

Wiesław BEDNAREK, Wojciech LIPIŃSKI

Pobranie mikroelementów przez kupkówkę pospolitą w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Część III. Mangan

The Uptake of Micro-Elements by Rougle Cocks-Foot in the Conditions of Differentiated Mineral Fertilization. Part III. Manganese

Pierwiastkiem spełniającym wiele funkcji zarówno w organizmie roślinnym, jak i zwierzęcym jest mangan. Bierze on udział w fotosyntezie, procesach oddychania, redukcji azotanów i regulacji gospodarki żelazem. W organizmach zwierzęcych Mn aktywizuje procesy enzymatyczne, wpływa na prawidłowe funkcjonowanie narządów rodnych, oddziałuje na tworzenie hemoglobiny i przyswajanie witaminy B₁.

Zapotrzebowanie zwierząt gospodarskich na mangan wynosi średnio 20-55 mg w kilogramie suchej masy paszy (12).

Istotna rola manganu w organizmach roślinnych i zwierzęcych uzasadnia potrzebę analizy wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na jego pobranie przez kupkówkę pospolitą z brunatnej gleby lessowej.

METODYKA BADAŃ

Wyniki, na podstawie których została napisana przedstawiona praca, zostały zebrane z trzyletnich doświadczeń polowych omówionych szczegółowo w części pierwszej opracowania, *Cynk*.

W glebie mangan oznaczono metodą AAS, po uprzedniej ekstrakcji roztworem siarczanu magnezowego i siarczynu sodowego. W materiale roślinnym oznaczono ten składnik również metodą AAS, po wcześniejszej mineralizacji stężonym kwasem siarkowym z udziałem perhydrolu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analiza wyników przedstawionych w tab. 1 wskazuje, że nawożenie mineralne powodowało wyraźnie zakwaszenie gleby. Spośród analizowanych czynników (NPK) jedynie nawożenie azotem wpływało w istotny sposób na wzrost stężenia jonów wodorowych w glebie. Fosfor i potas również przyczynił się do zakwaszenia gleby, lecz

w tym przypadku można mówić jedynie o tendencji, która nie została potwierdzona obliczeniami statystycznymi.

Tab. 1. Odczyn gleby po zbiorze pierwszego pokosu kupkówki pospolitej (pH w 1 mol KCl/dm³)
The soil reaction after the picking of the first cut of rought cock's-foot (pH in 1 mol KCl/dm³)

NAWOŻENIE	P ₁			P ₂			P ₃			$\bar{x}$ z N
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₁	5,3	5,2	5,0	4,8	4,9	4,6	4,8	4,7	4,6	4,9
N ₂	5,1	4,9	4,6	4,8	4,6	4,2	4,4	4,4	4,5	4,6
N ₃	4,8	4,6	4,6	4,4	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,3
$\bar{x}$ z PK	5,1	4,9	4,7	4,7	4,5	4,3	4,4	4,4	4,5	
$\bar{x}$ z P	4,9			4,5			4,4			
$\bar{x}$ z K				4,7	4,6	4,5				
$\bar{x}$ NP	N ₁	5,2		4,8			4,7			
	N ₂	4,9		4,5			4,4			
	N ₃	4,7		4,1			4,2			
$\bar{x}$ NK	N ₁			5,0	4,9	4,7				
	N ₂			4,7	4,6	4,4				
	N ₃			4,4	4,3	4,3				
NIR (p = 0,05) N = 0,1										

Nawożenie mineralne wpływało na wzrost zawartości manganu aktywnego w glebie (głównie poprzez jej zakwaszenie) (tab. 2). Istotny przyrost ilości tego pierwiastka powodowało szczególnie nawożenie azotem i potasem, w niejednoznaczny sposób fosforem. W kolejnych latach doświadczeń zawartość manganu w warstwie ornej istotnie wzrastała (tab. 5).

Spostrzeżenia te znajdują potwierdzenie w pracach Czuby i Murzyńskiego (6, 7), którzy uzyskali wzrost ilości manganu aktywnego w wyniku stosowania nawożenia mineralnego. Zdaniem tych autorów zmiany te należy przypisać przede wszystkim zakwaszającemu działaniu nawozów a zwłaszcza azotu i potasu. Natomiast stosowanie tylko fosforu i potasu może doprowadzić do obniżenia ilości tego pierwiastka w glebie (5). Zawartość manganu w kupkówce pospolitej nie była tak wyraźnie i jednoznacznie uzależniona od nawożenia mineralnego jak ilość tego pierwiastka w glebie (tab. 3). Koncentracja Mn w roślinie wykazywała pewną tendencję do wzrostu pod wpływem nawożenia potasem. Fosfor oddziaływał różnokierunkowo a azot nie wywołał większych zmian w zachowaniu się Mn w roślinie. Zawartość manganu w kupkówce, w kolejnych latach doświadczenia była statystycznie podobna.

Na podstawie dotychczas przeprowadzonych prac badawczych można stwierdzić, że w wielu przypadkach nastąpiło zwiększenie ilości manganu w roślinie powodowane wzrastającym nawożeniem mineralnym (1, 8, 11, 14, 16, 18). Może jednak też dojść do obniżenia zawartości tego pierwiastka pod wpływem intensywnego stosowania NPK (19). W pracach

Tab. 2. Zawartość manganu aktywnego w glebie po zbiorze pierwszego pokosu kupkówki (mg Mn kg^{-1})
 The content of active manganese in the soil after the picking of the first cut of rought cock's-foot (in mg Mn kg^{-1})

NAWOŻENIE		P ₁			P ₂			P ₃			$\bar{x}$ z N
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₁		30,0	29,4	28,5	27,8	29,2	30,2	19,5	23,6	25,8	27,1
N ₂		30,6	36,4	34,1	29,9	34,0	45,4	27,4	25,1	29,2	32,5
N ₃		35,6	41,2	38,1	41,9	51,6	51,2	37,4	32,8	37,2	40,8
$\bar{x}$	z PK	32,1	35,6	33,8	33,2	38,3	42,3	28,1	27,1	30,8	
$\bar{x}$	z P	33,8			37,9			28,7			
$\bar{x}$	z K				31,1	33,7	35,6				
$\bar{x}$	NP	N ₁	29,3				29,1				23,0
		N ₂	33,9				36,4				27,2
		N ₃	38,3				48,2				38,5
$\bar{x}$	NK	N ₁				25,8	27,4	28,2			
		N ₂				29,3	31,8	36,4			
		N ₃				38,3	41,8	42,2			

NIR ($p = 0,05$) N = 3,1; P = 3,1; K = 3,1; NP = 7,1

Tab. 3. Zawartość manganu w pierwszym pokosie kupkówki pospolitej (mg Mn kg^{-1})
 The content of manganese in the first cut of rought cock's-foot (in mg Mn kg^{-1} of dry mass)

NAWOŻENIE		P ₁			P ₂			P ₃			$\bar{x}$ z N
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₁		96,4	93,6	93,1	92,7	97,6	113,0	94,2	92,2	84,7	95,8
N ₂		83,3	86,2	77,5	89,2	102,2	120,0	73,2	74,3	83,6	87,7
N ₃		84,7	99,3	84,1	100,5	138,8	108,2	76,7	84,2	72,5	94,3
$\bar{x}$	z PK	88,2	93,0	84,9	94,2	112,9	115,4	81,4	83,6	80,2	
$\bar{x}$	z P	88,7			107,5			91,7			
$\bar{x}$	z K				87,9	96,5	93,5				
$\bar{x}$	NP	N ₁	94,4				102,8				90,4
		N ₂	82,3				103,8				77,0
		N ₃	89,4				115,8				77,8
$\bar{x}$	NK	N ₁				94,5	94,5	98,6			
		N ₂				81,9	87,6	93,7			
		N ₃				87,3	107,5	88,2			

NIR ($p = 0,05$) N = 6,5; P = 6,5; K = 6,5; PK = 14,9; NP = 14,9; NK = 14,9

Doboszyńskiego i Szuniewicza (9) spadek poziomu manganu wystąpił pod wpływem nawożenia azotem i fosforem a u Dudziaka i Gajdy (10) – fosforem i potasem. Zróżnicowane nawożenie mineralne może również nie wywierać żadnego wpływu na zawartość niektórych mikroelementów w roślinie, w tym także Mn (4).

Tab. 4. Pobranie manganu przez pierwszy pokos kupkówki pospolitej (w g z ha)
The uptake of manganese by dry mass of the yield of the first cut of rough cock's-foot (in g from ha)

NAWOŻENIE	P ₁			P ₂			P ₃			$\bar{x}$ z N
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₁	414	330	421	360	409	495	370	369	365	393
N ₂	455	499	442	452	521	625	392	396	432	468
N ₃	480	552	479	530	719	573	430	443	398	512
$\bar{x}$ z PK	450	461	447	448	550	564	397	403	398	
$\bar{x}$ z P	452			521			400			
$\bar{x}$ z K				431	471	470				
$\bar{x}$ NP	N ₁	388		421			368			
	N ₂	465		533			407			
	N ₃	504		607			424			
$\bar{x}$ NK	N ₁			382	370	427				
	N ₂			433	472	500				
	N ₃			480	571	483				
NIR (p = 0,05) N = 42; P = 42; K = 42; PK = 98; NK = 98										

Pobranie manganu przez kupkówkę pospolitą zależało istotnie od nawożenia azotem (przyrost plonu) i w mniejszym oraz niejednoznacznym stopniu – fosforem (tab. 4). Również interakcyjne współdziałanie potasu z azotem oraz potasu z fosforem miało udowodniony statystycznie wpływ na pobranie tego pierwiastka. W kolejnych latach doświadczeń kupkówka pobierała z gleby coraz większe ilości manganu (tab. 5).

Spostrzeżenia te potwierdzają prace Czuby i Murzyńskiego (4, 8) oraz Mażur i wsp. (15). Dowodzą oni, że wzrastające nawożenie mineralne zwiększało pobranie Mn przez rośliny. Było także ściśle związane z przyrostem plonu a mniej z jego zawartością w roślinie (1, 4, 8). Zwraca się również uwagę na fakt wyczerpywania zasobów tego pierwiastka z gleby w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego (5, 19).

Stwierdzono wystąpienie istotnych i dodatnich korelacji pomiędzy zawartością manganu w glebie a pobraniem tego pierwiastka przez kupkówkę pospolitą w kolejnych latach prowadzenia doświadczeń (tab. 6). Plonowanie rośliny oraz zawartość w niej Mn była w zróżnicowany sposób uzależniona od ilości manganu w glebie. Podobną korelację między zawartością manganu w glebie i roślinie uzyskał Strahl (17). Także Kukurenda i Lipiński (13) przedstawili dowody istnienia dodatniej korelacji między zawartością Mn w glebie i owsie.

Tab. 5. Zawartość manganu w glebie i roślinie oraz pobranie tego składnika przez pierwszy pokos kupkówki pospolitej

The content of manganese in the soil and in the plant and the uptake of this element by the first cut of rouble cock's-foot

Rok doświadczeń	Zawartość w glebie mg Mn kg ⁻¹	Zawartość w roślinie mg Mn kg ⁻¹	Pobranie g Mn z ha
1987	28,4	92,6	374
1988	34,0	92,7	493
1989	38,1	92,6	505
NIR (p = 0,05)	0,9	*	13

* brak istotnych różnic

Tab. 6. Zależność zawartości manganu w roślinie i pobrania tego składnika przez kupkówkę pospolitą od występowania przyswajalnego Mn w glebie

The relation between the content of manganese in the plant, the uptake of this element by rouble cock's-foot and the occurrence of available Mn in the soil

Rok	Współczynniki korelacji			Współczynniki regresji		
	Zawartość Mn w roślinie	Pobranie Mn	Plon s. m.	Zawartość Mn w roślinie	Pobranie Mn	Plon s. m.
1987 (n = 27)	0,492	0,763	-0,500	2,325	18,013	-0,099
1988 (n = 27)	*	0,603	0,483	*	6,226	0,049
1989 (n = 27)	*	0,669	0,474	*	4,978	0,043

* brak istotnych zależności przy p = 0,05

Natomiast C z u b a (3) tego poglądu nie potwierdza, chociaż otrzymane przez niego wyniki wskazywały na pewną dodatnią tendencję do wystąpienia korelacji pomiędzy zawartością Mn w glebie i pszenicy ozimej. Brak zależności między występowaniem manganu w glebie i roślinach zbożowych stwierdził także C h o j n a c k i i wsp. (2).

WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Wzrastające nawożenie mineralne, szczególnie azotem i potasem, powodowało istotny wzrost zawartości w glebie manganu aktywnego (na skutek zakwaszającego działania tych nawozów). Ilość tego pierwiastka systematycznie zwiększała się w kolejnych latach prowadzenia doświadczeń.

2. Zawartość manganu w kupkówce wykazywała pewną tendencję do wzrostu pod wpływem nawożenia potasem oraz utrzymywała się na zbliżonym poziomie w obiektach nawożonych azotem. Ilość tego pierwiastka w roślinie była statystycznie podobna w kolejnych latach doświadczeń.

3. Pobranie manganu przez kupkówkę pospolitą wzrastało istotnie pod wpływem zastosowanego nawożenia mineralnego (szczególnie azotem), które powodowało zakwaszenie środowiska glebowego. W kolejnych latach doświadczeń roślina pobierała coraz większe ilości tego pierwiastka.

4. Pobranie manganu przez kupkówkę pospolitą w kolejnych latach doświadczeń wykazywało istotne i dodatnie korelacje z zawartością tego pierwiastka w brunatnej glebie lessowej.

5. Kupkówka pospolita była z punktu widzenia żywienia roślin i zwierząt w sposób zadowalający zaopatrzona w mangan.

PIŚMIENICTWO

1. Baryła R., Chmielewska B.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego łąk w rejonie Kanatu Wieprz-Krzna na zawartość niektórych mikroelementów w sianie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
2. Chojnacki A., Filipiak K., Ponikiewska A.: Zależność między zawartością przyswajalnych form składników pokarmowych w glebie a ich zawartością w materiale roślinnym zbóż. *Pam. Puł.*, z. 76, 1981.
3. Czuba R.: Badania nad pobieraniem składników pokarmowych przez pszenicę ozimą. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 96, z. 1, 1969.
4. Czuba R., Murzyński J.: Badania nad pobieraniem mikroelementów przez roślinność łąkową w warunkach wzrastających dawek azotu i potasu. *Cz. 2. Mn, Mo, Zn. Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 102 z. 4, 1977.
5. Czuba R., Murzyński J.: Wyczerpywanie mikroelementów przez roślinność z gleby łąkowej intensywnie nawożonej w okresie 15 lat. *Mikroelementy w rolnictwie*, Wrocław 1991.
6. Czuba R., Murzyński J.: Zawartość przyswajalnych form mikroelementów w glebie łąkowej pod wpływem długoletniego stosowania wzrastających dawek azotu i potasu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
7. Czuba R., Murzyński J.: Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i w glebie łąkowej w okresie 15-letniego nawożenia mineralnego. *Cz. I. Plony i zmiany właściwości gleb. Roczn. Glebozn.*, t. 39, 4, 1988.
8. Czuba R., Murzyński J.: Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. *Cz. II. Zawartość mikroelementów w sianie i ich pobranie. Roczn. Glebozn.*, t. XLI, 1/2, 1990.
9. Doboszyński L., Szuniewicz K.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce pospolitej i tymotece łąkowej w zależności od zaopatrzenia w N, P i K. *Wiad. Melior. i Łąk.*, 2, 1981.
10. Dudziak S., Gajda J.: Zależność zawartości mikroelementów w sianie łąkowym od nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
11. Gorlach E., Curyło T., Stępień S.: Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na zawartość mikroskładników w roślinności łąkowej. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr., t. 15, 1, 1975.
12. Karaś J., Witczak F.: Tabele składu mineralnego pasz. PWRiL, Warszawa 1970.
13. Kukurenda H., Lipski R.: Rozpuszczalność manganu w różnych glebach i jego przyswajalność dla roślin. III. Przyswajalne dla owsa frakcje manganu w glebie lekkiej. *Pam. Puł.*, z. 76, 1981.
14. Liwski S.: Wpływ mikroelementów - mangan, bor, miedź, kobalt, molibden, cynk - na jakość paszy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 27 a, 1961.

15. Mazur K., Mazur T., Filippek B.: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość mikropierwiastków w runi łąki nizinnej i podgórskiej. Mikroelementy w rolnictwie, Wrocław 1991.
16. Rębowska Z.: Wpływ zróżnicowanych dawek NPK na pobieranie i zawartość makro- i mikroelementów w roślinach jęczmienia z kultur piaszkowych. Pam. Puł. z. 70, 1979.
17. Strahl A.: Współzależność niektórych mikroelementów w glebie i roślinie. Roczn. Glebozn., t. 23, z. 2, 1972.
18. Stuczyński E., Stuczyńska J., Skałacki S.: Wpływ nawożenia azotem na zawartość niektórych mikroelementów w kupkówce. Pam. Puł., z. 59, 1974.
19. Zembaczyński A.: Badania nad zawartością manganu i miedzi w glebach i materiale roślinnym intensywnie nawożonych pastwisk. Roczn. Glebozn., t. XXIII, z. 2, 1972.

SUMMARY

Three-years' field experiments established on brown soil formed from loess estimated the influence of differentiated mineral fertilization on the content of manganese in the soil and in the plant and on the uptake of this element by rouse cocks-foot. The basic dose of this fertilizer was the following: 120 kg N ha⁻¹, 34,9 kg P ha⁻¹ and 83 kg K ha⁻¹; it was also used in double or threefold quantities. It was found out that:

- Increasing mineral fertilization, especially with nitrogen and potassium, caused a significant increase of the content of active manganese in the soil. The amount of this element grew in the following years of the studies.

- The content of manganese in rouse cocks-foot showed a tendency to grow under the influence of the use of increasing potassium doses and it was not related to nitric fertilization. The quantity of manganese was statistically similar in the following years of the experiment.

- The uptake of manganese by rouse cocks-foot increased under the influence of mineral fertilization (especially with nitrogen). In the subsequent years of the experiments, the plant took greater and greater quantities of Mn.

- The uptake of manganese by rouse cocks-foot in the following years of the experiments showed significant and positive correlations with the content of this element in brown loess soil.