

ZAWARTOŚĆ MAGNEZU I WAPNIA ORAZ NIEKTÓRYCH MIKROELEMENTÓW W INTENSYWNIE NAWOŻONEJ LUCERNIE UPRAWIANEJ NA RĘDZINIE W WARUNKACH NAWODNIEŃ *

Leszek Malicki, Andrzej Krupiński, Elżbieta Podstawka, Roman Reszel

Instytut Uprawy Roli i Roślin AR, Lublin

WSTĘP

Zawartość składników mineralnych w roślinności pól i trwałych użytków zielonych jest ważna zarówno z punktu widzenia agrotechniki, jak i żywienia zwierząt. Nieodpowiedni poziom czy też wadliwy wzajemny stosunek tych składników bywa bowiem niejednokrotnie przyczyną spadku plonów roślin oraz obniżenia produktywności zwierząt, a czasem nawet ich śmierci. Zarówno intensywne nawożenie mineralne jak i deszczowanie mogą zmieniać metabolizm roślin. Stąd konieczność poznania wpływu tych czynników na zawartość makro- i mikroelementów w roślinach pastewnych, wśród których szczególne miejsce zajmuje lucerna. Te właśnie względy skłoniły nas do podjęcia badań przedstawionych w niniejszej pracy.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenia polowe przeprowadzono według modelu rozszczepionych poletek (*split plot*), w czterech powtórzeniach (powierzchnia poletka do zbioru = 84 m²), w latach 1973-1975 w RZD Bezek, na kompleksie rędzin brunatnych i czarnoziemnych, zasobnych w P₂O₅, średnio zasobnych w K₂O, wykazujących pH > 7,2.

Schemat doświadczenia, obok nie deszczowanego wariantu kontrolnego (W₀), uwzględniał dwa warianty deszczowania: W₁ — oszczędne, dopuszczające wyczerpanie zapasu wody w 0-50 cm warstwie gleby do poziomu 65% polowej pojemności wodnej (ppw), a następnie uzupełnianie go do około 100% ppw oraz W₂ — optymalne (dopuszczalne wyczerpanie

* Pracę wykonano na podstawie materiału roślinnego, pochodzącego z doświadczeń finansowych przez IMUZ w Falentach.

zapasu wody w warstwie 0-50 cm do poziomu 80⁰/o ppw). Lucernę odmiany Kleszczewska nawadniano tylko w czasie odrostu drugiego i trzeciego pokosu. Jedynie wczesnowiosenna susza 1974 r. wywołała potrzebę nawadniania tuż po ruszeniu wegetacji (W_1 — 84 mm, W_2 — 94 mm wody). Opady w okresie wegetacji lucerny oraz dawki wody deszczownianej przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Opady w okresie wegetacji lucerny i deszczowanie w mm

Lata	Opady	Deszczowanie	
		oszczędne (W_1)	optymalne (W_2)
1973	343	105	153
1974	417	124	182
1975	355	44	96

Tak zróżnicowane warunki wilgotnościowe porównywano na tle czterech poziomów nawożenia mineralnego: PK — podstawowa dawka nawozów, wynosząca w przeliczeniu na 1 ha 30 kg P_5O_2 i 70 kg K_2O , 2PK, 3PK i 4PK.

Corocznie zbierano trzy pokosy lucerny w początku kwitnienia roślin. W czasie sprzętu z każdego poletka pobierano około 1 kg próby zielonej masy, które doprowadzano do stanu powietrznie suchego.

Analizom poddano próbki średnie, reprezentujące poszczególne obiekty doświadczenia w każdym pokosie. Tok analiz był następujący. Rozdrobniony materiał roślinny spalano na sucho w temperaturze poniżej 550°C [2]. Molibden oznaczano kolorymetrycznie metodą rodankową, stosując do ekstrakcji mieszaninę czterochloru węgla i alkoholu izoamyloвого. Pozostałe składniki mineralne, tj. miedź, mangan, cynk, wapń i magnez określono metodą ASA.

WYNIKI BADAŃ

Siano lucerny deszczowanej oszczędnie (W_1) zawierało przeciętnie mniej wapnia niż nawadnianej optymalnie (W_2) i kontrolnej (W_0); (tab. 2). O takim układzie średnich zdecydował jednak przede wszystkim suchszy rok 1975, a w mniejszym stopniu także rok 1973, gdyż w mokrym 1974 r. różnice leżały w granicach błędu.

Wpływ nawożenia na omawianą cechę zależał od warunków klimatycznych sezonu wegetacyjnego. Widać tu jednak pewną prawidłowość. W warunkach suchszych dawka 4PK, a w wilgotniejszych 3PK, nie sprzyjała gromadzeniu wapnia w lucernie (tab. 3).

Tabela 2

Zawartość wapnia w sianie lucerny w g/kg w zależności od warunków wodnych

Deszczowanie	Rok			Średnio
	1973	1974	1975	
W_0 — bez deszczowania	26,2	20,9	31,9	26,3
W_1 — oszczędne	22,0	23,8	26,4	24,1
W_2 — optymalne	24,0	22,2	35,3	27,2
Średnio	24,1	22,3	31,2	—
NIR* ($p = 0,05$)	pomiędzy wariantami deszczowania = 2,5; pomiędzy latami = 2,5; współdziałanie deszczowania \times lata 4 = 3,			

* NIR — najmniejsza istotna różnica

Tabela 3

Zawartość wapnia w sianie lucerny w g/kg, w zależności od poziomu nawożenia

Nawożenie	Rok		
	1973	1974	1975
PK	24,5	23,2	31,8
2PK	24,8	20,5	33,5
3PK	23,9	18,3	32,5
4PK	23,0	27,1	27,0
NIR ($p = 0,05$)	współdziałanie nawożenia \times lata = 5,0		

Zarówno w poszczególnych latach badań, jak też przeciętnie — niezależnie od warunków sezonowych, wzrostowi dawki wody towarzyszył wzrost zawartości magnezu w sianie lucerny (tab. 4). Tak więc deszczowanie przy wszystkich dawkach P i K poprawiało jakość paszy, bowiem niedostatek magnezu w niej wywołuje zaburzenia przemiany materii zwierząt. Wpływu nawożenia na tę cechę nie udowodniono.

Tabela 4

Zawartość magnezu w sianie lucerny w g/kg

Deszczowanie	Rok			Średnio
	1973	1974	1975	
W_0 — bez deszczowania	3,4	2,9	4,0	3,4
W_1 — oszczędne	3,5	3,2	4,0	3,6
W_2 — optymalne	3,8	3,9	4,6	4,1
NIR ($p = 0,05$)	pomiędzy wariantami deszczowania = 0,5			

Deszczowanie oszczędne, niezależnie od warunków troficznych, w sposób udowodniony zmniejszało koncentrację manganu w lucernie, podczas gdy deszczowanie optymalne nie wpływało na tę cechę. Zależała ona jednak od współdziałania wody z nawozami. I tak przy PK różnice pomiędzy wariantami wodnymi leżały w granicach błędu. Przy nawożeniu zwiększonym (2PK) oba sposoby deszczowania obniżały zawartość Mn. Przy 3PK nawadnianie oszczędne zmniejszało, zaś optymalne w zbliżonym stopniu podnosiło jego koncentrację w lucernie. Podobnie rzecz się miała przy 4PK, z tym że wpływ optymalnych warunków wodnych był wyraźniejszy. Tak więc intensywne nawożenie połączone z deszczowaniem oszczędnym zubożało, zaś połączone z nawadnianiem optymalnym wzbogacało lucernę w mangan (tab. 5).

Tabela 5

Zawartość manganu w sianie lucerny w ppm (średnio w latach 1973-1975)

Deszczowanie	Nawożenie				Średnio
	PK	2PK	3PK	3PK	
W_0 — bez deszczowania	39,9	41,7	40,5	38,8	40,2
W_1 — oszczędne	39,6	37,9	35,9	36,7	37,5
W_2 — optymalne	37,9	35,8	44,9	42,8	40,4
NIR ($p = 0,05$)	pomiędzy wariantami deszczowania = 2,3; współdziałanie deszczowania \times nawożenie = 2,7				

Warunki wodne nie modyfikowały ilości cynku w sianie lucerny. Zmieniało ją natomiast nawożenie we współdziałaniu z pokosami. Mianowicie, w sianie z pokosów I i II (gdy wpływ nawożenia powinien być najsilniejszy) różnic nie udowodniono. W sianie pokosu III większe dawki nawozów (2PK i 3PK) zwiększały zawartość cynku. Wynikało to być może z opóźnionego uwalniania się tego mikroelementu z balastu nawozów fosforowo-potasowych (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość cynku w sianie lucerny w ppm (średnio w latach 1973-1975)

Pokosy	Nawożenie			
	PK	2PK	3PK	4PK
I	38,0	37,0	34,8	36,5
II	34,2	33,4	33,1	32,9
III	28,7	27,7	38,5	34,0
NIR ($p = 0,05$)	współdziałanie nawożenia \times pokosy = 7,0			

Deszczowanie oszczędne nie modyfikowało zawartości miedzi w sianie lucerny. Wariant optymalny oddziaływał na tę cechę w sposób zależny od pokosu: w sianie II pokosu zmniejszał, natomiast w pokosie III zwiększał zawartość Cu. Zjawisko to jest trudne do wytłumaczenia. Oczywisty jest natomiast brak różnic w pokosie I, który nawadniano tylko w jednym roku (tab. 7).

Tabela 7

Zawartość miedzi w sianie lucerny w ppm (średnio w latach 1973-1975)

Deszczowanie	Pokosy		
	I	II	III
W_0 — bez deszczowania	6,0	7,3	6,0
W_1 — oszczędne	5,7	7,2	6,2
W_2 — optymalne	5,9	6,3	6,7
NIR ($p = 0,05$)	współdziałanie deszczowania \times pokosy = = 0,6		

Warianty wodne różnicowały zawartość molibdenu w sianie lucerny jedynie w mokrym sezonie wegetacyjnym 1974 r., kiedy deszczowanie oszczędne zmniejszało jego ilość (tab. 8). Należy jednak dodać, że nigdy nie spadła ona poniżej poziomu uznanego [2, 4] za niezbędny w paszy.

Tabela 8

Zawartość molibdenu w sianie lucerny w ppm

Deszczowanie	Rok		
	1973	1974	1975
W_0 — bez deszczowania	0,55	0,53	0,63
W_1 — oszczędne	0,54	0,35	0,69
W_2 — optymalne	0,65	0,57	0,63
NIR ($p = 0,05$)	współdziałanie deszczowania \times lata = = 0,13		

Paszoznawstwo często posługuje się stosunkiem Cu:Mo jako wskaźnikiem toksyczności zawartego w paszy molibdenu [1, 4, 5]. Im iloraz ten ma większą wartość, tym lepiej, gdyż miedź neutralizuje działanie Mn. W omawianych badaniach stosunek Cu:Mo, mimo że zawsze przyjmował wartość kilkakrotnie większą od uważanej za dopuszczalne minimum (od 1 do 3,5), wyraźnie malał pod wpływem deszczowania optymalnego, zwłaszcza w II pokosie (tab. 9).

Tabela 9

Stosunek miedzi do molibdenu w sianie lucerny (średnio w latach 1973-1975)

Deszczowanie	Pokosy			Średnio
	I	II	III	
W_0 — bez deszczowania	12,4	12,3	12,5	12,4
W_1 — oszczędne	12,5	14,3	14,5	13,8
W_2 — optymalne	13,1	9,3	11,4	11,3
NIR ($p = 0,05$)	pomiędzy wariantami deszczowania = 1,9; współdziałanie deszczowania \times pokosy = 5,0			

Niezależnie od powiązań z czynnikami doświadczenia pomiędzy szeregiem par elementów mineralnych zachodziły powiązania typu korelacyjnego. I tak udowodniono dodatnią korelację pomiędzy Ca i Mg, Ca i Mn, Mn i Mg oraz pomiędzy Mn i Mo (tab. 10). Oznacza to, iż wzrostowi zawartości w sianie każdego z tych elementów towarzyszył wzrost zawartości elementu z nim skorelowanego i odwrotnie — spadkowi koncentracji jednego odpowiadał spadek koncentracji drugiego.

Tabela 10

Współczynniki korelacji pomiędzy badanymi makro- i mikroelementami w sianie lucerny (średnio w latach 1973-1975)

Makro- lub mikroelement	Ca	Cu	Mg	Mn	Mo
Cu	-0,134				
Mg	+0,427*	-0,099			
Mn	+0,273*	+0,036	+0,264*		
Mo	+0,077	+0,194	+0,144	+0,380*	
Zn	+0,102	-0,118	+0,046	+0,044	-0,172

* Współczynnik istotny z ryzykiem błędu $\pm 0,01$.

WNIOSKI

1. Deszczowanie zmieniało zawartość makro- i mikroelementów w sianie lucerny uprawianej na rędzinie. Oba warianty obniżały zawartość wapnia. Nawadnianie oszczędne powodowało ponadto spadek poziomu manganu i molibdenu. Deszczowanie optymalne zwiększało wprawdzie ilość magnezu, ale jednocześnie pogarszało stosunek miedzi do molibdenu. Fakty te trzeba mieć na uwadze w żywieniu zwierząt.

2. Intensyfikacja nawożenia PK nie sprzyjała gromadzeniu wapnia, a w połączeniu z deszczowaniem — miedzi. Jeżeli wyższym dawkom PK

towarzyszyło deszczowanie oszczędne, ilość manganu w sianie malała, jeśli optymalne — rosła. Wzrost dawki nawozów podnosił zawartość cynku. Powinno się to uwzględniać przy doborze form nawozów zwłaszcza potasowych, do nawożenia lucerny.

LITERATURA

1. Bingley B. J., Carillo B. J.: Veterinary Science-Hypocuprosis of cattle the Argentine. Nature 209, 834, 1966.
2. Cendel E.: Kolorimetriczeskije metody opredelenija sledow metalow 591, Izdatelstwo, „MIR”, Moskwa 1964.
3. Liwski S.: Mikroelementy — mangan, żelazo, bor, miedź, kobalt, cynk i molibden w roślinności łąkowej i bagiennej. Rocz. Nauk rol., t. 75-F-1.
4. Nehring K., Beger M., Hoffman B.: Futtermitteltabellenwerk. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1972.
5. Tölgyesi G.: Akeszthelyi lápon termett szálastakarányck réz-es molibdéntartalmanak takarmanyozási vonatkozásai. Magyar Allatorvosok Lapja 20, 502, 1965.
6. Walczyna J., Okruszko H.: Aktualny stan badań w Polsce nad zawartością mikroelementów w roślinności użytków zielonych oraz zamierzenia i potrzeby w tym zakresie na najbliższą przyszłość. Rocz. glebozn., t. 23, z. 2, 1972.

Л. Малицки, А. Крупиньски, Э. Подставка, Р. Решель

СОДЕРЖАНИЕ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ, А ТАКЖЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ИНТЕНСИВНО УДОБРЕННОЙ ЛЮЦЕРНЕ НА РЕНДЗИНЕ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Резюме

В 1973-1975 гг. на комплексе карбонатных и черноземных рендзин проведены полевые опыты, в которых исследовано влияние 3 вариантов (W_0 — без дождевания; W_1 — скупое дождевание, допускающее истощение запаса воды в почве до 65% предела полевой влагоемкости, с последующим пополнением её до 100% п. п.в.; W_2 — естественно-оптимальное дождевание, допускающее истощение запаса воды до 80% п. п.в.) и 4 уровней удобрения (РК = 100 кг/га, 2РК, 3РК, 4РК) на содержание в сене люцерны некоторых минеральных элементов (кальция, магния, марганца, молибдена, меди, цинка), определенных методом АСА и колориметрически.

Констатировано, что в условиях опыта как дождевание, так и интенсивное фосфорно-калийное удобрение, изменяет содержание большинства исследованных макро- и микроэлементов в сене люцерны. Кроме того, между частью этих элементов существует корреляция. Эти факты следует учитывать как в кормлении животных кормами с орошаемых плантаций люцерны, так и в подборе форм удобрения.

L. Malicki, A. Krupiński, E. Podstawka, R. Reszel

THE CONTENTS OF MAGNESIUM, CALCIUM AND SOME MICROELEMENTS
IN ALFALFA, INTENSELY FERTILIZED AND WATERED ON THE RENDZINA
SOIL

S u m m a r y

The field experiment was carried out in the period of 1973-1975 on the complex brown and chernozem rendzina soil. Studied the influence of three watering variants: W_0 — without waterin; W_1 — scarce watering (admissible water depletion up to level of 65 per cent field water capacity of the soil); W_2 — naturalistic optimum watering (admissible water depletion up to 80 per cent of the field water capacity) at the four levels of fertilization: PK = 30 kg P_2O_5 and 70 kg K_2O per hectare; 2PK, 3PK and 4PK, on the contens of some mineral elements (Ca, Mg, Cu, Mn, Mo, Zn). Designations were performed colorimetricly and method of ASA. It has been ascertained that watering, as well as intensive fertilization with phosphorus and potassium change the contents of majority investigated mineral elements in the alfalfa hay. Besides, some of elements are correlated. These fact should be taben into consideration in feeding animals with feed from the watered alfalfa fields and during assortment the form of fertilizers for alfalfa, too.