

¹Katedra Kształtowania Agroekosystemów, ³Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24 A, 50-363 Wrocław

²Kutnowska Hodowla Buraka Cukrowego, Straszków, 62-650 Kłodawa
e-mail: leslaw.zimny@up.wroc.pl

LESŁAW ZIMNY¹, JACEK RAJEWSKI², PIOTR REGIEC³

Wpływ uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego

The influence of conservation tillage on technological value of sugar beet roots

Streszczenie. Celem niniejszej pracy było określenie zawartości wybranych substancji (sucha substancja, popiół, azot α -aminowy, cukry redukujące) w korzeniach buraka cukrowego uprawianego metodą tradycyjną, konserwującą i zerową z zastosowaniem dwóch poziomów ochrony herbicydowej. Ścisłe doświadczenie polowe realizowano w latach 2004–2007 w Stacji Hodowli Roślin w Straszku, gmina Kłodawa. Stwierdzono, że poziom ochrony herbicydowej istotnie wpływał na zawartość cukrów redukujących w korzeniach buraka cukrowego, powodując ich wzrost przy zredukowanej ochronie roślin. Systemy uprawy istotnie różnicowały zawartość popiołu oraz azotu α -aminowego w korzeniach buraka cukrowego. Spośród porównywanych systemów uprawy konserwującej najwięcej popiołu stwierdzono w korzeniach buraka uprawianego na poletkach z międzyplonem ścierniskowym. Natomiast najmniejszą zawartością azotu α -aminowego charakteryzowały się korzenie uprawiane na słomie wymieszanej kultywatorem i w uprawie zerowej. Najlepszą jakością technologiczną charakteryzowały się korzenie zebrane z uprawy zerowej oraz chronione intensywnie. Najwięcej azotu α -aminowego zawierały korzenie uprawiane na słomie przedplonowej i międzyplonie ścierniskowym pozostawionym do wiosny oraz chronione intensywnie.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, jakość korzeni

WSTĘP

Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego ma istotny wpływ na przebieg procesu produkcji cukru. Najważniejszymi składnikami korzeni są sacharoza oraz niecukry szkodliwe, w skład których wchodzi m.in. sól, potas, inwert i azot α -aminowy (inaczej azot szkodliwy).

Nowoczesne rolnictwo z powodu zaostrzających się wymogów ochrony środowiska oraz rosnących cen nośników energii wymaga stosowania nowych, uproszczonych technologii uprawy roli w celu zwiększenia plonów i obniżenia kosztów produkcji [Gutmański 1996]. Przykładem takiego postępowania jest uprawa konserwująca lub uprawa zerowa buraka cukrowego. Chcąc uniknąć obniżenia wydajności produkcji cukru, należy podjąć działania, które zminimalizują zawartość związków melasotwórczych w korzeniach buraków, nie podnosząc jednocześnie kosztów uprawy.

Uprawa konserwująca różni się od uprawy tradycyjnej, gdyż polega ona na powierzchniowej uprawie roli pozostawiającej na powierzchni pola resztki poźniwe w postaci przemarzniętych międzyplonów ścierniskowych [Zimny 2007]. W uprawie konserwującej rezygnuje się z energochłonnej orki przedzimowej oraz z wiosennej uprawy bądź też ogranicza się uprawę roli do jednego płytkiego zabiegu, którego zadaniem jest wymieszanie mulczu międzyplonowego z rolą. Uprawa konserwująca buraka cukrowego ogranicza jego koszty produkcji oraz korzystnie i długotrwale oddziałuje na środowisko glebowe. Umożliwia ona także wcześniejszy siew i ułatwia głębsze zakorzenienie roślin.

W uprawie zerowej od momentu zbioru przedplonu do siewu buraka cukrowego nie wykonuje się żadnych zabiegów uprawowych [Dzienia i in. 2006]. W tym okresie prowadzi się jedynie chemiczną walkę z chwastami za pomocą herbicydów o działaniu totalnym. Siew buraka wykonuje się specjalnym siewnikiem punktowym do siewu bezpośredniego w przemarzniętą i przesuszoną masę mulczu.

Uprawa konserwująca jest dość dobrze przebadana pod względem plonowania. Natomiast brak jest szczegółowych badań nad wartością technologiczną tak uprawianych korzeni buraka cukrowego. Ponadto w piśmiennictwie niewiele jest prac dotyczących wpływu międzyplonów na kształtowanie jakości technologicznej buraka cukrowego. Stąd celem pracy było określenie zawartości wybranych substancji (sucha substancja, popiół, azot α -aminowy, cukry redukujące) w korzeniach buraka cukrowego uprawianego metodą tradycyjną, konserwującą i zerową z zastosowaniem dwóch poziomów ochrony herbicydowej.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe, dwuczynnikowe doświadczenie założono w Stacji Hodowli Roślin w Strasz-kowie, gmina Kłodawa (52°13'N, 18°57'E), metodą split-plot w trzech powtórzeniach na glebie średniej, kompleksu pszennego dobrego. W doświadczeniu realizowanym w latach 2004–2007 uwzględniono dwa czynniki.

Czynnik I – poziom ochrony herbicydowej:

A – intensywny (Roundup 360 SL – glifosat – przed siewem w dawce $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz dwa tradycyjne zabiegi herbicydowe po siewie i po wschodach buraka cukrowego (Torero 500 SC – metamidron, etofumesat – w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ na wschodzące chwasty i po 10 dniach kolejne $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ preparatu),

B – ekstensywny (Roundup 360 SL – glifosat – przedwschodowo 2–4 dni po siewie buraków cukrowych w dawce $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i jeden tradycyjny zabieg po wschodach (Torero 500 SC – metamidron, etofumesat – w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Czynnik II – zróżnicowane systemy uprawy:

- 1 – uprawa tradycyjna (obiekt kontrolny): międzyplon ścierniskowy przyorany zieblą, siew tradycyjny,
- 2 – międzyplon ścierniskowy pozostawiony do wiosny, siew bezpośredni,
- 3 – międzyplon ścierniskowy ze słomą przedplonową pozostawiony do wiosny, siew bezpośredni,
- 4 – słoma przedplonowa przykryta kultywATOREM podorywkowym latem i pozostawiona do wiosny, siew bezpośredni,
- 5 – słoma przedplonowa pozostawiona do wiosny, siew bezpośredni (uprawa zerowa).

Przed siewem międzyplonu (obiekt 1–3) i na poletkach ze słomą (obiekt 4) zastosowano kultywator podorywkowy. Na obiekcie 5 stosowano uprawę zerową. Na obiektach 2–4 (uprawa konserwująca) oraz 5 zastosowano siew bezpośredni siewnikiem Unicorn 3 firmy Kleine z przystosowanymi do siewu bezpośredniego nożami talerzowymi. Poletka o powierzchni 100 m² obsiewano nasionami odmiany Lubelska, wysiewanymi na gotowo w rozstawie 0,18 × 0,45 m. Międzyplon ścierniskowy stanowiła gorczyca biała. Zielona masa międzyplonu ścierniskowego wynosiła 9,3–24,5 t · ha⁻¹, a słomy przedplonowej 5,7–5,8 t · ha⁻¹. Na poletkach ze słomą (obiekty 3–5) stosowano 50 kg N · ha⁻¹. Po zbiorze przedplonu całe pole zwapnowano wapnem defekacyjnym w dawce 2,5–3,0 t · ha⁻¹ CaO oraz zastosowano Polifoskę NPK (8 : 24 : 24) w dawce 350 kg · ha⁻¹ nawozu. Na całym polu wysiano nawóz azotowy w ilości 105 kg · ha⁻¹.

W miazdze korzeni oznaczono zawartość: sacharozy – polarymetrycznie, azotu α-aminowego – kolorymetrycznie, cukrów redukujących – metodą Lane-Eynona, popiołu rozpuszczalnego – skróconą metodą konduktometryczną.

Wyniki badań poddano analizie wariancji, istotność różnic weryfikowano testem Duncana na poziomie istotności α = 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Poziom ochrony herbicydowej nie miał istotnego wpływu na zawartość suchej substancji w korzeniach buraka cukrowego (tab. 1). Istotne zróżnicowanie tego parametru wystąpiło jedynie pod wpływem systemów uprawy oraz w warunkach interakcji obu czynników doświadczenia. Najwięcej suchej substancji (25,6%) zawierały korzenie na poletkach z uprawą zerową. Średnia zawartość suchej substancji w korzeniach zebranych z poletek, gdzie stosowano uprawę konserwującą, wyniosła 25,0%. Była ona wyższa w porównaniu z uprawą tradycyjną o 0,6%. Najmniejszą zawartość suchej substancji (23,8%) miały korzenie uprawiane na samym międzyplonie na poletkach pielęgnowanych intensywnie, a największą (25,7%) na poletkach z uprawą zerową i intensywnym poziomem ochrony herbicydowej. Z podobnych badań [Buraczyńska 2005] wynika, że korzenie buraka cukrowego nawożonego obornikiem, słomą, całą biomasą międzyplonu z dodatkiem słomy oraz międzyplonowymi resztkami poźniwnymi zawierały istotnie więcej suchej masy niż korzenie buraka z obiektu bez nawożenia organicznego.

Na wartość technologiczną korzeni wpływa nie tylko zawartość poszczególnych niecukrów szkodliwych, ale także ich stosunek do zawartości sacharozy. Dlatego wyniki dotyczące zawartości popiołu, azotu α-aminowego i cukrów redukujących przedstawiono także w przeliczeniu na 100 g sacharozy (rys. 1–3).

Tabela 1. Zawartość suchej substancji i popiołu (średnie z lat 2005–2007)

Table 1. Content of dry matter and ash (mean for 2005–2007)

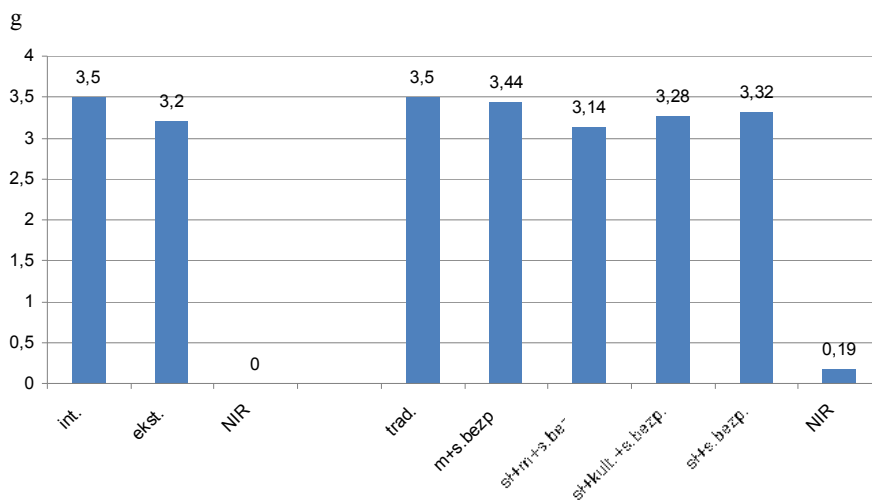
Systemy uprawy Tillage systems	Sucha substancja, % Dry matter, %			Popiół, % Ash, %		
	int.	ekst. ext.	średnio mean	int.	ekst. ext.	średnio mean
Tradycyjny Conventional	24,7	24,1	24,4	0,69	0,76	0,73
Międz. śc., siew bezp. Stubble crop, direct sowing	23,8	25,1	24,5	0,76	0,68	0,72
Słoma, międz. śc., siew bezp. Straw, stubble crop, direct sowing	24,8	25,5	25,2	0,72	0,61	0,67
Słoma, kultywator, siew bezp. Straw, cultivating, direct sowing	25,1	25,3	25,2	0,73	0,66	0,70
Słoma, siew bezp. Straw, direct sowing	25,7	25,6	25,6	0,74	0,67	0,70
Średnio – Mean	24,8	25,1	-	0,73	0,68	-
NIR _{0,05} LSD _{0,05} Poziom ochrony herbicydowej Level of herbicid protection	r.n. – n.s.			r.n. – n.s.		
Systemy uprawy Tillage systems	0,4			0,03		
Interakcja Interaction	0,9			0,07		

r.n. – różnica nieistotna

n.s. – not significant

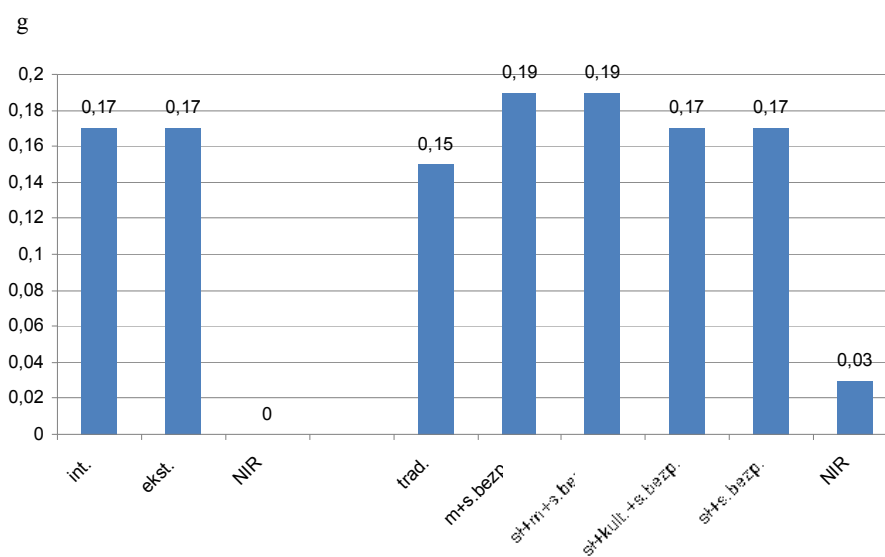
int. – intensywny, intensive

ekst. – ekstensywny, ext. – extensive



Rys. 1. Zawartość popiołu na 100 g sacharozy

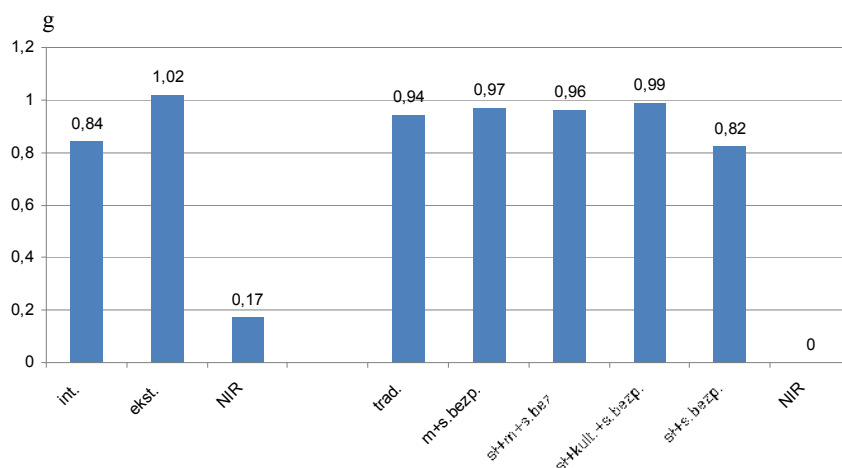
Fig. 1. Content of ash per 100 g sucrose



Rys. 2. Zawartość azotu α -aminowego na 100 g sacharozy
 Fig. 2. Content of harmful nitrogen per 100 g sucrose

Wpływ ochrony herbicydowej na zawartość popiołu w korzeniach buraka cukrowego nie miał istotnego znaczenia (tab. 1). Analiza statystyczna potwierdziła jednak istotność wpływu stosowanych systemów uprawy i współdziałania na jego zawartość. Zawartość popiołu uległa istotnemu obniżeniu pod wpływem uprawy konserwującej. Średnia z systemów uprawy konserwującej była niższa o 0,03% niż na obiekcie kontrolnym. Największą zawartość tego składnika (0,76%) oznaczono w korzeniach zebranych na poletkach z uprawą tradycyjną i ekstensywnym poziomem ochrony herbicydowej oraz na poletkach z uprawą samego międzyplonu i intensywną ochroną roślin. Najmniejszą (0,61%) zawartość popiołu stwierdzono na poletkach ze słomą i międzyplonem ścierniskowym przy ograniczonej ochronie herbicydowej. Badania Ostrowskiej i Kucińskiej [1998] oraz Wesołowskiego i in. [2003] dowiodły, że nawożenie słomą z dodatkiem azotu sprzyjało gromadzeniu składników popielnych, natomiast wprowadzenie międzyplonów wpływało na obniżenie zawartości popiołu.

Ekstensywny poziom ochrony herbicydowej poletek buraka cukrowego wpłynął na obniżenie zawartości popiołu rozpuszczalnego na 100 g sacharozy w miazdze, w porównaniu z ochroną intensywną (rys. 1). Różnica wynosiła 0,3 g/100 g sacharozy. Korzenie zebrane z poletek uprawianych tradycyjnie charakteryzowały się największą zawartością popiołu rozpuszczalnego – 3,5 g/100 g sacharozy. Średnio dla uprawy konserwującej ilość tego składnika wynosiła 3,29 g. Najwięcej popiołu rozpuszczalnego (3,44 g) zawierała miazga korzeni zebranych z poletek, gdzie uprawiano międzyplon ścierniskowy bez słomy, natomiast najmniej (3,14 g) zawierały korzenie zebrane z poletek, na których słomę i międzyplon ścierniskowy pozostawiano do wiosny. Obiekty, na których stosowano słomę, charakteryzowała niższa o 5,5% zawartość popiołu, w porównaniu z uprawą tradycyjną.



Rys. 3. Zawartość cukrów redukujących na 100 g sacharozy
Fig. 3. Content of reducing sugars per 100 g sucrose

Średnia zawartość azotu α -aminowego była istotnie wyższa dla systemów uprawy konserwującej, w porównaniu z uprawą tradycyjną (tab. 2). Różnica wynosiła 20,0%. Największą zawartość azotu α -aminowego (40,3 mg/100 g) oznaczono na obiekcie z uprawą samego międzyplonu ścierniskowego i siewem bezpośrednim. Była ona wyższa o 29,0% w porównaniu z jego zawartością na poletkach uprawianych tradycyjnie. Istotnie najwięcej azotu α -aminowego (45,4 mg/100 g) oznaczono w korzeniach buraków zebranych z poletek, gdzie słomę przedplonową i międzyplon ścierniskowy pozostawiono do wiosny oraz prowadzono intensywną ochronę herbicydową, a najmniej (26,4 mg/100 g) z poletek z uprawą zerową i taką samą ochroną. Niekorzystne działanie zwiększonego nawożenia organicznego na zawartość azotu α -aminowego dowiedli w swoich badaniach Kostka-Gościński i in. [2000]. Stwierdzili oni, że nawożenie międzyplonem wpływało na podwyższenie zawartości azotu α -aminowego w korzeniach w porównaniu z nawożeniem samą słomą. Do odmiennych wniosków doszli Nowakowski i Szymczak-Nowak [2007] oraz Buraczyńska i Ceglarek [2003], którzy stwierdzili, że rodzaj nawożenia organicznego nie różnicował zawartości azotu α -aminowego w korzeniach buraka. Z kolei Szymczak-Nowak i Tyburski [2005] wykazali, że nawożenie słomą i NPK, w porównaniu z nawożeniem obornikiem i kompostem, wpłynęło na obniżenie zawartości N- α -NH₂ w korzeniach buraka cukrowego. Natomiast Wesołowski i in. [2003] dowiedli wysoce istotnego wpływu poziomów ochrony roślin buraka cukrowego na zawartość azotu α -aminowego w korzeniach. Pielęgnacja ekstensywna obniżała jego koncentrację w miążdze aż o 8,6% w porównaniu z pielęgnacją intensywną.

Zawartość azotu α -aminowego na 100 g sacharozy była taka sama dla intensywnego i ekstensywnego poziomu ochrony herbicydowej (rys. 2). Systemy uprawy różnicowały istotnie zawartość tego melasotworu. Najmniej azotu α -aminowego zawierały korzenie zebrane z poletek uprawianych w sposób tradycyjny. Wartość tego parametru wyniosła w tym przypadku 0,15 g/100 g sacharozy. Uprawa konserwująca charakteryzowała się większą średnio o 16,7% zawartością azotu α -aminowego w porównaniu z uprawą tra-

dycyjną. Po porównaniu systemów uprawy konserwującej okazało się, że najwięcej azotu α -aminowego (0,19 g) oznaczono w korzeniach zebranych z poletek, gdzie uprawiano sam międzyplon oraz z poletek ze słomą przedplonową i międzyplonem ścierniskowym, a najmniej (0,17 g) na obiekcie, gdzie słomę przedplonową i międzyplon ścierniskowy pozostawiono do wiosny oraz w uprawie zerowej.

Tabela 2. Zawartość azotu α -aminowego i cukrów redukujących (średnie z lat 2005–2007)
Table 2. Content of harmful nitrogen and reducing sugars (mean for 2005–2007)

Systemy uprawy Tillage systems	N- α -NH ₂ mg/100 g			Cukry redukujące, % Reducing sugars, %		
	int.	ekst. ext.	średnio mean	int.	ekst. ext.	średnio mean
Tradycyjny Conventional	34,6	27,6	31,1	0,17	0,22	0,20
Międz. śc., siew bezp. Stubble crop, direct sowing	43,0	37,5	40,3	0,17	0,23	0,20
Słoma, międz. śc., siew bezp. Straw, stubble crop, direct sowing	45,4	33,8	39,6	0,17	0,24	0,20
Słoma, kultywator, siew bezp. Straw, cultivating, direct sowing	33,5	36,8	35,2	0,18	0,24	0,21
Słoma, siew bezp. Straw, direct sowing	26,4	43,3	34,9	0,19	0,16	0,18
Średnio – Mean	36,6	35,8	-	0,18	0,22	-
NIR _{0,05} LSD _{0,05} Poziom ochrony herbicydowej Level of herbizid protection	r.n. n.s.			0,03		
Systemy uprawy Tillage systems	5,2			0,03		
Interakcja Interaction	6,9			0,05		

r.n. – różnica nieistotna

n.s. – not significant

int. – intensywny, intensive

ekst. – ekstensywny, ext. – extensive

Zawartość cukrów redukujących istotnie różnicowały obydwa czynniki (tab. 2). Po zastosowaniu intensywnej ochrony herbicydowej ilość cukrów redukujących była o 0,04% mniejsza w porównaniu ze zredukowaną ochroną roślin. Średnia zawartość cukrów redukujących była dla uprawy konserwującej taka sama jak dla uprawy tradycyjnej. Pod wpływem uprawy zerowej zawartość cukrów redukujących była najmniejsza (0,18%). Najwięcej tego składnika (0,24%) odnotowano na obiekcie ze słomą przedplonową i międzyplonem ścierniskowym pozostawionym do wiosny oraz na obiekcie ze słomą wymieszaną kultywatorom przy zredukowanej ochronie roślin. Najmniej tego składnika (0,16%) zawierały korzenie zebrane z poletek z uprawą zerową i ekstensywnym zwalczaniem chwastów.

Zawartość cukrów redukujących przypadająca na 100 g sacharozy przedstawiono na rysunku 3. Różnica między intensywnym a ekstensywnym poziomem ochrony herbicydowej wyniosła 0,18 g/100 g sacharozy. Uprawa konserwująca charakteryzowała się taką samą średnią zawartością cukrów redukujących jak uprawa tradycyjna. Najmniej cukrów redukujących (0,82 g/100 g sacharozy) oznaczono w korzeniach zebranych z poletek z uprawą zerową. Korzenie z poletek, na których zastosowano słomę, charakteryzowały się mniejszą średnio o 2,1% wartością tego wskaźnika. Najwięcej tych związków (0,99 g/100 g sacharozy) w systemach uprawy konserwującej zawierały buraki zebrane z poletek, na których słomę wymieszano kultywATOREM i pozostawiono ją do wiosny.

WNIOSKI

1. Ekstensywna ochrona herbicydowa prowadziła do wzrostu zawartości cukrów redukujących w korzeniach buraka cukrowego.

2. Systemy uprawy istotnie różnicowały zawartość popiołu oraz azotu α -aminowego w korzeniach buraka cukrowego. Najwięcej popiołu (3,44 g/100 g sacharozy) zawierały korzenie buraka cukrowego zebrane z poletek, gdzie uprawiano sam międzyplon ścierniskowy. Najmniejszą zawartością azotu α -aminowego (0,17 g/100 g sacharozy) charakteryzowały się korzenie uprawiane na słomie wymieszanej kultywATOREM i w uprawie zerowej.

3. Najlepszą jakością technologiczną (najmniejsza zawartość azotu α -aminowego – 26,4 mg/100 g) charakteryzowały się korzenie zebrane z uprawy zerowej chronionej intensywnie, a najgorszą (45,4 mg/100 g) – korzenie uprawiane na słomie przedplonowej i międzyplonie ścierniskowym pozostawionym do wiosny oraz chronione intensywnie.

PIŚMIENNICTWO

- Buraczyńska D., 2005. Kształtowanie się zawartości suchej masy i makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego pod wpływem nawożenia organicznego i mineralnego. *Annales UMCS, sec. E*, 60, 19–31.
- Buraczyńska D., Ceglarek F., 2003. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na jakość przetwórczą korzeni buraka cukrowego. *Annales UMCS, sec. E*, 58, 141–153.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R., 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.* 2, 227–241.
- Gutmański I. 1996. Niskonakładowa technologia produkcji buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 12–18, 45–50.
- Kostka-Gościński D., Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., Sitarski A., Wąsacz E., Banaszak H., 2000. Wpływ nawożenia słomą i obornikiem na jakość przetwórczą wybranych odmian buraka cukrowego. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 175–178.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 2007. Wpływ nawożenia obornikiem i słomą na jakość technologiczną czterech odmian buraka cukrowego. *Pam. Puł.* 146, 67–72.

- Ostrowska D., Kucińska K., 1998. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem oraz różnych form nawozów organicznych na plon i jakość buraka cukrowego. Część 1. Roczniki AR w Poznaniu, 52, 273–278.
- Szymczak-Nowak J., Tyburski J., 2005. Wpływ różnych form nawożenia na kształtowanie się jakości technologicznej buraka cukrowego. Pam. Puł. 139, 269–276.
- Wesołowski M., Bętkowski M., Kokoszka M., 2003. Wpływ gospodarki bezobornikowej na jakość korzeni buraka cukrowego. Annales UMCS, sec. E, 58, 1–12.
- Zimny L., 2007. Uprawa konserwująca buraka cukrowego. Gaz. Cukr. 2, 55–58.

Summary. The aim of the research was to determine the content of some components (dry matter, ash, harmful, reducing sugars) in sugar beet roots, which were cultivated by traditional, conservation and no-tillage methods with two levels of herbicide protection. A strict field experiment was realized in 2004–2007 at the Plant Breeding Station of Sugar Beet Breeding Company in Straszaków near Kłodawa. It was found that the level of herbicide protection influenced reducing sugars content in roots. The smaller level of protection, the more reducing sugars beet roots contained. The tillage systems affected the content of ash and harmful nitrogen in the roots. Among conservation tillage systems used, the most of the ash was found in the roots collected from the plots where only the stubble crop was cultivated. On the other hand, the least harmful nitrogen content was found in roots grown on straw mixed crop cultivator and no-tillage system. The most of harmful nitrogen was in the roots grown with the forecrop straw and stubble crop left behind by the spring with intensive protection. The best technological value was observed for the roots collected from no-tillage system with intensive herbicide protection.

Key words: sugar beet, quality of roots