, Vol. 27, 1, 29-35.

- [13] Teske W., Matzel W., 1976: Stickstoffauswaschung und Stickstoffausnutzung durch die Pflanzen in Feldlysimetern bei Anwendung von N15-markierten Harnstoff. Arch. Acker u. Pflanzenbau u. Bodenk., 20, 7-12.
- [14] Vomel A., 1974: Der Nahstoffumdotz in Boden und Pflanze aufgrund von Lysimeterversuchen. Fortscgr. in Acker u. Pflanzenbau, 3.
- [15] Zawartka L., 1975: Wymywanie składników mineralnych z różnych gleb brunatnych. II. Potas. Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Rolnictwo 13, 65-78.

STUDIES ON THE POTASSIUM LEACHING FROM SOILS

Summary

Three different soil samples were collected for a model experiment. Potassium was leached by using distilled water (pH = 7) or with acid water solution (pH = 5). Quantity of potassium leached depended essentially on the soil type.

It was observed, that soil leaching performed with water solution (pH = 5) caused considerably higher potassium leaching in comparison to objects leached with distilled water.

Key words: experiments model-laboratory, simulated acid rain, type soils, leaching potassium

ALUMINIUM DISSOLUTION FROM SOILS MIXED WITH SILICATE FLY ASH

Janusz Hermann

Faculty of Agriculture, University of Technology and Agriculture
Bernardyńska St 6/8, 85-029 Bydgoszcz

Abstract. This paper describes dissolution of aluminium from fly ash-soil mixtures as affected by the type of soil, dose of fly ash and duration of the water saturation of the mixtures. The content of mobile aluminium increased 5-7 fold after application of fly ash in small doses. The soil acidity was not strongly affected. The increase was 2-3 times higher when larger doses were used which strongly alkalized the soil. After 24 hours, the solubility of aluminium diminished.

Key words: aluminium, fly-ash soil mixtures, content of mobile aluminium

1. INTRODUCTION

The toxic effect that aluminium has on plants is the main reason for evaluating the amount of aluminium found in fly ash [1, 3, 4]. Next to silicon, aluminium is the largest component found in fly ash. The aluminium amount ranges from 16 to 37% [2, 3, 4]. When such materials are mixed with soils, a part of the aluminium salts hydrolyzes and, at high pHs, forms initially either precipitate of $\text{Al}(\text{OH})_3$ or $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. The precipitates can solubilize easily as $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ in a solution with an excess of alkaline ions [5], but only shortly after precipitation. After a period of time, the solubility of aluminium hydroxide diminishes.

2. MATERIALS AND METHODS

The analyses were conducted using polyvinyl chloride (PCV) columns with a diameter of 7 cm and a length of 50 cm. Two soils, a podzolic soil developed from dune sand and a podzolic lessive soil developed from loess, were used in this experiment (Table 1).

Soil samples were taken from the top 0-20 cm of an agricultural field, air dried at 20°C and then sieved through a 1 mm sieve. Fly ash was taken from the coal Bydgoszcz II Power Plant. It possessed both a fine granulation where 77% of the particles had a diameter below $6,6 \cdot 10^{-2}$ mm and a high aluminium content (22,14% as Al_2O_3) as noted in Table 2.

Table 1. Chemical composition of soils (mg/100 g)

Tabela 1. Skład chemiczny gleby (mg/100 g)

Soil - Gleba	C	N	Al ₂ O ₃	Ca	P	K	pH	
	total ogółem	total ogółem	total ogółem	total ogółem	available przyswajalny		in H ₂ O w H ₂ O	in KCl w KCl
1	750	62	1890	360	0,2	6,9	4,3	3,7
2	810	70	2020	1610	0,4	11,3	4,1	3,4

1 - podzolic soil developed from dune sand

gleba biellicowa właściwa, wytworzona z piasku wydmowego

2 - podzolized lessive soil developed from loess

gleba płowa biellicowana, wytworzona z utworu lessowatego

Table 2. Chemical composition of fly ash (%)

Tabela 2. Skład chemiczny popiołów lotnych (%)

Ca	Mg	K	Na	P	S ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	C
2,12	1,34	3,04	0,36	0,07	1,34	2,90	7,38	25,14	46,5	5,31

1 kg samples of both soils were used, while fly ash was added in increasing dosage as follows: 10, 25, 50, 100, 125, 150, 175 and 200 grams. Fly ash was carefully mixed with soil samples and the PCV columns were filled with these mixtures. One group of samples was submerged in water and kept in a saturated state for 24 hours. The remaining samples were eluted with water at the rate of 98,3 cm³ hr⁻¹ under fully saturated conditions.

The experiments were stopped when 1 dm³ of eluate had been collected.

The aluminium concentrations were determined by the colorimetric method with aluminone. The accuracy of the method was found to be about 1,4%. It was calculated on a base of ten control measurements.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The amount of aluminium ions in the leachate depended upon pH, the duration of the reaction and, to a lesser extent, the soil type. Positive correlations were obtained between the Al concentration and the amount of fly ash added (Table 3).

The process of aluminium leaching from soil-fly ash mixtures produced different yields. The observations of the changes in both pH and aluminium content in the eluates proved that leaching of aluminium ions was affected by OH⁻ ions released from dissociation of strong base hydroxides. If the process of aluminium solubilization takes place quicker than the process of formation of strong base hydroxides, aluminium is present in solution. Otherwise it precipitates via the formation of insoluble aluminates, a process which continues until the solution pH reaches 6,1-6,3. Big doses of fly ash promoted strongly alkaline reactions up to pH 9,2 and remobilization of aluminium although in lower amounts than in the acidic pH range.

The aluminium concentrations in leachate which was obtained from unadulterated soil did not differ from the data given in the literature [7] whereas the corresponding

values for soil mixed with fly ash greatly exceeded the recommended amounts [6] allowed from the agricultural point of view [4].

Table 3. The content of mobile aluminium in fly ash-soil mixtures ($\text{mg Al} \cdot 100^{-1} \text{ g soil}$)

Tabela 3 Zawartość stałego glinu w mieszaninach popiołowo-glebowych ($\text{mg Al} \cdot 100^{-1} \text{ g gleby}$)

Soil	Parametr	Doses of fly ash ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) - Dawka popiołu lotnego ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)									
Gleba	Parameter	0	10	25	50	75	100	125	150	175	200
Without humidification - Bez nawilżania											
1	Al	4,7	26,2	31,0	2,1	0,5	3,7	7,1	9,7	10,8	14,9
	pH	4,3	5,1	5,4	6,3	7,1	8,4	8,8	8,9	9,1	9,2
2	Al	5,9	28,4	37,1	4,2	1,1	0,0	3,6	8,8	12,7	17,4
	pH	4,1	4,7	5,3	5,8	6,5	7,7	8,2	8,6	9,0	9,1
With preliminary humidification (24 h) - Po wstępnym nawilżaniu (24 h)											
1	Al	4,6	19,7	22,4	0,2	0,9	0,8	4,5	5,3	7,1	7,9
	pH	4,3	4,9	5,2	6,1	7,7	7,9	8,7	8,8	8,9	9,0
2	Al	6,1	21,6	24,8	16,3	0,8	0,8	5,4	6,2	7,1	7,8
	pH	4,1	4,6	5,0	5,6	8,0	8,0	8,6	8,8	8,8	9,1

The mean aluminium concentration in solutions from the two soils differed only by 0,5 mg. More substantially, differences occurred between the samples submerged water and those that were not humidified in any manner. The mean values for the first soil without preliminary moistening were 37,9 % higher than in submerged soils. The corresponding value for the second soil was 19,2 %. Thus a considerable removal of aluminium of the layer subjected to leaching took place with a decrease in amounts with time, probably due to the predominance of chemical sorption over aluminium liberation.

In summary, it can be stated that aluminium contained in silicate fly ashes underwent leaching with water in large amounts, far exceeding the values considered as non-toxic to plants. In accordance with this, aluminium may be one of the factors for determining how large a dose of fly ash may be introduced to soil.

4. CONCLUSIONS

1. Large parts of aluminium contained in mixtures of silicate fly ash and soil were mobilized by percolating water through the mixture. Liberated amounts of aluminium were several times higher than those values accepted as toxic to plants. This may be an important element for setting a limit for the amount of ash which can safely be mixed with soils.
2. The yield mobilized aluminium was affected by the pH in relation to the amount of fly ash applied, duration of water saturation and, to a lesser extent, the type of soil.

REFERENCES

- [1] Ciećko Z., Nowak G., 1984: Reakcja kukurydzy, owsa i rzepaku na wzrastające dawki popiołu z węgla kamiennego. Rocz. Glebozn. XXXV, 4, 51.

- [2] Hermann J., Wiśniewski W., 1988: Mobile aluminium in sour soils fertilized with power plant fly ashes. *Environ. Prot. Eng.*, 2, 14, 85-90.
- [3] Keren R., Gast R.G., 1983: pH-Dependent Boron Absorption by Montmorillonite Hydroxy-Aluminium Complex. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47, 1116-1121.
- [4] Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Wiązek K., 1987: Wpływ popiołów z węgla kamiennego na gleby i rośliny. *Arch. Ochr. Środ.*, 1-2, 97-104.
- [5] Malý V., 1967: Možnosti použití odpadů z elektraren a tepláren. *Vedecké Práce Vyzkumneho Ust. Mel. Praze*, 177-188.
- [6] Nowaczyk E., Borys M., 1974: Rola glinu w życiu rośliny. *Post. Nauk Roln.*, 6, 3-24.
- [7] Roy W.R., Griffin R.A., 1984: Illinois Basin Coal Fly Ashes. 1. Chemical Characterization and Solubility. *Environ. Sci. Technol.*, 18, 734-739.

ROZPUSZCZALNOŚĆ GLINU Z MIESZANEK GLEBOWYCH Z KRZEMIANOWYMI POPIOŁAMI LOTNYMI

Streszczenie

Opisano rozpuszczanie się glinu z mieszanek popiołowo-glebowych, w zależności od rodzaju gleby, dawki popiołu i czasu ługowania wodą. Zawartość glinu rozpuszczalnego zwiększała się 5-7 razy po zastosowaniu niskich dawek popiołu utrzymujących kwaśny odczyn mieszanek.

Stosunkowo niskie stężenie glinu rozpuszczalnego stwierdzono w roztworach otrzymanych z mieszanek popiołowo-glebowych, których odczyn utrzymywał się w zakresie pH 6,1-7,9. Ponowny wzrost zawartości glinu w roztworze stwierdzono przy zastosowaniu wysokich, silnie alkalizujących dawek popiołu do gleby.

Słowa kluczowe: glin, mieszanki popiołowo-glebowe, zawartość glinu ruchomego

PRÓBA OKREŚLENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ PYŁOWO-GAZOWYCH WOJEWÓDZTWA TORUŃSKIEGO W LATACH 1988-1991

Bożena Barczak, Zbigniew Malinowski
Katedra Chemii Rolnej, Wydział Rolniczy ATR
ul. Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz

Synopsis. Na podstawie pomiarów emisji przeprowadzonych w latach 1988-1991 przez Wojewódzki Inspektorat Badań i Kontroli Środowiska oszacowano rzeczywiste rozmiary zanieczyszczeń atmosfery przez instytucje i zakłady, prowadzące działalność gospodarczą na terenie województwa toruńskiego. Pomiarzy zanieczyszczeń atmosfery obejmowały emisję pyłu, dwutlenku siarki, tlenków azotu i tlenku węgla. Wykazano, że wartości emisji pyłów i gazów obliczone na podstawie pomiarów bezpośrednich są znacznie wyższe niż odpowiednie dane publikowane przez GUS. Stwierdzono również, że zmiany ilości zanieczyszczeń pyłowo-gazowych nie są zbieżne ze zmianami dochodu narodowego.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia atmosfery, zanieczyszczenie pyłowe i gazowe powietrza, emisja dwutlenku siarki, tlenków azotu i tlenku węgla

1. WSTĘP

Intensywny rozwój cywilizacji powoduje stały wzrost zapotrzebowania na energię i jej nośniki. Zasadniczą część energii uzyskuje się dotychczas ze spalania paliw kopalnych: węgla, ropy naftowej i gazu, czyli przez rozwój tak zwanej energetyki kopalnej. W rozwoju energetyki dominuje tendencja do tworzenia dużych, czy wręcz gigantycznych zakładów energetycznych. Takie obiekty stwarzają jednak rosnące zagrożenie dla środowiska. Zanieczyszczone powietrze i woda, skażona gleba i żywność - to cena, którą przychodzi płacić ludzkości za nierozważne korzystanie z dóbr natury [4].

Dotychczasowe opracowania wyników pomiarów emisji chwilowych pyłu, czy składników gazowych mają raczej ograniczoną wartość praktyczną. Służą przede wszystkim do kontroli przestrzegania ustalonych norm zawartych w decyzjach o dopuszczalnej emisji zanieczyszczeń z danego źródła, jak również do naliczania opłat za "korzystanie ze środowiska". Ponadto wyniki te służą ocenie stanu i działania urządzeń do redukcji zanieczyszczeń, jak również pełnią funkcję dokumentacyjną i porównawczą.

Oceną stopnia zagrożenia środowiska przez potencjalne źródła zanieczyszczeń (zakłady energetyczne, przemysłowe, kotłownie komunalne itp.) zajmują się w Polsce Wojewódzkie Stacje Sanitarно-Epidemiologiczne, Wojewódzkie inspektoraty Badań i Kontroli Środowiska (dawniej Osrodki Badań i Kontroli Środowiska) oraz Wydziały Ochrony Środowiska przy Urzędach Wojewódzkich. Jednostki te koncentrują uwagę głównie na kontroli najbardziej uciążliwych źródeł zanieczyszczeń środowiska. W tej sytuacji,

ocena wielkości emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do atmosfery podawana corocznie przez GUS [9, 10, 11, 12] z konieczności opiera się o dane szacunkowe, ustalone na drodze obliczeń bilansu paliwowo-surowcowego w oparciu o wskaźniki emisji [13].

W niniejszej pracy podjęto próbę bezpośredniego oszacowania doświadczalnych rozmiarów emisji pyłu, dwutlenku siarki, tlenków azotu i tlenku węgla dla instytucji i zakładów prowadzących działalność gospodarczą na terenie województwa toruńskiego. Przyjęto, że źródłem danych do niniejszego opracowania są wyniki bezpośrednich pomiarów emisji przeprowadzonych przez Wojewódzki Inspektorat Badań i Kontroli Środowiska w Toruniu dla wyżej wymienionych zanieczyszczeń atmosfery.

2. MATERIAŁ, TEREN I METODY BADAŃ

2.1. Teren badań

Znaczna część województwa toruńskiego należy do bydgosko-toruńskiego obszaru ekologicznego zagrożenia [8]. Obszary ekologicznego zagrożenia to rejony, w których nastąpiło naruszenie równowagi przyrodniczej, przejawiające się w wyeliminowaniu procesów samooczyszczania i regeneracji układów biologicznych, a także nasileniu się zagrożenia dla zdrowia i chorób uwarunkowanych stanem środowiska [6]. Do obszaru ekologicznego zagrożenia obejmującego granice administracyjne województwa toruńskiego zalicza się miasto Toruń oraz pięć gmin: Lubicz, Łysomice, Oborowo, Wielka Nieszawka i Zławieś Wielka, których łączna powierzchnia wynosi 904 km², co stanowi około 47% powierzchni województwa [7].

Bydgosko-toruński obszar ekologicznego zagrożenia w klasyfikacji, którą przeprowadzono według sumarycznej oceny stanu zanieczyszczenia wybranych elementów środowiska, zajmuje 11 miejsce. O miejscu tym zdecydowało między innymi: zagrożenie drzewostanów emisją pyłów i gazów (drugie miejsce) oraz emisją ścieków przemysłowych i komunalnych (siódme miejsce). Poważnym problemem omawianego obszaru jest również zanieczyszczenie wód powierzchniowych. Wisła prowadzi wody nie odpowiadające normom, a wody rzeki Drwęcy, będącej źródłem zaopatrzenia Torunia, mają III klasę czystości [7].

Badaniami emisji pyłowo-gazowych objęto m.in. następujące zakłady: EMA APATOR, Cukrownia Unisław, ELANA, ERG Wąbrzeźno, FAM Chełmno, FERMBET Golub-Dobrzyń, FUS Chełmno, Przedsiębiorstwo Materiałów Budowlanych Chełmża, Kom. Bud.

2.2. Metody pomiarów emisji zanieczyszczeń

W okresie od 1 stycznia 1988 roku do 31 grudnia 1991 roku na terenie województwa toruńskiego przeprowadzono pomiary emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych. Pomiarami tymi objętych było 65 zakładów województwa pracujących na ogół w ruchu ciągłym (całodobowo). Pomiary zostały wykonane zgodnie z ustalonymi normami i metodami obowiązującymi w tym zakresie [3]. Emisję chwilową obliczano jako iloczyn stężenia pyłu lub gazu oraz natężenia ich przepływu, przyjmując jako jednostkę [kg/h].

2.2.1. Pomiar emisji pyłu

Określenie emisji pyłu w gazach odlotowych przeprowadzono na podstawie oznaczenia stężenia pyłu w gazie, które wyznacza się w oparciu o ilość wytrąconego pyłu ze znanej (zmierzonej) ilości gazu pobranego z przewodu [3].

Do pobrania próbek gazu stosowano przemysłowe pyłomierze P-10, produkowane przez Zakłady Automatykacji i Mechanizacji Przemysłu Metali Nieżelaznych „ZAM” w Kętach wraz z sondami zwykłymi i prędkościowymi.

2.2.2. Pomiar emisji dwutlenku siarki

Określenie emisji chwilowej dwutlenku siarki przeprowadzono na podstawie oznaczenia stężenia tego związku w gazach odlotowych w oparciu o metodykę opracowaną przez zakrzański oddział Polskiej Akademii Nauk [3]. Wykorzystano w tym celu automatyczny analizator spalin GA-60 z elektrochemicznymi czujnikami produkcji angielskiej firmy ELJACK w Zgierzu.

2.2.3. Pomiar emisji tlenków azotu

Stężenie tlenków azotu oznaczono na podstawie pomiarów ich zawartości w gazach odlotowych zgodnie z normą PN-61/Z-04075 (metoda z kwasem fenolodwusulfonowym).

2.2.4. Pomiar emisji tlenku węgla

Do oszacowania emisji tlenku węgla w gazach odlotowych, stosowano sprzęt produkcji polsko-szwajcarskiej o nazwie SEMIDUR-7000 firmy ELJACK w Zgierzu.

2.3. Sposób opracowania wyników

Uzyskane wyniki pomiarów emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych poddano analizie modalnej, otrzymując średnie emisje chwilowe dla każdego roku badań. W celu otrzymania wartości emisji globalnej danego zanieczyszczenia, przyjęto następującą drogę postępowania:

- średnią emisję chwilową zanieczyszczenia wyrażoną w [kg/h] przeliczono na [tony/rok] wg wzoru:

$$E_g = \frac{E_c \times a}{1000}$$

gdzie:

- E_g - emisja globalna [tony/rok],
- E_c - emisja chwilowa [kg/h],
- a - liczba godzin dni roboczych w roku.

Do przeliczeń rocznych przyjęto liczbę dni roboczych, która dla poszczególnych lat wynosiła:

- rok 1988 - 255 dni;
- rok 1989 - 253 dni;
- rok 1990 - 253 dni;
- rok 1991 - 250 dni.

Liczbę godzin roboczych ustalano indywidualnie dla każdego zakładu, w którym dokonywano pomiarów. Uwzględniano przy tym pracę na tzw. zmiany, ewentualnie sezonowy charakter pracy.

Na podstawie informacji uzyskanych w Wydziale Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Toruniu z "Katalogu emiterów województwa toruńskiego" do obliczeń przyjęto, że liczba emiterów w latach 1988-1991 wynosiła 338.

Wartość emisji globalnej obliczono jako iloczyn średniej emisji dla pojedynczego emitera i liczby emiterów.

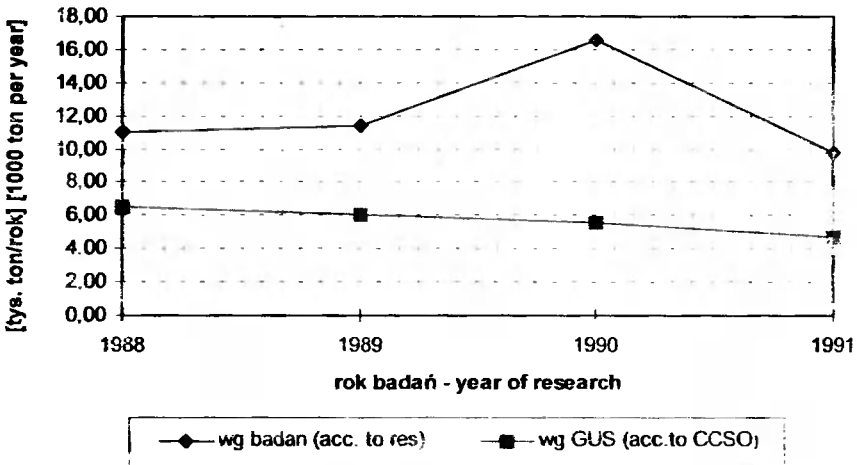
Ogółem w latach 1988-1991 na terenie województwa toruńskiego wykonano łącznie 1333 pomiary emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych, w tym 438 pomiarów emisji pyłu, 448 pomiarów emisji dwutlenku siarki, 423 pomiary emisji tlenków azotu i 24 pomiary emisji tlenku węgla (oznaczenia zawartości tlenku węgla rozpoczęto od połowy 1991 roku w związku z zakupem sprzętu do pomiaru tego gazu).

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Na podstawie wykonanych w 1988 roku 125 pomiarów emisji pyłu obliczono, że pojedynczy emiter średnio wydalał do atmosfery 6,04 kg pyłu w ciągu godziny. Przeliczenie emisji chwilowej uwzględniające średni czas pracy źródeł emisji i ilość emiterów (338), daje emisję pyłu w wysokości 10,1 tys. ton/rok. Natomiast dane GUS wskazują, że w roku tym na terenie województwa toruńskiego z uciążliwych emitorów przemysłowych wydalono do atmosfery 7,2 tys. ton pyłu w ciągu roku [9].

Analogiczne jak dla roku 1988, obliczenia wykonane dla pomiarów z 1989 pozwoliły ustalić, że emisja pyłu wynosiła 11,0 tys. ton/rok, wobec podawanej przez GUS [10] - 6,5 tys. ton/rok. Dla 1990 roku wyliczona tą metodą emisja kształtowała się na poziomie 16,6 tys. ton/rok, przy 5,6 tys. ton szacowanych przez GUS [11]. Natomiast dla roku 1991 obliczona emisja stanowiła 9,8 tys. ton, wobec 4,7 tys. podawanych przez GUS [12].

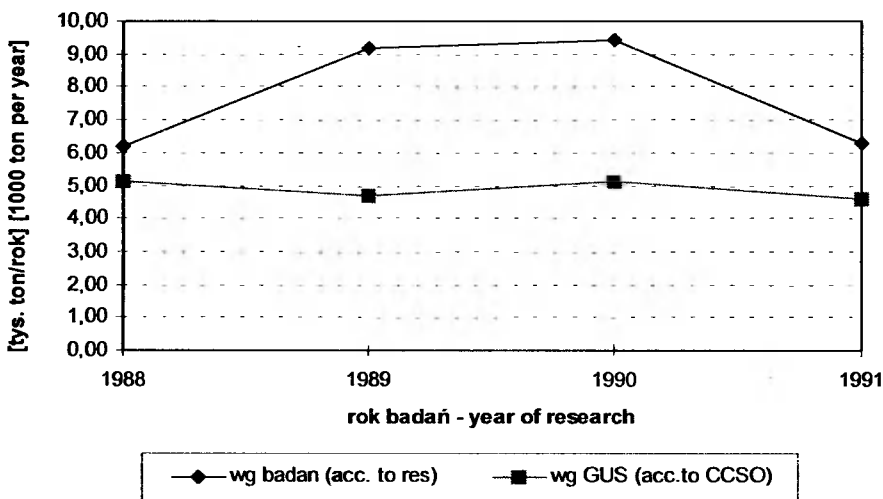
Średnia oszacowana empirycznie emisja pyłu dla okresu objętego badaniami na terenie województwa toruńskiego wynosiła 11,8 tys. ton/rok. Natomiast średnia obliczona z danych GUS na podstawie bilansu surowcowo-paliwowego kształtowała się na poziomie 6,0 tys. ton/rok. Z powyższego wynika, że otrzymane w niniejszych badaniach dane są o około 96,7% wyższe od danych publikowanych przez GUS.



Rys. 1. Emisja pyłu do atmosfery na terenie województwa toruńskiego
Fig. 1. Dust emission into atmosphere in the area of Toruń province

Średnia emisja dwutlenku siarki dla pojedynczego emitera w roku 1988 wynosiła 22,05 kg/h. Przyjmując analogiczny tok postępowania jak dla pyłu, obliczono emisję roczną, która wynosiła w danym roku 36,9 tys. ton. Z danych GUS [9] wynika, że emisja tego zanieczyszczenia dla badanego obszaru w roku 1988 osiągnęła 18,1 tys. ton/rok. W roku 1989 obliczona emisja dwutlenku siarki stanowiła 58,4 tys. ton, natomiast dane GUS [10] wynosiły 17,2 tys. ton. W 1990 roku na podstawie wyników bezpośrednich pomiarów obliczona emisja osiągnęła poziom 47,8 tys. ton, wobec publikowanej przez GUS [11] wielkości 15,7 tys. ton. Na podstawie pomiarów emisji dwutlenku siarki, wykonanych w 1991 roku obliczono, że w skali roku wynosiła ona 37,2 tys. ton, podczas gdy GUS [12] dla tego roku podaje wartość 14,0 tys. ton.

Średnia emisja dwutlenku siarki w latach 1988-1991 obliczona z danych empirycznych wynosiła 45,0 tys. ton, natomiast z danych przytaczanych przez GUS wynika, że wynosi ona 16,2 tys. ton/rok. Różnica względna między tymi danymi wynosi 177,8%.

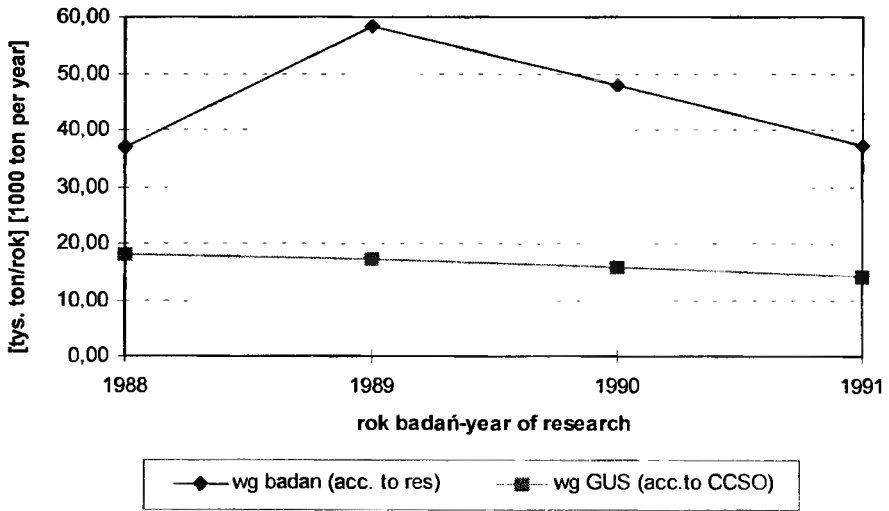


Rys.2. Emisja SO₂ do atmosfery na terenie województwa toruńskiego

Fig.2. Sulphur dioxide emission into atmosphere in the area of Toruń province

Jak wynika z przeprowadzonych badań, w roku 1988 pojedynczy emiter na terenie województwa toruńskiego średnio wydalał 3,68 kg/h tlenków azotu, co w skali roku czyni 6,2 tys. ton. GUS [9] oszacował emisję tego gazu na 5,1 tys. ton. Dla roku 1989 obliczona na podstawie pomiarów emisja tlenków azotu wynosiła 9,2 tys. ton, wobec szacowanej przez GUS [10] emisji w wysokości 4,7 tys. ton. Obliczona na podstawie pomiarów z roku 1990 emisja NO_x wynosi 9,4 tys. ton/rok. Dane GUS [11] wskazują, że w roku tym na terenie województwa toruńskiego z emiterów przemysłowych do atmosfery wyemitowano 5,1 tys. ton tych gazów. Natomiast dla roku 1991 obliczona emisja wynosiła 6,3 tys. ton, wobec podawanej przez GUS [12] wartości 4,6 tys. ton.

Średnia dla lat 1988-1991 emisja tlenków azotu z pomiarów wynosiła 7,8 tys. ton, natomiast z danych GUS - 4,6 tys. ton. Wynika stąd, że dane empiryczne emisji tlenków azotu są wyższe o 69,6% od danych przedstawianych przez GUS.



Rys.3. Emisja NO_x do atmosfery na terenie województwa toruńskiego

Fig.3. Nitrogen oxides emission into atmosphere in the area of Toruń province

Rozpatrując wyniki dotyczące tlenku węgla, należy pamiętać, że badania emisji tego gazu obejmowały tylko drugą połowę 1991, roku w związku z zakupem w owym czasie przez Wojewódzki Inspektorat Badań i Kontroli Środowiska odpowiedniego sprzętu pomiarowego. Na podstawie 24 pomiarów stwierdzono, że średnia emisja tego gazu z pojedynczego emitera wynosiła 41,52 kg/h. Po przeliczeniu średniej emisji z uwzględnieniem czasu pracy źródeł i liczby przemysłowych emiterów, otrzymano emisję w wysokości 68,2 tys. ton/rok. Dane GUS wskazują, że w roku 1991 emisja tego gazu wynosiła 3,2 tys. ton.

Przyjęta przez GUS metoda obliczania emisji wykorzystuje wyłącznie wskaźniki wielkości zużycia nośników energii typu: węgiel kamienny, brunatny, koks, mazut itp. Metoda ta nie uwzględnia jakości zużywanych nośników energii oraz stanu technicznego urządzeń do jej przetwarzania. System losowo wykonanych pomiarów kontrolnych pozwala mierzyć emisję rzeczywistą z uwzględnieniem wyżej wymienionych elementów. Badania te są obarczone jedynie błędem losowym związanym z fluktuacją emisji z poszczególnych emiterów w czasie ich pracy na przestrzeni roku. Średni obliczony dla lat 1988-1991 z prawdopodobieństwem 95% błąd pomiaru dla emisji pyłu wynosił 10,5%, dla dwutlenku siarki - 26,2%, dla tlenków azotu - 25,6%, dla tlenku węgla - 52,2%.

Zebrany materiał empiryczny i przeprowadzone na jego podstawie obliczenia pozwalają analizować dynamikę zmian wielkości emisji badanych zanieczyszczeń. Poszczególne lata, niezależnie od metody obliczania, różnią się wielkością emisji. Badania empiryczne wykazują, że emisja wszystkich zanieczyszczeń w kolejnych latach, poczynając od roku 1988, była coraz wyższa, dopiero w roku 1991 obniżyła się, osiągając poziom z roku 1988. Wyniki te sugerują, że wielkość emisji zanieczyszczeń w warunkach gospodarki znajdującej się w stanie recesji nie jest związana ze spadkiem dochodu narodowego. W liczbach względnych, przyjmując za 100 wielkość z roku poprzedniego,

dochód narodowy w kolejnych latach wynosił: w 1988 roku - 95,3%, w 1989 - 99,5%, w 1990 - 75,8%, w 1991 - 88,1%.

Wartości emisji zanieczyszczeń publikowane przez GUS w latach 1989-1991 zmieniały się na ogół proporcjonalnie do zmian dochodu narodowego.

Przeprowadzone badania wskazują, że dla celów oszacowania emisji zanieczyszczeń do atmosfery rozstrzygnięcia modelowe prowadzą do wyników odbiegających od tych, które uzyskuje się drogą badań empirycznych. W tej sytuacji należałoby rozważyć, czy nie byłoby celowym przyjęcie dla potrzeb statystycznych metody obliczeniowej, opartej na istniejącej bazie danych pochodzących z pomiarów bezpośrednich.

4. WNIOSKI

1. Zestawione na podstawie pomiarów Wojewódzkiego Inspektoratu Badań i Kontroli Środowiska wartości emisji pyłu, dwutlenku siarki, tlenków azotu i tlenku węgla są wyższe niż odpowiednie dane publikowane przez GUS.
2. Zmiany ilości zanieczyszczeń rocznie wprowadzanych do atmosfery w okresie objętym badaniami nie są zbieżne ze zmianami dochodu narodowego.
3. Należałoby rozważyć, czy nie byłoby celowym przyjęcie dla potrzeb statystycznych metody obliczeniowej opartej o pomiary bezpośrednie.

LITERATURA

- [1] Bentkowski T., 1991: Kształtowanie i ochrona środowiska, PAN, Warszawa.
- [2] Chróściel S., Nowicki M., 1984: Problemy obliczeniowe w ochronie atmosfery. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [3] Domek W., Skorupski W., 1990: Metody manualnych pomiarów zanieczyszczeń atmosfery. Katalog Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa.
- [4] Głowiak B., Kempa E., Winnicki T., 1985 Podstawy ochrony środowiska, PWN, Warszawa.
- [5] Juda J., Chróściel S., 1980: Ochrona powietrza atmosferycznego. Zagadnienia wybrane. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [6] Kassenberg A., Rolewicz Cz., 1985: Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce. PAN, Warszawa.
- [7] Raport o stanie, zagrożeniu i ochronie środowiska, 1990. Studia i Analizy Statystyczne GUS, Warszawa.
- [8] Rocznik Statystyczny GUS, Warszawa, 1989.
- [9] Rocznik Statystyczny GUS, Warszawa, 1990.
- [10] Rocznik Statystyczny GUS, Warszawa, 1991.
- [11] Rocznik Statystyczny GUS, Warszawa, 1992.
- [12] Wskaźniki emisji tlenków azotu i tlenku węgla z procesów spalania paliw. Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, Warszawa, 1981.

AN ATTEMPT TO DEFINE THE EMISSION OF DUST-GASEOUS AIR POLLUTION IN TORUŃ PROVINCE IN 1988-1991

Summary

The real size of air pollution made by enterprises and factories acting in the area of Toruń province was estimated on the ground of emission measurements carried from 1988 to 1991 by the Provincial Inspectorate of Environment Research and Control. Air pollution measurements included emission of dust, sulphure dioxide, nitrogen oxides and carbon oxide. It was proved that emission values of dust and gasses calculated on the base of direct measurements are much higher than appropriate data published by Chief Central Statistical Office.

It has also been stated that the changes of dust-gaseous air pollution amounts are convergent to the changes of national income in that period.

Key words: air pollution, the emission of dust and gas, the emission of sulphure dioxide, nitrogen oxides and carbon oxide.

