

Wiesław BEDNAREK

**Pobranie mikroelementów przez kupkówkę pospolitą w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Cz. II. Miedź**

The Uptake of Micro-Elements by Rougle-Cocks Foot in the Conditions of Differentiated Mineral Fertilization. Part II. Copper

Jednym z mikroelementów niezbędnych do właściwego przebiegu procesów metabolicznych w organizmach roślinnych i zwierzęcych jest miedź (1, 13-15, 22). W roślinie Cu wpływa na procesy fotosyntezy, reakcje enzymatyczne, metabolizm lipidów i związków żelazowych oraz redukcję azotanów. Jest pierwiastkiem koniecznie potrzebnym zwierzętom ze względu na regulację wielu ważnych czynności w ich organizmach. Miedź wchodzi w skład enzymów utleniających, jest niezbędna w tworzeniu hemoglobiny i właściwym przebiegu procesów wzrostowych.

Pełnowartościowa pasza powinna zawierać 8-14 mg Cu kg<sup>-1</sup>. Jednym z czynników, który ma duży wpływ na zawartość tego pierwiastka w roślinie jest nawożenie mineralne (1-23).

Celem badań było poznanie wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość i pobranie miedzi przez kupkówkę pospolitą oraz określenie zależności występujących pomiędzy pobraniem Cu a ilością tego pierwiastka w brunatnej glebie lessowej.

**METODYKA BADAŃ**

Materiał do badań przedstawionych w niniejszej pracy został pobrany z doświadczeń polowych omówionych szczegółowo w części pierwszej opracowania, pt.: Cynk.

W glebie miedź oznaczono metodą AAS, po uprzedniej ekstrakcji roztworem kwasu azotowego, w materiale roślinnym również metodą AAS po wcześniejszej mineralizacji na gorąco stężonym kwasem siarkowym z udziałem perhydrolu.

Ponieważ nie stwierdzono wystąpienia istotnych korelacji pomiędzy zawartością miedzi w glebie a ilością i pobraniem tego składnika przez kupkówkę pospolitą w kolejnych latach doświadczeń, zrezygnowano z umieszczenia w przedstawionym opracowaniu odpowiedniej tabeli.



## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Ocena wyników przedstawionych w tab. 1 wskazuje, że zawartość miedzi przyswajalnej w glebie zależała istotnie od interakcyjnego współdziałania NPK oraz nawożenia fosforem rozpatrywanego oddzielnie. Również zastosowanie zwiększanych dawek azotu oraz potasu powodowało zmniejszenie ilości Cu, szczególnie na skutek zastosowania dawki podwójnej i w mniejszym stopniu dawki potrójnej. Była to jedynie tendencja, która nie została jednak potwierdzona obliczeniami statystycznymi. W kolejnych latach prowadzenia doświadczeń zawartość miedzi w glebie systematycznie i istotnie obniżała się (tab. 4).

Tab. 1. Zawartość miedzi przyswajalnej w glebie po zbiorze pierwszego pokosu kupkówki ( $\text{mg Cu kg}^{-1}$ )  
The content of available copper in the soil after the picking of the first cut of rought cock's-foot ( $\text{mg Cu kg}^{-1}$ )

| NAWOŻENIE                         | P <sub>1</sub> |                |                | P <sub>2</sub> |                |                | P <sub>3</sub> |                |                | $\bar{x}$<br>z<br>N |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
|                                   | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> |                     |
| N <sub>1</sub>                    | 2,48           | 3,02           | 2,47           | 2,65           | 2,65           | 2,27           | 3,00           | 2,18           | 2,30           | 2,56                |
| N <sub>2</sub>                    | 2,92           | 2,52           | 2,37           | 2,90           | 1,65           | 2,33           | 2,22           | 2,28           | 2,32           | 2,39                |
| N <sub>3</sub>                    | 2,52           | 2,62           | 2,62           | 2,18           | 2,38           | 2,17           | 2,35           | 2,45           | 2,23           | 2,39                |
| $\bar{x}$ z PK                    | 2,64           | 2,72           | 2,48           | 2,58           | 2,23           | 2,25           | 2,52           | 2,30           | 2,28           |                     |
| $\bar{x}$ z P                     | 2,61           |                |                | 2,35           |                |                | 2,37           |                |                |                     |
| $\bar{x}$ z K                     |                |                |                | 2,58           | 2,42           | 2,34           |                |                |                |                     |
| $\bar{x}$ NP                      | N <sub>1</sub> | 2,65           |                | 2,52           |                |                | 2,49           |                |                |                     |
|                                   | N <sub>2</sub> | 2,60           |                | 2,29           |                |                | 2,27           |                |                |                     |
|                                   | N <sub>3</sub> | 2,58           |                | 2,24           |                |                | 2,34           |                |                |                     |
| $\bar{x}$ NK                      | N <sub>1</sub> |                |                | 2,71           | 2,62           | 2,34           |                |                |                |                     |
|                                   | N <sub>2</sub> |                |                | 2,68           | 2,15           | 2,34           |                |                |                |                     |
|                                   | N <sub>3</sub> |                |                | 2,35           | 2,48           | 2,34           |                |                |                |                     |
| NIR (p = 0,05) P00,24, NPK = 1,07 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                     |

C z u b a i M u r z y ń s k i nie stwierdzili istotnych zmian w zawartości miedzi przyswajalnej w glebie łąkowej po zastosowaniu zwiększanych dawek azotu i potasu (4, 5). Jednocześnie wieloletnie, wysokie plonowanie runi prowadziło do wyczerpania z gleby w pierwszej kolejności miedzi, a następnie cynku (7). G e m b a r z e w s k i wyraził pogląd, że fosfor nie wpływał na zawartość miedzi dostępnej w glebie (11). G o r l a c h i S t ę p i ę ń donoszą z kolei, iż zmiany zawartości przyswajalnych form mikroelementów pod wpływem nawożenia, jak i z biegiem czasu prowadzenia doświadczeń, zależały niekiedy od siedliska łąkowego i były różne dla poszczególnych mikroelementów (15). K u c z y ń s k a podaje, że Cu w glebie torfowej obiektu zerowego wynosiła  $1,6 \text{ mg kg}^{-1}$  a w glebie obiektu nawożonego NPK –  $0,5 \text{ mg Cu kg}^{-1}$  (18). Intensywne nawożenie mineralne pastwisk prowadzi do uruchomienia nagromadzonych w glebie połączeń miedzi i może z biegiem czasu doprowadzić do wyczerpania naturalnych zasobów Cu (1).



Zawartość miedzi w kupkóvkę pospolitej nie zależała istotnie od nawożenia mineralnego (tab. 2). Stwierdzenie to dotyczy nawożenia azotem oraz fosforem, choć w tym ostatnim przypadku wystąpiła wyraźna tendencja do zmniejszania zawartości Cu pod wpływem zwiększanych dawek P. Jak wykazały obliczenia, zastosowanie zwiększonych dawek potasu spowodowało udowodnione statystycznie zmniejszenie ilości Cu w roślinie. Kupkówka była w sposób zadowalający zaopatrzona w miedź z punktu widzenia żywienia roślin i zwierząt.

Tab. 2. Zawartość miedzi w pierwszym pokosie kupkówki pospolitej ( $\text{mg Cu kg}^{-1}$ )  
The content of copper in the first cut of rought cock's-foot ( $\text{mg Cu kg}^{-1}$ )

| NAWOŻENIE              |                | P <sub>1</sub> |                |                | P <sub>2</sub> |                |                | P <sub>3</sub> |                |                | $\bar{x}$<br>z<br>N |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
|                        |                | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> |                     |
|                        | N <sub>1</sub> | 13,0           | 10,0           | 10,7           | 11,2           | 10,2           | 8,2            | 12,7           | 7,7            | 9,8            | 10,4                |
|                        | N <sub>2</sub> | 15,8           | 9,7            | 8,8            | 10,7           | 8,3            | 9,5            | 13,5           | 8,7            | 7,8            | 10,3                |
|                        | N <sub>3</sub> | 14,7           | 11,0           | 7,7            | 13,5           | 12,7           | 8,3            | 9,3            | 9,2            | 8,3            | 10,5                |
|                        | $\bar{x}$ z PK | 14,5           | 10,2           | 9,0            | 11,8           | 10,4           | 8,7            | 11,8           | 8,5            | 8,7            |                     |
|                        | $\bar{x}$ z P  | 11,3           |                |                | 10,3           |                |                | 9,7            |                |                |                     |
|                        | $\bar{x}$ z K  |                |                |                | 12,7           | 9,7            | 8,8            |                |                |                |                     |
| $\bar{x}$              | NP             | N <sub>1</sub> |                |                |                | 9,8            |                |                |                |                |                     |
|                        |                | N <sub>2</sub> |                |                |                | 9,5            |                |                |                |                |                     |
|                        |                | N <sub>3</sub> |                |                |                | 11,5           |                |                |                |                |                     |
| $\bar{x}$              | NK             | N <sub>1</sub> |                |                |                | 12,3           | 9,3            | 9,5            |                |                |                     |
|                        |                | N <sub>2</sub> |                |                |                | 13,3           | 8,9            | 8,7            |                |                |                     |
|                        |                | N <sub>3</sub> |                |                |                | 12,5           | 10,9           | 8,1            |                |                |                     |
| NIR (p = 0,05) K = 1,5 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                     |

Czuba i Murzyński twierdzą, że wieloletnie stosowanie dużych dawek NPK w pierwszej kolejności obniżało zawartość w sianie miedzi (6). Podobnego zdania jest Kuczyńska (18). Doboszyński i Szuniewicz zauważyli zbliżoną tendencję w kupkóvkę nawożonej azotem i fosforem (8). Jednocześnie Gałczyńska zwraca uwagę, że nawożenie wysokimi dawkami azotu nie wpłynęło w istotny sposób na zawartość m.in. Cu w trawach (10). Podobny pogląd wyrazili Czuba i Murzyński w stosunku do roślin nawożonych zwiększonymi dawkami azotu i potasu (4) oraz Gorlach, Curyło i Stępień (13-15), K. Mazur, T. Mazur i Filipek (19), a także Krauze i wsp. (16). Stuczyński, Stuczyńska i Skałacki twierdzą, że zwiększenie dawki azotu zmniejsza w roślinach zawartość miedzi (23), a T. Mazur, iż prowadzi do jej zwiększenia (20). Nawożenie fosforem przyczyniło się do zmniejszania zawartości Cu w roślinach lnu, owsa i ziarna pszenicy (11, 12). Natomiast stosowanie zwiększanych dawek potasu nie wywoływało zmian zawartości tego składnika w roślinności pastwisk (22).



Zawartość miedzi w roślinach zależy nie tylko od nawożenia, ale również, m.in. od terminu zbioru, składu gatunkowego runi, czynników klimatycznych czy właściwości gleb (1-4, 6, 7, 9, 10, 17, 18, 21).

Pobranie miedzi przez kupkówkę nie zależało istotnie od interakcyjnego współdziałania NPK a jedynie od nawożenia azotem i potasem rozpatrywanych oddzielnie (tab. 3). Nawożenie azotem, poprzez oddziaływanie na plon, powodowało udowodniony statystycznie przyrost pobrania Cu, natomiast nawożenie potasem przyczyniło się do obniżenia pobrania tego składnika. Nawożenie fosforem nie miało istotnego wpływu na pobranie miedzi, chociaż i w tym przypadku można mówić o pewnej tendencji do obniżenia pobrania tego składnika przez roślinę. Najwięcej miedzi pobrały rośliny w drugim roku i było ono istotnie większe niż w roku trzecim i pierwszym (tab. 4).

Tab. 3. Pobranie miedzi przez pierwszy pokos kupkówki pospolitej (g Cu z ha)  
The uptake of copper by the first cut of rough cock's-foot (g Cu from ha)

| NAWOŻENIE                         |                | P <sub>1</sub> |                |                | P <sub>2</sub> |                |                | P <sub>3</sub> |                |                | $\bar{x}$<br>z<br>N |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
|                                   |                | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> |                     |
|                                   | N <sub>1</sub> | 56,6           | 40,6           | 48,9           | 43,3           | 41,2           | 33,4           | 54,0           | 30,8           | 43,9           | 43,6                |
|                                   | N <sub>2</sub> | 86,4           | 55,1           | 50,9           | 51,9           | 42,3           | 50,1           | 71,2           | 48,0           | 40,9           | 55,2                |
|                                   | N <sub>3</sub> | 85,6           | 58,7           | 44,7           | 69,2           | 62,8           | 44,5           | 52,5           | 54,0           | 44,0           | 57,3                |
|                                   | $\bar{x}$ z PK | 76,2           | 51,5           | 48,2           | 54,8           | 48,8           | 42,7           | 59,3           | 44,3           | 42,9           |                     |
|                                   | $\bar{x}$ z P  | 58,6           |                |                | 48,7           |                |                | 48,8           |                |                |                     |
|                                   | $\bar{x}$ z K  |                |                |                | 63,4           | 48,2           | 44,6           |                |                |                |                     |
| $\bar{x}$                         | NP             | 48,7           |                |                | 39,3           |                |                | 42,9           |                |                |                     |
|                                   | N <sub>2</sub> | 64,1           |                |                | 48,1           |                |                | 53,4           |                |                |                     |
|                                   | N <sub>3</sub> | 63,0           |                |                | 58,8           |                |                | 50,2           |                |                |                     |
| $\bar{x}$                         | NK             |                |                |                | 51,3           | 37,6           | 42,0           |                |                |                |                     |
|                                   | N <sub>2</sub> |                |                |                | 69,9           | 48,5           | 47,3           |                |                |                |                     |
|                                   | N <sub>3</sub> |                |                |                | 69,1           | 58,5           | 44,4           |                |                |                |                     |
| NIR (p = 0,05) N = 11,3, K = 11,3 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                     |

Tab. 4. Zawartość miedzi w glebie i roślinie oraz pobranie tego składnika przez pierwszy pokos kupkówki pospolitej

The content of copper in the soil and in the plant and the uptake of this element by the first cut of rough cock's-foot

| Rok doświadczeń | Zawartość w glebie<br>mg Cu kg <sup>-1</sup> | Zawartość w roślinie<br>mg Cu kg <sup>-1</sup> | Pobranie<br>g Cu z ha |
|-----------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
| 1987            | 2,84                                         | 10,4                                           | 42,8                  |
| 1988            | 2,44                                         | 11,8                                           | 63,1                  |
| 1989            | 2,05                                         | 9,0                                            | 50,3                  |
| NIR (p = 0,05)  | 0,08                                         | 1,2                                            | 6,4                   |



Dodatni wpływ azotu na pobranie składników pokarmowych przez rośliny znany jest od dawna (1, 3, 4, 6, 12, 16, 18, 19, 23). Czuba i Murzyński stwierdzili, że pobranie miedzi było głównie funkcją wielkości plonu oraz jej zawartości w roślinach (4, 6). Podobnego zdania jest również Bartnik i wsp., którzy ponadto zauważają, iż największe ilości Cu pobierane są przez pierwszy odrost, i że pobieranie to maleje wyraźnie pod koniec wegetacji (1). Podzielenie wysokich dawek azotu na części i zastosowanie ich pod poszczególne pokosy powodowało zwiększenie pobrania miedzi przez kupkówkę, w porównaniu do odpowiednich dawek stosowanych jednorazowo przy ruszeniu wegetacji (23). Fosfor zastosowany w dużych dawkach ograniczał pobieranie Cu przez pszenicę i owies (12). Z kolei wzrastające dawki NPK wpływały na zwiększone pobranie tego mikroelementu przez roślinność łąkową (16, 18).

Zawartość Cu w kupkówce, pobranie tego składnika przez roślinę oraz jej plonowanie nie zależało istotnie od ilości miedzi przyswajalnej w warstwie ornej brunatnej gleby lessowej (liczba obserwacji = 27). Powyższa uwaga dotyczyła korelacji rozpatrywanych oddzielnie w każdym z trzech lat prowadzenia doświadczeń.

Podobną, nieistotną zależność pomiędzy zawartością miedzi przyswajalnej w glebie a ilością tego składnika w ziarnie i słomie pszenicy stwierdził Czuba (3). Również Kuczyńska informuje, że zawartość miedzi w sianie nie zależała od koncentracji tego pierwiastka w glebie torfowej, lecz ilość pobranej Cu przez rośliny wysoko korelowała z jej zawartością w glebie ( $r = 0.995$ ). Gałczyńska natomiast zwraca uwagę na występowanie istotnych zależności pomiędzy zawartością Cu w trawach i glebie (10). Również Chojnacki i wsp. stwierdzili wystąpienie istotnych, dodatnich korelacji pomiędzy zawartością miedzi w glebie i materiale roślinnym zbóż (2).

#### WNIOSKI

Z przedstawionych badań wynikają następujące wnioski:

1. Nawożenie mineralne, szczególnie fosforem oraz w mniejszym stopniu azotem i potasem przyczyniło się do obniżenia zawartości miedzi przyswajalnej w glebie. Jej ilość zmniejszała się istotnie w kolejnych latach prowadzenia doświadczeń.
2. Zawartość miedzi w kupkówce pospolitej zmniejszała się wyraźnie pod wpływem zwiększanych dawek potasu oraz fosforu. Nie zależała istotnie od nawożenia azotem.
3. Pobranie miedzi przez kupkówkę pospolitą zwiększało się istotnie pod wpływem nawożenia azotem oraz obniżało na skutek zastosowania zwiększanych dawek potasu. Nawożenie fosforem nie miało istotnego wpływu na pobranie tego składnika przez roślinę.
4. Zawartość miedzi w kupkówce pospolitej, pobranie tego składnika przez roślinę oraz jej plonowanie w każdym z trzech lat doświadczeń, nie zależało istotnie od zawartości w glebie Cu przyswajalnej.

#### PIŚMIENICTWO

1. Bartnik W., Bobrzecka D., Krauze A.: Wpływ intensywnego nawożenia użytków zielonych na plonowanie i wartość pokarmową roślin. Cz. IV. Miedź w glebie i roślinności pastwiska. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 210, 1978.



2. Chojnacki A., Filipiak K., Ponikiewska A.: Zależność między zawartością przyswajalnych form składników pokarmowych w glebie a ich zawartością w materiale roślinnym zbóż. *Pam. Puł.*, z. 76, 1981.
3. Czuba R.: Badania nad pobieraniem składników pokarmowych przez pszenicę ozimą. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 96, z. 1, 1969.
4. Czuba R., Murzyński J.: Badania nad pobieraniem mikroelementów przez roślinność łąkową w warunkach wzrastających dawek azotu i potasu. *Cz. I. Bor i miedź. Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 102, z. 3, 1977.
5. Czuba R., Murzyński J.: Zawartość przyswajalnych form mikroelementów w glebie łąkowej pod wpływem długoletniego stosowania wzrastających dawek azotu i potasu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
6. Czuba R., Murzyński J.: Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. *Cz. III. Zawartość mikroelementów w sianie i ich pobranie. Roczn. Glebozn.*, t. XLI, 1/2, 1990.
7. Czuba R., Murzyński J.: Wyczerpywanie mikroelementów przez roślinność z gleby łąkowej intensywnie nawożonej w okresie 15 lat. *Mat. VI Symp. "Mikroelementy w rolnictwie"*, Wrocław 1991.
8. Doboszyński L., Szuniewicz K.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce i tymotce w zależności od zaopatrzenia w N,P,K. *Wiad. Melior. i Łąk.*, nr 2, 1981.
9. Gajda J., Dudziak S.: Zawartość i stosunki ilościowe składników mineralnych w kupkówce. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. E*, vol. XXXV/XXXVI, 1980/1981.
10. Gałczyńska B.: Wpływ wysokich dawek nawozów azotowych na zawartość mikroelementów w trawach. *Pam. Puł.*, z. 59, 1974.
11. Gembarzewski H.: Wpływ nawożenia fosforem na przyswajalność mikroelementów. *Prace Nauk. AE we Wrocławiu, Chemia*, 200, 1982.
12. Gembarzewski H., Gromadziński A., Ferlas A., Pelczar M., Lipski R.: Wpływ fosforu na przyswajalność miedzi i cynku dla roślin. *Prace Nauk. AE we Wrocławiu, Chemia*, 338, 1986.
13. Gorlach E., Curyło T.: Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na plonowanie i skład mineralny runi łąkowej w świetle 6-letnich doświadczeń. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 210, 1978.
14. Gorlach E., Curyło T.: Zmiany zawartości Cu, Mn i Zn w roślinach łąkowych pod wpływem wieloletniego nawożenia N,P,K i wapnowania. *Mat. Symp. "Wpływ nawożenia na jakość plonów"*, Olsztyn 1986.
15. Gorlach E., Stępień S.: Zawartość mikroelementów w runi łąkowej i ich form przyswajalnych w glebie w 9-letnim okresie stosowania zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
16. Krauze A., Bobrzecka D., Koter M., Benedycka Z.: Wpływ wieloletniego intensywnego nawożenia na dynamikę mikroelementów w runi pastwiska. *Część I. Miedź. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 242, 1983.
17. Krzywiecki S.: Wpływ terminu i częstotliwości koszenia na plon i skład chemiczny intensywnie nawożonych traw w uprawie polowej. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 104, z.1, 1979.
18. Kuczyńska I.: Zależność między zawartością miedzi i molibdenu w sianie a zawartością tych pierwiastków w glebie torfowej. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. F, t. 78, z. 1, 1971.
19. Mazur K., Mazur T., Filipek B.: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość mikropierwiastków w runi łąki nizinnej i podgórskiej. *Mat. IV Symp. "Mikroelementy w rolnictwie"*, 1991.
20. Mazur T.: Zależność między długotrwałym nawożeniem mineralnym a zawartością mikropierwiastków w roślinności łąki górskiej. *Mat. Symp. "Wpływ nawożenia na jakość plonów"*, Olsztyn, z. 2, 1986.
21. Młynarczyk K., Olkowski M.: Porównanie zawartości składników mineralnych w niektórych gatunkach traw. *Mat. Symp. "Wpływ nawożenia na jakość plonów"*, Olsztyn, z. 2, 1986.
22. Rybak K.: Współdziałanie potasu i sodu w nawożeniu pastwisk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 210, 1978.
23. Stuczyński E., Stuczyńska J., Skałacki S.: Wpływ nawożenia azotem na zawartość niektórych mikroelementów w kupkówce. *Pam. Puł.*, z. 59, 1974.

## SUMMARY

Three-years' field experiments established on brown soil formed from loess estimated the influence of differentiated mineral fertilization on the content of copper in the soil and in the plant and the uptake of this element by rough cocks-foot. The basic dose of this fertilizer was the following: 120 kg N ha<sup>-1</sup>, 34,9 kg P ha<sup>-1</sup> and 83 kg K ha<sup>-1</sup>; it was also used in double or threefold quantities. It was found out that:



- Mineral fertilization, especially with phosphorus but to a lesser extent also with nitrogen and potassium contributed to the lowering of the content of available copper in the soil.
- The content of copper in rought cocks-foot clearly dropped under the influence of increasing doses of potassium and phosphorus. It was not significantly related to nitric fertilization.
- The uptake of copper by rought cocks-foot increased due to the use of increasing potassium doses. Phosphorus fertilization had no significant effect on the uptake of this element by the plant.
- The content of copper in rought cocks-foot, the uptake of this element by the plant and the latters yielding in each of the three years of the experiments, had no significant relation to the content of available Cu in the soil.

WILKIEJ REDNAREK, WOJCIECH LIPINSKI

## Podział mikroelementów przez kopytówkę pospolitą w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Część III. Mangan

The Uptake of Micro-Elements by Rought Cocks-Foot in the Conditions of Different Mineral Fertilization. Part III. Manganese

Przebiegiem spełniającym wiele funkcji życiowych w organizmie roślinnym, jest i zwierzęcym jest mangan. Bierze on udział w procesach oddychania, redukcji związków i regulacji gospodarki wodnej. W organizmach zwierzęcych jest aktywnym pierwiastkiem enzymów, wpływa na prawidłowe funkcjonowanie struktur rodowych, odgrywa rolę w tworzeniu krwioglobiny i przywagajac ważny białko.

Zapewszewanie zwierząt gospodarskich na mangan wynosi średnio 20-35 mg w kilogramie suchego masy paszy (1,2).

Stężenie manganu w organizmach roślinnych i zwierzęcych uzależnione jest od wielu czynników, w tym przede wszystkim od zawartości manganu w glebie. W glebie mangan występuje w postaci jonów dwuwartościowych, które są łatwo przyswajalne przez rośliny.

## WSTĘP

W glebie, na którą składają się cząstki mineralne i organiczne, mangan występuje w postaci jonów dwuwartościowych, które są łatwo przyswajalne przez rośliny.

W glebie mangan występuje w postaci jonów dwuwartościowych, które są łatwo przyswajalne przez rośliny. W glebie mangan występuje w postaci jonów dwuwartościowych, które są łatwo przyswajalne przez rośliny.

## OMÓWIENIE WNIOSKÓW

Analiza wyników przedstawionych w III części niniejszego opracowania wskazuje na wyraźną zależność zawartości manganu w glebie od jego zawartości w roślinach. Wyniki te są zgodne z wynikami uzyskanymi w poprzednich częściach niniejszego opracowania.