

STANISŁAW MERCIK, HENRYK GOZLIŃSKI, BARBARA GUTYŃSKA

OCENA METOD BADANIA POTRZEB NAWOŻENIA MAGNEZEM

Instytut Chemii i Chemii Rolnej SGGW-AR
w Warszawie

Oznaczanie potrzeb nawożenia magnezem w oparciu o doświadczenia wegetacyjne nie doczekało się jeszcze nie tylko w Polsce, ale i w innych krajach odpowiednich opracowań naukowych. Częściej oceniano w ten sposób metody badań potrzeb nawożenia potasem i fosforem. Sprawę nawożenia magnezem zajęto się na szerszą skalę stosunkowo późno. Dopiero bowiem od niedawna występują dość powszechnie objawy niedoboru magnezu, szczególnie po wprowadzeniu do nawożenia wysokich dawek wysokoprocenowych soli potasowych. Znacznie rzadziej w doświadczeniach polowych otrzymuje się wyraźne zwyżki plonów w wyniku zastosowania magnezu, pomimo iż, jak wynika z badań stacji chemiczno-rolniczych, aż 43% naszych gleb jest uboga w ten składnik. Ocenia się, że jedną z ważnych przyczyn częstego zaniku objawów braku magnezu w miarę wzrostu roślin jest pobieranie tego składnika z głębszych warstw, gdzie jest go przeważnie więcej. Z tego powodu postuluje się czasami [1, 7], aby przy testowaniu gleb, szczególnie na zawartość magnezu, uwzględniać zasobność głębszych warstw gleby. W naszych badaniach oceniano metody badań potrzeb nawożenia magnezem w oparciu o doświadczenia wazonowe, a więc bez wpływu na działanie magnezu podglebia, przy kontrolowanej wilgotności gleby i przy optymalnym odczynie.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Ocenę metod badania potrzeb nawożenia magnezem oparto na doświadczeniach wazonowych przeprowadzonych w 1976 r. z życią wielokwiatową na 15 glebach, w 1977 r. — z jęczmieniem na 17 glebach oraz w 1978 r. — ze szpinakiem na 14 glebach. Na każdej z tych gleb zastosowano dwie kombinacje nawozowe: CaNPK i CaNPK + Mg. Dla poszczególnych gleb zastosowano dawki wapnia według pełnej kwasowości hy-

drolitycznej. Azotem nawożono rośliny po wschodach w następujących dawkach: pod życięc 2 g N na wazon (po 0,5 g N pod każdy odrost), pod jęczmień 0,8 g N i pod szpinak 0,3 g N (NH_4NO_3). Fosfor i potas pod wszystkie rośliny zastosowano przedsięwzięnie w ilości 0,50 g K, (K_2SO_4) i 0,15 g P ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) na wazon. Magnez zastosowano również przedsięwzięnie w ilości 0,2 g Mg ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Doświadczenia prowadzono w wazonach typu Wagnera o pojemności 8 kg gleby. Bardziej szczegółowe warunki prowadzenia doświadczeń, jak również właściwości fizykochemiczne wszystkich gleb przeznaczonych do doświadczeń podano w innej pracy [5].

Do oceny różnych metod oznaczania Mg w glebie przyjęto następujące wyniki z doświadczeń wazonowych:

- plon s.m. roślin z wazonów nie nawożonych magnezem,
- ilość pobranego przez rośliny magnezu z wazonów nie nawożonych tym składnikiem,
- procentowy udział magnezu glebowego w całkowitym pobraniu Mg na CaNPK + Mg obliczony ze wzoru:

$$\frac{\text{pobrane przez rośliny Mg w mg na wazon na CaNPK}}{\text{pobrane przez rośliny Mg w mg na wazon na CaNPK + Mg}} \times 100$$

- zwykła plonów pod wpływem Mg, w procentach.

W glebie oznaczano następujące formy magnezu:

- w wyciągu wodnym,
- dostępny metodą Schachtschabela,
- dostępny metodą AL,
- wymienny w 1 N octanie amonu o pH 7,
- zapasowy w 20-procentowym HCl metodą Gedroica,
- zapasowy w 1 N HNO_3 metodą Reitemeyera,
- procentowa zawartość Mg wymiennego w kompleksie sorpcyjnym.

Szukano zależności między zawartością Mg w glebie a podanymi wyżej wynikami doświadczeń wazonowych. Istotność współczynników korelacji oceniano przez porównanie wartości „ t ” Studenta z wartością t_1 obliczoną ze wzoru R/Sr , gdzie R = współczynnik korelacji, a Sr błąd standardowy współczynnika korelacji obliczony ze wzoru Fischera $Sr = V(1-R^2) : (N-2)$, gdzie N = ilość gleb.

Przedstawiono również zależność między zawartością Mg oznaczanego różnymi metodami a zawartością części sypialnych, iłu koloidalnego, pojemnością kompleksu sorpcyjnego i zawartością próchnicy.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Dość powszechnie ocenia się, że jednym z lepszych sposobów wyceny ilości Mg dostępnego w glebie jest ilość pobranego magnezu przez rośliny z gleb nie nawożonych tym składnikiem, a szczególnie wtedy, gdy

Wyniki doświadczeń wazonowych z życią wielokwiatową w roku 1976. Zawartość różnych form Mg w glebie oraz współczynniki korelacji

Results of pot experiments with Italian ryegrass in 1976. Content of different Mg forms in soil and correlation coefficients

Nr gleby Soil No. [5]	Ilość pobranego Mg przez rośliny w mg na wazon. Odrost Mg amount taken up by plants in mg per pot. Regrowth		Plon s.m. w g na wazon. Odrost Dry matter yield in g from pot. Regrowth		Procentowy udział Mg glebowego w całkowitym pobraniu Mg przez rośliny. Odrost Soil Mg share in the total uptake of Mg by plants in %. Regrowth		Zwyżki plonów pod wpływem Mg.4 odrosty, % Yield increments under the Mg effect in percentage. 4 regrowth %	Procent Mg w życicy. Odrost % of Mg in Italian ryegrass Regrowth	Mg - mg/100 g gleby - Mg in mg per 100 g of soil							Mg w kompleksie sorpcyjnym Mg in the exchange capacity %
	wyciągu wodnym in water extract	dostępny metodą available after		wymien-ny exchan-geable	zapasowy w reserve in				Schacht-schabel	AL	20% HCl	1N HNO ₃				
		1	1-4		1	1-4							1	1-4	1	
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇	y ₈	
8	7,4	25,1	6,2	19,3	82	38	23	0,12	0,01	1,3	3,4	2,0	22	14	4,2	
7	7,5	44,5	5,8	22,2	81	43	23	0,13	0,07	2,2	4,3	2,8	34	35	5,2	
4	7,6	26,6	6,3	20,3	74	37	11	0,12	0,09	1,3	3,7	2,4	30	17	4,9	
5	8,9	83,7	4,7	24,8	97	81	2	0,19	0,14	4,3	6,3	5,2	34	21	13,7	
3	9,0	53,8	5,6	18,1	71	43	40	0,16	0,11	1,6	4,0	2,3	26	13	3,8	
2	9,5	79,2	5,0	25,1	94	85	0	0,19	0,12	5,6	6,6	5,4	34	17	13,0	
11	10,6	87,0	5,6	28,0	97	84	3	0,19	0,70	5,0	6,6	6,0	55	34	8,5	
13	10,9	67,2	6,4	27,0	92	92	0	0,17	0,14	6,1	7,7	6,4	78	53	8,5	
9	12,1	87,1	5,5	25,5	96	85	4	0,22	0,14	4,8	7,3	6,0	37	21	14,4	
1	12,2	63,8	7,2	23,1	85	59	18	0,17	0,19	3,7	5,6	4,6	79	37	1,6	
14	15,1	74,2	6,3	28,8	102	92	0	0,24	0,53	9,0	10,6	8,0	101	60	6,6	
12	15,7	96,2	5,8	26,3	97	101	4	0,27	1,21	10,2	21,2	13,6	175	78	3,7	
10	16,1	81,8	6,2	27,2	98	93	2	0,26	1,01	12,8	33,5	13,2	290	149	5,4	
6	16,3	107,9	5,1	29,5	108	118	0	0,28	2,12	20,5	30,4	22,2	225	128	9,8	
15	21,3	90,8	7,6	33,1	101	99	0	0,28	2,70	14,3	28,0	19,5	229	163	3,3	
Średnie - Means								0,20	0,62	6,9	11,9	8,0	97	56	7,1	
Współczynniki korelacji dla: Correlation coefficients for:								x ₁	0,80	0,63	0,77	0,66	0,76	0,62	0,62	0,47
								x ₂	0,89	0,87	0,85	0,86	0,89	0,87	0,89	0,17
								x ₃	0,00	0,28	0,02	0,16	0,13	0,31	0,35	0,70
								x ₄	0,62	0,78	0,77	0,66	0,77	0,66	0,72	0,11
								x ₅	0,88	0,63	0,75	0,64	0,75	0,59	0,56	0,42
								x ₆	0,91	0,67	0,84	0,72	0,81	0,68	0,66	0,39
								x ₇	0,63	0,44	0,59	0,48	0,56	0,46	0,46	0,49
								\bar{x}	0,57	0,53	0,58	0,60	0,62	0,47	0,53	0,49

Wyniki doświadczeń wazonowych z jęczmieniem jarym w 1977 r., zawartość różnych form Mg w glebie oraz współczynniki korelacji

Results of pot experiments with spring barley in 1977, content of different Mg forms in soil and correlation coefficients

Nr gleby Soil No. [5]	Pobranie Mg przez rośliny w mg na wazon Mg amount taken up by plants in mg per pot	Plon s.m. w g na wazon Dry matter yield in g from pot	Udział Mg glebowego w pobraniu Soil Mg share in the total uptake %	Zwzrostki plonów pod wpływem Mg Yield increments under the Mg effect %	Mg w jęczmie- niu Mg in barley %	Mg - mg/100 g gleby - Mg in mg per 100 g of soil							
						w wyciągu wodnym in water extract	dostępny metodą available after		wymienny exchan- geable	zapasowy w rozerwe in		Mg w kom- pleksie sorpcyj- nym Mg in the exchange capacity %	
							Schacht- schabel	Al.		20% HCl	1N HNO ₃		
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇	y ₈	
9	26,1	23,7	55	12	0,11	0,09	2,2	1,7	1,7	33	18	2,0	
11	27,0	23,0	62	19	0,10	0,04	0,9	3,0	1,1	27	16	2,4	
14	27,2	24,7	60	15	0,11	0,40	1,7	2,4	2,0	38	18	3,0	
7	30,5	27,7	49	11	0,11	0,03	1,6	3,4	2,0	27	23	2,8	
1	32,8	22,2	53	21	0,13	0,10	0,9	3,0	1,2	17	15	2,5	
6	35,9	25,6	58	9	0,13	0,02	2,4	4,1	2,4	32	20	4,3	
4	39,5	25,2	58	22	0,14	0,02	3,8	2,7	0,7	24	19	1,3	
3	42,8	25,1	58	4	0,17	0,19	3,8	9,0	7,0	38	29	11,8	
8	43,8	27,4	54	5	0,16	1,0	1,2	8,0	7,4	50	26	5,4	
15	49,1	30,7	79	12	0,16	0,20	4,0	4,4	4,2	60	42	4,6	
5	49,3	27,4	85	6	0,18	0,20	5,3	13,8	7,0	48	34	8,8	
10	57,1	28,6	84	0	0,17	0,20	6,2	5,5	4,9	52	23	4,4	
12	58,8	29,4	80	1	0,20	0,18	5,0	10,3	7,6	44	45	11,3	
17	72,1	32,8	91	5	0,22	2,40	9,6	27,4	9,4	155	98	4,6	
13	75,9	28,1	92	1	0,27	2,20	6,3	26,4	21,6	300	150	9,3	
16	81,1	31,2	98	2	0,26	2,30	11,0	18,7	13,4	110	72	4,8	
2	82,5	26,6	101	0	0,31	1,30	10,6	19,6	17,0	89	40	2,9	
	średnie - means				0,19	0,72	5,1	10,9	7,4	76	46	5,7	
	Współczynniki korelacji dla: Correlation coefficients for:				x ₁	0,79	0,81	0,93	0,88	0,88	0,70	0,72	0,35
				x ₂	0,65	0,61	0,68	0,62	0,48	0,47	0,57	0,35	
				x ₃	0,79	0,69	0,91	0,80	0,78	0,63	0,65	0,30	
				x ₄	0,34	0,52	0,66	0,56	0,74	0,49	0,57	0,50	

Tabela 3

Wyniki doświadczeń wazonowych ze szpinakiem w roku 1978. Zawartość różnych form Mg w glebie oraz współczynniki korelacji

Results of pot experiments with spinach in 1978. Content of different Mg forms in soil and correlation coefficients

Nr gleby Soil No. 5	Pobranie Mg przez rośliny w mg na wazon Mg uptake by plants in mg per pot	Plon świeżej masy w g na wazon Green matter yield in g from pot	Udział Mg glebowego w pobraniu Mg Soil Mg share in the total Mg uptake in %	Zwyżki plonów pod wpływem Mg % Yield incre - ments under the Mg effect %	Mg w szpinaku % Mg content in spinach %	Mg - mg/100 g gleby - Mg in mg per 100 g of soil						
						w wyciągu wodnym in water extract	dostępny metodą available after		wymieniany exchan - geable	zapasowy w reserve in		Mg w kompleksie sorpcyjnym, % Mg in the exchange capacity in %
							Schacht - schabel	AL		20% HCl	1N HNO ₃	
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇	y ₈
4	7,6	34,9	25	64	0,18	0,13	1,0	2,2	0,9	26	7	1,2
7	12,0	35,5	45	25	0,30	0,14	3,4	4,1	1,8	30	11	3,1
8	12,9	44,3	47	34	0,28	0,23	2,0	3,6	1,7	28	10	1,6
1	17,0	29,5	42	52	0,46	0,22	1,3	4,8	1,7	20	11	1,7
14	18,9	59,7	56	29	0,30	0,19	2,4	4,6	2,5	53	16	0,9
2	26,5	55,5	80	0	0,59	0,60	3,5	10,4	5,2	67	22	8,8
11	27,0	73,3	70	22	0,51	0,54	4,6	10,6	5,6	69	28	2,3
13	30,2	78,3	72	0	0,53	0,52	3,8	11,7	5,2	86	29	2,8
9	32,7	62,6	89	0	0,86	0,30	4,1	8,5	4,9	39	22	5,8
10	33,8	72,2	86	0	0,72	0,56	6,5	9,3	6,7	44	35	4,4
3	38,4	61,5	84	0	0,96	0,32	5,0	10,0	5,4	45	29	10,2
12	41,9	76,8	89	0	0,79	0,36	6,3	10,1	5,5	47	28	2,2
5	49,2	57,5	74	5	1,07	0,65	7,8	11,9	8,4	94	44	5,8
6	60,5	56,1	94	0	1,10	0,97	21,0	21,8	20,1	207	71	27,4
średnie - means					0,58	0,38	4,8	8,8	5,2	58	19	5,2
Współczynniki korelacji dla: Correlation coefficients for:				x ₁	0,95	0,84	0,84	0,84	0,86	0,79	0,81	0,72
				x ₂	0,60	0,59	0,36	0,58	0,44	0,41	0,45	0,07
				x ₃	0,83	0,71	0,61	0,77	0,66	0,56	0,71	0,54
				x ₄	0,75	0,62	0,50	0,75	0,56	0,46	0,56	0,46

inne czynniki wzrostu zbliżone są do optimum. Z tego powodu dla łatwiejszego śledzenia tych zależności wszystkie gleby w tabelach 1—3 uszeregowano w kolejności od najmniejszego do największego pobrania tego składnika przez rośliny.

OCENA METOD NA PODSTAWIE POBRANIA MG PRZEZ ROŚLINY

Dla większości zastosowanych metod otrzymano wysokie współczynniki korelacji między wynikami oznaczeń magnezu w glebie a ilością pobranego Mg przez rośliny. Natomiast nie otrzymano większych różnic w wysokości współczynników korelacji obliczonych dla poszczególnych roślin i dlatego oparto się na średnich współczynnikach korelacji ze wszystkich trzech roślin. Są one następujące:

- 0,86 dla procentowej zawartości Mg w roślinie,
- 0,79 dla Mg w wyciągu wodnym,
- 0,85 dla Mg dostępnego metodą Schachtschabela,
- 0,81 dla Mg dostępnego metodą AL,
- 0,85 dla Mg wymiennego,
- 0,74 dla Mg zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,76 dla Mg zapasowego w 1 N HNO₃,
- 0,43 dla procentowej zawartości Mg w kompleksie sorpcyjnym.

Z przytoczonych danych wynika, że najlepszym sposobem wyceny ilości pobranego magnezu przez rośliny są następujące metody: procentowa zawartość Mg w roślinie, magnez dostępny oznaczony metodą Schachtschabela i wymienny w 1 N octanie amonu. Nieco niższe współczynniki korelacji otrzymano dla magnezu dostępnego metodą Egnera AL i w wyciągu wodnym, a najniższe dla magnezu zapasowego w 20-procentowym HCl i w 1 N HNO₃. Pobieranie magnezu nie było istotnie uzależnione od wysycenia kompleksu sorpcyjnego magnezem. Jedynie w doświadczeniu ze szpinakiem otrzymano istotny współczynnik korelacji ($r = 0,72$) między ilością pobranego Mg a wysyceniem kompleksu sorpcyjnego magnezem.

Na podstawie wysokości współczynników korelacji otrzymanych dla życicy wielokwiatowej można wnioskować, że łączne pobranie Mg przez 4 odrosty jest lepszym sposobem oceny zasobności gleb w magnez dostępny niż pobranie Mg przez pierwszy odrost.

OCENA METOD NA PODSTAWIE WYSOKOŚCI PLONU ROŚLIN NIE NAWOŻONYCH MAGNEZEM

Niższe współczynniki korelacji dla plonu roślin niż dla ilości pobranego Mg przez rośliny otrzymano prawie dla wszystkich metod. Z uprawianych roślin plony szpinaku były najmniej uzależnione od ilości Mg w glebie. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że plony pierwszego odrostu życicy nie były uzależnione od żadnej z badanych form Mg w gle-

bie, natomiast łączne plony z czterech odrostów dawały dla większości metod nawet wyższe współczynniki korelacji niż plony jęczmienia i szpinaku. Średnie współczynniki korelacji z wszystkich roślin dla poszczególnych metod, bez uwzględniania pierwszego odrostu życicy, przedstawiają się następująco:

- 0,62 dla procentowej zawartości Mg w roślinie,
- 0,66 dla Mg w wyciągu wodnym,
- 0,60 dla Mg dostępnego metodą Schachtschabela,
- 0,62 dla Mg dostępnego metodą AL,
- 0,56 dla Mg wymiennego,
- 0,51 dla Mg zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,58 dla zapasowego w 1 N HNO₃,
- 0,18 dla procentowej zawartości Mg w kompleksie sorpcyjnym.

Wyniki te wskazują, że wysokość plonów roślin najtrafniej można ocenić w oparciu o ilość Mg w wyciągu wodnym, a następnie w kolejności: Mg dostępny metodą AL, procent Mg w roślinie, Mg dostępny metodą Schachtschabela, mg zapasowy w 1 N HNO₃, Mg wymienny i Mg zapasowy w 20-procentowym HCl. U żadnej rośliny nie otrzymano istotnie wysokich współczynników korelacji między plonem rośliny a procentową zawartością Mg w kompleksie sorpcyjnym.

OCENA METOD NA PODSTAWIE PROCENTOWEGO UDZIAŁU MAGNEZU GLEBOWEGO W CAŁKOWITYM POBRANIU MG PRZEZ ROŚLINY

Dla tych wyników z doświadczeń wazonowych otrzymano dość wysokie i istotne współczynniki korelacji prawie dla wszystkich metod i roślin. Wskazuje to, że na podstawie testu glebowego dość trafnie można ocenić zdolność gleb do zaopatrywania roślin w magnez. Nie otrzymano większych różnic w wysokości współczynników korelacji dla poszczególnych roślin. Nawet przy uprawie życicy otrzymano podobne współczynniki korelacji dla pierwszego odrostu i dla sumy 4 odrostów. Z tego powodu obliczono współczynniki korelacji średnie dla wszystkich roślin. Są one następujące:

- 0,85 dla procentowej zawartości Mg w roślinie,
- 0,67 dla Mg w wyciągu wodnym,
- 0,78 dla Mg dostępnego metodą Schachtschabela,
- 0,73 dla Mg dostępnego metodą AL,
- 0,75 dla Mg wymiennego,
- 0,61 dla Mg zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,64 dla Mg zapasowego w 1 N HNO₃,
- 0,41 dla procentowej zawartości Mg w kompleksie sorpcyjnym.

Wyniki te wskazują, że najtrafniej można ocenić zdolność gleb do zaopatrywania roślin w magnez przy nawożeniu roślin wszystkimi składnikami pokarmowymi na podstawie procentowej zawartości Mg w roślinie.

nie. Wyraźnie niższe współczynniki korelacji otrzymano dla Mg dostępnego metodą Schachtschabela, a następnie w kolejności: dla Mg wymiennego, Mg dostępnego metodą AL, Mg w wyciągu wodnym, Mg zapasowego w 1 N HNO₃ i Mg zapasowego w 20-procentowym HCl. Procentowy udział magnezu w kompleksie sorpcyjnym nie wywierał istotnego wpływu na zdolność gleby do zaopatrywania roślin w Mg.

OCENA METOD NA PODSTAWIE ZWYŻKI PŁONÓW
POD WPLYWEM NAWOŻENIA MAGNEZEM

Nie otrzymano większych różnic w wysokości współczynników korelacji obliczonych dla poszczególnych roślin (tab. 1—3) przy ocenie metod w oparciu o zwyżki płonów. Średnie współczynniki wszystkich roślin przedstawiają się następująco:

- 0,57 dla procentowej zawartości Mg w roślinie,
- 0,53 dla zawartości Mg w wyciągu wodnym,
- 0,58 dla Mg dostępnego metodą Schachtschabela,
- 0,60 dla Mg dostępnego metodą AL,
- 0,62 dla Mg wymiennego,
- 0,47 dla Mg zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,53 dla Mg zapasowego w 1 N HNO₃,
- 0,49 dla zawartości Mg w kompleksie sorpcyjnym.

Wyniki te wskazują, że zwyżki płonów pod wpływem magnezu najtrafniej przewidywać można na podstawie Mg wymiennego, a następnie Mg dostępnego metodą AL i metodą Schachtschabela oraz na podstawie zawartości magnezu w roślinie. Metody uwzględniające Mg w wyciągu wodnym, Mg zapasowy obydwoima metodami oraz zawartość Mg w kompleksie sorpcyjnym okazały się gorszym sposobem wyceny efektywności nawożenia.

ZAWARTOŚĆ RÓŻNYCH FORM MAGNEZU W ZALEŻNOŚCI OD NIEKTÓRYCH
WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH GLEBY

Można było przypuszczać, że zawartość różnych form magnezu w glebie w dużym stopniu uzależniona jest od składu mechanicznego. Z tego powodu wszystkie 46 gleb podzielono na 3 grupy: do 10%, 10—20% i powyżej 20% części spławialnych. Średnie zawartości w poszczególnych grupach gleb wskazują, że w miarę zwiększania się zawartości części spławialnych zwiększała się ilość wszystkich form magnezu w glebie (tab. 4). Przyrost ten nie był jednak proporcjonalny dla wszystkich form magnezu. Na przykład procentowy udział Mg w wyciągu wodnym w stosunku do Mg wymiennego wynosił w glebach lekkich 5%, w glebach średnich 7%, a w glebach ciężkich 10%. Otrzymano podobne ilości magnezu dostępnego metodą Schachtschabela co i magnezu wymiennego, ale tylko na glebach bardzo lekkich. W miarę zwiększania się ilości części spła-

wialnych przyrost magnezu dostępnego był mniejszy niż przyrost magnezu wymiennego. W każdej glebie niezależnie od składu mechanicznego otrzymywano znacznie więcej magnezu dostępnego metodą AL niż metodą Schachtschabela, a nawet więcej niż magnezu wymiennego. Znacznie

Tabela 4

Średnia zawartość różnych form Mg w zależności od ilości części spławialnych, próchnicy i pojemności kompleksu sorpcyjnego
Mean content of various Mg forms depending on the amount of clay particles, humus and on the sorption complex capacity

Forma magnezu Magnesium forms	Części spławialne Clay particles %			Zawartość próchnicy Humus content %			Pojemność kompleksu sorpcyjnego w me na 100 g gleby Sorption complex capacity in me/100g of soil	
	<10	11-20	>20	<1,2	1,2-2,0	>2,0	<10	>10
Wyciąg wodny-Water extract	0,11	0,49	0,96	0,30	0,36	0,96	0,37	1,03
Dostępny metodą Schachtschabela Available after Schachtschabel	2,2	5,9	7,3	4,0	5,5	6,6	4,9	7,2
Dostępny metodą AL Available after AL	4,0	11,0	13,9	7,6	8,7	14,2	8,6	14,9
Wymienny w 1N octanie amoniu Exchangeable in 1N ammonium acetate	2,1	7,5	9,1	5,1	6,2	8,6	6,1	8,6
Zapasy w 20% HCl Reserve in 20% HCl	28	70,0	126	41	62	114	63	110
Zapasy w 1N HNO ₃ Reserve in 1N HNO ₃	18	32,0	64	22	29	62	31	60
Procent Mg w kompleksie sorpcyjnym Mg per cent in the sorption complex	3,3	7,2	6,1	6,6	7,0	4,5	6,9	3,9

więcej magnezu zapasowego otrzymano w wyciągu 20-procentowego HCl niż w 1 N HNO₃. W wyciągu 20-procentowego HCl otrzymano 9—13 razy więcej magnezu niż znajdowano tego składnika w formie wymiennej. Kompleks sorpcyjny w znacznie mniejszym stopniu wysycony był magnezem na glebach bardzo lekkich (3%) niż na glebach średnich i ciężkich (6—9%).

Można było oczekiwać, że zawartość różnych form magnezu w glebie uzależniona jest od ilości próchnicy w glebie. Z tego powodu podzielono gleby na 3 grupy: o bardzo niskiej (do 1,2%), średniej 1,2—2,0%) i wysokiej (>2%) zawartości próchnicy. Zawartość wszystkich form magnezu w glebie zwiększała się w miarę wzrostu ilości próchnicy (tab. 4), szczególnie dużo magnezu stwierdzono w glebach zawierających powyżej 2% próchnicy. W miarę zwiększania ilości próchnicy w glebie otrzymywano większy przyrost magnezu zapasowego niż dostępnego i wymiennego.

Wysycenie kompleksu sorpcyjnego magnezem nie wzrastało w miarę zwiększania próchnicy, a nawet w glebach najbardziej próchnicznych kompleks sorpcyjny w mniejszym stopniu wysycony był magnezem.

Zawartość wszystkich form magnezu w glebie uzależniona była również od pojemności kompleksu sorpcyjnego. Wyniki te wskazują, że w miarę zwiększania pojemności kompleksu sorpcyjnego zwiększała się ilość wszystkich form Mg w glebie, a zmniejszała procentowa zawartość magnezu w kompleksie sorpcyjnym.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Oceniając zasobność gleb użytych do doświadczeń wazonowych w magnez dostępny, oznaczony u nas powszechnie metodą Schachtschabela, można stwierdzić, że 35% tych gleb miało zasobność magnezu niską, 43% średnią i 22% wysoką. Wyniki stacji chemiczno-rolniczych wskazują, że na terenie kraju mamy 43% gleb o zasobności niskiej, 34% średniej i 23% wysokiej. Zestawienie tych wyników utwierdza nas w przekonaniu że do doświadczeń wazonowych użyto gleb dość dobrze reprezentujących gleby naszego kraju.

Otrzymane wyniki wskazują, że na podstawie testu glebowego lub roślinnego najtrafniej można przewidywać całkowite pobranie magnezu przez rośliny (średni współczynnik korelacji $r = 0,76$), a następnie procentowy udział Mg glebowego w tym pobraniu ($r = 0,68$). Trudniej natomiast przewidywać zwyczki plonów pod wpływem nawożenia magnezem ($r = 0,54$), a nawet wysokość plonów na glebach nie nawożonych tym składnikiem. Być może z tego powodu częściej oceniano poszczególne metody w oparciu o ilość pobranego Mg przez rośliny i o wysokość plonów [2, 6, 7, 9].

Próbki roślin do oznaczania magnezu pobierano w czasie ich zbioru, a nie w fazie najbardziej korzystnej dla celów diagnostycznych. Mimo to z niektórymi wynikami doświadczeń wazonowych otrzymano stosunkowo wysokie współczynniki korelacji w porównaniu z testami glebowymi. Test roślinny okazał się nawet najlepszym sposobem wyceny procentowego udziału magnezu glebowego w całkowitym pobraniu Mg przez rośliny. W i c h m a n n i in. [9] dość wysoko ocenia możliwość badania potrzeb nawożenia magnezem w oparciu o test roślinny. Natomiast S i m o n [7] nie otrzymał różnic w zawartości Mg w roślinie przy bardzo zróżnicowanych plonach pszenicy. Otrzymane przez nas współczynniki korelacji nie wskazują na to, aby testem roślinnym można było trafnie przewidywać zwyczki plonów pod wpływem nawożenia magnezem; współczynniki korelacji są niższe niż dla testów glebowych. Mimo to otrzymane wyniki upoważniają do stwierdzenia, iż duże zwyczki plonów pod wpływem magnezu otrzymano wówczas, gdy zawartość tego składnika była mniejsza niż 0,18% w s.m. zycicy, 0,16% w s.m. jęczmienia i 0,50% w s. a. szpinaku. Literatura podaje przeważnie podobne wartości krytyczne dla zbóż i traw

Spśród testów glebowych uzyskiwano stosunkowo wysokie współczynniki korelacji dla Mg dostępnego, oznaczonego powszechnie stosowaną u nas metodą Schachtschabela. Trzeba jednak podkreślić, że również inne formy łatwo dostępnego magnezu (metoda AL, wymienny i w wyciągu wodnym) nie odbiegały wyraźnie od metody Schachtschabela. Literatura zaleca różne metody oznaczania Mg w glebie. Na przykład Ghazi i in. [1], Henriksen [3] oraz Schroeder i in. [6] pozytywnie oceniają metodę oznaczania Mg wymiennego, a Siman [7] i Stahlberg [8] metodę AL. Magnez w wyciągu wodnym lub w bardzo rozcieńczonym CaCl_2 preferują Ghazi i in. [1] oraz Grimme [2]. Magnez zapasowy oznaczany w 1 N HNO_3 i w 20-procentowym HCl dawał przeważnie nieco niższe współczynniki korelacji niż bardziej dostępne formy magnezu. Dość pozytywnie oceniają przydatność oznaczenia magnezu zapasowego w HCl Schroeder i współpr. [6] oraz Stahlberg [8]. Otrzymane przez nas wyniki wskazują, że w ocenie potrzeb nawożenia nie można się kierować procentowym udziałem magnezu w kompleksie sorpcyjnym. Przydatność tej metody do badania potrzeb nawożenia nisko oceniają również McLean i współpr. [4]. Średnie wysycenie kompleksu sorpcyjnego magnezem wynosiło u nas 5—7% (tab. 1—3), ale wysokość plonów nie zależała od stopnia tego wysycenia, natomiast McLean [4] najwyższe plony otrzymał wtedy, gdy wysycenie to wynosiło 6—10%.

WNIOSKI

Trzyletnie doświadczenia wazonowe przeprowadzone na kilkudziesięciu glebach z kilkoma roślinami nawożonymi lub nie nawożonymi magnezem pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków.

1. Na podstawie wyników oznaczeń Mg w glebie i roślinie najtrafniej przewidywać można pobieranie magnezu przez rośliny, a trudniej wysokość plonu oraz zwyczki pod wpływem nawożenia magnezem.

2. Wyniki doświadczeń wazonowych najściślej uzależnione były od ilości magnezu dostępnego metodą Schachtschabela i metodą AL, magnezu wymiennego, a często również magnezu w wyciągu wodnym. Magnez zapasowy w 20-procentowym HCl i w 1 N HNO_3 gorzej charakteryzował wyniki doświadczeń wazonowych. Wyniki te w najmniejszym stopniu uzależnione były od stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego magnezem.

3. Zawartość magnezu w roślinie dawała podobne współczynniki korelacji jak metoda Schachtschabela, a w przypadku badania udziału magnezu glebowego w całkowitym pobraniu Mg przez rośliny — nawet wyższe.

4. Zawartość wszystkich badanych form magnezu, z wyjątkiem procentowego udziału Mg w kompleksie sorpcyjnym, wzrastała wraz ze wzrostem ilości części spławialnych, próchnicy oraz wzrostem pojemności kompleksu sorpcyjnego.

LITERATURA

- [1] Ghazi H. E., Keefer R. F., Singh R. N.: The effect of soil depth and pH on the availability and form of magnesium. Abstracts of Current Research, West Virginia University 1975, 6—7.
- [2] Grimme H.: Magnesium diffusion in soils at different water and magnesium contents. Z. Pfl. Ernähr. Bodenk. 174, 1973, 1, 9—19.
- [3] Henriksen A.: Comparison between compleximetric and atomabsorbtiometric determination of magnesium in soil. Tidskrift for Planteavl. 69, 1965, 328—333.
- [4] McLean E. O., Carbonell M. D.: Calcium, magnesium and potassium saturation ratios in two soils and nutrient contents of german millet and alfalfa. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36, 1972, 927—930.
- [5] Mercik S.: Działanie potasu i magnezu w zależności od niektórych właściwości fizykochemicznych gleb. Roczn. glebozn. 34, 1983, 1—2, 15—30.
- [6] Schroeder D., Zachiroleslam S.: Die Magnesium-Vorräte schleswig-holsteinischer Böden. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. 100, 1963, 207—215.
- [7] Siman G.: Samordnad vaxt-och jordanalys som grund för optimal vaxtnaringstillforsel Kungl. Skogs-och Lantbruksakademiens Tidskrift 12, 1978, 14—24.
- [8] Stahlberg S.: Riktlinjer för Kalkning och gödsling efter markkarte. Statens Lantbrukskemiska Laboratorium, Meddelande 46, 1976, 1—22.
- [9] Wichman W., Finck A.: Pflanzenanalytische Kennwerte zur Beurteilung der Mg-versorgung von Hafer und Mais in Schleswig-Holstein. Landwirtsch. Forsch. 30, 1977, 4, 298—302.

С. МЕРЦИК, Г. ГОЗЛИНСКИ, Б. ГУТЫНЬСКА

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ УДОБРЕНИЙ МАГНИЕМ

Институт химии и агрохимии, Варшавская сельскохозяйственная академия

Резюме

Оценка методов основана на результатах вегетационных опытов проведенных в 1976 г. с райграсом многоцветным на 15 почвах, в 1977 г. с ячменем на 17 почвах и в 1978 г. со щипаном на 14 почвах. Растения выращивали без магния и с магнием при удовлетворительной обеспеченности растений остальными питательными элементами. Определяли урожай и усвоение магния растениями. В почве определяли различные соединения магния, от водорастворимых форм по растворимые в крепких кислотах. Вычисляли коэффициенты между результатами вегетационных опытов и содержанием разных форм магния в почвах.

По содержанию магния в почве и в растении можно наиболее точно предусмотреть величину поглощения магния растениями а труднее величину урожая и их прибавки под влиянием магневого удобрения. Результаты вегетации опытов показывали наиболее тесную зависимость от издержания доступного для растений магния определяемого по методу Шахтшабеля, методу AL, затем от содержания обменного магния, а нередко и от содержания магния в водной вытяжке. Определение магния растворимого в 20% HCl соляной кислоты и в 1 н HNO₃ азотной кислоты менее точно характеризовало результаты вегетационных опытов. Результаты опытов показали наименьшую зависимость от степени насыщенности почвенного поглощающего комплекса изучаемым элементом. Содержание магния в растении давало подобные коэффициенты корреляции как при методе Шахтшабеля, а в случае опреде

ления участия почвенного магния в общем усвоении Mg растениями эти коэффициенты были даже высшими. Содержание всех испытуемых форм магния, за исключением процентного содержания магния Mg в поглощающем комплексе, увеличивалось с ростом илистой фракции почвы, а также с ростом ёмкости поглощающего комплекса.

S. MERCIK, H. GOZLIŃSKI, B. GUTYŃSKA

ESTIMATION OF METHODS OF DETERMINING THE MAGNESIUM
FERTILIZATION NEEDS

Institute of General and Agricultural Chemistry,
Agricultural University of Warsaw

S u m m a r y

The estimation was based on pot experiments, carried out in 1976 with Italian ryegrass grown on 15 soil types, in 1977 with barley grown on 17 soil types and in 1978 with spinach grown on 14 soil types. The above crops were cultivated without and with magnesium at a sufficient supply of plants with remaining nutrient elements. The yield level and the magnesium uptake by plants were measured. Different magnesium forms in soil, from water-soluble to reserve ones by means of extracts of strong acids, were determined. Coefficients of correlation between the results of pot experiments and the content of different magnesium forms in soil were calculated.

On the basis of determinations of the magnesium content in soil and plants the uptake of this element by plants can be anticipated most exactly and somewhat more difficult the yield levels and increments under the magnesium fertilization effect. The results of pot experiments depended most closely on the amount of available magnesium determined after Schachtschabel and by the AL method, and of exchangeable magnesium and often also magnesium in the water extract. The reserve magnesium in 20% HCl and 1 N HNO₃ characterized less exactly the results of pot experiments. These results depended to the least on the degree of base saturation with the above element. The magnesium content in plants gave the same correlation coefficients, as the Schachtschabel's method, and even higher ones in case of determination of the soil magnesium share in the total Mg uptake by plants. The content of all magnesium forms under study, except for the Mg percentage in the sorption complex, increased with an increase of the amount of clay particles and humus as well as with an increase of the exchange capacity.

Doc. dr hab. Stanisław Mercik
Instytut Chemii i Chemii Rolnej AR
Warszawa, ul. Rakowiecka 26

