

STANISŁAW ŁABUDA, TADEUSZ FILIPEK, IGNACY DECHNIK

REAKCJA OWSA NA ZRÓŻNICOWANE FORMY  
WAPNIA I MAGNEZU W DOŚWIADCZENIU MODELOWYM\*

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

## WSTĘP

Tlenkowe i węglanowe nawozy wapniowe i magnezowe są stosowane w rolnictwie w celu dostarczenia zasad do częściowej neutralizacji jonów wodorowych w glebie. Nawożenie wapniem i magnezem wywołuje zmiany właściwości gleb [5, 6] oraz wpływa na skład mineralny [2, 3] i plonowanie roślin [4, 7].

Aktualnym problemem w produkcji roślinnej jest ciągle zmniejszanie się zawartości magnezu w glebie. Stосуje się więc magnez dolistnie lub wprowadza doglebowo związki magnezu o różnej rozpuszczalności.

Celem podjętych badań było określenie reakcji owsa na doglebowe stosowanie CaO, CaO + MgO i MgSO<sub>4</sub> pod roślinę poprzedzającą uprawę owsa.

## METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w hali vegetacyjnej w wazonach polipropylenowych o pojemności 5 dm<sup>3</sup>. Charakterystykę gleby wypełniającej wazon podano w poprzedniej pracy [1].

W doświadczeniu rozlosowano cztery kombinacje doglebowo stosowanych nawozów wapniowych i magnezowych: kontrola (bez wapnia i magnezu), CaO, CaO + MgO i MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O. Wapń i magnez wprowadzano do gleby dwa lata wcześniej, gdyż w latach 1986 i 1987 na tej samej glebie uprawiano w wazonach jęczmień jary. Stosowano następujące ilości wapnia i magnezu: 7,05 g CaO, 6,046 g CaO + MgO (w stosunku 1:1) i 15,410 g MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O na 5,4 kg gleby w wazonie.

Oprócz wprowadzania wapnia i magnezu jako głównych elementów doświadczenia corocznie stosowano jednolite nawożenie we wszystkich wazonach: N w ilości 0,150 g/kg gleby w formie NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, P — 0,065 g/kg gleby w formie CaHPO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O oraz K — 0,150 g/kg gleby w formie KCl. W czasie trwania doświadczenia ilość gleby w wazonie zmniejszała się z roku na rok na skutek pobierania próbek i uzyskiwania masy korzeniowej. W 1988 roku przed siewem owsa ilość s.m. gleby w wazonie wynosiła 4,5 kg. W pierwszej dekadzie kwietnia wysiano po 15 ziaren owsa odmiany Dragon, a po wschodach pozostawiono po 10 roślin na wazon.

\* Badania były finansowane przez Centralny Program Badań Podstawowych 05.03.04.34

Schemat doświadczenia obejmował: cztery kombinacje z zastosowaniem wapnia i magnezu, trzy terminy zbioru owsa w 4 powtórzeniach oraz 2 powtórzenia w latach 1988 i 1989.

W glebie oznaczono: odczyn w 1 mol KCl/dm<sup>3</sup>, kwasowość hydrolityczną w 1 mol CH<sub>3</sub>COONa/dm<sup>3</sup>, kationy wymienne K, Ca i Mg w 1 mol CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>/dm<sup>3</sup> o pH 7, glin ruchomy — metodą Sokołowa, fosfor — metodą Egnera i magnez — metodą Schachtschabela.

Zbiór nadziemnych części oraz korzeni owsa wykonywano w fazach: strzelania w źdźbło (7.0 w skali Feekesa), wysunięcia wiechy (10.54) oraz dojrzałości pełnej (11.4). Skład mineralny oznaczono w nadziemnych częściach owsa w kolejnych fazach rozwojowych oraz w ziarnie i słomie. Stosunki między pierwiastkami K/Ca, K/Mg i Ca/Mg w analizowanym materiale roślinnym obliczono biorąc pod uwagę ich ilość w molach.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i testu istotności *T*-Tukey.

#### WYNIKI BADAŃ

W prowadzonym doświadczeniu wystąpiło znaczne zróżnicowanie ocenianych właściwości gleby pod wpływem stosowanych różnych nawozów wapniowych i magnezowych.

Na kombinacjach: kontrolnej oraz z MgSO<sub>4</sub> właściwości gleby były podobne, z wyjątkiem zawartości Mg przyswajalnego i Mg wymiennego. Zróżnicowanie wskaźników chemicznych gleb obejmowało z jednej strony dwie kombinacje: o dużym zakwaszeniu i niskiej zawartości Mg (kontrola) oraz o dużym zakwaszeniu i wysokiej zawartości Mg w glebie (MgSO<sub>4</sub>), a z drugiej strony również dwie kombinacje: o niskim zakwaszeniu i niskiej zawartości Mg (CaO) oraz o niskim zakwaszeniu i wysokiej zawartości Mg w glebie (CaO + MgO), tabela 1.

Na kombinacji z MgSO<sub>4</sub> uzyskano największą ilość biomasy w fazie strzelania w źdźbło oraz w fazie wysunięcia wiechy oraz największy plon owsa.

Znaczne zróżnicowanie chemicznych właściwości gleby wpłynęło istotnie na wydajność biomasy części nadziemnych i korzeni oraz na plonowanie owsa. Zastosowanie MgSO<sub>4</sub> spowodowało istotne zwiększenie ilości biomasy w porównaniu z obiektem kontrolnym, z wyjątkiem masy korzeni w fazie dojrzałości pełnej. Należy jednak stwierdzić, że w tej fazie rozwojowej praktycznie uzyskuje się jedynie resztki korzeniowe, można więc pominąć rozważania wpływu warunków glebowych na masę tych resztek w fazie dojrzałości pełnej owsa. Najmniej biomasy owsa otrzymano na kombinacji z CaO, niekiedy istotnie mniej niż w kombinacji kontrolnej. Oceniając wszystkie chemiczne wskaźniki glebowe na kombinacji z CaO, można stwierdzić, że czynnikiem ograniczającym plony była niska zawartość Mg w glebie. Nie był to prosty skutek przewapnowania, albowiem dawka zastosowana na kombinacji z CaO + MgO zawierała równoważną ilość zasad co w kombinacji z CaO. Jednocześnie jednak wyraźnie

Tabela 1

Zmiany chemicznych właściwości gleby pod wpływem stosowania wapnia i magnezu (mg/kg)  
Changes of chemical properties of soil as affected by calcium and magnesium used (mg/kg)

Czynniki doświadczenia Treatment	pH <sub>KCl</sub>	Kwasowość hydrolityczna Hydrolitic acidity	Al ruchomy exchangeable	P przyswajalny Egner — P	Mg przyswajalny Schachtschabel — Mg	K wymienny exchangeable	Ca wymienny exchangeable	Mg wymienny exchangeable
Kontrola Control	4,3	24,6	6,8	91,2	13,5	44,2	467,5	21,2
CaO	6,2	7,9	2,4	150,5	10,1	43,7	782,3	15,8
CaO + MgO	6,2	8,1	1,9	134,1	123,5	37,9	625,3	164,5
MgSO <sub>4</sub>	4,3	25,0	6,6	93,4	117,0	43,1	442,6	141,4

Tabela 2

Sucha masa owsa (g/10 roślin) w fazie strzelania w źdźbło (I), w fazie wysunięcia wiechy (II) i w fazie dojrzałości pełnej (III)  
Dry matter of oats (g/10 plants) at stem elongation stage (I), at ear emergence stage (II) and ready for harvest (III)

Czynnik doświadczenia Treatment	Biomasa Biomass	Biomasa Biomass	Ziarno Grain	Słoma Straw	Korzenie — Roots		
					I	II	III
Kontrola Control	5,7	24,8	31,0	30,0	0,6	2,3	1,9
CaO	4,6	22,6	27,4	26,9	0,4	2,1	1,4
CaO + MgO	7,2	29,9	34,3	27,4	0,6	3,2	1,4
MgSO <sub>4</sub>	9,0	32,2	34,8	29,7	1,0	3,1	1,9
NIR p = 0,05 LSD	1,0	3,8	3,6	3,5	0,3	0,8	0,3

widać w kombinacji z  $MgSO_4$ , że bardzo kwaśny odczyn, wysoka zawartość jonów wodorowych oraz Al-ruchomego w glebie wcale nie ograniczały plonowania owsa (tab. 2).

Gorlach E. i Gorlach K. [2] — badając wpływ węglanowych form wapnia i magnezu na kilka gatunków roślin — stwierdzili, że kukurydza dała najwyższy plon na kombinacji bez wapnowania, a zwapnowanie gleby spowodowało obniżenie plonu. Uzyskane wyniki w badaniach modelowych z owsem wskazują również na dość podobne zjawisko, gdyż plon owsa na kombinacji z CaO był najniższy, a istotnie wyższy na kombinacji kontrolnej.

Wcześniejsze badania prowadzone na tej samej glebie i tych samych kombinacjach wskazują na odmienną reakcję jęczmienia jarego, gdyż najniższy plon uzyskano w kombinacji kontrolnej (bez wapnia i magnezu). Na kombinacji z CaO plony jęczmienia były istotnie większe, a największy plon uzyskano na kombinacji CaO + MgO. Zastosowanie  $MgSO_4$  również zwiększyło plonowanie jęczmienia; plon ten był bliski najwyższemu plonowi tego zboża bez zmiany odczynu gleby. Świadczy to o podobnej reakcji jęczmienia jarego i owsa na stosowanie  $MgSO_4$  [1].

Skład mineralny określono w nadziemnych wegetatywnych częściach owsa zarówno w fazie strzelania w źdźbło, jak i w fazie różnicowania organów, oraz w ziarnie i słomie w fazie dojrzałości pełnej. Można więc było prześledzić dynamikę zawartości składników mineralnych w roślinie (tab. 3-6). Najmniej N, P, K i Ca w badanych fazach rozwojowych owsa było na kombinacji z  $MgSO_4$ . Ma to, oczywiście, ścisły związek z ilością uzyskiwanej biomasy. Jedynie zawartość magnezu w owsie w tej kombinacji była największa. Nie wynikało to jednak z największej zawartości Mg w glebie. Znaczny wzrost biomasy i plonu owsa na kombinacji z  $MgSO_4$  mógł mieć związek z dostarczeniem do gleby siarki w  $MgSO_4$ , która mogła wpłynąć dodatnio na przyrost biomasy i plonu. Duża ilość Ca w glebie spowodowała zwiększenie zawartości Ca w materiale roślinnym w badanych fazach rozwojowych owsa, co jednak nie miało wpływu na ilość biomasy i plonowanie tego zboża, jakkolwiek właściwości chemiczne gleby poprawiły się.

Tabela 3

Zawartość (%) składników mineralnych w suchej masie części nadziemnej owsa  
w fazie strzelania w źdźbło  
The content (%) of mineral elements in dry matter of oats at stem elongation stage

Czynnik doświadczenia Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Kontrola Control	4,26	0,89	5,52	1,31	0,07
CaO	4,38	0,65	5,12	1,86	0,06
CaO+MgO	4,15	0,61	4,68	1,00	0,47
$MgSO_4$	3,89	0,70	4,52	0,99	0,64

Tabela 4

Zawartość (%) składników mineralnych w suchej masie części nadziemnej owsa  
w fazie wysunięcia wiechy  
The content (%) of mineral elements in dry matter of oats at ear emergence stage

Czynnik doświadczenia Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Kontrola Control	1,77	0,51	2,70	0,96	0,05
CaO	1,76	0,45	2,74	1,08	0,04
CaO+MgO	1,50	0,41	2,20	0,59	0,23
MgSO <sub>4</sub>	1,15	0,34	1,68	0,52	0,26

Tabela 5

Zawartość (%) składników mineralnych w suchej masie ziarna owsa  
The content (%) of mineral elements in dry matter of oats grain

Czynnik doświadczenia Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Kontrola Control	1,75	0,38	0,58	0,10	0,08
CaO	1,87	0,39	0,60	0,13	0,07
CaO+MgO	1,57	0,36	0,56	0,09	0,14
MgSO <sub>4</sub>	1,51	0,35	0,56	0,08	0,15

Tabela 6

Zawartość (%) składników mineralnych w suchej masie słomy owsa  
The content (%) of mineral elements in dry matter of oats straw

Czynnik doświadczenia Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Kontrola Control	0,44	0,22	2,47	0,94	0,04
CaO	0,50	0,24	2,56	1,20	0,02
CaO+MgO	0,38	0,28	2,19	0,74	0,33
MgSO <sub>4</sub>	0,34	0,21	2,19	0,56	0,35

Obliczone stosunki między pierwiastkami K, Ca i Mg w analizowanym materiale roślinnym zestawiono w układzie kationów K/Ca, K/Mg oraz Ca/Mg. Potas nie był czynnikiem doświadczenia, ale w materiale roślinnym występował w znacznych ilościach. Stosunek Ca/Mg w materiale roślinnym dotyczy relacji względem stosowanych czynników doświadczenia. Ogólnie można stwierdzić, że w analizowanym materiale roślinnym obliczone stosunki były bardzo róż-

Tabela 7

Stosunki kationów w częściach nadziemnych owsa w trzech fazach rozwojowych  
The content ratio in above-ground parts of oats at three development stages

Czynnik doświadczenia Treatment	Biomasa I Biomass I			Biomasa II Biomass II			Ziarno III Grain III			Słoma III Straw III		
	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
Kontrola Control	4,3	49,0	11,3	2,9	33,5	11,6	5,9	4,5	0,7	2,6	38,4	14,2
CaO	2,8	53,0	18,7	2,6	42,6	16,4	4,7	5,3	1,1	2,2	79,6	36,4
CaO + MgO	4,8	6,2	1,3	3,8	5,9	1,5	6,4	2,5	0,4	3,0	4,1	1,3
MgSO <sub>4</sub>	4,7	4,4	0,9	3,0	4,0	1,2	7,1	2,3	0,3	4,0	3,9	1,0

nicowane w zależności od stosowanego nawożenia wapniem i magnezem oraz od fazy rozwojowej owsa (tab. 7).

Można przyjąć, że optymalny stosunek K/Ca i K/Mg w wegetatywnych częściach roślin owsa zbliżony był do 4. Natomiast stosunek Ca/Mg przy najwyższym plonie owsa był zbliżony do 1, co jest zgodne z wynikami badań Warchołowej [9].

#### WNIOSKI

1. Zwiększenie plonu owsa uzyskano nie w wyniku neutralizacji zakwaszenia gleby związkami wapnia, lecz przez zastosowanie siarczanu magnezu bez zmiany odczynu gleby.

2. Najwięcej biomasy i najwyższy plon owsa uzyskano gdy zawartość magnezu w roślinach owsa była największa.

3. Stosunek kationów Ca/Mg w owsie można uważać za wskaźnik plonowania tego zboża. Najwyższy plon owsa otrzymano, gdy wartość tego stosunku w roślinach wynosiła 1.

#### LITERATURA

- [1] D e c h n i k I., Ł a b u d a S., F i l i p e k T. Reakcja jęczmienia jarego na zróżnicowaną wilgotność i wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami. *Rocz. Glebozn.* 1991, 41, 3/4: 95–100.
- [2] G o r l a c h E., G o r l a c h K. Porównanie działania  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$  oraz nawożenia wapniowo-magnezowego na wzrost i skład chemiczny kilku gatunków roślin. Część I. Plon suchej masy i zawartość niektórych makroelementów. *Rocz. Glebozn.* 1983, 34, 4: 29–43.
- [3] G o r l a c h E., G o r l a c h K. Porównanie działania  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$  oraz nawożenia wapniowo-magnezowego na wzrost i skład chemiczny kilku gatunków roślin. Część II. Zawartość mikroelementów. *Rocz. Glebozn.* 1983, 34, 4: 45–54.
- [4] G u t y Ń s k a B., M e r c i k S. Badania nad współdziałaniem potasu z magnezem i wapniem na różnych glebach i pod różnymi roślinami. Część II. Wpływ na plonowanie i skład chemiczny jęczmienia i owsa. *Rocz. Glebozn.* 1984, 35, 1: 63–79.
- [5] M e r c i k S., G o r a l s k i J., G u t y Ń s k a B. Badania nad współdziałaniem potasu z magnezem i wapniem na różnych glebach i pod różnymi roślinami. Część I. Zmiany w niektórych częściach żyzności gleb po kilkuletnim nawożeniu. *Rocz. Glebozn.* 1984, 35, 1: 49–61.
- [6] M o t o w i c k a - T e r e l a k T. Badania wpływu głębokości wapnowania kwaśnej gleby gliniastej w wieloletnim doświadczeniu wazonowym. Część I. Wpływ nawożenia na właściwości gleby gliniastej silnie i głęboko zakwaszonej. *Pam. Puł.* 1978, 69: 11–25.
- [7] M o t o w i c k a - T e r e l a k T. Badania wpływu głębokości wapnowania kwaśnej gleby gliniastej w wieloletnim doświadczeniu wazonowym. Część II. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny roślin. *Pam. Puł.* 1978, 69: 27–42.
- [8] M o r t v e d t J.J., K h a s a w n e h F.E. Effects of growth responses on cationic relationships in plants. *Soil Sci.* 1986. 141: 200–207.
- [9] W a r c h o ł o w a M. Równowaga jonowa w roślinach w warunkach zróżnicowanego zaopatrzenia w potas i magnez. IUNG w Puławach R 117, Puławy 1977.

S. ŁABUDA, T. FILIPEK, I. DECHNIK

OAT RESPONSE TO DIFFERENT CALCIUM AND MAGNESIUM FORMS  
IN A MODEL EXPERIMENT

Department of Agricultural Chemistry  
Agricultural University of Lublin

S u m m a r y

Effect of the CaO, CaO + MgO and MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O brought into soil on chemical soil properties and mineral composition of oat plants in three development phases and on the biomass productivity and the yield of oats was investigated. Direct application to soil of soluble magnesium sulphate modified chemical properties of soil increasing only the magnesium content in it. It affected also the mineral composition of plants and the ratio of cations in the plant material. Fertilization with magnesium sulphate on heavy textured acidified soil can lead to an increase of the biomass productivity and yielding of oats without any change of the reaction (pH) of soil.

*Prof. dr S. Łabuda  
Katedra Chemii Rolnej  
Akademia Rolnicza w Lublinie  
20-033 Lublin, Akademicka 15*

*Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1990 r.*