

ROMAN CZUBA, JÓZEF MURZYŃSKI

ZMIANY W ZAWARTOŚCI SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH
W SIANIE I GLEBIE ŁĄKOWEJ
W OKRESIE 15-LETNIEGO INTENSYWNEGO NAWOŻENIA
MINERALNEGO
CZEŚĆ III. ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W SIANIE
I ICH POBRANIE

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Oddział Śląski we Wrocławiu
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

WSTĘP

Schemat doświadczenia i metodykę badań podano w części I [1]. W tej części opisano zmiany, jakie powoduje intensywne 15-letnie nawożenie łąki w zawartości mikroelementów w sianie i w glebie.

WYNIKI BADAŃ

W pierwszym dziesięcioleciu (1970 - 1979) zastosowanie na użytku zielonym dużych dawek azotu, fosforu i potasu na 1 ha: 120 - 600 kg N, 39 kg P i 199 kg K nie powodowało większego ubytku mikroelementów w glebie. W pierwszej kolejności wyczerpywana była miedź. Dlatego w kolejnym pięcioleciu (1980 - 1984) łąkę nawożono miedzią (50 kg Cu na ha w ciągu całego okresu).

Przeciętna zawartość *miedzi* w sianie z obszaru całego kraju waha się od 1,10 do 22,0 mg Cu w 1 kg suchej masy. Tylko w pobliżu hut miedzi zawartość ta dochodzi nawet do ponad 100 mg/kg suchej masy. Zawartość miedzi poniżej 5 mg uznaje się za niewystarczającą, 7,6 do 10 mg za dobrą, a powyżej 10 mg/kg za wysoką.

W naszym doświadczeniu zawartość miedzi w sianie wynosiła od 5,0 do 21,0 mg Cu na kg s.m. W pierwszym pięcioleciu zawartość miedzi w sianie nieco odbiegała od optymalnej, jednak w drugim zbliżała się do zawartości niedoborowej, szczególnie na dawkach azotu przekracza-

Tabela 1

Średnia zawartość Cu w sianie w mg/kg suchej masy
Mean Cu content in hay in mg/kg of dry matter

Obiekty Treatment	NPK 1970-1973		NPK 1977-1979		NPK+Cu 1980-1984			
	pokosy — cuts							
	I	IV	I	IV	I	II	III	IV
O	8,7	11,7	7,1	8,6	—	—	—	—
PK	8,4	11,0	5,6	6,9	—	—	—	—
N-120+PK	8,7	15,2	6,2	9,1	13,8	11,9	8,5	14,7
N-240+PK	9,0	10,3	5,2	6,9	12,6	9,9	7,5	13,7
N-360+PK	7,8	15,3	5,5	7,6	17,1	14,9	8,7	21,0
N-480+PK	8,9	11,1	5,8	6,7	11,9	10,9	9,0	20,8
N-600+PK	8,0	11,9	5,0	8,1	11,6	10,5	9,8	14,7
NIR—LSD	—	—	1,0	2,0	4,9	2,7	1,4	4,2

jących 120 kg N na ha, głównie w pokosach I, II i III. Najwyższą zawartość miedzi wykazywało z reguły siano z IV pokosu, natomiast siano z trzech poprzednich pokosów miało w przybliżeniu jednakową zawartość tego składnika (tab. 1). Po nawożeniu miedzią jej zawartość zwiększyła się, lecz nierównomiernie, w sianie poszczególnych pokosów (tab. 1). Średnia ważona zawartość dla wszystkich obiektów nawożonych tym składnikiem w pięcioleciu 1980 - 1984 wynosiła 12,6 mg Cu na 1 kg s.m.

Stopniowe zmniejszanie się zapasów miedzi w glebie zostało też potwierdzone w ocenie ilości miedzi pobranej przez roślinność (tab. 2). W ostatnim pięcioleciu prowadzonego doświadczenia na wszystkich obiektach pobranie miedzi było znacznie mniejsze od średniego w latach 1970 - 1979. Skrajne zmniejszenie pobrania wystąpiło na największej dawce N (600 kg na ha), a w 1979 r. wynosiło tylko 31% pobrania z 1970 r.

Uważa się, że zawartość boru w sianie powinna wynosić około 10 - 12 mg B na kg suchej masy. Za niedostateczną uznaje się zawartość poniżej 5 mg B na kg suchej masy, a za wysoką powyżej 15 mg. W omawianym doświadczeniu zawartość boru w sianie wahała się od 5,4 do 12,5 mg B na kg suchej masy, była więc zbliżona do optymalnej. Zawartość boru w sianie obniżała się wraz z większymi dawkami azotu (tab. 3) i w związku z tym pobranie tego składnika było w przybliżeniu jednakowe na wszystkich obiektach nawożonych azotem, pomimo większych plonów na większych dawkach N (tab. 2).

Zawartość *manganu* w paszy jest ważnym jej kryterium jakościowym. Na terenie kraju zawartość tego składnika w sianie waha się od 15 do 240 mg Mn na kg suchej masy. Na podstawie licznych danych podawanych w literaturze można przyjąć, że w sianie zawartość 40 - 200 mg

Tabela 2

Średnie roczne pobranie mikroelementów w g z ha
Mean annual uptake of microelements in g from hectare

Obiekty Treatment	1970-1979							1980-1984						
	Cu	B	Mn	Mo	Zn	Fe	Co	Cu	B	Mn	Mo	Zn	Fe	Co
O	27,7	37,3	226	0,94	123	721	0,29	20,5	33,2	186	0,88	94	789	0,26
PK	43,7	61,4	555	1,70	184	1177	0,63	33,4	47,2	637	1,86	145	980	0,59
N-120+PK	66,8	59,5	848	2,20	281	1480	1,00	52,60	59,4	830	2,56	214	1702	0,95
N-240+PK	84,1	65,9	1122	2,30	347	1795	1,30	69,8	53,4	1254	2,96	251	1195	1,22
N-360+PK	86,4	67,6	1282	2,50	386	2029	1,35	64,2	48,4	1162	2,00	309	1132	1,53
N-430+PK	93,5	69,0	1752	2,80	428	2079	1,25	77,2	53,2	1180	2,38	271	1337	1,10
N-600+PK	99,0	70,5	1866	3,00	472	1998	1,44	60,0	46,6	1232	2,05	248	1005	1,23

Tabela 3

Średnia zawartość mikroelementów w sianie w mg/kg suchej masy
Mean content of microelements in hay in mg/kg of dry matter

Obiekty Treatments	1970-1973*						1980-1984					
	B	Mn	Mo	Zn	Fe	Co	B	Mn	Mo	Zn	Fe	Co
O	11,9	73	0,26	43	227	0,09	12,5	74	0,30	34	284	0,10
PK	12,4	61	0,27	40	223	0,12	9,7	141	0,37	29	193	0,14
N-120+PK	8,0	76	0,26	39	192	0,13	8,1	116	0,36	29	224	0,13
N-240+PK	7,8	96	0,22	38	202	0,14	6,2	157	0,23	28	136	0,14
N-360+PK	7,5	101	0,21	41	195	0,13	5,5	131	0,22	28	123	0,17
N-480+PK	6,9	117	0,23	40	199	0,12	5,8	132	0,26	29	142	0,12
N-600+PK	6,4	121	0,26	42	181	0,13	5,4	141	0,24	28	115	0,14
NIR-LSD	1,3	23	0,01	2	82	0,02	1,1	29	0,01	3	74	0,06

* Fe i Co — 1974 r.

Mn na kg suchej masy jest właściwą dla zwierząt domowych. W naszym doświadczeniu zawartość manganu w sianie wynosiła od 61 do 157 mg Mn na kg suchej masy, a zatem mieściła się w normie przyjętej dla pasz. W ostatnim okresie prowadzenia doświadczenia zawartość manganu w sianie znacznie się podniosła w porównaniu z zawartością w pierwszych latach (tab. 3), co związane było z zakwaszającym działaniem saletry amonowej stosowanej w dużych dawkach. Na dawce 600 kg N na 1 ha odczyn gleby obniżył się nawet o 2,0 pH. Zastosowanie na wybranych obiektach nawozów wapniowych i magnezowych spowodowało obniżenie zawartości Mn w sianie do 71 - 121 mg Mn w kg suchej masy, a więc do zawartości wyjściowej. Największe pobranie manganu wynosiło 1,8 kg z ha w sezonie wegetacyjnym (tab. 2).

Zawartość *molibdenu* w paszy jest również ważnym jej kryterium jakościowym. Na terenie kraju zawartość tego pierwiastka w sianach waha się od 0,06 do 2,12 mg Mo na kg suchej masy. Optymalna zawartość Mo w sianie powinna wynosić 0,5 mg i nie przekraczać 1,0 mg. W naszym doświadczeniu zawartość molibdenu w sianie wahała się od 0,21 do 0,37 mg Mo na 1 kg s.m. W pierwszym dziesięcioleciu nie stwierdzono zmian w zawartości tego pierwiastka w sianie.

Na terenie kraju zawartość *cynku* w sianie waha się od 9,47 do 92,5 mg Zn na kg suchej masy. Pożądana zawartość cynku wynosi około 50 mg, a zawartość poniżej 30 mg uważana jest za niedoborową. W sianie z omawianego doświadczenia zawartość cynku wynosiła od 28 do 43 mg Zn na kg suchej masy. Na początku prowadzonego doświadczenia wahała się od 38 do 43 mg, była więc zbliżona do optymalnej, a w ostatnim 5-leciu obniżyła się do 28 - 34 mg (tab. 3), czyli zbliżyła się do zawartości niewystarczającej. Wyczerpywanie cynku z gleby przy intensywnym nawożeniu NPK i dużych plonach wykazywały w ostatnim pięcioleciu (1980 - 1984) analizy gleby (por. [1]). Pobranie cynku przez roślinność

łąkową zmniejszyło się istotnie w ostatnim pięcioleciu doświadczenia (tab. 2) i spowodowało niższą jego zawartość w sianie. W związku z występującym niedoborem cynku, składnikiem tym zaczęto nawozić łąkę w latach 1986 - 1987.

Na terenie kraju zawartość żelaza w sianie wynosi w kg suchej masy 33,8 - 575,0 mg Fe. Za pożądaną dla krów i koni uznaje się zawartość 50 - 80 mg, a dla owiec 10 - 15 mg/kg s.m. W sianie z omawianego doświadczenia zawartość żelaza wynosiła 115 - 284 mg Fe w kg suchej masy (tab. 3), a zatem według kryteriów paszowych była to zawartość wysoka.

Roślinność użytków zielonych na terenie kraju zawiera od 0,017 do 0,280 mg kobaltu na kg suchej masy. Za optymalną zawartość uznaje się około 0,08 mg, a poniżej 0,04 mg/kg s.m. za niewystarczającą. Zawartość kobaltu w paszy przekraczającą 0,16 mg Co na kg suchej masy na ogół uznaje się za zawartość wysoką. Zawartość kobaltu w sianie w naszym doświadczeniu wynosiła od 0,09 do 0,17 mg Co na kg suchej masy. Pobranie kobaltu było funkcją wielkości plonów (tab. 2).

Zastosowanie dużych dawek NPK i w efekcie uzyskiwanie w okresie 15 lat dużych plonów siana wpłynęło na zwiększenie pobrania mikroelementów z gleby. Było ono znacznie większe niż przy przeciętnych plonach uzyskiwanych w średnio intensywnej gospodarce na użytkach zielonych. Na tym tle powstaje pytanie, w jakim stopniu zmienia się zawartość mikroelementów w sianie przy intensywnym nawożeniu NPK. Obrazuje to porównanie średniej ważonej zawartości mikroelementów w sianie z okresu 1970 - 1973 z zawartością w sianie tych samych składników w latach 1980 - 1984 (tab. 4). Jak widać, w stosunku do pierwszego okresu prowadzonego doświadczenia w ostatnich latach siano wykazywało znacznie niższą zawartość miedzi, cynku i boru. Świadczyłyby

Tabela 4

Średnia zawartość mikroelementów w sianie po zastosowaniu Ca i Mg w latach 1980-1984 w mg/kg suchej masy
Mean content of microelements in hay after the Ca and Mg application in 1980-1984 in mg/kg of dry matter

Objekty Treatments	NPK						NPK + Ca, Mg					
	Cu	B	Mn	Mo	Zn	Fe	Cu	B	Mn	Mo	Zn	Fe
O	7,5	12,5	74	0,30	35	284	7,5	12,5	74	0,30	35,0	284
PK	6,7	9,7	141	0,37	30	193	6,3	8,4	76	0,43	30,3	236
N-120+PK	7,0	8,1	116	0,36	30	224	6,9	7,7	88	0,38	31,8	161
N-240+PK	7,4	6,2	157	0,23	28	137	7,3	6,4	71	0,31	31,9	123
N-360+PK	7,0	5,5	131	0,22	29	123	8,1	5,4	94	0,26	32,6	180
N-480+PK	8,3	5,8	132	0,26	30	142	7,7	5,4	92	0,26	32,3	134
N-600+PK	6,7	5,4	141	0,24	28	115	6,6	5,5	121	0,22	33,7	173
NIR-LSD	2,3	1,1	29	0,01	3	74	2,3	1,1	29	0,01	3,0	74

to o zmniejszeniu się zawartości tych składników również w glebie. Odpowiednie wyniki analizy gleby potwierdziły to spostrzeżenie w stosunku do miedzi i cynku, natomiast w odniesieniu do boru nie zostało to statystycznie udowodnione [1]. Znacznie wyższa zawartość manganu w runi w ostatnim pięcioleciu powstała skutkiem zakwaszającego działania saletry amonowej oraz wyczerpywania z gleby zapasów wapnia i magnezu. Nieco wyższa zawartość molibdenu prawdopodobnie była efektem dodatniego wpływu fosforanów na pobieranie Mo w kwaśnym środowisku glebowym. Niższa zawartość żelaza w sianie mogła być również efektem wysokiego stężenia fosforanów w roztworze glebowym, które mogły hamować pobieranie żelaza przez rośliny.

Po zastosowaniu dodatkowego nawożenia wapniem i magnezem wystąpiły wyraźne zmiany w zawartości mikroelementów w runi. Nastąpiło częściowe unieruchomienie aktywnego manganu w glebie. Wpłynęło to na zmniejszenie zawartości Mn w roślinach. Równocześnie zostały uruchomione z kompleksu sorpcyjnego gleby Mo i Zn i w pewnym stopniu Cu. Zawartość B w roślinności pozostała bez istotnych zmian, a wahania w zawartości żelaza nie były wyraźnie związane z nawożeniem wapniem i magnezem.

PODSUMOWANIE

Wieloletnie stosowanie dużych dawek azotu, fosforu i potasu i w efekcie uzyskiwanie wysokich plonów runi łąkowej prowadziło z czasem do spadku zawartości mikroelementów w sianie. W pierwszej kolejności obniżała się zawartość miedzi w sianie, a w ostatnim pięcioleciu również cynku. Stwierdzono też tendencje do niższej zawartości w sianie boru i żelaza. Na skutek zakwaszającego działania nawozów azotowych oraz wyczerpywania z gleby przez wysoko plonującą roślinność wapnia i magnezu, podniosła się zawartość manganu aktywnego w glebie i wzrosła zawartość manganu w sianie. Duże dawki fosforu mogły też stymulować pobieranie molibdenu z kwaśnego środowiska glebowego oraz zmniejszać pobranie żelaza, co jest zresztą zjawiskiem ogólnie znanym.

Nawożenie miedzią znacznie poprawiło zaopatrzenie roślinności w ten składnik, a zawartość Cu w sianie podniosła się nawet dwukrotnie. Zastosowanie po 10 latach prowadzonego doświadczenia nawozów wapniowych i magnezowych obniżyło zawartość Mn w roślinności do poziomu wyjściowego (1970 r.) oraz podniosło nieco zawartość w sianie Mo i Zn.

Systematyczne wieloletnie i intensywne nawożenie azotem, fosforem i potasem może zatem prowadzić do znacznych zmian w zawartości mikroelementów w roślinności. Dlatego zawartość ta powinna być kontrolowana.

WNIOSKI

1. Wieloletnie stosowanie dużych dawek azotu, fosforu i potasu, które stymulowały wysokie plonowanie roślin, prowadziło z upływem lat do istotnych zmian zawartości mikroelementów w runi łąkowej.

2. W pierwszej kolejności obniżała się zawartość w sianie miedzi, następnie cynku i nieznacznie boru. Zakwaszające działanie nawozów mineralnych spowodowało znaczny wzrost w sianie zawartości manganu. Zastosowanie nawozów miedziowych znacznie podniosło zawartość tego składnika w sianie.

3. Zastosowanie nawozów wapniowych i magnezowych obniżyło zawartość manganu w sianie do poziomu wyjściowego, natomiast nieznacznie podniosło zawartość w sianie cynku i molibdenu.

4. Pobranie mikroelementów przez roślinność było głównie funkcją wielkości plonu. Tylko w niektórych przypadkach masa pobranego składnika zależała od poziomu jego zawartości w roślinach (Mn i Cu).

5. Na użytkach zielonych intensywnie nawożonych makroelementami niezbędna jest okresowa kontrola zawartości mikroelementów warunkującej jakość paszy.

LITERATURA

- [1] Czuba R., Murzyński J. Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. Cz. I. Plony i zmiany właściwości gleb. Roczn. Glebozn. 1988, 39, 3 s. 245 - 263.

A. ЧУБА, Ю. МУЖИНСКИ

ИЗМЕНЕНИЯ В СОДЕРЖАНИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЕНЕ И ЛУГОВОЙ ПОЧВЕ В ПЕРИОД 15-ЛЕТНЕГО ИНТЕНСИВНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ
Ч.III. СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕНЕ И ИХ УСВАИВАНИЕ

Институт агротехники, удобрения и почвоведения, Силезское отделение во Вроцлаве,
Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

Резюме

Вносимые в период 15 лет (1970-1984 гг.) высокие дозы азота, фосфора и калия стимулировали высокую урожайность травяного угодья, а следовательно и постепенное исчерпание некоторых микроэлементов из почвы. В первую очередь произошло снижение содержания меди в сене и почве, затем содержание цинка и незначительное снижение только в сене содержания бора. Закисляющее действие на почву высоких доз минеральных удобрений вызвало значительное увеличение содержания марганца в сене. Внесение медных удобрений увеличило содержание меди в растительности, тогда как внесение кальциевых и магниевых удобрений снижало содержание марганца до исходного состояния в 1970 году, а также незначительно повышало содержание цинка и молибдена в сене.

В условиях интенсивного удобрения травяных угодий азотом, фосфором и калием необходимо проводить периодический контроль содержания микроэлементов в травостое.

R. CZUBA, J. MURZYŃSKI

CHANGES IN THE CONTENT OF NUTRIENTS IN HAY AND MEADOW SOIL
IN THE 15-YEAR PERIOD OF INTENSIVE MINERAL FERTILIZATION
PART III. CONTENT OF MICROELEMENTS IN HAY AND THEIR UPTAKE

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants, Silesian Branch Division
in Wrocław
Agricultural University of Wrocław

Summary

High nitrogen, phosphorus and potassium rates applied for 15 years (1970-1984) stimulated high yielding of a grassland and consequently led to gradual exhaustion of some microelements off soil. First the copper content in hay and soil, then the zinc content and slightly only in hay the boron content decreased. The acidifying effect of high rates of mineral fertilizers on soil led to a considerable growth of the manganese content in hay. The application of copper fertilizers increased the content of this element in plants, whereas application of calcium and magnesium fertilizers decreased the manganese amount to an initial level in 1970 and slightly increased the zinc and molybdenum content in hay.

Under the effect of intensive fertilization of grasslands with nitrogen, phosphorus and potassium a periodical control of the content of microelements in the sward would be indispensable.

Prof. dr Roman Czuba
JUNG, Oddział Śląski
50-244 Wrocław, Pl. Engelsa 5

Praca wpłynęła do redakcji w kwietniu 1989 r.