

## WPLYW DESZCZOWANIA NA ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W NIEKTÓRYCH ROŚLINACH UPRAWNYCH

*Kazimierz Piechowiak, Ferdynand Orłowski, Franciszek Borówczak*

Instytut Uprawy Roli i Roślin AR, Poznań

W dotychczasowych badaniach krajowych zmiany zawartości mikroelementów pod wpływem deszczowania były uwzględniane w niewielkim stopniu. W doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 1974-1976 w RZD Złotniki badano wpływ deszczowania przy 4 poziomach NPK na zawartość Mn, Cu, B, Mo i Zn u 8 roślin: ziemniaków późnych i wczesnych, jęczmienia jarego, owsa, rzepaku ozimego, bobiku, kapusty pastewnej i pszenicy ozimej. Badane rośliny uprawiano w 2 płodozmianach 4-polowych na glebie lekkiej pseudobielicowej zaliczonej do IV klasy bonitacyjnej. Deszczowanie stosowano wg kryterium optymalnego uwilgotnienia gleby utrzymując wilgotność w warstwie 0-30 cm w okresach największej wrażliwości roślin na niedobór wody na poziomie około 75% ppw. Nawożenie wyjściowe przy poziomie pierwszym przedstawiono w tabeli 1. W każdym następnym poziomie nawożenie zwiększano w porównaniu z poprzednim o całą dawkę azotu i 2/3 dawki fosforu i po-

Tabela 1

Nawożenie mineralne NPK — 1 poziom wyjściowy

| Roślina           | Nawożenie w kg/ha |                               |                  |
|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                   | N                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Ziemniaki późne   | 60                | 60                            | 120              |
| Ziemniaki wczesne | 50                | 45                            | 90               |
| Pszenica ozima    | 45                | 45                            | 60               |
| Owies             | 40                | 45                            | 45               |
| Jęczmień jary     | 30                | 30                            | 45               |
| Rzepak ozimy      | 60                | 60                            | 90               |
| Kapusta pastewna  | 60                | 45                            | 60               |
| Bobik             | —                 | 60                            | 90               |

tasu, które stosowano w pierwszym poziomie zgodnie z zasadą, że w intensywnych warunkach nawożenia mineralnego stosunek N:P:K powinien być zawężony [2]. Zawartość mikroelementów oznaczono ogólnie przyjętymi metodami w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej we Wrocławiu. Wyniki analiz opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji i efektów regresji względem nawożenia. Istotność uzyskanych różnic oceniono testem *t* Fishera przy poziomie ufności 5%.

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analiza statystyczna wykazała istotne działanie deszczowania i nawożenia na kształtowanie się zawartości mikroelementów w suchej masie roślin. Natomiast istotne współdziałanie tych czynników nie wystąpiło. Należy zaznaczyć, że woda z Jeziora Kierskiego używana do deszczowania pól doświadczalnych w Złotnikach wykazuje wysokie pH wynoszące około 8,2. Dlatego pH gleby deszczowanej wzrosło w porównaniu z nie-deszczowaną z 5,4 do 6,1 (średnio w okresie prowadzenia doświadczeń). Można przypuszczać, że przy znanej zależności przebiegu pobierania mikroelementów od pH gleby zmiany w odczynie pola doświadczalnego pod wpływem deszczowania wpłynęły na wyniki uzyskane w omawianych badaniach. Deszczowanie spowodowało spadek zawartości manganu w granicach od 16,2 do 41,2% u tych roślin, u których stwierdzono istotne działanie tego czynnika (tab. 2).

W miarę wzrostu pH gleby zmniejszało się pobieranie manganu [3-5, 10, 12, 15], zatem dość jednoznacznie stwierdzony spadek Mn

Tabela 2

Rośliny reagujące na deszczowanie spadkiem zawartości Mn w suchej masie

| Roślina                | Zawartość Mn<br>w ppm — nie<br>deszczowane | Procentowy<br>spadek<br>pod wpływem<br>deszczowania |
|------------------------|--|---|
| Kapusta pastewna       | 132,4                                      | 40,6  |
| Bobik — nasiona        | 31,0                                       | 29,7  |
| — słoma                | 97,1                                       | 41,2  |
| Pszenica ozima — słoma | 66,6                                       | 27,0  |
| Owies — ziarno         | 71,8                                       | 16,2  |
| — słoma                | 171,4                                      | 33,3  |
| Ziemniaki późne        | 15,6                                       | 24,4  |
| Jęczmień jary — ziarno | 30,7                                       | 20,8  |
| — słoma                | 95,2                                       | 21,6  |

w suchej masie roślin pod wpływem deszczowania może wiązać się z omówionymi zmianami pH gleby. U ziemniaków, w ziarnie jęczmienia jarego oraz w nasionach bobiku zawartość tego mikroelementu spadła poniżej wartości granicznej wynoszącej 50 mg w 1 kg suchej masy przyjętej w ocenie przydatności pasz dla celów żywieniowych [1, 6, 7]. U czterech roślin wystąpił istotny spadek zawartości boru w granicach od 11,3 do 19,6%, a istotny wzrost zawartości tego mikroelementu o około 8% stwierdzono u 2 roślin (tab. 3).

Tabela 3

Zawartość B w suchej masie niektórych roślin uprawnych w warunkach deszczowania

| Roślina                 | Zawartość B<br>w ppm — nie<br>deszczowane | Procentowy<br>spadek<br>lub wzrost<br>pod wpływem<br>deszczowania |
|-------------------------|---|---|
| Jęczmień jary — ziarno  | 0,96                                      | +8,0  |
| — słoma                 | 3,93                                      | —19,6   |
| Bobik — słoma           | 16,30                                     | —15,1   |
| Pszenica ozima — ziarno | 1,37                                      | —11,7   |
| Owies — słoma           | 3,80                                      | —11,3   |
| Kapusta pastewna        | 23,10                                     | +7,8  |

Wyniki te są częściowo sprzeczne z danymi z literatury, wg których w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych bor jest łatwiej pobierany przez rośliny [4]. Trudniejsze pobieranie tego mikroelementu przez rośliny w warunkach deszczowania można tłumaczyć jednoczesnym wzrostem pH gleby, podobnie jak w przypadku Mn [4, 10, 11].

Zawartość molibdenu w warunkach deszczowania wzrastała istotnie w suchej masie roślin podanych w tabeli 4, a także u pozostałych badanych roślin pominiętych w wykazie nieistotności różnic. Również jak przy poprzednio omawianych mikroelementach wzrost ten można tłumaczyć zmianami w odczynie gleby, gdyż przyswajalność tego składnika polepsza się wraz ze wzrostem pH gleby [4, 5, 10, 12].

Molibden przy wysokiej zawartości w paszach przekraczającej 5-10 mg w 1 kg suchej masy staje się toksyczny dla zwierząt [1]. Zatem przyrosty zawartości Mo stwierdzone w omawianych badaniach praktycznie nie pogorszyły przydatności materiału roślinnego dla celów paszowych, gdyż jego zawartość kształtowała się w nim daleko poniżej wspomnianej granicy.

Tabela 4

Rośliny reagujące na deszczowanie wzrostem  
zawartości Mo w suchej masie

| Roślina                 | Zawartość Mo<br>w ppm — nie<br>deszczowane | Procentowy<br>przyrost<br>pod wpływem<br>deszczowania |
|-------------------------|--|---|
| Bobik — nasiona         | 0,57                                       | 38,6  |
| Kapusta pastewna        | 0,39                                       | 33,3  |
| Pszenica ozima — ziarno | 0,25                                       | 28,0  |
| — słoma                 | 0,23                                       | 26,1  |
| Ziemniaki późne         | 0,32                                       | 18,8  |
| Jęczmień jary — ziarno  | 0,22                                       | 9,1   |

Tabela 5

Rośliny reagujące na deszczowanie spadkiem zawartości Zn  
w suchej masie

| Roślina                | Zawartość Zn<br>w ppm — nie<br>deszczowane | Procentowy<br>spadek<br>pod wpływem<br>deszczowania |
|------------------------|--|---|
| Ziemniaki późne        | 26,7                                       | 25,5  |
| Bobik — nasiona        | 65,5                                       | 15,6  |
| — słoma                | 31,8                                       | 24,2  |
| Owies — ziarno         | 49,9                                       | 14,2  |
| — słoma                | 33,4                                       | 24,9  |
| Rzepak ozimy — nasiona | 49,1                                       | 11,8  |
| — słoma                | 22,5                                       | 13,8  |
| Kapusta pastewna       | 46,0                                       | 10,4  |

Zawartość cynku obniżyła się istotnie u pięciu roślin podanych w tabeli 5, a najsilniej u ziemniaków późnych oraz w słomie owsa i bobiku. Ponieważ w materiałach roślinnych nie deszczowanych (poza nasionami bobiku) zawartość Zn była niższa od dolnej granicy 50 mg w 1 kg suchej masy przyjętej dla celów żywieniowych, deszczowanie pogłębiło niedostatek tego mikroelementu [1; 6, 7].

Zawartość miedzi pod wpływem deszczowania istotnie spadła u ziemniaków, owsa, kapusty pastewnej, a wzrosła w ziarnie jęczmienia jarego i przeniicy ozimej (tab. 6). Zarówno u roślin nie deszczowanych jak i deszczowanych zawartość miedzi kształtowała się poniżej minimum dla ce-

Tabela 6

Zawartość Cu w suchej masie niektórych roślin uprawnych w warunkach deszczowania

| Roślina                 | Zawartość Cu w ppm — nie deszczowane | Procentowy spadek lub wzrost pod wpływem deszczowania |
|-------------------------|--------------------------------------|---|
| Ziemniaki wczesne       | 3,10                                 | —25,8   |
| Owies — ziarno          | 2,67                                 | —19,5   |
| — słoma                 | 2,57                                 | —16,0   |
| Kapusta pastewna        | 2,99                                 | —17,7   |
| Ziemniaki późne         | 4,79                                 | —11,4   |
| Jęczmień jary ziarno    | 1,99                                 | +16,6   |
| Pszenica ozima — ziarno | 2,32                                 | +7,3  |

łów żywieniowych, wynoszącym 5 mg w 1 kg suchej masy [1, 6, 7, 15]. Ponieważ pobieranie miedzi i cynku jest mniej zależne od pH gleby w porównaniu z pozostałymi badanymi mikroelementami [4], spadek zawartości Cu i Zn w plonach roślin deszczowanych można wytłumaczyć hamowaniem pobierania tych składników przez fosfor [3, 4, 13], gdyż w równoległe prowadzonych badaniach w Złotnikach stwierdzono, że zawartość przyswajalnego fosforu w glebie wzrastała pod wpływem deszczowania [8].

Dla celów żywieniowych oprócz zawartości miedzi i molibdenu oddzielnie, ważny jest również stosunek tych dwóch elementów do siebie, przedstawiony w tabeli 7. Jako optymalny uważany jest [4, 12, 14] stosunek 1 (Cu): 5-8 (Mo). W omawianych badaniach stosunek ten w więk-

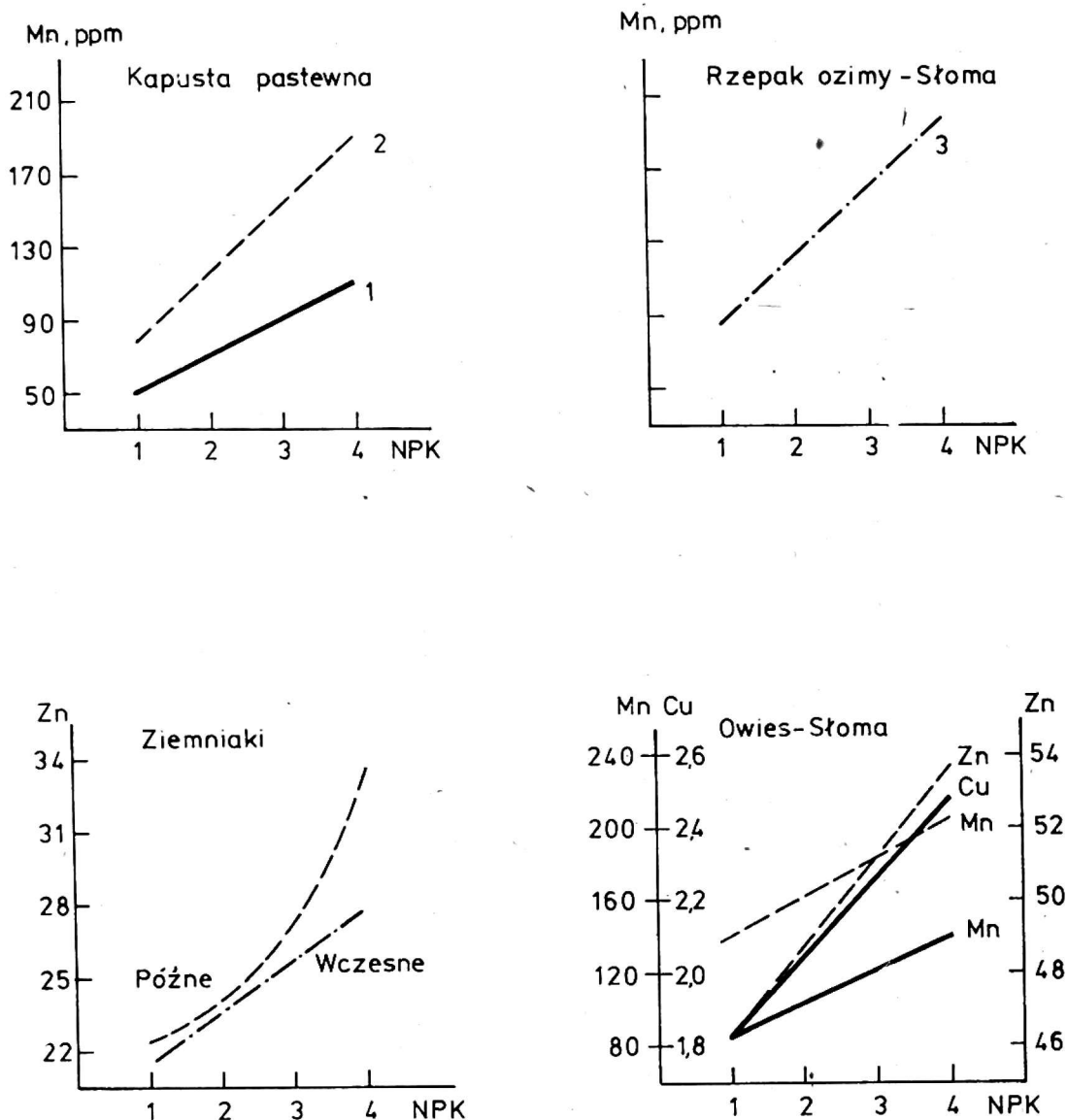
Tabela 7

Stosunek Cu:Mo

| Roślina                 | Nie deszczowane | Deszczowane |
|-------------------------|-----------------|-------------|
| Ziemniaki wczesne       | 10,3            | 7,4         |
| Ziemniaki późne         | 15,0            | 11,2        |
| Kapusta pastewna        | 7,7             | 4,7         |
| Jęczmień jary — ziarno  | 9,0             | 9,7         |
| — słoma                 | 9,5             | 8,7         |
| Owies — ziarno          | 6,5             | 5,2         |
| — słoma                 | 6,3             | 5,4         |
| Pszenica ozima — ziarno | 9,3             | 7,8         |
| — słoma                 | 8,9             | 6,7         |
| Bobik — nasiona         | 8,5             | 6,1         |

szości przypadków uległ poprawie. Poprawę tę należy przypisać przyrostowi zawartości molibdenu pod wpływem deszczowania.

Zróżnicowane poziomy nawożenia wpłynęły istotnie tylko na zawartość Mn u 4 roślin, Cu u 1 rośliny oraz Zn u 3 roślin spośród 8 poddanych badaniom. Zatem wpływ nawożenia na zawartość mikroelementów w suchej masie okazał się znacznie słabszy niż wpływ deszczowania. Jak wynika z rysunku 1, wzrost poziomu nawożenia powodował wzrost



Rys. 1. Efekty regresji zawartości mikroelementów w s.m. roślin względem wzrastających dawek NPK;

1 — deszczowane, 2 — nie deszczowane, 3 — średnio dla nawożenia

zawartości wymienionych mikroelementów, przy czym wzrost ten miał charakter prostoliniowy z wyjątkiem zawartości cynku u ziemniaków późnych, o przebiegu krzywoliniowym. Stosunkowo słaby wpływ wzrastającego nawożenia NPK na zawartość mikroelementów wiąże się z niewielkim wpływem tego nawożenia na wysokość plonów wykazanych w równoległych badaniach żłotnickich [9].



## WNIOSKI

1. Pod wpływem deszczowania wyraźnie obniżyła się zawartość manganu i cynku w suchej masie badanych roślin. Spadła również zawartość miedzi i boru, natomiast zawartość molibdenu wyraźnie wzrosła.

2. Spadek zawartości Mn, Zn i Cu pod wpływem deszczowania należy uważać za nieco obniżający przydatność materiałów roślinnych dla celów żywieniowych, natomiast wzrost zawartości Mo za nieco zwiększający tę przydatność poprzez poprawę stosunku Cu : Mo.

3. Jako jeden z czynników warunkujących pobieranie Mn, Mo i B można przyjąć pH wody użytej do deszczowania, co wskazuje na to, że przy deszczowaniu stopień przyswajalności mikroelementów może zależeć od jakości wody.

4. Wpływ wzrastającego nawożenia NPK na zawartość mikroelementów w suchej masie roślinnej był w porównaniu z deszczowaniem stosunkowo niewielki i wystąpił tylko w częściach wegetatywnych nie-licznych roślin.

## LITERATURA

1. Bergman W.: Ergebnisse der Feldversuche. Instit. f. Pflanzenernährung. Jena, 1970.
2. Buchner A., Sturm H.: Die Düngung im Intensivbetrieb. 3 Aufl. DLG Verl. Frankfurt/Main, 1971.
3. Buniak W., Dzieżycowa D.: Zesz. prob. Post. Nauk rol. 181, 337-342, 1976.
4. Czuba R., Szukalski H.: Mikronawozy i ich stosowanie, Warszawa, 1973.
5. Dzieżyc J.: Nawadnianie roślin. Warszawa, 1974.
6. Nehring K., Beyer M., Hoffmann B.: Futtermitteltabellenwerk. 2. Aufl. Berlin, 1972.
7. Nowak M.: Przegl. hod., 8, 4-5, 1978.
8. Piechowiak K., Lehmann K., Orłowski F., Borówczak F.: Zesz. prob. Post. Nauk rol. w druku.
9. Piechowiak K., Sobiech S., Orłowski F., Borówczak F.: Zesz. prob. Post. Nauk rol. 199, 27-35, 1978.
10. Sikora H.: Pam. puł. 59, 101-131, 1974.
11. Szukalski H.: Nowe Rol. 4, 17-19, 1975.
12. Szukalski H.: Nowe Rol. 5, 9-12, 1975.
13. Szukalski H.: Roczn. Nauk rol. Ser. A, 1, 69-86, 1974.
14. Szukalski H., Maćkowiak W., Jakubowski S., Sikora H.: Pam. puł. 57, 57-74, 1973.
15. Voisin A.: Nawożenie a nowe prawa naukowe. Warszawa, 1969.

*К. Пеховяк, Ф. Орловски, Ф. Боровчак*

## ВЛИЯНИЕ ДОЖДЕВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЯХ

### Резюме

В полевом опыте, проводимом в период 1974-1976 гг. в сельскохозяйственной опытной станции Злотники, исследовали влияние дождевания при 4 уровнях удобрения NPK на содержание Mn, Cu, B, Mo и Zn в 8 культурных растениях. Статистический анализ показал существенное взаимно независимое влияние дождевания и удобрения на содержание указанных микроэлементов. Дождевание очень заметно снижало содержание марганца и цинка, а повышало содержание молибдена в сухом веществе исследуемых растений. Содержание меди и бора преимущественно снижалось, и только в отдельных случаях наблюдалось повышение содержания этих элементов. Одним из факторов, влияющих на содержание микроэлементов, можно считать pH воды, используемой для дождевания. Влияние повышающегося удобрения NPK на содержание микроэлементов в сравнении с дождеванием было сравнительно небольшим и наблюдалось только в вегетативных частях некоторых растений. В свете питательных требований растений изменения в содержании указанных микроэлементов под влиянием дождевания оказались неблагоприятными.

*K. Pięchowiak, F. Orłowski, F. Borówczak*

## SPRINKLER IRRIGATION EFFECT ON THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN SOME CROPS

### Summary

In a field experiment carried out in the period 1974-1976 at the Experiment Station Złotniki the sprinkler irrigation effect at 4 NPK fertilization levels on the content of Mn, Cu, B, Mo and Zn in 8 crops was investigated. The statistical analysis has proved a significant mutually independent effect of sprinkler irrigation and fertilization on the content of these elements. The manganese and zinc content distinctly decreased, whereas the molybdenum content in dry matter of the plants under study increased under the sprinkler irrigation effect. The copper and boron content usually decreased and only in few cases an increase of these elements was observed. As one of the factors affecting the content of microelements the pH value of water used for sprinkling may be regarded. The effect of increasing NPK fertilization on the content of microelements was relatively weak as compared to sprinkler irrigation and occurred only in vegetative parts of some crops. In the light of nutrition requirements of plants changes in the content of the above elements caused by sprinkler irrigation proved to be unfavourable.