

# WPŁYW NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W BURAKU CUKROWYM

## CZEŚĆ I MIEDŹ

*Urszula Prośba-Białczyk<sup>1</sup>, Zofia Spiak<sup>2</sup>, Marek Mydlarski<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

<sup>2</sup> Katedra Chemii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

### Wstęp

W warunkach Polski burak tradycyjnie uprawiany był na oborniku, który wraz z substancją organiczną wnosi do kompleksu sorpcyjnego gleby makro- i mikroskładniki mineralne. Potrzeby pokarmowe roślin w makroskładniki były odpowiednio uzupełniane przez nawożenie mineralne, zaś zawartość mikroskładników wprowadzanych do gleby w oborniku pokrywała zapotrzebowanie roślin. Przy zastosowaniu obornika, udział tego nawozu w bilansie miedzi wynosi  $\frac{2}{3}$  wielkości pobrania jej z plonami [GORLACH 1991; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Nie zawsze dostateczna ilość obornika nasuwa konieczność rozważania i stosowania rozwiązań alternatywnych, między innymi przez uprawę roślin poplonowych. W większości gleb znaczna ilość miedzi związana jest z substancją organiczną, która odgrywa główną rolę w wiązaniu miedzi [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999].

Zawartość miedzi w roślinach ulega dużemu zróżnicowaniu w zależności od części rośliny i jej stadium rozwojowego, gatunku i odmiany, a także od jej stężenia w środowisku i warunków klimatycznych [KABATA-PENDIAS 1996; RUSZKOWSKA i in. 1996; WRÓBEL 1996, 1997].

Celem badań było określenie wpływu masy organicznej międzyplonów bobiku, facelii i gorczyca oraz zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem na zawartość miedzi w korzeniach i liściach trzech odmian buraka cukrowego.

### Materiały i metodyka

W latach 1997-1999, na glebie brunatnej należącej do grupy gleb brunatnoziemnych, pochodzenia fluwioglacjalnego, typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, prowadzono doświadczenia z burakiem cukrowym. Gleba na obiektach doświadczalnych cechowała się odczynem lekko kwaśnym (pH w roztworze KCl o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  wynosi od 5,8 do 6,4) oraz wysoką zasobnością w potas, fosfor i magnez. Zawartość miedzi, w warstwie gleby 0-20 cm, wahała się w zakresie wartości od 10,5 do 14,9  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Czynnikami ścisłych doświadczeń polowych, zakładanych w układzie „split-plot”, były międzyplony ścierniskowe bobiku, gorczycy i facelii na tle obiektu kontrolnego i dawki azotu – 0, 60, 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz trzy odmiany buraka – Kristall, Atair i PN Mono 4. Międzyplony ścierniskowe we wszystkich latach badań wysiewano w stanowisku po pszenicy ozimej. Jesienią, łącznie z przyoraną masą międzyplonów stosowano nawożenie fosforem i potasem w ilościach 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup> i 150 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>. Azotem nawożono wiosną zgodnie z założeniami doświadczenia. Dawki 60 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowano przed siewem. Dawkę 180 kg N·ha<sup>-1</sup> dzielono na dwie części – 120 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowano przed siewem, natomiast drugą część 60 kg N·ha<sup>-1</sup> zastosowano po przerwyce buraków.

Zmiany zawartości mikroelementów, w korzeniach i w liściach buraków oznaczano w próbach roślin pobieranych w pierwszych dniach lipca, sierpnia, września i października (n = 144), metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) przy użyciu spektrometru AAS-3 (Carl Zeiss Jena), po mineralizacji na sucho w piecu mikrofalowym.

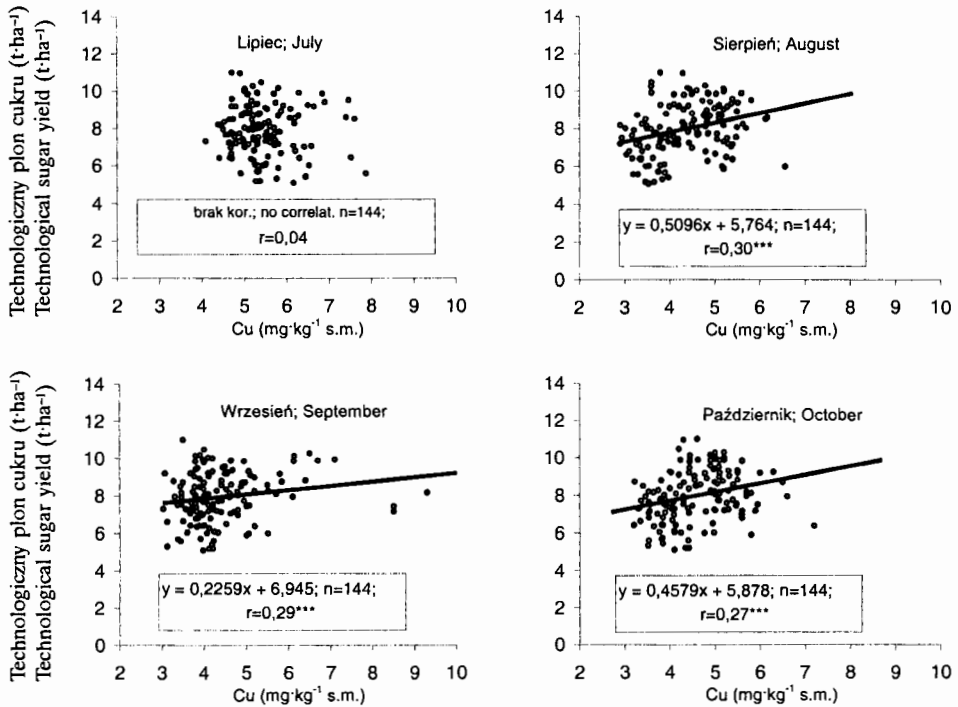
Wyniki badań analizowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji, korelacji i regresji na poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ . Brak istotnego wpływu współdziałania lat z czynnikami doświadczenia pozwolił na przedstawienie wyników jako średnich.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość miedzi w roślinach buraka cukrowego kształtowała się na poziomie zawartości, cytowanych w piśmiennictwie, dla roślin z siedlisk nie zanieczyszczonych [KABATA-PENDIAS 1996; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999].

Najistotniejszym kryterium oceny w agrotechnice buraka jest plon technologiczny cukru. W oparciu o trzyletnie wyniki badań, stwierdzono istotną współzależność między technologicznym plonem cukru a poziomem zawartości miedzi w korzeniach w sierpniu, we wrześniu i w październiku. Zależności takiej nie było w lipcu, w początkowym okresie wzrostu masy korzenia (rys. 1). Wyniki badań wskazują także, że plon technologiczny cukru był istotnie dodatnio skorelowany z zawartością miedzi w liściach. Tę współzależność stwierdzono we wszystkich terminach oznaczeń (rys. 2).

Występowanie istotnej zależności między plonem technologicznym cukru, a koncentracją miedzi w korzeniach i w liściach podczas wegetacji buraków, nasunęło zasadność przeanalizowania, czy na zawartość miedzi mogą wpływać badane w doświadczeniu czynniki agrotechniczne. Uzyskane wyniki wskazują na istotne zróżnicowanie zawartości miedzi, w latach badań oraz w czasie wegetacji roślin zarówno w korzeniach jak i w liściach (tab. 1). W okresie intensywnego narastania masy korzenia – lipiec, sierpień – więcej miedzi zakumulowały korzenie w roku 1998, zaś w końcowym okresie wegetacji – wrzesień, październik – w roku 1999. Koncentracja miedzi w liściach, z wyjątkiem sierpnia, w roku 1999 była istotnie wyższa niż w pozostałych latach. Niezależnie od lat badań, liście w sierpniu i we wrześniu zawierały mniej miedzi, niż w lipcu i w październiku. Wyniki badań potwierdzają zatem podkreślany w piśmiennictwie [CZUBA i in. 1991; KABATA-PENDIAS I PENDIAS 1999] wpływ warunków klimatycznych i fazy rozwoju na poziom zawartości miedzi w roślinach. Najwyższą zawartością miedzi charakteryzowało się korzenie w początkowym okresie wzrostu.



\*\*\* – r współczynnik korelacji prostej istotny na poziomie  $\alpha = 0,001$ ; coefficient of straight correlation significant at  $\alpha = 0.001$

Rys. 1. Zależność między plonem technologicznym cukru a koncentracją miedzi w korzeniach

Fig. 1. Relationship between technological sugar yield and copper concentration in roots

Tabela 1; Table 1

Zmiany zawartości miedzi w korzeniach i liściach buraka  
w latach badań (mg·kg<sup>-1</sup> s.m.)

Changes of copper content in beet roots and leaves in years of experiment  
(mg·kg<sup>-1</sup> DM)

Lata; Years	Lipiec; July	Sierpień; August	Wrzesień; September	Październik; October
	korzenie; roots			
1997	5,37	3,54	3,78	3,80
1998	5,59	4,97	4,47	4,79
1999	5,31	4,54	5,50	5,19
Średnio; Mean	5,42	4,35	4,59	4,59
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,20	0,20	0,44	0,19
Liście; Leaves				
1997	7,01	4,55	4,87	5,07
1998	7,48	7,00	6,64	6,76
1999	7,63	6,46	7,28	10,74
Średnio; Mean	7,37	6,00	6,26	7,52
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,25	0,25	0,34	1,05

Czynnikami ścisłych doświadczeń polowych, zakładanych w układzie „split-plot”, były międzyplony ścierniskowe bobiku, gorczycy i facelii na tle obiektu kontrolnego i dawki azotu – 0, 60, 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz trzy odmiany buraka – Kristall, Atair i PN Mono 4. Międzyplony ścierniskowe we wszystkich latach badań wysiewano w stanowisku po pszenicy ozimej. Jesienią, łącznie z przyoraną masą międzyplonów stosowano nawożenie fosforem i potasem w ilościach 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup> i 150 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>. Azotem nawożono wiosną zgodnie z założeniami doświadczenia. Dawki 60 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowano przed siewem. Dawkę 180 kg N·ha<sup>-1</sup> dzielono na dwie części – 120 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowano przed siewem, natomiast drugą część 60 kg N·ha<sup>-1</sup> zastosowano po przerywce buraków.

Zmiany zawartości mikroelementów, w korzeniach i w liściach buraków oznaczano w próbach roślin pobieranych w pierwszych dniach lipca, sierpnia, września i października (n = 144), metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) przy użyciu spektrometru AAS-3 (Carl Zeiss Jena), po mineralizacji na sucho w piecu mikrofalowym.

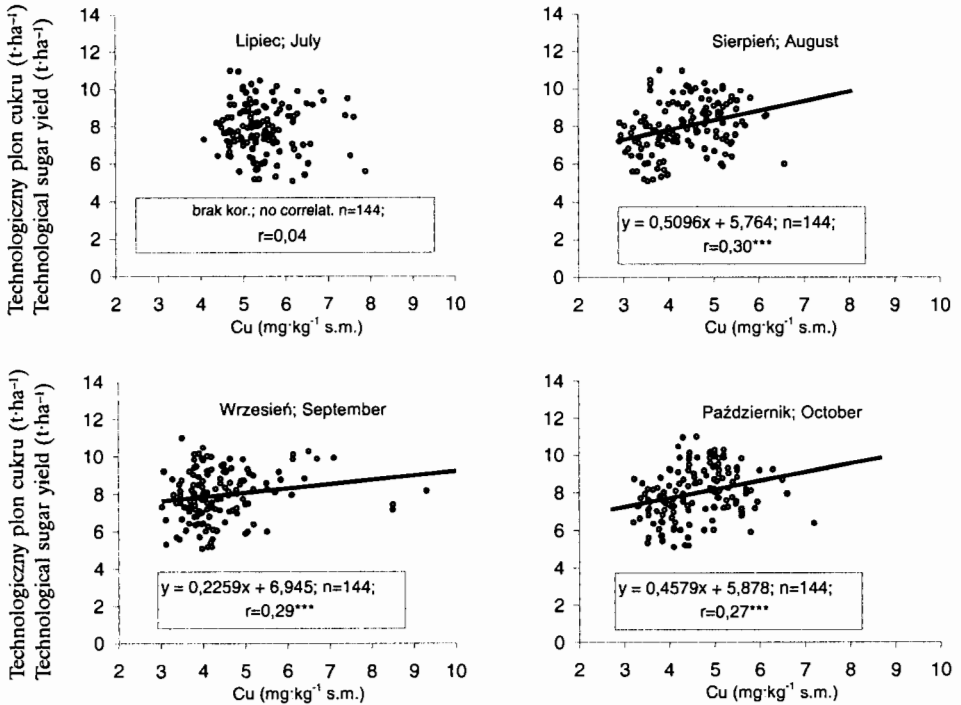
Wyniki badań analizowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji, korelacji i regresji na poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ . Brak istotnego wpływu współdziałania lat z czynnikami doświadczenia pozwolił na przedstawienie wyników jako średnich.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość miedzi w roślinach buraka cukrowego kształtowała się na poziomie zawartości, cytowanych w piśmiennictwie, dla roślin z siedlisk nie zanieczyszczonych [KABATA-PENDIAS 1996; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999].

Najistotniejszym kryterium oceny w agrotechnice buraka jest plon technologiczny cukru. W oparciu o trzyletnie wyniki badań, stwierdzono istotną współzależność między technologicznym plonem cukru a poziomem zawartości miedzi w korzeniach w sierpniu, we wrześniu i w październiku. Zależności takiej nie było w lipcu, w początkowym okresie wzrostu masy korzenia (rys. 1). Wyniki badań wskazują także, że plon technologiczny cukru był istotnie dodatnio skorelowany z zawartością miedzi w liściach. Tę współzależność stwierdzono we wszystkich terminach oznaczeń (rys. 2).

Występowanie istotnej zależności między plonem technologicznym cukru, a koncentracją miedzi w korzeniach i w liściach podczas wegetacji buraków, nasunęło zasadność przeanalizowania, czy na zawartość miedzi mogą wpływać badane w doświadczeniu czynniki agrotechniczne. Uzyskane wyniki wskazują na istotne zróżnicowanie zawartości miedzi, w latach badań oraz w czasie wegetacji roślin zarówno w korzeniach jak i w liściach (tab. 1). W okresie intensywnego narastania masy korzenia – lipiec, sierpień – więcej miedzi zakumulowały korzenie w roku 1998, zaś w końcowym okresie wegetacji – wrzesień, październik – w roku 1999. Koncentracja miedzi w liściach, z wyjątkiem sierpnia, w roku 1999 była istotnie wyższa niż w pozostałych latach. Niezależnie od lat badań, liście w sierpniu i we wrześniu zawierały mniej miedzi, niż w lipcu i w październiku. Wyniki badań potwierdzają zatem podkreślany w piśmiennictwie [CZUBA i in. 1991; KABATA-PENDIAS I PENDIAS 1999] wpływ warunków klimatycznych i fazy rozwoju na poziom zawartości miedzi w roślinach. Najwyższą zawartością miedzi charakteryzowały się korzenie w początkowym okresie wzrostu.



\*\*\* – r współczynnik korelacji prostej istotny na poziomie  $\alpha = 0,001$ ; coefficient of straight correlation significant at  $\alpha = 0.001$

Rys. 1. Zależność między plonem technologicznym cukru a koncentracją miedzi w korzeniach

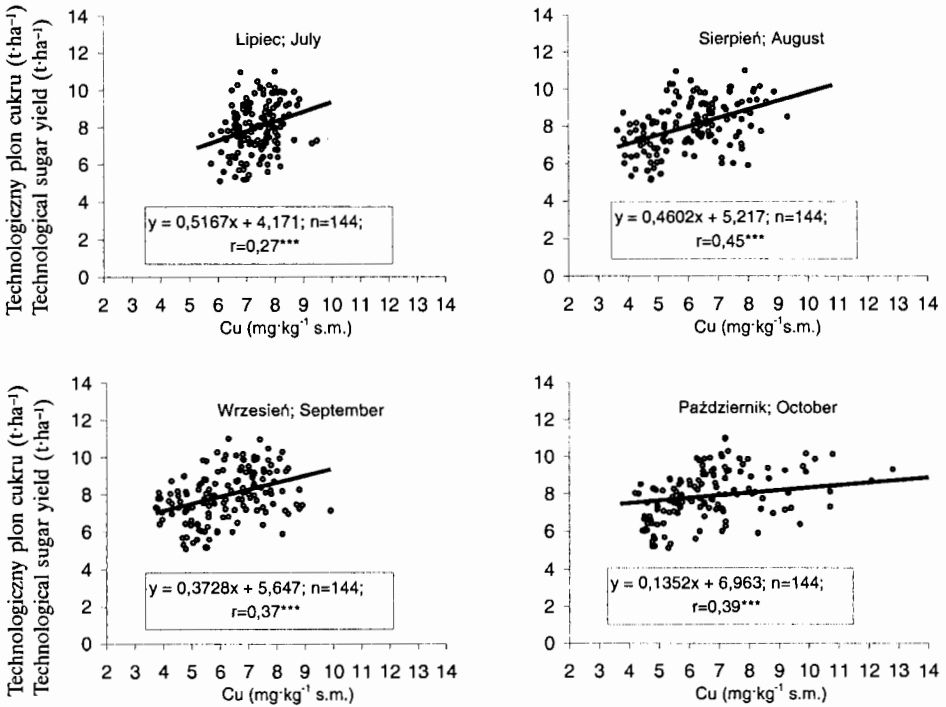
Fig. 1. Relationship between technological sugar yield and copper concentration in roots

Tabela 1; Table 1

Zmiany zawartości miedzi w korzeniach i liściach buraka w latach badań (mg·kg<sup>-1</sup> s.m.)

Changes of copper content in beet roots and leaves in years of experiment (mg·kg<sup>-1</sup> DM)

Lata; Years	Lipiec; July	Sierpień; August	Wrzesień; September	Październik; October
	korzenie; roots			
1997	5,37	3,54	3,78	3,80
1998	5,59	4,97	4,47	4,79
1999	5,31	4,54	5,50	5,19
Średnio; Mean	5,42	4,35	4,59	4,59
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,20	0,20	0,44	0,19
Liście; Leaves				
1997	7,01	4,55	4,87	5,07
1998	7,48	7,00	6,64	6,76
1999	7,63	6,46	7,28	10,74
Średnio; Mean	7,37	6,00	6,26	7,52
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,25	0,25	0,34	1,05



\*\*\* – r współczynnik korelacji prostej istotny na poziomie  $\alpha = 0,001$ ; coefficient of straight correlation significant at  $\alpha = 0,001$

Rys. 2. Zależność między plonem technologicznym cukru a koncentracją miedzi w liściach

Fig. 2. Relationship between technological sugar yield and copper concentration in leaves

Tabela 2; Table 2

Zmiany zawartości miedzi w korzeniach i liściach buraka w zależności od międzyplonów ścierniskowych ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.)

Changes of copper content in beet roots and leaves depending on catch crops ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  DM)

Międzyplony Catch crops	Lipiec; July	Sierpień; August	Wrzesień; September	Październik; October
Korzenie; Roots				
Bobik; Faba bean	5,71	4,47	4,12	4,48
Facelia; Phacelia	5,36	4,29	4,22	4,75
Gorczyca; Mustard	5,44	4,38	5,14	4,60
Kontrola; Control	5,19	4,26	4,87	4,55
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,23	r.n.; n.s.	0,50	r.n.; n.s.
Liście; Leaves				
Bobik; Faba bean	7,53	6,36	5,92	7,07
Facelia; Phacelia	7,33	5,79	6,32	7,69
Gorczyca; Mustard	7,09	5,83	6,27	7,92
Kontrola; Control	7,55	6,05	6,53	7,43
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,29	0,29	0,39	r.n.; n.s.

Masa organiczna międzyplonów wprowadzonych do gleby wpływała istotnie na poziom zawartości miedzi w korzeniach buraka tylko w lipcu i we wrześniu (tab. 2). W lipcu wyższą zawartością miedzi cechowały się korzenie uprawiane po międzyplonie bobiku, a we wrześniu więcej miedzi zawierały korzenie po przyoranej gorczycy i na obiekcie kontrolnym bez nawożenia organicznego.

W liściach zawartość miedzi wahała się w zakresie od 5,8 do 7,9 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. W warunkach przyrodniczych badań międzyplony ścierniskowe nie powodowały ukierunkowanych zmian zawartości miedzi w liściach buraka (tab. 2).

Zawartość miedzi w korzeniach buraków ulegała zmienności pod wpływem nawożenia azotem w lipcu – w początkowym okresie narastania masy korzenia – oraz we wrześniu (tab. 3). W lipcu, najwyższą zawartość miedzi miały korzenie nawożone 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, a we wrześniu nawożone 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. Istotny wpływ, na zawartość miedzi w liściach, nawożenie azotem wpływało w lipcu i w październiku. W tych terminach, liście zawierały więcej miedzi niż w sierpniu i we wrześniu, a najwyższym poziomem zawartości miedzi charakteryzowały się liście roślin nawożonych 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Uzyskane wyniki nie są zbieżne z badaniami CZEKAŁY i SPYCHAJ [1992], wskazującymi na zmniejszanie zawartości miedzi w korzeniach buraków pastewnych pod wpływem wzrastających dawek nawożenia. Zdaniem CZUBY i in. [1991] wzrastające dawki NPK obniżają zawartość miedzi w roślinach.

Tabela 3; Table 3

Zmiany zawartości w miedzi korzeniach i liściach buraka  
w zależności od dawki azotu (mg·kg<sup>-1</sup> s.m.)

Changes of copper content in beet roots and leaves  
depending on nitrogen fertilization (mg·kg<sup>-1</sup> DM)

Nawożenie azotem nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Październik October
	korzenie; roots			
0	5,45	4,34	4,18	4,63
60	5,37	4,31	4,32	4,56
120	5,62	4,34	4,69	4,54
180	5,26	4,42	5,16	4,64
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,23	r.n.; n.s.	0,50	r.n.; n.s.
Liście; Leaves				
0	7,25	6,06	6,54	6,90
60	7,24	5,81	6,20	6,90
120	7,61	6,02	6,21	8,71
180	7,39	6,14	6,09	7,60
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,29	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	1,21

Badania wskazują na zróżnicowanie odmian pod względem zawartości miedzi w korzeniach (tab. 4). W kolejnych miesiącach wegetacji od lipca do października najwięcej miedzi zawierały korzenie odmiany PN Mono 4. Tendencją do wyższej akumulacji miedzi w liściach, lecz udowodnioną statystycznie tylko jednokrotnie, cechowała się odmiana Atair. Zróżnicowanie odmian, lecz buraka pastewnego, pod względem zawartości miedzi w korzeniach stwierdzili także CZEKAŁA i SPYCHAJ [1992].

Tabela 4; Table 4

Zmiany zawartości miedzi w korzeniach  
i w liściach odmian buraka ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.)  
Changes of copper content in roots and leaves  
of sugar beet varieties ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  DM)

Odmiany Varieties	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Październik October
	korzenie; roots			
Kristall	5,32	4,18	4,35	4,40
Atair	5,26	4,15	4,42	4,39
PN Mono 4	5,69	4,71	4,98	4,99
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,20	0,20	0,44	0,19
Liście; Leaves				
Kristall	7,26	5,87	6,23	7,57
Atair	7,47	6,23	6,36	7,75
PN Mono 4	7,39	5,92	6,20	7,26
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.; n.s.	0,25	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.

### Wnioski

1. Poziom zawartości miedzi w korzeniach i w liściach buraków był dodatnio skorelowany z plonem technologicznym cukru.
2. Zawartość miedzi w korzeniach i w liściach buraka zależała od przebiegu pogody w latach badań oraz stanu rozwoju roślin podczas ich wegetacji. Korzenie buraków w początkowym okresie ich wzrostu – w lipcu – cechowały się wyższą zawartością miedzi.
3. Istotne zróżnicowanie zawartości miedzi w korzeniach i w liściach buraków podczas wegetacji, pod wpływem masy organicznej międzyplonów i nawożenia azotem, nie wskazuje na jednokierunkowe zależności i sugeruje zasadność dalszych badań nad tym zagadnieniem.
4. Właściwości odmian mogą różnicować poziom zawartości miedzi w korzeniach buraka cukrowego.

### Literatura

CZEKAŁA J. SPYCHAJ I. 1992. Wpływ nawożenia azotem na zawartość mikroelementów w korzeniach trzech odmian buraka pastewnego. Mat. VII Symp. „Mikroelementy w rolnictwie” 16–17 IX 1992, AR Wrocław: 190–193.

CZUBA R., ANDRUSZCZAK E., SZCZEGODZIŃSKA K. 1991. Ocena kierunków zmian zawartości mikroelementów w roślinach uprawianych na dużych dawkach NPK. Mat. VI Symp. „Mikroelementy w rolnictwie” 9–10 IX 1987, AR Wrocław: 129–132.



GORLACH E. 1991. *Potencjalne i aktualne możliwości zaopatrzenia roślin w mikroelementy*. Mat. VI Symp. „Mikroelementy w Rolnictwie”, 9–10 IX 1987, AR Wrocław: 15–24.

KABATA-PENDIAS A. 1996. *Biogeochemia miedzi i molibdenu*. Mat. Symp. „Miedź i molibden w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne”. Zesz. Nauk. Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN, 14: 11–19.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa.

RUSZKOWSKA M., KUSIO M., SYKUT S. 1996. *Bilans miedzi w zależności od rodzaju gleby i nawożenia w warunkach doświadczenia lizymetrycznego*. Mat. Symp. „Miedź i molibden w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne”. Zesz. Nauk. Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN, 14: 67–72.

WRÓBEL S. 1996. *Działanie nawożenia mikroelementowego na plonowanie i skład chemiczny buraka cukrowego w uprawie bezornikowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 139–144.

WRÓBEL S. 1997. *Wpływ nawożenia mikroelementami na plonowanie i skład chemiczny buraka cukrowego*. Biul. IHAR 202: 193–197.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, międzyplony, nawożenie azotem, odmiana, miedź

### Streszczenie

Opracowanie jest częściową syntezą wyników badań przeprowadzonych w latach 1997–1999 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin i w Katedrze Chemii Rolniczej AR we Wrocławiu, nad wpływem międzyplonów, nawożenia azotem i odmian na zmiany zawartości miedzi w korzeniach i w liściach buraka cukrowego. Warunki pogodowe w latach badań i faza rozwoju roślin istotnie różnicowały poziom zawartości miedzi w czasie wegetacji buraka. Korzenie buraka w lipcu cechowały się wyższą zawartością miedzi, niż w późniejszym okresie. Stwierdzono że zawartość miedzi w korzeniach i w liściach buraków w czasie wegetacji roślin była dodatnio skorelowana z plonem technologicznym cukru. Nie udowodniono ukierunkowanych zmian koncentracji Cu pod wpływem międzyplonów ścierniskowych i dawek azotu. W warunkach przyrodniczych badań odmiany różniły się poziom zawartości miedzi w korzeniach buraka cukrowego.

## EFFECT OF FERTILIZATION ON MICROELEMENTS CONTENTS IN SUGAR BEET

### Part I COPPER

*Urszula Prośba-Białczyk<sup>1</sup>, Zofia Spiak<sup>2</sup>, Marek Mydlarski<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Department of Crop Production, Agricultural University, Wrocław

<sup>2</sup> Department of Soil Chemistry, Agricultural University, Wrocław

**Key words:** sugar beet, catch crops, nitrogen fertilization, variety, copper

### Summary

The paper is a partial synthesis of investigation results obtained in 1997–1999 at Crop Production and Agricultural Chemistry Departments Wrocław AU, on the influence of catch crops, nitrogen fertilization and plant cultivars on changes a copper content in roots and in leaves of sugar beet. Weather conditions in the years of experiment and phase of plant development significantly differentiated the level of copper content during vegetation season. Beet roots in July were characterized by higher copper content, than in the later period. It was stated that the copper content in beet roots and leaves during plant vegetation was positively correlated with technological sugar yield. No directed changes in Cu concentration under influence of catch crops and nitrogen doses were observed. In the circumstances of natural investigating of vultivars the changes differentiated level of copper content in sugar beet roots.

Dr hab. Urszula **Prośba-Białczyk**, prof. AR  
Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin  
Akademia Rolnicza  
ul. Norwida 25  
50-375 WROCŁAW