

BEZPOŚREDNI I NASTĘPCZY WPŁYW NAWOŻENIA SIARKĄ I WAPNOWANIA NA ZAWARTOŚĆ I POBRANIE MANGANU PRZEZ ROŚLINY

Adam Kaczor, Jolanta Kozłowska

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

Obniżenie depozytu siarki z atmosfery i spadek ilości wprowadzanej z nawozami mineralnymi doprowadziły do występowania niedoborów tego składnika w środowisku wzrostu roślin [KACZOR, KOZŁOWSKA 2000]. Niewystarczająca ilość siarki przyswajalnej w glebach – podobnie jak zakwaszenie – może być zatem istotnym czynnikiem ograniczającym plonowanie niektórych roślin. Potwierdzają to wyniki wielu doświadczeń [Mc GRATH i in. 1996], w których uzyskano wysoką efektywność nawożenia siarką rzepaku, a także zbóż i użytków zielonych. Autorzy tych badań jednocześnie wskazują, że plonotwórcze oddziaływanie siarki często wiąże się z koniecznością stosowania w wyższych dawkach innych makro-, a głównie mikroelementów.

Celem prezentowanych badań była ocena zakresu bezpośredniego i następczego wpływu nawożenia siarką i wapnowania na zmiany w zawartości i pobraniu manganu przez rośliny.

Materiały i metodyka

Badania oparto na analizie chemicznej materiału roślinnego uzyskanego ze ścisłego dwuletniego doświadczenia wazonowego. Doświadczenie to przeprowadzono w latach 1997–1998 na materiale glebowym pobranym z warstwy ornej gleby płowej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej silnie spiaszczonej pylastej. Gleba ta charakteryzowała się bardzo kwaśnym odczynem, niską zawartością przyswajalnego fosforu i siarki oraz bardzo niską przyswajalnego potasu i magnezu. Zawartość manganu aktywnego oznaczonego metodą Schachtschabela wynosiła 32,2 mg Mn·kg⁻¹.

Doświadczenie założono metodą kompletnej randomizacji. Obejmowało ono 2 zmienne czynniki (dawka siarki, dawka wapna) na trzech poziomach. Nawożenie siarką w formie Na₂SO₄ i wapnowanie w postaci CaCO₃ zastosowano jednorazowo przed założeniem doświadczenia, zgodnie ze schematem (tab. 1), gdzie: S₀ – bez nawożenia siarką; S₁ – nawożenie siarką w postaci Na₂SO₄ w ilości 0,012 g S·kg⁻¹ gleby; S₂ – nawożenie siarką w postaci Na₂SO₄ w ilości 0,024

g S·kg⁻¹ gleby; Ca₀ – bez wapnowania; Ca₁ – wapnowanie węglanem wapnia według 0,5 kwasowości hydrolitycznej (Hh) – 0,582 g CaO·kg⁻¹ gleby; Ca₂ – wapnowanie węglanem wapnia według 1,0 Hh – 1,164 g CaO·kg⁻¹ gleby. We wszystkich obiektach doświadczalnych w każdym roku badań stosowano stałe nawożenie N, P, K, Mg na poziomie dostosowanym do wymagań pokarmowych testowanych roślin. W I serii doświadczalnej rośliną testową w 1997 roku był rzepak jary odmiany Lisonne „00”, a po nim w 1998 roku jęczmień jary odmiany Start. W II serii w 1997 roku uprawiano gorczycę białą odmiany Borowska, a po niej w 1998 roku owies odmiany Sławko. Do doświadczenia użyto wazonów mieszczących 6 kg gleby.

Po zbiorze roślin zawartość manganu oznaczono w średnich próbach obiektowych metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, po uprzedniej mineralizacji materiału w stężonym H₂SO₄ z dodatkiem H₂O₂. Pobranie manganu obliczono wykorzystując zawartości tego składnika oraz plony roślin [KOZŁOWSKA 1999].

Wyniki i dyskusja

Zawartość i pobranie manganu były wyraźnie zróżnicowane w zależności od gatunku rośliny, fazy sprzętu i analizowanego organu oraz od stopnia zwapnowania gleby (tab. 1). W przeprowadzonym doświadczeniu na wartość rozpatrywanych parametrów również widocznie wpłynęło nawożenie siarką.

Najwyższą zawartością analizowanego mikroelementu charakteryzowały się rośliny – zarówno w okresie kwitnienia, jak i w fazie pełnej dojrzałości – z obiektów niewapnowanych. Jest to szczególnie widoczne w przypadku roślin krzyżowych (rzepak jary, gorczyca biała), w których ilości manganu w serii niewapnowanej kształtowały się na poziomie 98–346 mg Mn·kg⁻¹, wyraźnie przekraczając zawartości najczęściej stwierdzane dla tych gatunków [SYKUT i in. 1998; WIŚNIEWSKA-KIELIAN 1991].

Wprowadzenie w pierwszym roku doświadczenia wapnowania wyraźnie ograniczyło pobieranie manganu przez rośliny. Uzyskane wyniki jednoznacznie potwierdzają fakt, że zmiana odczynu gleb w efekcie aplikacji nawozów wapniowych jest najsilniejszym, pojedynczym czynnikiem ograniczającym pobieranie manganu przez rośliny [FILIPEK, BADORA 1992; SYKUT i in. 1998]. Wpływ nawożenia siarką na zawartość manganu w roślinach zależał od dawki tego składnika, poziomu wapnowania oraz od gatunku rośliny testowej. Wyraźny wzrost analizowanego mikroelementu po bezpośredniej aplikacji siarki wystąpił w słomie rzepaku jarego oraz w masie wegetatywnej zbieranej w fazie kwitnienia i w nasionach tej rośliny w serii bez wapna. Następnie oddziaływanie siarki na zawartość manganu w jęczmieniu jarym i owsie nie było jednoznacznie ukierunkowane. W większości przypadków wprowadzenie siarczanu sodu pod ich przedplony wiązało się z niewielkim wzrostem koncentracji manganu w suchej masie zbóż zbieranych w okresie kwitnienia oraz z nieznacznym obniżeniem ilości tego mikroelementu w słomie i w ziarnie.

W zależności od gatunku i organu rośliny oraz od dawki siarki i nawozu wapniowego, pobranie manganu było bardzo zróżnicowane i zawierało się w przedziale od 0,04 do 7,5 mg Mn na wazon. Pobranie przez rośliny tego mikroelementu – podobnie jak w badaniach innych autorów [KOC 1997] – było dodatnio skorelowane z zawartością Mn w materiale roślinnym i z wysokością plonów.

Tabela 1; Table 1

Wpływ nawożenia siarką i wapnowania na zawartość (mg Mn·kg⁻¹)
i pobranie (mg Mn na wazon) manganu przez rośliny

Influence of sulphur fertilization and liming on manganese contents (mg Mn·kg⁻¹)
and uptake (mg Mn per pot) by plants

Objekt Object	Roślina; Plant							
	rzepak rape		jęczmień barley		gorczyca mustard		owies oat	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2
Faza kwitnienia; Florescence period								
S ₀ Ca ₀	197,1	1,20	77,7	0,63	X	X	107,9	1,85
S ₁ Ca ₀	176,8	1,23	72,9	0,67	X	X	108,2	1,87
S ₂ Ca ₀	220,0	0,85	64,3	0,59	X	X	93,9	1,67
S ₀ Ca ₁	34,5	0,98	39,1	0,60	24,0	0,44	55,2	0,96
S ₁ Ca ₁	36,2	1,49	31,9	0,52	22,4	0,50	57,5	1,11
S ₂ Ca ₁	27,4	1,31	37,3	0,74	31,5	0,58	58,1	1,26
S ₀ Ca ₂	20,7	0,99	15,7	0,32	17,3	0,33	25,2	0,45
S ₁ Ca ₂	18,7	0,94	13,5	0,28	14,2	0,30	23,5	0,53
S ₂ Ca ₂	19,7	1,46	15,9	0,34	17,1	0,45	29,4	0,70
Słoma; Straw								
S ₀ Ca ₀	260,5	2,43	114,3	0,18	X	X	111,0	2,59
S ₁ Ca ₀	293,0	4,92	X	X	346,0	0,22	110,9	2,67
S ₂ Ca ₀	300,0	7,46	X	X	228,0	0,24	103,1	2,58
S ₀ Ca ₁	27,8	1,50	60,2	0,68	13,4	0,52	43,2	1,10
S ₁ Ca ₁	30,9	1,95	54,4	0,89	10,8	0,45	44,0	1,18
S ₂ Ca ₁	28,7	1,87	46,8	0,83	12,3	0,51	42,3	1,14
S ₀ Ca ₂	15,8	1,27	16,0	0,47	9,3	0,44	26,1	0,75
S ₁ Ca ₂	19,5	1,63	23,0	0,68	9,5	0,46	26,1	0,79
S ₂ Ca ₂	22,5	2,05	12,9	0,43	8,4	0,42	28,5	0,87
Nasiona; Seeds								
S ₀ Ca ₀	X	X	X	X	X	X	29,8	0,54
S ₁ Ca ₀	97,9	0,18	X	X	X	X	30,7	0,58
S ₂ Ca ₀	114,5	0,27	X	X	X	X	29,8	0,61
S ₀ Ca ₁	X	X	8,2	0,04	6,1	0,04	13,7	0,28
S ₁ Ca ₁	20,9	0,38	6,9	0,07	5,2	0,05	12,8	0,27
S ₂ Ca ₁	12,6	0,28	6,9	0,09	5,3	0,05	13,2	0,28
S ₀ Ca ₂	20,6	0,04	2,9	0,06	4,5	0,05	10,7	0,24
S ₁ Ca ₂	11,3	0,29	3,8	0,09	4,6	0,05	10,9	0,28
S ₂ Ca ₂	9,6	0,34	4,0	0,10	4,1	0,05	9,8	0,28

X – nie oznaczano ze względu na brak materiału; not determined because of material lack

1* – zawartość Mn; Mn content

2* – pobranie Mn, Mn uptake

Rozpatrując analizowane gatunki roślin, najwyższym pobraniem manganu charakteryzował się rzepak jary i owies. Wysokie pobranie manganu przez rzepak wiąże się z tym, że roślina ta w porównaniu z gorczycą białą oraz jęczmieniem i owsem wykazuje znacznie wyższe potrzeby nawozowe względem makro- i mikroelementów [GRZEBISZ, GAJ 2000]. Wysokie zapotrzebowanie owsa w stosunku do manganu wynikało natomiast z jednej strony z tego, że należy on do roślin najbardziej wrażliwych na deficyt tego mikroelementu, z drugiej zaś, że roślina ta – w związku z dużą tolerancją na kwaśny odczyn gleby i niskie wymagania wzglę-

dem siarki wydała w warunkach doświadczenia we wszystkich obiektach wysokie plony [MARSCHNER 1995; KOZŁOWSKA 1999].

Pobranie manganu przez rośliny było wyraźnie niższe w serii wapnowanej (Ca_1 , Ca_2) w porównaniu z wartościami obliczonymi dla obiektów bez wapna (Ca_0). Obniżenie to wystąpiło zwłaszcza w częściach wegetatywnych roślin (faza kwitnienia, słoma), których skład chemiczny jest bardziej podatny na zmiany niż nasion w wyniku oddziaływania czynników zewnętrznych [CZARNOWSKA, GAWROŃSKA-KULESZA 1997].

Nawożenie siarką w znacznej większości przypadków wpływało na wzrost pobrania manganu przez rośliny. Najwyraźniej zaznaczyło się to w przypadku rzepaku, który w warunkach doświadczenia zareagował najwyższą zwyżką plonów po zastosowaniu nawożenia siarką [KOZŁOWSKA 1999]. Można zatem stwierdzić, że nawożenie siarką, któremu towarzyszy znaczny wzrost plonów niektórych roślin [MC GRATH i in. 1996], wymaga jednocześnie zwiększonej aplikacji innych makro- i mikroelementów.

Wnioski

1. Zmiana odczynu gleby w efekcie wapnowania jest najsilniejszym pojedynczym czynnikiem ograniczającym pobieranie manganu przez rośliny. W warunkach przeprowadzonych badań zabieg ten w znacznie większym stopniu wpłynął na spadek zawartości manganu w roślinach krzyżowych (rzepak jary, gorczyca biała) niż w zbożach (jęczmień jary, owies).
2. Nawożenie siarką zwiększało pobranie manganu przez rośliny. Najwyższy wzrost pobrania tego mikroelementu odnotowano w przypadku rzepaku jarego.

Literatura

- CZARNOWSKA K., GAWROŃSKA-KULESZA A. 1997. *Badania nad zawartością Fe, Mn, Zn i Cu w różnych fazach rozwojowych jęczmienia jarego i rzepaku ozimego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 439: 177–183.
- FILIPEK T., BADORA A. 1992. *Wpływ zakwaszenia na zasobność gleb w mangan aktywny i przyswajalny oraz zawartość tego pierwiastka w jęczmieniu jarym*. Mat. VII Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”. Wrocław, 16–17 IX 1992: 84–87.
- GRZEBISZ W., GAJ R. 2000. *Zbilansowane nawożenie rzepaku ozimego*, w: „Zbilansowane nawożenie rzepaku”. Monografia, Grzebisz W. (red.). AR Poznań: 83–98.
- KACZOR A., KOZŁOWSKA J. 2000. *Wpływ kwaśnych opadów na agroekosystemy*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, S. Rolnictwo 81: 55–68.
- KOC J. 1997. *Wpływ wieloletniego stosowania gnojowicy i nawozów mineralnych (NPK) na zawartość manganu w glebach i roślinach*. Biul. Magnezol. 2(1): 28–36.
- KOZŁOWSKA J. 1999. *Wpływ nawożenia siarką i wapnowania na plonowanie i skład chemiczny roślin*. Pr. dokt. – maszynopis.
- MARSCHNER H. 1995. *Mineral nutrition of high plants*. (II wyd.). Cambridge: 889 ss.

MC GRATH S.P., ZHAO F.J., WITHERS P.J.A. 1996. *Development of sulphur deficiency in crops and its treatment*. The Fertiliser Society, London: 3–47.

SYKUT S., RUSZKOWSKA M., WOJCIESKA U., KUSIO M. 1998. *Zawartość manganu w roślinach jako wskaźnik stopnia zakwaszenia gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 233–236.

WIŚNIEWSKA-KIELIAN B. 1991. *Skład chemiczny rzepaku w zależności od kwasowości gleby*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262(34): 362–366.

Słowa kluczowe: nawożenie siarką, wapnowanie, zawartość i pobranie manganu

Streszczenie

Zawartość i pobranie manganu było zróżnicowane w zależności od gatunku rośliny, fazy sprzętu i analizowanego organu oraz od stopnia zwapnowania gleby i dawki siarki. Pobieranie manganu przez rośliny najbardziej ograniczyła zmiana odczynu gleby w wyniku wprowadzenia węgla wapnia. Nawożenie siarką wiązało się natomiast ze wzrostem pobrania Mn przez testowane gatunki. Najwyższy wzrost pobrania tego mikroelementu wystąpił w przypadku rzepaku jarego.

EFFECT AND AFTER-EFFECT OF SULPHUR FERTILIZATION AND LIMING ON MANGANESE CONTENTS AND UPTAKE BY PLANTS

Adam Kaczor, Jolanta Kozłowska

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Lublin

Key words: sulphur fertilization, liming, manganese content and uptake by plants

Summary

The content and uptake of manganese varied depending on species of plants, period of harvest, analysed plant organ, level of soil liming and sulphur dose. Uptake of manganese by plants was limited by changes of soil reaction in consequence of calcium carbonate supply. Sulphur fertilization was tied up with increase of Mn uptake by tested plants. High increase of this microelement uptake occurred in case of spring rape.

Dr hab. Adam **Kaczor**
Katedra Chemii Rolnej
Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 13
20-950 LUBLIN