

BADANIA NAD ZAWARTOŚCIĄ MAGNEZU W GLEBIE

Część II

STOSUNEK Ca : Mg ORAZ ZAWARTOŚĆ MAGNEZU WYMIENNEGO, DOSTĘPNEGO DLA *A. NIGER* I PRZYSWAJALNEGO WG SCHACHTSCHABELA W GLEBACH LEKKICH

Исследования содержания магния в почве

Часть II. Отношение Ca : Mg и содержания обменного магния, доступного для *A. niger* и усвояемого по Шахтшабелю в легких почвах

Untersuchungen über Magnesiumgehalt im Boden

Teil II. Das Verhältnis Ca : Mg, der Gehalt an austauschbaren, biologisch und nach Schachtschabel bestimmbar Magnesium in leichten Böden

K. BORATYŃSKI, ST. ROSZYKOWA, M. ZIĘTECKA

Z Katedry Chemii Rolnej WSR we Wrocławiu

Abstrahując od absolutnego braku magnezu w glebie, który praktycznie biorąc nie zachodzi, na możliwość wykorzystania przez rośliny magnezu z gleby (rozpuszczalnego w roztworze glebowym i wymiennego) posiada wpływ szereg czynników. Do tych czynników zaliczyć należy przede wszystkim odczyn gleb, zawartość innych jonów a między innymi wapniowych.

Na wzajemną współzależność jonów magnezowych i wapniowych zwrócił już uwagę L o e w (3). Zagadnienie to było szeroko badane przez wielu autorów. Można tu przytoczyć badania M i c h a e l a (4) przeprowadzone w kulturach wodnych, piaskowych i glebowych, które wykazały, że duży nadmiar jonów wapniowych w stosunku do zawartości magnezu wpływa niekorzystnie na pobieranie magnezu glebowego szczególnie przy drobnych jego ilościach. Wg S c h e f f e r a i S c h a c h t s c h a b e l a (9) stosunek Ca wym. : Mg wym. w glebie powinien wynosić co najmniej 100 : 15, a zawartość Mg wymiennego — 10% pojemności sorpcyjnej.

Można by stąd wyciągnąć wniosek, że przy dużej zawartości wapnia dana ilość magnezu może nawet w glebach zasobniejszych w magnez być niewystarczająca dla roślin. Wynika więc z powyższego, że znajomość sto-

Zawartość Ca i Mg
Ca- und Mg- Gehalt

Przedział wg metody Km mg Mg/100 g gleby Mg-Spanne Km-Methode mg Mg/100 g	Ilość próbek Zahl der Boden Proben	Zawartość Mg oznaczona metodą Mg-Gehalt — Bestimmungsmethode			
		Km	Kw	B	K
1	2	3	4	5	6
0,0— 1,0	13	0,83 0,6— 1,0	0,76 0,6— 1,3	0,75 0,5— 1,0	0,82 0,4— 1,1
1,1— 2,0	27	1,53 1,1— 2,0	1,36 0,9— 2,1	1,35 0,6— 2,1	1,33 0,5— 2,0
2,1— 3,0	28	2,51 2,1— 2,9	2,33 1,6— 3,4	2,27 1,0— 3,5	2,04 1,1— 2,9
3,1— 4,0	17	3,58 3,1— 3,9	3,29 2,5— 4,6	3,39 2,8— 4,3	2,96 2,2— 4,7
4,1— 5,0	9	4,52 4,1— 5,0	4,48 3,6— 5,8	4,59 3,8— 5,6	3,38 2,4— 4,3
5,1— 6,0	6	5,33 5,1— 5,6	4,82 4,4— 6,0	5,35 4,7— 6,4	4,52 3,4— 5,8
6,1— 7,0	5	6,78 6,4— 7,0	6,50 5,6— 7,2	6,44 5,5— 7,6	4,88 4,4— 5,8
7,1— 8,0	10	7,55 7,1— 8,0	7,63 6,6— 8,3	6,96 5,4— 9,2	5,66 3,5— 7,5
8,1— 9,0	8	8,66 8,1— 9,0	8,84 7,7— 9,7	7,89 6,1— 9,0	6,19 5,2— 7,2
9,1—10,0	4	(9,45) 9,2— 9,9	(8,83) 8,3— 9,6	(9,20) 8,7— 9,7	(7,98) 6,9— 8,6
> 10,0	13	12,32 10,2—18,0	11,97 8,8—16,9	10,73 7,3—15,5	8,85 6,7—12,0
0,0— 2,5	54	1,39 0,6— 2,5	1,44 0,6— 3,0	1,36 0,5— 2,8	1,35 0,4— 2,9
2,6— 5,0	40	3,47 2,6— 5,0	3,23 1,9— 5,8	3,35 1,9— 5,6	2,77 1,1— 4,3
5,1—10,0	33	7,53 5,1— 9,9	7,38 4,4— 9,6	7,08 4,7— 9,7	5,74 3,4— 8,6
> 10,0	13	12,32 10,2—18,0	11,97 8,8—16,9	10,73 7,3—15,5	8,85 6,7—12,0
0,0— > 10,0	140	4,50 0,6—18,0	4,32 0,6—16,9	4,14 0,5—15,5	3,48 0,4—12,0

Km — metoda kompleksometryczna — Ca wytrącony (= Mg wymienny) —

Kw — metoda kompleksometryczna — Mg wymienny wyliczony — kompleks.

B — metoda *A. niger* — *A. niger* Methode

K — metoda Schachtschabela — Schachtschabel Methode

Tabela 1

w glebach lekkich
im leichten Böden

Różnica — Differenz			Wymienny Ca mg/100 g gleby Austauschb. Ca mg/100 g Boden	Stosunek Ca : Mg Verhältnis Ca : Mg
Km — B	Km — K	B — K		
7	8	9	10	11
0,08	0,01	—0,07	14,82	100 : 5,6
(—0,1) — (+0,4)	(—0,4) — (+0,4)	(—0,5) — (+0,3)	3,5—36,6	100 : 2,6—26,0
0,18	0,20	0,02	23,30	100 : 6,6
(—0,2) — (+0,4)	(—0,8) — (+0,7)	(—1,3) — (+0,4)	6,5—45,6	100 : 3,6—22,0
0,24	0,47	0,23	36,34	100 : 6,9
(—0,6) — (+0,7)	(—0,6) — (+0,7)	(—0,8) — (+1,3)	2,6—56,9	100 : 3,1—13,0
0,19	0,62	0,43	62,88	100 : 5,7
(—0,5) — (+0,8)	(—0,9) — (+1,3)	(—0,7) — (+1,1)	33,1—128,2	100 : 3,0—10,3
—0,07	1,14	1,21	74,78	100 : 6,0
(—1,3) — (+0,6)	0,0 — (+2,1)	(+0,1) — (+1,9)	33,9—210,0	100 : 2,0—13,6
—0,02	0,81	0,83	104,85	100 : 5,1
(—0,8) — (+0,5)	(—0,2) — (+1,8)	(+0,4) — (+1,7)	42,1—172,5	100 : 3,0—13,3
0,34	1,90	1,56	85,34	100 : 7,9
(—0,7) — (+1,5)	(+1,1) — (+2,6)	(+1,1) — (+1,8)	51,8—144,0	100 : 4,7—13,5
0,59	1,89	1,30	112,26	100 : 6,7
(—0,1) — (+2,4)	(+0,3) — (+4,3)	(—0,1) — (+3,8)	56,4—260,2	100 : 2,8—13,8
0,77	2,47	1,70	111,06	100 : 7,8
(—0,4) — (+2,6)	(+1,4) — (+3,5)	(+0,5) — (+2,3)	59,0—179,1	100 : 4,5—14,7
(0,25)	(1,47)	(1,22)	(163,17)	(100 : 5,8)
(—0,5) — (+0,7)	(+0,8) — (+2,4)	(+0,6) — (+1,8)	35,4—256,3	100 : 3,7—26,0
1,59	3,47	1,88	164,89	100 : 7,5
(—0,5) — (+3,5)	(+1,4) — (+6,0)	(+0,3) — (+5,1)	77,4—268,6	100 : 5,5—13,3
0,03	0,04	0,01	24,28	100 : 5,7
(—0,3) — (+0,7)	(—0,8) — (+0,7)	(—1,3) — (+0,8)	3,5—56,9	100 : 2,6—26,0
0,12	0,70	0,58	56,27	100 : 6,2
(—1,3) — (+0,8)	(—0,9) — (+2,1)	(—0,8) — (+1,9)	8,1—210,0	100 : 2,0—13,6
0,45	1,79	1,34	112,72	100 : 6,7
(—0,8) — (+2,6)	(—0,2) — (+4,3)	(—0,1) — (+3,8)	35,4—260,2	100 : 2,8—26,0
1,59	3,47	1,88	164,89	100 : 7,5
(—1,5) — (+3,5)	(+1,4) — (+6,0)	(+0,3) — (+5,1)	77,4—268,6	100 : 5,5—13,2
0,36	1,02	0,66	67,08	100 : 6,7
(—1,5) — (+3,5)	(—0,9) — (+6,0)	(—1,3) — (+5,1)	3,5—268,6	100 : 2,0—26,0

komplex. Methode — Ca gefällt (austauschb. Mg)

Methode — austauschb. Mg berechnet

stosunku Ca : Mg posiadać może ważne znaczenie dla oceny potrzeb nawożenia magnezem.

Oznaczenie wymiennego wapnia i magnezu metodami klasycznymi jest dość kłopotliwe. W ostatnich jednak latach dzięki wprowadzeniu do chemii analitycznej metod kompleksometrycznych zaistniała możliwość wykonania oznaczenia łącznego i oddzielnego małych ilości magnezu i wapnia na drodze prostych operacji analitycznych — miareczkowania wersenianem sodowym.

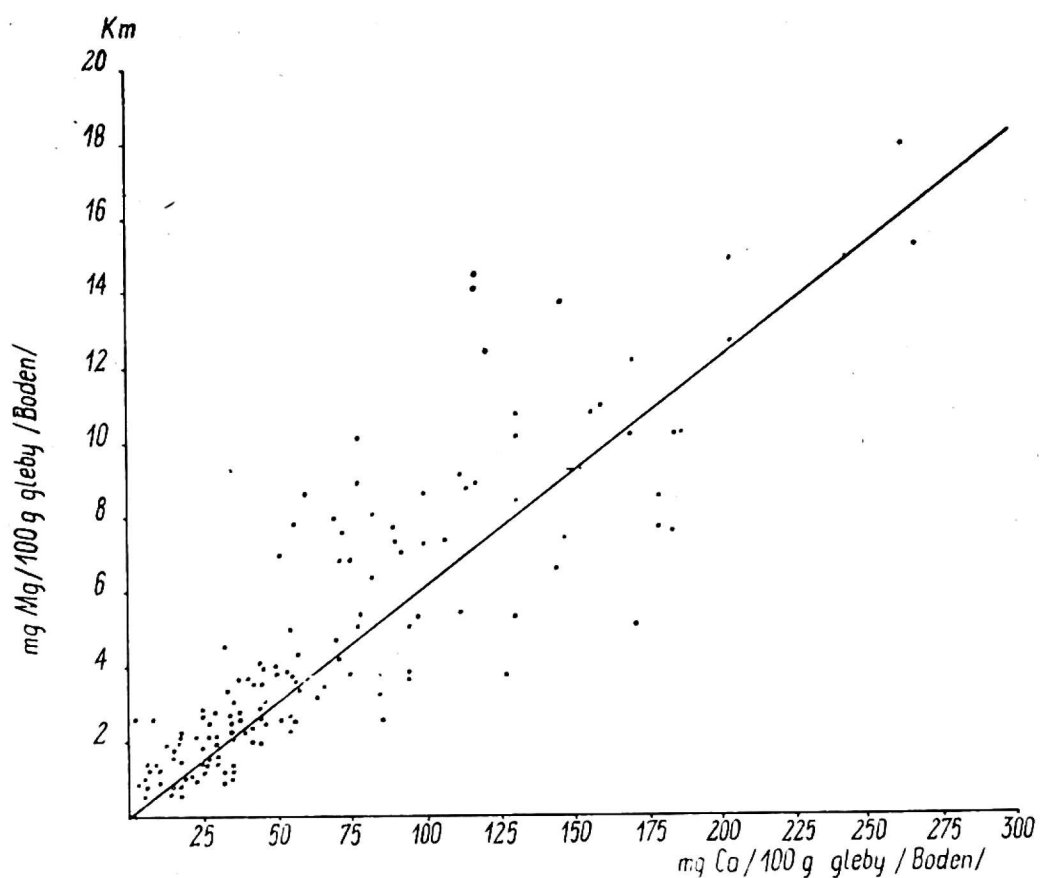
Przy użyciu tej metody wykonano oznaczenia wymiennego magnezu i wapnia w 140 próbkach (warstwa orna) przeważnie gleb lekkich, pochodzących w większości z powiatu Milicz a częściowo z okolic Wrocławia. Wykorzystując posiadany materiał glebowy oznaczono w nim także zawartości Mg metodą biologiczną (*A. niger*) i kolorymetryczną wg Schachtschabela.

Kationy wymienne wapnia i magnezu wypierano z gleby przy pomocy chlorku amonowego wg J e n s e n a i H e n r i k s e n a (2). Miareczkując równoważną ilość wyciągu wersenianem w obecności czerni eriochromowej przy pH 10 oznaczono sumę Ca + Mg. Przez miareczkowanie oddzielnej porcji wyciągu wersenianem wobec mureksydu w środowisku alkalicznym oznaczono sam Ca wymienny (patrz tab. 1 kol. 10). Z różnicy tych dwu miareczkowań obliczono zawartość Mg w glebach ($Ca + Mg - Ca = Kw -$ patrz tab. 1 kol. 4). Przez strącenie wapnia szczawianem amonu w oddzielnej równoważnej ilości wyciągu pozostały w nim Mg wymienny oznaczono przez miareczkowanie wersenianem w obecności czerni eriochromowej ($Km -$ tab. 1 kol. 3).

Przy małych zawartościach Mg w glebie wyniki otrzymane przez wyliczenie (Kw) są przeważnie nieco niższe niż przez bezpośrednie miareczkowanie (Km). Przy miareczkowaniu wyciągu po strąceniu wapnia przejście barwne jest ostrzejsze niż przy miareczkowaniu sumy Ca + Mg, stąd ilości magnezu tak oznaczone (Km) są obarczone mniejszym błędem (jak to wykazały zresztą oznaczenia w roztworach czystych), niż uzyskane z wyliczenia (Kw). Dlatego też przy dalszych rozważaniach bierzemy za podstawę ilości magnezu oznaczone sposobem Km .

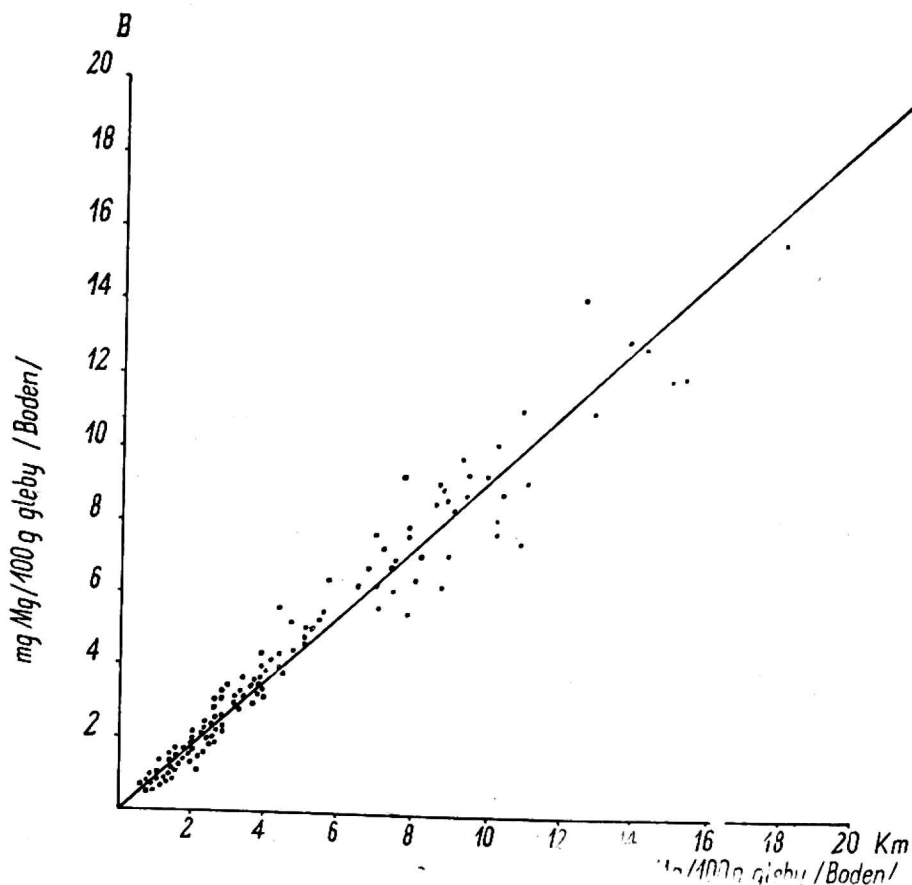
Istnieje wyraźna korelacja między zawartością wapnia i magnezu w przebadanych próbkach glebowych, co obrazuje wykres 1. Współczynnik korelacji jest wysoki ($r = 0,809$). Stosunek Ca : Mg (patrz tab. 1 kol. 11) waha się w dość szerokich granicach — 100 : 2,0—26,0 i wynosi średnio 100 : 6,7. W poszczególnych przedziałach zawartości Mg średnie wartości stosunku Ca : Mg wahają się w dość wąskich granicach od 100 : 5,1 do 100 : 7,9.

Wg Kedrowa-Zichmana taki stosunek Ca : Mg jest za niski dla dobrego rozwoju roślin uprawnych.



Wykres 1. Korelacja między wymiennym Ca i Mg

Abb. 1. Korrelation zwischen austauschb. Ca und Mg

Wykres 2. Korelacja między Mg wymiennym i dostępnym dla *A. niger*Abb. 2. Korrelation zwischen austauschb. und für *A. niger* zugänglichen Mg

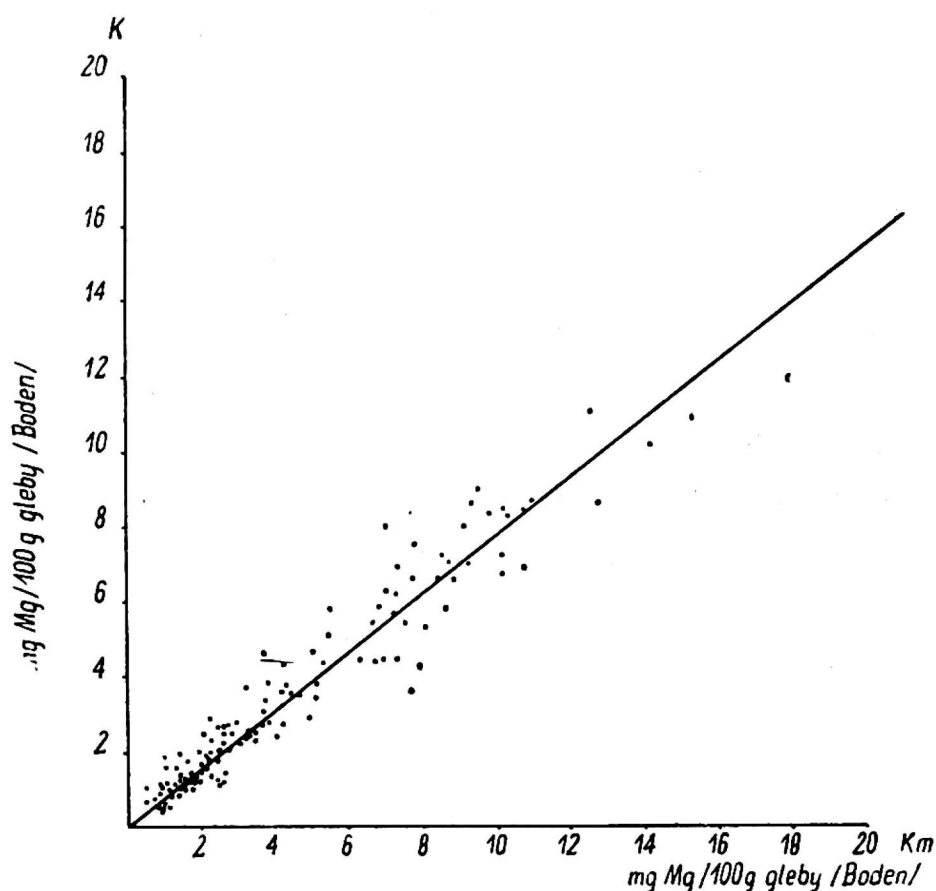
Na 140 przebadanych próbek glebowych tylko w 29 stosunek Ca : Mg wynosił 100 : 10 i powyżej, a w tym jedynie 5 próbek posiadało stosunek Ca : Mg jak 100 : 15 i wyżej. Przyjmując normy Scheffera i Schachtschabela (9) za słuszne trzeba stwierdzić, że stosunek ten w przeważającej większości przebadanych gleb jest niekorzystny. Podobnie niekorzystne stosunki Ca : Mg znaleźli Musierowicz i współpracownicy (5, 6) w badanych przez siebie glebach lekkich (mady piaszczyste i bielice pyłowe napiaskowe) województwa łódzkiego.

Jensen i Henriksen (2) porównując metodę kompleksometryczną z metodą biologiczną *A. niger* wg Nicholasa i Fieldinga oznaczania magnezu w glebie, uzyskali dla gleb lekkich na ogół zgodne wyniki oznaczania Mg. Podobnie i w naszych badaniach przeprowadzając oznaczenia Mg metodą biologiczną wg modyfikacji Nowosielskiego, jak to opisano w części I naszej pracy (1) stwierdziliśmy wyraźną korelację ($r = 0,978$) między obu tymi metodami (wykres 2). Ilości magnezu oznaczone metodą biologiczną były średnio biorąc około 10% niższe od ilości Mg wymiennego (tab. 1 kol. 3 i 5). Również u Jensa i Henriksena (2) niecały magnez wymienny przy wyższych jego zawartościach w glebie dostępny był dla *A. niger*.

Wspomnieć można, że Nowosielski i Siuta (7) oznaczając zawartość Mg wymiennego i dostępnego dla *A. niger* w różnych glebach (lekkich, średnich i ciężkich) znaleźli w około połowie próbek podobne ilości magnezu obiema metodami. W pozostałych próbkach glebowych znaleziono bądź więcej, bądź mniej Mg dostępnego dla *A. niger* niż wymiennego. Na interpretację tych wyników rzutuje jednak użycie przez autorów mało dokładnej metody wagowej dla oznaczania magnezu wymiennego.

Istnieje również wyraźna korelacja ($r = 0,991$) między ilością magnezu wymiennego i oznaczonego metodą kolorymetryczną Schachtschabela (wykres 3). Zgodnie z przesłankami teoretycznymi założenia metody Schachtschabela oraz wynikami jego badań (8) ilości magnezu oznaczone metodą kolorymetryczną są mniejsze niż ilości Mg wymiennego, a w miarę wzrostu zawartości Mg wymiennego w glebie różnice wzrastają (tab. 1 kol. 7).

Między metodą biologiczną i kolorymetryczną znaleziono dla przebadanych 140 próbek glebowych podobne zależności, jak opisano poprzednio (1). Również i tu stwierdzono wysoki współczynnik korelacji ($r = 0,994$) między obiema metodami. W miarę wzrostu zawartości Mg wymiennego różnice między ilościami magnezu oznaczonymi obu tymi metodami (B—K) wzrastają (patrz tab. 1 kol. 9).



Wykres 3. Korelacja między Mg wymiennym i oznaczonym wg Schachtschabela

Abb. 3. Korrelation zwischen austauschb. und n. Schachtschabel bestimmbaren Mg

Streszczenie

W 140 próbkach gleb lekkich (warstwa orna) oznaczono zawartość wapnia wymiennego oraz magnezu wymiennego, dostępnego dla *A. niger* i przyswajalnego wg Schachtschabela.

1. Istnieje wyraźna korelacja ($r = 0,809$) między zawartością wymiennego wapnia i magnezu (wykres 1).

2. Stosunek Ca wym. : Mg wym. waha się w szerokich granicach od 100 : 2,0—26,0 i wynosi średnio dla wszystkich przebadanych próbek 100 : 6,7.

3. Przy zawartości magnezu wymiennego do około 10 mg na 100 g gleby prawie całkowita jego ilość (ok. 92%) jest dostępna dla *A. niger* (wykres 2).

4. Między zawartością Mg wymiennego i przyswajalnego wg Schachtschabela istnieje wyraźna korelacja ($r = 0,991$ — wykres 3) z tym, że w miarę wzrostu zawartości Mg wymiennego coraz mniejsze jego ilości znajduje się metodą Schachtschabela.

5. Porównanie metody biologicznej i kolorymetrycznej Schachtschabela dało wyniki jak opisano poprzednio.

LITERATURA

1. Boratyński K., Roszykowa St., Ziętecka M. — Badania nad zawartością magnezu w glebie. Cz. I. Porównanie metody chemicznej i biologicznej oznaczenia magnezu w glebie. Zesz. Probl. N 40a.

2. Jensen H., Henriksen A. — Mikrobiological and Chemical Determination of Magnesium in Soil. Acta Agric. Scand. V. 1, 98 (1955).

3. Loew O. — cyt. wg Jacob A. — Magnesia der fünfte Pflanzenhauptnährstoff. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart 1955.

4. Michael G. — Über die Aufnahme und Verteilung des Magnesiums und dessen Rolle in der Höheren grünen Pflanze. Z. f. Pfl. Düng. u. Bod. 25 (70), 65 (1941).

5. Musierowicz A., Król H. — studia nad kompleksem sorpcyjnym i zawartością kationów wymiennych

w ważniejszych glebach województwa łódzkiego. Komunikat I. Badania mad. Roczn. Gleb. VIII. 1, 81 (1959).

6. Musierowicz A., Skorupska T. — Studia nad kompleksem sorpcyjnym i zawartością kationów wymiennych w ważniejszych glebach woj. łódzkiego. Komunikat III. Gleby bielcowe pyłowe. Roczn. Gleb. VIII, 2, 187 (1959).

7. Nowosielski O., Siuta J. — Magnez dostępny dla *A. niger* a magnez wymienny. Roczniki Gleboznawcze. IX, 2, 29 (1960).

8. Schachtschabel P. — Das Pflanzenverfügbare Magnesium des Bodens und seine Bestimmung. Z. f. Pfl. Düng. Bod. 67 (112), 9 (1954).

9. Scheffer F., Schachtschabel P. — Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart (1956).

К. Боратынски, Ст. Рошикова, М. Зьентэцка

ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МАГНИЯ В ПОЧВЕ

ЧАСТЬ II. ОТНОШЕНИЕ Ca:Mg И СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННОГО МАГНИЯ ДОСТУПНОГО ДЛЯ *A. NIGER*

Резюме

Авторы обозначили в 140 пробах легких почв содержание обменного кальция и обменного магния, доступного для *A. niger* и усвояемого по Шахтшабелю.

1. Существует отчетливая корреляция ($r = 0,809$) между содержанием обменного кальция и магния (кривая 1).

2. Отношение обменного кальция и обменного магния колеблется в широких границах от 100 : 2,0 — 26,0 и в среднем равняется для всех исследованных проб 100 : 6,7.

3. При содержании обменного магния равным около 10 мг на 100 г почвы почти все его количество (около 92%) является доступным для *A. niger* (кривая 2).

4. Между содержанием обменного магния и усвояемого по Шахтшабелю существует отчетливая корреляция ($r = 0,991$ — кривая 3) при-

чем, по мере возрастания содержания обменного магния можно найти при помощи метода Шахтшабеля все меньшее и меньшее его количества.

5. Сравнение биологического метода и колориметрического метода Шахтшабеля привело к прежде описанным результатам.

K. Boratyński, St. Roszykowa, M. Ziętecka

UNTERSUCHUNGEN ÜBER MAGNESIUMGEHALT IM BODEN

TEIL II. DAS VERHÄLTNIS CA: Mg, DER GEHALT AN AUSTAUSCHBAREN, BIOLOGISCH UND NACH SCHACHTSCHABEL BESTIMMBAREN MAGNESIUM IN LEICHTEN BÖDEN

Zusammenfassung

Es wurden 140 Proben von leichten Böden (Ackerkrume) untersucht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt sowie auf Fig 1—3 dargestellt. Es lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Es besteht eine deutliche Korrelation ($r = 0,809$) zwischen den austauschbaren Ca- und Mg- Gehalten (s. Fig. 1).

2. Das Verhältnis Ca : Mg (austauschbar) schwankt in breiten Grenzen von 100 : 2,0 bis 100 : 26,0. Der Mittelwert für sämtliche 140 Bodenproben beträgt 100 : 6,7.

3. Das austauschbare Magnesium ist bei einem Gehalt im Boden bis etwa 100 p. p. m. fast gänzlich (etwa 92%) für *A. niger* zugänglich (s. Fig. 2).

4. Zwischen dem Gehalt an austauschbaren und „pflanzenaufnehmbaren“ (nach Schachtschabel) Magnesium besteht zwar eine gute Korrelation ($r = 0,991$; s. Fig. 3), doch je grösser die Mengen des austauschbaren Magnesiums im Boden sind desto niedriger gestalten sich (in Prozenten ausgedrückt) die nach Schachtschabel ermittelten Werte.

5. Der Vergleich der biologischen und kolorimetrischen (nach Schachtschabel) Methoden hat ähnliche — wie vorher beschrieben — Ergebnisse geliefert.