

Marzena S. BRODOWSKA¹

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO ZAOPATRZENIA GLEBY W MAKROSKŁADNIKI NA ZAWARTOŚĆ MANGANU W ROŚLINACH

INFLUENCE OF VARIED SUPPLY OF SOIL IN MACROELEMENTS ON CONTENT OF MANGANESE IN PLANTS

Abstrakt: W trzyletnich doświadczeniach wazonowych oceniono zakres i kierunek zmian w zawartości manganu w roślinach w warunkach nawożenia siarką i magnezem przy zróżnicowanym stosunku N:P:K. Doświadczenia założono metodą kompletnej randomizacji. Obejmowały one trzy czynniki zmienne zastosowane na trzech poziomach. Roślinami testowymi były jare formy rzepaku, pszenicy i jęczmienia. Uzyskane wyniki badań wskazują, że zastosowane czynniki doświadczalne przyczyniły się do istotnego zróżnicowania zawartości manganu w roślinach testowych. Wyjątek stanowiła słoma pszenicy, w przypadku której nie stwierdzono istotnego wpływu nawożenia magnezem oraz interakcji stosunek N:P:K × dawka magnezu na zawartość manganu. Nawożenie siarką wpłynęło na spadek zawartości manganu w roślinach testowych.

Słowa kluczowe: mangan, zawartość, rzepak, pszenica, jęczmień

Prawidłowa zawartość mikrośladników w roślinach stanowi istotną cechę jakościową rozpatrywaną zarówno w kryteriach konsumpcyjnych, jak i paszowych [1]. Ważnym mikrośladnikiem dla roślin ze względu na pełnione funkcje biochemiczne jest mangan [2]. Pierwiastek ten uczestniczy w procesie fotosyntezy i oddychaniu roślin, bierze udział w metabolizmie białek oraz katalizuje szereg procesów enzymatycznych [3]. Z wielu prac dotyczących zawartości manganu w roślinach oraz stanu ich odżywienia tym składnikiem wynika, że poziom manganu w nadziemnych częściach roślin zależy w dużej mierze od odczynu gleby, zawartości jego form przyswajalnych w glebie, nawożenia organicznego i mineralnego, w tym szczególnie nawożenia azotem, oraz gatunku i fazy rozwojowej roślin [4-6]. Obecnie duży udział w diecie człowieka przypada na produkty zbożowe, dlatego optymalizacja zawartości mikrośladników, w tym manganu, w ziarnie zbóż należy do bardzo ważnych problemów wymagających rozwiązań ze względu na zdrowotność ludzi i zwierząt [7]. W kontekście tego celem niniejszej pracy było przeanalizowanie zawartości manganu w jarych formach rzepaku, pszenicy i jęczmienia w zależności od nawożenia siarką i magnezem przy zróżnicowanym stosunku N:P:K.

Metodyka badań

Badania wykonano w oparciu o ściśle trzyletnie doświadczenie wazonowe założone na materiale glebowym pobranym z warstwy ornej gleby brunatnej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego pylastego. Gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem, średnią zawartością przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu oraz niską zawartością siarki siarczanowej. Doświadczenie założone metodą kompletnej randomizacji obejmowało 3 czynniki zmienne (stosunek N:P:K, dawkę siarki oraz dawkę

¹ Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, tel. 81 445 60 45, fax 81 445 66 64, email: marzena.brodowska@up.lublin.pl

magnezu) zastosowane na trzech poziomach. Schemat doświadczenia składał się z 27 kombinacji w 4 replikacjach. Roślinami testowymi były jare formy rzepaku, pszenicy i jęczmienia. We wszystkich obiektach doświadczalnych w każdym roku badań stosowano nawożenie NPK w następujących stosunkach (N : P₂O₅ : K₂O): NPK - 1 : 0,7 : 1,2; NP₁K₁ - 1 : 0,5 : 0,7 i NP₂K₂ - 1 : 0,3 : 0,4.

Nawożenie azotem wniesiono w formie NH₄NO₃ w ilościach: 0,28 g N·kg⁻¹ gleby (rzepak) i 0,14 g N·kg⁻¹ gleby (pszenica, jęczmień). Nawożenie fosforem zastosowano w postaci Ca(H₂PO₄)₂·H₂O, zaś potasem w formie KCl. Siarkę w formie pierwiastkowej zastosowano w ilościach: S₁ - 0,025 g S·kg⁻¹ gleby (rzepak) i 0,0125 g S·kg⁻¹ gleby (pszenica, jęczmień) oraz S₂ - 0,050 g S·kg⁻¹ gleby (rzepak) i 0,025 g S·kg⁻¹ gleby (pszenica, jęczmień). Z kolei nawożenie magnezem w postaci MgCl₂·6H₂O w ilościach: Mg₁ - 0,015 g Mg·kg⁻¹ gleby (rzepak) i 0,01 g Mg·kg⁻¹ gleby (pszenica, jęczmień) oraz Mg₂ - 0,03 g Mg·kg⁻¹ gleby (rzepak) i 0,02 g Mg·kg⁻¹ gleby (pszenica, jęczmień). Dodatkowo pod rośliny testowe zastosowano nawożenie mikroelementami.

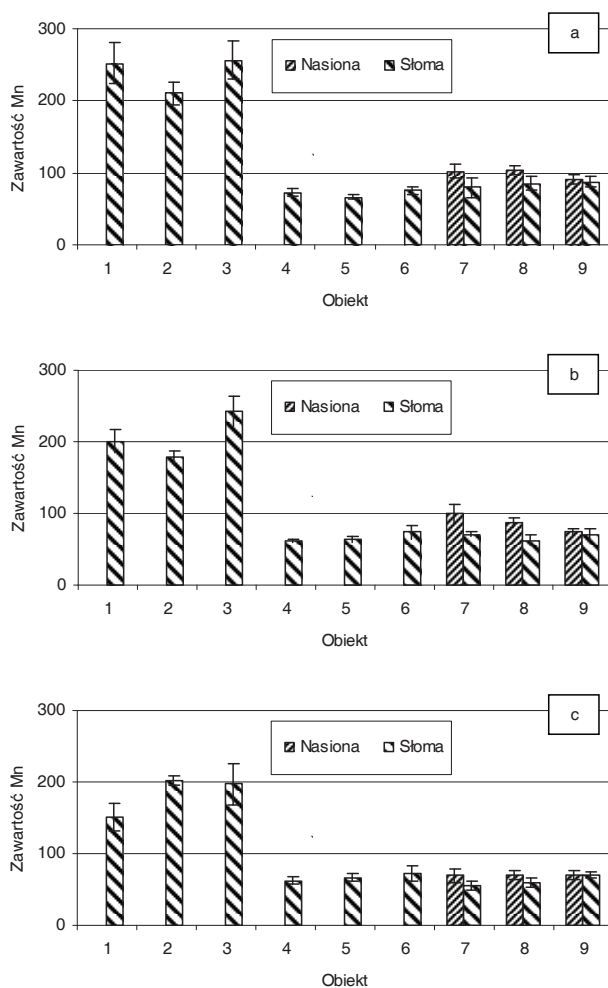
Zbiór nadziemnych części roślin miał miejsce w okresie pełnej dojrzałości. Po zbiorze roślin materiał roślinny mineralizowano w stężonym kwasie siarkowym(VI) z dodatkiem 30% H₂O₂. W mineralizatach oznaczono zawartość manganu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS). Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość manganu obliczono metodą analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukeya.

Omówienie wyników i ich analiza

W przeprowadzonym eksperymencie zawartość manganu w nasionach rzepaku jarego zawierała się w przedziale od 69,5 do 104,3 mg·kg⁻¹, zaś w słomie 54,5÷256,3 mg·kg⁻¹ (rys. 1). W przypadku nasion rzepaku zawartość manganu podano tylko dla roślin z obiektów nawożonych podwójną dawką siarki (S₂), ponieważ w serii S₀ i S₁ nie uzyskano plonu nasion rzepaku. Analiza otrzymanych wyników eksperymentalnych wskazuje, że zastosowane czynniki doświadczalne wywarły istotny wpływ na zawartość analizowanego mikroskładnika w rzepaku jarym. Zastosowanie najwyższego poziomu nawożenia fosforem i potasem (NPK) wiązało się z uzyskaniem istotnie najwyższych zawartości Mn w rzepaku. Natomiast istotnie najniższe zawartości badanego mikroskładnika uzyskano przy najniższym poziomie nawożenia fosforem i potasem (NP₂K₂). Spadek ten mieścił się w przedziale od 24 do 33% w przypadku nasion rzepaku oraz od 4 do 40% w przypadku słomy.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że wyższe zawartości manganu wystąpiły w słomie pszenicy (130,3÷815,0 mg·kg⁻¹) w stosunku do jej ziarna (51,3÷117,3 mg·kg⁻¹) (rys. 2). W przeprowadzonych badaniach odnotowano istotny wpływ czynników eksperymentalnych oraz ich interakcji na zawartość Mn w pszenicy jarej. Wyjątek stanowiła słoma rośliny, w przypadku której nie stwierdzono istotnego wpływu dawki Mg oraz interakcji stosunek N:P:K × dawka Mg na zawartość analizowanego mikroskładnika. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że gorsze zaopatrzenie roślin w fosfor i potas (NP₂K₂) wiązało się ze spadkiem zawartości manganu zarówno w ziarnie, jak i w słomie pszenicy. W konsekwencji zawartości manganu w obiektach NP₂K₂ były niższe od

zawartości stwierdzonych w roślinach z serii NPK zarówno w ziarnie (w przedziale 1÷31%), jak i słomie (6÷41%) pszenicy.

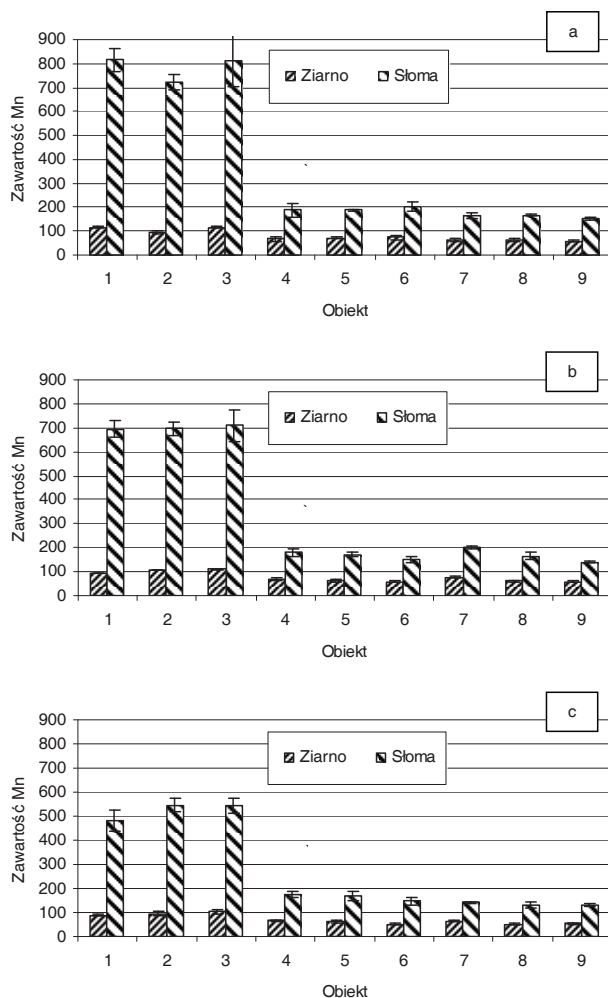


Rys. 1. Zawartość manganu [mg·kg⁻¹] w rzepaku jarym. Objaśnienia: a - NPK; b - NP₁K₁; c - NP₂K₂. Obiekt: 1 - S₀Mg₀, 2 - S₀Mg₁, 3 - S₀Mg₂, 4 - S₁Mg₀, 5 - S₁Mg₁, 6 - S₁Mg₂, 7 - S₂Mg₀, 8 - S₂Mg₁, 9 - S₂Mg₂

Fig. 1. Content of manganese [mg·kg⁻¹] in spring rape. Explanations: a - NPK; b - NP₁K₁; c - NP₂K₂. Object: 1 - S₀Mg₀, 2 - S₀Mg₁, 3 - S₀Mg₂, 4 - S₁Mg₀, 5 - S₁Mg₁, 6 - S₁Mg₂, 7 - S₂Mg₀, 8 - S₂Mg₁, 9 - S₂Mg₂

W badaniach własnych zawartość manganu w ziarnie jęczmienia jarego wahała się w granicach od 26,5 do 82,0 mg·kg⁻¹, zaś w słomie w przedziale od 88,5 do 534,0 mg·kg⁻¹ (rys. 3). Analiza wyników wskazuje na statystyczną istotność zastosowanych czynników doświadczalnych i ich kombinacji do trzeciego stopnia w stosunku do zawartości Mn w jęczmieniu jarym. Podobnie jak w przypadku rzepaku i pszenicy, spadek zastosowanego

w nawożeniu fosforu i potasu (NP_2K_2) wiązał się ze spadkiem zawartości manganu w ziarnie i słomie jęczmienia jarego. Wyjątek stanowiły rośliny z serii nawożonej pojedynczą dawką siarki, w przypadku których najwyższe zawartości manganu zarówno w ziarnie, jak i w słomie stwierdzono przy najniższym nawożeniu P i K (NP_2K_2), zaś najniższe - przy stosunku NP_1K_1 .

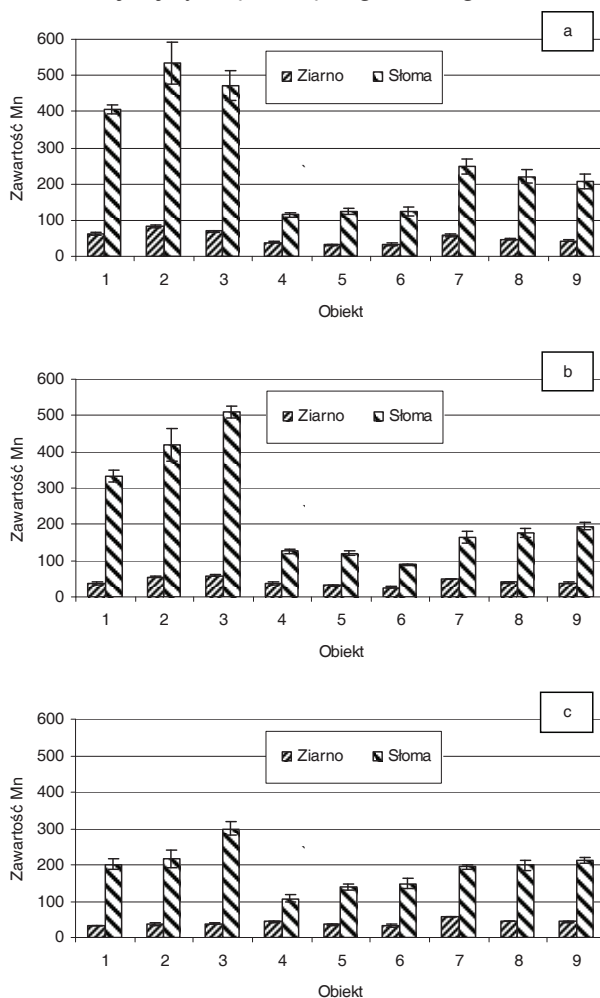


Rys. 2. Zawartość manganu [$mg \cdot kg^{-1}$] w pszenicy jarej. Objaśnienia na rysunku 1

Fig. 2. Content of manganese [$mg \cdot kg^{-1}$] in spring wheat. Explanations in Figure 1

Biorąc pod uwagę wpływ siarki na zawartość Mn w słomie rzepaku oraz w pszenicy i jęczmieniu, odnotowano istotnie najwyższe zawartości mikroelementu przy zerowym poziomie nawożenia siarką (S_0). Wyjątek stanowiło ziarno z obiektów NP_2K_2 , w przypadku

którego istotnie najwyższe zawartości Mn stwierdzono w roślinach najlepiej zaopatrzonych w siarkę (S_2). W przeprowadzonym eksperymencie nie stwierdzono jednoznacznie ukierunkowanego wpływu nawożenia magnezem na zawartość Mn w roślinach testowych. Jedynie w przypadku słomy rzepaku odnotowano istotnie najwyższe zawartości Mn w roślinach z serii nawożonej najwyższą dawką magnezu (Mg_2).



Rys. 3. Zawartość manganu [$mg \cdot kg^{-1}$] w jęczmieniu jarym. Objasnienia na rysunku 1
 Fig. 3. Content of manganese [$mg \cdot kg^{-1}$] in spring barley. Explanations in Figure 1

W przeprowadzonym eksperymencie spośród analizowanych organów roślin testowych wyższe pobranie manganu stwierdzono w przypadku słomy. Zastosowane czynniki doświadczalne w większości przypadków istotnie wpłynęły na zróżnicowanie

pobrania Mn zarówno przez nasiona (ziarno), jak i słomę analizowanych roślin. Nie stwierdzono istotnego wpływu interakcji *stosunek N:P:K* \times *dawka Mg* na pobranie manganu.

Wnioski

1. Zastosowane czynniki doświadczalne znacząco wpłynęły na zawartość manganu w roślinach testowych. Jedynie w przypadku słomy pszenicy nie stwierdzono istotnego wpływu dawki Mg na zawartość manganu.
2. Zmniejszenie nawożenia fosforem i potasem wiązało się ze spadkiem zawartości manganu w rzepaku i pszenicy.
3. Istotnie najwyższe zawartości manganu w pszenicy i jęczmieniu oraz słomie rzepaku stwierdzono przy braku nawożenia siarką.

Literatura

- [1] Rogóż A.: *Zawartość pierwiastków śladowych w glebach i wybranych roślinach okopowych. Część II. Zawartość manganu i żelaza*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2009, **541**, 365-373.
- [2] López-Millán A.F., Ellis D.R. i Grusak A.: *Effect of zinc and manganese supply on the activities of superoxide dismutase and carbonic anhydrase in Medicago truncatula wild type and mutant plants*. Plant Science, 2005, **168**, 1015-1022.
- [3] Grzyś E.: *Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2004, **502**, 89-99.
- [4] Rabikowska B. i Piszcz U.: *Współdziałanie długoletniego nawożenia azotem i obornikiem na zawartość manganu w pszenicy ozimej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1996, **434**, 97-104.
- [5] Kaniuczak J., Nowak M., Hajduk E. i Kaniuczak R.: *Wpływ wapnowania i nawożenia mineralnego na zawartość rozpuszczalnych form mikroelementów w glebie płowej wytworzonej z lessu*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2003, **493**, 607-614.
- [6] Sims J.T.: *Soil pH effect on the distribution and plant availability of manganese, copper and zinc*. Soil Sci. Soc. Amer. J., 1986, **50**, 367-373.
- [7] Kaniuczak J., Właśniewski S., Hajduk E. i Nazarkiewicz M.: *Wpływ wapnowania i nawożenia mineralnego na zawartość manganu i cynku w ziarnie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego uprawianych na glebie lessowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2009, **541**, 207-215.

INFLUENCE OF VARIED SUPPLY OF SOIL IN MACROELEMENTS ON CONTENT OF MANGANESE IN PLANTS

Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Life Sciences in Lublin

Abstract: In the three-year pot experiment the range and direction of the changes in content of manganese in plants in the conditions of sulphur and magnesium fertilization under varied N:P:K ratio were analysed. The experiments were performed using the complete randomization method. Three variable factors applied on 3 levels were used. Spring forms of rape, wheat and barley were used as test plants. Achieved results indicated that applied experimental factors contributed to a substantial differentiation of content of manganese in test plants. The exception was straw of wheat, for which no considerable effect of the magnesium fertilization and N:P:K ratio \times dose magnesium interaction on manganese content, was recorded. Sulphur fertilization influenced the decrease of manganese content in plants. Among studies organs of the test plants the highest manganese uptake were recorded in case of straw.

Keywords: manganese, content, rape, wheat, barley