

KAZIMIERZ BORATYŃSKI, STEFANIA ROSZYKOWA, MARIA ZIĘTECKA

## ZAWARTOŚĆ MIEDZI W RÓŻNYCH WYCIĄGACH GLEBOWYCH

Katedra Chemii Rolnej WSR Wrocław

Do oznaczania zawartości w glebie miedzi przyswajalnej dla roślin stosowane są różne roztwory ekstrakcyjne. Należą do nich: woda, roztwory buforowe octanowe (odczynnik Morgana i Barona), komplekson III (EDTA) oraz kwasy: octowy, cytrynowy, solny o różnym stężeniu, azotowy i inne.

Istnieje stosunkowo niewiele danych zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej na temat porównania ilości miedzi przechodzących do roztworu przy użyciu tych różnych rozpuszczalników. Badania takie prowadzili: Scharrer i współpracownicy [18], Westerhoff [19], Henriksen i Jensen [8, 9] oraz Balks [1]. W Polsce zagadnieniem tym zajmowali się: Kabata [10], Kociałkowski [11], Czarnowska [6], a w odniesieniu do gleb torfowych — Liwski [12]<sup>1</sup>.

Wymienieni autorzy stosowali w swoich badaniach tylko niektóre roztwory ekstrakcyjne i nie zawsze te, które ostatnio weszły w największe użycie. Dlatego przeprowadzone badania nie dają odpowiedzi, jakie są wzajemne stosunki między ilością miedzi przechodzącej do roztworu przy użyciu różnych roztworów ekstrakcyjnych.

Ta różnorodność stosowanych metod ekstrakcji z jednej strony i niedostateczne informacje odnośnie wzajemnych stosunków ilości miedzi ekstrahowanych różnymi metodami z drugiej, utrudniają właściwą interpretację i ocenę materiału dotyczącego zawartości miedzi w różnych glebach.

---

<sup>1</sup> Szczegółowy przegląd metod oznaczania zawartości miedzi w glebie, stosowanych roztworów ekstrakcyjnych i uzyskanych wyników będzie przedmiotem oddzielnej publikacji.

W celu przeprowadzenia inwentaryzacji zawartości miedzi w glebach Polski nieodzowne jest przyjęcie przez wszystkie placówki zajmujące się tym zagadnieniem jednej określonej metody ekstrakcji gleby. Z drugiej strony wydaje się rzeczą ważną stwierdzenie wzajemnych stosunków między ilościami miedzi, ekstrahowanymi przy użyciu różnych rozpuszczalników.

W związku z tym w ramach prac nad ujednoczeniem metod podjęliśmy badania nad porównaniem niektórych najczęściej ostatnio stosowanych metod ekstrakcji przyswajalnej dla roślin miedzi z gleby.

W badaniach wstępnych porównano ilości miedzi wyekstrahowanej z gleby następującymi roztworami: rozcieńczonym  $\text{HNO}_3$  według *Westerhoffa* [19], 1n HCl, 0,02m EDTA oraz odczynnikiem Barona. Oznaczono również ogólną zawartość miedzi.

W dalszych badaniach użyto trzech roztworów ekstrakcyjnych: rozcieńzonego kwasu azotowego [1, 3, 18, 19], przyjętego przez Komisję Koordynacyjną do Badań nad Ujednoczeniem Metod w Krajach Demokracji Ludowej 1n HCl stosowanego szeroko przez autorów Związku Radzieckiego [14, 15] oraz 0,1n HCl [5, 7].

Przeprowadzenie całkowitej zawartości miedzi do roztworu wykonano metodą *Nemesa* i współpracowników [13]. Zawartość miedzi przyswajalnej we wszystkich wyciągach glebowych oznaczono metodą *Scharrera* i *Schaumlöffela* [4, 17].

Przy sporządzaniu wyciągów glebowych zachowano jednakowy stosunek gleby do roztworu ekstrakcyjnego (1:10) oraz czas wytrząsania (2 godz.). Jedynie przy wyciągu odczynnikiem Barona stosunek gleby do roztworu ekstrakcyjnego wynosił 1:5, zgodnie z metodą Barona [2].

Badania wstępne przeprowadzono na 10 próbkach glebowych o różnym składzie mechanicznym i różnym pH (4,4—7,0). Ogólna zawartość miedzi (tab. 1) wahała się w granicach 3,4—10,9 ppm Cu.

Dalsze badania przeprowadzono na większym materiale glebowym (82 próbki)<sup>2</sup>. Analizowane próbki pochodziły bądź z warstwy powierzchniowej, bądź z głębszych warstw różnych typów glebowych. pH tych gleb wahało się od 3,4 do 7,6. Były to jednak gleby w większości słabo kwaśne i obojętne.

Uzyskane wyniki w badaniach wstępnych zamieszczono w tab. 1.

Ilości miedzi przechodzące do roztworu były zależne od stosowanego odczynnika ekstrakcyjnego. Najwyższe wartości, stanowiące średnio 61% (38—87%) w stosunku do ogólnej zawartości, uzyskano w wyciągu 1n HCl.

---

<sup>2</sup> Otrzymano je z Pracowni Kartograficznej Stacji Chemiczno-Rolniczej we Wrocławiu.

T a b e l a 1

Zawartość miedzi w różnych wyciągach glebowych  
 Całkowitą zawartość miedzi w glebie (- Cu og.) przyjęto za 100%  
 Copper contents in various soil extracts  
 Total copper content of soil taken as 100%

Lp.	Nr gleby Soil Nr.	Cu og. Total Cu		Roztwory ekstrakcyjne - Extractans							
				ln HCl		rozcień.-dil. HNO <sub>3</sub>		0,02 m EDTA		odczyn. Barona Baron's solvent	
		ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
1	6	3,4	100	1,3	38	1,2	35	1,1	32	0,9	26
2	9	3,6	100	1,5	42	1,1	31	0,9	25	1,0	28
3	7	3,7	100	1,9	51	1,0	27	0,9	24	0,9	24
4	8	5,5	100	3,5	64	2,4	44	2,1	38	0,9	16
5	1	6,2	100	5,4	87	2,9	47	3,2	52	0,9	14
6	3	6,3	100	2,7	43	2,0	32	1,8	28	0,9	14
7	5	6,5	100	3,5	54	2,1	32	2,6	40	1,0	15
8	2	6,5	100	5,4	83	4,0	62	4,1	63	0,9	14
9	4	9,9	100	6,5	66	3,8	38	4,0	40	1,2	12
10	10	10,9	100	6,7	61	4,2	38	3,8	35	0,9	8
Średnio Mean		6,2	100	3,8	61	2,5	40	2,4	39	1,0	17
Wahania Variations		3,4-10,9		1,3-6,5	38-87	1,0-4,2	27-62	0,9-4,1	24-63	0,9-1,2	8-28

Wyraźnie niższe były ilości miedzi w rozcieńczonym HNO<sub>3</sub> (średnio 40%, z wahaniami 27—62% w odniesieniu do ogólnej zawartości miedzi). Wyniki te są zgodne z badaniami (26 próbek) Scharrera i współpracowników [18], którzy w wyciągu 2% HNO<sub>3</sub> (roztwór HNO<sub>3</sub> stosowany przez nas był około 2,7%), znaleźli średnio 41% (21—65%) w stosunku do ogólnej zawartości miedzi.

Podobne ilości miedzi jak rozcieńczony HNO<sub>3</sub> wyekstrahował 0,02m EDTA. Stanowiły one średnio 39% (24—63%) ogólnej zawartości miedzi. Uzyskane przez nas wyniki w wyciągu 0,02m EDTA leżą w granicach zawartości podanych przez Czarnowską [6], która badając 10 profilów różnych gleb bielcowych znalazła w tym wyciągu ilości miedzi stanowiące od 0 do 63% ogólnej zawartości miedzi.

Ilości miedzi przechodzące do roztworu przy użyciu odczynnika Barona były prawie jednakowe (0,9—1,2 ppm) niezależnie od ogólnej zawartości miedzi.

W badaniach Scharrera i współpracowników [18] ilości miedzi wyekstrahowane odczynnikiem Barona wynosiły od 0,04 do 1,0 ppm.

W toku oznaczania zawartości miedzi w poszczególnych wyciągach glebowych nie napotkano na trudności, z wyjątkiem wyciągu EDTA. Oznaczenia ilości miedzi w tym wyciągu nie były dostatecznie zgodne i powtarzalne. Dodać tu można, że Liwski [12] ekstrahując miedź z gleb torfowych za pomocą 0,02 m EDTA znajdował średnio 39% bądź 14% w stosunku do ogólnej zawartości miedzi, w zależności od sposobu

oznaczenia analitycznego miedzi w wyciągu. Wydaje się, że sprawa ta wymaga szczegółowych badań.

Z przytoczonych względów w dalszych badaniach porównawczych nie stosowano tego roztworu ekstrakcyjnego. Wyeliminowano również z dalszych badań odczynnik Barona, który nie dał zróżnicowania ilości ekstrahowanej miedzi. Natomiast zastosowano obok  $\text{HNO}_3$  (według Westerhoffa) i  $1n \text{HCl}$  także  $0,1n \text{HCl}$ .

Wyniki uzyskane tymi trzema roztworami ekstrakcyjnymi dla 82 próbek glebowych podane są w tab. 2 i 3.

T a b e l a 2

Zawartość miedzi w różnych wyciągach glebowych  
82 próbki glebowe  
(różne typy i poziomy glebowe łącznie)  
Copper contents in different soil extracts  
82 soil samples  
(various soil types)

Roztwór ekstrakcyjny Solvent extractans	ppm Cu	
	średnio - mean	wahania variations
Rozc.-Dil. $\text{HNO}_3$	2,6	0,6-6,1
$1n \text{HCl}$	3,2	0,9-8,4
$0,1n \text{HCl}$	2,3	0,0-4,6

T a b e l a 3

Średnia zawartość miedzi w różnych typach glebowych w zależności od roztworu ekstrakcyjnego  
Mean copper content in different soil types in dependence on extractant  
ppm Cu

Typy glebowe Soil type	Poziom - Horizon $A_1$				Poziomy głębsze - Deeper layers			
	ilość próbek number of samples	roztwory ekstrakcyjne extractans			ilość próbek number of samples	roztwory ekstrakcyjne extractans		
		rozc. dil. $\text{HNO}_3$	$1n \text{HCl}$	$0,1n \text{HCl}$		rozc. dil. $\text{HNO}_3$	$1n \text{HCl}$	$0,1n \text{HCl}$
Gleby biellicowe Podzols	4	1,8	2,4	2,6	7	1,7	2,4	2,6
Gleby biellicowe-brunatne Brown podzols	7	2,4	2,8	2,3	12	1,8	2,2	1,7
Gleby brunatne Brown soils	10	2,9	3,2	2,2	17	1,9	2,2	1,9
Czarne ziemie Black earths	6	4,7	5,6	3,4	13	3,1	3,6	2,1
Mady - Madas	3	5,2	5,9	3,2	3	4,4	6,0	4,0
Średnio - Mean	30	3,2	3,8	2,6	52	2,3	2,8	2,1

Rozpatrując wyniki uzyskane dla całego materiału glebowego łącznie (tab. 2) uzyskano podobnie jak w badaniach poprzednich (tab. 1) najwyższe średnie wartości dla wyciągu 1n HCl (3,2 ppm Cu). Niższe średnie wartości dał rozcieńczony HNO<sub>3</sub> (2,6 ppm Cu), a najniższe 0,1n HCl (2,3 ppm Cu).

Analiza matematyczna wykazała daleko idącą współzależność pomiędzy zawartością miedzi w wyciągu rozcieńczonego HNO<sub>3</sub> i 1n HCl, wyrażającą się wysokim współczynnikiem korelacji ( $r=0,98$ ). Znalezione współzależności dla wyciągu rozcieńczonym HNO<sub>3</sub> i 0,1n HCl ( $r=0,48$ ) oraz 0,1n HCl i 1n HCl ( $r=0,54$ ) były mniej ścisłe, niemniej zgodnie z kryterium przyjętym za Romanowskim [16] również istotne.

Jakkolwiek wzajemne stosunki średnich ilości miedzi wyekstrahowanych różnymi metodami układają się dla całego materiału jak podano wyżej, to jednak przy uporządkowaniu badanego materiału według typów glebowych stosunki te układają się nieco inaczej (tab. 3).

Dla gleb brunatnych, czarnych ziem i mad uszeregowanie odczynników ekstrakcyjnych pod względem ilości miedzi przechodzącej do roztworu jest identyczne jak dla całości materiału (patrz wyżej).

Natomiast w glebach bielcowych średnie ilości miedzi w wyciągu 0,1n HCl są wyższe niż w 1n HCl oraz w rozcieńczonym HNO<sub>3</sub> i to zarówno w poziomie A, jak w warstwach głębszych. W glebach bielcowo-brunatnych średnia zawartość miedzi w 0,1n HCl różni się nieznacznie od zawartości w rozcieńczonym HNO<sub>3</sub>.

Średnia zawartość miedzi w wyciągu rozcieńczonego HNO<sub>3</sub> i 1n HCl wzrasta w poziomie A, a także w warstwach głębszych według następującego szeregu: gleby bielcowe, gleby bielcowo-brunatne, gleby brunatne, czarne ziemie i mady zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi i niektórymi danymi literatury [7].

Natomiast ilości miedzi przechodzące do roztworu 0,1n HCl nie wykazują tej zależności (tab. 3).

Wydaje się więc, że 0,1n HCl jest roztworem mniej przydatnym do oznaczania zawartości przyswajalnej dla roślin miedzi w glebie.

Odnośnie dwu pozostałych roztworów ekstrakcyjnych, tj. 1n HCl i rozcieńczonego HNO<sub>3</sub> należy wziąć pod uwagę, że ilości miedzi przechodzące do rozcieńczonego HNO<sub>3</sub> dają przy uwzględnieniu odpowiednich liczb granicznych, zgodnie z danymi literatury [1], wysoką korelację z reakcją roślin. Ta metoda ekstrakcji została przyjęta w Niemczech jako standartowa. Stosowana jest również w badaniach międzynarodowych nad ujednoczeniem metod badawczych w krajach demokracji ludowej.

Wydaje się, że ten sposób ekstrakcji przyswajalnej dla roślin miedzi z gleby należałoby zastosować i u nas.

Metoda ekstrakcji rozcieńczonym  $\text{HNO}_3$  daje dobrą powtarzalność oznaczania zawartości miedzi przyswajalnej w glebie (tab. 4).

Prowadzone w ramach współpracy międzynarodowej badania nad zawartością składników pokarmowych w glebie, a między innymi miedzi,

T a b e l a 4

Powtarzalność oznaczeń zawartości miedzi  
w wyciągu rozcz.  $\text{HNO}_3$   
Reproducibility of determination of copper  
contents in dil.  $\text{HNO}_3$  solution

Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		
	3.IX	16.IX	12.X
1	2,8	3,0	2,9
2	3,9	4,2	4,0
3	2,2	2,2	2,0
4	3,9	4,0	3,8
5	2,1	2,2	2,1
6	1,3	1,2	1,2
7	0,9	0,9	1,0
8	2,2	2,1	2,4
9	0,9	1,0	1,1
10	4,0	3,9	4,2

wykazują również dobrą zgodność wyników Cu oznaczeń wykonanych w różnych pracowniach.

Przykładem tego mogą być dane tab. 5, w której przytoczono oznaczenia zawartości przyswajalnej miedzi w 120 próbkach glebowych, wykonanych w naszej Katedrze i Instytucie Żywienia Roślin w Jenie.

Należy tu zaznaczyć, że poszczególne partie, stanowiące każdorazowo serię 20 próbek gleby (czeskosłowackich = C, niemieckich = N, polskich = P, rumuńskich = R, węgierskich = W, radzieckich = ZR) nadesłane i analizowane były w odstępach kilkumiesięcznych.

O ile w pierwszych dwu partiach gleby (gleby C i N) ilość próbek, dla których wyniki oznaczeń w obu laboratoriach różnią się o 0,5 ppm Cu i więcej, jest dość znaczna, o tyle w dalszych partiach ilość tych próbek znacznie się zmniejsza, a w ostatniej partii (gleby ZR) różnice w kilku zaledwie przypadkach dochodzą do 0,4 ppm Cu. Jest to niewątpliwie wynikiem nabywania przez pracowników obu laboratoriów większej wprawy.

Różnice w oznaczaniu absolutnej ilości miedzi w wyciągach, uzyskane w obu laboratoriach, w niewielkim tylko stopniu wpłynęły na ocenę

Zawartość miedzi przyswajalnej w glebach, oznaczona w dwu różnych laboratoriach. Wyciąg w rozcieńczonym HNO<sub>3</sub>  
 Soil content of available copper determined at two different laboratories  
 (in dil. HNO<sub>3</sub> solut.)

Lp. Order	Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		Ocena zasobności Abundance estimate		Lp. Order	Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		Ocena zasobności Abundance estimate		Lp. Order	Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		Ocena zasobności Abundance estimate	
		Wrocław	Jena	Wrocław	Jena			Wrocław	Jena	Wrocław	Jena			Wrocław	Jena	Wrocław	Jena
1	1 C	6,3	6,8	+	+	21	1 N	5,7	6,2	+	+	41	1 P	0,9	0,4	-	-
2	2 C	5,2	5,4	+	+	22	2 N	5,4	6,6	+	+	42	2 P	3,4	3,4	+	+
3	3 C	5,5	6,1	+	+	23	3 N	3,1	1,2	+	-	43	3 P	2,7	2,8	+	+
4	4 C	5,2	5,9	+	+	24	4 N	6,7	8,0	+	+	44	4 P	3,1	3,7	+	+
5	5 C	4,1	4,5	+	+	25	5 N	0,5	0,6	-	-	45	5 P	2,6	2,1	±	±
6	6 C	8,2	7,6	+	+	26	6 N	5,4	6,4	+	+	46	6 P	1,9	2,0	±	±
7	7 C	4,2	4,2	+	+	27	7 N	6,1	7,7	+	+	47	7 P	4,5	4,0	+	+
8	8 C	2,3	3,4	±	+	28	8 N	4,2	6,0	+	+	48	8 P	2,9	3,0	+	+
9	9 C	7,4	9,0	+	+	29	9 N	5,5	7,0	+	+	49	9 P	5,2	5,5	+	+
10	10 C	3,4	3,8	+	+	30	10 N	3,7	1,9	+	±	50	10 P	6,2	5,9	+	+
11	11 C	11,6	>12	+	+	31	11 N	0,4	0,8	-	-	51	11 P	4,9	4,8	+	+
12	12 C	3,4	3,6	+	+	32	12 N	18,2	16,0	+	+	52	12 P	3,7	3,6	+	+
13	13 C	4,3	5,3	+	+	33	13 N	15,2	16,0	+	+	53	13 P	4,8	4,5	+	+
14	14 C	1,6	2,2	±	±	34	14 N	3,4	5,0	+	+	54	14 P	1,0	0,8	-	-
15	15 C	5,9	6,5	+	+	35	15 N	17,4	16,0	+	+	55	15 P	2,4	2,0	±	±
16	16 C	7,2	9,6	+	+	36	16 N	4,7	5,8	+	+	56	16 P	6,1	6,2	+	+
17	17 C	1,2	1,1	-	-	37	17 N	4,2	5,6	+	+	57	17 P	6,0	6,0	+	+
18	18 C	3,8	3,0	+	±	38	18 N	5,5	6,8	+	+	58	18 P	6,0	5,5	+	+
19	19 C	7,1	7,5	+	+	39	19 N	1,6	3,5	±	+	59	19 P	3,8	3,4	+	+
20	20 C	6,6	6,1	+	+	40	20 N	13,8	15,0	+	+	60	20 P	2,0	2,1	±	±

Znak + oznacza zasobność dobrą, znak ± średnią i znak - złą.  
 + high abundance, ± medium abundance, - low abundance.

Lp. Order	Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		Ocena zasobności Abundance estimate		Lp. Order	Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		Ocena zasobności Abundance estimate		Lp. Order	Nr gleby Soil Nr.	ppm Cu		Ocena zasobności Abundance estimate	
		Wrocław	Jena	Wrocław	Jena			Wrocław	Jena	Wrocław	Jena			Wrocław	Jena	Wrocław	Jena
61	1 R	7,8	8,4	+	+	81	1 W	3,4	4,4	+	+	101	1 ZR	2,5	1,9	±	±
62	2 R	15,1	>12	+	+	82	2 W	2,5	2,8	±	±	102	2 ZR	4,2	4,6	+	+
63	3 R	8,1	8,6	+	+	83	3 W	0,0	0,2	-	-	103	3 ZR	4,1	4,2	+	+
64	4 R	6,0	6,4	+	+	84	4 W	5,3	5,1	+	+	104	4 ZR	3,8	3,7	+	+
65	5 R	9,2	8,6	+	+	85	5 W	7,3	7,6	+	+	105	5 ZR	24,8	>16	+	+
66	6 R	15,7	>12	+	+	86	6 W	5,9	6,0	+	+	106	6 ZR	4,8	5,0	+	+
67	7 R	11,9	>12	+	+	87	7 W	8,1	8,9	+	+	107	7 ZR	4,9	5,0	+	+
68	8 R	5,3	5,2	+	+	88	8 W	0,8	1,3	-	-	108	8 ZR	2,3	2,3	±	±
69	9 R	5,8	5,2	+	+	89	9 W	2,9	3,2	+	+	109	9 ZR	0,8	0,8	-	-
70	10 R	22,9	>12	+	+	90	10 W	12,3	>12	+	+	110	10 ZR	3,0	3,1	+	+
71	11 R	4,2	4,2	+	+	91	11 W	1,8	3,0	±	+	111	11 ZR	3,3	3,5	+	+
72	12 R	4,1	4,6	+	+	92	12 W	2,6	3,0	+	+	112	12 ZR	0,5	0,2	-	-
73	13 R	6,7	7,3	+	+	93	13 W	0,0	0,1	-	-	113	13 ZR	0,4	0,6	-	-
74	14 R	3,9	4,1	+	+	94	14 W	2,5	2,7	±	+	114	14 ZR	0,7	0,5	-	-
75	15 R	4,4	4,5	+	+	95	15 W	3,5	4,3	+	+	115	15 ZR	1,3	0,9	-	-
76	16 R	4,8	5,2	+	+	96	16 W	4,1	5,0	+	+	116	16 ZR	4,1	4,0	+	+
77	17 R	5,0	5,6	+	+	97	17 W	0,4	1,3	-	-	117	17 ZR	3,7	3,5	+	+
78	18 R	8,6	8,8	+	+	98	18 W	11,0	>12	+	+	118	18 ZR	6,2	5,8	+	+
79	19 R	6,4	7,1	+	+	99	19 W	2,5	3,5	±	±	119	19 ZR	6,2	6,2	+	+
80	20 R	4,7	4,8	+	+	100	20 W	6,6	9,4	+	+	120	20 ZR	6,2	6,0	+	+

Znak + oznacza zasobność dobrą, znak ± średnią i znak - złą.  
+ high abundance, ± medium abundance, - low abundance.



zasobności przy przyjęciu tych samych kryteriów w obu laboratoriach. Na 120 zbadanych próbek gleb tylko w sześciu wypadkach wycena była niezgodna, a w tym jedynie w jednym wypadku o dwie klasy.

## LITERATURA

- [1] Balks R.: Fortschritte in der Untersuchung der Kulturböden auf Magnesium und die Mikronährstoffe. Z. Landw. Vers. u. Unters. Wesen, 1, 1965, s. 524 - 539.
- [2] Baron H.: Gemeinsame Extraktion und chemische Bestimmung des leicht löslichen Anteils der Mikronährstoffe B, Fe, Co, Cu, Mn, Mo, Zn im Boden. Landw. Forsch., VII, 1954/55, s. 82-105.
- [3] Bergmann W., Büchel L., Ebeling R., Witter B.: Die Magnesium und Mikronährstoffversorgung der Böden Thüringens. Tag. Ber. Dt. Akad. Landwirt. Wiss. Berlin, 56, s. 35-54.
- [4] Bergmann W.: Metody określania zawartości magnezu i mikroelementów w glebach. Międzynarod. Czasop. Roln., 3, 1963, s. 49-53.
- [5] Bönig G., Heigener H.: Die serienmäßige Bestimmung der verfügbaren Mikronährstoffe Cu, Zn und Ni im Boden unter Anwendung der Papierchromatographie. Landw. Forsch. IX, 1956, s. 89-96.
- [6] Czarnowska K.: Zawartość miedzi w glebach wytworzonych z piasków różnej genezy. Zeszyty Probl. Post. Nauk. Roln., 50b, 1964, s. 33-39.
- [7] Gliński J.: Formy miedzi w glebach pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Praca doktorska WSR Lublin, 1964.
- [8] Henriksen A.: Chemical and biological determination of copper in Soil. Nature Lond. 178, 1956, s. 489-500.
- [9] Henriksen A., Jensen H. L.: Chemical and mikrobiological determination of copper in soil. Acta Agric. Scand., VIII, 1958, s. 441-469.
- [10] Kabata-Pendias A.: Uwagi o chemicznych metodach oznaczania miedzi i kobaltu w formach przyswajalnych dla roślin. Pamiętnik Puławski, 9, 1963, s. 31-39.
- [11] Kociałkowski Z.: Zawartość Co, Mn, Mo, Cu, Zn i Ni w różnych wyciągach niektórych typów gleb Wielkopolski. Pozn. Tow. Przyjaciół Nauk, XIV, z. 2, 1963, s. 467-495.
- [12] Liwski S.: Rola miedzi w żyzności gleb torfowych. Roczn. Nauk Roln., 87-17-3, 1963, s. 436-470.
- [13] Nemes M., Duca C., Bilans C., Stanescu D.: La méthode de détermination des microéléments du sol et quelques leur contenu dans le sols de la Transylvanie (R.P. Roumaine). Roczn. Glebozn., X, 1961, s. 279-286.
- [14] Pejwe J. W., Rinkis G. J.: Metody bystrogo opriedielenija dostupnych rastienijam mikroelementow (Cu, Zn, Mn, Co, Mo, B) w poczwach. Poczwowiedien., 9, 1959, s. 65-75.
- [15] Rinkis G. J.: Metody uskoriennogo kolorimetriczeskogo opriedielenija mikroelementow w biologiczeskich obiektach. Ryga 1963.
- [16] Romanowski W.: Zastosowanie statystyki matematycznej w doświadczalnictwie. Warszawa 1951.
- [17] Scharrer K., Schaumlöffel R.: Die quantitative Bestimmung kleinsten Mengen Kupfer mittels Diäthylodithiocarbaminat /DDTC als Cu(DDTC)<sub>2</sub>. Landw. Forsch. XI, 1958, s. 59-60.
- [18] Scharrer K., Russ E., Mengel K.: Über die Bestimmung der pflan-

zenaufnehmbaren Kupfers and Mangans. Z. f. Pfl. Düng. u. Bod., 85, 1959, s. 1-20.

[19] Westerhoff H.: Beitrag zur Kupferbestimmung im Boden. Landw. Forsch. VII, 1954/55, s. 190-193.

К. БОРАТЫНСКИ, С. РОШЫК, М. ЗЕНТЭЦКА

## СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ ВЫТЯЖКАХ

Кафедра Агрохимии Вроцлавской Сельскохозяйственной Академии

### Резюме

В 10 почвенных образцах, различных по механическому составу значениям pH и общему содержанию меди, проведено определение меди экстрагированной с помощью: разбавленной  $\text{HNO}_3$ ; 1 н HCl; 0,02 мол. EDTA и реактива Барона. Количество меди в растворах определено по методу Шаррера и Шаумлэффеля. Количества меди экстрагированной с помощью 0,02м EDTA не давали удовлетворительной совпадаемости и сходимости результатов, а при употреблении в качестве экстрактора реактива Барона, эти количества были одинаковы, независимо от общего содержания меди (таб. 1).

В связи с этим, в дальнейших исследованиях проведенных на 82-х почвенных образцах отобранных из поверхностных или из более глубоких слоев различных типов почв, в качестве экстракторов употребляли: разбавленную  $\text{HNO}_3$ , 1н HCl и 0,1 HCl.

В бурых почвах, темноцветных (черных) почвах и мадах количество меди экстрагированной 1н HCl было наиболее высокое, немного ниже в разбавленной  $\text{HNO}_3$ , а самое низкое в 0,1 н HCl. Однако, в подзолистых почвах, так в поверхностном слое, как и в более глубоких слоях, наивысшие средние количества меди были получены в вытяжке 0,1 н HCl. Средние количества меди, экстрагируемые разбавленной  $\text{HNO}_3$  и 1 н HCl, складываются, так в горизонте А, как и в более глубоких слоях, в следующий возрастающий ряд: подзолистые почвы → подзолистобурые почвы → бурые почвы → темноцветные почвы → мады.

Однако в случае 0,1 н HCl эта закономерность не обнаружена (таб. 3).

Экстракция разбавленной  $\text{HNO}_3$  (метод Вестергоффа) дает хорошую сходимость результатов (таб. 4) и совпадаемость определений получаемых в отдельных лабораториях (таб. 5). Этот метод принят в работах проводимых Координационной Комиссией Стран Народной Демократии по унифицированию методов определения обеспеченности почв в питательные вещества. Авторы предлагают принять этот метод в польских лабораториях, проводящих исследование обогащенности почв медью усвояемой растениями.

K. BORATYŃSKI, S. ROSZYKOWA, M. ZIĘTECKA

## COOPER CONTENT IN VARIOUS SOIL EXTRACTS

Department of Agrochemistry, College of Agriculture, Wrocław

### Summary

In 10 soil samples with different mechanical composition, different pH and different total copper content was determined the amount of copper extracted by means of diluted  $\text{HNO}_3$ , 1 н HCl, 0.02m EDTA and Baron's extractant. The amount

of copper in the solution was determined with the Scharrer and Schaumlöffel method. The copper amounts extracted with 0.02M EDTA did not give adequately agreement and reproducible results, while the quantities extracted with Baron's solvent were identical independently of the total content of copper (tab. 1).

Further comparative tests were subsequently made on 82 soil samples from the surface as well as from deeper layers of various soil types, diluted  $\text{HNO}_3$ , 1 N HCl and 0.1 N HCl being used in extraction.

In the case of brown soils, black soils and madas, the amounts of copper extracted were greatest with 1N HCl, somewhat lesser with diluted  $\text{HNO}_3$ , and lowest with 0.1 N HCl, while in podzolized soils (surface as well as deeper layers) the highest mean amounts of copper were obtained with the 0.1N HCl extractant. The mean amounts of copper extracted with diluted  $\text{HNO}_3$  and 1N HCl showed, both in horizon A and in deeper layers, the rising serial pattern: podzols→brown podzols→brown soils→black earths→madas. This regularity was not observed when using 0.1N HCl (tab. 3).

Extraction with  $\text{HNO}_3$  solution (Westerhoff's method) gives good reproducibility of results (tab. 4) and agreement between tests made at different laboratories (tab. 5). This procedure was accepted also in the studies on unification of the research methods on soil nutrient abundance, conducted by the Coordination Commission of the People's Democratic Republics. Authors suggest that this method be adopted in the Polish laboratories doing research work on soil contents of plant-available copper.

