

Piotr Kuc, Lesław Zimny

*Plonowanie i jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego  
uprawianego w warunkach różnych systemów uprawy*

---

Yielding and technological quality of sugar beet growing in different cultivation systems

**ABSTRACT.** The aim of the studies was a comparison of the effect of varying autumn-spring tillage system and stubble crop fertilization with or without ploughing down straw 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 system and manure fertilization. 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 decreased 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 did not significantly modified the yields of technological sugar.

**KEY WORDS:** sugar beet, treacle-producing elements, cultivation systems, technological quality of sugar beet.

W produkcji buraka cukrowego ze względów ekonomicznych poszukuje się nowych, oszczędniejszych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, które zapewniają plonowanie na wysokim poziomie przy zachowaniu sprawności gleby. Jednym ze sposobów umożliwiających ograniczenie liczby zabiegów uprawowych i wielkości nakładów na produkcję buraka cukrowego jest eliminowanie głębokiej orki przedzimowej, której funkcję przejmuje płytka orka wio-

senna, uważana dotychczas za zło konieczne [Schulze, Bohle 1976]. Mimo znacznych uproszczeń systemów uprawy produktywność buraka cukrowego nie wykazuje większego zróżnicowania [Zimny 1995]. Skrajnym sposobem uproszczenia uprawy roli jest całkowite wyeliminowanie uprawy płuznej na rzecz uprawy konserwującej z siewem w przemarznięty mulcz międzyplonu ścierniskowego [Zimny 1999]. Plony korzeni buraka cukrowego uprawianego tą technologią w płodozmianie nie różniły się w sposób istotny od uprawy tradycyjnej [Dzienia, Wereszczaka 2004].

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; Słowiński i in. 1995]. Dlatego coraz większego znaczenia nabierają nawozy zielone i słoma przedplonowa zbóż jako alternatywne źródła substancji organicznej w glebie [Ceglarek i in. 1997].

Celem badań było poznanie wpływu uproszczeń jesienno-wiosennej uprawy roli pod burak cukrowy, obniżonych dawek obornika, a także nawożenia międzyplonem ścierniskowym uprawianym bez słomy i po jej przyoraniu na plon i jakość technologiczną korzeni.

#### METODA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 2002–2003 w RZD Swojec we Wrocławiu, opierając się na ścisłym dwuczynnikowym doświadczeniu polowym zlokalizowanym na glebie średniej należącej do kompleksu żytniego dobrego. Czynnikiem I rzędu było nawożenie organiczne – międzyplon ścierniskowy uprawiany bez słomy przedplonowej i po jej przyoraniu w ilości 5–6 t ha<sup>-1</sup> (tab. 1).

Czynnikiem II rzędu była zróżnicowana uprawa jesienno-wiosenna oraz nawożenie obornikiem. Jesienią na trzech obiektach wykonano orkę przedzimową na głębokość 25 cm, przykrywającą międzyplon (19–25 t ha<sup>-1</sup> świeżej masy) z obornikiem (obiekt 1 – 20 t ha<sup>-1</sup> i obiekt 2 – 10 t ha<sup>-1</sup>) lub sam międzyplon (obiekt 3). Na obiektach 4 (orka wiosenna na głębokość 15 cm) i 5 (uprawa konserwująca) międzyplon pozostawiano do wiosny w formie mulczu. Następnie zastosowano bronę zębową (obiekty 1–3) lub wirnikową (obiekty 4 i 5). Całe pole zawałowano wałem strunowym.

Doświadczenie założono metodą *split-plot* w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do uprawy i nawożenia wynosiła 40 m<sup>2</sup>. Nawożenie mineralne stosowano według zasobności gleby, a ochronę roślin interwencyjnie. Burak cukrowy odmiany Kujawska wysiewano na gotowo w rozstawie 0,18 x 0,45 m. Siew wykonano tradycyjnym siewnikiem punktowym. Masę, długość i grubość

Tabela. 1. Schemat doświadczenia

Table 1. Scheme of experiment

Czynnik I Factor I – Nawożenie słomą i międzyplonem Straw and stubble crop fertilization		
Nazwa pełna Full name		Nazwa skrócona Short name
A	Słoma przedplonowa + międzyplon ścierniskowy Straw + stubble crop	sł.+m. st.+s.c.
B	Międzyplon ścierniskowy Stubble crop	m. s.c.
Czynnik II Factor II Systemy uprawy Tillage system		
Nazwa pełna Full name		Nazwa skrócona Short name
1	Obornik 20 t ha <sup>-1</sup> , ziębła 25 cm, brona wirnikowa + wał strunowy Manure 20 t ha <sup>-1</sup> , fall ploughing 25 cm, swirl harrow + string roller	Ziębła <sup>++</sup> , br., wał. F. plough. <sup>++</sup> , h., st. r.
2	Obornik 10 t ha <sup>-1</sup> , ziębła 25 cm, brona wirnikowa + wał strunowy Manure 10 t ha <sup>-1</sup> , fall ploughing 25 cm, swirl harrow + string roller	Ziębła <sup>+</sup> , br., wał. F. plough. <sup>+</sup> , h., st. r.
3	Ziębła 25 cm, brona wirnikowa + wał strunowy Fall ploughing 25 cm, swirl harrow + string roller	Ziębła, br., wał. F. plough., h., st. r.
4	Orka wiosenna 15 cm, brona wirnikowa + wał strunowy Spring ploughing 15 cm, swirl harrow + string roller	O. wios, br., wał. Spr. plough., h., st. r.
5	Brona wirnikowa + wał strunowy Swirl harrow + string roller	Br., wał. H., st. r.

jednego korzenia oznaczono na podstawie roślin zebranych z 20 mb każdego poletka. Współczynnik spłaszczenia obliczono z ilorazu długości i grubości korzenia. Zawartość cukru, popiołu rozpuszczalnego, potasu, sodu i azotu alfaaminowego oznaczono w próbkach średnich obiektowych na automatycznej linii Venema. Plon technologiczny cukru obliczono ze wzoru Reinefelda [1974]:

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

gdzie: W – wydajność cukru technologicznego;  $W = \text{Pol} - 0,343(\text{K} + \text{Na}) - 0,094 \text{N-}\alpha\text{-NH}_2 - 0,29$ ; Pol – zawartość procentowa sacharozy; K, Na, N- $\alpha$ -NH<sub>2</sub> – zawartość podana w mmol 100g miazgi<sup>-1</sup>; 0,094 – poprawka eksperymentalna; 0,29 – poprawka na straty nieoznaczone.

Współczynnik alkaliczności obliczono ze wzoru:  $W_A = (\text{K} + \text{Na}) : \text{N-}\alpha\text{-NH}_2$ . Wyniki poddano analizie wariancji testem Studenta przy przedziale ufności 0,95.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji buraka cukrowego były zróżnicowane (tab. 2). Korzystniejszy okazał się pierwszy rok badań, w którym suma i

Tabela 2. Warunki pogodowe w okresie wegetacji buraka cukrowego  
Table 2. Weather conditions during the observation period

Miesiąc Month Rok Year	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Średnie miesięczne temperatury powietrza w °C Monthly mean air temperatures in °C							
2002	9,0	17,4	18,5	20,5	20,9	13,5	8,2
2003	8,3	16,1	20,0	19,9	20,5	14,2	6,0
1968–2003	8,2	13,9	16,7	18,4	18,1	13,6	8,9
Miesięczne sumy opadów w mm Monthly mean rainfall sums in mm							
2002	32,9	39,5	82,4	26,8	103,1	39,4	62,3
2003	15,0	75,5	33,1	57,5	53,8	28,9	57,9
1968–2003	37,5	53,0	72,3	85,2	70,5	48,9	39,4

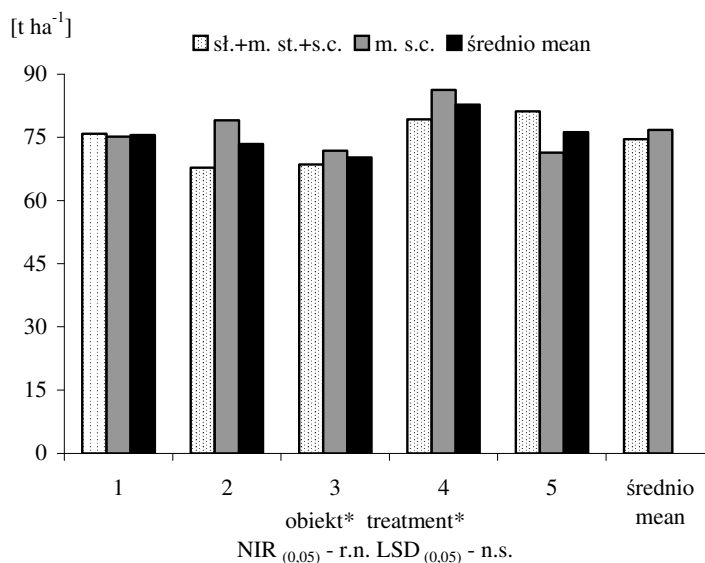
rozkład opadów nie odbiegały od przeciętnych z wielolecia. Natomiast suma opadów w drugim roku, z wyjątkiem maja, była niższa od przeciętnych panujących w regionie, co spowodowało wystąpienie suszy glebowej. Średnia dobowa temperatura powietrza w okresie wegetacji buraków cukrowych była w zakresie optimum.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Największe plony – 86,2 t ha<sup>-1</sup> (ryc. 1) korzeni uzyskano z poletek nawożonych samym międzyplonem i zaoranych wiosną, a najmniejsze (67,8 t ha<sup>-1</sup>) na obiekcie uprawianym tradycyjnie, nawożonym zmniejszoną do 10 t ha<sup>-1</sup> dawką obornika oraz samym międzyplonem uprawianym po przyoranej słomie przedplonowej. Jednak różnica między tymi obiektami była nieistotna. Podobne wyniki uzyskali Dzienia i Wereszczaka [2004], którzy nie stwierdzili istotnych różnic w plonowaniu buraka cukrowego uprawianego w warunkach różnych systemów uprawy.

Wpływ słomy przyorywanej pod uprawę międzyplonu ścierniskowego na zawartość melasotworów nie był jednoznaczny (tab. 3). Wzrosła zawartość azotu  $\alpha$ -aminowego o 7,6% i potasu o 0,4%, natomiast ilość sodu spadła o 18,3%. Zastosowane uproszczenia w jesienno-wiosennej uprawie roli oraz zróżnicowane dawki obornika miały wyraźny wpływ na zawartość melasotworów. Największą zawartość azotu  $\alpha$ -aminowego odnotowano w korzeniach uprawianych

tradycyjnie i nawożonych zmniejszoną do  $10 \text{ t ha}^{-1}$  dawką obornika. Podwojenie dawki obornika w tym samym systemie uprawy skutkowało obniżeniem zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego aż o 22%. W korzeniach buraków zebranych z poletek z uprawą konserwującą i orką wiosenną stwierdzono wzrost zawartości Na w porównaniu z obiektami, na których stosowano głęboką orkę przedzimową.



Rycina 1. Plony korzeni; \* wyjaśnienie w tabeli 1

Figure 1. Root yield; explanations in table 1

Analizując wpływ obu czynników doświadczenia, najkorzystniejsze właściwości przerobowe miały buraki uprawiane tradycyjnie i nawożone samym międzyplonem, a najgorsze z poletek nawożonych międzyplonem i zaoranych wiosną, pomimo iż cechowały się one największą masą, długością i szerokością. Zależność tę potwierdzają badania Ostrowskiej i in. [2002], Rozbickiego i Kalinowskiej-Zdun [1993], Wyszyńskiego [2003], z których wynika, że duże korzenie (ponad 1,2 kg) mają gorszą jakość przerobową w porównaniu z korzeniami mniejszymi.

Współczynnik alkaliczności w każdym wariantcie doświadczenia był korzystny (tab. 4). Na poletkach nawożonych słomą i międzyplonem był on mniejszy o 9,3% w porównaniu z samym międzyplonem. Zastosowane systemy uprawy również miały wyraźny wpływ na wartość tego wskaźnika. Najniższa war-

tość współczynnika (1,97) alkaliczności charakteryzowała korzenie uprawiane tradycyjnie i nawożone obniżoną dawką obornika, a najwyższa (2,41) – z poletek które orano wiosną.

Tabela 3. Zawartość składników melasotwórczych w korzeniach w mmol kg<sup>-1</sup> miazgi  
Table 3. Content of treacle-producing elements in roots of sugar beet in mmol kg<sup>-1</sup> pulp

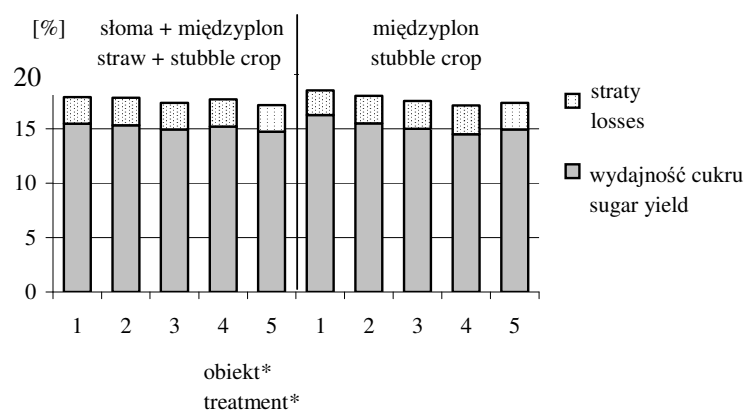
System uprawy System of tillage	K			Na			N- $\alpha$ -NH <sub>2</sub>		
	Nawoż. org. Org. fertiliz.		Średnio Mean	Nawoż. org. Org. fertiliz.		Średnio Mean	Nawoż. org. Org. fertiliz.		Średnio Mean
	śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.		śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.		śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.	
	st.+s.c.	s.c.	Mean	st.+s.c.	s.c.	Mean	st.+s.c.	s.c.	Mean
1. Ziębla <sup>++</sup> , br., wał. F. plough. <sup>++</sup> , h., st. r.	51,8	48,1	50,0	4,7	4,1	4,4	25,2	20,2	22,7
2. Ziębla <sup>+</sup> , br., wał. F. plough. <sup>+</sup> , h., st. r.	52,7	52,1	52,4	4,3	5,3	4,8	29,0	29,1	29,1
3. Ziębla, br., wał. F. plough., h., st. r.	50,3	53,5	51,9	4,6	6,0	5,3	29,7	25,6	27,7
4. O. wios., br., wał. Spr. plough., h., st. r.	52,2	52,8	52,5	5,0	7,8	6,4	27,1	28,0	27,6
5. Br., wał. H., st. r.	49,7	49,2	49,5	6,1	6,8	6,5	27,1	24,6	25,9
Średnio Mean	51,3	51,1	–	4,9	6,0	–	27,6	25,5	–

Nawożenie buraka cukrowego międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoranej słomie w porównaniu z nawożeniem samym międzyplonem wpłynęło na niewielkie obniżenie zawartości sacharozy o 0,1% (ryc. 2). Nie stwierdzono istotnego wpływu rodzaju nawożenia organicznego na plony cukru technologicznego (ryc. 3). Podobne wyniki uzyskali Buraczyńska i Ceglarek [2003], którzy nie stwierdzili istotnych różnic między obiektami nawożonymi międzyplonem oraz międzyplonem i słomą. Natomiast Urbański [2001] oraz Gutmański i in. [1997] odnotowali korzystniejszy wpływ przyoranej słomy wraz z międzyplonem na zawartość cukru. Największą cukrowością i wydajnością cukru technologicznego odznaczały się korzenie buraków cukrowych uprawianych tradycyjnie, a najmniejszą na poletkach z uprawą konserwującą. Różnica między tymi obiektami wyniosła odpowiednio 5,2% i 6,5%. Największy plon cukru technologicznego (11,8 t ha<sup>-1</sup>) uzyskano na poletkach z uprawą tradycyjną i pełną dawką obornika, a najniższy (10,6 t ha<sup>-1</sup>) na obiekcie tego samego systemu uprawy, ale nienawożonym obornikiem. Były to jednak różnice statystycznie

Tabela 4. Współczynnik alkaliczności

Table 4. Coefficient of alkalinity

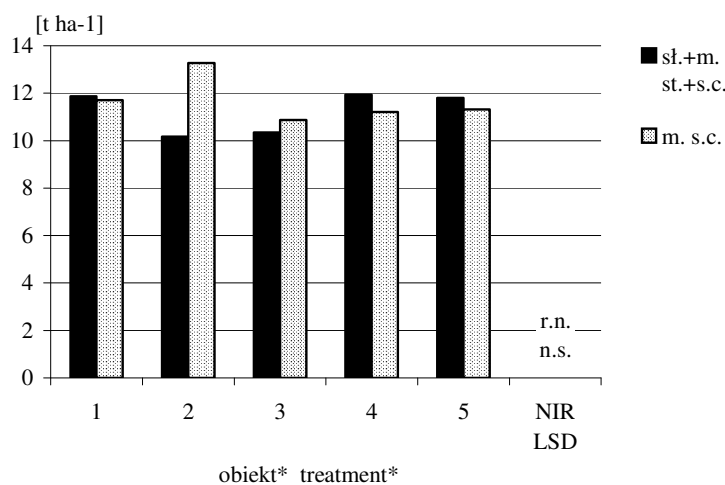
System uprawy System of tillage	Nawożenie organiczne Organic fertilization		Średnio Mean
	sł.+m. st.+s.c.	m. s.c.	
1. Ziębla <sup>++</sup> , br., wał. F. plough. <sup>++</sup> , h., st. r.	2,24	2,58	2,41
2. Ziębla <sup>+</sup> , br., wał. F. plough. <sup>+</sup> , h., st. r.	1,97	1,97	1,97
3. Ziębla, br., wał. F. plough., h., st. r.	1,85	2,32	2,09
4. O. wios., br., wał. Spr. plough., h., st. r.	2,11	2,16	2,14
5. Br., wał. H., st. r.	2,06	2,28	2,17
Średnio Mean	2,05	2,26	–



Rycina 2. Zawartość i wydajność cukru; \* wyjaśnienie w tabeli 1

Figure 2. Content of sugar in roots and sugar yield; explanations in table 1

nieudowodnione. Analizując wpływ obu czynników doświadczenia na plon cukru technologicznego, najkorzystniejszym wariantem okazało się zastosowanie tradycyjnej uprawy, nawożenia obornikiem w dawce  $10 \text{ t ha}^{-1}$  i międzyplonem uprawianym bez przyoranej słomy. Do podobnego wniosku doszedł we wcześniejszych badaniach Zimny [1995], który nie stwierdził większego wpływu daleko idących modyfikacji technologii jesiennej uprawy roli pod burak cukrowy na produktywność tej rośliny. Również Dzieńka i Wereszczaka [2004] nie odnotowali wpływu uproszczonych systemów uprawy 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] zaobserwował tendencję odwrotną.



Rycina 3. Plony cukru technologicznego; \*wyjaśnienie w tabeli 1  
Figure 3. Technological sugar yield; \*explanations in table 1

Zróznicowanie cech biometrycznych korzeni było na ogół niewielkie (tab. 5). Odnotowano negatywny wpływ nawożenia słomą wraz z międzyplonem na średnią masę, długość i grubość korzenia w porównaniu z nawożeniem samym międzyplonem. Istotne różnice stwierdzono tylko w przypadku długości korzenia. Zastosowane systemy uprawy nie miały istotnego wpływu na średnią masę i długość korzenia. Jedynie grubość i współczynnik spłaszczenia były istotnie największe na poletkach zaoranych wiosną. Mimo że nie odnotowano istotnej interakcji omawianych czynników, najdorodniejsze korzenie uzyskano z poletek nawożonych samym międzyplonem z orką wiosenną.



Tabela 5. Cechy biometryczne korzeni buraka cukrowego  
Table 5. Biometric properties of roots of sugar beet

System uprawy System of tillage	Masa 1 korzenia w kg Root weight in kg			Długość korzenia w cm Root length in cm			Grubość korzenia w cm Root width in cm			Współczynnik spłaszczenia Flattening coefficient		
	śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.	Średnio Mean	śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.	Średnio Mean	śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.	Średnio Mean	śl.+m. st.+s.c.	m. s.c.	Średnio Mean
1. Ziębla <sup>++</sup> , br., wał. F. plough. <sup>++</sup> , h., st. r.	0,98	1,12	1,05	16,8	20,9	18,9	9,9	11,0	10,5	1,70	1,91	1,80
2. Ziębla <sup>+</sup> , br., wał. F. plough. <sup>+</sup> , h., st. r.	0,96	1,12	1,04	17,6	19,4	18,5	9,9	11,1	10,5	1,78	1,74	1,76
3. Ziębla, br., wał. F. plough., h., st. r.	1,02	1,10	1,06	17,5	19,9	18,7	10,4	10,7	10,6	1,70	1,85	1,77
4. O. wios., br., wał. Spr. plough.,h., st. r.	1,16	1,22	1,19	18,7	19,7	19,2	11,0	11,6	11,3	1,71	1,72	1,72
5. Br., wał. H., st. r.	1,10	0,98	1,04	17,6	17,2	17,4	11,4	11,0	11,2	1,54	1,56	1,55
NIR <sub>(0,05)</sub> LSD <sub>(0,05)</sub>	r.n.		r.n.	r.n.		r.n.	r.n.		0,67	r.n.		0,15
Średnio Mean	1,04	1,11	-	17,6	19,4	-	10,5	11,1	-	1,69	1,76	-
NIR <sub>(0,05)</sub> LSD <sub>(0,05)</sub>	r.n.			1,2			r.n.			r.n.		

r.n. – nieistotne not significant

## WNIOSKI

1. Nawożenie buraka cukrowego międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoranej słomie w porównaniu z nawożeniem samym międzyplonem negatywnie wpływa na jego jakość przetwórczą.

2. Uproszczenie uprawy tradycyjnej, polegające na rezygnacji z orki przedzimowej oraz nawożenia obornikiem, nie wpływa istotnie na plony cukru technologicznego.

## 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 (1), 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. 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.
- Gandecki R., Malak D., Śniady R., Zimny L. 1999. Plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanym nawożeniu organicznym i wzrastających dawkach azotu mineralnego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, 361, Konferencje 22, 189–195.
- 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, 118–119.
- Merkes R. 1989. Möglichkeiten zur Verhütung von Bodenerosion durch Wasser. 52 Winter Congress IIRB, Bruxelles, 27–37.
- Ostrowska D., Kucińska K., Artyszak A. 2002. Wpływ wielkości masy korzenia buraka cukrowego na wartość technologiczną surowca. Biul. IHAR 222, 149–154.
- Reinefeld E., Emmerich A., Baumgarten G., Winner C., Reiß U. 1974. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. Zucker 27, 2–15.
- Rozbicki J., Kalinowska-Zdun M. 1993. Badania nad wpływem struktury morfologicznej łanu na plon i wartość technologiczną buraka cukrowego na tle sposobu siewu i nawożenia azotem. Cz. 2. Plon sacharozy i wartość technologiczna korzeni. Roczn. Nauk Rol., ser. A, t. 110, 1–2, 77–84.
- Schulze E., Bohle H. 1976. Zuckerrübenproduktion. Landwirtschaftliche Bodennutzung mit hoher Rendite. Paul Parey, Berlin.
- Słowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F. 1995. Wartość nawozowa wybranych poplonów ścierniskowych na tle obornika dla buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, seria Rolnictwo, nr 262, 9–20.

- 
- Urbański B. 2001. Efektywność nawożenia ekologicznego w uprawie buraka cukrowego. Praca doktorska, Uniwersytet Warmiński-Mazurski, Olsztyn.
- Wyszyński Z. 2003. Zmienność cech roślin buraka cukrowego w łanie oraz plonowanie i jakość korzeni pod wpływem czynników środowiskowo-agrotechnicznych. Wyd. SGGW Warszawa.
- Zimny L. 1995. Produktywność buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanych systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 1, 62–69.
- Zimny L. 1999. Uprawa konserwująca. *Post. Nauk Roln.* 5, 41–51.