

MARIAN MARCZAK, JOLANTA BIEDROŃ

Rozkład zawartości cynku w profilach gleb leśnych narażonych na emisje przemysłowe

Разложение содержания цинка

в разрезах лесных почв подверженных промышленным эмиссиям

Distribution of zinc content in profiles of forest soils exposed to industrial emissions

Poprzednia nasza praca wykonana przy współpracy z Zakładem Gospodarki Leśnej Regionów Przemysłowych IBL w Katowicach dotyczyła zawartości cynku w poziomie akumulacji biologicznej gleb leśnych (4). Obecnie przedstawiamy wyniki badań nad koncentracją cynku w poszczególnych poziomach profilów glebowych tych samych powierzchni doświadczalnych. Powierzchnie te sklasyfikowane według stref zagrożenia, uprawy gleby i sposobu przebudowy drzewostanu stanowią obiekt naszych zainteresowań ze względu na migrację metali ciężkich pochodzących z emisji przemysłowej.

Gleby w rejonach przemysłowych są narażone na skażenia różnymi substancjami, które w warunkach normalnych nie występują lub występują w ilościach śladowych. Z chemicznego punktu widzenia gleby stanowią bardzo złożone układy, w których toksyczność danych substancji uwarunkowana jest nie tylko bezwzględną zawartością danego składnika, ale także zależy od formy jego występowania.

Mineralny skład gleby oraz zawartość związków próchnicznych mają decydujący wpływ na zachowanie się wszystkich pierwiastków chemicznych, a zwłaszcza pierwiastków występujących w ilościach śladowych. Ustalono, że cynk może występować w postaci kationów, anionów, związków kompleksowych ze składnikami humusu, w postaci trudno rozpuszczalnych związków nieorganicznych, jak: wodorotlenki, siarczki, fosforany czy cynkany oraz w postaci składników różnych minerałów glinokrzemianowych samej gleby.

Zdolność cynku pochodzącego z emisji do migracji w głąb profilu glebowego uwarunkowana jest w dużej mierze stężeniem jonów wodorowych, określanymi skalą pH. Środowiska kwaśne wyrażone stosunkowo niskimi wartościami pH (około 4) sprzyjają migracji cynku do poziomów niżej położonych w profilu glebowym, środowiska alkaliczne o wyższym pH działają na cynk stabilizująco.

Najłatwiej rozpuszczalny i przyswajalny jest cynk w środowisku kwaśnym (6, 7). Liczne gleby o $\text{pH} > 7$ odznaczają się wielką zdolnością sorpcyjną cynku. Zachowanie się cynku w glebach uwarunkowane stęże-

niem jonów wodorowych zostało syntetycznie przedstawione w pracy Z. Sójkowskiego na temat udziału mikroelementów w metabolizmie roślin (7).

J. Czekalski i Z. Kociałkowski (2) badali koncentrację cynku w glebach mineralnych. Stwierdzili oni, że wierzchnia warstwa gleby zawiera znacznie więcej cynku w stosunku do podglebia. A. Maksimow (3) cytuje prace Hibbarda, który stwierdza, że zawartość cynku w górnych warstwach gleb próchnicznych jest zależna od rosnących na nich roślin. Rozkładające się rośliny zasilają w cynk górne warstwy gleb próchnicznych, gdzie zostaje on zaabsorbowany i unieruchomiony. Najwyższe zawartości cynku rozpuszczalnego (około 30 mg/kg s.m.) stwierdzono w glebach próchnicznych na głębokości do 5 cm, najniższe w glebach piaszczystych (1,2—2,7 mg/kg s.m.).

A. Musierowicz (5) podaje, że gleby polskie zawierają przeciętnie od 50 do około 220 mg Zn/kg s.m. M. Ruszkowska w pracy zbiorowej pod redakcją A. Nowotny-Mieczyskiej (6) poszerza ten przedział od 10 do 300 mg Zn/kg s.m. w odniesieniu do ogólnej zawartości tego pierwiastka.

Nasze badania miały na celu poznanie rozkładu koncentracji cynku w profilach glebowych. Ten rozkład, uwzględniający poszczególne poziomy, pozwala dostrzec wpływ emisji przemysłowej na siedlisko leśne. Wskaźnikiem tego wpływu jest charakterystyczna dla badanych powierzchni zawartość cynku, wyrażona współczynnikiem koncentracji. Przez współczynnik koncentracji autorzy rozumieją liczbę wyrażającą stosunek zawartości cynku na danej powierzchni, znajdującej się pod wpływem emisji przemysłowych, do zawartości cynku na powierzchni Ostrowy 57, przyjętej jako powierzchnia porównawcza (4).

METODYKA BADAŃ

Próbki glebowe przesiane przez sito o średnicy oczek 1 mm suszono w temp. 105°C do osiągnięcia stałej masy (około 24 godz.). Następnie odważono 5 g suchej masy próbki do kolby stożkowej o poj. 100 cm³, zaddawano 50 cm³ 0,1 N roztworu kwasu solnego i wytrząsano na wstrząsarce mechanicznej 1 godzinę. Otrzymany roztwór po przesączeniu poddano analizie na zawartość cynku.

Cynk w ekstrakcie glebowym oznaczono metodą absorpcji atomowej. Pomiaru wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej Pay Unicam typ SP-90.

Wyniki oznaczeń zawartości cynku w poszczególnych poziomach profili glebowych zestawiono w tabelach 1, 2, 3.

DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ

Przegląd wyników oznaczeń zawartości cynku w poszczególnych profilach glebowych nasuwa szereg interesujących spostrzeżeń. Przede wszystkim, spośród badanych powierzchni można wyróżnić takie, na których zawartość cynku w glebach wyraźnie odbiega od zawartości tego pierwiastka na powierzchniach przyjętych jako porównawcze. Do takich

Tabela 1

Zawartość cynku w poziomach profilów glebowych wyrażona w mg Zn/kg s.m. gleby
na powierzchni w II strefie zagrożenia

Poziom prof. gleb.	Powierzchnia doświadczalna												
	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	Świer- klaniec	
	93	97	99	100	125	128	131	131 N	151	155	225	134	134N
	p,o*	b,o	p,o	b,o	b,o	b,o	b,o	p,o	p,o	p,o	p,o	p,o	p,o
A ₀	260,0										124,0	1200,0	
A ₀ FH					6800,0					2900,0			
A ₀ FHA ₁ A ₂	200,0				440,0	67,0	140,0						1500,0
A ₀ A ₁ A ₂	32,0			29,0					37,0				
A _p													
A ₁ A ₂	11,6		12,0		15,0	30,0	900,0		50,0		3,8	11,5	38,0
A ₁			1,7										
A ₁ A ₂ B						2,0	8,1						
B _h	1,7		2,0		7,0	6,0	30,0				2,0		7,4
B _f			0,7		3,0	0,3							
B _{hf}							4,5						
B	0,2	0,3		0,2			1,0		20,0		1,0	0,6	0,6
BC					0,5								
C	0,5	—	10,0	0,2	0,2	—	0,6	3,2	1,0		—	2,8	0,6
C/G/or	0,2			0,2	1,0	9,6	0,6	0,5				1,7	

* sposób uprawy gleby: p — orka pełna, b — bruzdy; sposób przebudowy drzewostanu: o — otwarty

Tabela 2

Zawartość cynku w poziomach profilów glebowych wyrażona w mg Zn/kg s.m. gleby
na powierzchni w II strefie zagrożenia

Poziom prof. gleb	Powierzchnia doświadczalna												
	Panew- nik 34	Panew- nik 38	Panew- nik 45	Pa- new- nik 46	Panew- nik 47	Pa- new- nik 60	Panew- nik 62	Świer- kla- niec 57	Świer- kla- niec 72	Goło- nóg 78	Goło- nóg 205	Alwer- nia 136	Szczako wa 126
	b,p.ok*	b,p.ok	b,o	p,o	p,o	b,o	p,p.ok	p,o	b,p.ok	b,o	b,o	p,o	b,o
A ₀			440,0										
A ₀ FH			340,0					580,0	440,0		1240,0		37,0
A ₀ FHA ₁ A ₂													
A ₀ A ₁ A ₂	249,0	64,0	7,4	8,8	42,0	31,0	370,0			150,0			
A _p													
A ₁ A ₂	6,7	25,0					12,0	44,0	12,0	3,8	9,0	0,3	480,0
A ₁													
A ₂							2,0						
A ₁ A ₂ B						5,0							
B _h			11,0					7,0					
B _f		12,0	12,4		4,0		1,0	3,0					
B _{hf}										18,0			
B	5,1							15,0	2,0	2,0	1,0		6,0
BC		4,1			31,0	3,3		2,0	11,0				
C	1,0	29,0	4,5	0,2	13,0					8,8	6,0	1,7	1,0
C/G/or	0,5	2,9	8,5	0,5	0,5	2,0		0,5					

* sposób uprawy gleby: b — bruzdy, p — orka pełna
sposoby przebudowy drzewostanu: o — otwarty, p.ok — pod okapem

**Zawartość cynku w poziomach profilów glebowych
wyrażona w mg Zn/kg s.m. gleby na powierzchniach
w 0 strefie zagrożenia
oraz w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu przemysłowego**

Poziom prof. gleb	Powierzchnia doświadczalna				
	Ostrowy 53	Ostrowy 57	Herby 158	Szopienice A	Szopienice B
	b.o *	b o	b,o	pustynia bez roślin	
A ₀	29,0				
A ₀ FH			55,0		
A ₀ FHA ₁ A ₂					
A ₀ A ₁ A ₂		19,0			
A _p					
A ₁ A ₂	0,7		3,3	7400,0	5500,0
A ₁					
A ₂					
A ₁ A ₂ B		1,0			
B _h					
B _f			2,0		
B _{hf}					
B	0,7	0,5	0,3	6800,0	600,0
BC	3,8				
C	4,5	0,2	1,3	300,0	260,0
C/G/or	0,5	0,2	0,5		

* sposób uprawy gleby: b — bruzdy;
sposób przebudowy drzewostanu: o — otwarty

powierzchni należą: Świerklaniec 128 i 155, Żyglinek 134 i 134 N oraz Gołonóg 205. Powierzchnie te charakteryzują się tym, że w zewnętrznych warstwach gleby zawartości cynku kształtują się na poziomie ponad 1000 mg Zn/kg s.m. gleby. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że gleby tych powierzchni zostały skażone cynkiem pochodzącym z emisji przemysłowej. Powierzchnie Świerklaniec 72, 97, 99, 131 N, Brynica 225, Panewnik 34, 45, 62 i Szczakowa 126 charakteryzuje zawartość cynku o jeden rząd niższa w stosunku do poprzednich powierzchni. Pozostałe powierzchnie zawierają ten pierwiastek na poziomie, który można przyjąć za normalny dla naszych gleb leśnych.

Z dyskusji wyłączono powierzchnie doświadczalne Szopienic ze względu na ich bezpośrednie sąsiedztwo z zakładem przemysłowym emitującym od dawna cynk i inne pierwiastki z grupy metali ciężkich. Wyznaczone koncentracje cynku na tych powierzchniach są swego rodzaju ilustracją pojemności akumulacyjnej gleb w odniesieniu do tego pierwiastka. Są to skażenia graniczne, które prowadzą niemal do całkowitego wyniszczenia roślinności.

Rozkłady zawartości cynku w poszczególnych poziomach profilów

Tabela 4

Rozkład cynku w profilach glebowych sklasyfikowanych ze względu na strefy zagrożenia

Strefa zagrożenia	Poziomy profilów glebowych wg BUL	Charakterystyki określające stopień niejednorodności koncentracji Zn w mg/kg s. m.					Współczynnik	
		x _{min}	rozstęp	x _{max}	wartość średnia \bar{x}	odchylenie normalatywne s	zmienności v(%)	koncentracji k
0	A	0,7	—	55,0	21,5	22,1	102,8	1,1
	B	0,3	—	2,0	0,9	0,8	88,9	1,8
	C	0,2	—	4,5	1,0	1,7	170,0	5,0
II	A	0,3	—	1240,0	149,9	276,5	184,5	7,9
	B	1,0	—	15,0	7,6	5,8	76,3	15,2
	C	0,0	—	29,0	5,0	6,9	138,0	25,0
III	A	3,8	—	6800,0	464,2	1247,5	284,9	23,0
	B	0,2	—	30,0	4,1	7,1	137,2	8,2
	C	0,0	—	10,0	1,9	2,8	147,4	9,5

glebowych stanowią istotę naszych badań geochemicznych. W tym celu szczegółowej analizie poddano uzyskane wyniki. Dla poszczególnych poziomów profilów glebowych wyznaczono wartości liczbowe charakterystyk wyrażających stopień niejednorodności. Uzyskane wyniki zestawiono w tab. 4. Powierzchnie uszeregowano według stref zagrożenia. Poziom A w profilu glebowym przedstawiono łącznie, tj. poziom ściółki leśnej A_0 , poziom akumulacyjno-próchniczny A_1 oraz wszystkie pozostałe kombinacje (A_0FH , $A_0FHA_1A_2$, $A_0A_1A_2$, A_p , A_1A_2 , A_1), z wyjątkiem samego poziomu A_2 , jako poziomu wymywania.

Z wartości średnich (\bar{x}) zamieszczonych w tab. 4 można wnosić, że bezwzględne zawartości cynku w poszczególnych poziomach profilów glebowych układają się regularnie. W poziomie akumulacyjno-próchnicznym (A) obserwuje się duże nagromadzenie cynku. W poziomie wymywania (B) następuje wyraźny spadek koncentracji tego pierwiastka i dalszy spadek jego zawartości w skale macierzystej (C). W relacji z tą prawidłowością interesująco przedstawia się współczynnik koncentracji. Przyjmując zawartości cynku w poszczególnych poziomach na powierzchni nieskażonej Ostrowy 57 jako porównawczej, można dostrzec wzrost stopnia akumulacji cynku wraz z głębokością poziomu w profilu glebowym. Innymi słowy, przy niskich zawartościach cynku można mówić o jego względnej wysokiej akumulacji w tych poziomach. Z geochemicznego punktu widzenia to spostrzeżenie przemawia za dużą dynamiką przenikania tego pierwiastka w głąb profilu glebowego.

Obliczone współczynniki zmienności i odchylenia normatywne wskazują na utrzymującą się niemal na stałym poziomie zmienność koncentracji przy dużych różnicach zawartości cynku w poszczególnych poziomach zróżnicowania profilów glebowych.

Na zakończenie dyskusji warto zwrócić uwagę na maksymalne i średnie zawartości cynku wyznaczone dla poszczególnych stref przemysłowego oddziaływania. Jakkolwiek strefy były wyznaczone na podstawie innych kryteriów niż zawartość metali ciężkich w glebach, to jednak znajdują one potwierdzenie także i w tym aspekcie. Zarówno rozkład poziomy (strefy zagrożenia) jak i pionowy (poziomy glebowe) zawartości cynku w glebach badanych powierzchni potwierdzają tę tezę.

WNIOSKI

1. Na badanych powierzchniach leśnych istnieje zależność między zawartością cynku a głębokością poziomu profilu glebowego. Z głębokością poziomu obserwuje się spadek zawartości tego pierwiastka w przeliczeniu na kg suchej masy gleby.

2. Względny stopień akumulacji cynku wyznaczony współczynnikiem koncentracji względem porównawczej powierzchni Ostrowy 57 wzrasta z głębokością poziomu w profilu glebowym.

3. Zmienność zawartości cynku w poszczególnych poziomach zróżnicowania profilów glebowych jest prawie stała przy bardzo dużych różnicach koncentracji.

4. Badane powierzchnie sklasyfikowane według stref zagrożenia znajdują swoje odbicie w zawartościach cynku w poziomach profilów glebowych.

LITERATURA

1. Buckman H. C., Brady N. C. — Gleba i jej właściwości, Warszawa 1954.
2. Czekałski J., Kociałkowski Z. — Cynk w glebach mineralnych. „Roczn. Glebozn.” t. XIII, Warszawa 1963.
3. Maksimow A. — Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów, Warszawa 1954.
4. Marczak M., Biedroń J. — Badania nad zawartością cynku w poziomie akumulacji biologicznej gleb leśnych, „Sylwan” 1976, nr 1.
5. Musierowicz A. — „Roczn. Glebozn.” dodatek do t. IX, 1960.
6. Nowotny-Mieczyska A. i inni — Fizjologia mineralnego żywienia roślin, PWRiL, Warszawa 1976.
7. Sójkowski Z. — Dział mikroelementów w metabolizmie roślin, PWRiL, Warszawa 1971.

Z Uniwersytetu Śląskiego Wydział Nauki o Ziemi Instytut Geologii

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 3 sierpnia 1976 r.

Краткое содержание

Представлены результаты исследований содержания цинка в уровнях разрезов лесных почв, подверженных интенсивным промышленным эмиссиям.

На нескольких площадях констатирована концентрация цинка в аккумуляционно-перегнойном горизонте (А) превышающая более 1200 мг/кг сухой массы почвы. В горизонте вымывания (В) и в материнской породе (С) абсолютное содержание этого элемента уменьшается, а относительное растет. Этот способ интерпретации результатов указывает на большую динамику проникновения цинка происходящего из промышленной эмиссии в глубину почвенного профиля.

Исследуемые площади заквалифицированные с учетом зоны угрозы, находят свое отражение в содержании цинка в горизонтах почвенных разрезов.

Summary

Results of studies on zinc content in individual horizons of forest soil profiles exposed to an intensive industrial emission were presented.

Zinc concentration exceeding 1200 mg of Zn/kg of dry matter of soil in its accumulation-humus horizon (A) was found on several areas. Absolute content of this element decrease, while relative ones increase in the illuvial horizon (B) and in parent rock (C). This way of interpretation of results indicates a very high dynamics of the penetration of zinc originating from industrial emissions inside the soil profile.

Study areas classed according to the emergency zones are reflected by zinc contents in horizons of soil profiles.