

URSZULA PROŚBA-BIAŁCZYK¹, PIOTR REGIEC²

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

²Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

PRODUKCYJNOŚĆ I WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNA BURAKA CUKROWEGO W WARUNKACH INTEGROWANEJ OCHRONY I NAWOŻENIA

Productivity and technological value of sugar beet under conditions of integrated crop protection
and fertilization

ABSTRAKT: W latach 2001–2003, w warunkach przyrodniczych Niziny Śląskiej, w ścisłych badaniach polowych i laboratoryjnych analizowano wpływ ochrony przed patogenami grzybowymi oraz dolistnego dokarmiania azotem (mocznik w formie stałej i 7% roztworu), a także 5% wodnym roztworem siarczanu magnezowego na produktywność i wartość technologiczną korzeni trzech odmian buraka cukrowego – Ulla, Nobel i Polko. Analizowano plon korzeni i liści, zawartość sacharozy, cukrów redukujących, azotu alfa-aminokwasowego, popiołu oraz kationów sodu i potasu. Ochrona buraka cukrowego przed chorobami grzybowymi w okresie intensywnego wzrostu roślin korzystnie wpływała na plon i wartość technologiczną korzeni. Integrowanie ochrony z dolistnym dokarmianiem roztworem mocznika okazało się zasadne pod względem poziomu produktywności buraka, jakości technologicznej korzeni i wydajności cukru.

słowa kluczowe – key words:

burak cukrowy – *sugar beet*, ochrona – *crop protection*, nawożenie – *fertilization*, azot – *nitrogen*, magnez – *magnesium*, cukier – *sugar*

WSTĘP

Burak cukrowy jest rośliną o dużych wymaganiach nawozowych, a składnikiem pokarmowym szczególnie oddziałującym na jego plonowanie jest azot, który wpływa także na jakość technologiczną korzeni (2, 7, 9). O jakości korzeni i wydajności cukru decyduje też magnez (1, 3, 8, 10). Wysokie wymagania pokarmowe buraka cukrowego oraz duża powierzchnia aparatu liściowego uzasadniają dolistne dokarmianie, zwłaszcza w okresie intensywnego wzrostu. Liczne badania, prowadzone między innymi w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (4, 5), a także przez badaczy niemieckich (6, 11), wskazują, że dolistne dokarmianie buraka cukrowego jest zabiegiem korzystnym i opłacalnym w aspekcie poziomu plonowania. Plony korze-

ni w badaniach IUNG pod wpływem dolistnego nawożenia azotem wzrastały o około 4–7 t·ha⁻¹, a roślin dokarmianych magnezem dodatkowo o około 0,5 t·ha⁻¹. Zdaniem C z u b y i in. (5) dolistne dokarmianie buraka cukrowego nie jest zabiegiem wyizolowanym z całokształtu agrotechniki i powinno być zintegrowane z systemem ochrony roślin. Zasadność integrowanej uprawy buraka cukrowego podkreślają też badacze niemieccy (6, 11). W ostatnich latach istotnym problemem są choroby grzybowe buraka cukrowego powodowane przez *Cercospora beticola*, *Ramularia beticola* i *Peronospora schachtii*.

Analizując wpływ ochrony i dolistnego dokarmiania buraka cukrowego wodnym roztworem mocznika i siarczanu magnezowego na zdrowotność i produktywność roślin podjęto również badania nad kształtowaniem się wartości technologicznej korzeni.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2001–2003, w warunkach klimatycznych Niziny Śląskiej, w Katedrach Szczegółowej Uprawy Roślin oraz Technologii Rolnej i Przechowalnictwa AR we Wrocławiu. Ścisłe doświadczenia polowe zakładano w układzie split-plot w czterech powtórzeniach, a badanymi czynnikami były: ochrona przed patogenami grzybowymi podczas wegetacji oraz dolistne dokarmianie azotem i magnezem, a także odmiany: dwie hodowli szwedzkiej – Ulla (triploidalna, typu cukrowego, wpisana do rejestru w roku 1998) i Nobel (diploidalna, typu normalnego, wpisana do rejestru w roku 2000), oraz odmiana polska – Polko (triploidalna, typu normalno-cukrowego, z roku 1988).

W obiektach chronionych stosowano fungicydy profilaktycznie i po wystąpieniu objawów porażenia roślin przez *Cercospora beticola*, *Ramularia beticola* i *Peronospora schachtii*, opryskując preparatami Dithane M 45 80WP, Dithane 455 SC lub Pencozeb 455 SC. Liczba i częstotliwość oprysków zależały od warunków pogody i stopnia porażenia roślin.

Analizowano następujące warianty nawożenia: A – 80 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie, B – 80 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie i 40 kg N·ha⁻¹ pogłównie, mocznikiem w formie stałej, C – 80 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie i 40 kg N·ha⁻¹ nalistnie, czterokrotnie w 7% roztworze mocznika i D – 80 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie i 40 kg N·ha⁻¹ nalistnie, czterokrotnie w 7% roztworze mocznika oraz dwukrotnie z 5% siedmiowodnym siarczanem magnezowym.

Wpływ badanych czynników określano analizując poziom plonowania – plon korzeni i liści – oraz jakość technologiczną korzeni – zawartość sacharozy (metodą polarymetryczną), cukrów redukujących (metodą redukcyjną Lane-Eynona), a także azotu alfa-aminokwasowego (metodą kolorymetryczną), popiołu (konduktometrycznie) i kationów potasu i sodu (metodą fotometrii płomieniowej).

Doświadczenie przeprowadzono na glebie brunatnej, należącej do grupy gleb brunatnoziemnych pochodzenia fluwiogłacjalnego, typu płowego, wytworzonej

z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego. Gleba cechowała się odczynem lekko kwaśnym (pH w 1 M KCl od 5,9 do 6,3) oraz średnią zasobnością w P, K i Mg. Nawożenie fosforem – 100 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i potasem – 160 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ stosowano jesienią. Azotem nawożono zgodnie ze schematem doświadczenia. Obsada roślin przed zbiorem wynosiła około 93–95 tys. szt. ha^{-1} .

Warunki klimatyczne różniły się w latach badań. Układ temperatur sprzyjał wegetacji buraka cukrowego i nie powodował poważnych zakłóceń w jego rozwoju. Sumy opadów, w okresie od kwietnia do września, w poszczególnych latach wynosiły: w roku 2001 – 449,9 mm, w roku 2002 – 324,1 a w roku 2003 – 263,8 mm. W lipcu i sierpniu, w miesiącach intensywnych infekcji grzybowych, spadło odpowiednio 228,2, 129,9 i 111,3 mm deszczu. Szczególnie silne porażenie przez grzyby *Cercospora beticola* i *Ramularia beticola*, zwłaszcza na roślinach niechronionych, stwierdzono w roku 2001. U wszystkich odmian w tym roku, w drugiej dekadzie sierpnia, liście roślin niechronionych były porażone w 70–80%.

Wyniki badań opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji na poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Produkcyjność buraka cukrowego zależała od ochrony przed chorobami grzybowymi, sposobu nawożenia i odmian oraz od interakcji tych czynników (tab. 1). Stosując ochronę przeciwko chorobom grzybowym uzyskano plony korzeni wyższe o 6,4 t ha^{-1} niż przy braku ochrony. O poziomie plonów decydowała również interakcja ochrony i nawożenia. U roślin niechronionych pogłówne nawożenie mocznikiem w formie stałej spowodowało istotny przyrost plonu w stosunku do nawożenia dawką 80 kg N ha^{-1} . Dolistne dokarmianie roztworem mocznika korzystnie wpływało natomiast na plonowanie buraka jedynie w warunkach ochrony. Przy braku ochrony nie stwierdzono istotnego zróżnicowania między nawożeniem pogłównym mocznikiem w formie stałej a dolistnym dokarmianiem roztworem mocznika. Przyrost plonu pod wpływem siarczanu magnezowego mieścił się w granicach błędu. O produkcyjności decydowała również odmiana. W warunkach ochrony odmiany plonowały na zbliżonym poziomie, zaś przy braku ochrony zróżnicowanie między odmianą najniższej plonującą Ulla a odmianami Nobel i Polko wynosiło odpowiednio 9,3 oraz 11,2 t ha^{-1} .

Wpływ ochrony uzewnętrznił się również w masie pojedynczego korzenia (tab. 1). Rośliny chronione wykształciły korzenie o masie o 0,16 kg większej niż rośliny niechronione. Dolistne dokarmianie mocznikiem, w formie stałej i w roztworze, w warunkach ochrony spowodowało istotny przyrost masy korzenia. Przy braku ochrony skuteczne w tym względzie było jedynie dokarmianie dolistne roztworem mocznika. W warunkach ochrony średnia masa pojedynczego korzenia była zbliżona u odmian, natomiast w obiektach bez ochrony korzenie odmiany Polko miały większą masę niż odmiany Ulla. Interakcja między ochroną i sposobem nawożenia była

Tabela 1

Wpływ ochrony i nawożenia na plonowanie buraka cukrowego
Effect of crop protection and fertilization on yield of sugar beet

Czynniki Factor	Plon korzeni Yield of roots (t·ha ⁻¹)		Współczynnik ulistnienia Foliage coefficient		Masa korzenia Mass of root (kg)	
	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection
Dolistne dokarmianie azotem i magnezem; Foliar application of nitrogen and magnesium						
A ¹⁾	54,9	48,2	0,60	0,65	0,67	0,58
B	55,6	51,1	0,62	0,64	0,79	0,67
C	59,5	52,9	0,64	0,66	0,90	0,70
D	60,7	54,2	0,65	0,67	0,91	0,68
NIR; LSD ²⁾	2,9		0,04		0,10	
Odmiany; Variety						
Ulla	56,7	44,5	0,64	0,66	0,76	0,60
Nobel	58,3	53,8	0,60	0,67	0,83	0,68
Polko	58,1	55,7	0,66	0,63	0,85	0,72
NIR; LSD ³⁾	2,8		0,03		0,11	
Średnia; Mean	57,7	51,3	0,63	0,65	0,82	0,66
NIR; LSD	2,2		r.n.		0,12	

¹⁾ A, B, C, D – zgodnie z metodyką doświadczenia; according to experimental method

²⁾ NIR dla współdziałania dolistnego dokarmiania i ochrony; for the combined effect of foliar application and protection

³⁾ NIR dla współdziałania odmian i ochrony; for interaction of variety and protection

r.n. – różnica nieistotna; insignificant difference

widoczna także w wartości współczynnika ulistnienia. W warunkach braku ochrony nie stwierdzono istotnego zróżnicowania wartości współczynnika ulistnienia między obiektami z pogłównym nawożeniem mocznikiem w formie stałej, dolistnym dokarmianiem roztworem mocznika oraz mocznika i siarczanu magnezowego. U roślin chronionych dokarmianie azotem i magnezem korzystnie wpływało na rozwój liści.

Ochrona oraz dolistne dokarmianie azotem i magnezem, a także odmiany kształtowały jakość technologiczną korzeni (tab. 2 i rys. 1–3). Buraki chronione cechowały się wyższą, w stosunku do niechronionych, zawartością suchej masy i sacharozy, a niższą koncentracją popiołu. W korzeniach buraków chronionych niższe było też stężenie kationów sodu i potasu oraz cukrów redukujących. Nie stwierdzono wpływu ochrony na zawartość azotu alfa-aminokwasowego. Wartość technologiczna korzeni zależała także od interakcji ochrony i nawożenia oraz ochrony i odmiany. Dolistne dokarmianie wodnym roztworem mocznika (wariant C) w warunkach ochrony powodowało przyrost zawartości suchej masy oraz sacharozy w porównaniu z nawożeniem pogłównym. Natomiast dolistne dokarmianie roztworem mocznika w połączeniu z magnezem nie różnicowało poziomu zawartości suchej masy i sacharozy w porów-

Tabela 2

Wpływ ochrony i nawożenia na jakość technologiczną korzeni
Effect of crop protection and fertilization on technological value of roots

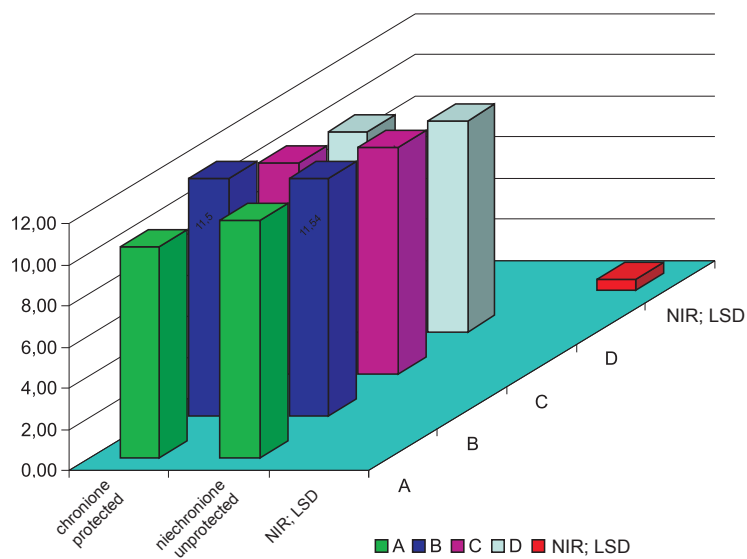
Obiekty Treatment	Sucha masa Dry matter (%)		Sacharoza Sucrose (%)		Popiół dygestyjny Ash (%)		N- α NH ₂ alfa-amino N (mmol/100 g miazgi)	
	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection
Dolistne dokarmianie azotem i magnezem; foliar application of nitrogen and magnesium								
A ¹⁾	26,1	25,5	17,1	16,7	0,59	0,61	2,51	2,62
B	26,0	25,7	16,9	16,5	0,65	0,65	2,85	3,01
C	26,6	26,1	17,5	16,8	0,65	0,65	2,75	2,79
D	26,8	26,3	17,6	16,9	0,59	0,65	2,61	2,69
NIR; LSD ²⁾	0,5		0,4		0,03		0,11	
Odmiany; Variety								
Ulla	26,3	25,4	17,3	16,3	0,61	0,62	2,69	2,89
Nobel	26,5	26,0	17,2	17,0	0,65	0,67	2,82	2,82
Polko	26,6	26,3	17,4	16,9	0,58	0,59	2,55	2,61
NIR; LSD ³⁾	0,4		0,25		r.n.		0,14	
Średnia; Mean	26,4	25,9	17,3	16,7	0,62	0,64	2,68	2,78
NIR; LSD	0,4		0,3		0,02		r.n.	

¹⁾ A, B, C, D – zgodnie z metodyką doświadczenia; according to experimental method

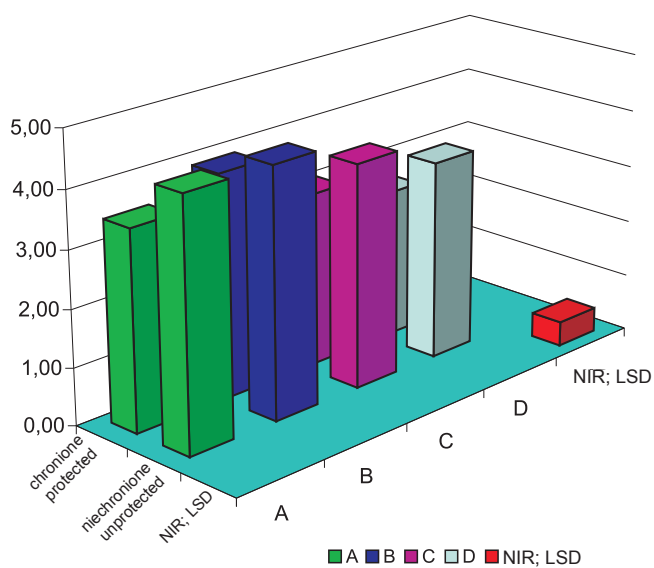
²⁾ NIR dla współdziałania dolistnego dokarmiania i ochrony; for the combined effect of foliar application and protection

³⁾ NIR dla współdziałania odmian i ochrony; for interaction of variety and protection

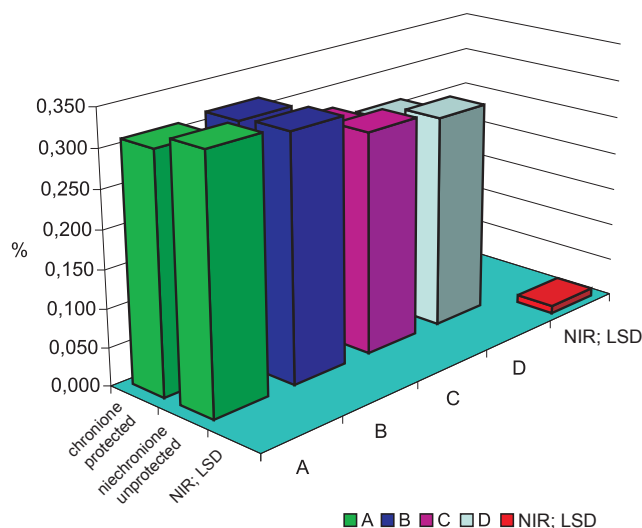
r.n. – różnica nieistotna; insignificant difference



Rys. 1. Zawartość potasu w korzeniach (mmol/100 g miazgi)
Content of potassium in roots (mmol/100 g pulp)



Rys. 2. Zawartość sodu w korzeniach (mmol/100 g miazgi)
Content of sodium in roots (mmol/100 g pulp)



Rys. 3. Zawartość cukrów redukujących w korzeniach (%)
Content of reducing sugar in roots (%)

naniu z dokarmianiem dolistnym mocznikiem. Sposób nawożenia azotem nie różnicował wartości tych cech w korzeniach roślin niechronionych. Roztwór mocznika i siarczanu magnezowego powodował zmniejszenie zawartości popiołu, ale jedynie przy stosowaniu ochrony. Nawożenie azotem i dolistne dokarmianie istotnie wpływały na stężenie azotu alfa-aminokwasowego, lecz zależność ta była warunkowana czynnikiem ochrony. Azot zastosowany pogłównie w formie stałej spowodował przyrost zawartości azotu alfa-aminokwasowego w korzeniach roślin chronionych i niechronionych, natomiast dolistne dokarmianie roztworem mocznika miało działanie odwrotne. Istotne zmniejszenie zawartości azotu alfa-aminokwasowego w obiektach z roztworem mocznika i siarczanu magnezowego stwierdzono jedynie u roślin chronionych. Dolistne dokarmianie roztworem mocznika i siarczanu magnezowego obniżało również koncentrację kationów potasu i sodu, a także zmniejszyło zawartość cukrów redukujących. O wartości technologicznej decydowały także odmiany i ich ochrona. Przy braku ochrony wyższą wartością technologiczną cechowała się odmiana Polko.

Ochrona i nawożenie, a także dolistne dokarmianie, kształtując produktyjność i wartość technologiczną korzeni buraków, wpływały na zawartość cukru białego (wydatek cukru) i jego biologiczną oraz technologiczną wydajność (tab. 3). Wydajność cukru z korzeni roślin chronionych była wyższa niż z korzeni roślin niechronionych. Istotna w tym względzie okazała się interakcja ochrony i sposobu nawożenia. W warunkach braku ochrony pogłównie nawożenie mocznikiem w formie stałej

Tabela 3

Wpływ ochrony i nawożenia na wydajność cukru
Effect of crop protection and fertilization on sugar yield

Obiekty Treatment	Biologiczny plon cukru Biological sugar yield (t·ha ⁻¹)		Technologiczny plon cukru Technological sugar yield (t·ha ⁻¹)		Wydatek cukru Expense of white sugar (%)	
	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection	chronione with protection	niechronione without protection
Dolistne dokarmianie azotem i magnezem; Foliar application of nitrogen and magnesium						
A ¹⁾	9,39	8,05	8,23	6,84	15,0	14,2
B	9,40	8,43	8,12	7,15	14,6	14,0
C	10,41	8,89	9,22	7,82	15,5	14,8
D	10,68	8,99	9,34	7,85	15,4	14,5
NIR; LSD ²⁾	0,38		0,32		0,3	
Odmiany; Variety						
Ulla	9,64	7,24	8,31	6,18	14,6	13,9
Nobel	10,20	9,15	8,70	7,74	15,0	14,4
Polko	10,11	9,41	9,12	8,30	15,7	14,9
NIR; LSD ³⁾	r.n.		r.n.		r.n.	
Średnia; Mean	9,98	8,60	8,71	7,41	15,1	14,4
NIR; LSD	0,32		0,29		0,4	

¹⁾ A, B, C, D – zgodnie z metodyką doświadczenia; according to experimental method

²⁾ NIR dla współdziałania dolistnego dokarmiania i ochrony; for the combined effect of foliar application and protection

³⁾ NIR dla współdziałania odmian i ochrony; for interaction of variety and protection

r.n. – różnica nieistotna; insignificant difference

korzystnie wpływało na biologiczny i technologiczny plonu cukru, a dokarmianie buraków wodnym roztworem mocznika dodatkowo oddziaływało na wydajność cukru niezależnie od stosowania fungicydów. Połączenie roztworu mocznika z siarczanem magnezowym nie spowodowało natomiast istotnych zmian wydajności cukru. Ten sposób dokarmiania najsilniej dodatkowo wpływał na technologiczny plon cukru, lecz przyrost wydajności okazał się nieistotny. Wydajność cukru zarówno w warunkach ochrony, jak i jej braku okazała się cechą odmianową. Najniższą wydajnością cukru cechowała się odmiana Ulla.

DYSKUSJA

W badaniach wykazano, podobnie jak wcześniej stwierdzili Czuba i in. (4, 5), korzystny wpływ dolistnego dokarmiania wodnym roztworem mocznika na produktywność buraka cukrowego. Przyrost plonu – około 3 t·ha⁻¹ – pod wpływem dolistnego dokarmiania roztworem mocznika, w stosunku do nawożenia pogłównego formą stałą tego nawozu, w niniejszych badaniach był na poziomie zbliżonym do zwyżki

plonów uzyskanych w doświadczeniach C z u b y i in. (5), w których podkreślono także, że ten sposób żywienia roślin dodatnio oddziaływał na zawartość cukru, lecz przyrost koncentracji cukru okazał się zróżnicowany. C z u b a i in. (5) stwierdzili wzrost zawartości cukru o 0,9%, natomiast w omawianych badaniach był on o połowę mniejszy – 0,4%.

W warunkach badań dolistne dokarmianie roztworem mocznika w połączeniu z siarczanem magnezowym wpłynęło bardzo korzystnie na zdrowotność roślin (co będzie tematem oddzielnego opracowania), ale nie spowodowało ani przyrostu plonów, ani zwiększenia koncentracji sacharozy. Ten sposób żywienia roślin w badaniach C z u b y i in. (4, 5) przyczynił się natomiast do wzrostu plonów i niewielkiego, o ok. 0,5%, wzrostu zawartości sacharozy, podobnie jak w badaniach niemieckich (6).

WNIOSKI

1. Ochrona buraka cukrowego przeciwko chorobom grzybowym w okresie intensywnego wzrostu roślin korzystnie wpływała na produkcyjność tego gatunku i wartość technologiczną korzeni.

2. W uprawie buraka cukrowego zasadne jest zintegrowanie ochrony przeciwko patogenom grzybowym z dolistnym dokarmianiem roztworem mocznika, bowiem zabiegi te korzystnie oddziałują na poziom plonowania i cechy wartości technologicznej korzeni.

3. Ochrona buraka cukrowego przed patogenami grzybowymi w połączeniu z dolistnym dokarmianiem roztworem mocznika są zabiegami dodatnio oddziałującymi na wydajność cukru.

LITERATURA

1. Allison M.F., Chapman J.L., Garat C.E., Todd A.D.: The potassium, sodium, magnesium, calcium and phosphate nutrition of sugarbeet (*Beta vulgaris*) grown on soils containing incorporated straw. J. Sci. Food Agric., 1997, **74(2)**: 216-220.
2. Allison M.F., Armstrong M.J., Jaggard K.W., Todd A.D.: Integration of nitrat civer crops into sugarbeet (*Beta vulgaris*) rotations. II. Effect of cover crops on growth, yield and N requirement of sugarbeet. J. Agric. Sci., 1998, **130(1)**: 61-67.
3. Jaszczot E.: Wpływ wzrastających dawek magnezu na plon buraka cukrowego. Gazeta Cukrownicza, 1998, 115-116.
4. Czuba R., Sztuder H., Świerczewska M.: Dolistne dokarmianie buraków cukrowych i ziemniaków azotem, magnezem i mikroelementami. IUNG Puławy, 1994, **P(57)**.
5. Czuba R., Sztuder H., Świerczewska M.: Agrotechniczne i ekonomiczne aspekty dolistnego dokarmiania buraka cukrowego. Biul. IHAR., 1997, **202**: 131-137.
6. Lampe D., Orlovius K.: Vier wichtige Nährstoffe für die Zuckerrübe. Ratgeber für die Landwirtschaft, 1993, 9.
7. Nowakowski M., Gutmański I., Kostka D.: Wpływ dawek azotu stosowanych rzędowo i rzutowo na wschody i plonowanie buraka cukrowego. Biul. IHAR, 1997, **202**: 117-123.

8. Prośba-Białczyk U., Mydlarski M.: Wpływ nawożenia i odmiany na zawartość magnezu w buraku cukrowym. *Biul. Magnezol.*, 2000, v. **4**, **5**: 304-315.
9. Prośba-Białczyk U., Regiec P., Mydlarski M.: Technological value of sugar beet cultivars as dependent on nitrogen fertilization level. *EJPAU 2001*, v. 4. i. 2 s. Agronomy.
10. Prośba-Białczyk U., Mydlarski M.: Nagromadzenie magnezu przez buraki cukrowe w zależności od nawożenia i odmian. *Biul. Magnezol.*, 2001, v. **6**, **3**: 340-349.
11. Verreet J.A., Wolf P.F.J., Weis F.J.: Bekämpfungsschwellen als Grundlage für eine integrierte Bekämpfung von *Cercospora beticola* – Das IPS-Modell Zuckerrübe. *Proc. 59th IIRB Congr.*, 1996, 55-69.

PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL VALUE OF SUGAR BEET UNDER CONDITIONS OF INTEGRATED CROP PROTECTION AND FERTILIZATION

Summary

Effect of crop protection against fungi pathogens and foliar application of nitrogen (7% urea and magnesium solution, 5% aqueous solution of magnesium sulfate) on productivity and technological value of roots of three varieties of sugar beet – Ulla, Nobel and Polko was analyzed. The experiment was conducted on the field and in a laboratory in 2001–2003 on the Silesia Lowland. Root and leaf yield, content of sucrose, reducing sugars, alfa-aminoacid nitrogen, ash and sodium and potassium cautions were determined. Protection of sugar beet against fungi diseases in the period of intensive plant growth increased the productivity and technological value of roots. Integrating the crop protection against fungi pathogens with foliar application of urea solution appeared to be a proper solution with respect to better sugar beet productivity, root technological quality and sugar yield.

Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2005 r.