

## WPLYW NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I JESIENNO-WIOSENNEGO SPOSOBU UPRAWY ROLI NA WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ KORZENI BURAKA CUKROWEGO

PIOTR KUC, ROMAN WACŁAWOWICZ

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

piotr.kuc@up.wroc.pl

**Synopsis.** Celem badań było porównanie wpływu nawożenia organicznego oraz różnych sposobów jesienno-wiosennej uprawy roli na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono metodą split-plot w czterech powtórzeniach na glebie średniej, zaliczonej do kompleksu żytanego bardzo dobrego. Czynnikiem I rzędu było nawożenie organiczne – międzyplon ścierniskowy uprawiany bez słomy przedplonowej i po jej przyoraniu. Czynnikiem II rzędu był sposób uprawy jesienno-wiosennej. Na trzech obiektach wykonano orkę przedzimową (uprawa tradycyjna), na obiekcie 4 zastosowano orkę wiosenną, a na 5 uprawę konserwującą. Nawożenie obornikiem w wariantach 1 i 2 wynosiło odpowiednio 20 i 10 t·ha<sup>-1</sup>. Zastosowanie słomy przedplonowej i międzyplonu nie wpłynęło istotnie na zawartość, wydajność oraz technologiczny plon cukru w porównaniu do nawożenia samym międzyplonem. Najlepszą jakością przerobową charakteryzowały się korzenie uprawiane w warunkach uprawy konserwującej, a najwyższe plony cukru technologicznego uzyskano po zastosowaniu uprawy tradycyjnej oraz 20 t·ha<sup>-1</sup> obornika.

**Słowa kluczowe** – *key words*: burak cukrowy – *sugar beet*, sposoby uprawy – *tillage methods*, jakość technologiczna korzeni – *technological quality of roots*, melasotwory – *treacle-producing elements*

### WSTĘP

Wzrastająca konkurencja na rynku cukru oraz coraz niższa opłacalność uprawy buraka cukrowego wymuszają na plantatorach zmniejszenie kosztów produkcji, poszukiwanie możliwości podniesienia plonu oraz poprawy jego jakości technologicznej. Jednym ze sposobów umożliwiających ograniczenie wielkości nakładów na produkcję buraka cukrowego jest eliminowanie głębokiej orki przedzimowej, której funkcję przejmuje płytka orka wiosenna, uważana dotychczas jako zło konieczne. Skrajnym sposobem uproszczenia uprawy roli jest całkowite wyeliminowanie uprawy płużnej na rzecz uprawy konserwującej z siewem w przemarznięty mulcz z międzyplonu ścierniskowego [Lal i in. 1990, Zimny 1999].

Niedobór obornika, skracanie płodozmianów i intensyfikacja produkcji buraka cukrowego skłoniły do poszukiwania alternatywnych rodzajów nawożenia organicznego, które mają zastąpić obornik bez pogarszania ilości i jakości plonów [Gandecki i in. 1999, Sowiński i in. 1995]. Dlatego coraz większego znaczenia w produkcji buraka cukrowego nabierają nawozy zielone i słoma przedplonów zbożowych jako alternatywne źródła substancji organicznej w glebie [Ceglarek i in. 1997].

Celem badań było określenie wpływu nawożenia organicznego oraz sposobów uprawy buraka cukrowego na jakość technologiczną korzeni.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2002–2004 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec (51°07' N, 17°08' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Ścisłe, dwuczynnikowe doświadczenie polowe, założono metodą split-plot w czterech powtórzeniach na madzie rzecznej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego. Glebę tą, będącą w bardzo dobrej kulturze, zaliczono do kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Czynnikiem I rzędu było nawożenie organiczne – międzyplon ścierniskowy uprawiany po przyoraniu słomy przedplonowej w ilości 5–6 t·ha<sup>-1</sup> (wariant A) oraz bez słomy (wariant B). Świeża masa przyorywanego międzyplonu wynosiła od 19–25 t·ha<sup>-1</sup> w zależności od roku badań. Czynnikiem II rzędu była zróżnicowana uprawa jesienno-wiosenna. Jesienią na trzech obiektach wykonano orkę przedzimową (uprawa tradycyjna) na głębokość 25 cm przykrywającą międzyplon z obornikiem (wariant 1 – 20 t·ha<sup>-1</sup> i wariant 2 – 10 t·ha<sup>-1</sup>). W wariantach 4 i 5 międzyplon pozostawiano do wiosny w formie mulczu. Wiosną w wariantach 4 i 5 wykonano orkę wiosenną na głębokość 15 cm. Następnie zastosowano bronę zębową (warianty 1–3) lub wirnikową (warianty 4 i 5) (tab. 1). Siew buraka cukrowego wykonano tradycyjnym siewnikiem punktowym.

Tabela 1. Schemat doświadczenia  
Table 1. Scheme of the experiment

Czynnik I – Nawożenie organiczne <i>Factor I – Organic fertilization</i>	
A.	Słoma + międzyplon ścierniskowy <i>Straw + stubble catch crop</i>
B.	Międzyplon ścierniskowy <i>Stubble catch crop</i>
Czynnik II – Sposoby uprawy <i>Factor II – Methods of tillage</i>	
1.	Obornik 20 t·ha <sup>-1</sup> , ziębla 25 cm, brona zębowa + wał strunowy <i>Manure 20 t·ha<sup>-1</sup>, fall ploughing 25 cm, spike-tooth harrow + string roller</i>
2.	Obornik 10 t·ha <sup>-1</sup> , ziębla 25 cm, brona zębowa + wał strunowy <i>Manure 10 t·ha<sup>-1</sup>, fall ploughing 25 cm, spike-tooth harrow + string roller</i>
3.	Ziębla 25 cm, brona zębowa + wał strunowy <i>Fall ploughing 25 cm, spike-tooth harrow + string roller</i>
4.	Orka wiosenna 15 cm, brona wirnikowa + wał strunowy <i>Spring ploughing 15 cm, swirl harrow + string roller</i>
5.	Brona wirnikowa + wał strunowy (uprawa konserwująca) <i>Swirl harrow + string roller (conservation tillage)</i>

Zawartość cukru, popiołu rozpuszczalnego, potasu, sodu i azotu alfaaminowego oznaczono na automatycznej linii Venema. Plon technologiczny cukru obliczono ze wzoru Reinefelda i in. [1974]:

$$\text{plon technologiczny cukru} = \frac{\text{plon korzeni} \cdot W}{100}$$

gdzie:

W – wydajność cukru technologicznego,

W = Pol. - [0,343(K+Na) + 0,094(N  $\alpha$ -aminowy) + 0,29],

Pol – zawartość procentowa sacharozy,

K, Na, N  $\alpha$ -aminowy – zawartość podana w mval 100 g miazgi<sup>1</sup>,

0,094 – poprawka eksperymentalna,

0,29 – poprawka na straty nieoznaczone.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość związków melasotwórczych w korzeniach buraka cukrowego (tab. 2) pozwoliła zakwalifikować surowiec jako średnio dobry pod względem jakości przerobowej według Zieglera [1998]. Na niewielkie zwiększenie zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego wpłynęło zastosowanie nawożenia międzyplonem uprawianym po przyoranej słomie w porównaniu do nawożenia samą zieloną masą międzyplonu. Różnica między tymi obiektami wyniosła 3,1%. W większym stopniu na zawartość tego melasotworu wpłynął drugi czynnik doświadczenia. Najwyższą koncentrację (24,9 mmol·kg<sup>-1</sup> miazgi) oznaczono w korzeniach uprawianych tradycyjnie i nawożonych zmniejszoną dawką obornika, a najniższą (19,5 mmol·kg<sup>-1</sup> miazgi) – po zastosowaniu uprawy konserwującej.

Tabela 2. Zawartość składników melasotwórczych w korzeniach w mmol·kg<sup>-1</sup> miazgi

Table 2. Content of treacle-producing elements in roots of sugar beet in mmol·kg<sup>-1</sup> pulp

Sposoby uprawy <i>Methods of tillage</i>	N- $\alpha$ -NH <sub>2</sub>			K			Na		
	nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i>								
	A <sup>1</sup>	B	średnio mean	A	B	średnio mean	A	B	średnio mean
1 <sup>1</sup>	23,8	21,6	22,7	49,1	47,4	48,3	4,6	5,6	5,1
2	25,2	24,6	24,9	50,3	49,7	50,0	4,2	6,3	5,3
3	23,9	23,2	23,6	48,6	50,7	49,7	4,0	5,0	4,5
4	22,0	25,0	23,5	48,2	49,5	48,8	4,2	4,8	4,5
5	21,0	18,0	19,5	47,3	46,5	46,9	5,0	3,9	4,5
Średnio – Mean	23,2	22,5	–	48,7	48,8	–	4,4	5,1	–

1<sup>1</sup>, A<sup>1</sup> – objaśnienia w tabeli 1 – *explanations in table 1*

Pierwszy czynnik doświadczenia nie wywarł większego wpływu na zawartość potasu w korzeniach, natomiast pod wpływem czynnika drugiego zaobserwowano podobne zależności jak w przypadku azotu  $\alpha$ -aminowego. Nawożenie biomasa górczycy negatywnie wpłynęło na koncentrację sodu w korzeniach, która była wyższa o 15,9% od stwierdzonej na poletkach nawożonych międzyplonem uprawianym po przyoranej słomie. Negatywny wpływ na jakość przerobo-

wą korzeni zmniejszonej dawki nawożenia naturalnego połączonego z tradycyjną uprawą roli ujawnił się również w przypadku zawartości sodu. Była ona w tym wariancie uprawy wyższa o 17,7% od obserwowanej na poletkach uprawianych tradycyjnie i nienawożonych obornikiem (wariant 3), zaoranych wiosną oraz w uprawie konserwującej. Analiza wpływu obu czynników doświadczenia na zawartość melasotworów wykazała, że najkorzystniejszą jakością przerobową charakteryzowały się korzenie uprawiane w systemie bezorkowym i nawożone samym międzyplonem.

Współczynnik alkaliczności we wszystkich wariantach przekraczał wartość 1,8 warunkującą prawidłową jakość przerobową korzeni [Trzebiński i Cieśla 1979] (tab. 3). Nie odnotowano znacznego wpływu zastosowanego nawożenia organicznego na omawiany wskaźnik. Można natomiast zaobserwować tendencję, że zastosowanie uprawy konserwującej wpływało na wzrost wartości współczynnika alkaliczności, który w tym wariancie był wyższy średnio o 16,1% w porównaniu do średniej wartości tego wskaźnika oznaczonej w pozostałych wariantach.

Tabela 3. Współczynnik alkaliczności  
Table 3. Coefficient of alkalinity

Sposoby uprawy <i>Methods of tillage</i>	Nawożenie organiczne <i>Organic fertilization</i>		Średnio – Mean
	A <sup>1</sup>	B	
1 <sup>1</sup>	2,3	2,5	2,4
2	2,2	2,3	2,3
3	2,2	2,4	2,3
4	2,4	2,2	2,3
5	2,5	2,8	2,7
Średnio – Mean	2,3	2,4	–

1<sup>1</sup>, A<sup>1</sup> – objaśnienia w tabeli 1 – *explanations in table 1*

Zawartość cukru w korzeniach buraka nawożonego słomą i międzyplonem była o 0,1 pkt. % wyższa niż na poletkach nawożonych samą biomasa gorzycy (tab. 4). Podobne wyniki uzyskali Buraczyńska i Ceglarek [2003], którzy nie odnotowali istotnych różnic między obiektami nawożonymi międzyplonem oraz międzyplonem i słomą. Odmiennie wyniki uzyskał Gutmański i in. [1997], którzy potwierdzili pozytywne działanie słomy na zawartość sacharozy stosowanej wraz z międzyplonem ścierniskowym. Większe zróżnicowanie zawartości cukru korzeni stwierdzono pod wpływem zastosowanych systemów uprawy. Najwyższą zawartość cukru (19,0%) oznaczono w burakach uprawianych na poletkach zaoranych wiosną, a także w systemie bezorkowym. Najniższą zawartością sacharozy (18,3%) charakteryzowały się korzenie buraka uprawianego tradycyjnie i nawożone zmniejszoną dawką obornika (wariant 2). Analiza statystyczna potwierdziła istotne zróżnicowanie zawartości cukru pod wpływem współdziałania czynników doświadczenia. Najwięcej sacharozy (19,3%) zawierały korzenie uprawiane na poletkach z uprawą konserwującą i nawożone międzyplonem, a najmniej (18,0%) – po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, nawożenia obornikiem w dawce 10 t·ha<sup>-1</sup> i międzyplonem ścierniskowym.

Tabela 4. Zawartość, wydajność i plon technologiczny cukru  
 Table 4. Content, effectiveness and technological yield of sugar

Sposoby uprawy Methods of tillage (II)	Zawartość cukru Content of sugar (%)			Wydajność cukru Efficiency of sugar (%)			Technologiczny plon cukru Technological sugar yield (t·ha <sup>-1</sup> )		
	nawożenie organiczne – organic fertilization (I)								
	A <sup>1</sup>	B	średnio mean	A	B	średnio mean	A	B	średnio mean
1 <sup>1</sup>	18,4	18,6	18,5	16,0	16,3	16,2	13,2	13,7	13,5
2	18,5	18,0	18,3	16,1	15,6	15,9	11,9	13,2	12,6
3	18,5	18,6	18,6	16,2	16,1	16,2	12,3	13,1	12,7
4	18,9	19,1	19,0	16,6	16,7	16,7	12,2	13,1	12,6
5	18,6	19,3	19,0	16,3	17,1	16,7	13,2	12,2	12,7
Średnio – Mean	18,6	18,7	–	16,2	16,4	–	12,5	13,1	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>									
I		r.n.			r.n.			r.n.	
II		0,2			0,7			0,6	
I x II		0,3			1,3			1,2	

1<sup>1</sup>, A<sup>1</sup> – objaśnienia w tabeli 1 – explanations in table 1  
 r.n. – różnica nieistotna – not significant differences

niskowym. Dzienia i Wereszczaka [2004] oraz Roisin i Frankinet [1994] nie odnotowali wpływu uproszczonych systemów uprawy roli na zawartość sacharozy. Becker [1997] oraz Becker i Märlander [1998] uzyskali nieznacznie wyższą zawartość cukru w korzeniach buraków uprawianych z zastosowaniem uprawy tradycyjnej, natomiast Merkes [1989] w warunkach uproszczonych systemów uprawy.

Wydajność cukru była nieznacznie wyższa po zastosowaniu nawożenia samym międzyplonem w porównaniu do nawożenia biomasą gorczycy uprawianej po przyoranej słomie. Różnica między tymi wariantami wyniosła 0,2% i nie została udowodniona statystycznie. Istotne różnice w wydatku cukru technologicznego stwierdzono pod wpływem zastosowanych systemów uprawy. Konsekwencją wysokiej zawartości sacharozy i niskiej koncentracji składników melasotwórczych w korzeniach uprawianych w systemie bezorkowym, jak i po orce wiosennej była najwyższa wydajność cukru (16,7%). Nieco niższą wartość tego wskaźnika (16,2%) uzyskano po zastosowaniu tradycyjnej uprawy roli zarówno z obornikiem w dawce 20 t·ha<sup>-1</sup>, jak i bez obornika. Najniższą wydajnością cukru (15,9%) charakteryzowały się korzenie z poletek, na których jesienią przyorano obornik w dawce 10 t·ha<sup>-1</sup>. Analiza interakcji czynników doświadczania wykazała, że w przypadku zastosowaniu uprawy konserwującej zastosowanie nawożenia samym międzyplonem ścierniskowym przyczyniło się do uzyskania największej wydajności cukru (17,1%).

Plony cukru technologicznego uzyskane w całym doświadczeniu były bardzo wysokie. Istotnie zależały one jedynie od sposobów uprawy roli pod buraka cukrowego oraz interakcji obu czynników doświadczenia. Najwyższy plon technologiczny cukru ( $13,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) uzyskano na poletkach uprawianych tradycyjnie i nawożonych obornikiem w dawce  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a najniższy ( $12,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na poletkach uprawianych tradycyjnie i nawożonych zmniejszoną dawką obornika, a także w wariancie z orką wiosenną. Również Rajewski i in. [2008] najwyższe plonu cukru technologicznego uzyskali po zastosowaniu tradycyjnej agrotechniki oraz intensywnego poziomu ochrony herbicydowej. Analiza współdziałania obu czynników doświadczenia wykazała, że najwyższy plon cukru technologicznego ( $13,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) uzyskano z korzeni buraków uprawianych tradycyjnie, nawożonych obornikiem w dawce  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  po zastosowaniu nawożenia organicznego w postaci samego międzyplonu.

## WNIOSKI

1. Najlepszą jakością przerobową charakteryzowały się korzenie uprawiane w warunkach uprawy konserwującej, a najgorszą po zastosowaniu uprawy tradycyjnej i zmniejszonej do  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  dawki obornika.
2. Wielkość plonu cukru technologicznego istotnie zależała od zastosowanych wariantów uprawy. Najwyższe plony cukru technologicznego ( $13,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) uzyskano po zastosowaniu uprawy tradycyjnej i  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  obornika.

## PIŚMIENNICTWO

- Becker C. 1997. Zuckerrübenbau ohne Pflug. Zuckerrübe 4: 198–201.
- Becker C., Märländer B. 1998. Ertrag und Qualität von Zuckerrüben in dauerhaft pfluglosen Bodenbearbeitungssystemen – Ergebnisse einer Versuchsserie auf Großflächen. Pflanzenbauwissenschaften 2: 7–15.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2003. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na jakość przetwórczą korzeni buraka cukrowego. Annales UMCS, Sec. E 58: 141–153.
- Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A. 1997. Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonem wsiewek. *Fragm. Agron.* 14(4): 18–26.
- Dzienia S., Wereszczaka J. 2004. Efektywność różnych systemów uprawy roli pod burak cukrowy. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, PIMR Poznań: 186–192.
- Gutmański I., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., Kostka-Gościński D., Banaszak H. 1997. Wpływ uprawy z siewu bezpośredniego na plony, jakość technologiczną i zdrowotność buraka cukrowego. *Mat. konf. „Postęp w uprawie buraka cukrowego i w jakości korzeni”*. SGGW Warszawa, 4–5 września 1997: 118–119.
- Lal R., Eckert D.J., Fausey N.R., Edwards W.M. 1990. Conservation tillage in sustainable agriculture. W: *Sustainable Agricultural Systems*. Soil Water Cons. Soc. Ankeny, Iowa: 203–225.
- Merkes R. 1989. Möglichkeiten zur Verhütung von Bodenerosion durch Wasser. 52 Winter Congress IIRB, Bruxelles, 15–16 February 1989: 27–37.
- Rajewski J., Zimny L., Kuc P. 2008. Wpływ różnych wariantów uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. *Probl. Inż. Rol.* 16(1): 109–116.
- Reinefeld E., Emmerich A., Baumgarten G., Winner C., Beiss U. 1974. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. *Zucker* 1: 2–15.
- Roisin C., Frankinet M. 1994. Developing of a new cropping system for sugar beet production related to protection of the environment. *Proc. 13th Int. Conf. ISTRO*. Aalborg, Denmark 24–29 July 1994: 751–756.

- Sowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F. 1995. Wartość nawozowa wybranych poplonów ścierniskowych na tle obornika dla buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Wrocław 262, Rol. 63: 9–20.
- Trzebiński J., Cieśla E. 1979. Fizjologiczne i technologiczne podstawy nawożenia azotowego buraków cukrowych. Post. Nauk Rol. 1: 43–52.
- Ziegler K. 1998. Hackfruchtbau (in Pflanzliche Erzeugung) Land. Verlag Münster-Hiltrup.: 382–383.
- Zimny L. 1999. Uprawa konserwująca. Post. Nauk Rol. 5: 41–51.

P. Kuc, R. Waclawowicz

**THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZATION AND DIFFERENT CULTIVATIONS METHODS ON TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGAR BEET ROOTS**

**Summary**

The aim of the research was comparison of the effect of stubble crop fertilization with or without ploughing down straw and varying autumn-spring tillage methods on technological quality of sugar beet. The field experiment was conducted as a split-plot method in four replications on medium textured soil. Two factors of experiment were examined: 1) stubble crop fertilization with or without ploughing down straw: 2) autumn-spring tillage method. Autumn ploughing was realized on three treatments, on the 4 treatment spring ploughing was done and on the 5 – conservation tillage. Manure fertilization on treatments 1 and 2 was respectively 20 and 10 t·ha<sup>-1</sup>. Ploughing down straw with stubble crop doesn't influence technological quality of sugar beet compare to ploughing down only stubble crop. The highest content of sugar was noticed under traditional tillage. Both fertilization and tillage system significantly modified yields of technological sugar.