

Wiesław BEDNAREK

Pobranie mikroelementów przez kupkówkę pospolitą w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Cz. I. Cynk

The Uptake of Micro-Elements by Rougle Cocks-Foot in the Conditions of Differentiated Mineral Fertiliation.
Part I. Zinc

Cynk spełnia w organizmie roślinnym szereg różnych funkcji. Wpływa na syntezę auksyn, stymulację wydłużania się komórek, bierze udział w tworzeniu peptydów i białek oraz wielu reakcji enzymatycznych. Jest pierwiastkiem niezbędnym dla zwierząt. Siano o dobrej wartości pokarmowej powinno zawierać około 60 mg Zn kg⁻¹. Pobranie tego składnika przez rośliny zależy od szeregu czynników, m.in. właściwości gleby, gatunku rośliny i terminów jej zbioru, zawartości w plonie i wielkości zebranej biomasy (1-17). Na pobranie cynku, szczególnie duży wpływ ma nawożenie azotem i fosforem, mniejszy potasem (2-5, 7-19).

Celem przedstawionego opracowania było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego (N, P, K) na zawartość w glebie cynku przyswajalnego oraz jego pobrania przez kupkówkę pospolitą.

METODYKA BADAŃ

Materiał do przedstawionego opracowania zebrano z doświadczenia polowego założonego na glebie brunatnej wytworzonej z lessu (pH w 1 mol KCl/dm³ – 4,9; zawartość fosforu i potasu oznaczonego wg metody Egnera-Riehma – 7,7 mg P/100 g i 18,7 mg K/100 g oraz 4,4 mg Mg/100 g gleby oznaczonego wg metody Schatschabela). Rośliną testową uprawianą przez trzy kolejne lata była kupkówka pospolita. Schemat doświadczeń obejmował 27 obiektów, tzn. na tle trzech wzrastających poziomów nawożenia fosforem rozlosowano dziewięć kombinacji azotowo-potasowych. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 50 m², do zbioru 36 m². Podstawowa dawka nawozu była następująca 120 kg N ha⁻¹, 34,9 kg P ha⁻¹ i 83 kg K ha⁻¹ – była też stosowana w ilości podwójnej i potrójnej. Całą dawkę fosforu i pół dawki potasu stosowano przedsięwnie oraz w każdym roku po zbiorze trzeciego pokosu. Pozostałą część potasu wysiewano po pierwszym odróście. Nawozy azotowe stosowano w trzech równych częściach, wczesną wiosną oraz po pierwszym i drugim zbiorze. Nawozy mineralne stosowano w postaci saletry amonowej, superfosfatu potrójnego granulowanego i soli potasowej.

Do badań laboratoryjnych pobierano średnie próbki obiektowe z warstwy ornej gleby i pierwszego pokosu kupkówki. W materiale glebowym oznaczono cynk przyswajalny metodą AAS, po ekstrakcji 0,1 mol HCl/dm³, w materiale roślinnym również metodą AAS, po mineralizacji stężonym kwasem siarkowym z udziałem perhydrolu.

Wyniki analiz chemicznych oraz plonowanie kupkówki pospolitej opracowano statystycznie metodą analizy wariancji z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukeya. Określono też wzajemne związki występujące między zawartością i pobraniem cynku przez roślinę oraz wysokością plonu a ilością w glebie cynku przyswajalnego (współczynniki korelacji i regresji).

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Ocena wyników przedstawionych w tab. 1 wskazuje, że nawożenie mineralne nie wpływało w sposób udowodniony statystycznie na przyrost masy plonu pierwszego pokosu kupkówki pospolitej. Uwaga powyższa dotyczy interakcyjnego współdziałania azotu,

Tab. 1. Plon suchej masy pierwszego pokosu kupkówki pospolitej (w t z ha)
The yield of dry mass of the first cut of rough cock's-foot (in t 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	4,23	4,07	4,54	4,00	4,17	4,26	3,96	5,83	4,32	4,16
N ₂	5,38	5,68	5,74	5,06	5,16	5,30	5,04	5,33	5,02	5,30
N ₃	5,57	5,57	5,83	5,02	5,13	5,36	5,53	5,41	5,60	5,45
$\bar{x}$ z PK	5,06	5,10	5,37	4,69	4,82	4,97	4,85	4,86	4,98	
$\bar{x}$ z P	3,18			4,83			4,90			
$\bar{x}$ z K				4,87	4,93	5,11				
$\bar{x}$ NP	N ₁	4,28		4,14			4,08			
	N ₂	5,60		5,17			5,13			
	N ₃	5,65		5,17			5,51			
$\bar{x}$ NK	N ₁			4,07	4,02	4,37				
	N ₂			5,16	5,39	5,35				
	N ₃			5,37	5,37	5,59				
NIR (p = 0,05) N = 0,31										

fosforu i potasu oraz fosforu i potasu rozpatrywanego oddzielnie. Jedynie nawożenie azotem przyczyniło się do istotnego przyrostu plonu rośliny. Udowodniony statystycznie przyrost biomasy nastąpił pod wpływem zastosowania podwójnej dawki azotu. Nie wystąpił on natomiast na skutek zastosowania dawki potrójnej, w porównaniu z dawką podwójną. Niewystąpienie pozytywnej reakcji na przyrost plonu zostało spowodowane, jak się wydaje, dobrą żyznością gleby, na której założono doświadczenie. Przeciętą zasobność tej gleby w fosfor i potas przyswajalny była wysoka.

Tab. 4. Pobranie cynku przez pierwszy pokos kupkówki pospolitej (g z ha)
The uptake of zinc by the first cut of rought cock's-foot (g from ha)

NAWOŻENIE	P ₁			P ₂			P ₃			$\bar{x}$ z N	
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K2	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃		
N ₁	108	131	111	101	107	90	75	95	110	102	
N ₂	145	137	126	136	132	124	134	106	120	129	
N ₃	154	252	181	153	116	142	130	104	141	142	
$\bar{x}$ z PK	136	140	139	130	119	118	113	98	124		
$\bar{x}$ z P	138			122			112				
$\bar{x}$ z K				126	119	127					
$\bar{x}$ NP	N ₁	117			99			90			
	N ₂	136			131			120			
	N ₃	162			137			125			
$\bar{x}$ NK	N ₁				94	108	104				
	N ₂				138	125	123				
	N ₃				146	124	155				
NIR (p = 0,05) N = 16, P = 16											

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

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

Rok doświadczeń	Zawartość w glebie mg Zn kg ⁻¹	Zawartość w roślinie mg Zn kg ⁻¹	Pobranie g Zn z ha
1987	3,40	30,1	125
1988	3,50	25,4	137
1989	3,28	19,9	111
NIR (p = 0,05)	0,09	1,9	10

Zawartość cynku przyswajalnego w glebie była istotnie uzależniona od wielkości zastosowanego nawożenia mineralnego (tab. 2). Powyższa uwaga dotyczy czynników głównych doświadczenia (N, P, K) oraz interakcyjnego współdziałania tych czynników. Nawożenie azotem i potasem nie wywołało jednokierunkowych zmian w zawartości cynku, zwłaszcza jeżeli te czynniki były rozpatrywane we wzajemnym współdziałaniu. Najbardziej zauważalny był wpływ stosowania fosforu (i potasu). Zawartość tego pierwiastka systematycznie obniżała się w miarę stosowania wzrastających dawek fosforu. Zastosowanie potrójnej dawki P nie powodowało różnic udowodnionych statystycznie, w porównaniu z dawką podwójną. Podobnie oddziaływało na zawartość cynku zastosowanie wzrastających dawek potasu, rozpatrywanych oddzielnie oraz w interakcyjnym współdziałaniu z

fosforem. Koncentracja cynku w glebie utrzymywała się na zbliżonym poziomie w kolejnych latach doświadczenia (tab. 5).

Zawartość cynku w kupkówce praktycznie nie zależała istotnie od zastosowanego nawożenia mineralnego (tab. 3). Zaznaczył się jedynie antagonizm fosforu z cynkiem, który objawił się systematycznym spadkiem ilości Zn w roślinie na skutek zastosowania wzrastających dawek fosforu. W kolejnych latach doświadczeń zawartość cynku w kupkówce istotnie zmniejszała się (tab. 5). Roślina była w sposób zadawalający zaopatrzona w ten składnik z punktu widzenia żywienia roślin i w mniejszym stopniu - zwierząt.

Antagonizm fosfor-cynk w mineralnym żywieniu roślin jest od wielu lat przedmiotem licznych badań (2-5, 8, 11, 15, 16, 18, 19). Czuba i Murzyński stwierdzają, że intensywne nawożenie mineralne prowadziło do wyczerpania glebowych zapasów cynku i obniżania zawartości tego składnika w runi łąkowej (3, 4). Podobnego zdania był również Gembarzewski, który analizował oddziaływanie nawożenia fosforem na przyswajalność mikroelementów (8, 9) oraz Gorlach i Curyło (10), T. Mazur (16) i Rychlicka (19). Z drugiej strony Doboszyński i Szuniewicz (5), Czuba i Murzyński (2), Gałczyńska (7), Krauze i Bardzicka (13) stwierdzają, że nawożenie mineralne nie wywarło dużych zmian w zawartości Zn w roślinach. Rybak natomiast wskazuje na tendencję do obniżania zawartości w roślinach pastwiska, m.in. cynku pod wpływem nawożenia potasem (18). Zaopatrzenie kupkówki w cynk zależy również od czynników klimatycznych, z których opady mają duże znaczenie (6).

Pobranie cynku przez kupkówkę istotnie wzrosło na skutek zastosowania zwiększonych dawek azotu (tab. 4 i 5). Powodem zwiększenia pobrania był przyrost plonu roślin. W zdecydowanie mniejszym stopniu zależało ono od zawartości Zn w kupkówce. Natomiast zastosowanie zwiększonych dawek fosforu przyczyniło się do udowodnionego statystycznie obniżenia pobrania cynku. Nawożenie potasem rozpatrywane oddzielnie oraz interakcyjne współdziałanie nawożenia mineralnego nie miało istotnego wpływu na pobranie cynku przez kupkówkę pospolitą.

Czuba i Murzyński twierdzą również, że pobranie cynku przez roślinność łąkową bardzo wyraźnie zależało od nawożenia azotem (poprzez oddziaływanie na plonowanie roślin) (2, 4). Podobnego zdania są Krauze i Bardzicka (13). K. Mazur,

Tab. 6. Zależność zawartości cynku w roślinie i pobrania tego składnika przez kupkówkę pospolitą od występowania przyswajalnego Zn w glebie ($n = 27$)

The relation between the content of zinc in the plant and the uptake of this element by rough cock's-foot and the occurrence of available Zn in the soil ($n = 27$)

Rok	Współczynnik korelacji			Współczynnik regresji		
	Zawartość Zn w roślinie	Pobranie Zn	Plon s.m.	Zawartość Zn w roślinie	Pobranie Zn	Plon s.m.
1987	0,511	0,571	*	7,497	42,702	*
1988	*	*	*	*	*	*
1989	*	*	-0,417	*	*	-0,514

* - brak istotnych zależności przy $p = 0,05$

T. Mazur i Filipiek rozpatrując wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość mikroelementów w runi łąki nizinnej i podgórskiej stwierdzają, że nawożenie NPK stymulowało pobieranie cynku, szczególnie na łące nizinnej (5). Zaopatrzenie roślin w cynk zależy nie tylko od nawożenia mineralnego ale również od innych czynników klimatycznych, terminu zbioru czy składu gatunkowego runi (5, 6, 14).

Zawartość cynku w kupkowiec oraz pobranie tego składnika przez roślinę wykazywało dodatnie i istotne korelacje z ilością Zn w glebie, w pierwszym roku doświadczeń. Podobnych zależności nie stwierdzono w roku drugim i trzecim (tab. 6).

Chojnacki, Filipiak i Ponikiewska rozpatrując zależności między zawartością przyswajalnych form składników w glebie a ich ilością w materiale roślinnym zbóż stwierdzili, że zawartość cynku w roślinach wykazywały dodatnią i istotną korelację z jego koncentracją, szczególnie w glebach lekkich (1). Gałczyńska natomiast nie stwierdziła zależności między zasobnością gleby w cynk a zawartością tego pierwiastka w trawach (7).

WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Zastosowanie wzrastających dawek azotu, fosforu i potasu spowodowało wystąpienie istotnych różnic w zawartości cynku przyswajalnego w glebie. Spośród wymienionych nawozów najbardziej jednokierunkowe zmiany wywoływało nawożenie fosforem (obniżało zawartość Zn). Ilość tego pierwiastka w glebie utrzymywała się na zbliżonym poziomie w kolejnych latach doświadczeń.

2. Nawożenie mineralne (NPK) nie powodowało istotnych zmian w zawartości cynku w kupkowiec pospolitej. Zaznaczył się jedynie antagonizm fosforu z cynkiem w mineralnym żywieniu rośliny.

3. Pobranie cynku przez kupkowiec pospolitą wzrastało istotnie pod wpływem zwiększenia dawek azotu (udowodniony statystycznie przyrost plonu) oraz zmniejszało się na skutek zastosowania coraz większych dawek fosforu (antagonizm z P). Nie zależało istotnie od nawożenia potasem.

4. Zawartość i pobranie cynku przez roślinę oraz plonowanie kupkowiec pospolitej nie było w większości przypadków uzależnione w sposób udowodniony statystycznie od występowania w glebie przyswajalnych form tego składnika.

PIŚMIENNICTWO

1. 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.
2. Czuba R., Murzyński J.: Badania nad pobieraniem mikroelementów przez roślinność łąkową w warunkach wzrastających dawek azotu i potasu. Cz. II. Mangan, molibden i cynk. *Rocz. Nauk Roln., ser. A*, t. 102, z. 4, 1977.
3. Czuba R., Murzyński J.: Zawartość cynku w roślinności i w glebie łąkowej na tle wieloletniego nawożenia fosforem. *Prac. Nauk. AE we Wrocławiu*, nr 426, 1988.

4. Czuba R., Murzyński J.: Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. Cz. III. Zawartość mikroelementów w sianie i ich pobranie. *Roczn. Glebozn.*, t. XLI, nr 1/2, 1990.
5. Doboszyński L., Szuniewicz K.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce i tymocie łąkowej w zależności od zaopatrzenia w N, P, K. *Wiad. Melior. i Łąk.*, 2, 1981.
6. Gajda J., Dudziak S.: Zawartość i stosunki ilościowe składników mineralnych w kupkówce. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, sec. E, vol. 35/36, 1980/1981.
7. Gałczyńska B.: Wpływ wysokich dawek nawozów azotowych na zawartość mikroelementów w trawach. *Pam. Puł.*, z. 59, 1974.
8. Gembarszewski H.: Wpływ nawożenia fosforem na przyswajalność mikroelementów. *Prac. Nauk. AE we Wrocławiu*, 200, 1982.
9. Gembarszewski H., Gromadziński A., Ferlas A., Pelczar M., Lipski R.: Wpływ fosforu na przyswajalność miedzi i cynku dla roślin. *Prace Nauk. AE we Wrocławiu*, 338, 1986.
10. Gorlach E., Curyło T.: Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na plonowanie i skład chemiczny runi łąkowej w świetle 6-letnich doświadczeń. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 210, 1978.
11. Gorlach E., Stępień S.: Zawartość mikroelementów w runi łąkowej i ich form przyswajalnych w glebie w 9-letnim okresie stosowania zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
12. Krauze A., Bardzicka B.: Wpływ intensywnego nawożenia użytków zielonych na plonowanie i wartość pokarmową roślin. Cz. III. Cynk w glebie i roślinności pastwiska intensywnie nawożonego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 210, 1978.
13. Krauze A., Bardzicka B.: Wpływ wieloletniego intensywnego nawożenia na dynamikę mikroelementów w runi pastwiska. Cz. II. Cynk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
14. Krzywiecki S.: Wpływ terminu i częstotliwości koszenia na plon i skład chemiczny intensywnie nawożonych traw w uprawie polowej. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 104, z. 1, 1979.
15. Mazur K., Mazur T., Filipiek B.: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość mikropierwiastków w runi łąki nizinnej i podgórskiej. *Mat. VI Symp. "Mikroelementy w rolnictwie"*, Wrocław 1991.
16. Mazur T.: Zależność między długotrwałym nawożeniem mineralnym a zawartością mikropierwiastków w roślinności łąki górskiej. *Mat. z Sym. "Wpływ nawożenia na jakość plonów"*, Olsztyn, z. 2, 1986.
17. Młynarczyk K., Oikowski M.: Porównanie zawartości składników mineralnych w niektórych gatunkach traw. *Mat. z Symp. "Wpływ nawożenia na jakość plonów"*, Olsztyn, z. 2, 1986.
18. Rybak K.: Współdziałanie potasu i sodu w nawożeniu pastwisk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 210, 1978.
19. Rychlicka W.: Wpływ poziomu nawożenia fosforem na pobieranie cynku. *Mat. z Symp. "Mikroelementy w rolnictwie"*, Wrocław 1991.

SUMMARY

Three-years' field experiment established on brown soil formed from loess estimated the influence of differentiated mineral fertilization on the content of zinc in the soil and in the plant and on the uptake of this element by rough cocks-foot. The basic dose of this fertilizen was the following: 120 kg N ha^{-1} , $34,9 \text{ kg P ha}^{-1}$ and 83 kg K ha^{-1} ; it was also used in double or threefold quantities. It was found out that:

- The use of increasing NPK doses caused the occurrence of significant differences in the content of available zinc in the soil. Fertilization with phosphorus caused most one-directional changes/ it lowered the content of Zn
- Mineral fertilization did not cause significant changes in the content of zinc in rough cock's - foot. Antagonism between phosphorus and zinc was only observed in the mineral feeding of the plant.
- The uptake of zinc by rough cocks foot increased significantly under the influence of increasing nitrogen doses yield growth/ and decreased under the influence of the use of increasing phosphorus doses /antagonism with P/. It was not significantly related to potassium fertilization.
- The content and uptake of zinc by the plant and the yielding of rough cocks-foot were not in the majority of cases dependent on the occurrence of available forms of this element in the soil.