

WPLYW 6-LETNIEGO ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA ZAWARTOŚĆ MIKROPIERWIASTKÓW W RUNI ŁĄKOWEJ

Teresa Mazur

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii AR, Kraków.

Wzrost plonowania użytków zielonych, wynikający z intensyfikacji nawożenia mineralnego prowadzi coraz częściej do ujawniania niedoboru przyswajalnych dla roślin mikroelementów w glebie. Wyraża się to obniżeniem zawartości tych składników pokarmowych w runi łąkowej i pastwiskowej. Zmniejszanie się ilości mikroelementów w sianie związane jest nie tylko z wyższym plonem, ale i uproszczeniem składu botanicznego zespołu roślinnego intensywnie nawożonego, zwłaszcza azotem [7]. Rośliny dwuliścienne, zarówno motylkowate jak i zioła, ustępujące w runi użytków zielonych, są znacznie zasobniejsze w mikroelementy, niż dominujące w tych warunkach gatunki traw [10]. W celu uzyskania odpowiedniej ilości składników mineralnych w plonie, jako warunku dobrej jakości paszy [13], należałoby zwrócić szczególną uwagę na zharmonizowanie dawki nawozowej z uwzględnieniem zjawiska antagonizmu i synergizmu jonowego [7-9]. Racjonalne nawożenie dostosowane do typu zespołu florystycznego użytku zielonego powinno skutecznie przeciwdziałać znacznemu zakłóceniu proporcji składników mineralnych w runi [3-5], nawet przy znacznym wzroście plonów. Wyniki badań przedstawione w tej pracy dotyczą zmian w zawartości mikroelementów w runi łąkowej i jej frakcjach pod wpływem wieloletniego jednostronnego i pełnego nawożenia, z uwzględnieniem dwóch poziomów i form azotu.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenia prowadzono w Beskidzie Sądeckim u podnóża Jaworzyny Krynickiej (700 m n.p.m.) na łące naturalnej typu bliźniczki psiej trawki i kostrzewy czerwonej (*Nardus stricta-Festuca rubra*) przy dużym udziale roślin dwuliściennych. Gleba brunatna kwaśna (tab. 1) wytworzona z piaskowca magurskiego, o składzie mechanicznym gliny lekkiej

była uboga w przyswajalny dla roślin fosfor i średnio zasobna w potas. Szczegółową charakterystykę warunków, w których prowadzono badania, podano we wcześniejszych publikacjach [7, 8]. W doświadczeniu, założonym metodą losowanych bloków w 5 powtórzeniach, stosowano jednostronne nawożenie azotem i fosforem, a na tle nawożenia PK porównywano efekt działania dwóch form azotu — saletry amonowej i mocznika wysiewanych w dawkach 90 i 180 kg N/ha (2/3 dawki na wiosnę i 1/3 po zbiorze I pokosu). Schemat doświadczenia podano w tabeli 1. Mikro- pierwiastki oznaczono w całej masie roślinnej (runi mieszana) w okresie 6 lat oraz w jej frakcjach uzyskanych z analizy botaniczno-wagowej wykonywanej od IV do VI roku doświadczenia. Zawartość Cu, Zn i Co określono metodą Schaumlöffela [12], Mo — metodą Scharrera i Eberhardta [11], B — metodą Barona [2], a Mn — metodą nadsiarczanową [1], przy użyciu kolorymetru spekol. Wszystkie wyniki podano jako średnie wartości z 6 względnie 4 lat doświadczenia.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z uwagi na znaczny wpływ zakwaszenia gleby na pobieranie przez rośliny składników pokarmowych, szczególnie mikropierwiastków, w tabeli 1 podano dane dotyczące kwasowości czynnej i potencjalnej przed założeniem doświadczenia oraz po III i VI roku nawożenia. We wszystkich obiektach nawozowych, poza jednostronnym nawożeniem fosforem, nastąpił wzrost kwasowości, zwłaszcza hydrolitycznej. Zawartość mikropierwiastków w runi mieszanej i jej frakcjach była zróżnicowana, ale zależności w poszczególnych obiektach nawozowych zostały na ogół zachowane.

Rysunek 1 ilustruje przeciętną zawartość m a n g a n u. Poziom tego składnika w plonach drugiego pokosu był znacznie wyższy (30-65%) niż w pierwszym pokosie, zwłaszcza przy stosowaniu saletry amonowej, silniej zakwaszającej glebę niż mocznik (tab. 1). W stosunku do obiektu kontrolnego nawożenie saletrą amonową zwiększyło zawartość Mn do 62%, a mocznikiem — do 26%. Zarówno w runi mieszanej, jak i we frakcji traw i ziół zawartość tego składnika była znacznie wyższa od optymalnej [6], sięgając na obiekcie z jednostronnym nawożeniem saletrą amonową 500 ppm Mn. Niższy poziom manganu, mniej zróżnicowany w zależności od nawożenia, miały rośliny motylkowate, które w większej ilości występowały na poletkach nawożonych PK i P.

Zawaratość m i e d z i w runi łąkowej ilustruje rysunek 2. Nie stwierdzono wyraźnego zróżnicowania zawartości tego pierwiastka w całej runi w zależności od terminu zbioru (pokosu), ale w I pokosie frakcja traw była bogatsza, a rośliny dwuliścienne (motylkowate i zioła) uboższe w ten

Tabela 1

Odczyn i kwasowość hydrolityczna gleby przed założeniem doświadczenia oraz po III i VI roku nawożenia łąki (poziom 0-10 cm)

| Obiekt nawozowy | Przed doświadczeniem | | III rok | | VI rok | |
|--------------------------|----------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| | pH _{KCl} | Hh | pH _{KCl} | Hh | pH _{KCl} | Hh |
| 1 Bez nawożenia | 4,30 | 5,24 | 4,2 | 5,24 | 4,2 | 5,17 |
| 2 PK | | | 4,1 | 5,73 | 4,2 | 5,58 |
| 3 PK+N ₉₀ —S | | | 4,1 | 5,85 | 4,1 | 5,80 |
| 4 PK+N ₁₈₀ —S | | | 4,0 | 6,39 | 4,0 | 6,37 |
| 5 PK+N ₉₀ —M | | | 4,1 | 5,88 | 4,2 | 5,59 |
| 6 PK+N ₁₈₀ —M | | | 4,0 | 6,03 | 4,0 | 5,85 |
| 7 N ₉₀ —S | | | 4,0 | 6,46 | 3,9 | 6,76 |
| 8 P | | | 4,2 | 5,43 | 4,5 | 4,97 |

Hh — kwasowość hydrolityczna w mgR/100 g gleby.

P — 90 kg P₂O₅/ha — supertomasyna.

K — 150 kg K₂O/ha — 40% sól potasowa.

S — saletra amonowa (90 i 180 kg N/ha)

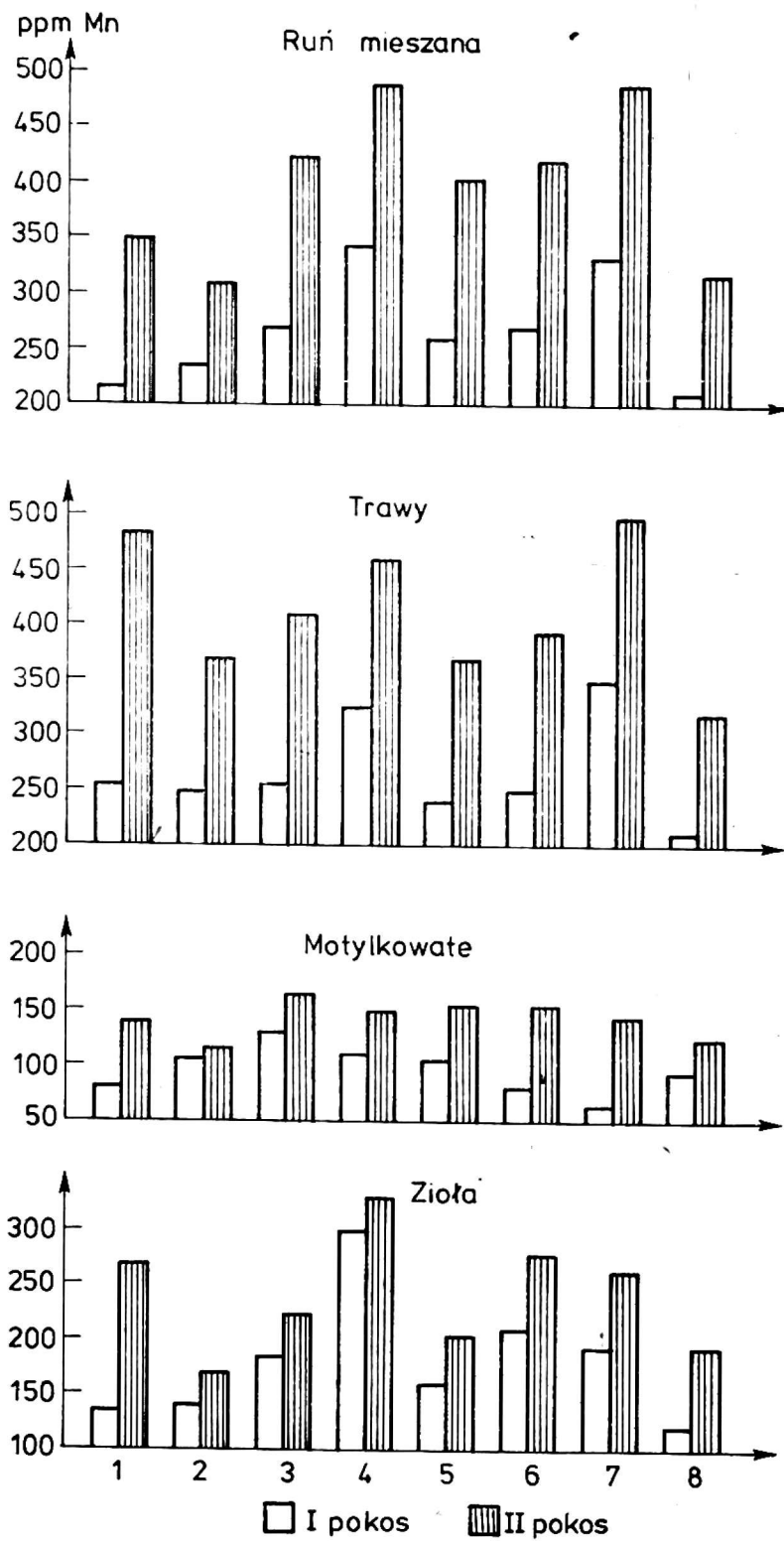
M — mocznik (90 i 180 kg N/ha).

składnik. Nawożenie azotowe, zwłaszcza saletra amonowa, stymulowały pobieranie miedzi przez rośliny. Najwyższy poziom tego mikropierwiastka miały zioła w obiekcie z pełnym nawożeniem przy podwójnej dawce saletry amonowej (12,5 ppm Cu), najniższy zaś — trawy nawożone jednostronnie fosforem (4,5 ppm Cu). Zawartość wyższą od 8 ppm Cu uznawaną za optymalną w paszy [6] miało siano tylko z jednego obiektu nawozowego.

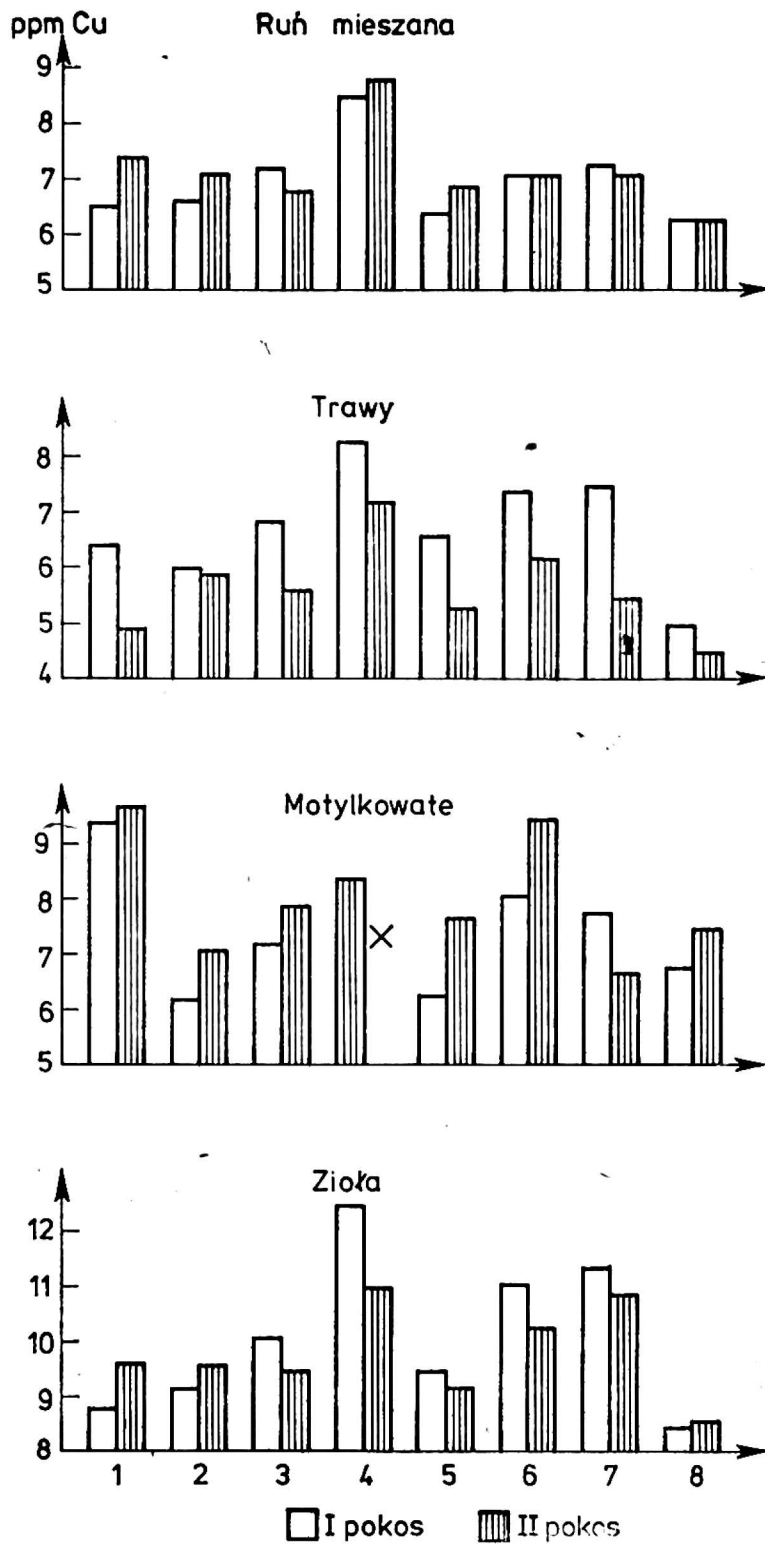
Na rysunku 3 przedstawiono zawartość cynku. W runi mieszanej najwięcej tego składnika (około 65 ppm Zn) stwierdzono w roślinach nawożonych jednostronnie azotem oraz nie nawożonych. Podobna zależność wystąpiła we frakcji ziół, najbogatszych w ten mikroskładnik (do 125 ppm Zn). Przy pełnym nawożeniu pobieranie cynku przez rośliny nie zapewniało optymalnej jego zawartości w paszy. Termin zbioru miał odmienny wpływ na zawartość Zn w trawach i roślinach dwuliściennych. Więcej tego mikropierwiastka miały z reguły trawy z pierwszego pokosu, a rośliny dwuliścienne z drugiego pokosu. Wyższą od optymalnej (50 ppm Zn) zawartość cynku [6] miało siano z trzech obiektów nawozowych.

Jak wynika z rysunku 4, bor kumulowany jest głównie w roślinach dwuliściennych (motylkowate, zioła), przy czym pełne nawożenie nie sprzyjało jego gromadzeniu. Największą zawartość tego pierwiastka miała run łąkowa nie nawożona (do 14 ppm B) oraz nawożona jednostronnie (do 10,5 ppm B). W większości przypadków rośliny z II pokosu były zasobniejsze w bor.

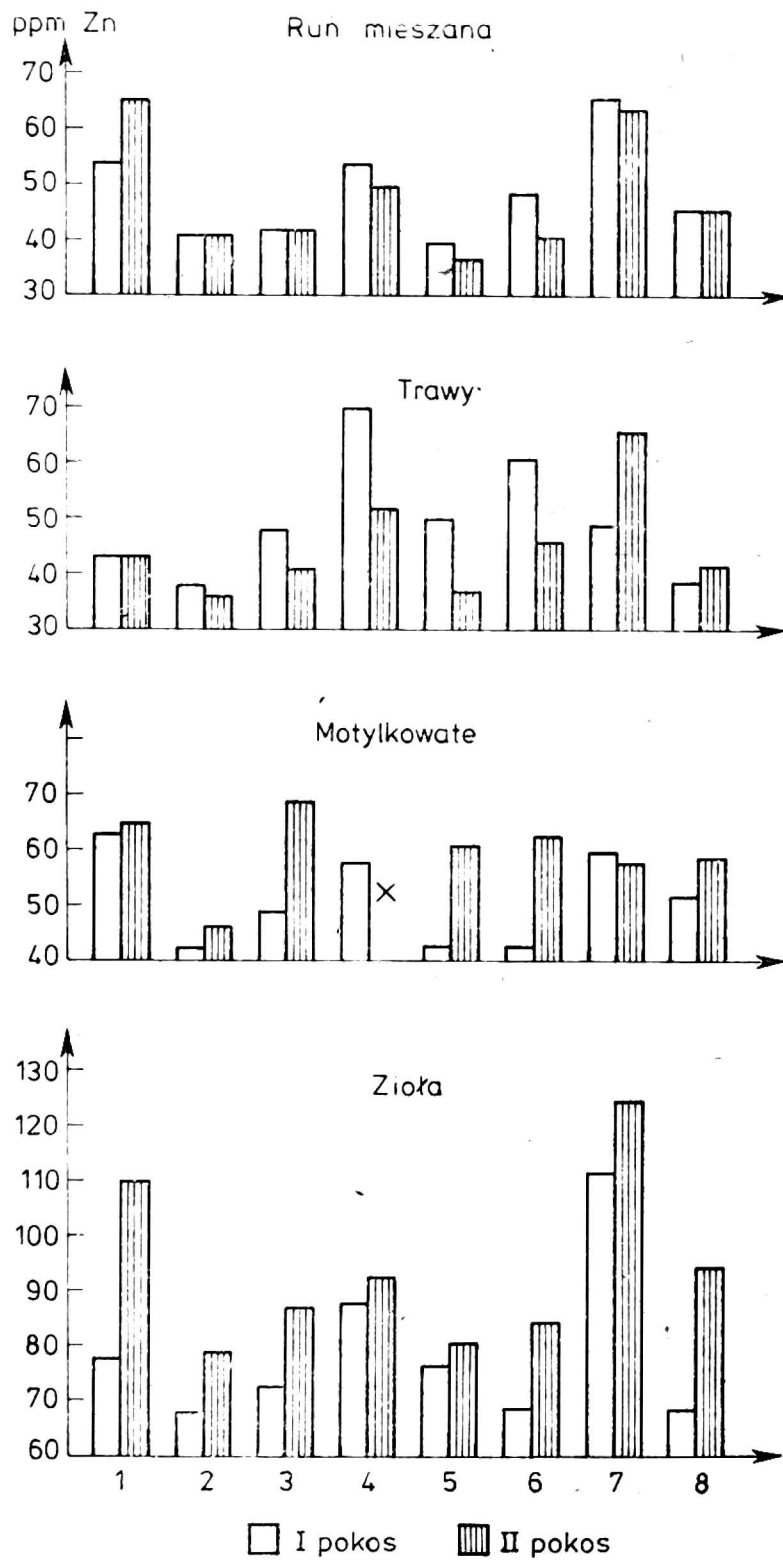
Zawartość molibdenu w runi łąkowej ilustruje rysunek 5. Zarówno mieszanka runi, jak i jej komponenty zawierały dostateczne ilości



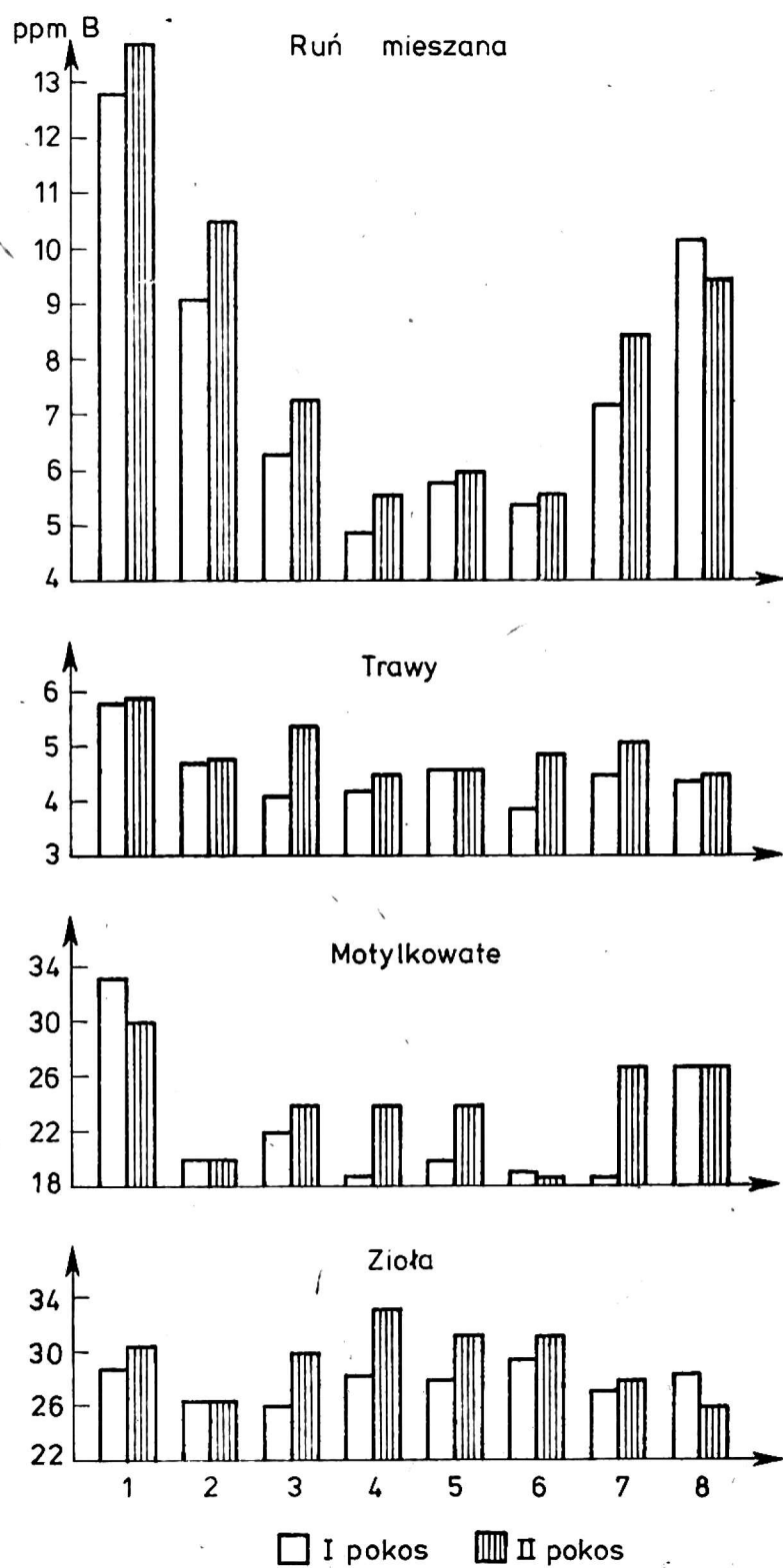
Rys. 1. Zawartość manganu w suchej masie runi łąkowej; ruń mieszana — wartości przeciętne z 6 lat doświadczenia; frakcje runi — wartości przeciętne z 4 lat doświadczenia (III — VI rok nawożenia); 1-8 — obiekty nawozowe, jak w tabeli 1



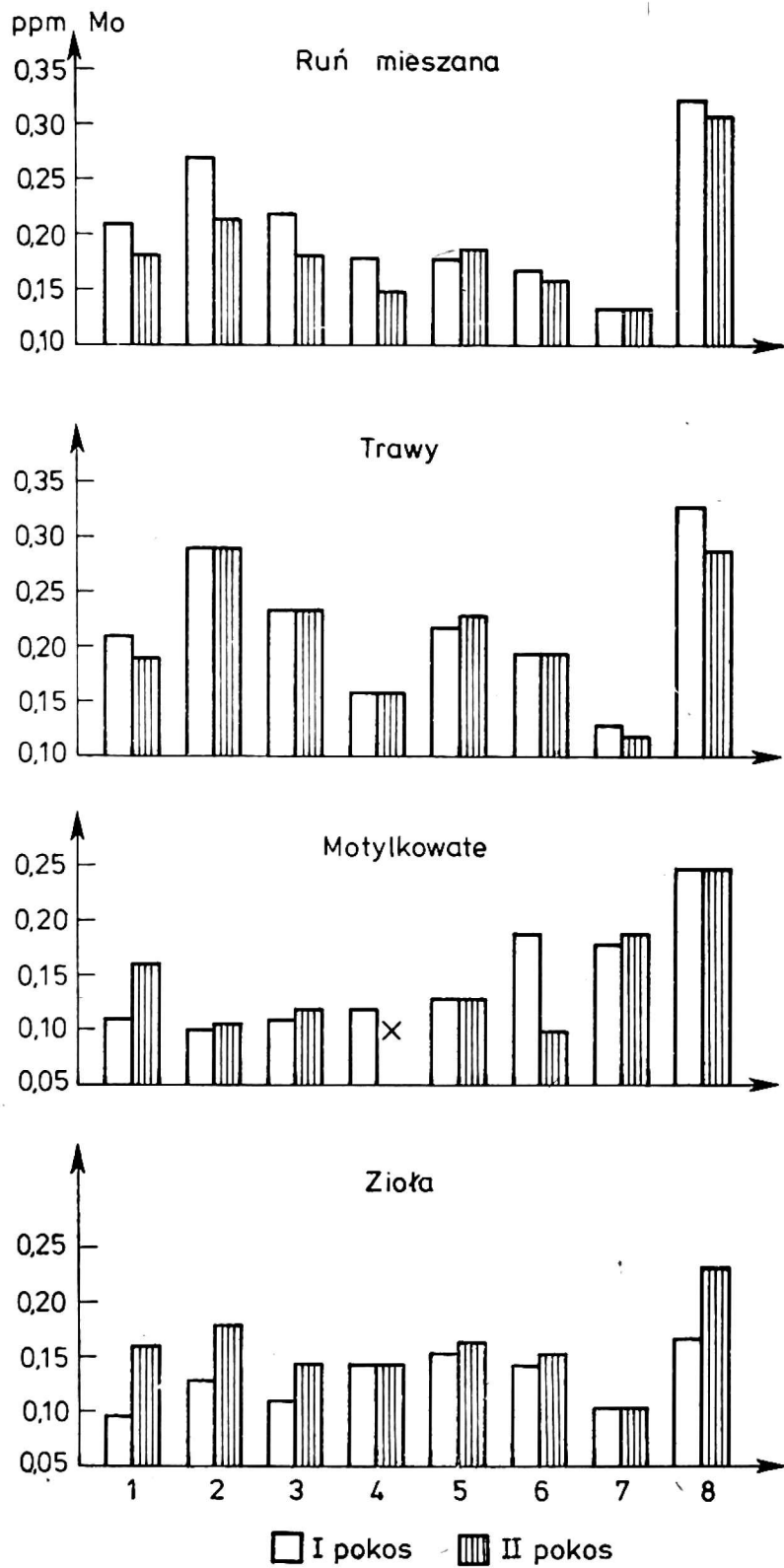
Rys. 2. Zawartość miedzi w suchej masie runi łąkowej; objaśnienia jak przy rys. 1.
 X — roślin nie zbierano



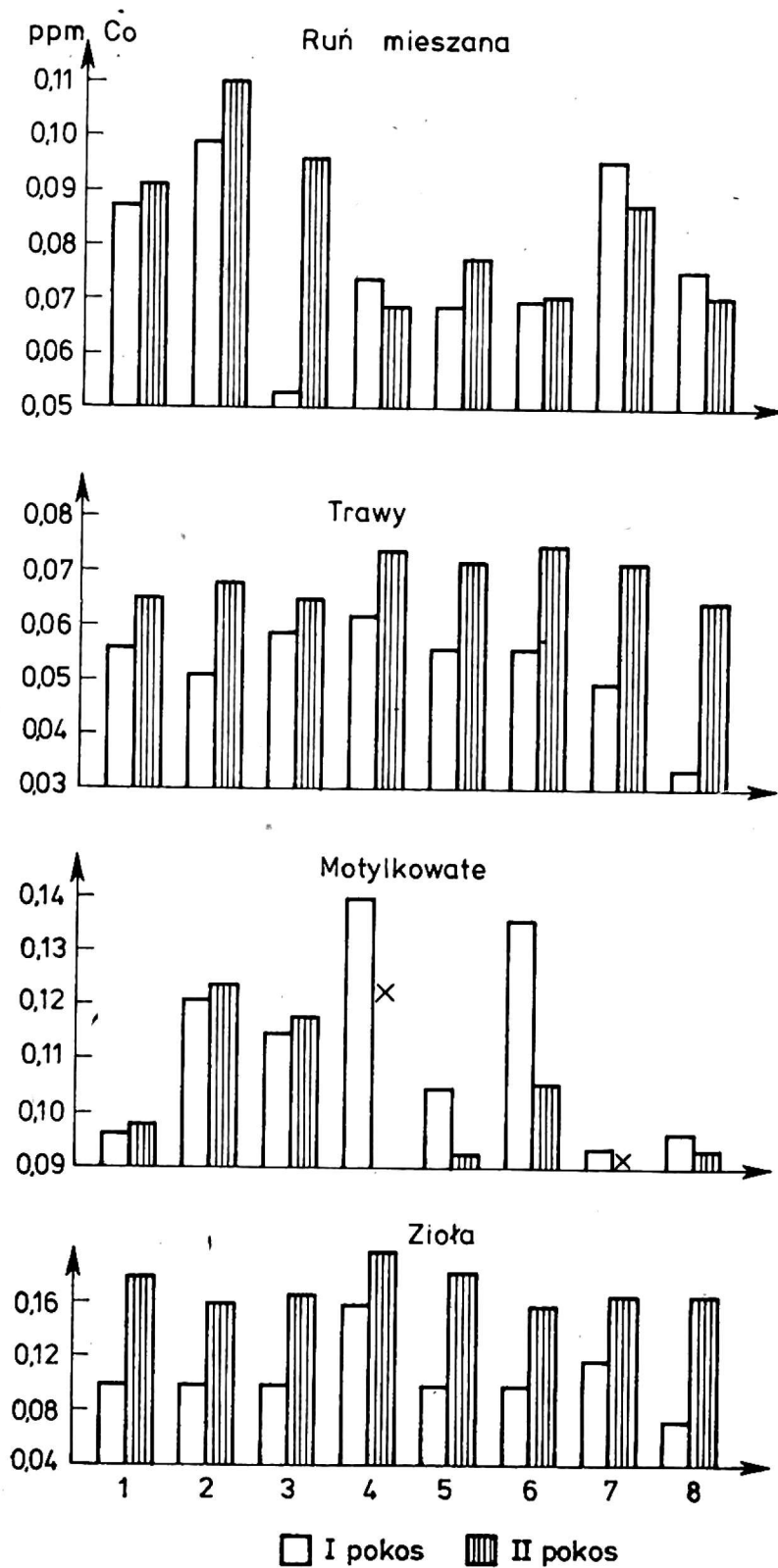
Rys. 3. Zawartość cynku w suchej runi łąkowej; objaśnienia jak przy rys. 1 i 2



Rys. 4. Zawartość boru w suchej masie runi łąkowej; objaśnienia jak przy rys. 1



Rys. 5. Zawartość molibdenu w suchej masie runi łąkowej; objaśnienia jak przy rys. 1 i 2



Rys. 6. Zawartość kobaltu w suchej masie runi łąkowej; objaśnienia jak przy rys. 1 i 2

Tabela 2

Zawartość mikropierwiastków we frakcji turzyc i kosmatek z runi łąki górskiej

| Pierwia- stek | Pokos | Obiekty nawozowe ^b | | | | | | | |
|------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Mn | I | 315 | 298 | 337 | 394 ^a | 268 | — | 419 | 326 |
| | II | 648 | 566 | 594 | — | 694 ^a | — | 661 | 411 |
| Cu | I | 6,6 | 5,1 | 5,8 | 6,1 ^a | 5,4 | 5,9 ^a | 9,0 | 5,6 |
| | II | 6,0 ^a | 8,9 ^a | 9,4 ^a | — | — | — | 8,5 | 5,9 |
| Zn | I | 99 | 90 | 112 | 134 ^a | 111 | 118 ^a | 103 | 100 |
| | II | 137 | 180 ^a | 161 ^a | — | — | — | 99 | 103 |
| B | I | 8,5 | 6,8 | 7,0 | 5,9 ^a | 6,8 | 11,0 ^a | 7,6 | 7,8 |
| | II | 7,2 | 6,4 | 6,2 | — | 7,4 | — | 8,2 | 8,5 |
| Mo | I | 0,7 | 0,9 | 0,7 | — | 0,8 | — | 0,4 | 1,0 |
| | II | 0,6 ^a | — | — | — | — | — | 0,3 | 1,0 |
| Co | I | 0,08 | 0,08 | 0,09 ^a | — | 0,07 ^a | — | 0,10 | 0,08 |
| | II | 0,07 | — | — | — | — | — | 0,09 | 0,06 |

^a Wyniki oznaczeń w próbkach roślin zebranych od III do VI roku nawożenia (średnio z jednego do 4 lat doświad.).

^b Jak w tabeli 1.

(1,5 ppm Mo) tego pierwiastka [6] dla zakwalifikowania siana do dobrej paszy. Wyraźnie stymulująco na pobieranie molibdenu przez rośliny wpływało nawożenie fosforowe, a także fosforowo-potasowe. Rośliny dwuliścienne zawierały mniej tego pierwiastka niż trawy. Nawożenie azotowe, zwłaszcza saletrą amonową, ograniczało przyswajalność molibdenu dla roślin, prawdopodobnie w wyniku zakwaszenia środowiska glebowego.

Zawartość kobaltu (rys. 6) była najbardziej zróżnicowana w zależności od nawożenia w przypadku roślin motylkowatych. Brak nawożenia i nawożenie jednostronne nie sprzyjały gromadzeniu kobaltu w tej grupie roślin. Badając ilość Co w trawach i ziołach stwierdzono większą zawartość tego pierwiastka w roślinach z drugiego pokosu przy słabym zróżnicowaniu w zależności od zastosowanego nawożenia. Poza jednym przypadkiem runi łąkowa z obu pokosów zawierała ponad 0,07 ppm Co, spełniała więc pod tym względem warunki dobrej paszy.

W trakcie analizy botaniczno-wagowej wyosobniono z próbek runi łąkowej z niektórych obiektów nawozowych turzycy i kosmatki. Wyniki analizy tej grupy roślin przedstawiono w tabeli 2. Są one zasobne w mangan, przy czym nawożenie fosforowe ograniczało nadmierne pobieranie tego mikropierwiastka. W roślinach tych stwierdzono również wysoką zawartość cynku i molibdenu, natomiast pod względem zasobności w miedź, bor i kobalt były podobne do traw. Fosfor w nawozach osłabiał pobieranie cynku, a zwiększał pobieranie molibdenu i boru przez turzycę i kosmatki.

WNIOSKI

1. Zawartość mikropierwiastków w runi łąkowej była wypadkową zmian w składzie botanicznym wywołanych nawożeniem azotowym oraz poziomu tych składników we frakcjach runi łąkowej.

2. Termin zbioru (pokos) miał wyraźny wpływ jedynie na zawartość manganu.

3. Nawożenie azotowe, szczególnie saletra amonowa, spowodowało wzrost w zawartości manganu oraz częściowo miedzi i cynku w runi łąkowej, jednostronne nawożenie fosforowe stymulowało pobieranie przez rośliny molibdenu, a fosforowo-potasowe — pobieranie kobaltu i molibdenu.

4. Nawożenie mineralne obniżało zawartość boru w runi łąkowej, a zawartość kobaltu zależała od wysokości plonu.

LITERATURA

1. Alten F., Weiland H.: Z. Pflanz. Ernähr. Düng. Bodenk., Ser. A, 30, 193, 1933.
2. Baron H.: Z. Analyt. Chem. 143, 339, 1954.
3. Boratyński K., Rózyk E., Ziętecka M.: Roczn. glebozn. 22/1, 205-264, 1971.
4. Czekalski A., Kociałkowski Z., Skolimowski L.: Roczn. Nauk rol., Ser. A, 97, 4, 61-74, 1971.
5. Koter M., Bardzicka B.: Roczn. glebozn. 23/2, 216-232, 1972.
6. Nowak M.: Roczn. glebozn. 23/2, 197-204, 1972.
7. Mazur K., Mazur T.: Acta agr. silv., Ser. agr., 12/1, 85-112, 1972.
8. Mazur K., Mazur T.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 149, 151-160, 1973.
9. Mazur K., Mazur T.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 210, 29-45, 1978.
10. Mazur T., Filipek J., Mazur K., Skrijka P.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 245-253, 1976.
11. Scharrer K., Eberhardt W.: Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk., 72 (117) 115, 1956.
12. Schaumlöffel E.: Landw. Forsch. 13, 278, 1960.
13. Unterwood E. J.: Żywienie mineralne zwierząt. PWRiL, Warszawa 1971.

T. Mazur

ВЛИЯНИЕ 6-ЛЕТНЕГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО
МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЛУГОВОМ ТРАВСТОЕ

Резюме

На горном луку (700 м н. у. м.) применяли одностороннее удобрение аммиачной селитрой и супертомашином, а также удобрение РК и НРК при двух уровнях азота: 90 и 180 кг N на гектар. Опыт проводился на кислой, бедной усвояемыми соединениями фосфора почве, со средним содержанием калия, покрытой растительностью бедных местообитаний, сопут-

ствующей сообществу белоуса жесткого. В результате удобрения происходили последовательные изменения в ботаническом составе травостоя, дифференцированные в зависимости от удобряемого объекта. Содержание микроэлементов определяли в смешанном травостое и его отдельных компонентах. В среднем за 6-летний период опыта в результате удобрения (за исключением одностороннего фосфорного удобрения) происходило повышение содержания марганца, высшее в объектах с аммиачной селитрой (до 62%), чем с мочевиной (до 26%). На повышение уровня меди в урожае влияло в известной степени азотное удобрение, особенно аммиачной селитрой. Минеральное удобрение приводило в общем к снижению содержания бора в травостое, особенно в объектах с NPK. Это связано в первую очередь с рецессией двудольных растений. Подобное явление наблюдалось также по отношению к молибдену, содержание в урожае которого повышалось только в объектах P (53%) и PK (32%), а также к кобальту, усваивание растениями которого стимулировало удобрение PK. Содержание цинка не было четко обусловлено примененным удобрением.

T. Mazur

EFFECT OF THE 6-YEAR DIFFERENTIATED MINERAL FERTILIZATION ON THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN THE MEADOW SWARD

Summary

In a mountain meadow (700 m a.s.l.) one-sided fertilization with ammonium nitrate and supertomasin as well as PK and NPK fertilization at two nitrogen levels: 90 and 180 kg N per hectare was applied. The experiment was carried out on acid soil, poor in available phosphorus compounds and containing medium potassium amounts, covered with low-value vegetation, accompanying the common matgrass community. In consequence of fertilization successive changes in the botanical composition of meadow sward, differentiated depending on the fertilization treatments, took place. The content of microelements was determined in the mixed sward and in its particular fractions. In the 6-year period of the experiment an increase of the manganese content under the fertilization effect (except for the one-sided phosphorus fertilization), higher in the treatments with ammonium nitrate (up to 62%) than with urea (up. to 26%) was observed. That was the nitrogen fertilization, particularly with ammonium nitrate, which led to a higher copper level in the yield. The mineral fertilization led, on the whole, to a decrease of the boron content in the meadow sward, particularly in the NPK treatments. It was connected, first of all, with a recession of dicotyledonous species. Similar phenomenon was observed with molybdenum, the content of which in the yield increased only in the P (53%) and PK (32%) treatments as well as with cobalt, the uptake of which by plants was stimulated by the PK fertilization. The zinc content did not depend distinctly on the fertilization applied.