

## POBIERANIE MIKROELEMENTÓW PRZEZ GATUNKI ROŚLIN ŁĄKOWYCH Z GLEB TORFOWYCH

*Jan Walczyna, Irena Kuczyńska, Barbara Sapek*

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty k. Warszawy

Zagadnienie mikroelementów w rolnictwie, rozpatrywane z punktu widzenia potrzeb zaopatrzenia rolnictwa w mikronawozy, posiada dwa aspekty: zapotrzebowanie przez organizmy roślinne i zapotrzebowanie przez organizmy zwierzęce. Opiera się ono na stwierdzonych faktach, że potrzeby jakościowe tych organizmów są odmienne. W tym stanie rzeczy efektywność nawożenia nimi rozpatrywać należy pod kątem plonu roślin oraz koncentracji ich w masie roślinnej, przeznaczonej na paszę dla zwierząt. Mikroelementami odgrywającymi poważną rolę w życiu zwierząt, których niedobory w paszy stwierdzić można eksperymentalnie, są: Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Se, J i F. Spośród nich żelazo, miedź, mangan, cynk i molibden stanowią niezbędny składnik pokarmowy dla roślin, natomiast pozostałe, wg dotychczasowych danych, nie wpływają na wzrost i rozwój. Zapotrzebowanie na mikroelementy przez organizmy roślinne i zwierzęce pod względem ilościowym jest również niejednakowe. Koncentracja ich w roślinach wahać się może w bardzo szerokich granicach [1, 2, 4, 5]. Niekiedy roślinom wystarczają małe ilości do rozwoju, przy czym wydają one optymalny plon, ale o bardzo niskim stężeniu tych składników. W takich przypadkach u zwierząt mogą wystąpić objawy niedoboru tych składników. Z drugiej strony stwierdza się możliwość nagromadzenia niektórych mikroelementów w roślinach wówczas, gdy w glebie zawarte są znaczne ilości przyswajalnych form tych składników.

Celem niniejszych badań było poznanie zdolności pobierania niektórych mikroelementów przez ważniejsze gatunki traw łąkowych i inne gatunki roślin pochodzących z różnych siedlisk na zmeliorowanych glebach torfowych, nawożonych podstawowymi składnikami oraz mikronawozami.

## ZAKRES I METODYKA

Do badań pobrano rośliny z 6 jednakowych doświadczeń nawozowych, założonych w 1970 r. na zmeliorowanych glebach organicznych kilku większych kompleksów łąkowych. Podczas sprzętu I i II pokosu z 4 poletek, o powierzchni 50 m<sup>2</sup> każde, nawożonych NPK oraz NPK + mikroelementy pobierano próby do analiz. Na poletkach tych stosowano wczesną wiosną 1970 r. następujące nawożenie w przeliczeniu na ha:

- 120 kg N w postaci saletry amonowej, po 60 kg pod pierwszy i drugi pokos,
- 75 kg P w postaci superfosfatu,
- 160 kg K w postaci 40% soli potasowej, po 80 kg pod pierwszy i drugi pokos,
- 11,4 kg Mn w postaci soli  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,
- 5,9 kg Zn „ „ „  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,
- 20,0 kg Cu „ „ „  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,
- 1,5 kg Mo „ „ „  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,
- 1,48 kg Co „ „ „  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Sprzęt pierwszego pokosu był dokonany w okresie od 1 do 5 czerwca (większość traw w stadium kłoszenia), a drugiego — 25-31 lipca. Po wysuszeniu pobraną masę roślinną, rozdzielono na gatunki, które poddano analizie chemicznej. Gatunki roślin występujące w małej ilości łączono w grupy, jak np. zioła i chwasty. W gatunkach oznaczono zawartość żelaza, miedzi, manganu i cynku metodą spektrometrii absorpcji atomowej, a molibdenu i kobaltu — kolorymetrycznie.

## WYNIKI BADAŃ

Średnia zawartość miedzi w analizowanych gatunkach traw w I pokosie kształtowała się zdecydowanie poniżej 5 mg Cu/kg (tab. 1). Najniższe średnie stężenie wykazała tymotka łąkowa (jak u Mitchella [3]), a najwyższą — wiechlina łąkowa. W drugim pokosie ilość miedzi znacznie wzrosła i najniższą zawartość posiadała również tymotka łąkowa, a najwyższą kupkówka pospolita. Pod wpływem nawożenia mikroelementami średnia zawartość Cu w I pokosie w analizowanych gatunkach wzrosła o 50-160%, chociaż zakres stężeń znacznie się wahał. Najwyższą średnią zawartość wykazała wiechlina łąkowa, a najniższą kostrzewa łąkowa. W II pokosie nastąpił znaczny wzrost stężenia miedzi w porównaniu z gatunkami nawożonymi tylko azotem, fosforem i potasem (o 60 do 100 procent. Porównując średnie zawartości miedzi w gatunkach traw ze średnią zawartością w sianie należy stwierdzić, że średnia w sianie jest zawsze

Tabela I

Średnia zawartość miedzi i manganu (w mg/kg) w gatunkach traw i w sianie z obiektów nawożonych NPK i NPK + mikronawozy

Gatunek	Licz- ba prób	Miedź				Mangan							
		nawożenie NPK		nawożenie NPK + mikronawozy		nawożenie NPK		nawożenie NPK + mikronawozy					
		I	II	zakres	zakres	I	II	zakres	zakres				
<i>Dactylis glomerata</i> L.	15	3,6	5,7	2,3-8,5	6,2	9,4	2,4-11,2	249	342	202-415	215	435	107-490
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	16	3,2	5,3	2,3-9,6	4,9	10,0	2,5-14,0	140	222	91-260	158	214	118-235
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	16	3,1	4,0	1,8-7,0	6,1	8,9	1,6-12,0	92	144	68-152	144	171	100-225
<i>Phleum pratense</i> L.	16	2,7	3,8	1,9-6,2	7,1	5,9	2,1-10,0	100	110	85-132	134	139	102-166
<i>Poa pratensis</i> L.	16	3,9	4,4	1,9-7,0	8,3	9,1	3,2-13,0	92	119	68-160	116	134	83-200
Średnie zawartości w sianie	16	4,5	6,1	2,9-9,6	8,3	9,2	4,7-14,1	157	224	132-316	180	240	116-336

I — pierwszy pokos

II — drugi pokos.

wyższa, chociaż, podobnie jak w gatunkach z I pokosu, jest niższa niż w drugim (tab. 1).

Najwyższą zawartość manganu posiadała kupkówka pospolita tak w I jak i w II pokosie, a najniższą — wyczyniec łąkowy i wiechlina łąkowa. Pod wpływem nawożenia mikronawozami zawartość manganu wzrosła tylko nieznacznie, a najmniejsza ilość manganu w analizowanych trawach wynosiła 68 mg Mn/kg (tab. 1).

W analizowanych próbach siana, pochodzących z tych samych obiektów, średnia zawartość manganu była zawsze wyższa niż w 4 analizowanych gatunkach. Kupkówka pospolita wykazywała średnio zawsze większe ilości manganu niż siano z tych samych obiektów; średnio o 100 a nawet 200 mg Mn/kg.

Tabela 2

Średnia zawartość molibdenu i kobaltu (w mg/kg) w gatunkach traw i w sianie z obiektów nawożonych NPK i NPK+mikronawozy

Gatunek	Molibden		Kobalt	
	nawożenie NPK I+II	nawożenie NPK+mikro- nawozy I+II	nawożenie NPK I+II	nawożone NPK+mikro- nawozy I+II
<i>Dactylis glomerata</i> L.	0,43	3,71	0,25	0,85
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	1,07	2,29	0,41	1,37
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	0,96	2,03	0,24	0,86
<i>Phleum pratense</i> L.	0,80	1,23	0,28	0,85
<i>Poa pratensis</i> L.	0,68	2,94	0,25	n.o
Średnie zawartości w sianie	0,83	1,83	0,14	1,19

Średnią zawartość molibdenu i kobaltu (tab. 2) w gatunkach traw podano jako średnią z I i II pokosu, ponieważ nie wszystkie analizowane gatunki posiadały dostatecznie duże próby, w których można by oznaczyć molibden i kobalt, a, jak już powyżej wspomniano, oznaczono je kolorymetrycznie.

Najniższą średnią zawartość molibdenu z obiektów nawożonych NPK posiadała kupkówka pospolita, a najwyższą kostrzewa łąkowa. Pod wpływem nawożenia mikronawozami stężenie molibdenu wzrosło w niektórych gatunkach 2- i 3-krotnie, a w przypadku kupkówki pospolitej nawet 8-krotnie (tab. 2). Jeżeli otrzymane wyniki porównamy ze średnią ilością molibdenu w sianie z analizowanych obiektów, to możemy stwierdzić, że ilość ta jest średnia dla 5 wymienionych gatunków traw. Pod wpływem nawożenia mikronawozami średnia zawartość molibdenu w sianie wzrosła nieco ponad 2-krotnie.

Analizując wyniki poszczególnych gatunków traw pod względem zawartości miedzi i molibdenu stwierdzono, że stosunek tych dwóch pierwiastków układał się prawidłowo, tzn. nie przekraczał wartości 4,5.

Zawartość kobaltu w trawie i w sianie była stosunkowo wysoka. Kostrzewa łąkowa wykazywała największą jego ilość. Pozostałe 4 gatunki odznaczały się małym zróżnicowaniem. Siano z analizowanych obiektów posiadało średnio niższą zawartość kobaltu niż badane gatunki traw. Nawożenie mikronawozami spowodowało wzrost stężenia kobaltu w gatunkach przeciętnie 3-krotny, a w sianie 8,5-krotny (tab. 2).

Miedź, cynk, żelazo i mangan oznaczono również w 8 innych gatunkach traw (tab. 3, 4) poza tym w turzycach, koniczynie oraz ziołach i chwastach.

W próbach nawożonych NPK najniższe stężenie miedzi, tak w I jak i w II pokosie, wykazała wiechlina błotna, a najwyższą (w I pokosie) tomka wonna, a w II pokosie wiechlina zwyczajna (tab. 3). Zawartość miedzi w II pokosie nie zawsze była wyższa niż w I. Niekiedy stężenie było równe, jak w przypadku kostrzewy czerwonej, wiechliny błotnej, tomki wonnej i śmiałka darniowego. Pod wpływem nawożenia mikronawozami zawartość miedzi w analizowanych gatunkach wzrosła półtora-do trzykrotnie i była najwyższa w I pokosie w kłosówce wełnistej.

Najniższą zawartością cynku charakteryzowały się w I i II pokosie kłosówka wełnista, rajgras wyniosły i śmiełek darniowy, a najwyższą — wiechlina błotna, turzyce, zioła i chwasty (tab. 3). W II pokosie wzrosło

Tabela 3

Średnia zawartość miedzi i cynku (w mg/kg) w gatunkach roślin łąkowych, nawożonych NPK i NPK + mikronawozy

Gatunek	Liczba prób	Miedź				Cynk			
		nawożenie NPK		nawożone NPK + mikronawozy		nawożenie NPK		nawożone NPK + mikronawozy	
		I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Festuca rubra</i> L.	19	5,0	5,4	13,0	9,1	28	23	35	25
<i>Poa trivialis</i> L.	9	7,8	10,5	12,0	11,9	34	36	51	51
<i>Poa palustris</i> L.	7	2,7	2,7	5,0	8,4	50	54	49	46
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	8	3,5	5,6	10,3	9,7	40	57	51	72
<i>Holcus lanatus</i> L.	6	8,6	6,4	16,4	6,0	22	21	32	23
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	4	16,0	6,4	9,5	10,5	31	36	39	45
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.B.	4	4,1	3,9	8,1	4,5	22	24	20	15
<i>Deschampsia caespitosa</i> P.B.	5	3,6	3,7	6,9	6,2	21	24	25	20
<i>Carex</i> sp. (niskie)	12	5,3	6,4	7,6	6,8	50	40	49	39
<i>Trifolium hybridum</i> L.	8	3,5	5,8	9,3	11,0	42	33	48	44
<i>Herbae et Herbae inutiles</i>	11	4,4	6,6	6,0	11,6	50	90	53	90

prawie półtorakrotnie stężenie cynku w mozdze trzcinowatej i prawie dwukrotnie w ziołach i chwastach. Pod wpływem nawożenia zawartość cynku wzrosła tylko w nielicznych gatunkach, jak w wiechlinie zwyczajnej i mozdze trzcinowatej.

Zawartość żelaza w badanych gatunkach wahała się dosyć znacznie. Największe stężenie wykazała koniczyna biała, zioła i chwasty. Z traw najbogatsze były: kostrzewa czerwona, wiechlina zwyczajna i kłosówka wełnista (tab. 4). W zależności od gatunków stężenie żelaza było niekiedy wyższe w I pokosie, niekiedy w drugim. Nawożenie mikronawozami (nawożenia żelazem nie stosowano) utrzymywało je na ogół na tym samym poziomie, chociaż w kilku gatunkach wyraźnie się obniżyło.

Tabela 4

Średnia zawartość żelaza i manganu (w mg/kg) w gatunkach roślin łąkowych, nawożonych NPK i NPK + mikronawozy

Gatunek	Licz- ba prób	Żelazo				Mangan			
		nawożenie		nawożone		nawożone		nawożone	
		NPK		NPK + mi- kronawozy		NPK		NPK + mi- kronawozy	
		I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Festuca rubra</i> L.	19	98	86	66	85	167	141	182	178
<i>Poa trivialis</i> L.	9	97	130	74	75	98	133	138	130
<i>Poa palustris</i> L.	7	72	70	80	60	100	104	108	140
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	8	79	92	61	79	99	175	132	257
<i>Holcus lanatus</i> L.	6	90	105	62	132	127	164	180	210
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	4	75	100	50	125	134	245	240	234
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L) P.B.	4	65	43	43	62	58	49	66	74
<i>Deschampsia caespitosa</i> P.B.	5	65	90	95	69	48	49	78	70
<i>Carex</i> sp. (niskie)	12	78	81	79	89	392	360	372	443
<i>Trifolium hybridum</i> L.	8	105	130	108	131	89	67	188	116
<i>Herbae et Herbae inutiles</i>	11	97	94	97	101	185	322	264	339

Najwyższą zawartość manganu wykazały turzyce, dalej zioła i chwasty. Z traw największą ilością charakteryzowała się kłosówka wełnista i tomka wonna, najniższą natomiast — śmiełek darniowy i rajgras wyniosły. Wyższe, względnie niższe stężenie manganu w II pokosie związane było z gatunkiem rośliny. Pod wpływem nawożenia mikronawozami ilość manganu w poszczególnych gatunkach wzrosła bardzo różnie — od kilkunastu do około sto procent, przy czym najniższą zawartość miały śmiełek darniowy i rajgras wyniosły (tab. 4).

Gatunki roślin łąkowych różnią się znacznie pod względem zawartości kobaltu, miedzi i molibdenu oraz żelaza i manganu, jak również wzajem-

nego stosunku ilościowego obu tych par. Zawartość tych pierwiastków w roślinach jest jedną z cech gatunkowych. Zależy niekiedy również od rodzaju gleby, na której rosną, od rodzaju i wielkości stosowanego nawożenia oraz, do pewnego stopnia, od fazy rozwoju.

Jako przykład może posłużyć kupkówka pospolita i kostrzewa łąkowa, które pobierają największe ilości miedzi i manganu z 5 analizowanych gatunków traw z tych samych 4 doświadczeń łąkowych, a wcale nie najwyższe ilości żelaza. Różnice w zawartości cynku między tymi 5 gatunkami traw są niewielkie. Prawie dwukrotnie wyższą zawartość kobaltu od pozostałych 4 gatunków wykazała kostrzewa łąkowa. Pod wpływem nawożenia mikronawozami zawartość mikroelementów w poszczególnych gatunkach wzrastała bardzo różnie — od kilku do kilkuset procent. Pokosy również wywierały wpływ na zawartość tych składników w sposób bardzo różny. Niektóre gatunki traw zawierały większe stężenie mikroelementów w pierwszym pokosie, inne w drugim, względnie niektóre gatunki nie wykazywały żadnych różnic w zawartości.

Opierając się na liczbach granicznych, przyjętych dla siana dobrego, które wynoszą kolejno dla: Cu — 5, Zn — 26, Mn — 50, Fe — 60, należy stwierdzić, że średnia zawartość miedzi na poletkach nawożonych NPK dla wszystkich 5 gatunków traw w I pokosie leży poniżej 5 mg Cu/kg. W drugim natomiast tylko kupkówka pospolita i kostrzewa łąkowa charakteryzują się wartościami powyżej 5 mg Cu/kg. Nawożenie miedzią spowodowało średni wzrost zawartości we wszystkich analizowanych przypadkach powyżej wartości granicznej.

Liczba graniczna dla manganu wynosi 50 mg Mn/kg i wszystkie wyniki leżą powyżej tej wartości. Prawie we wszystkich analizowanych gatunkach nastąpił pod wpływem nawożenia wzrost zawartości manganu.

Porównując uzyskane wyniki dla cynku, należy stwierdzić, że wszystkie analizowane gatunki traw posiadały wyższe zawartości od wartości granicznej. Zawartość jego pod wpływem nawożenia tym mikroelementem wzrosła tylko nieznacznie.

Otrzymane wyniki badań pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Reakcja użytków zielonych na nawożenie manganem, miedzią, kobaltem i molibdenem, była na ogół duża i zależała przede wszystkim od wielkości dawki mikronawozów. Nawożenie cynkiem dawało najmniej efekt w postaci zwiększenia stężenia w analizowanych gatunkach.

2. Uwzględniając potrzeby zwierząt, większość gatunków traw wykazała duże niedobory miedzi, a niektóre gatunki również cynku.

3. Spośród ważniejszych gatunków traw łąkowych największą zdolność przyswajania manganu i miedzi z gleb torfowych posiada kupkówka pospolita, następnie kostrzewa łąkowa, a najmniejsze tymotka łąkowa i

wiechlina łąkowa. Wyczyniec łąkowy zajmował najczęściej pośrednie miejsce. W przypadku pobierania żelaza i cynku wymienione gatunki traw różniły się tylko w małym stopniu.

#### LITERATURA

1. Baluk A., Czekalski A., Kociałkowski Z.: Zawartość mikroelementów w gatunkach traw. *Poz. Pow. Przyj. Nauk Wydz. NRiL*. t. 19, z. 1, 1965, s. 15-29.
2. Kabata-Pendias A., Gajda J., Gałczyńska B.: Wpływ nawozów potasowych i fosforowych na zawartość pierwiastków śladowych w trawach. *Pam. puł., Prace IUNG*, z. 22, 1966, s. 231-243.
3. Mitchell R. L., Reith J. W. S., Johnston I. M.: Trace element uptake in relation to soil content. *Journal of the sci. of Food and Agricult.*, Vol. 8, 1957, s. 51-59.
4. Tólgyesi Gy: The animal feeding relations of copper and molybdenum content of hays grown on the Keszthely peat soils which are rich in lime. *Mag. Allat. Lapja*, t. 11, 1965, s. 502-506.
5. Whitehead D.: Nutrient minerals in grassland herbage. *Commonwealth Agric. Bureau*, nr 1/1966.