

KUMULACJA PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH (Zn i Ni) W BIOMASIE
PSZENICY JAREJ I RZEPAKU JAREGO DOKARMIANYCH DOLISTNIE
MOCZNIKIEM I NAWOZAMI MIKROELEMENTOWYMI

Tadeusz Filipek, Paweł Harasim

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej Akademia Rolnicza
ul Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: tadeusz.filipek@ar.lublin.pl

Streszczenie. W modelowym wazonowym doświadczeniu stosowano dokarmianie dolistne mocznikiem oraz chelatem niklu Ni-EDTA i nawozami mikroelementowymi Plonvit Z i Plonvit R. Zawartość Zn i Ni w roślinach pszenicy i rzepaku jarego - płukanych i nie płukanych oznaczono metodą ASA. Dolistne nawożenie mikroelementami zwiększało zawartość cynku i niklu w roślinach. W tydzień po zastosowaniu dolistnego dokarmiania zawartość obu pierwiastków była większa w roślinach nie płukanych niż płukanych wodą destylowaną. Cynk był łatwiej przemieszczany z masy asymilacyjnej do nasion niż nikiel.

Słowa kluczowe: cynk, nikiel, stosowanie dolistne, kumulacja w roślinie

WSTĘP

Dolistne stosowanie mineralnych składników pokarmowych roślin poprzez pokrywanie nadziemnych, asymilacyjnych części roślin aerozolem roztworu soli lub związków chelatowych jest zdecydowanie szybszym i skuteczniejszym sposobem dokarmiania niż odżywanie przez system korzeniowy. Zabieg taki może być jednak przeprowadzony tylko w krótkim przedziale czasowym okresu wegetacyjnego rośliny oraz dotyczyć stosunkowo małych dawek składnika (Michałojć i Szewczuk 2003, Wójcik 1998, Marschner 1995, Gooding i Davies 1992).

Dolistne dokarmianie może stwarzać wiele problemów związanych z absorpcją pierwiastka przez roślinę, które w szczególności dotyczą:

- słabego wnikania składnika do wnętrza, zwłaszcza w przypadku liści pokrytych grubą kutikulą,
- małej przyczepności roztworu do hydrofobowej powierzchni liścia,

- zmywania roztworu przez deszcz,
- zbyt szybkiego wysychania roztworu i wykrystalizowywania związków na powierzchni,
- uszkodzeń liści (nekrozy, brunatnienia),
- słabego przemieszczania się niektórych składników pokarmowych jak np. wapnia z absorbującej części do innych organów rośliny (Marschner 1995, Komosa 1990, Krogmeier i in. 1989, Krogmeier i in. 1991).

Z tych to właśnie powodów ta forma nawożenia dotyczy głównie mikroelementów (Zn, Cu, Mn, Fe, B, Mo oraz od stosunkowo niedawna niklu – Ni), a czasami również makroelementów, zwłaszcza azotu i magnezu.

Najczęściej zalecaną formą azotu stosowanego dolistnie jest mocznik, który oprócz zdecydowanie najniższego indeksu solnego ze wszystkich nawozów azotowych, posiada również zdolność rozluźniania warstwy kutikuli, co ułatwia wnikanie innych substancji do roślin oraz zmniejsza napięcie powierzchniowe roztworu przez co zwiększa zwilżalność powierzchni liścia i zapewnia lepszą przyswajalność składników pokarmowych. Mocznik stosowany jest często z siarczanem magnezu $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, który oprócz zaopatrzenia roślin w Mg i siarkę zmniejsza toksyczne działanie NH_4^+ i amoniaku NH_3 , ujawniających się w roślinie w wyniku hydrolizy $CO(NH_2)_2$ zachodzącej pod wpływem enzymu ureazy (Pałka i in. 2003, Wójcik 1998, Faber i Skrzypek 1985).

Stosowanie dolistne mocznika prowadzi do zwiększonego zapotrzebowania roślin na nikiel, którego funkcje fizjologiczne wiążą się głównie z aktywacją ureazy i dehydrogenaz. Istnieje hipoteza, że rośliny żywione amidową formą azotu ($CO(NH_2)_2$) oraz rośliny motylkowate, zwłaszcza soja wykazują zwiększone zapotrzebowanie na Ni (Krogmeier i in. 1991). W roślinach motylkowatych może dochodzić do biosyntezy mocznika w wyniku różnych procesów metabolicznych (cykl ornitynowy, rozkład białka w dojrzałych liściach). Nagromadzenie mocznika może być dla roślin toksyczne. Aktywacja ureazy w wyniku dobrego zaopatrzenia roślin w nikiel może ograniczać toksyczność $CO(NH_2)_2$. Niezbędność niklu dla roślin uznano niedawno (lata osiemdziesiąte XX wieku), stąd rozeznanie potrzeb nawożenia są dotychczas skąpe (Marschner 1995, Krogmeier i in. 1991, Krogmeier i in. 1989).

Celem badań było określenie kumulacji Zn i Ni w tkankach pszenicy jarej i rzepaku jarego dokarmianych dolistnie mocznikiem i nawozami mikroelementowymi Plonvit Z i Plonvit R oraz chelatem niklu z EDTA.

MATERIAŁ I METODY

Badania realizowano w oparciu o modelowy, wazonowy eksperyment przeprowadzony w hali wegetacyjnej Akademii Rolniczej w Lublinie. Doświadczenie prze-

prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego podścielonego gliną lekką. Gleba kompleksu pszennego dobrego charakteryzowała się odczynem kwaśnym (pH_{KCl} 5,3), zawartością C-organicznego na poziomie $20 \text{ g C} \cdot \text{kg}^{-1}$ oraz wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor, niską w potas i bardzo niską w przyswajalny magnez. W glebie wystąpiła naturalna (charakterystyczna dla tła geochemicznego) zawartość metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Fe).

W schemacie doświadczenia wystąpiły obiekty:

1. mocznik 3-krotny oprysk w formie 10% roztworu,
2. mocznik 3-krotny oprysk w formie 10% roztworu + Ni-EDTA,
3. mocznik 3-krotny oprysk w formie 5% roztworu + Plonvit Z/R,
4. mocznik 3-krotny oprysk w formie 5% roztworu + Ni-EDTA + Plonvit Z/R.

Każdy obiekt wystąpił w 9 replikacjach, po trzy na każdą fazę rozwojową: strzelania w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości pełnej w przypadku pszenicy jarej oraz pąków kwiatowych, początku kwitnienia i dojrzałości pełnej w przypadku rzepaku jarego.

Chelat niklu (EDTA-Ni) zawierał $10 \text{ g Ni} \cdot \text{kg}^{-1}$, natomiast zawartość pierwiastków ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) w Plonvicie Z i Plonvicie R była następująca:

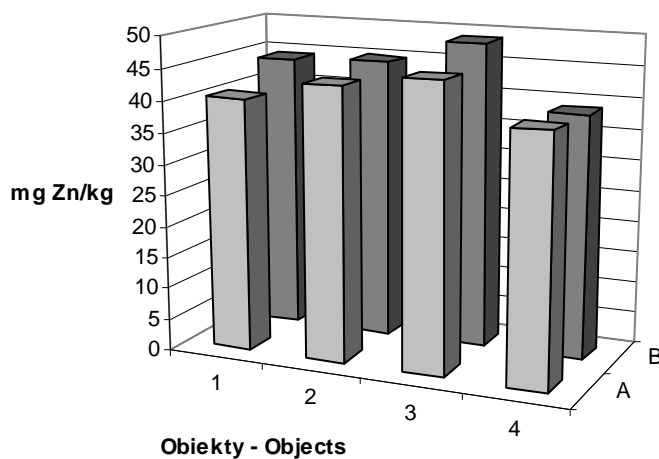
Nawóz	N	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B	Ti	Mo	Na
Plonvit Z	100	24	20	11	10	10	9	0,7	0,1	0,05	13
Plonvit R	100	18	16	5	5	6	1	5	0,3	0,05	10

Rośliny sprzątano tydzień po zastosowanym oprysku w fazie: krzewienia, strzelania w źdźbło i kłoszenia w przypadku pszenicy (odmiana Kosma) oraz rozety, pąków kwiatowych i początku kwitnienia w przypadku rzepaku (Licosmos). Połowę zebranych roślin płukano wodą destylowaną. Wsuszone rośliny płukane i nie płukane rozdrobniono, zmineralizowano w mieszaninie HNO_3 i HClO_4 (4:1), a w mineralizacji oznaczono zawartość Zn i Ni metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej – ASA na aparacie Hitachi Z-8200.

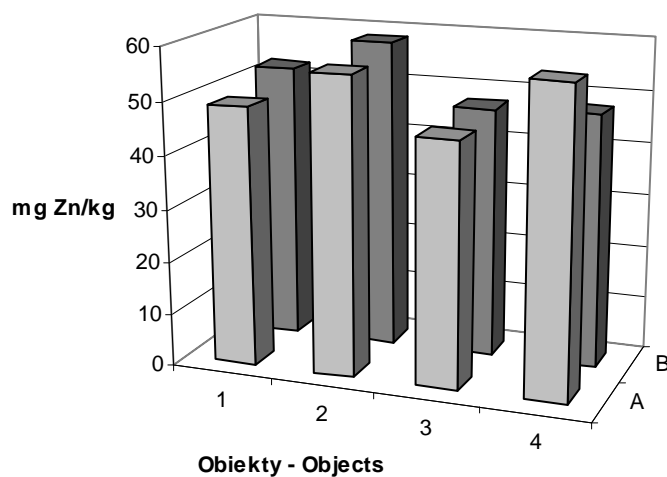
WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartości cynku i niklu w pszenicy w fazie krzewienia oraz w rzepaku w fazie rozety liściowej przedstawiono na diagramach (rys. 1-4). W zdecydowanej większości przypadków w tydzień po zastosowaniu dolistnego dokarmiania zawartość obu pierwiastków była większa w roślinach nie płukanych niż płukanych wodą destylowaną. Świadczy to, że część zastosowanych mikroelementów nie została jeszcze zaabsorbowana przez liście i pozostawała nadal na ich powierzchni. Porównanie zawartości Zn i Ni w płukanych i nie płukanych roślinach pszenicy i rzepaku jarego wykazało, że cynk był łatwiej i szybciej kumulowany w

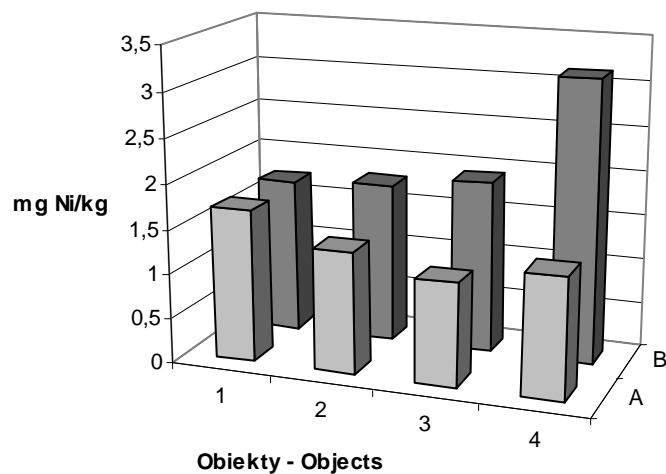
tkankach niż nikiel. Na szybkość pobierania składników pokarmowych stosowanych dolistnie zwracają uwagę Michałojć i Szewczuk (2003) omawiając niektóre czynniki wpływające na efektywność dolistnego dokarmiania roślin.



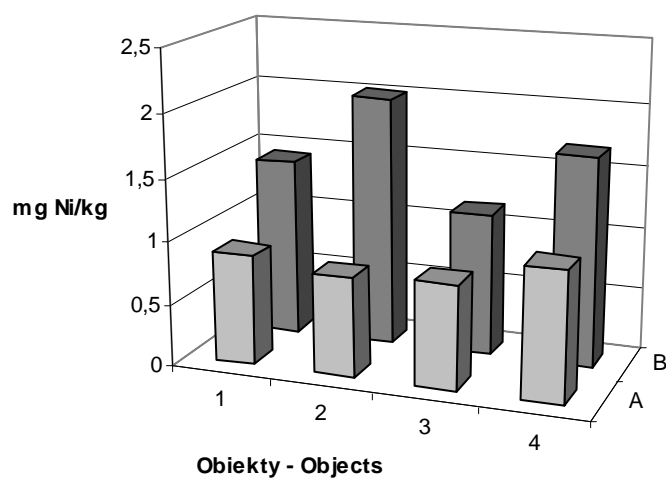
Rys. 1. Zawartość cynku w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin pszenicy (Krzewienie)
Fig. 1. The content of zinc in biomass of washed – A and unwashed – B plants of wheat (Tillering)



Rys. 2. Zawartość cynku w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin rzepaku (Rozeta liściowa)
Fig. 2. The content of zinc in biomass of washed – A and unwashed – B plants rape (Leaf rosette)



Rys. 3. Zawartość niklu w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin pszenicy (Krzewienie)
Fig. 3. The content of nickel in biomass of washed – A and unwashed – B plants of wheat (Tillering)

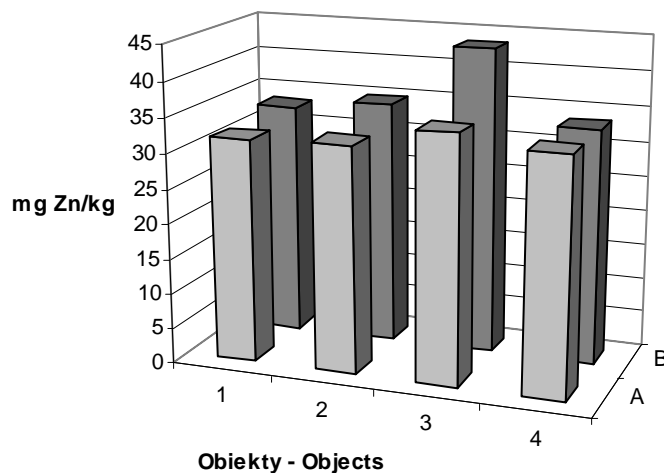


Rys. 4. Zawartość niklu w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin rzepaku (Rozeta liściowa)
Fig. 4. The content of nickel in biomass of washed – A and unwashed – B plants rape (Leaf rosette)

Zastosowanie mikroelementów w postaci oprysku roślin chelatem niklu Ni – EDTA oraz nawozem Plonvit Z w przypadku pszenicy i Plonvit R w przypadku rzepaku zwiększało zawartość obydwu badanych mikroelementów w roślinach. Zależność taka ujawniła się przede wszystkim w roślinach nie płukanych, co jest oczywistością oraz w roślinach z obiektów, w których stosowano wyłącznie Ni – EDTA oraz Plonvit Z lub Plonvit R.

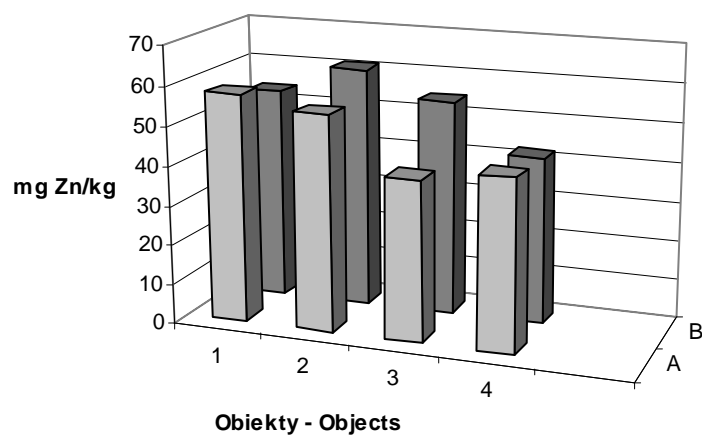
Analiza zawartości cynku i niklu w roślinach w fazie II (rys. 5-8), to znaczy w fazie strzelania w źdźbło pszenicy i pąków kwiatowych rzepaku potwierdziła zależności stwierdzone w pszenicy i rzepaku w pierwszej analizowanej fazie wzrostu i rozwoju. Zróżnicowanie zawartości badanych mikroelementów w roślinach w tym przypadku było bardziej wyraźne zarówno pomiędzy obiektami doświadczalnymi jak i sposobami przygotowania próbek roślinnych do analiz (rośliny płukane i nie płukane).

Na diagramach (rys. 9-12) przedstawiono zawartości cynku i niklu w nadziemnej wegetatywnej masie pszenicy i rzepaku (słoma, liście) oraz masie generatywnej (nasionach). W obydwu roślinach cynk łatwo przemieszczany był z masy asymilacyjnej do nasion, które w przypadku pszenicy zawierały aż ponad dwukrotnie więcej Zn niż słoma. Zależność ta wystąpiła także w rzepaku, ale w zdecydowanie mniejszym nasileniu.



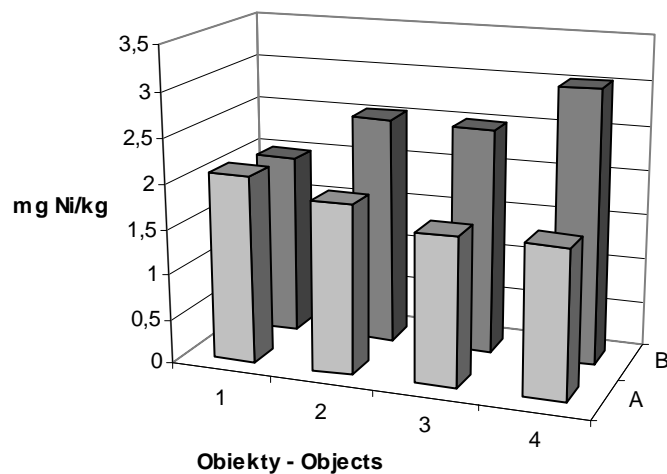
Rys. 5. Zawartość cynku w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin pszenicy (Strzelanie w źdźbło)

Fig. 5. The content of zinc in biomass of washed – A and unwashed – B plants of wheat (Shooting)



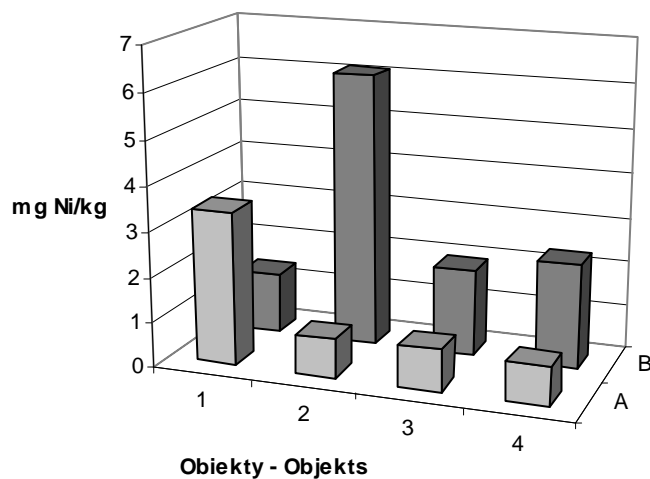
Rys. 6. Zawartość cynku w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin rzepaku (Pąki kwiatowe)

Fig. 6. The content of zinc in biomass of washed – A and unwashed – B plants of rape (Button)



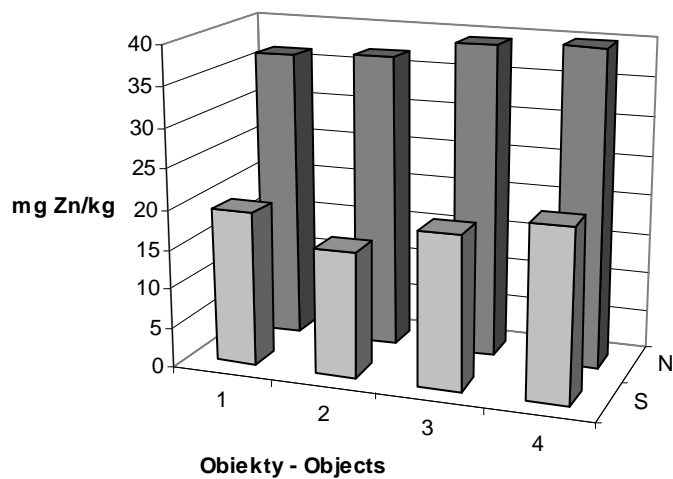
Rys. 7. Zawartość niklu w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin pszenicy (Strzelanie w źdźbło)

Fig. 7. The content of nickel in biomass of washed – A and unwashed – B plants of wheat (Shooting)



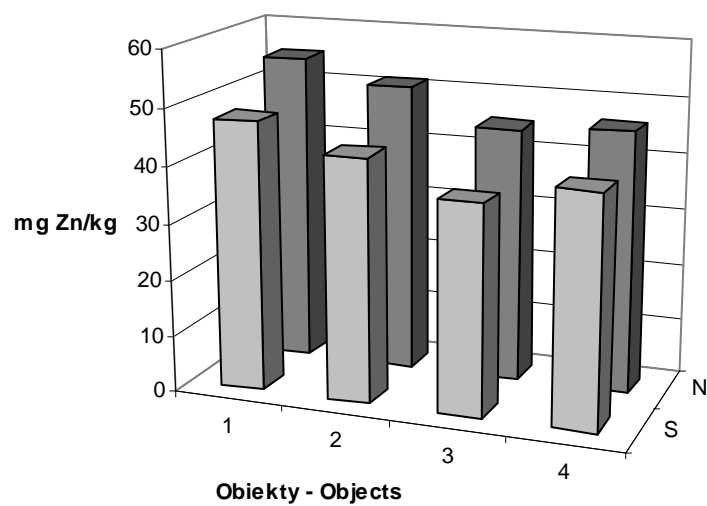
Rys. 8. Zawartość niklu w biomacie płukanych – A i nie płukanych – B roślin rzepaku (Pąki kwiatowe)

Fig. 8. The content of nickel in biomass of washed – A and unwashed – B plants of rape (Button)

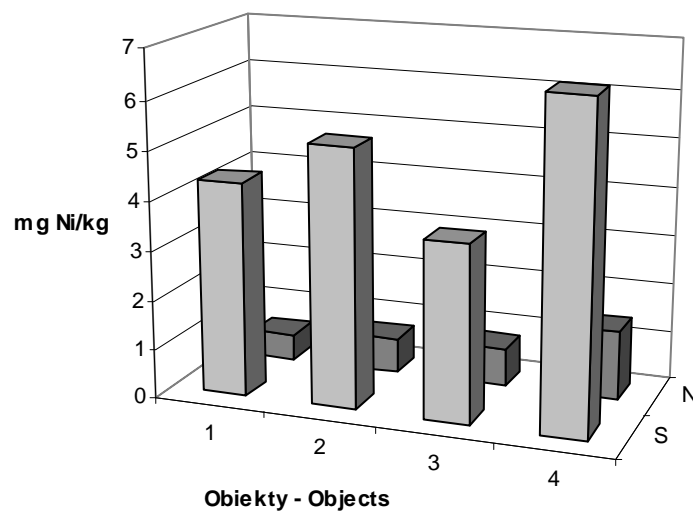


Rys. 9. Zawartość cynku w słomie – S i nasionach – N pszenicy

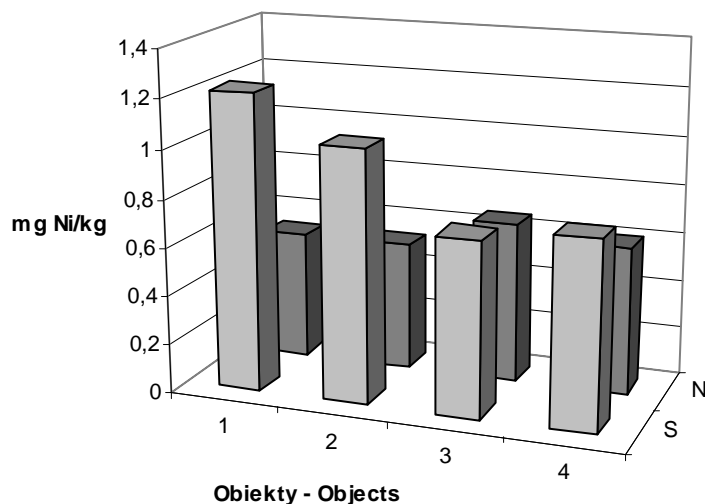
Fig. 9. The content of zinc in straw – S and grains – N of wheat



Rys. 10. Zawartość cynku w słomie – S i nasionach – N rzepaku
Fig. 10. The content of zinc in straw – S and grains – N of rape



Rys. 11. Zawartość niklu w słomie – S i nasionach – N pszenicy
Fig. 11. The content of nickel in straw – S and grains – N of wheat



Rys. 12. Zawartość niklu w słomie – S i nasionach – N rzepaku

Fig. 12. The content of nickel in straw – S and grains – N of rape

Porównanie zawartości niklu w nadziemnej masie vegetatywnej i generatywnej pszenicy i rzepaku wykazało odwrotne trendy niż w przypadku cynku. W tym przypadku musiała zadziałać bariera ograniczająca przemieszczanie się Ni do nasion (Krogmeier i in. 1991). Szczególnie widoczne to było w przypadku pszenicy, co należy ocenić pozytywnie, gdyż ziarno pszenicy wykorzystywane jest często do celów spożywczych. W nasionach rzepaku zależności były podobne, ale występowały w zdecydowanie mniejszym nasileniu. Biorąc pod uwagę fakt, że nasiona rzepaku po wyciśnięciu oleju służą do produkcji pasz zagrożenie związane z nadmiarem niklu jest zdecydowanie mniejsze (Pałka i in. 2003).

WNIOSKI

1. Stosowanie dolistne chelatu niklu Ni – EDTA zwiększyło zawartość tego mikroelementu w biomacie vegetatywnej pszenicy jarej i rzepaku jarego. Zastosowanie mikroelementów w postaci oprysku roślin nawozem Plonvit Z w przypadku pszenicy i Plonvit R w przypadku rzepaku zwiększało zawartość obydwu badanych mikroelementów w roślinach.

2. Cynk był łatwo przemieszczany z masy asymilacyjnej do nasion, które w przypadku pszenicy zawierały aż ponad dwukrotnie więcej Zn niż słoma.

3. Zawartość niklu w nadziemnej masie wegetatywnej pszenicy i rzepaku jarego była wyższa niż w nasionach

4. Porównanie zawartości Zn i Ni w płukanych i nie płukanych roślinach pszenicy i rzepaku jarego wykazało, że po okresie 1 tygodnia od oprysku część zastosowanych mikroelementów nie została jeszcze zaabsorbowana przez liście i pozostawała nadal na ich powierzchni oraz, że cynk był łatwiej i szybciej kumulowany w tkankach roślin niż nikiel.

PIŚMIENNICTWO

- Faber A., Skrzypek Z., 1985. Działanie wieloskładnikowych nawozów stosowanych dolistnie. I. Reakcja jęczmienia jarego w warunkach polowych. Pam. Puł., 86, 79-95.
- Gooding M. J., Davies W. P., 1992. Foliar urea fertilization of cereals: a review. Fert. Res., 32, 209-222.
- Komosa A., 1990. Wpływ niektórych właściwości chemicznych roztworów oraz stanu odżywienia roślin na skuteczność nawożenia dolistnego pomidora szklarniowego. Roczn. AR Poznań Rozp. Nauk., 210, 1-109.
- Krogmeier M. J., McCarty G. W., Brenner J. M., 1989. Phytotoxicity of foliar applied urea. Proc. Natl. Acad. Sci., 86, 8189-8191.
- Krogmeier M. J., McCarty G. W., Shogren D. R., Brenner J. M., 1991. Effect of nickel deficiency in soybeans on the phytotoxicity of foliar applied urea. Plant Soil, 135, 283-286.
- Marschner H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Foliar Application of Mineral Nutrients. Academic Press, London, 123-128.
- Michałojć Z., Szewczuk C., 2003. Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. Acta Agrophysica, 85, 9-17.
- Pałka M., Bobrecka-Jamro D., Jarecki W., 2003. Wpływ wieloskładnikowych nawozów dolistnych na skład chemiczny nasion oraz wydajność tłuszczu i białka rzepaku jarego. Acta Agrophysica, 85, 277-287.
- Wójcik P., 1998. Pobieranie składników mineralnych przez części nadziemne roślin z nawożenia pozakorzeniowego. Post. Nauk Roln., 1, 49-64.

TRACE ELEMENTS (Zn, Ni) ACCUMULATION IN WINTER WHEAT AND SPRING BARLEY BIOMASS FOLIAR FERTILIZED WITH UREA AND MICRONUTRIENTS FERTILIZERS

Tadeusz Filipek, Paweł Harasim

Department of Agricultural and Environmental Chemistry, Agricultural University
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: tadeusz.filipek@ar.lublin.pl

Abstract. Foliar fertilization with urea and nickel chelate Ni-EDTA and micronutrients fertilizers Plonvit Z and Plonvit R was applied in model pot experiment. The content of Zn and Ni in washed and unwashed plants of wheat and spring oilseed rape was determined with AAS method. Foliar fertilization with micronutrients increased the content of zinc and nickel in plants. In a weak

period after foliar application the content of both nutrients in unwashed plants was higher than in washed ones. Zinc was easier displaced from vegetative mass into seeds than nickel.

Key words: zinc, nickel, foliar application, accumulation in plants