

WPŁYW NAWOŻENIA MAGNEZEM KWAŚNYCH GLEB
LEKKICH W POWIĄZANIU Z ICH WAPNOWANIEM
NA KUKURYDZĘ

EINFLUSS DER MAGNESIUMDÜNGUNG EINES LEICHTEN, SAUEREN BODENS
IM ZUSAMMENHANG MIT KALKDÜNGUNG, AUF DEN MAIS

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ КИСЛЫХ ЛЁГКИХ ПОЧВ МАГНИЕМ В СОЧЕТАНИИ
С ИЗВЕСТКОВАНИЕМ НА КУКУРУЗУ

M. KAC-KACAS, B. ŻORAWSKA, A. POLECKA-NOWAKOWSKA

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — Puławy
Institut für Acker- u. Pflanzenbau, Düngung und Bodenkunde in Puławy
Институт агротехники, удобрения и почвоведения — Пулавы

Charakterystyczne dla gleb lekkich zakwaszenie i mała zasobność w składniki pokarmowe stanowią jedną z głównych przeszkód w uprawie wysokoproduktywnych roślin na tych glebach. Do roślin wrażliwych na niskie pH gleby należy kukurydza. Roślina ta jest również bardzo wrażliwa na brak niektórych składników pokarmowych. Zmiana odczynu gleby drogą wapnowania, powinna wpłynąć poprzez poprawienie ogólnego potencjału produkcyjnego gleby na zwiększenie plonów kukurydzy. Przy wapnowaniu zwykłymi nawozami wapniowymi narusza się jednak równowaga między jonem wapnia i magnezu w glebie i w roślinie, co wpływa na zmniejszenie efektywności tego zabiegu.

W pracy niniejszej, przeprowadzonej z inicjatywy Prof. Dr A. Listowskiego, badano w jakim stopniu zastosowanie nawozów magnezowych na glebie kwaśnej wpływa na rozwój i polepszenie plonów kukurydzy oraz w jakim stopniu dodatek nawozów magnezowych może przyczynić się do zwiększenia efektywności wapnowania.

PRZEDMIOT I METODYKA BADAŃ

W ciągu 2 lat (1961 i 1962) przeprowadzono doświadczenia wazonowe z kukurydzą na dwu lekkich, kwaśnych glebach bielcowych pobranych na polach Zakładu Doświadczalnego Osiny koło Puław.

Gleba 1. 5—7% części splawialnych, pH_{KCl} — 4,5, H_w — 0,36 m.równ./100 g gleby, Al_r — 0,34, H_h — 1,9 m.równ./100 g gleby, V — 40,5%, Mg_w — 0,22 m.równ./100 g gleby, Mg_{H_2O} — 0,12. W glebie stwierdzono obecność kwarcu, kaolinitu, hydromiki i skaleni.

Gleba 2. 8—10% części splawialnych, pH_{KCl} — 4,5, H_w — 0,40 m.równ./100 g gleby, Al_r — 0,38, H_h — 2,05 m.równ./100 g gleby, V — 48,5%, Mg_w — 0,44 m.równ./100 g gleby, Mg_{H_2O} — 0,20. W glebie stwierdzono także obecność kwarcu, kaolinitu, hydromiki, skaleni oraz montmorillonitu.

Doświadczenia przeprowadzono w wazonach Mitscherlicha o pojemności 6,5—7,0 kg gleby. Do doświadczeń użyto w 1961 r. odmiany Dar Północy, a w 1962 r. odmiany Wigor. W obu latach doświadczenia założono w 11 powtórzeniach, z czego do zbioru w fazie woskowej dojrzałości pozostawiono 6 powtórzeń. Jedno powtórzenie prowadzono z glebą bez roślin (z tego powtórzenia brano tylko do analiz próbki gleby).

Zastosowano optymalne w warunkach wazonowych nawożenie mineralne (jako tło) wilgotność gleby w wazonach wynosiła około 60% cał. poj. wod.

Nawozy magnezowe, w postaci siarczanu magnezu stosowano w dwóch dawkach na glebie kwaśnej i wapnowanej, z tym, że zamiast mniejszej dawki siarczanu magnezu stosowanej na tle wapnowania w 1961 r. w 1962 r. wniesiono znacznie większe ilości magnezu w mieszaninie $CaCO_3 + MgCO_3$. Oprócz tego w obu latach stosowano dolomit.

WYNIKI

Stwierdzono powtarzający się w obu latach efekt w działaniu nawozów magnezowych w zależności od gleby w przypadku obu odmian (tab. 1).

W obu latach na glebie 1, w serii kontrolnej część roślin całkowicie zaschła, a pozostałe nie osiągnęły już do końca wegetacji normalnego wzrostu. Plony kukurydzy w wazonach były bardzo niskie; nie wytworzyły się wcale kolby. Zastosowanie samych tylko nawozów magnezowych na tej glebie (bez równoczesnego wapnowania) było bardzo efektywne, przewyższało nawet działanie nawozów wapniowych (tab. 1).

Na glebie 2 natomiast rośliny w wazonach kontrolnych rozwijały się normalnie. Stosunkowo niedużą efektywność wykazało magnezowanie na tle wapnowania, jeszcze mniejszą rozdzielenie zastosowania nawozów magnezowych lub wapniowych (tab. 2).

Przyczyny różnej efektywności nawozów magnezowych na dwóch pozornie podobnych bardzo glebach należy tłumaczyć prawdopodobnie między innymi stwierdzonymi różnicami w składzie mineralnym tych gleb. Obecność montmorylonitu, zawierającego w warstwie ośmiościanów jon magnezu (zawartość magnezu w montmorylonicie osiąga 5—6%) mogła przyczynić się do zabezpieczenia gleby w ten składnik i nawożenie magnezem mogło się okazać mało potrzebne. Znajduje to częściowe odzwierciedlenie w tym, że zawartość magnezu wodno-rozpuszczalnego i wymiennego jest w glebie 2 prawie dwa razy większa.

Z drugiej strony nawozy magnezowe przy zastosowaniu ich w niewielkiej ilości mogły być mocniej sorbowane właśnie na glebie 2, a słabiej związane i lepiej wykorzystane przez rośliny na glebie 1. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w stosunku $Mg_{H_2O} : Mg_w$ (tab. 2). Chociaż w glebie naturalnej nienawożonej stosunek ten jest prawie taki sam, przy nawożeniu magnezem na glebie 1 większa część magnezu wymiennego jest rozpuszczalna w wodzie, na glebie 2 natomiast tylko nieznaczna jego część.

Rośliny pobierały też znaczne ilości manganu z gleby niewapnowanej, szczególnie w przypadku gleby 1 (tab. 3) co wywołało w roślinach rosnących na tych glebach objawy chorobowe w postaci żółknących, a następnie zasychających plam powstających na wierzchołku liścia i obejmujących dalsze jego partie. Zastosowanie nawozów magnezowych przeciwdziało ujemnemu działaniu zbyt dużych ilości manganu pobranych na tej glebie przez roślinę. Rośliny lepiej zaopatrzone w magnez wykazały większą odporność na toksyczne działanie nadmiaru manganu ruchomego w glebie kwaśnej.

Reasumując należy podkreślić, że stwierdzono wyjątkowo dużą wrażliwość kukurydzy na niedobór magnezu i dużą efektywność działania nawozów magnezowych w stosunku do tej rośliny. Na ogół potwierdziło się dodatnie działanie wapnowania na kukurydzę. Najbardziej efektywnym okazało się stosowanie dolomitu prażonego zawierającego znaczne ilości magnezu i działającego równocześnie odkwaszająco jako nawóz wapniowy.

Efektywność tych zabiegów uwarunkowana jest w znacznym stopniu wpływem ich na kwasowość gleby i na zawartość oraz wzajemny stosunek różnych form Ca, Mg, K a także P i N w glebie i roślinie.

Wpływ nawożenia magnezem i wapnowania
Der Einfluss von Magnesiumdüngung und Kalkdüngung
Влияние удобрения магнием и известкования

Lp. No	Objekt Düngungsvarianten Вариант	Gleba, Boden,			
		1961			
		Cześć nadziemna Oberirdische Teile Надземные части	Lodygi Stengel Стебли	Liście Blätter Листья	Kolby Kolben Початки
1	0	28,2	17,2	10,9	—
2	0,3 g MgSO ₄ /wazon* Gefäss сосуд	65,8	44,9	18,1	2,8
3	0,6 MgSO ₄ /wazon** Gefäss сосуд	63,0	40,0	16,5	6,5
4	CaCO ₃ wg 1 H _h nach der 1 H _h по 1 H _г	77,6	53,6	22,4	1,6
5	CaCO ₃ wg 1 H _h +0,3 g MgSO ₄ /wazon nach der 1H _h по 1 H _г	74,2	50,3	21,2	2,7
6	CaCO ₃ wg 1 H _h +0,6 g MgSO ₄ /wazon nach der 1H _h по 1 H _г	79,8	53,7	22,9	3,2
7	95% CaCO ₃ +5% MgCO ₃ wg 1 H _h nach der 1 H _h по 1 H _г	—	—	—	—
8	Dolomit prażony wg 1 Hh*** Das gebrannte Dolomit nach der 1 H _h Жжённный доломит по 1 H _г	94,6	67,3	24,0	3,3
	Przedział ufności (p = 0,05) Grenzdifferenz Доверительный предел	3,2	7,7	3,4	—

* 120 kg MgSO₄/ha
кг

** 240 kg „
кг

*** Skład chemiczny dolomitu był następujący: 27% MgO, 43% CaO

Die chemische Zusammensetzung des Dolomites ist folgende gewesen: 27% MgO, 43% CaO

* Химический состав доломита был следующий: 27% MgO, 43% CaO

Tabela 1

na plon kukurydzy. Plon s.m. w g/wazon
 auf die Maiserträge. Die Erträge Trm. in g/Gefäß
 на урожай кукурузы. Урожай с.в. в г/сосуд

Почва 1				Gleba, Boden, Почва 2							
1962				1961				1962			
Część nadziemna Oberirdische Teile Надземные части	Łodygi Stengel Стебли	Liście Blätter Листья	Kolby Kolben Початки	Część nadziemna Oberirdische Teile Надземные части	Łodygi Stengel Стебли	Liście Blätter Листья	Kolby Kolben Початки	Część nadziemna Oberirdische Teile Надземные части	Łodygi Stengel Стебли	Liście Blätter Листья	Kolby Kolben Початки
12,6	3,7	8,6	—	72,9	47,8	20,7	4,4	105,0	26,8	25,0	53,2
76,3	22,5	27,2	26,6	70,9	49,2	18,6	3,1	114,7	27,3	25,0	62,3
77,6	20,6	22,2	34,8	72,0	49,2	19,0	3,8	116,9	30,5	28,2	58,1
69,6	25,9	25,1	21,5	74,6	50,3	20,4	3,8	117,3	34,5	30,8	52,0
—	—	—	—	86,0	58,3	22,5	5,2	—	—	—	—
92,9	25,7	25,3	42,4	84,3	57,8	21,6	6,4	126,6	40,5	36,2	50,0
101,2	32,1	26,3	42,8	—	—	—	—	132,6	41,6	36,6	54,4
113,4	27,5	28,3	57,6	94,9	66,2	24,8	3,2	128,2	42,1	35,6	50,5
14,83	6,82	4,05	13,26	6,7	5,05	3,8	—	12,33	5,49	4,14	15,99

Tabela 2

Stosunek zawartości magnezu rozpuszczalnego w wodzie do zawartości magnezu wymiennego na dwóch glebach osińskich (w %; średnio z dwóch lat).

Das Verhältnis des wasserlöslichen Magnesiums zu dem austauschbaren Magnesium in zwei Böden aus der Versuchsstation Osiny (in %; arithmetisches Mittel von zwei Jahren)

Соотношение между магнием в водной вытяжке и обменным магнием в двух почвах из опытной станции Осины (в %; средняя за два года)

Objekt Düngungevarianten Вариант	$\frac{Mg_{H_2O}}{Mg_{c,05n HCl}}$	
	Gleba Osiny 1 Boden Osiny 1 Почва Осины 1	Gleba Osiny 2 Boden Osiny 2 Почва Осины 2
0	67	62
0,3 g MgSO ₄ /wazon, Gefäss сосуд	94	38
0,6 g MgSO ₄ /wazon, Gefäss сосуд	71	37
CaCO ₃ wg 1 H _h nach der 1 H _h по 1 H _r	75	44
CaCO ₃ wg 1 H _h + 0,3 g MgSO ₄ /wazon nach der 1 H _h Gefäss по 1 H _r сосуд	73	56
CaCO ₃ wg 1 H _h + 0,6 g MgSO ₄ /wazon nach der 1 H _h Gefäss по 1 H _r сосуд	66	41
Dolomit prażony wg 1 H _h	88	26
Das gebrannte Dolomit nach der 1 H _h Жженый доломит по 1 H _r		

Tabela 3

Zawartość manganu w roślinach kukurydzy w γ/1 g suchej masy

Der Mangengehalt im Mais in γ/g der Trockenmasse

Содержание марганца в растениях кукурузы в γ/г сухого вещества

Objekt Düngungevarianten Вариант	Mangan (γ/g)	
	Gleba Osiny 1 Boden Osiny 1 Почва Осины 1	Gleba Osiny 2 Boden Osiny 2 Почва Осины 2
0	380	240
0,3 g MgSO ₄ /wazon, Gefäss сосуд	350	260
0,6 g MgSO ₄ /wazon, Gefäss сосуд	340	250
CaCO ₃ wg 1 H _h nach der 1 H _h по 1 H _r	125	102
CaCO ₃ wg 1 H _h + 0,6 g MgSO ₄ /wazon nach der 1 H _h Gefäss по 1 H _r сосуд	125	92
95% CaCO ₃ + 5% MgCO ₃ wg 1 H _h nach der 1 H _h по 1 H _r	110	66
Dolomit prażony wg 1 H _h	108	—
Des gebrannte Dolomit nach der 1 H _h Жженый доломит по 1 H _r		

STRESZCZENIE

W pracy niniejszej badano możliwość zwiększenia plonów kukurydzy na lekkich kwaśnych glebach przez stosowanie nawozów magnezowych w powiązaniu z ich wapnowaniem. Badania prowadzono w doświadczeniach wazonowych na dwóch glebach piaskowych o $\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,5$ w ciągu dwóch lat. W obu glebach występowały kwarc, kaolinit, hydromiki i skalenie. W jednej z tych gleb stwierdzono też obecność montmorylonitu. Na glebie tej plony kukurydzy w wazonach kontrolnych były stosunkowo wysokie, a działanie nawozów magnezowych było efektywne tylko na tle wapnowania. Na drugiej zaś glebie plony kukurydzy w wazonach kontrolnych były bardzo niskie i samo zastosowanie nawozów magnezowych dało znacznąwyżkę plonów. Stwierdzono, że kukurydza jest bardzo wrażliwa na nawożenie magnezem. Rośliny lepiej zaopatrzone w magnez wykazały większą odporność na toksyczne działanie nadmiaru manganu ruchomego w glebie kwaśnej.

Wapnowanie dało wyżkę plonu na obu glebach. Najwyższy efekt stwierdzono przy zastosowaniu dolomitu prażonego. Przeprowadzono badania nad wpływem wapnowania i stosowania nawozów magnezowych na zawartość i wzajemny stosunek różnych form Ca, Mg i K w glebie i roślinie, warunkujących w dużym stopniu efektywność stosowanych zabiegów.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde die Möglichkeit der Erhöhung der Maiserträge auf leichten, saueren Böden bei Anwendung der Magnesiumdünger im Zusammenhang mit Kalkdüngung geprüft. Die Untersuchungen wurden auf zwei Sandböden mit $\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,5$, in Gefässversuche während zwei Vegetationsperioden durchgeführt. In beiden Böden wurden Quarz, Kaolinit, Hydroglimmer und Feldspäte gefunden. In einem von diesen Böden wurde auch die Anwesenheit von Montmorillonit festgestellt. Auf diesem Boden waren die Maiserträge in Kontrollgefässen ziemlich hoch, und die Wirkung der Magnesiumdüngung war nur nach der Zugabe von Kalzium ersichtlich. Auf dem anderen Boden dagegen waren die Maiserträge in den Kontrollgefässen sehr niedrig und die Anwendung von Magnesiumdünger, ohne Kalkung, hat schon erhebliche Erhöhung der Erträge verursacht. Es wurde festgestellt, dass Mais auf die Magnesiumdüngung sehr empfindlich ist. Die Pflanzen die besser mit Magnesium versorgt wurden, zeigten grössere Widerstandsfähigkeit gegen die toxische Wirkung des Überflusses von beweglichem Mangan im saueren Böden vor.

Die Kalkung gab Ertragssteigerungen auf beiden Böden. Die höchste Wirkung, wurde bei Anwendung von gebranntem Dolomit festgestellt. Es wurden auch Untersuchungen über den Einfluss der Kalkung und der Anwendung von Magnesiumdünger auf den Gehalt und das gegenseitige Verhältniss verschiedener Formen von Ca, Mg und K im Boden und Pflanze, welche im grossen Masse die Wirkung der angewandten Massnahmen bedingen, durchgeführt.

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе исследовали, в какой степени применение магниевых удобрений на кислой легкой почве влияет на развитие и улучшение урожая кукурузы, а также в какой степени добавление магниевых удобрений может

способствовать увеличению эффективности в течение двух лет на двух песчаных почвах с рН_{KCl} — 4, 5.

В обеих почвах установлено наличие кварца, каолинита, гидромик, полевых шпатов. В одной из этих почв обнаружен также монтмориллонит. На этой почве урожаем кукурузы в контрольных сосудах был относительно высокий, а применение магниевых удобрений оказалось эффективным только на фоне извести. На другой же почве урожаем кукурузы в контрольных сосудах был очень малым, початки совсем не образовались; применение одних только магниевых удобрений на этой почве дало значительную прибавку урожая.

Установлена исключительная чувствительность кукурузы к недостаточному количеству магния в почве и большую эффективность действия магниевых удобрений по отношению к этой культуре.

Растения лучше обеспеченные магнием оказались более устойчивыми к токсическому действию избытка подвижного марганца на кислой почве. Известкование дало прибавку урожая на обеих почвах. Наиболее эффективным среди применяемых форм удобрений оказался жжённый доломит. Исследовалось также влияние известкования и применяемых магниевых удобрений на содержание и соотношение различных форм Са, Mg и К в почве и растении, обуславливающих в заметной степени эффективность применяемых мероприятий.