

ZAWARTOŚĆ PIERWIASTÓW ŚLADOWYCH W GLEBACH LEŚNYCH I IGLIWIU SOSNY ZWYCZAJNEJ W BYŁYM WOJEWÓDZTWIE LEGNICKIM

*Lech Nowak*¹, *Andrzej Kucharzewski*², *Bernadeta Kucharska*¹

¹ Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

² Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Województwo legnickie jako jedno z najsilniej uprzemysłowionych w kraju posiada szereg źródeł emisji zanieczyszczeń. Wobec dominujących tu zachodnich kierunków ruchu mas powietrza, na obszar ten dodatkowo dostają się ładunki zanieczyszczeń z uprzemysłowionych rejonów Niemiec, Czech, a nawet Anglii [BARAN (red.) 1997]. Zanieczyszczenia te wraz z wyemitowanymi przez źródła lokalne, tworzą dużą koncentrację w powietrzu, po czym wraz z opadami dostają się na powierzchnię użytków rolnych.

W 1996 roku opady wniosły na powierzchnię 1 ha województwa legnickiego znaczne ilości różnych związków i pierwiastków: około 15,5 kg azotu, 1 kg fosforu ogólnego i 52 kg siarczanów. W przypadku metali ciężkich wnoszone ładunki stanowią około 1% średniej zawartości tych pierwiastków w glebie [BARAN (red.) 1997].

Kwasotwórcze związki wprowadzane z opadami, kwaśne deszcze, związki biogenne i metale ciężkie oddziałują szczególnie negatywnie na środowisko naturalne powodując skażenie wód powierzchniowych oraz degradację gleb i obszarów leśnych [SIENKIEWICZ 1989; CYBULKO, PAZDROWSKI 1996; MALCZYK 1996; POKOJSKA 1998].

W legnickim lasy zajmują około 24% powierzchni województwa. Charakteryzują się dominacją drzewostanów sosnowych oraz niewielkim udziałem lasów dębowych, brzozowych, świerkowych i bukowych.

Stan zdrowotny lasów województwa legnickiego jest bardzo zły. Uszkodzenia przemysłowe stwierdzono w ponad 96% drzewostanu [BARAN (red.) 1997].

Celem pracy była ocena zawartości pierwiastków śladowych w glebach leśnych i igliwiu sosny zwyczajnej w województwie legnickim.

Metodyka i zakres badań

Badania wykonano w ramach „Programu monitoringu gleb, roślin i mleka w woj. legnickim”, realizowanego w latach 1996–1998 [KUCHARZEWSKI 1998].

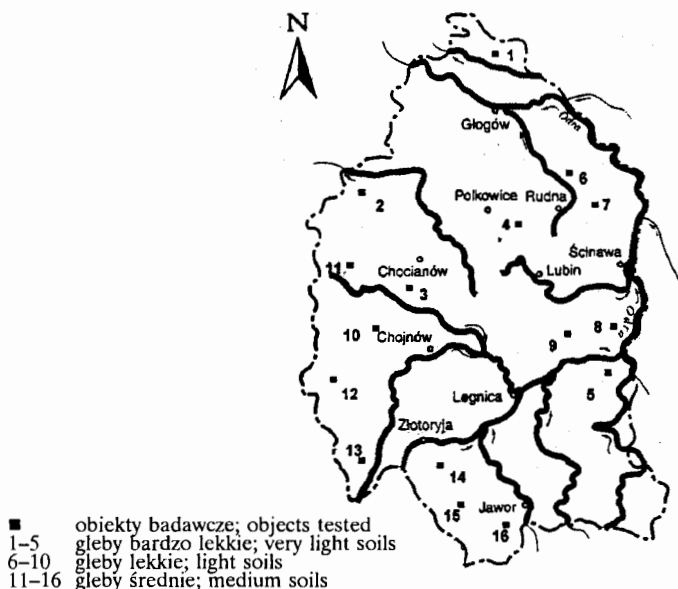
Punkty badawcze zlokalizowano w lasach na terenie 16 gmin (rys. 1). Próbkę gleby pobierano z kompleksu leśnego położonego najbliżej wsi wytypowanej do badań w danej gminie. Z wyznaczonej powierzchni 1 ara przy pomocy laski glebowej pobrano 20–25 próbek pojedynczych z warstwy gleby znajdującej się pod ściółką do głębokości 20 cm. Połączone i dokładnie wymieszane próbki pojedyncze stanowiły próbkę średnią, charakteryzującą dany punkt badawczy. Z tych samych obiektów na wiosnę i jesień każdego roku pobrano próbki igliwia sosny zwyczajnej. Na wiosnę próbki igliwia pobierano z co najmniej 10 cm odrostów.

Analizy chemiczne wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej we Wrocławiu, stosując następujące metody: zawartość C organicznego metodą Tiurina, pH potencjometrycznie w 1 mol KCl·dm⁻³, zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma, magnezu metodą Schachtschabela, całkowitą zawartość metali ciężkich oznaczono techniką absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA), a zawartość siarki nefelometrycznie [KUCCHARZEWSKI 1998].

Ocenę zawartości metali ciężkich w glebie dokonano w oparciu o wytyczne IUNG [KABATA-PENDIAS i in. 1993].

Wyniki badań

Obiekty badawcze wyznaczono w lasach na glebach o różnej kategorii ciężkości. Obiekty położone na glebach bardzo lekkich porastał las jednogatunkowy (sosna), natomiast na glebach lekkich i średnich las mieszany, gdzie obok dominującego gatunku, którym była sosna, występowały takie gatunki, jak: dąb, buk i brzoza. Położenie poszczególnych obiektów badawczych na terenie województwa legnickiego zamieszczono na rysunku 1.



Rys. 1. Położenie obiektów badawczych na terenie województwa legnickiego
 Fig. 1. Location of tested objects in Legnica province

Tabela 1; Table 1

Zawartość części spławialnych oraz niektóre właściwości gleb leśnych
Floated particle content and characteristics of forest soil

Gleba Soil	Ilość próbek Number of samples	Procentowa zawartość Percentage		pH w 1 mol KCl·dm ⁻³ pH in 1 mol KCl·dm ⁻³	g·kg ⁻¹ gleby g·kg ⁻¹ soil			
		frakcji < 0,02 mm of fraction < 0.02 mm	C organiczny Organic C		P	K	Mg	S-SO ₄
Bardzo lekka Very light	5	5* 3-7 **	1,72 1,07-2,33	3,4 3,0-3,7	0,021 0,004-0,042	0,041 0,025-0,083	0,014 0,007-0,025	0,033 0,010-0,096
Lekka; Light	5	13 11-15	2,37 1,51-3,60	3,5 3,2-3,7	0,011 0,004-0,022	0,060 0,029-0,091	0,020 0,013-0,034	0,037 0,013-0,097
Średnia; Medium	6	32 26-35	3,64 2,81-4,82	3,4 3,1-3,7	0,009 0,001-0,027	0,073 0,025-0,116	0,061 0,015-0,138	0,053 0,018-0,158

* - wartość średnia; mean, ** - zakres; range

Tabela 2; Table 2

Zawartość metali ciężkich w glebach leśnych
Contents of heavy metals in forest soil

Gleba Soil	Ilość próbek Number of samples	mg·kg ⁻¹ gleby; mg·kg ⁻¹ soil							
		Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	As	Hg
Bardzo lekka Very light	5	0,21* 0,13-0,45**	21,4 5,5-50,8	7,5 2,6-12,1	3,2 1,2-3,8	31,9 5,5-73,5	16,3 6,1-30,0	2,59 1,08-4,46	0,056 0,025-0,147
Lekka; Light	6	0,23 0,15-0,32	19,8 5,2-33,8	12,6 9,7-20,1	3,6 2,3-4,3	51,1 11,8-183,2	17,2 12,1-23,1	4,42 1,96-6,13	0,065 0,039-0,104
Średnia; Medium	6	0,42 0,12-1,00	25,9 11,1-36,4	34,2 24,7-50,0	16,1 5,4-25,8	52,9 6,8-95,7	75,9 32,9-143,6	7,98 2,13-19,6	0,177 0,059-0,448

* - wartość średnia; mean, ** - zakres stężeń; range of concentration

Niektóre właściwości chemiczne gleb leśnych podano w tabeli 1. Wszystkie badane gleby miały odczyn bardzo kwaśny, a pH wahało się od 3,0 do 3,7. Zawartość C organicznego rosła wraz ze wzrostem kategorii ciężkości. Na glebach bardzo lekkich wynosiła średnio 1,72%, a na średnich 3,64%.

Gleby wszystkich badanych obiektów charakteryzowały się bardzo niską i niską zawartością przyswajalnego fosforu, w większości przypadków niską i bardzo niską zawartością K i Mg oraz wyraźnie podwyższoną ilością S-SO₄. W czterech obiektach gleba zawierała ponad 0,05 g S-SO₄·kg⁻¹, co świadczy o zaszarczeniu tych gleb. Zanieczyszczenie gleb siarką jest bardzo niekorzystne, bowiem wpływa zarówno na mobilność metali ciężkich, jak i na właściwości chemiczne gleby. Średnia zawartość K, Mg oraz S-SO₄ wzrastała wraz ze wzrostem ciężkości gleby, natomiast w przypadku P wystąpiła tendencja odwrotna.

Zawartość metali ciężkich w glebach leśnych była mocno zróżnicowana (tab. 2). Na ogół wraz ze wzrostem ilości części spławialnych wzrastała zawartość pierwiastków śladowych w glebie. Należy jednak zaznaczyć, że w zdecydowanej większości próbek zawartość metali ciężkich nie przekraczała I° zanieczyszczenia (tab. 3). Większe zanieczyszczenie (II° i III°) powodowały jedynie miedź oraz ołów i dotyczyły pojedynczych obiektów położonych na glebach bardzo lekkich i lekkich. Jednocześnie na glebach tych nie stwierdzono ponadnormatywnych ilości chromu, cynku i niklu. Gleby średnie były zanieczyszczone w mniejszym stopniu, lecz wszystkimi metalami. Na 16 obiektów usytuowanych w lasach, jedynie w 3 stwierdzono naturalną zawartość metali ciężkich.

Średnią zawartość metali ciężkich w suchej masie igliwia sosny zwyczajnej, rosnącej na glebach o różnej ciężkości zamieszczono w tabeli 4. Niezależnie od warunków glebowych zawartość chromu, cynku i kadmu w igliwii była podobna. Natomiast zawartość pozostałych badanych metali ciężkich zmniejszyła się wraz ze wzrostem ciężkości gleby. W porównaniu do gleb bardzo lekkich, zawartość ołowiu, niklu i miedzi w igliwii sosen rosnących na glebach średnich zmniejszyła się o 20–24%, arsenu o 32–36% i rtęci o 48%. Uzyskane wyniki wskazują, że zawartość pierwiastków śladowych w igliwii nie zależy bezpośrednio od ich koncentracji w glebie, bowiem jak wynika z tabeli 2, stężenie metali ciężkich na glebach średnich było zdecydowanie większe niż w glebach lekkich i bardzo lekkich.

Tabela 3; Table 3

Ilość próbek glebowych zanieczyszczonych metalami ciężkimi
oraz stopień ich zanieczyszczenia

Number of soil samples contaminated with heavy metals and their contamination level

Gleba Soil	Ilość próbek Number of samples	Chrom Chromium	Cynk Zinc	Kadm Cadmium	Miedź Copper	Nikiel Nickel	Ołów Lead
Bardzo lekka Very light	5			1-I°	2-I° 1-III°		1-I° 1-II°
Lekka Light	5			1-I°	2-I° 1-II°		1-I° 1-III°
Średnia Medium	6	4-I°	3-I°	1-I°	4-I°	1-I°	3-I°

Tabela 4: Table 4

Średnia zawartość metali ciężkich ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w suchej masie igliwia sosny zwyczajnej zależnie od warunków glebowych
Average content of heavy metals ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in dry matter of common pine needles depending on soil conditions

Gleba Soil	Ilość próbek Number of samples	Arsen Arsenic	Chrom Chromium	Cynk Zinc	Kadm Cadmium	Miedź Copper	Nikiel Nickel	Ołów Lead	Rtęć Mercury
Bardzo lekka Very light	20	0,179	0,87	35,22	0,21	6,82	3,72	1,56	0,074
Lekka; light	20	0,177	0,94	34,60	0,25	6,14	3,34	1,48	0,176
Średnia; Medium	24	0,115	0,82	39,59	0,20	5,19	2,91	1,26	0,039

Tabela 5; Table 5

Średnia zawartość metali ciężkich ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w suchej masie igliwia sosny zwyczajnej
Average content of heavy metals ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in dry matter of common pine needles

Termin pobrania próbek Term of sampling	Ilość próbek Number of sample	Arsen Arsenic	Chrom Chromium	Cynk Zinc	Kadm Cadmium	Miedź Copper	Nikiel Nickel	Ołów Lead	Rtęć Mercury
Wiosna; Spring	16	0,099	0,88	35,10	0,18	6,25	4,93	0,85	0,168
Jesień; Autumn	16	0,216	0,82	37,88	0,26	5,84	1,70	2,01	0,024
1997	32	0,209	0,84	36,94	0,29	6,17	3,90	1,65	0,172
1998	32	0,104	0,91	36,39	0,14	5,92	2,71	1,21	0,018

Na zawartość metali ciężkich w igliwiu sosny znaczący wpływ wywierał termin pobrania (tab. 5). Próbki pobrane wiosną zawierały zdecydowanie więcej niklu i rtęci, a jesienią arsenu, kadmu i ołowiu. Natomiast zawartość chromu, cynku i miedzi niezależnie od terminu pobrania była podobna.

Zmienne warunki sezonowe w poszczególnych latach badań rzutowały na zawartość pierwiastków śladowych w igliwiu sosny (tab. 5). W porównaniu do roku 1997, w 1998 zawartość arsenu, kadmu, niklu, ołowiu i rtęci w igliwiu wyraźnie zmniejszyła się, a pozostałych badanych metali ciężkich była podobna.

Wnioski

1. Badane gleby leśne, niezależnie od ich zwięzłości, charakteryzowały się bardzo kwaśnym odczynem (pH poniżej 3,8), niską i bardzo niską zawartością przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz podwyższoną ilością $S-SO_4$.
2. Wraz ze wzrostem kategorii ciężkości wzrastała w glebach leśnych zawartość C organicznego, $S-SO_4$, przyswajalnych form K i Mg oraz metali ciężkich, natomiast w przypadku P stwierdzono tendencję odwrotną.
3. Zawartość metali ciężkich w glebach leśnych była bardzo zróżnicowana, jednak w większości próbach nie przekraczała I° zanieczyszczenia. Silniejsze zanieczyszczenia (II° i III°) powodowały jedynie miedź oraz ołów i dotyczyły pojedynczych próbek gleb bardzo lekkich i lekkich.
4. Igliwie sosny zwyczajnej, rosnącej na glebach średnich, zawierało na ogół mniej metali ciężkich niż na glebach lekkich i bardzo lekkich. Dotyczy to zwłaszcza ołowiu, niklu, miedzi, arsenu i rtęci.
5. Zarówno termin pobierania próbek, jak i zmienne warunki pogodowe w poszczególnych latach badań modyfikowały zawartość większości badanych metali ciężkich w igliwiu. Na wiosnę igliwie zawierało znacznie więcej niklu i rtęci, a jesienią arsenu, kadmu i ołowiu. Natomiast zawartość chromu, cynku i miedzi, niezależnie od terminu pobrania próbek i roku badań, była podobna.

Literatura

- BARAN R. (red.) 1997. *Raport o stanie środowiska województwa legnickiego w 1996 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska: 142 ss.
- CYBULKO T., PAZDROWSKI W. 1996. *Zawartość Fe, Mn, Zn, Cu i Pb w igliwiu sosny zwyczajnej powstałym jako odpad zrębowy możliwy do wykorzystania do produkcji mączki paszowo-witaminowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 407–412.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa*. IUNG Puławy: 5–13 ss.
- KUCHARZEWSKI A. 1998. *Monitoring gleb, płodów rolnych i mleka w województwie*

legnickim (raport z badań z lat 1996–1998), maszynopis.

MALCZYK P. 1996. *Metale ciężkie w glebach wybranych ekosystemów leśnych.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 599–603.

POKOJSKA U. 1998. *Zakwaszenie gleb leśnych, stan wiedzy i perspektywy badań.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 63–70.

SIENKIEWICZ A. 1989. *Zawartość niektórych mikroelementów (Zn, Mn, Cu) w sośnie zwyczajnej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 325: 275–280.

Słowa kluczowe: pierwiastki śladowe, gleby leśne, igliwie sosny

Streszczenie

Celem badań było określenie zawartości metali ciężkich w glebach leśnych i igliwiu sosny zwyczajnej. Punkty badawcze zlokalizowano w lasach na terenie 16 gmin. W pobranych próbkach gleby i igliwia (próbki igliwia pobierano każdego roku na wiosnę i w jesieni) oznaczono całkowitą zawartość metali ciężkich (Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, As i Hg) metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA).

Badane gleby leśne, niezależnie od ich zwiążłości, charakteryzowały się bardzo kwaśnym odczynem (pH poniżej 3,8) oraz niską lub bardzo niską zawartością przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz podwyższoną ilością S-SO₄.

Zawartość metali ciężkich w glebach leśnych była bardzo zróżnicowana, przy czym w większości próbek nie przekraczała I^o zanieczyszczenia. Silniejsze zanieczyszczenie (II^o i III^o) powodowały jedynie miedź i ołów. Wraz ze wzrostem kategorii ciężkości wzrastała w glebie zawartość wszystkich badanych pierwiastków śladowych, a szczególnie wyraźnie chromu, niklu, cynku, arsenu i rtęci.

Igliwie sosny zwyczajnej, rosnącej na glebach średnio zwiążłych, zawierało na ogół mniej metali ciężkich niż na glebach lekkich i bardzo lekkich. Dotyczy to zwłaszcza zawartości ołowiu, niklu, miedzi, arsenu i rtęci. Na wiosnę igliwie zawierało znacznie więcej niklu i rtęci, a jesienią arsenu, kadmu i ołowiu. Natomiast zawartość chromu, cynku i miedzi w igliwiu, niezależnie od terminu pobrania próbek i roku badań, była podobna.

CONTENTS OF TRACE ELEMENTS IN FOREST SOILS AND IN THE NEEDLES OF COMMON PINE ON THE AREA OF FORMER LEGNICA PROVINCE

Lech Nowak¹, Andrzej Kucharzewski², Bernadeta Kucharska

¹ Department of Agricultural Basis for Environment Planning,
Agricultural University, Wrocław

² District Chemical and Agricultural Station, Wrocław

Key words: trace elements, forest soils, needles of pine

Summary

The aim of investigation was to determine the content of heavy metals in forest soils and needles of the common pine. The points of sampling were located in forests of 16 communes. In the samples of soil and litter of conifer needles (needle samples were taken each year in spring and autumn) the overall contents of heavy metals (Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, As and Hg) were determined using the method of atomic absorption spectrophotometry (AAS).

The investigated forest soils, irrespective of their compactness, showed very acid reaction (pH below 3.8) and low or very low content of available forms of phosphorus, potassium and magnesium, at raised amount of S-SO₄.

The contents of heavy metals in forest soil³ were very differentiated, however not exceeding I° contamination for the majority of samples. Stronger contaminations (II° and III°) dealt with the copper and lead only. With increasing soil heaviness category the contents of all trace elements in soil increased, especially for chromium, nickel, zinc, arsenic and mercury.

Heavy metal contents in the needle litter of common pine grown on medium compact soil were generally lower than in those on light and very light soils. This was especially true for the contents of lead, nickel, copper, arsenic and mercury. In spring the needle litter contained markedly more nickel and mercury, whereas in autumn more arsenic, cadmium and lead. However, the content of chromium, zinc and copper in needle litter was similar irrespective of the time of sampling and year of investigation.

Dr hab. inż. Lech Nowak, prof. AR
Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza
Plac Grunwaldzki 24
50-363 WROCLAW
e-mail: hd@ozi.ar.wroc.pl