

## WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ RUCHOMYCH FORM MANGANU I ŻELAZA W GLEBIE LEKKIEJ

Mariusz Brzeziński<sup>1</sup>, Tomasz Sosulski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Agronomii, Wyższa Szkoła Agrobiznesu, Łomża

<sup>2</sup> Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Zakład Chemii Rolniczej,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

### Wstęp

Oprócz naturalnych czynników, które decydują o zasobności gleb w składniki pokarmowe, nawożenie mineralne jest czynnikiem, który znacznie może ją zmieniać. Niekorzystne zmiany mogą wystąpić wskutek długoletniego stosowania niezrównoważonego nawożenia mineralnego. Przejawiają się one najpierw zmianą kwasowości gleby a następnie zmianami zawartości form przyswajalnych składników pokarmowych, w tym mikroelementów [OLEK, FILIPEK 1997; LIPIŃSKI, BEDNAREK 1997]. Jednak takie zabiegi jak wapnowanie czy nawożenie organiczne może niwelować negatywne skutki nawożenia mineralnego [BEDNAREK, LIPIŃSKI 1996; BŁAZIAK 1997; MAZUR 1990]. Zmiany przyswajalności mikroelementów w zależności od nawożenia najlepiej jest badać w wieloletnich doświadczeniach [MERCIK, STĘPIEŃ 2000; RUTKOWSKA i in. 2002].

Celem pracy była ocena wieloletniego oddziaływania nawożenia mineralnego, organicznego oraz wapnowania na mobilność manganu i żelaza oraz ich wzajemny stosunek w glebie lekkiej.

### Materiał i metody

Doświadczenie polowe w Łyczynie zostało założone w 1960 roku na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego zalegającego na glinie zwałowej lekkiej. Doświadczenie obejmuje szesnaście obiektów nawozowych: 0 - kontrolny, N, P, K, NP., NK, PK, NPK stanowiących rozłosoowanie głównych składników pokarmowych: azotu, potasu, fosforu, w warunkach bez obornika i z obornikiem oraz z wapnowaniem i bez wapnowania. Łącznie doświadczenie obejmuje 32 obiekty nawozowe (2<sup>5</sup>) w czterech powtórzeniach. Doświadczenie prowadzone jest w zmianowaniu czteropolowym: ziemniaki, jęczmień jary, rzepak i żyto.

Nawożenie mineralne stosowane jest w dawkach wynoszących rocznie średnio: 140 kg N·ha<sup>-1</sup> w postaci mocznika lub saletry amonowej, 50 kg P·ha<sup>-1</sup> w postaci superfosfatu potrójnego, 140 kg K·ha<sup>-1</sup> w postaci soli potasowej. Wapnowanie stosuje się co 4 lata w dawce 1,6 t CaO·ha<sup>-1</sup>.

Obornik stosuje się pod ziemniaki i rzepak w dawce odpowiednio 30 i 20 t·ha<sup>-1</sup> w

każdej rotacji. Próby glebowe do badań pobrano jesienią 1999 roku z poziomu 0-25 cm z trzech powtórzeń doświadczenia, co stanowiło łącznie 96 prób. Po wysuszeniu próbek w suszarce w temperaturze 55°C poddano je analizie. W próbkach oznaczono zawartość żelaza mobilnego po ekstrakcji 0,025 mol·dm<sup>-3</sup> roztworu kwasu siarkowego, a mangan po ekstrakcji z gleby roztworem siarczanu magnezu o stężeniu 1 mol·dm<sup>-3</sup> dodatkiem siarczanu (IV) sodu. Pomiaru dokonano metodą ASA. Dane opracowano statystycznie metodą wariancji i oceniono testem Tukeya.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość manganu ruchomego w glebie była bardziej modyfikowana nawożeniem organicznym i wapnowaniem niż nawożeniem mineralnym. Nawożenie obornikiem powodowało istotny przyrost tej formy manganu w odniesieniu do gleby nienawożonej (tab. 1). Zwiększenie zawartości manganu jak podaje MAZUR [2000] wynika z bezpośredniego wnoszenia go z obornikiem. Regularne wnoszenie do gleby obornika raz na cztery lata powodowało wzrost zawartości manganu w glebie mimo zabiegu wapnowania. Wapnowanie ograniczało istotnie zawartość tej formy bardziej w glebie bez obornika niż z obornikiem. BŁAZIAK [1997] podaje, że wapnowanie gleb kwaśnych może zmniejszyć przyswajalność manganu nawet dwukrotnie. Na negatywny wpływ wapnowania na zawartość manganu zwraca również uwagę GONDEK i KOPEĆ [2008]. Natomiast nawożenie mineralne, w tym głównie azotowe, powodowało wzrost zawartości manganu ruchomego w porównaniu z obiektem kontrolnym, zapewne z powodu obniżania pH gleby. Nawożenie samym azotem i azotem z potasem zwiększało zawartość manganu w porównaniu z zawartością tego składnika w glebie z obiektów gdzie stosowano fosfor i fosfor z azotem. OLEK i FILIPEK [1997] twierdzą, że nie tylko nawożenie azotowe i potasowe zwiększało zawartość ruchomych form manganu, ale także forma w jakiej te nawozy wprowadzono. W badaniach tych autorów potas wniesiony w postaci siarczanu zwiększał zawartość manganu ruchomego w glebie bardziej niż chlorek potasu. Azot stosowany w postaci siarczanu amonu wpływał na wzrost zawartości tego mikroelementu w glebie w porównaniu do obiektów nawożonych saletrą wapniową. Ze względu na dostępność manganu dla roślin uprawianych na glebach lekkich, koniecznym jest stosowanie zrównoważonego nawożenia mineralnego (NPK) oraz regularne nawożenie organiczne.

Zawartość żelaza ruchomego była najwyższa w glebie pobranej z obiektów nawożonych obornikiem, ale niewapnowanych (tab. 2). Wapnowanie ograniczało dostępność żelaza w glebie zarówno na tych obiektach gdzie obornika nie stosowano, jak i nawożonych obornikiem. Wyniki te korespondują z wynikami uzyskanymi przez DĄBKOWSKĄ-NASKRĘT i in. [1999]. BŁAZIAK [1997] twierdzi, że wapnowanie i magnezowanie miało mniejszy wpływ na zawartość żelaza przyswajalnego niż wilgotność gleby. Autorka ta ekstrahowała żelazo 1 mol HCl·dm<sup>-3</sup> i trudno jednoznacznie porównać analizowane dane z jej wynikami. Obornik stosowany na glebie niewapnowanej zwiększał zawartość żelaza ruchomego, co zgodne jest z wynikami DĄBKOWSKIEJ-NASKRĘT i in. [1999].

Badania ŁABUDY i in. [2003] dowodzą, że na zawartość tej frakcji żelaza bardziej wpływało zmianowanie roślin niż stosowanie nawożenia organicznego. Nawożenie mineralne pojedynczymi składnikami nawozowymi na obiektach bez obornika nie wpływało istotnie na zawartość żelaza ruchomego w glebie.

Średnia zawartość żelaza w glebie z tych obiektów była najniższa w przypadku kombinacji nawożonych NK i NP, a najwyższa przy pełnym nawożeniu NPK. Wykazano istotne współdziałanie obornika i nawozów mineralnych w zwiększaniu zawartości żelaza ruchomego w glebie w odniesieniu do gleby nienawożonej. Nie stwierdzono istotnych różnic między średnimi dla gleby pobranej z obiektów na których stosowano nawozy mineralne, z wyjątkiem nawożenia fosforowo-potasowego, które istotnie obniżało ilość żelaza do poziomu oznaczonego na obiekcie kontrolnym. Wiąże się to zapewne z unieruchomieniem części żelaza przez rozpuszczalne fosforany wnoszone z nawozem fosforowym. Nieznaczny wzrost zawartości żelaza a glebie w wyniku nawożenia fosforem i potasem wiązać należy ze spadkiem wartości pH gleby na tych obiektach.

Do pełnej oceny wpływu wieloletniego nawożenia na zawartość ruchomych form manganu i żelaza może służyć ich wzajemny stosunek molowy (tab. 3). Przyjmując za optymalny stosunek Fe : Mn wartość 1,5-2,5 : 1, należy podkreślić, że wapnowanie ograniczało dostępność manganu dla roślin głównie na obiektach bez nawożenia organicznego, gdzie proporcja tych składników kształtowała się w zakresie od 3,21 do 3,88. Wydaje się zatem słuszne twierdzenie innych autorów [BŁAZIAK 1997; BEDNAREK, LIPIŃSKI 1997], że wraz ze zmianą odczynu gleby bardziej zmienia się zawartość manganu niż żelaza.

Nawożenie mineralne, szczególnie azotem, zwiększało zawartość ruchomego manganu, nie miało natomiast znaczącego wpływu na zawartość żelaza ruchomego w badanej glebie.

Tabela 3; Table 3

Stosunki molowe Fe : Mn w glebie  
Molar ratios Fe : Mn in soil

Nawożenie Fertilization	Bez obornika; Without manure		Z obornikiem; With manure	
	bez wapnowania without liming	wapnowanie, with liming	bez wapnowania without liming	wapnowanie with liming
0	3,00	3,50	4,37	3,80
N	2,55	3,60	3,21	3,72
P	3,05	3,52	2,93	3,60
K	2,72	3,85	3,38	3,64
NK	2,70	3,88	3,29	3,14
NP	3,09	3,21	3,51	2,96
PK	3,16	3,72	2,44	2,92
NPK	3,11	3,60	3,66	3,08

### Wnioski

1. Wieloletnie wapnowanie gleby w większym stopniu ograniczało w niej zawartość ruchomych form manganu niż żelaza.
2. Nawożenie organiczne zarówno w obecności nawożenia mineralnego jak

- i wapnowania, zwiększało zawartość ruchomych form manganu i żelaza w glebie.
3. W wyniku wieloletniego wapnowania nastąpiło rozszerzenie stosunku Fe : Mn w glebie.

### Literatura

- BEDNAREK W., LIPIŃSKI W. 1996.** Występowanie manganu i cynku w glebie poddanej działaniu nawożenia mineralnego i wapnowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 434: 469-473.
- BŁAZIAK J. 1997.** Wpływ wapnowania i magnezowania gleb w różnych warunkach jej wilgotności na zawartość manganu, cynku, i żelaza w glebie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 456: 183-186.
- DĄBROWSKA-NASKRĘT H., URBANOWSKI S., MALCZYK P. 1999.** Zawartość całkowita i formy DTPA-ekstrahowane mikrośladników w glebie statycznego doświadczenia nawozowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 465: 471-484.
- GONDEK K., KOPEĆ M. 2008.** Effect of long-term various mineral fertilization and liming on the content of manganese, nickel and iron in soil and meadow sward. J. Elementol. 13(1): 41-56.
- LIPIŃSKI W., BEDNAREK W. 1997.** Występowanie łatwo rozpuszczalnych form metali w glebach lubelszczyzny w zależności od odczynu i ich składu granulometrycznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 456: 399-404.
- ŁABUDA S., MAZURKIWICZ J., MAĆKOWIAK C. 2003.** Pierwiastki zmiennowartościowe w glebie pod wpływem nawożenia substancją organiczną i azotu w doświadczeniu polowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 493: 409-420.
- MAZUR J. 1990.** Wpływ wapna defekacyjnego na dynamikę mikroelementów w glebach i roślinach w warunkach doświadczenia nawozowego. Cz. I. Dynamika boru, cynku, manganu i żelaza w glebach. Annales UMCS, sec. E. XLV(12): 89-99.
- MAZUR T. 2000.** Mikroelementy nawozów organicznych w nawożeniu zrównoważonym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 471: 847-853.
- MERCIK S., STĘPIEŃ W. 2000.** Dostępność mikroelementów w doświadczeniach wieloletnich w zależności od nawożenia i odczynu gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 471: 395-404.
- OLEK J., FILIPEK T. 1997.** Efect of fertilization on the content of some manganese fractions in acid soils. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 456: 387-391.
- RUTKOWSKA B., SZULC W., ŁABĘTOWICZ J., KORC M., SAŁAJCZYK M. 2002.** System nawożenia jako czynnik determinujący zasobność gleby w przyswajalne formy składników pokarmowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 484: 537-547.

**Słowa kluczowe:** gleba, obornik, wapnowanie, nawożenie mineralne, mangan, żelazo

### Streszczenie

Celem pracy było określenie długoterminowego wpływu niezrównoważonego nawożenia mineralnego na tle nawożenia obornikiem i wapnowania na mobilność

manganu i żelaza i stosunki między nimi w glebie lekkiej. Badania prowadzono w oparciu o doświadczenie polowe usytuowane w Łyczynie. Wapnowanie bardziej ograniczało zawartość ruchomych form manganu niż żelaza. Regularne nawożenie obornikiem spowodowało większą koncentrację obydwu pierwiastków. W wyniku wieloletniego wapnowania następowało rozszerzenie stosunku Fe : Mn, co może skutkować niedoborem manganu w roślinach uprawnych. Nawożenie mineralne, szczególnie azotem zwiększało zawartość ruchomego manganu, nie miało natomiast znaczącego wpływu na zawartość żelaza w badanej glebie.

THE INFLUENCE OF LONG-TERM FERTILIZATION  
ON THE CONTENT OF MOBILE FORMS OF MANGANESE  
AND IRON IN THE LIGHT SOIL

*Mariusz Brzeziński<sup>1</sup>, Tomasz Sosulski<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Department of Agronomy, Academy of Agrobusiness, Łomża

<sup>2</sup> Department of Soil Environments Sciences, Division of Agriculture Chemistry,  
University of Life Sciences, Warszawa

Key words: soil, manure, liming, mineral fertilization, manganese, iron

Summary

The aim of the study was the estimation of a long-term effect of unbalanced mineral fertilization against manure fertilization and liming on manganese and iron mobility and their ratios in the light soil. The studies were conducted on the basis of a field experiment situated at the experimental station in Łyczyn. The liming reduced the content of mobile manganese forms in to a higher degree than mobile iron forms. The regular fertilization with manure caused a higher concentration of both of the elements. The widening Fe : Mn ratio was observed, as a result of the long-term liming, which can be the reason of manganese deficiency in the cultivated plants. The mineral fertilization, mainly with nitrogen increased the mobile manganese content. The mineral fertilization did not influence significantly the iron content in the studied soil.

Dr inż. Mariusz **Brzeziński**  
Wyższa Szkoła Agrobiznesu  
ul. Studencka 19  
18-400 ŁOMŻA  
e-mail: mariuszb@wsa.edu.pl

Tabela 1; Table 1

Zawartość manganu ruchomego w glebie (mg·kg<sup>-1</sup> s.m.)  
The content of mobile manganese forms in soil (mg·kg<sup>-1</sup> DM)

Nawożenie Fertilization	Bez obornika Without manure			Z obornikiem With manure			B × C		$\bar{C}$
	niewapnowane without liming	wapnowane with liming	$\bar{A} \times C$	niewapnowane without liming	wapnowane with liming	$\bar{A} \times C$	niewapnowane without liming	wapnowane with liming	
0	50,5	36,5	43,5	40,4	42,6	41,5	45,5	39,6	42,5
N	58,2	39,2	48,7	58,7	47,7	53,2	58,5	43,5	51,0
P	51,2	37,9	44,7	62,3	47,6	55,0	56,9	42,8	49,8
K	55,3	37,4	46,4	54,8	47,5	51,2	55,1	42,5	48,8
NK	59,1	38,1	48,6	59,2	56,0	57,6	59,2	47,1	53,1
NP	52,6	43,6	48,1	78,4	57,0	67,7	65,5	50,3	57,9
PK	48,3	38,1	43,2	70,6	55,5	63,1	59,5	46,8	53,1
NPK	53,2	42,8	48,0	54,6	56,2	55,4	53,9	49,5	51,7
$\bar{A} \times B$	53,6	39,2		59,9	51,3		56,7	45,2	
$\bar{A}$	46,4			55,6					
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	A - 4,5 B - 4,5 C - 10,2*			A × B - 8,9* A × C - r.n.; n.s. B × C - 16,1*			A × B × C - 19,2*		

A nawożenie organiczne lub jego brak; with or without organic fertilization

B wapnowanie lub jego brak; with or without liming

C nawożenie mineralne; mineral fertilization

\* NIR<sub>0,01</sub>; LSD<sub>0,01</sub>

Tabela 2; Table 2

Zawartość żelaza ruchomego w glebie (mg·kg<sup>-1</sup> s.m.)  
The content of mobile iron forms in soil (mg·kg<sup>-1</sup> DM)

Nawożenie Fertilization	Bez obornika Without manure			Z obornikiem With manure			B × C		$\bar{C}$
	niewapnowane without liming	wapnowane with liming	$\bar{A} \times C$	niewapnowane without liming	wapnowane with liming	$\bar{A} \times C$	niewapnowane without liming	wapnowane with liming	
0	154,0	130,1	142,0	180,2	165,0	172,6	167,1	147,6	157,3
N	151,2	140,5	145,9	191,3	180,4	185,9	171,3	160,5	165,9
P	158,7	135,6	147,2	185,4	174,5	178,0	172,1	155,1	163,6
K	153,2	146,2	149,7	188,2	176,0	182,1	170,7	161,1	165,9
NK	162,2	150,3	156,3	198,0	178,6	188,3	180,1	164,5	172,3
NP	165,2	142,1	153,6	200,2	171,3	185,8	182,7	156,7	169,7
PK	155,4	144,2	149,8	175,0	165,0	170,0	165,2	154,6	159,9
NPK	168,0	156,8	162,5	203,0	176,3	189,7	185,6	166,6	176,1
$\bar{A} \times B$	158,5	143,2		190,2	173,4		174,3	158,3	
$\bar{A}$	150,9			181,8					
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	A - 3,7 B - 3,7 C - 8,4			A × B - 7,4 A × C - 12,6 B × C - 12,6			A × B × C - 22,5*		

objaśnienia podano pod tab. 1; explanation see Tab. 1