

## WPŁYW MECHANICZNEGO PRZYGOTOWANIA GLEBY NA ZAWARTOŚĆ B, Zn, Mn, Cu, Mo W PRÓCHNICZNYCH POZIOMACH GLEB LEŚNYCH

*Mirosława Szymańska*

Katedra Gleboznawstwa Leśnego i Nawożenia Lasu,  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

### Wstęp

W glebach leśnych, a szczególnie na siedliskach słabo produkcyjnych lekkich gleb piaszczystych, pozbawionych prawie zupełnie mineralnego kompleksu sorpcyjnego, szczególną rolę odgrywa próchnica glebowa łącznie z próchnicą nadkładową. Jest ona magazynem i wtórnym źródłem zarówno makroskładników, jak i mikroskładników dla roślinności leśnej, a przede wszystkim stanowi substancję jonowymienną o dużej pojemności sorpcyjnej [PUCHALSKI, PRUSINKIEWICZ 1990].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu różnych sposobów mechanicznego przygotowania gleby (broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem) na wielkość zmian zawartości ogółem boru, cynku, manganu, miedzi i molibdenu oraz ich form rozpuszczalnych w próchnicznych poziomach bielicy gleb leśnych.

### Materiały i metodyka

Badania gleb przeprowadzono w drzewostanach sosnowych Puszczy Noteckiej, założonych po odnowieniu zrębów zupełnych na siedlisku boru świeżego w Nadleśnictwach Międzychód, Oborniki, Potrzebowice, Sieraków i Wronki.

Prace terenowe wykonano na pięciu wybranych powierzchniach badawczych, po uzyskaniu przez sosnę zwyczajną pełnego zwarcia, na glebach bielicy przygotowanych broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem. Próbkę glebową pobrano z dziesięciu profili z poziomów próchnicy nadkładowej oraz z dwóch warstw mineralnych (0–20 cm i 20–40 cm).

Koncentrację ogólnej zawartości cynku, manganu, miedzi i molibdenu oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) po mineralizacji fluorowodorem według metody Jacksona, ogólną zawartość boru określono metodą kolorymetryczną po stopieniu gleby z  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  [JACKSON 1958]. Przeważające formy mikroskładników oznaczono metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie [LITYŃSKI i in. 1976].

### Wyniki i dyskusja

Omawiane gleby wytworzyły się ze zwymionych piasków pochodzenia aluwialnego i fluwioglacjalnego o składzie granulometrycznym piasków luźnych,

które posiadały zbliżone właściwości fizykochemiczne [SIENKIEWICZ 1992]. Wykazywały odczyn kwaśny, a wartość pH określonego w roztworze KCl o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  kształtowała się w granicach od 3,15 do 4,50 w poziomie próchnicy nadkładowej, natomiast w próchnicznych poziomach mineralnych (0–40 cm) wartość pH uległa nieznacznemu wzrostowi, odpowiednio od 3,20 do 5,30. Zawartość węgla organicznego w badanych glebach była zróżnicowana i w poziomie Olfh wahała się w granicach 7,64–26,18%. W niżej zalegających poziomach mineralnych obserwowano znaczny i postępujący spadek zawartości węgla organicznego od 0,25–1,25% w warstwie (0–20 cm) do wartości 0,04–0,33% w warstwie (20–40 cm).

Uzyskane wyniki ogólnej zawartości mikroelementów oraz ich form przyswajalnych w organicznych poziomach analizowanych gleb bielcowych (tab. 1 i 2) nie odbiegały od wyników stwierdzonych w analogicznych poziomach piaszczystych gleb leśnych [CZARNOWSKA i in. 1983; KONECKA-BETLEY i in. 1994; SZYMAŃSKA 1996]. Na podstawie otrzymanych rezultatów można stwierdzić występujące zróżnicowanie ilościowe w poszczególnych poziomach i warstwach glebowych w odniesieniu zarówno do ogólnej zawartości, jak i form przyswajalnych oznaczonych mikroelementów. Otrzymane dane wskazywały przede wszystkim na znaczne nagromadzenie mikroelementów, a zwłaszcza ich form przyswajalnych w poziomach próchnicy nadkładowej na poszczególnych obiektach badawczych, co potwierdzają badania np. DROZDA i in. [1995], GWOREK i DEGÓRSKIEGO [1997].

**Bor.** Ogólna zawartość boru w omawianych poziomach próchnicznych gleb była zbliżona ilościowo na powierzchniach przygotowanych broną talerzową oraz w jamki wykonane świdrem i wynosiła w poziomie próchnicy nadkładowej średnio  $4,53 \text{ mg Br} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 1,91$ ).

W warstwach mineralnych (0–40 cm) zawartość boru uległa nieznacznemu zmniejszeniu do wartości średnich  $2,88 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 1,35$ ).

Otrzymane wyniki rozpuszczalnych form boru po gotowaniu w wodzie, wskazywały na wyrównaną koncentrację tego składnika w poszczególnych poziomach glebowych na wszystkich powierzchniach zróżnicowanych pod względem przygotowania gleby. Wartości liczbowe boru w ektopróchnicy wynosiły średnio  $0,89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 0,32$ ), natomiast w warstwach mineralnych  $0,37 \text{ mg Br} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 0,22$ ). Uzyskane ilości przyswajalnych form boru we wszystkich przypadkach nie przekraczały jednak 22% ogólnej zawartości boru stwierdzonego w badanych glebach bielcowych.

Na podstawie uzyskanych rezultatów z poszczególnych powierzchni badawczych można stwierdzić, że udział przyswajalnych form boru w odniesieniu do jego ogólnej zawartości ulegał nieznacznemu wzrostowi na powierzchniach przygotowanych w jamki wykonane świdrem w porównaniu z obiektami, gdzie zastosowano przygotowanie gleby broną talerzową na krzyż.

**Cynk.** Zawartość cynku ogółem w próchnicznych poziomach analizowanych gleb bielcowych układała się w sposób przybliżony na powierzchniach przygotowanych broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem i wynosiła średnio  $40,51 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 18,32$ ) w poziomie Olfh. W niżej zalegających warstwach glebowych określone ilości cynku malały od wartości średnich  $9,17 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 3,95$ ) w warstwie (0–20 cm) do  $7,61 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby ( $\pm 1,83$ ) w warstwie od 20 do 40 cm. Duże ilości cynku rozpuszczalnego (w wyciągu HCl o stężeniu  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) były charakterystyczne dla poziomów ektopróchnicy na obiektach

przygotowanych broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem i wynosiły średnio 26,98 mg Zn·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 15,62$ ). W niższych warstwach mineralnych gleb widoczny był znaczny spadek koncentracji rozpuszczalnego cynku, a wartości liczbowe stwierdzone w warstwach od 0 do 40 cm wynosiły średnio 3,17 mg Zn·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 0,68$ ).

Udział przyswajalnych form cynku w odniesieniu do jego zawartości ogółem w poszczególnych poziomach glebowych był bardzo wysoki w porównaniu z molibdenem, manganem, miedzią oraz borem i kształtował się średnio na poziomie 66,51% w próchnicy nadkładowej malejąc do 38,27% w poszczególnych warstwach mineralnych.

Na podstawie uzyskanych wyników w omawianych poziomach gleb, z wyjątkiem Olfh, obserwowano zwiększony udział rozpuszczalnych form cynku w stosunku do jego ogólnej zawartości na powierzchni przygotowanej broną talerzową na krzyż, w porównaniu z obiektami przygotowanymi w jamki wykonane świdrem.

**Mangan.** Zawartość manganu ogółem w poszczególnych poziomach organicznych omawianych gleb bielcowych na wszystkich powierzchniach badawczych, cechowała się największą zmiennością, w porównaniu z borem, cynkiem, miedzią i molibdenem. Uzyskane wyniki wahały się w znacznych granicach i wynosiły w ektopróchnicy od 128,5 do 520,5 mg Mn·kg<sup>-1</sup> gleby (średnio 300,10  $\pm$  149,69). W niżej zalegających mineralnych warstwach glebowych (0–40 cm) zawartość manganu kształtowała się w granicach 24,2–268,0 mg·kg<sup>-1</sup> gleby (średnio 116,2  $\pm$  61,94).

Podobnie jak mangan ogółem, zawartość rozpuszczalnego manganu ekstrahowanego roztworem siarczynowym o pH = 8,0 uległa znacznemu zmniejszeniu w analizowanych poziomach organicznych gleb bielcowych, od wartości wynoszącej średnio 131,38 mg Mn·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 66,63$ ) w poziomie Olfh do wartości 40,38 mg Mn·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 17,92$ ) stwierdzonych w warstwach mineralnych od 0 do 40 cm. Udział przyswajalnych form manganu w odniesieniu do jego zawartości ogółem kształtował się w granicach od 32,55 do 45,79% w poszczególnych poziomach próchnicznych gleb.

Porównując uzyskane wyniki z poszczególnych powierzchni badawczych, można zauważyć nieznacznie zwiększony udział rozpuszczalnych form manganu w stosunku do jego ogólnej zawartości na powierzchniach przygotowanych broną talerzową na krzyż.

**Miedź.** Zawartość miedzi ogółem w organicznych poziomach badanych gleb bielcowych była zbliżona pod względem ilościowym na powierzchniach przygotowanych broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem. Określone zawartości kształtowały się średnio 9,25 mg Cu·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 5,90$ ) w ektopróchnicy, natomiast w warstwach mineralnych od 0 do 40 cm wynosiły 4,15 mg Cu·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 1,02$ ). Podobnie w odniesieniu do rozpuszczalnych form miedzi w analizowanych glebach bielcowych nie obserwowano zróżnicowań na powierzchniach o różnym przygotowaniu gleby. Zawartość miedzi rozpuszczalnej w roztworze rozcieńczonego kwasu azotowego, uległa zmniejszeniu od średniej wartości 4,11 mg Cu·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 1,11$ ) w poziomie Olfh do 1,74 mg Cu·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 0,79$ ) w niżej zalegających warstwach glebowych. Udział rozpuszczalnych form miedzi w jej ogólnej zawartości wahał się w poszczególnych poziomach glebowych w granicach 35,53–48,65% wykazując tendencję korzystniejszą na powierzchniach przygotowanych w jamki wykonane świdrem.

Tabela 1; Table 1

Zawartość mikroelementów w glebach bielocowych przygotowanych broną talerzową na krzyż ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )  
 Microelement concentration in podzol soils prepared with a crosswise disc harrowing ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Głębokość; Depth (cm)	Zawartość całkowita; Total content			Formy rozpuszczalne; Available forms					$\frac{Xp}{Xog} \times 100$		
	min.	max.	średnia mean (Xog)	SD*	Vx**	min.	max.	średnia mean (Xp)		SD*	Vx**
<b>B</b>											
0	2,05	6,95	4,79	1,79	37,35	0,65	1,35	0,85	0,29	34,31	17,67
0-20	1,62	4,85	3,25	1,26	38,58	0,14	0,82	0,37	0,27	72,82	11,37
20-40	1,58	5,72	3,03	1,64	54,00	0,14	0,96	0,39	0,34	85,69	12,99
<b>Zn</b>											
0	21,85	72,95	35,01	21,53	61,50	13,35	54,85	23,07	17,81	77,20	65,91
0-20	5,65	13,96	8,55	3,34	39,01	2,5	5,05	3,36	1,05	31,28	39,30
20-40	5,42	8,22	6,87	1,14	16,64	2,58	4,02	3,15	0,63	19,87	45,86
<b>Mn</b>											
0	128,5	520,5	287,40	156,73	54,53	48	232	131,60	76,61	58,21	45,79
0-20	42,2	245	129,76	78,64	60,60	24,4	92,5	48,74	26,50	54,36	37,56
20-40	50	156,5	102,44	42,61	41,59	24,2	42	33,34	7,25	21,74	32,55
<b>Cu</b>											
0	5,48	18,66	8,98	5,53	61,60	2,19	5,14	4,03	1,17	29,04	44,91
0-20	3,05	5,02	3,93	0,84	21,28	0,45	1,95	1,54	0,64	41,23	39,25
20-40	3,42	6,25	4,37	1,11	25,40	0,27	2,15	1,55	0,74	47,95	35,53
<b>Mo</b>											
0	1,246	5,256	3,33	1,64	49,26	0,126	2,082	0,83	0,83	99,76	24,93
0-20	0,492	3,354	1,74	1,33	76,51	0,072	0,653	0,24	0,24	97,53	13,87
20-40	0,426	3,146	1,64	1,15	70,36	0,065	0,27	0,15	0,09	56,82	9,22

SD\* – Odchylenie standardowe; Standard deviation  
 Xog – Średnia całkowita zawartość; Mean total content

Vx\*\* – Współczynnik zmienności; Variability coefficient  
 Xp – Średnia zawartość form przyswajalnych; Mean content available forms

Tabela 2; Table 2

Zawartość mikroelementów w glebach bicicowych przygotowanych w jamki wykonane świdrem ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )  
 Microelement concentration in podzol soils with holes prepared with a planting-hole anger ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Głębokość; Depth (cm)	Zawartość całkowita; Total content				Formy rozpuszczalne; Available forms					$\frac{X_p}{X_{og}} \times 100$
	min.	max.	średnia mean ( $X_{og}$ )	SD*	$V_{X^{**}}$	min.	max.	średnia mean ( $X_p$ )	SD*	
<b>B</b>										
0	1,5	6,82	4,26	2,02	47,41	1,32	0,93	36,32	0,34	21,92
0-20	0,95	4,88	2,89	1,45	50,27	0,52	0,37	30,46	0,11	12,81
20-40	0,96	3,6	2,32	1,02	43,89	0,22	0,34	36,63	0,13	14,80
<b>Zn</b>										
0	34,8	64,35	46,02	15,10	32,82	17,68	30,88	43,47	13,42	67,11
0-20	4,42	16,95	9,78	4,55	46,53	2,42	3,19	16,84	0,54	32,56
20-40	5,22	11,8	8,34	2,52	30,26	2,1	2,95	16,26	0,48	35,35
<b>Mn</b>										
0	170,5	501,5	312,80	142,65	45,60	58	131,16	42,72	56,04	41,93
0-20	24,2	268	126,16	90,66	71,86	16,5	41,50	40,56	16,83	32,89
20-40	46,2	134,5	106,64	35,83	33,60	16	37,94	55,52	21,06	35,58
<b>Cu</b>										
0	4,59	20,08	9,52	6,27	65,85	3,18	4,19	24,83	1,04	43,99
0-20	3,4	6,25	4,36	1,10	25,29	0,9	1,95	47,79	0,93	44,77
20-40	3	5,2	3,93	1,01	25,70	0,8	1,91	42,53	0,81	48,65
<b>Mo</b>										
0	1,548	4,56	3,01	1,28	42,42	0,198	0,78	100,17	0,79	26,09
0-20	0,695	2,32	1,31	0,62	47,24	0,095	0,14	29,32	0,04	10,68
20-40	0,682	2,452	1,22	0,71	58,20	0,082	0,10	22,44	0,02	8,55

Objaśnienia jak w tabeli 1; Explanations see Table 1

**Molibden.** Ogólna zawartość molibdenu w ektopróchnicy omawianych gleb bielcowych kształtowała się podobnie do ogólnej zawartości boru i wynosiła średnio 3,17 mg Mo·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 1,46$ ), malejąc w warstwach mineralnych od 0 do 40 cm do wartości 1,48 mg Mo·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 0,96$ ). Uzyskane wyniki rozpuszczalnych form molibdenu, wyekstrahowane przy pomocy roztworu kwaśnego szczawianu amonu (o pH = 3,3), wskazywały na nieznaczne ilości tego składnika wynoszące średnio 0,81 mg Mo·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 0,81$ ) w poziomie Olfh i 0,16 mg Mo·kg<sup>-1</sup> gleby ( $\pm 0,10$ ) w niżej zalegających warstwach mineralnych od 0 do 40 cm.

Na podstawie otrzymanych rezultatów z poszczególnych powierzchni badawczych można stwierdzić, że udział przyswajalnych form molibdenu w odniesieniu do jego zawartości ogółem wahał się w omawianych poziomach gleb w granicach od 8,55 do 26,09%. Uzyskane wyniki zawartości mikroelementów poddano analizie wariancji. Stwierdzono, że w organicznych poziomach badanych gleb bielcowych nie ma statystycznie istotnych różnic (przy  $\alpha = 0,05$ ) w zawartości ogólnej, jak i w przyswajalnych formach boru, cynku, manganu, miedzi i molibdenu pomiędzy powierzchniami przygotowanymi broną talerzową na krzyż i w jamki wykonane świdrem.

## Wnioski

1. Zastosowane zabiegi przygotowania gleby broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem wywarły nieznaczny, statystycznie nieistotny wpływ na kształtowanie się nowych zależności ilościowych, szczególnie w odniesieniu do przyswajalnych form mikroelementów na poszczególnych obiektach badawczych.
2. Ogólna zawartość omawianych mikroelementów – głównie cynku, manganu i miedzi, a także ich formy rozpuszczalne w badanych glebach bielcowych, koncentrowały się wyraźnie w ektopróchnicy, co związane jest przede wszystkim z oddziaływaniem borowej roślinności leśnej.
3. Udział przyswajalnych form mikroelementów w stosunku do ich ogólnej zawartości kształtował się odmiennie w poszczególnych poziomach organicznych gleb. Średnie wartości określone w poziomach próchnicy nadkładowej przybierały postać: B < Mo < Mn < Cu < Zn, natomiast w warstwach mineralnych (0–40 cm): Mo < B < Mn < Zn < Cu.
4. Najmniejsze zróżnicowanie ilościowe w organicznych poziomach badanych gleb bielcowych wykazywały bor i molibden, natomiast dużą zmienność stwierdzono w przypadku manganu.

## Literatura

- CZARNOWSKA K., GWOREK B., KOZANECKA T. 1983. *Zawartość metali ciężkich w glebach i mchu Kampinoskiego Parku Narodowego*, w: *Wpływ działalności człowieka na środowisko glebowe w Kampinoskim Parku Narodowym*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa: 123–137.
- DROZD J., LICZNAR M., WEBER J. 1995. *Zawartość metali ciężkich w podpoziomach próchnicy nadkładowej w glebach degradowanego ekosystemu leśnego w Karkono-*

szach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418(Suplement): 851–857.

**GWOREK B., DEGÓRSKI M. 1997.** *Przestrzenne i profilowe rozmieszczenie pierwiastków śladowych i żelaza w glebach zbiorowisk borowych.* Roczn. Glebozn. 48(1/2): 19–30.

**JACKSON M.L. 1958.** *Soil chemical analyses.* New York.

**KONECKA-BETLEY K., CZEPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E. 1994.** *Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb w Kampinoskim Parku Narodowym (stan na rok 1991), w: Prognozowanie przemian właściwości chemicznych gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego (red. Konecka-Betley), „Rozwój SGGW”, Warszawa: 17–70.*

**LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH E. 1976.** *Analiza chemiczno-rolnicza.* PWN Warszawa: 160–181.

**PUCHAŁSKI T., PRUSINKIEWICZ Z. 1990.** *Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego.* Wyd. II zmienione. PWRiL Warszawa: 618 ss.

**SIENKIEWICZ A. 1992.** *Aktualny stan i możliwości rekultywacji siedlisk leśnych Puszczy Noteckiej, w: Puszcza Notecka – historia, stan obecny i perspektywy.* PTL, Oddział w Poznaniu, Poznań-Smolarnia: 57–64.

**SZYMAŃSKA M. 1996.** *Wpływ wapnowania i nawożenia mineralnego na zawartość cynku, manganu i miedzi w bielcowych glebach leśnych.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 605–610.

**Słowa kluczowe:** poziom próchniczny, bor, cynk, mangan, miedź, molibden

### Streszczenie

Badania przeprowadzono w drzewostanach sosnowych Puszczy Noteckiej, założonych po odnowieniu zrębów zupełnych na siedlisku boru świeżego, na glebach bielcowych przygotowanych broną talerzową na krzyż oraz w jamki wykonane świdrem. Na podstawie uzyskanych rezultatów można stwierdzić, że zastosowane zabiegi agrotechniczne wywarły modelujący wpływ na kształtowanie się nowych zależności ilościowych mikroelementów w poszczególnych poziomach organicznych gleb bielcowych. Przejawia się przy tym istotna rola borowej roślinności leśnej, która kształtuje w głównej mierze układ ogólnej zasobności mikroelementów oraz ich form przyswajalnych.

### EFFECT OF MECHANICAL SOIL PREPARATION ON CONCENTRATION OF B, Zn, Mn, Cu and Mo IN HUMUS HORIZONS OF THE FOREST SOILS

*Mirostawa Szymańska*

Department of Forest Soil Science and Forest Fertilization,  
Agricultural University, Poznań

**Key words:** humus level, boron, zinc, manganese, copper, molybdenum

### Summary

Investigations were carried out in the pine stands of the Notecka Primeval Forest established after reconstruction of clear cut stands on fresh coniferous sites on podzolic soils prepared with the use of a crosswise disc harrowing and with holes made by a planting-hole anger. On the basis of obtained results it may be concluded that applied agrotechnical operations exerted a modelling impact on the formation of new quantitative interdependencies among the microelements in particular organic horizons of podzolic soils. The significant influence of forest coniferous plants deserves to be emphasized, as it is primarily this vegetation that affects, in the first place, the system of total microelement contents as well as their available forms.

Dr inż. Mirosława **Szymańska**  
Katedra Gleboznawstwa Leśnego i Nawożenia Lasu  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego  
ul. Górska 3  
60-623 POZNAŃ