

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LII, 26

SECTIO E'

1997

Katedra Chemii Rolnej Wydziału Rolniczego Akademii Rolniczej w Lublinie,
Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu

JÓZEFA WIATER, CZESŁAWA TRĄBA

*Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego
na skład chemiczny siana*

Effect of Differentiated Mineral Fertilisation on the Chemical Content of Hay

Nawożenie użytków zielonych poza oddziaływaniem na wielkość plonów siana i skład botaniczny runi ma także zdecydowany wpływ na jej skład chemiczny, od którego w konsekwencji zależy wartość paszowa siana. Wartość ta zależy nie tylko od bezwzględnej zawartości składników mineralnych, ale także od ich wzajemnej proporcji.

Przedmiotem przedstawionej pracy było badanie wpływu nawożenia mineralnego na zawartość podstawowych kationów w sianie oraz kształtowanie się wzajemnych ich stosunków.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenie założono w r. 1985 na dwukośnej, zmeliorowanej łące o runi mieszanej w miejscowości Ruskie Piaski, w dolinie rzeki Łabuńka na Zamojszczyźnie i trwało ono do r. 1989.

Glebę, na której założono doświadczenie, określono jako typ zabagnionej gruntowo-glejowej. Odnaczała się ona średnią zawartością przyswajalnego potasu, niską fosforu i obojętnym odczynem. Doświadczenie założono w układzie bloków kompletnie zrandomizowanych i obejmowało 8 obiektów nawozowych w czterech powtórzeniach (tab. 1). Obiekt drugi stanowił wysokość dawki NPK stosowanej przez właściciela łąki przed założeniem doświadczenia.

Nawozy azotowe (saletra amonowa) i potasowe (sól potasowa) stosowano w trzech równych dawkach pod każdy odrost, z wyjątkiem obiektu drugiego i ósmego, gdzie nawozy te stosowano w

Tab. 1. Poziomy nawożenia mineralnego uwzględnione w doświadczeniu
Levels of mineral fertilisation considered in the experiment

Obiekt	Nawożenie w kg/ha				Stosunek N : P : K
	N	P	K	suma NPK	
A	-	-	-	-	-
B*	60	13	50	123	1 : 0,2 : 0,8
C	120	39	108	237	1 : 0,3 : 0,9
D	200	39	108	347	1 : 0,2 : 0,5
E	200	39	183	422	1 : 0,2 : 0,9
F	200	65	183	485	1 : 0,3 : 0,9
G	280	65	183	565	1 : 0,2 : 0,6
H*	280	65	183	565	1 : 0,2 : 0,6

*Dawki azotu i potasu stosowanego dwukrotnie po połowie pod I i II odrost.

dwu dawkach pod I i II odrost. Fosfor (superfosfat pojedynczy) stosowano na wszystkich obiektach jednorazowo przed ruszeniem wegetacji.

Corocznie zbierano trzy pokosy siana, w których oznaczono potas, magnez i wapń powszechnie przyjętymi metodami. Wykonano obliczenia statystyczne wg Oktaby, stosując przedział ufności T Tukeya dla prób średnich ważonych w poszczególnych latach i średnich ważonych dla pokosów z pięciu lat. Wyliczono także stosunki milirównoważnikowe oznaczonych kationów dla średnich z pięciu lat.

Warunki meteorologiczne omówiono w pracy dotyczącej plonów i białka, zamieszczonej również w Annales.

WYNIKI BADAŃ

ZAWARTOŚĆ POTASU W SIANIE

Średnia z lat zawartość potasu w badanym sianie wahała się w szerokich granicach bo od 1,30 do 2,07% K s.m. (tab. 2). Wykazano istotne różnice w zawartości tego składnika w sianie ze względu na wysokość stosowanego nawożenia mineralnego. Na uwagę zasługuje korzystny wpływ nawożenia potasowego i fosforowego na gromadzenie się potasu, a ujemny wpływ nawożenia azotowego. Ze względów żywieniowych pasza z obiektu kontrolnego i najniżej nawożonych zawierała za mało potasu, a z pozostałych obiektów była dostatecznie zasobna w ten składnik.

Jak podaje Wołoszyk i in. (10), zawartość potasu z punktu widzenia jakości paszy nie powinna przekraczać 2% s.m. siana. Stosowanie nawozów potasowych po 1/3 pod każdy odrost wpływało korzystniej na gromadzenie potasu w sianie niż po 1/2 tylko pod pierwszy i drugi pokos, mimo że różnice w tych obiektach były nieistotne.

Niezależnie od poziomów nawożenia badane siano pierwszego i drugiego pokosu było istotnie zasobniejsze w potas niż ostatniego trzeciego pokosu. Sapiek (8) tłumaczy to tym, że wiosną zawartość potasu wymiennego w glebie jest

Tab. 2. Zawartość potasu w sianie w % s.m.
Potassium content in hay in % of dry mass

Obiekty	Pokosy			Lata					Średnie lat 1985-1989
	I	II	III	1985	1986	1987	1988	1989	
A	1,34	1,35	1,21	0,94	1,08	1,55	1,20	1,73	1,30
B*	1,64	1,50	1,37	1,22	1,25	1,60	1,24	1,80	1,42
C	1,80	1,60	1,56	1,40	1,60	1,84	1,45	1,94	1,65
D	1,87	1,62	1,60	1,25	1,44	1,95	1,61	1,99	1,65
E	2,11	1,88	1,79	1,51	1,88	1,98	1,92	2,25	1,91
F	2,52	2,08	1,85	1,63	1,94	2,06	2,38	2,33	2,07
G	2,20	1,88	1,77	1,42	2,02	2,09	1,96	2,29	1,96
H*	1,94	1,78	1,50	1,50	1,66	2,03	1,69	2,26	1,83
Średnie	1,90	1,71	1,58	1,34	1,61	1,89	1,68	2,07	1,72

NIR p = 0,05: poziom NPK - 0,17

lat - 0,13

pokosów - 0,11

* Dawki N i K stosowano dwukrotnie po połowie pod pierwszy i drugi pokos.

największa i istnieją także korzystniejsze warunki wilgotnościowe niż latem, co sprzyja większemu pobraniu tego składnika przez odrosty wcześniejsze.

Zmienne warunki klimatyczne w poszczególnych latach badań wpływały różnicująco na zawartość potasu w runi łąkowej. W ciepłym i umiarkowanie wilgotnym roku 1989 runi zgromadziła najwięcej potasu, bo średnio 2,07%, a najmniej w dość chłodnym i deszczowym roku 1985 (1,34% K w s.m.).

ZAWARTOŚĆ MAGNEZU

We wszystkich średnich z lat próbach siana, nawet z polettek kontrolnych, stwierdzono optymalne pod względem żywieniowym ilości magnezu - 0,27-0,32% Mg w s.m. (tab. 3). Ł y d u c h i T r z a s k o ś (5) podają, że graniczna zawartość Mg w sianie wynosi 0,2% Mg w s.m. Mimo że nie stwierdzono istotnego wpływu nawożenia na gromadzenie się Mg w sianie, to jednak wystąpiły pewne tendencje, świadczące o korzystnym bądź niekorzystnym wpływie NPK na zawartość magnezu. Najbogatsze siano w ten składnik zebrano z obiektów nawożonych N₂₈₀P₆₅K₁₈₃, gdzie N i K po 1/3 wysiewano pod każdy odrost. Korzystniej zatem na gromadzenie magnezu wpływało nawożenie azotowe stosowane po 1/3 dawki niż po 1/2 dawki tylko pod dwa odrosty.

Należy podkreślić, że wzrost dawki potasu ze 108 kg K/ha do 183 kg K spowodował nieznaczny spadek zawartości magnezu w sianie. Ujemny wpływ wysokiego nawożenia potasowego na zawartość magnezu stwierdziło wielu badaczy (3, 5, 9, 10),

Tab. 3. Zawartość magnezu w sianie w % s.m.
Magnesium content in hay in % of dry mass

Obiekty	Pokosy			Lata					Średnie lat 1985-1989
	I	II	III	1985	1986	1987	1988	1989	
A	0,26	0,31	0,21	0,24	0,28	0,25	0,24	0,40	0,28
B*	0,24	0,27	0,25	0,23	0,26	0,20	0,29	0,39	0,27
C	0,26	0,29	0,25	0,24	0,27	0,24	0,32	0,38	0,29
D	0,24	0,30	0,25	0,22	0,27	0,23	0,37	0,41	0,30
E	0,27	0,29	0,25	0,22	0,21	0,27	0,33	0,36	0,28
F	0,22	0,29	0,27	0,24	0,20	0,24	0,33	0,43	0,29
G	0,26	0,31	0,27	0,22	0,30	0,24	0,41	0,42	0,32
H*	0,24	0,28	0,26	0,20	0,26	0,20	0,38	0,40	0,29
Średnie	0,25	0,29	0,25	0,23	0,26	0,23	0,35	0,40	0,29

NIR p = 0,05: poziom NPK - nieistotne
 lat - 0,02
 pokosów - 0,02

* Dawki N i K stosowano dwukrotnie po połowie pod pierwszy i drugi pokos.

ponieważ wynika on z antagonizmu jonowego między potasem a magnezem. Najlepiej zaopatrzone w magnez okazało się siano z pokosu drugiego, w pokosie pierwszym i trzecim oznaczono identyczne średnie zawartości - 0,25% Mg.

Istotny okazał się wpływ warunków meteorologicznych na gromadzenie Mg w sianie, czego dowodem są średnie z lat prowadzonego doświadczenia. Wyższa koncentracja magnezu wystąpiła w sianie z dwu ostatnich lat, które charakteryzowały wyższe średnie temperatury i umiarkowane opady. Warunki takie sprzyjają pobieraniu składników mineralnych przez rośliny.

ZAWARTOŚĆ WAPNIA

We wszystkich próbkach siana, niezależnie od wysokości nawożenia mineralnego, stwierdzono niedostateczne pod względem żywieniowym ilości wapnia, które wynosiły 0,47-0,57% Ca w s.m. (tab. 4). Fałkowski (2) podał, że zawartość wapnia w dobrym sianie powinna wynosić około 0,7%. Zapewne duży wpływ na to miał skład botaniczny runi łąkowej. Wzrastające nawożenie, zwłaszcza azotowe, spowodowało bujniejszy rozwój traw mniej zasobnych w wapń kosztem roślin dwuliściennych, a więc roślin motylkowych, ziół i chwastów, co jest potwierdzeniem wcześniejszych badań przedstawionych przez Kalfotena (4).

Podobnie jak w przypadku magnezu nie stwierdzono istotnego wpływu poziomu nawożenia mineralnego na zawartość tego składnika w sianie. Jednakże wyższe nawożenie potasem (183 kg K/ha) powodowało obniżenie zawartości Ca w sianie o 0,08%. Na problem ten zwrócili uwagę także inni badacze (1, 2, 10).

Tab. 4. Zawartość wapnia w sianie w % s.m.
Calcium content in hay in % of dry mass

Obiekty	Pokosy			Lata					Średnie lat 1985-1989
	I	II	III	1985	1986	1987	1988	1989	
A	0,59	0,57	0,58	0,47	0,52	0,60	0,39	0,47	0,49
B*	0,62	0,64	0,70	0,61	0,57	0,62	0,49	0,43	0,54
C	0,66	0,60	0,62	0,47	0,48	0,58	0,60	0,49	0,52
D	0,66	0,63	0,67	0,58	0,52	0,56	0,67	0,50	0,57
E	0,64	0,56	0,62	0,57	0,33	0,58	0,50	0,45	0,49
F	0,65	0,58	0,59	0,44	0,47	0,55	0,52	0,48	0,49
G	0,61	0,54	0,54	0,40	0,45	0,53	0,46	0,52	0,47
H*	0,60	0,51	0,58	0,52	0,48	0,52	0,43	0,48	0,49
Średnie	0,63	0,58	0,61	0,51	0,48	0,57	0,51	0,54	0,51

NIR $p = 0,05$: poziom NPK - nieistotne
lat - nieistotne
pokosów - 0,04

Nie stwierdzono wyraźnego wpływu warunków klimatycznych na koncentrację wapnia w sianie. Zwiększoną ilością wapnia cechowało się siano z pokosu pierwszego. Niewiele niższe ilości zanotowano w pozostałych dwu pokosach.

WZAJEMNE PROPORCJE MILIRÓWNOWAŻNIKOWE BADANYCH KATIONÓW

Na kształtowanie się stosunku K: (Ca + Mg) w sianie wyraźny wpływ wywarło nawożenie potasowe (tab. 5). W miarę wzrostu owego nawożenia rosła również proporcja tych składników, co podkreślali w swoich badaniach inni autorzy (3, 6, 7). Natomiast W o ź n i a k (11) podał, że oprócz nawożenia potasowego nawożenie azotem przyczynia się do rozszerzenia tej proporcji, co nie znalazło odzwierciedlenia w naszych badaniach, ze względu na wartość paszową siana stosunek K: (Ca + Mg) powinien być niższy niż 2,2 (2, 6, 7). W przypadku prezentowanych badań w żadnym obiekcie nie przekroczył on granicy uważanej za optymalną, tj. 1,8 : 1.

Proporcja K : Mg nie powinna przekraczać wartości 3 : 1 (7). W badanym sianie wahała się ona od 1,43 (obiekt 0) do 2,21 (obiekt z dawką N₂₀₀P₆₅K₁₈₃). W obiektach, gdzie stosowano dawkę azotu 280 kg/ha, wystąpiło zawężenie tej proporcji.

O wielkości tego stosunku decyduje zasobność gleby w potas oraz wysokość nawożenia potasowego (3).

Wartość stosunku K : Ca w badanym sianie wahała się w zakresie 1,33-2,21 : 1. Proporcja ta z punktu widzenia żywieniowego nie była za wysoka, o czym głównie decydowała niezbyt wysoka zawartość potasu w sianie oraz optymalna zawartość magnezu. W obiekcie z dawką N₂₈₀P₆₅K₁₈₃, gdzie dzielono dawkę potasu i azotu na dwie porcje, wystąpiło pewne zawężenie proporcji K : (Ca + Mg) i K : Ca w stosunku do obiektu, gdzie azot i potas stosowano w trzech porcjach.

Tab. 5. Stosunki badanych kationów w sianie w latach 1985-1989

Relations between the examined cations in hay in the years 1985-1989

	N-00 P-0 K-0	N-60 P-13 K-50	N-120 P-39 K-108	N-200 P-39 K-108	N-200 P-39 K-183	N-200 P-65 K-183	N-280 P-65 K-183	N-280 P-65 K-183
$\frac{K}{Ca + Mg}$	0,66	0,73	0,84	0,79	1,04	1,10	1,02	0,98
$\frac{K}{Mg}$	1,43	1,64	1,75	1,68	2,13	2,21	1,92	1,96
$\frac{K}{Ca}$	1,38	1,33	1,62	1,50	2,04	2,21	2,17	1,96
$\frac{Ca}{Mg}$	1,04	1,23	1,08	1,12	1,04	1,00	0,88	1,00

Na wielkość proporcji Ca : Mg wpływało głównie nawożenie potasem, a rosnące dawki tego składnika powodowały zawężenie tej proporcji.

Za właściwy stosunek Ca : Mg uważa się taki, gdy jego wartość wynosi 2-3 : 1 (4). W badanym sianie był on za niski z powodu niskiej zawartości w nim wapnia.

WNIOSKI

1. Zawartość potasu w sianie uzależniona była głównie od wysokości nawożenia fosforo-potasowego. Natomiast zawartość magnezu i wapnia w niewielkim stopniu była związana z nawożeniem mineralnym, zawartość wapnia wykazywała nawet tendencję spadkową wraz ze wzrostem nawożenia.

2. Najbogatsze w kationy (K, Mg, Ca) było siano z pierwszych dwu pokosów, a najuboższe z pokosu trzeciego.

3. Ocena jakościowa siana na podstawie relacji między kationami była na ogół korzystna, poza proporcją Ca : Mg.

4. Najwłaściwszą dawką ze względu na jakość siana okazała się dawka N₂₀₀P₆₅K₁₈₃.

PIŚMIENNICTWO

1. Dubiel W., Woźniak L., Kaniuczak J.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego NPK na wielkość i jakość plonów w trawach użytków zielonych. Zesz. Nauk. AR Kraków, nr 263, sesja naukowa, z. 34, 231-239, 1991.
2. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Zesz. Nauk. AR Poznań, 68-87, 1990.
3. Gorlach E., Curyło T., Grzywnowicz I.: Zmiany składu mineralnego runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Roczn. Glebozn., t. XXXVI, nr 2, 85-101, 1985.
4. Kaltofen H.: Podsumowanie wyników wspólnych prac badawczych nad nawożeniem azotowym użytków zielonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 150, 1973.
5. Łyduch L., Trzaskoś M.: Zawartość makropierwiastków w plonie runi łąkowej przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym i udziale kminku zwyczajnego. Zesz. Nauk AR Kraków, nr 263, sesja naukowa, z. 34, 293-297, 1991.
6. Mazur K., Olkowski M., Mazur T.: Określenie wpływu nawożenia mineralnego na ilość i jakość paszy z trwałych użytków zielonych. Mat. Sympozjum nt. Wpływ nawożenia na jakość plonów, Olsztyn z. 2, 3-9, 1986.
7. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M.: Plonowanie łąki nizinnej i podgórskiej oraz zawartość związków azotu i stosunki między makropierwiastkami w sianie w 5-letnim okresie intensywnego nawożenia mineralnego. Mat. Symp. nt. Wpływ nawożenia na jakość plonów Olsztyn, z. 2, 26-31, 1986.
8. Sapek A.: Gleba - roślina - nawożenie w gospodarce na użytkach zielonych. Wiad. Melior. i Łak., 3, 1985.
9. Trąba Cz., Harkot W., Jargiełło J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plonowanie runi łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 386, 9-16, 1990.
10. Wołoszyk Cz., Nowak W., Krzywy E.: Zawartość składników mineralnych oraz ich proporcje jonowe w trawach w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem. Zesz. Nauk. AR Kraków, nr 263, sesja nauk., z. 34, 53-59, 1991.
11. Woźniak L.: Porównanie zmian składu chemicznego runi łąkowej wywołanych zróżnicowanym nawożeniem. Zesz. Nauk AR Kraków, nr 263, sesja nauk., z. 34, 299-305, 1991.

SUMMARY

Five-year-long studies which were set on a permanent meadow examined the effect of differentiated doses of mineral fertilisers (N, P, K) on the content of potassium, magnesium and calcium in hay and their quantitative proportions.

It was found out that mainly phosphorus - potassium fertilisation affected the content of potassium. In the case of magnesium and calcium no significant effect of fertilisation on the concentration of these elements in hay was observed. The content of the discussed cations was differentiated in relation to the hay cutting and the length of the experiment.

The proportions between potassium, magnesium and calcium were generally proper, which was related to the feeder quality of the hay.