

MIECZYŚLAW KOTER, BOGUMIŁA BARDZICKA, ANNA KRAUZE

## OCENA PRZYDATNOŚCI NIEKTÓRYCH EKSTRAKTORÓW DO OZNACZANIA DOSTĘPNEGO CYNKU W GLEBACH<sup>1</sup>

Katedra Chemii Rolnej WSR Olsztyn. Kierownik — prof. dr M. Koter

Cynk posiada duże znaczenie w odżywianiu roślin i zwierząt. Z tego też względu konieczne jest poznanie zawartości jego form dostępnych w glebach.

Ogółem zawartość cynku w glebach wahać się może od 10 do 1000 ppm [5, 8, 18]. Gleby uprawne zawierają przeciętnie od 25 do 300 ppm, dostępnego zaś cynku od 0,2 do 35 ppm. Ze względu jednak na formy, w których ten pierwiastek występuje, może być mniej lub więcej dostępny dla roślin. Stopień jego przyswajalności zależy od rodzaju gleby, wysycenia jej kationami Ca, Mg, K, H, jak również od zawartości próchnicy i związków fosforowych [7, 10].

Węglany wapnia, magnezu oraz fosforany [5, 8, 10] tworzą trudno rozpuszczalne sole cynku, w związku z tym utrudnione jest pobieranie cynku przez rośliny. Wapnowanie gleb węglanami wapnia w celu zmniejszenia kwasowości może wpłynąć na zmniejszenie przyswajalności cynku dodanego w postaci nawozów.

Schneider i Siegel [13] badali przyswajalność dodanego do gleb cynku przez grzyb *Aspergillus niger*, przy różnym zasilaniu gleb węglanami wapnia. Autorzy stwierdzili, że pobieranie cynku przy 2-procentowym węglanie wapnia wynosi 75—80%; w miarę wzrostu ilości węglanu wapnia pobieranie cynku maleje i przy 10% CaCO<sub>3</sub> tylko 20% dodanego cynku jest wykorzystywane przez rośliny, a przy 20% CaCO<sub>3</sub> rośliny praktycznie nie pobierają cynku. Wierigina [18], Pejwe [10], Nelson [7] uważają, że przy dostatecznej ilości wapnia i przy reakcji środowiska zbliżonego do obojętnego cynk znajduje się w mało ruchliwej formie. Najmniejsza ruchliwość cynku w tych warunkach daje się zauważyć przy pH 5,5—6,9. Wear [16] uważa, że pobie-

<sup>1</sup> Praca subsydiowana przez Wydział V Nauk Rolniczych i Leśnych PAN.

ranie cynku przez rośliny z gleb wapnowanych i gipsowanych nie jest spowodowane obecnością wapnia, ale zwiększeniem zasadowości gleby. Scharrer i Hofner [12] stwierdzili w czasie badań nad przemieszczaniem cynku w glebach, że zasadniczą rolę spełnia tu koncentracja jonów wodorowych. W glebach o pH 6,5—7,5 90% dodanego cynku jest zatrzymywane w górnej 5-centrymetrowej warstwie gleb. Według Pejwego [10] cynk może występować w kompleksie sorpcyjnym gleb jako  $Zn^{2+}$ ,  $ZnOH^+$ ,  $ZnCl^+$ ,  $Zn(NH_3)_4^{2+}$  oraz  $Zn(OH)_4^{2-}$ , ale tylko jony cynkanów wykazują większą ruchliwość w warunkach reakcji alkalicznej i przemieszczają się w profilu glebowym. Na ogół jony cynku są mało ruchliwe wskutek silnej sorpcji przez koloidy glebowe [5, 10].

Cynk może być sorbowany przez gleby w formie wymiennej i niewymiennej [8, 10]. Czy rośliny korzystają z obu tych form, nie jest dotychczas wyjaśnione. Wielu autorów badając dostępny dla roślin cynk stosuje różne sposoby ekstrakcji cynku z gleb oraz ekstraktry, których zdolność ekstrakcyjna jest różna [2, 3, 4, 7, 9, 11, 14, 17]. Pejwe [9] oznacza cynk dostępny dla roślin w wyciągu 1n chlorku potasu z dodatkiem ditizonu w czterochlorku węgla. Shaw i Dean [14] posługiwali się również metodą dwu faz, stosując jako fazę płynną roztwór buforowy octanu amonowego o pH równym 7 oraz ditizonu w czterochlorku węgla. Baron [2] wprowadził do ekstrakcji roztwór buforowy o pH równym 4, złożony z octanu amonowego, kwasu octowego i siarczanu amonowego. Wielu autorów [3, 7, 11, 17] stosuje do ekstrakcji cynku dostępnego dla roślin 0,1n kwas solny. Stosowano również 2,5% kwas octowy i octan amonowy [7, 12], przy czym Nelson i Melsted stwierdzili, że zdolność ekstrakcyjna 2,5% kwasu octowego odpowiada sile ekstrakcji 0,1n kwasu solnego, jeżeli stosuje się odpowiednio dłuższy czas oddziaływania. Oprócz metod ekstrakcji chemicznej często używana jest metoda mikrobiologiczna z zastosowaniem grzyba *Aspergillus niger* [4, 8, 13]. W Polsce tą metodą liczne oznaczenia cynku dostępnego w glebach przeprowadził Nowosielski [8].

Nelson i Melsted [7] uważają na podstawie swej pracy, że rozpuszczalny w kwasach cynk nie występuje w formie wymiennej w glebach i glinach, użytych przez tych autorów do doświadczeń. Również Pejwe uważa, że 0,1n kwas solny zdolny jest wyługować cynk z siatek krystalicznych minerałów. Zdolność ekstrakcyjna 2,5% kwasu octowego, użytego w większych ilościach, jest taka sama jak 0,1n kwasu solnego [7]. Zatem słabe kwasy organiczne ekstrahują z gleb nie tylko wymienne formy cynku. Należy uważać, że wymienne formy cynku uwalniane są za pomocą roztworów soli obojętnych, jak np. 1n chlorku potasu i octanu amonowego [10, 14].

Wyniki uzyskane przez różnych badaczy za pomocą wyżej wymienionych ekstraktorów przedstawiają rozbieżne wartości odnośnie zawartości dostępnego cynku w glebach. Przeważnie odnoszą się one do innych warunków klimatyczno-glebowych.

Zachodzi pytanie, który ze stosowanych ekstraktorów właściwie ocenia zawartość dostępnego cynku dla roślin. Trzeba tu podkreślić, że wskaźnikiem dostępności cynku dla roślin mogą być same rośliny [14, 15, 17]. Wychodząc z tego założenia przeprowadzono badania w celu znalezienia związku pomiędzy zawartością dostępnych form cynku w glebach a ilością i pobraniem go przez rośliny.

#### CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

W związku z postawionym zagadnieniem przeprowadzono badania z zastosowaniem trzech najbardziej rozpowszechnionych i różnych pod względem chemicznym ekstraktorów. Do doświadczeń użyto soli obojętnej w postaci 1n chlorku potasowego, roztworu buforowego o pH równym 4 (wg Barona) oraz 0,1n kwasu solnego.

Do badań pobrano próbki z warstwy ornej (0—20 cm), gleb charakterystycznych dla regionu województwa olsztyńskiego. W okresie kwitnienia zbóż i roślin motylkowych z tych samych miejsc pobrano próbki roślin.

Powietrznie suche próbki glebowe przesiano przez sito z polistyłenu o średnicy oczek 1,8 mm i oznaczono w nich cynk przy użyciu wyżej wymienionych ekstraktorów. Materiał roślinny przygotowano do analiz przez zmielenie powietrznie suchej substancji w młynku laboratoryjnym z polistyłenu i spalenie na mokro z zastosowaniem kwasu azotowego i nadchlorowego. W tak przygotowanym materiale oznaczono cynk za pomocą metody opisanej przez Barona [1].

Próbki glebowe zadano odpowiednim ekstraktem przy stosunku gleby do roztworu jak 1 : 5. Czas wytrząsania na mechanicznej wytrząsarce przy 40 obrotach na minutę wynosił: dla 1n chlorku potasowego — 0,5 godz. [9], dla wyciągu Barona — 2 godz. [2], dla 0,1n kwasu solnego — 1 godz.

Ustalono na drodze eksperymentalnej, że zwiększony do 1,5 godz. czas wytrząsania próbek glebowych zadanych 0,1n kwasem solnym nie wpływał na podwyższenie wyników. Do przesącza (który w przypadku stosowania 1n chlorku potasowego jest bezbarwny, a przy innych ekstraktorach zabarwiony na kolor żółty do brązowego) w celu zachowania ścisłego pH roztworów stosowano odpowiednie bufony dla stworzenia właściwych warunków do otrzymania ditizonianu cynku. Następnie wobec

odczynników maskujących jony przeszkadzające ekstrahowano cynk ditizonem w toluenie. Nadmiar ditizonu usuwano, a malinowy ditizonian cynku oznaczano kolorometrycznie z zastosowaniem filtru S-53, w kuwekach o grubości 2—5 cm.

Otrzymane wyniki, podane w tabelach, są średnią z 4 powtórzeń.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

### CYNEK W GLEBIE

Zawartość cynku dostępnego dla roślin, oznaczona za pomocą zastosowanych ekstraktorów, jest różna i zależna od użytego ekstraktora. W wyciągu 1n chlorku potasu jest najniższa i waha się w granicach 0,20—0,80 mg/kg, przy czym 89,4% zbadanych gleb mieści się w przedziale 0,25—0,42 mg/kg, a 10,6% zawiera 0,7—0,8 mg/kg gleby. W glebach bielcowych zawartość cynku wynosi średnio 0,28 mg/kg, jeżeli nie uwzględnić dwóch próbek glebowych (nr 21 i 57), w których jego zawartość bardzo odbiega od średnich. W glebach brunatnych średnia zawartość dostępnego cynku wynosi 0,34 mg/kg, w madach 0,35 mg/kg, w czarnych ziemiach 0,33 mg/kg, w torfach zaś 0,49 mg/kg. Z przytoczonych liczb widać, że badane typy gleb, z wyjątkiem torfów i bielic, nie różnią się prawie pod względem zawartości przyswajalnego cynku (tabl. 1). Znacznie wyższe wartości cynku dostępnego znaleziono w glebach pochodzących z RZD Posorty (tab. 2), w których zawartość tego składnika wynosi 0,70—1,80 mg/kg. Należy przypuszczać, że tak wysokie wartości są wynikiem stosowania dużych ilości nawozów mineralnych i organicznych.

Rozpatrując wyniki dotyczące zawartości cynku w wyciągu buforowym Barona, widać, że w obrębie tego samego typu gleby są one mocno zróżnicowane i 2—7 razy wyższe niż oznaczone w wyciągu 1n chlorku potasu. Wyniki mieszczą się w granicach 0,40—3,10 mg/kg, przy czym 83% badanych gleb zawiera do 2 mg Zn/kg, wyższe wartości stanowią 17%. Średnia zawartość cynku w glebach bielcowych wynosi 1,50 mg/kg, w glebach brunatnych 0,96 mg/kg, w madach 1,86 mg/kg, w czarnych ziemiach 1,04 mg/kg, a w torfach 1,18 mg/kg. Powyższe liczby pozwalają na uszeregowanie gleb pod względem zawartości dostępnego cynku następująco:

mady > gleby bielcowe > gleby torfowe > czarne ziemie > gleby brunatne

Stosując do ekstrakcji 0,1n kwas solny otrzymano najwyższe wartości dostępnego cynku, które w zbadanych glebach wynoszą 1,40—12,50 mg/kg, około 61% tych gleb zawiera 1,40—2,90 mg/kg, a 39% od 3,0 do

Tabela 1

Zawartość dostępnego cynku w warstwie ornej niektórych gleb woj. olsztyńskiego  
w zależności od użytego ekstraktora w mg/kg p.s.m. gleby  
Available zinc content in the arable layer of some soils of Olsztyn voivodeship  
determined with different extractants

Nr próby Sample Nr.	Miejscowość Locality	Typ lub rodzaj gleby Soil type or kind	pH w - in KCl	Zn			
				w wyciągu 1 n KCl in 1 n KCl solution	w wyciągu buforowym Barona in Barona's buffer solution	w wyciągu 0,1 n HCl in 0.1 n HCl solution	
21	Lutry	gleby biellicowe - podsoły	6,5	0,76	1,46	3,70	
25			7,6	0,20	0,96	3,30	
26			6,0	0,25	0,40	3,00	
28			6,0	0,20	0,73	-	
29			6,3	0,42	-	-	
57			Markowo	5,1	0,70	3,10	-
58				5,1	0,24	1,68	2,40
63				6,1	0,25	2,10	-
64	5,9	0,41		-	-		
		średnio - mean		0,28	1,50	3,10	
31	Rzeck	gleby brunatne - brown soils	7,6	0,42	0,47	-	
32			5,9	0,39	-	-	
34			7,6	0,34	1,20	-	
88			Maciejowo	5,0	0,38	1,36	-
92				5,8	0,25	0,82	-
93				5,3	0,25	-	2,70
99				5,0	0,38	-	3,70
		średnio - mean		0,34	0,96	3,20	
66	Zielony Grąd Nowa Plony	mady - madas	6,7	0,30	1,67	2,90	
73			7,3	0,40	1,00	-	
77			7,7	0,38	2,66	-	
80			7,6	0,38	1,91	-	
81			7,5	0,25	1,80	-	
84			7,1	0,41	2,10	2,90	
		średnio - mean		0,35	1,86	2,90	
1	Biel  Czarnowiec  Nisko	czarne ziemie - black earths	6,8	0,36	0,54	2,80	
2			6,1	0,35	-	-	
4			6,1	0,31	1,75	2,80	
5			7,6	0,38	0,80	1,40	
7			6,5	0,41	1,71	3,10	
8			7,2	0,25	0,90	1,40	
9			7,6	0,30	-	4,80	
17			7,6	0,28	-	-	
18			7,5	0,30	0,57	1,50	
19			6,9	0,27	0,76	1,40	
20	6,8	0,40	1,26	3,10			
		średnio - mean		0,33	1,04	2,48	
36	Jankowo	gleby torfowe - peat soils	6,8	0,30	0,84	-	
39			6,2	0,45	0,57	-	
41			5,8	0,42	-	-	
43			4,3	0,80	2,10	-	
44			7,2	0,70	1,20	2,70	
		średnio - mean		0,49	1,18	2,70	

T a b e l a 2

Zawartość dostępnego cynku w warstwie ornej gleb RZD Posorty  
w zależności od użytego ekstraktora  
Available zinc content in the arable layer of some soils of Olsztyn  
voivodeship with different extractants

Nr próby Samples Nr.	Typ lub rodzaj gleby Soil type or kind	pH w - in KCl	Zn		
			w wyciągu 1 n KCl in 1 n KCl solution	w wyciągu bu- forowym Baro- na - in Ba- ron's buffer solution	w wyciągu 0,1 n HCl in 0,1 n HCl solution
X	bielicowa - podsól	6,1	0,95	2,10	9,25
Y	brunatna - brown soil	5,2	1,10	2,00	3,77
-	piasek kwarc. - quartz sand	7,0	0,12	-	-
1	brunatna - brown soil	5,3	1,10	2,60	3,60
2	brunatna - brown soil	4,3	1,28	1,95	4,72
3	brunatna - brown soil	7,2	0,75	2,65	5,75
4	ił z łąki - meadow clay	5,4	0,80	1,95	4,65
5	czarna ziemia - black earth	5,6	0,80	3,70	12,50
6	bielicowa - podsól	4,9	0,80	1,15	4,85
7	czarna ziemia - black earth	4,4	1,80	2,70	5,60
11	gleba gliniasta - loamy soil	7,0	0,70	-	-

T a b e l a 3

Zawartość cynku w glebach oznaczona w wyciągu 25% kwasu solnego w mg/kg  
Zinc content in soils determined with 25% hydrolytic acid

Nr próby Samples Nr.	Miejscowość Locality	Typ lub rodzaj gleby Soil type or kind	Zawartość cynku Zinc content
25	Lutry	bielicowa - podsól	120,0
26	Lutry	bielicowa - podsól	120,0
58	Markowo	bielicowa - podsól	280,0
93	Maciejowo	brunatna - brown soil	180,0
99	Maciejowo	brunatna - brown soil	180,0
77	Nowe Plony	brunatna - brown soil	110,0
84	Nowe Plony	mada - mada	140,0
8	Czarnowiec	czarna ziemia - black earth	142,0
18	Nisko	czarna ziemia - black earth	150,0
X	Posorty	bielicowa - podsól	70,0
Y	Posorty	bielicowa - podsól	80,0
1	Posorty	brunatna - brown soil	180,0
2	Posorty	brunatna - brown soil	170,0
6	Posorty	bielicowa - podsól	140,0
4	Posorty	ił z łąki - meadow clay	160,0

4,8 mg Zn/kg. Wartości te w stosunku do ilości oznaczonych w wyciągu 1n chlorku potasu są od 4- do 10-krotnie wyższe. Średnia dla gleb bielicowych wynosi 3,1 mg/kg, dla mad 2,9 mg/kg, dla gleb brunatnych 3,2 mg/kg, a dla czarnych ziem 2,5 mg/kg. Liczby te wskazują na małe róż-

nicowanie w zawartości cynku między poszczególnymi typami gleb, co również występuje przy zastosowaniu wyciągu 1n chlorku potasu. W glebach RZD Posorty zawartość dostępnego cynku, oznaczonego 0,1 HCl, jest również znacznie wyższa niż w glebach pochodzących z innych gospodarstw woj. olsztyńskiego.

Pomiędzy zawartością cynku w poszczególnych wyciągach a odczytem badanych gleb nie stwierdzono korelacji.

Oprócz form dostępnych zbadano również cynk rozpuszczalny w 25% kwasie solnym na gorąco. Otrzymane w ten sposób ilości mieszczą się w granicach od 70 do 280 mg/kg (tab. 3). Jak widać z tabel, nie ma korelacji między tą formą cynku a zawartością form dostępnych.

#### CYNK W ROŚLINACH

Jako uzupełnienie do badań nad zawartością dostępnego dla roślin cynku oznaczono zawartość tego składnika w roślinach pochodzących z badanych gleb. Jak wynika z tab. 4, zawartość cynku w życie ozimym wynosi 17,1—28,0 mg/kg, w pszenicy 19,2—42,9 mg/kg, w owsie 19,3—29,8 mg/kg, w jęczmieniu 24,6 mg/kg, w mieszance strączkowej 54,1 mg/kg.

Na podstawie przeciętnego plonu obliczono pobranie cynku z hektara. Wyniki tych obliczeń zestawiono w tab. 5. Porównując ilości cynku, które wykorzystują rośliny w okresie wegetacji, z ilościami oznaczonymi w glebach za pomocą różnych ekstraktorów, można przypuszczać, że rośliny korzystają głównie z wymiennych form cynku, aczkolwiek niewymienne formy są dla nich również dostępne. Mieszanka strączkowa na przykład pobiera dużo więcej cynku niż wynosi ilość jego formy wymiennej w glebie. Należy przypuszczać, że mieszanka strączkowa wykorzystuje również formy cynku rozpuszczalne w kwasach, ponieważ wraz z głębokością zawartość dostępnego cynku w glebach znacznie się zmniejsza [15, 18]. Pobieranie cynku zależy więc od indywidualnych zdolności rośliny [5, 8, 15].

Na podstawie diagramu można przypuszczać, że rośliny zbożowe korzystają tylko z cynku wymiennego. Pszenica pobiera cynk proporcjonalnie do zawartości jego form wymiennych w glebach. Nie widać natomiast proporcjonalności w pobieraniu u żyta. Owies niezależnie od zawartości w glebie pobiera jednakowe ilości cynku, wynoszące około 0,06 kg Zn/ha.

Jak wynika z badań, rośliny pobierają zbliżone ilości cynku do wyekstrahowanych 1n roztworem chlorku potasu. Natomiast ilości cynku otrzymane za pomocą innych stosowanych w badaniach ekstraktorów są znacznie wyższe.

Zawartość cynku w roślinach zebranych w stadium kwitnienia z różnych gleb woj.olsztyńskiego w mg/kg  
 Zinc content in plants cut at the period of florescence on various soils of Olsztyn voivodeship mg/kg

Nr próby Samples Nr.	Rodzaj rośliny Plant species	Typ lub rodzaj gleby Soil type or kind	Zn		Uwagi - Notes	
			w s.m. in d.m.	w p.s.m. in air-dry matter		
21	żyto ozime - winter rye	bielicowa - podsól	25,2	23,5		
24			-	25,0		
25			24,4	22,5		
26	jęczmień ozimy - winter barley		26,6	23,0		
27			21,6	20,0		
28	owies - oat		19,3	18,0		
29			28,0	27,0		
58	pszenica ozima - winter wheat		19,2	17,5		
93	mieszanka strączkowa - mixed legumes		brunatna - brown soil	54,1		51,0
32	owies - oat			22,7		21,0
99	pszenica ozima - winter wheat	mada - mada	31,3	29,0		
66			29,3	27,0		
84			33,1	31,0		
80			35,1	32,5		
1	owies - oat		czarna ziemia - black earth	29,5		27,0
2				28,8		27,0
4				29,8		27,0
5				28,4		26,0
7	pszenica ozima - winter wheat		42,9	39,0		
9			30,3	28,0		
17	żyto ozime - winter rye		17,1	16,0		
18			22,8	21,0		
20			21,7	20,0		
Y	szpinak - spinach	brunatna - brown soil	109,3	96,0	Z doświadczeń wazonowych from pot experiments	
A	soja ziarno - soy seed	piasek kwarcowy - quartz sand	62,5	60,0		
B	burak półcukrowy (korzeń) fodder beat (root)	brunatna - brown soil	24,3	23,0	Z pola doświadczalnego from experimental field	

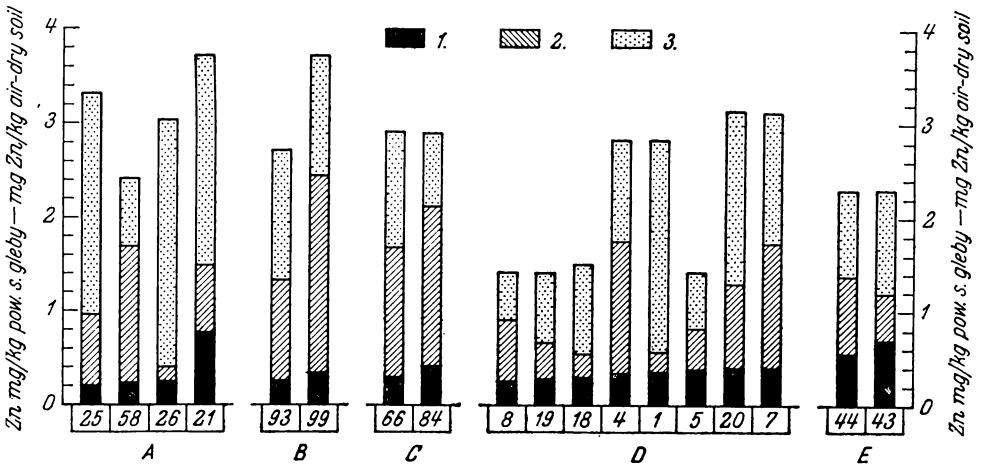


T a b e l a 5

Zawartość cynku w plonach roślin oraz cynku dostępnego oznaczona w różnych ekstraktach w kg/ha

Zinc content of plant crops vs. available soil zinc determined with different extractants

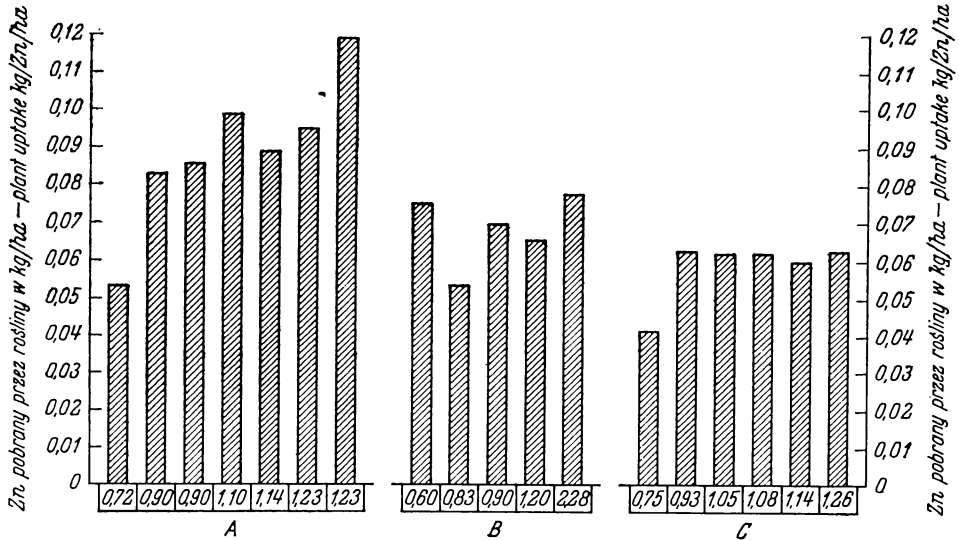
Nr pró- by Sam- ples Nr.	Typ lub rodzaj gleby Soil type or kind	Roślina - Plant	Cynk pobrany przez roślinę Zinc uptake by plant	Cynk w warstwie ornej gleby Zinc in arable soil layer		
				w wycią- gu in KCl solution	w wyciągu buforo- wym Barona in Baron's buffer solution	w wyciągu 0,1 n HCl in 0,1 n HCl solution
21	bielicowa podsol	żyto ozime - winter rye	0,076	2,28	4,38	11,10
25			0,073	0,60	2,88	9,90
26		jęczmień ozimy - winter barley	0,049	0,75	1,20	9,00
27			0,043	0,90	-	-
28		owies - oat	0,040	0,75	2,19	-
29			0,061	1,26	-	-
57			-	2,10	9,30	-
58		pszenica ozima - winter wheat	0,053	0,72	5,04	7,20
63			-	0,75	6,30	-
64			-	1,23	-	-
31	brunatna brown soil		-	1,26	1,41	-
32		owies - oat	0,047	1,17	-	-
34			-	1,02	3,64	-
88			-	1,14	4,08	-
92			-	0,75	2,46	-
93		mieszanka strączkowych - mixed legumes	0,128	0,75	-	8,10
99		pszenica ozima - winter wheat	0,088	1,14	-	11,10
66	mały - mały		0,082	0,90	5,01	8,70
73			-	1,20	3,00	-
77			-	1,14	7,98	-
80		pszenica ozima - winter wheat	0,098	1,10	4,83	-
81			-	0,75	5,40	-
84		pszenica ozima - winter wheat	0,094	1,23	6,30	8,70
1	czarne ziemie black earth	owies - oat	0,061	1,08	1,62	8,40
2			0,061	1,05	-	-
4			0,061	0,93	5,25	8,40
5			0,059	1,14	2,40	4,20
7		pszenica ozima - winter wheat	0,118	1,23	5,13	9,30
8			-	0,75	2,70	4,20
9		pszenica ozima - winter wheat	0,085	0,90	-	14,40
17		żyto ozime - winter rye	0,052	0,83	-	-
18			0,068	0,90	1,71	4,50
19			-	0,81	2,28	4,20
20		żyto ozime - winter rye	0,064	1,20	3,78	9,30
36	torfowa peat soil		-	0,90	2,52	-
39			-	1,35	1,71	-
41			-	1,26	-	-
43			-	2,40	6,30	-
44			-	2,10	3,60	8,10



Rys. 1. Zawartość cynku dostępnego w glebach w zależności od użytego ekstraktora  
 Ekstrakcja: 1 — roztworem  $\ln$  KCl, 2 — buforem Barona, 3 — 0,  $\ln$  HCl; A — gleby bielcowe, B — gleby brunatne, C — mady, D — czarne ziemie, E — gleby torfowe; Liczby, 25, 58 ... — numery próbek glebowych

#### Soil contents of available zinc indicated by different extractants

Extractants: 1 —  $\ln$  KCl, 2 — Baron's buffer, 3 — 0,  $\ln$  HCl; A — podsoils, B — brown soils, 3 — madas, 4 — black earths, 5 — peat soils; 25, 58 ... — number of soil samples



Rys. 2. Zawartość cynku w pszenicy, owsie i życie w zależności od zawartości tego składnika w warstwie ornej gleby, oznaczonego w wyciągu  $\ln$  KCl

A — pszenica, B — żyto, C — owies; liczba 0,72, 0,90 ... — Zn w warstwie ornej gleby w kg/ha  
 Zinc content in wheat, oat and rye against zinc content of the arable soil layer determined with  $\ln$  KCl extractant

A — wheat, B — oat, C — rye; 0,72, 0,90 ... — Zn content of the arable soil layer, kg/ha

## DYSKUSJA

Ze względu na różne poglądy dotyczące występowania i pobierania cynku przez rośliny uprawne przyjęto trzy sposoby ekstrakcji tego składnika z gleb. Zastosowano więc ekstrakcję za pomocą 1n chlorku potasu, który uwalnia cynk wymienny [9], ekstrakcję za pomocą roztworu buforowego, który, zdaniem Barona [2], jest odpowiednikiem siły rozpuszczającej systemu korzeniowego roślin, oraz 0,1n kwasu solnego, uwalniającego z gleb również cynk niewymienny [10, 17]. Zawartość cynku w tych ekstraktach w odniesieniu do zawartości i pobierania cynku przez rośliny miała dać odpowiedź, który ze stosowanych ekstraktorów najbardziej odpowiada zapotrzebowaniu roślin na ten składnik. Ilość cynku pobierana przez rośliny najbardziej odpowiada ilościom oznaczonym w wyciągu 1n chlorku potasu, przy czym z roślin zbożowych pszenica pobiera cynk proporcjonalnie do jego zawartości w glebie. Również z badań Shawe i Deana [14], Vietsa i współpracowników [15] wynika, że wraz z obniżeniem zawartości cynku dostępnego w glebach maleje jego zawartość w roślinach, o czym świadczyły objawy braku cynku występujące na badanych przez tych autorów roślinach. W glebach tych przy pH 6 zawartość cynku dostępnego wynosiła poniżej 0,5 mg/kg, natomiast na glebach powyżej pH 7 zawartość wynosiła do 1,0 mg/kg. Autorzy ci oznaczali cynk w wyciągu soli obojętnej (octan amonu). Jak wynika z naszych badań, zawartość cynku w wyciągu 1n chlorku potasu wahała się w granicach 0,2—0,8 mg/kg w zwykłych glebach uprawnych z terenu woj. olsztyńskiego, a w glebach RZD Posorty wynosiła więcej, bo od 0,7 do 1,8 mg/kg, niezależnie od kwasowości.

Rośliny zbożowe zebrane z tych gleb w stadium kwitnienia zawierały od 17,1 do 42,9 mg/kg cynku. Podobne ilości stwierdził Viets [15] w doświadczeniach polowych na glebach słabo zasobnych w cynk dostępny.

Obliczone w naszym przypadku pobranie cynku przez średni plon roślin zbożowych najbardziej koreluje z zawartością cynku w warstwie ornej, oznaczonego w wyciągu 1n chlorku potasu. Takiej korelacji nie można było znaleźć przy porównaniu wartości cynku wyekstrahowanego w roztworze buforowym Barona i roztworze 0,1n kwasu solnego, ponieważ uwolniły one z gleb dużo większe ilości cynku (tab. 5). Wynika stąd, że sól obojętna (1n KCl) jest najbardziej odpowiednim ekstrakto-rem do oznaczania dostępnego cynku dla roślin.

Należałoby jednak przeprowadzić dodatkowe i szersze badania w celu znalezienia liczb granicznych, określających potrzeby naszych roślin uprawnych w stosunku do cynku.

## WNIOSKI

Przeprowadzono badania nad przydatnością niektórych ekstraktorów do oznaczania dostępnego cynku w glebach.

Na tej podstawie wysunięto następujące wnioski:

1. Zastosowane w badaniach ekstraktory uwalniają z gleb różne ilości cynku. Najmniejsze uwalniał 1n roztwór chlorku potasu, następnie bufor Barona, największe zaś 0,1n roztwór kwasu solnego.

2. W stosunku do roztworu 1n chlorku potasu bufor Barona ekstrahuje z gleby 2—7-krotnie więcej cynku dostępnego, a roztwór 0,1n kwasu solnego 4—10-krotnie więcej tego składnika.

3. Zawartość dostępnego cynku w wyciągu 1n chlorku potasowego wynosi średnio dla gleb bielcowych 0,28 mg/kg, dla gleb brunatnych 0,34 mg/kg, dla mad 0,35 mg/kg, dla czarnych ziem 0,33 mg/kg oraz dla torfów 0,49 mg/kg.

Oznaczona w wyciągu buforowym Barona zawartość cynku w tych glebach wynosi odpowiednio 1,5, 0,96, 1,86, 1,04, 1,18 mg/kg, a w 0,1n kwasie solnym — 2,9, 3,2, 2,9, 2,48 i 2,7 mg/kg.

Rośliny zebrane z badanych gleb w stadium kwitnienia zawierały od 17,1 do 109,3 mg cynku na 1 kg. Żyto zawierało 17,1—25,2, pszenica 17,5—42,9, owies 19,3—29,8, jęczmień 24,6, mieszanka strączkowa 54,1, szpinak 109,3, soja ziarno 62,5 oraz burak półcukrowy-korzeń — 24,3 mg cynku na 1 kg.

4. Najbogatsze w cynk dostępny okazały się gleby pochodzące z RZD Posorty.

5. Nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartością cynku oznaczonego w poszczególnych wyciągach a odczynem badanych gleb.

6. Zawartość cynku w wyciągu 25% kwasu solnego wynosi od 70 do 280 mg/kg.

7. Istnieje zależność między pobraniem cynku przez pszenicę a zawartością tego składnika oznaczonego w wyciągu 1n chlorku potasu.

8. Za najbardziej właściwy ekstraktor do oznaczania dostępnego cynku należałoby uważać 1n roztwór chlorku potasu, ponieważ uwalnia on z gleb ilości cynku zbliżone do pobranych przez rośliny.

## LITERATURA

- [1] Baron H.: Die kolorimetrische Bestimmung der Mikronährstoffe, Kobalt, Molybdän, Eisen, Zink, Mangan und Kupfer nebeneinander im Rauhfutter. Landwirt. Forsch., t. 6, z. 1, 1954, s. 22.
- [2] Baron H.: Bestimmung des leichtlöslichen Anteils der Mikronährstoffe, Bor, Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän und Zink im Boden. Landwirt. Forsch., t. 7, z. 2, 1955, s. 82.
- [3] Gärtel W.: Die Bestimmung von Magnesium, Bor, Mangan, Zink und Molybdän in Weinbergsboden. Landwirt. Forsch., z. 16, 1962, s. 133.

- [4] Keizo Hirai, Hideaki Kai: Microbiological and chemical determination of copper and zinc in soil. Soil and Plant Food. V, 2, 1957, s. 211.
- [5] Maksimow A.: Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów. PWRiL, 1954.
- [6] Marczenko Z.: Odczynniki organiczne w analizie nieorganicznej. PWN, 1959.
- [7] Nelson J. I., Melsted S. W.: The chemistry of zinc added to soils and clays. Soil Sci. Soc. Proc., V, 19, nr 4, 1955, s. 439.
- [8] Nowosielski O.: Cynk dostępny dla *Aspergillus niger* Roczn. Glebozn., t. X, nr 2, 1962.
- [9] Pejwe J. W., Rinkis G. J.: Metody bystrowo opriedielenija dostupnych rastienjam mikroelementow (Cu, Zn, Mn, Co i B) w poczwach. Poczwowiedien., nr 9, 1959, s. 65.
- [10] Pejwe J. W.: Biochimia poczw. Moskwa 1961.
- [11] Scharrer K., Munk H.: Die quantitative Bestimmung kleinster Mengen Zink in Boden, pflanzlichen und tierischen Substanzen und Düngemitteln. Zeitsch. für Pflanz. Düng. Bodenkunde, t. 74, z. 1, 1956, s. 24.
- [12] Scharrer K., Hofner W.: Über die Sorption und Auswaschung des Zinks im Boden. Zeitschrift für Pflanz. Düng, Bodenkunde, 81 (126), 1958, s. 201.
- [13] Schneider K., Siegel O.: Untersuchungen über die Aufnahme von Zink aus kalihaltigen Boden durch *Aspergillus niger* mit Hilfe von radioaktiven Zink. Landwirt Forsch., t. 11, 1958, s. 270.
- [14] Shaw F., Dean L.: Use of dithizone as an extractant to estimate the zinc nutrient status of soils. Soil Sci., Baltimore 73, 1952, s. 341.
- [15] Viets F., Boawn L., Crawford C.: Zinc contents and deficiency symptoms of 26 crops grown on a zinc deficient soil. Soil Sci., V. 78, 1954, s. 305.
- [16] Wear J.: Effect of soil pH and calcium on uptake of zinc. Soil Sci., 81, 1956, s. 311.
- [17] Wear J., Sommer A.: Acid — extractable zinc of soils in relation to the occurrence of zinc deficiency symptoms of corn: a method of analysis. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 12, 1947, s. 143.
- [18] Wierigina K.: Sodzierzanije mikroelementow w poczwach kliniskodimirtrowskiej griady. Poczwowiedien., 9, 1962, s. 14.

М. КОТЭР, Б. БАРДЗИЦКА, А. КРАУЗЭ

### ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ НЕКОТОРЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТУПНОГО ЦИНКА В ПОЧВАХ

Кафедра Агрохимии Ольштинской Сельскохозяйственной Академии

#### Резюме

Исследовали пригодность 3 растворителей. 1 н. хлористого калия, буфора Барона и 0,1 н. соляной кислоты для определения доступного цинка в почвах. Как показано на рис. 1, наименьшее количество цинка извлекает из почвы

1 н. раствор хлористого калия, большее — буффор Барона и самое большое — 0,1 н. соляная кислота.

Полученные результаты сравнивали с содержанием цинка в урожае растений растущих на исследованных почвах. Содержание цинка в урожае растений было наиболее близко количеству цинка экстрагированного 1 н. раствором хлористого калия (рис. 2). В связи с этим предполагается, что 1 н. хлористый калий является наиболее пригодным растворителем для определения доступного цинка в почвах.

M. KOTER, B. BARDZICKA, A. KRAUZE

## EFFECTIVITY TESTS OF SOME EXTRACTANTS IN DETERMINATION OF AVAILABLE SOIL ZINC

Department of Agrochemistry, College of Agriculture, Olsztyn

### Summary

The action of 3 extractants in determination of available soil zinc was tested, viz: 1n potassium chloride, Baron's buffer, 0.1n hydrochloric acid. Fig. 1 shows that in the amounts of zinc extracted from soils were lowest in the case of potassium chloride, higher for the Baron buffer and highest with hydrochloric acid.

The obtained values were compared with the zinc content of the plant crop taken up from the examined soils. It was found that the latter quantity corresponded most closely to the amount of zinc extracted from the soil by means of 0.1n potassium chloride solution (fig. 2). It thus seems likely that 0.1n potassium chloride is the most proper extractant for determination of available zinc soil.