

WPLYW WAPNOWANIA I NAWOŻENIA MAGNEZEM (DOLOMIT, $MgSO_4$) W DŁUGOLETNIM DOŚWIADCZENIU MIKROPOLETKOWYM

HENRYK SZUKALSKI, ALINA ZEMBACZYŃSKA,
HENRYK SIKORA

Pracownia Nawożenia IUNG, Gorzów

WSTĘP

Jednym z nawozów wapniowych jest dolomit, który jest jednocześnie źródłem magnezu dla roślin. Działanie nawozowe dolomitu zależy przede wszystkim od pochodzenia, składu, stopnia rozdrobnienia oraz aktywności chemicznej [1, 2, 4]. Różnice w wartości nawozowej dolomitu występują również w zależności od jego wyprażenia. Badania wskazują, że stopień przyswajania przez rośliny magnezu jest na ogół niższy z dolomitu surowego niż prażonego. Doświadczenia Tuchołki i Wojtowskiej [6] wykazały, że wyprażenie dolomitów w $1000^{\circ}C$ spowodowało zwiększenie pobierania przez rośliny wapnia i magnezu z wszystkich badanych dolomitów. Plony roślin jednak zwiększyły się w przypadku stosowania tylko niektórych dolomitów. Z badań tych jednocześnie wynika, że prażenie dolomitu przyczynia się w większym stopniu do udostępnienia roślinom magnezu aniżeli wapnia. Szukalski i Zembaczyńska [5] podają, że szczególnie duże różnice w przyswajaniu przez rośliny magnezu, w zależności od prażenia dolomitu, występują w początkowych okresach wzrostu. Pobranie magnezu z dolomitu prażonego było bowiem w okresie krzewienia jęczmienia dwukrotnie wyższe niż z dolomitu surowego. Różnice w pobraniu magnezu u roślin dojrzałych były już znacznie mniejsze.

Można sądzić, że przy dłuższym kontakcie z glebą kwaśną dolomit surowy może być przydatnym i efektywnym nawozem wapniowo-magnezowym. W celu przebadania efektywności stosowania surowego dolomitu na glebie kwaśnej w porównaniu z wapnem nawozowym (oraz z dodatkiem $MgSO_4$) wykonano długoletnie doświadczenie poletkowe z różnymi roślinami uprawnymi.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1960-1970 na omurowanych poletkach o powierzchni $1\ m^2$ na piasku gliniastym lekkim. Zawartość

części splawialnych wynosiła 14%, pH w KCl 4,6, kwasowość hydrolityczna w mil. równ. na 100 g gleby wg Kappena 1,95. Zawartość makroskładników w mg/100 g: N ogólny — 100, P₂O₅ i K₂O wg Egnera odpowiednio — 18,0 i 6,0, Mg wg Schachtschabela — 1,0. Zawartość przyswajalnych mikroskładników w ppm: B — 0,21, Mn — 39, Cu — 4,9, Mo — 0,14.

Do badań wzięto dolomit pochodzący z Zakładów Dolomitowych w Ząbkowicach Będzińskich. Ciężar właściwy nasypu dolomitu wynosił 1,6. Analiza siewowa nad stopniem rozdrobnienia dolomitu wykazała, że 62,7% przechodzi przez oczka o średnicy 0,30 mm. Dolomit zawierał 21,3 Ca i 9,3% Mg.

Schemat doświadczenia obejmował stosowanie dolomitu, węgla wapnia oraz węgla wapnia z dodatkiem siarczanu magnezu. Wapnowanie oraz dolomit stosowano co 4 lata (1960, 1964, 1968) według całkowitej kwasowości hydrolitycznej gleby, przeliczając w przypadku dolomitu wapń i magnez na sumę zasad w ilościach równoważnikowych. W 1960 r. stosowano wapno rolnicze (węglanowe) zawierające 52,9% Ca oraz 2,0% Mg; natomiast w 1964 i 1968 r. stosowano stracony węgiel wapnia. Zatem w 1960 r. z dawką wapna 22 q/ha zastosowano jednocześnie 44 kg Mg na ha. Siarczan magnezu stosowano co 2 lata w dawce 25 kg Mg/ha. Doświadczenie przeprowadzono w trzech seriach: bez potasu oraz przy niższym i wyższym jego poziomie. Dawki K₂O (KCl) w kg na ha były następujące:

poziom potasu	zboża	okopowe, kukurydza i trawy
niższy	50-75	90-120
wyższy	100-150	180-240

Podstawowe nawożenie azotem (saletra amonowa) i fosforem (superfosfat) stosowano na odpowiednio wysokim poziomie, zgodnie z potrzebami roślin uprawianych w kolejnych latach (tab. 1). Ponadto, jako nawożenie podstawowe w 1964 i 1968 r. na wszystkie poletka zastosowano dobrze rozłożony i zasobny w makro- i mikroskładniki obornik w ilości 300 q/ha.

Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach. Siewu i sadzenia roślin dokonywano w optymalnych terminach. Rośliny uprawiano przy następującej obsadzie na 1 m²:

rośliny	liczba roślin	liczba rzędów
buraki	9	3
ziemniaki	6	2
zboża	145	5
kukurydza	6	2
kupkówka	2,0 g nasion	4

Zawartość przyswajalnego fosforu i potasu w glebie oznaczono metodą Egnera, magnezu met. Schachtschabela z użyciem żółcieni tytanowej. Zawartość N, P, K, Ca, Mg w roślinach oznaczono po spaleniu z kwasem siarkowym i perhydrolem. W produkcie spalania azot określono metodą Kjeldahla, fosfor i magnez kolorymetrycznie (P jako błękit molibdenowy przy użyciu hydrohinonu jako reduktora i siarczynu sodu jako stabilizatora, Mg jako połączenie kompleksowe z żółcieniem tytanową), potas i wapń na fotometrze płomieniowym.

Zawartość przyswajalnych mikroskładników w glebie przeprowadzono według ustalonej i ujednoczonej metodyki [3]: bor według Bergera i Trouga, miedź według Westerhoffa, mangan według Schachtschabela przy pH wyciągu — 8, molibden według Grigga i cynk według Weara i Sommera. Ponadto, oznaczono w glebie zawartość ruchomego glinu, używając wyciągu 1n KCl (pH 5,8-6,0), przy stosunku gleby do roztworu 1 : 2,5. Po jednogodzinnym wytrząsaniu w uzyskanym wyciągu glin oznaczano kolorymetrycznie z hematoksyliną.

W celu oznaczenia w roślinach Cu, Mn i Zn próbki spalano w mieszaninie utleniającej złożonej z kwasu nadchlorowego, siarkowego i azotowego w stosunku 1 : 2 : 10. Próbki roślin do oznaczeń B i Mo spalano na sucho. W produkcie spalania mikroskładniki oznaczano tymi samymi metodami, jakimi posługiwano się przy analizach próbek glebowych. Do analiz używano odczynników cz.d.a. i wody podwójnie destylowanej.

Analizę mechaniczną gleby przeprowadzano metodą aerometryczną Casagrande w modyfikacji Prószyńskiego.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Obserwacje w czasie wegetacji wykazały, że w obiektach bez wapnowania i dolomitu rośliny bardzo słabo się rozwijały, a w niektórych doświadczeniach częściowo albo zupełnie wyginęły (pszenica — 1963 r., żyto — 1966 r., ziemniaki — 1967 r., jęczmień — 1968 r.). Rośliny motylkowe (łubin — 1962 r. i peluszką — 1965 r.) nie zawiązały brodawek i rozwijały się w całym doświadczeniu bardzo słabo. Po 2 miesiącach rośliny wyrwano i poletka przekopano, nie uprawiając już w tych sezonach wegetacyjnych innej rośliny. Z tego też względu tabele z plonami nie obejmują wyników z 1962 r. i 1965 r.

Plony roślin uprawianych w kolejnych latach zestawiono w tabeli 1. Uzyskane wyniki wskazują, że we wszystkich doświadczeniach wystąpił istotny wpływ stosowania dolomitu i wapnowania. Dolomit, w zależności od gatunku rośliny, działa słabiej albo dorównuje węglanowi wapnia. Należy jednak podkreślić, że w doświadczeniach z kupkówką w pierwszym roku jej użytkowania (1969) uzyskano nawet nieco wyższe plony na dolomicie niż na wapnie. Różnice nie przekroczyły jednak przedziału ufno-

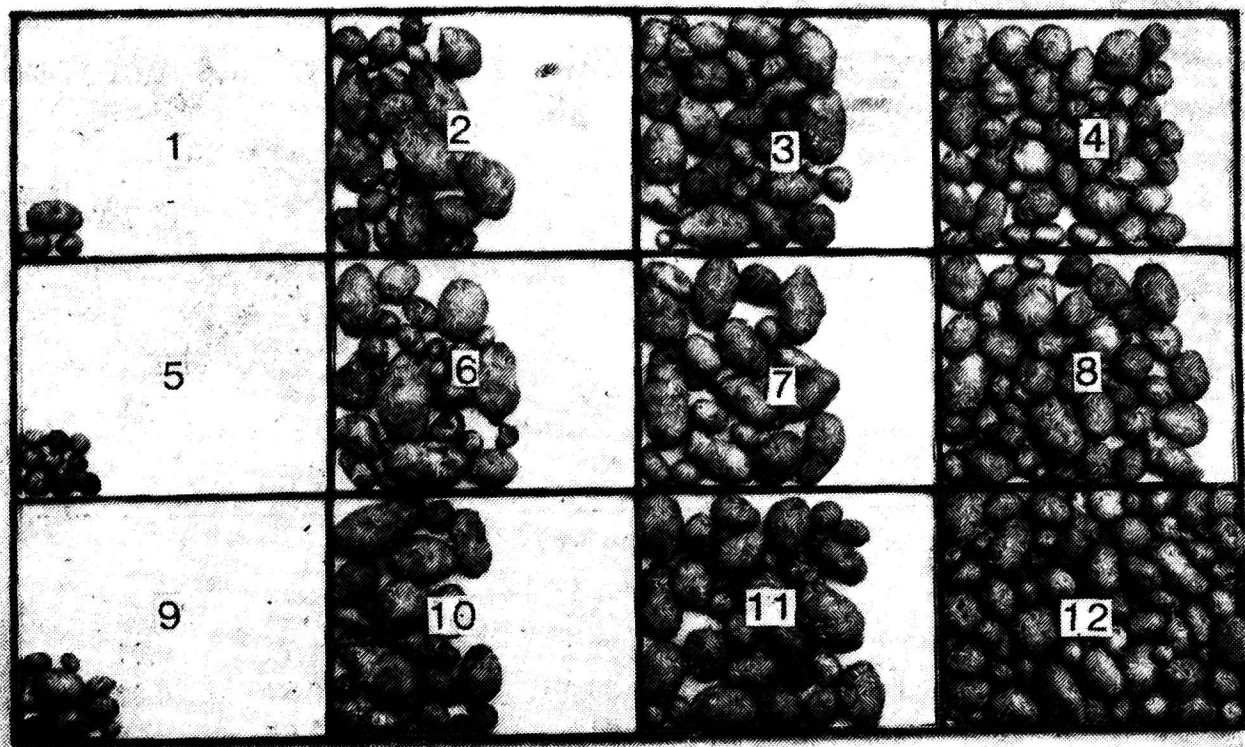
Tabela 1

Plony roślin w q/ha

Obiekty	Buraki (1960)	Jęczmień (1961)	Pszemica (1963)	Kuku- rydza (1964)	Zyto (1965/1966)	Ziem- niaki (1967)	Jęczmień (1968)	Kupkówka (1969) (1970)					
	korzenie	liście	ziarno słoma	ziarno słoma ziel. masa	ziarno słoma	bulwy	ziarno słoma	siano siano					
Bez potasu													
1. O	243	212	16	8	16	275	**	**	9	1,2	8	38	40
2. Dolomit	318	285	18	20	34	410	16	35	134	6,5	34	96	61
3. CaCO ₃	340	256	22	26	45	432	28	56	176	7,7	33	93	64
4. CaCO ₃ + Mg	371	353	22	25	47	439	33	62	195	11,4	41	104	68
Średni poziom K													
5. O	232	206	15	7	15	212	**	**	15	2,1	10	47	46
6. Dolomit	273	276	19	18	36	379	21	43	131	7,2	34	94	67
7. CaCO ₃	292	255	22	23	44	395	24	49	176	7,0	30	86	65
8. CaCO ₃ + Mg	377	329	23	25	45	392	31	63	231	11,2	42	105	67
Wysoki poziom K													
9. O	255	219	15	7	17	221	**	**	15	1,2	8	45	49
10. Dolomit	351	295	21	19	35	367	20	42	100	7,7	35	101	69
11. CaCO ₃	332	275	22	26	48	477	27	54	136	5,7	29	91	66
12. CaCO ₃ + Mg	437	379	23	26	46	476	34	66	291	10,0	39	101	67
µt (P = 0,05)	32	25	3	3	5	46	3	8	42	2,2	5	10	11

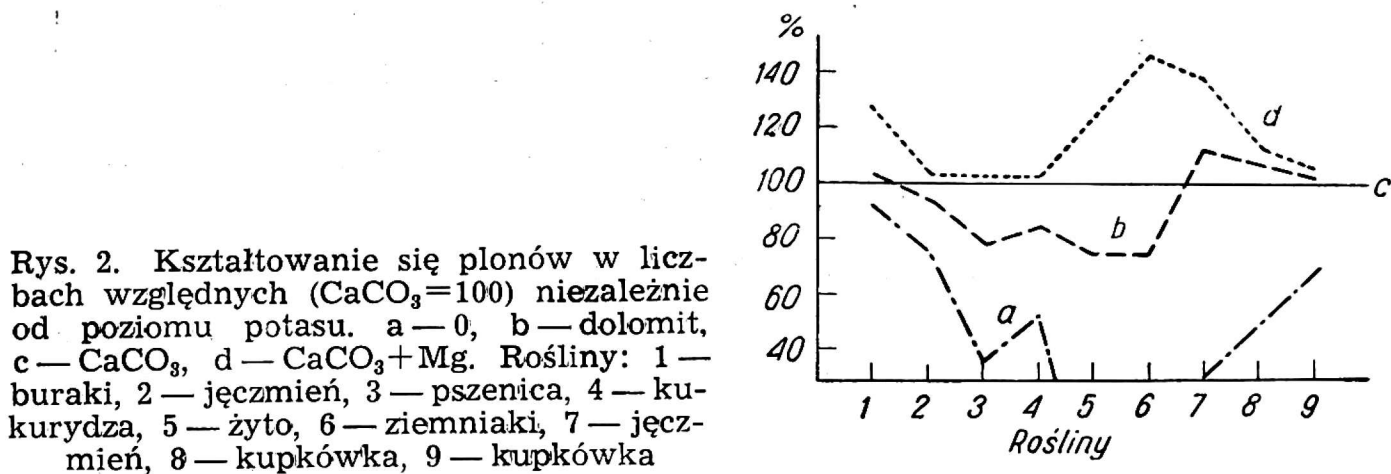
** — Rośliny wyginęły.

ści. Najczęściej otrzymano najwyższe plony pod wpływem stosowania wapna z dodatkiem siarczanu magnezu. Korzystne to działanie jest bardzo wyraźne w serii z wysokim poziomem potasu u roślin okopowych zarówno buraków (1960 r.) jak i ziemniaków (1967 r.). Plony bulw i ich wygląd przy zbiorach ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Plony ziemniaków z poletka (1 m²), doświadczenie z 1967 r. Obiekty: 1, 5, 9 — 0; 2, 6, 10 — dolomit; 3, 7, 11 — CaCO₃; 4, 8, 12 — CaCO₃+Mg

Trzeba jeszcze zwrócić uwagę na bardzo korzystny wpływ wapna z dodatkiem MgSO₄ na plony żyta (1966 r.), przy czym wpływ ten zaznaczył się na ogół podobnie w wszystkich trzech seriach doświadczenia, tj. bez potasu oraz przy średnim i wysokim jego poziomie.



Rys. 2. Kształtowanie się plonów w liczbach względnych (CaCO₃=100) niezależnie od poziomu potasu. a — 0, b — dolomit, c — CaCO₃, d — CaCO₃+Mg. Rośliny: 1 — buraki, 2 — jęczmień, 3 — pszenica, 4 — kukurydza, 5 — żyto, 6 — ziemniaki, 7 — jęczmień, 8 — kupkówka, 9 — kupkówka

W celu bardziej syntetycznego zilustrowania wyników podano na wykresie plony roślin (plon główny + uboczny) w liczbach względnych, niezależnie od poziomu potasu (rys. 2). Średnio z 9 doświadczeń, wykona-

nych z różnymi roślinami uprawnymi, uzyskano następujące plony w liczbach względnych (węglan wapnia = 100):

bez wapnowania	— 55	węglan wapnia	— 100
dolomit surowy	— 93	węglan wapnia + MgSO ₄	— 118

Po zbiorach każdego doświadczenia określano zawartość makro- i mikroskładników w plonach i glebie. Stosunkowo najbardziej wyraźne różnice w zawartości niektórych składników uzyskano w ostatnim roku doświadczenia. Wyniki podano w tabeli 2.

Tabela 2

Kwasowość i zawartość składników w glebie (doświadczenie 1970)

Obiekty	pH w KCl	Zawartość składników				
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Al	Mn
		mg/100 g gleby				
Bez potasu						
1. 0	4,65	17,0	7,75	0,27	0,27	53,0
2. Dolomit	5,45	22,2	5,00	1,78	0,02	21,1
3. CaCO ₃	6,42	25,0	4,95	0,87	0,02	13,4
4. CaCO ₃ + Mg	6,50	24,6	4,05	1,87	0,02	13,4
Średni poziom K						
5. 0	4,87	16,5	8,55	0,36	0,22	47,6
6. Dolomit	5,57	24,3	6,60	1,30	0,02	21,3
7. CaCO ₃	6,45	27,2	6,35	0,93	0,02	13,8
8. CaCO ₃ + Mg	6,42	26,6	6,50	1,84	0,02	13,8
Wysoki poziom K						
9. 0	4,92	16,2	9,70	0,30	0,20	43,6
10. Dolomit	5,60	21,9	8,15	1,27	0,02	20,8
11. CaCO ₃	6,57	25,8	7,80	0,69	0,02	11,4
12. CaCO ₃ + Mg	6,55	24,6	7,10	1,90	0,02	11,0

Stosowanie dolomitu zmniejszyło kwasowość gleby, jednak wpływ wapna (węglanu wapnia) był znacznie korzystniejszy.

Bardzo charakterystyczne wyniki uzyskano w przypadku kształtowania się zawartości ruchomego glinu i przyswajalnego manganu. Zawartość glinu pod wpływem dolomitu i wapna zmniejszyła się 10-krotnie. Zawartość manganu przy stosowaniu dolomitu była dwukrotnie, a przy zastosowaniu węglanu wapnia czterokrotnie niższa niż w obiekcie kontrolnym. Duża zawartość glinu ruchomego i łatwo rozpuszczalnego manganu w glebie nie wapnowanej była niewątpliwie głównym czynnikiem powodującym słaby rozwój roślin i ich ginięcie. White [7] stwierdził rów-

nież, że stosowanie dolomitu na kwaśnej glebie (pH 4,7) podniosło jej odczyn i znacznie zmniejszyło ilość rozpuszczalnego Mn.

Zawartość przyswajalnego magnezu w glebie była najwyższa przy wapnowaniu z dodatkiem siarczanu magnezu. Dolomit tylko w serii bez potasu podniósł zawartość Mg w glebie do tak wysokiego poziomu. Znamienne jest stosunkowo znaczne uruchomienie magnezu glebowego pod wpływem zastosowania węglanu wapnia. Trzeba jednak dodać, że spośród trzykrotnego wapnowania dwa razy stosowano czysty węgiel wapnia, a w jednym przypadku (1960 r.) zastosowano wapno nawozowe zawierające 2% Mg (patrz metodyka).

Przeprowadzone długoletnie doświadczenie potwierdziło znany w literaturze fakt, że wapnowanie wpływa na uruchomienie przyswajalnych form fosforu w glebie. Zjawisko to zaznaczyło się bardzo wyraźnie we wszystkich trzech seriach doświadczenia. Zawartość przyswajalnego potasu w badanych trzech seriach jest skorelowana z poziomem nawożenia tym składnikiem. Uzyskanie nieco wyższej zawartości przyswajalnego potasu w obiektach kontrolnych należy przede wszystkim tłumaczyć mniejszym zapotrzebowaniem i pobraniem przez gorzej rozwijające się rośliny.

Zakres zmian zawartości większości makro- i mikrośladników w roślinach był nieznaczny. Nawet stosowany magnez w siarczanie magnezu i dolomicie nie powodował we wszystkich przypadkach większego wzrostu zawartości Mg. Najczęściej i najbardziej różnicowała się zawartość manganu i molibdenu w roślinach, co było związane ze zmianą odczynu gleby (tab. 3).

Tabela 3

Zawartość magnezu, manganu i molibdenu w roślinach

Obiekty	Zawartość Mg w %		Zawartość Mn w ppm			Zawartość Mo w ppm	
	kupkówka II pokos (1969) siano	(1970) siano	kukurydza (1964) młode rośliny	jęczmień (1968)		ziemniaki (1967) bulwy	kupkówka (1969) III pokos
				ziarno	słoma		
0	0,060	0,100	245	11,9	131	0,15	0,6
Dolomit	0,112	0,124	207	5,1	21	0,55	1,0
CaCO ₃	0,095	0,117	135	5,0	20	0,50	1,1
CaCO ₃ + Mg	0,105	0,141	137	5,0	25	0,53	1,0

Wyniki te wskazują, że zawartość manganu w roślinach bez zastosowania dolomitu i wapna była najwyższa.

WNIOSKI

Wyniki wieloletniego (1960-1970) doświadczenia mikropoletkowego, wykonanego na kwaśnym piasku gliniastym lekkim, można uogólnić następująco:

1. Podstawowym warunkiem produktyjności gleby kwaśnej jest wapnowanie.
2. Nawozem odkwaszającym może być surowy dolomit, który jednocześnie podnosi zawartość przyswajalnego magnezu, natomiast obniża zawartość manganu, a przede wszystkim ruchomego glinu w glebie. W wyniku stosowania wapna względnie dolomitu, glin wymienny został prawie całkowicie usunięty.
3. Wapnowanie, zarówno węglanem wapnia jak i dolomitem, uruchamia fosfor glebowy.
4. Stosowanie magnezu, zarówno w formie dolomitu jak i siarczanu magnezu, powodowało niewielki wzrost jego zawartości w roślinach.
5. Spośród mikroelementów najbardziej różnicowała się zawartość manganu i molibdenu w roślinach, co było związane ze zmianą odczynu gleby.

LITERATURA

1. Gorlach K.: Rozpuszczalność wapieni krajowych różnego pochodzenia a ich wartość nawozowa, Acta agr. silv. Ser. rol., PAN — oddział w Krakowie, vol. 2, s. 101-140, 1962.
2. Kac-Kacas M., Ruśkiewicz M., Ignaszewska T.: Badania nad przydatnością dolomitów polskich do nawożenia gleby. Cz. II, Roczn. Nauk rol. Ser. A t. 95, z. 1, 1969.
3. Praca zbiorowa: Metodyka oznaczeń dostępnych mikroelementów w glebach, Pol. Tow. Glebozn., 1966.
4. Ruśkiewicz M.: Dolomity i inne skalne surowce magnezowe w Polsce oraz możliwości ich wykorzystania w rolnictwie, Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 78, 1967.
5. Szukalski H., Zembaczyńska A.: Przeswajanie przez rośliny magnezu z dolomitu, Post. Nauk rol. z. 78, 1967.
6. Tuchołka Z., Wojtowska R.: Działanie nawozowe różnych form nawozów magnezowych. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Wyd. NRiL t. XIX, z. 1, 1965.
7. White R. T.: Effects of lime upon soil and plant manganese levels in acid soil. Proc. Soil Sci. Soc. Am. t. 34, nr 4, 1970.

Г. ШУКАЛЬСКИ, А. ЗЕМБАЧИНЬСКА, Г. СИКОРА

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ И УДОБРЕНИЯ МАГНИЕМ (ДОЛОМИТ, $MgSO_4$)
В ДОЛГОСРОЧНОМ МИКРОДЕЛЯНОЧНОМ ОПЫТЕ

Резюме

С целью исследования влияния сырого доломита на кислой почве в период 1960-1970 гг. проводился микроделяночный опыт (делянки 1 м² с крипич-

ной облицовкой). Доломит сравнивали с карбонатом кальция, а также с карбонатом кальция с прибавкой магнезия. Доломит и известь применяли раз на 4 года (1960, 1964, 1968 гг.) в дозах отвечающих полной гидролитической кислотности почвы. Магний применяли раз на 2 года в дозе 25 кг Mg на гектар. Опыт проводился в 3 сериях: без калия, при его среднем и высоком уровне. Исследуемые растения в очередные годы представлены в таблице 1.

Полученные результаты можно резюмировать следующим образом:

Основным условием производительности кислой почвы является известкование. Обескисляющим удобрением может являться сырой доломит, повышающий одновременно содержание усвояемого магнезия, а снижающий содержание марганца, а в первую очередь подвижного алюминия в почве. Известкование, или доломитование, устраняет почти полностью обменный алюминий из почвы.

Известкование, как карбонатом кальция так и доломитом, мобилизует почвенный фосфор.

Применение магнезия, как в виде доломита так и сернокислого магнезия, вызвало его незначительное повышение в растениях. Среди микроэлементов наиболее различным было содержание марганца и молибдена в растениях, что было связано с изменением реакции почвы.

Для 9 опытов проведенных с разными культурными растениями были получены следующие средние урожаи в относительных величинах (карбонат кальция = 100):

без известкования	— 55	карбонат кальция	— 100
сырой доломит	— 93	карбонат кальция + MgSO ₄	— 118.

H. SZUKALSKI, A. ZEMBACZYŃSKA,
H. SIKORA

EFFECT OF LIMING AND MAGNESIUM FERTILIZATION (DOLOMITE, MgSO₄) IN A LONG-TERM MICROPLOT EXPERIMENT

Summary

To determine the effect of raw dolomite in acid soil, microplot experiments (1 sq.m plots faced with brick) were carried out in the period 1960-1970. Dolomite was compared to calcium carbonate and to calcium carbonate with addition of magnesium. Dolomite and lime were applied every 4th year (1960, 1964, 1968) at the rates fully adapted to hydrolytic acidity of soil. Magnesium was applied every 2nd year at the rate of 25 kg Mg per hectare. The experiment was carried out in 3 series: without potassium and at its medium and high level. The plants investigated in consecutive years are presented in Table 1.

The results obtained can be summarized as follows:

A basic condition of acid soil productivity is liming. A deacidifying fertilizer can be raw dolomite, which simultaneously increase the available magnesium content; on the other hand, it reduces the manganese content, and first of all the available aluminium content in soil.

Liming or dolomite application removes almost totally exchangeable aluminium off soil.

By liming, both with calcium carbonate and dolomite, soil phosphorus is mobilized.

The magnesium application, both in dolomite and magnesium sulphate form, caused its slight increase in plants. Among minor elements, most differentiated was the manganese and molybdenum content in plants, what was connected with soil acidity change.

For 9 experiments carried out with different crops, the following mean yields were obtained in relative numbers (calcium carbonate = 100):

without liming	— 55	calcium carbonate	— 100
raw dolomite	— 93	calcium carbonate + MgSO ₄	— 118

